

Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнології імені С.З.Гжицького

Факультет харчових технологій та біотехнології

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

Кваліфікаційна робота

магістр

(освітній ступінь)

на тему: «Удосконалення технології ковбасних виробів із
використанням новітніх оболонок».

Виконав: студент 6 курсу, групи №1

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Крук Максим Ігорович

Керівник доцент Галух Б.І.

Рецензент

Львів – 2024

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ
ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет Харчових технологій та біотехнологій

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

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 Харчові технології

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

_____/підпис/_____ Уляна ДРАЧУК

(підпис (ім'я та прізвище)

«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

КРУКА Максима Ігоровича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології ковбасних виробів із використанням новітніх оболонок

керівник роботи: ГАЛУХ Богдан Іванович, доцент, канд, техн.. наук (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 02 » 04 2024 року №228-4

2. Строк подання здобувачем роботи 05.12.2024

3. Вихідні дані до роботи: дослідити властивості синтетичних латексів на основі сополімерів вінілацетату і колоїдних розчинів наночастинок срібла і обґрунтувати склад модифікованої латексної композиції; вивчити вплив розчинів наночастинок срібла на колоїдно-хімічні властивості латексів і дослідити санітарно-хімічні, антимікробні, бар'єрні характеристики модифікованих латексних покриттів; розробити спосіб нанесення модифікованого латексного покриття на поверхню ковбасних виробів; визначити показники якості і безпеки ковбасних виробів, вироблених із застосуванням модифікованого латексного покриття, в процесі зберігання; розрахувати економічну ефективність від використання модифікованого латексного покриття в технології ковбасних виробів.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність, висновки, перелік використаної літератури, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу рисунок, графіки, діаграми, таблиці, принципи технологічних схем, технологічні лінії виробництва.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Вступ	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
2. Огляд літератури	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
4. Експериментальна частина	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
5. Економічна ефективність	доц. Березівський Я.П.	/підпис/	/підпис/
6. Висновки та список використаних джерел	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/

7. Дата видачі завдання 06.02.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури		30%
	I атестація:	11.09.2024	30%
2.	Матеріали і методи досліджень		20%
3.	Експериментальна частина		35%
	II атестація:	01.11.2024	55%
4.	Розрахунок економічної ефективності виробництва		10%
5.	Висновки та пропозиції виробництву		5%
	III атестація:	05.12.2024	15%
	Допуск до захисту:	09.12.2024	100%

Здобувач

/підпис/

Крук М.І.

(ІМ'Я ТА ПРИЗВИЩЕ)

Керівник роботи

/підпис/

Галух Б.І.

(ІМ'Я ТА ПРИЗВИЩЕ)

3

ЗМІСТ

ВТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1 Мікробіологічні контамінанти у виробництві ковбасних виробів	6
1.2 Методи запобігання мікробіологічного псування ковбасних виробів.....	7
1.3 Захисні покриття в харчовій промисловості.....	14
1.4 Перспективні напрями використання нанотехнологій в харчовій промисловості.....	21
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	26
2.1 Організація експерименту.....	26
2.2 Об'єкти досліджень.....	26
2.3 Методи досліджень.....	28
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	30
3.1 Дослідження колоїдно-хімічних показників водних дисперсій полімерів.....	30
3.2 Санітарно-хімічні дослідження плівок.....	32
3.3 Оцінка антимікробних властивостей колоїдних розчинів наночастинок срібла.....	36
3.4 Розробка технологічної схеми отримання модифікованих латексних композицій.....	40
3.5 Дослідження колоїдно-хімічних властивостей модифікованих латексних композицій.....	41
3.6 Дослідження антимікробних властивостей модифікованих плівок	45
3.7 Дослідження напівкопчених і варено-копчених ковбас у модифікованих оболонках і обґрунтування термінів придатності.....	47
3.8 Дослідження показників якості напівкопчених і варено-копчених ковбас, вироблених в модифікованому латексному покритті.....	51
3.9 Дослідження термінів придатності напівкопчених і варено-копчених ковбас в модифікованому латексному покритті.....	54
3.10 Розрахунок економічної ефективності використання модифікованого латексного покриття у виробництві напівкопчених і варено-копчених ковбас.....	67
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	71
ДОДАТКИ.....	74

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У м'ясопереробній промисловості однієї з проблем є забезпечення якості і безпеки ковбасних виробів. На сьогодні, розробка інноваційних пакувальних матеріалів з метою підвищення якості харчової продукції є одним з пріоритетних напрямів розвитку наукових досліджень.

Основним чинником погіршення якості ковбасних виробів, є забруднення продукції контамінантами різної природи [18]. При цьому провідну роль серед контамінантів займають мікроорганізми, здатні, за відсутності належного контролю, потрапляти в продукцію на будь-якому етапі виробництва. Поширеною шляхом мікробіологічного забруднення ковбасних виробів є контамінація поверхні готових виробів такими мікроорганізмами, як плісневі гриби роду *Penicillium*, дріжджеподібні гриби роду *Candida*, а також бактерії роду *Bacillus*, *Staphylococcus* і так далі [25, 34]. Мікроорганізми, потрапляючи на поверхню, приводять до погіршення не тільки товарного вигляду продукції, знижуючи її смакові якості, але і представляють потенційну загрозу здоров'ю споживачів, продукуючи токсини углиб виробу [14].

В даний час на виробництві застосовують ряд методів для захисту поверхні ковбас від мікробіологічної контамінації: обробка ковбасних оболонок хімічними речовинами різної природи, знезараження фізичними методами, упаковка під вакуумом і упаковка в модифікованому газовому середовищі, основними недоліками яких є резистентність мікроорганізмів і висока собівартість готової продукції [2, 8, 9, 17].

Одним з пріоритетних напрямів є застосування у харчовій галузі нових захисних покриттів, зокрема розробка біоцидної упаковки.

Перспективним напрямом для збереження якості продукції м'ясопереробної галузі є використання полімерних покриттів, що формуються безпосередньо на поверхні продукту [7, 12, 14, 20]. Додання покриттям спеціальних властивостей, зокрема антимікробних, досягається введенням в плівкотвірну основу модифікуючих добавок. При розробці упаковки з антимікробними властивостями підвищений інтерес становить застосування наночасток срібла, що володіють широким спектром антимікробної активності [18, 20, 26].

Дослідження, присвячені створенню полімерних захисних покриттів, що володіють заданим комплексом властивостей і здатних забезпечувати якість і безпеку харчових продуктів, відбиті в роботах багатьох вітчизняних і закордонних учених. Проте, питанням отримання і дослідження полімерних покриттів для харчової продукції, модифікованих наночастками срібла приділялася недостатня увага.

Мета і завдання роботи. Метою магістерської роботи було вдосконалення технології напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів з використанням латексних покриттів, модифікованих наночастками срібла, для запобігання мікробіологічному псуванню і зменшенню втрати маси готових ковбас в процесі зберігання.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити властивості синтетичних латексів на основі сополімерів вінілацетату і колоїдних розчинів наночасток срібла і обґрунтувати склад модифікованої латексної композиції;
- вивчити вплив розчинів наночасток срібла на колоїдно-хімічні властивості латексів і дослідити санітарно-хімічні, антимікробні, бар'єрні деформаційно-міцнісні характеристики модифікованих латексних покриттів;
- розробити спосіб нанесення модифікованого латексного покриття на поверхню ковбасних виробів;
- визначити показники якості і безпеки ковбасних виробів, вироблених із застосуванням модифікованого латексного покриття, в процесі зберігання;
- розрахувати економічну ефективність від використання модифікованого латексного покриття в технології ковбасних виробів.

Наукова новизна роботи. Встановлено, що колоїдні розчини наночасток срібла проявляють фунгіцидну активність відносно плісневих грибів, що вражають поверхню ковбасних виробів: *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium commune*, *Penicillium polonicum*, *Penicillium nalgiovense*.

Вивчений вплив модифікуючої добавки на колоїдно-хімічні властивості початкових дисперсій полімерів і встановлена залежність антимікробних властивостей формованого покриття від концентрації добавки, що вводиться в полімерну матрицю.

Показано, що розроблене модифіковане покриття захищає поверхню напівкопчених і варено-копчених ковбас від ураження мікроорганізмами і псування в процесі зберігання.

Встановлено, що модифіковане латексне покриття позкладається під впливом тест-культур гриба *Trichoderma viride* ω -3, що свідчить про екологічну безпеку покриття.

Теоретична і практична значущість роботи. Розроблені склад і спосіб нанесення модифікованого латексного покриття на поверхню напівкопчених і варено-копчених ковбас, що включає стадії приготування складу покриття, нанесення плівкоутворювальної композиції на продукт і формування покриття на поверхні ковбасних виробів для запобігання розвитку мікробіологічного псування і втрати маси ковбас в процесі зберігання.

Обґрунтовано пролонговані терміни придатності ковбасних виробів,

вироблених із застосуванням модифікованого латексного покриття, - 23 доби для напівкопчених ковбас і 41 доба для варено-копчених ковбас.

Як методи дослідження використовувалися стандартні і оригінальні методики за визначенням колоїдно-хімічних властивостей дисперсних систем і санітарно-хімічних показників розроблених покриттів, а також стандартні методи оцінки мікробіологічних, бар'єрних властивостей покриттів і показників якості і безпеки готових ковбасних виробів.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Мікробіологічні контамінанти у виробництві ковбасних виробів

Безпека харчової продукції, як тварини, так і рослинного походження визначається, перш за все, за мікробіологічними показниками, що враховують кількісний і якісний зміст контамінантів хімічної, біологічної або мікробіологічної природи. Із загальної кількості контамінантів до 70 % поступають в організм з їжею з повітря і води [28].

По даним ВООЗ більше 200 захворювань розповсюджуються через харчову продукцію. Процеси, що приводять до псування харчових продуктів, класифікуються на фізичні, хімічні і мікробіологічні, при цьому між ними існує кореляція [34, 44]. За статистикою 80 % харчових отруєнь обумовлено наявністю в продукції санітарнопоказових, патогенних мікроорганізмів, дріжджів, плісневих грибів і їх токсинів [18].

Мікробіологічна контамінація м'ясної продукції може відбуватися на всіх етапах трофологической ланцюга. Ковбасні вироби є відмінним середовищем для розвитку мікроорганізмів, що викликають мікробіологічне псування. Сирокопчені вироби із-за низького змісту вологи (20-30%) схильні до мікробіологічного псування в найменшій мірі. Варено-копчені і варені ковбасні вироби з вологістю більше 50 %, псуються швидше за інших особливо при порушеннях температурно-влагностного режиму зберігання [8, 77].

Розвиток мікробіологічного псування ковбасних виробів може бути, як унаслідок обсемененности використовуваної сировини при виробництві, так і поверхні готової продукції в процесі зберігання і реалізації [2, 3, 20, 23].

Основними контамінантами поверхні ковбасної продукції і виробничих приміщень є плісневі гриби роду *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Mucor* spp., *Cladosporium* spp., *Thamnidium* spp., *Rhizopus* spp. (66 %), дріжджі *Candida* spp., *Saccharomyces* spp., *Rhodotorula* spp., *Torulopsis* spp. (18%) і бактерії родів *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp., *Micrococcus* spp. (16 %).

Дослідження свідчать, що основною мікрофлорою, що вражає поверхню ковбасних виробів, є плісневі гриби і дріжджі. При цьому домінування (більше 80 %) роду *Penicillium*, видовий склад якого представлений переважно видом *P. commune*, так само *P. brevicompactum*, *P. nalgiovense*, *P. verrucosum*, *P. expansum*, *P. rugulosum* [13, 15].

При попаданні на поверхню харчового продукту, за рахунок сприятливого середовища, мікроорганізми розвиваються, погіршуючи зовнішній вигляд, знижуючи смакові якості, хімічно реагуючи з його компонентами, викликають зміну білків і ліпідів, продукують токсичні речовини, що викликають харчові отруєння, дисбактеріози, алергічні реакції,

а також створюють сприятливі умови для життєдіяльності бактерій [17, 24, 30].

В даний час відомо близько 300 видів грибів роду *Penicillium*. Більшість мікромицетов даного роду є продуцентами мікотоксинів, які характеризуються імунодепресивними, мутагенними, канцерогенними.

За деякими оцінками щодо ушкоджувальної дії міцеліальних грибів схильно до 25 % проведеного продовольства в світі [21].

Забезпечення належного рівня захисту ковбасних виробів від дії мікробіологічних, хімічних і фізичних чинників досягається застосуванням правильно підібраних рецептур, технологічних прийомів виробництва, упаковки, умов зберігання і реалізації [12, 13, 15].

1.2 Методи запобігання мікробіологічному псуванню ковбасних виробів

Для контролю процесів, що впливають на термін придатності м'яса і м'ясопродуктів, унаслідок контамінації мікроорганізмами, застосовуються різні методи обробки і захисту поверхні продукції.

Мікробіологічна чистота продукції безпосередньо залежить від санітарного стану початкової сировини, сучасного технологічного і холодильного устаткування, механізації технологічних процесів виробництва, мінімізації використання ручної праці, дотримання принципу товарного сусідства, правил транспортування, професійної підготовки персоналу і дотримання ними правил особистої гігієни і ін. [15]. Порушення вищеперелічених умов приводить до контамінації продукції.

Проте у виробничих умовах м'ясопереробних заводів навіть при ретельному дотриманні санітарно-гігієнічних правил не гарантується повне збереження продукції в зазначені терміни придатності [8].

Існуючі способи запобігання мікробіологічному псуванню м'ясопродуктів підрозділяють на три групи: фізичні, хімічні і біологічні [18, 25].

Хімічні способи запобігання мікробіологічному псуванню ковбасних виробів. Застосування антимікробних речовин. Для запобігання мікробіологічній контамінації ковбасних виробів застосовують різні речовини. Як консерванти для поверхневої обробки ковбасних виробів дозволяється використовувати: бензойну кислоту (E210) і її солі бензоати: бензоат натрію (E211), бензоат калія (E212), бензоат кальцію (E213), вживані проти бактерій кислотного бродіння і гнильного псування; дегідрацетову кислоту (E265), дегідрацетат натрію (E266) що забезпечують ефективний захист від плісневих і дріжджеподібних грибів (E235); ефір пара-оксибензойної кислоти (E214, E218), сорбінову кислоту (E200) і її солі

сорбати: натрію (E201), калія (E202), кальцію (E203) використовувані проти плісневих грибів і бактерій; а також комбінації сорбінової кислоти і її сорбатов (E200, E201, E202, E203) в комбінації з бензойною кислотою і бензоатами (E210, E211, E212, E213) і в комбінації з «парабенами» (E214, E215, E218, E219) [7, 11, 32, 41, 44].

Таким чином, використання консервантів має обмежене застосування в технології виробництва ковбасних виробів, виступаючи як допоміжні засоби для поверхневої обробки ковбас або що входять до складу пакувальних плівок і покриттів [14].

Для обробки ковбасних оболонок, уражених цвілью, застосовують різні розчини речовин, як природного походження, так і синтетичні [6, 8, 13]. Будко м.П. і [ін.] пропонують використовувати склад «Перукацид» що забезпечує 100 % знезараження ковбасної оболонки протягом 1 ч обробки [20].

У рецептурі м'ясної продукції дозволяється використовувати оцетову кислоту (E260) і її солі (E261, E262, E263), що володіють бактеріостатичною і фунгістатичною дією [9], лимонну кислоту (E330) і цитрати (E331, E332, E333, E345) [7, 25].

На сьогоднішній день в м'ясній промисловості застосовують діацетат натрію як консервант. Максимальний рівень використання солі встановлений у розмірі 0,25 % до маси готового продукту [21]. При проведенні дослідження за визначенням впливу діацетату натрію на зростання *L. monocytogenes* і *Clostridium spp.* у м'ясних продуктах було відмічено, що 0,50 % концентрація діацетату натрію або комбінація, що складається з 1,00 % лактату і 0,10 % діацетату, повністю інгібує зростання *L. monocytogenes*, а 0,25 % концентрація діацетату натрію достатня для запобігання псуванню м'ясних продуктів спорами психотропного *Clostridium spp.* [24].

Останнім часом як харчові добавки у виробництві різних видів м'ясних і ковбасних виробів активно використовують солі молочної кислоти. Вони не мають запаху і яскраво вираженого смаку (помірно солоний смак), добре змішуються з водою у всіх співвідношеннях і утримують вологу, викликають набухання білків і є натуральними інгредієнтами. На думку ФАО/ВООЗ, солі молочної кислоти абсолютно нешкідливі для організму людини і у зв'язку з цим не мають обмежень по гранично допустимих концентраціях при їх використанні [9]. Солі молочної кислоти володіють як бактеріостатичною, так і антиокиснювальною дією, а також покращують функціонально-технологічні і органолептичні характеристики м'ясних систем. Лактати здатні пригнічувати розвиток мікроорганізмів, що викликають не тільки псування продуктів харчування (*Lacticacid bacteria*, *Brochothrix*, *Pseudomonas*), але і що представляють загрозу здоров'ю людини (*Yersinia*,

Staphylococcus, *Listeria*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Clostridium*). Зазвичай лактати впливають більшою мірою на грампозитивних, чим на грамнегативні бактерії [8]. У дослідженнях по контролю *L. monocytogenes* в сосисках було встановлено, що 2-3 % концентрація лактату ефективно запобігає зростанню 5 штамів *L. monocytogenes* на поверхні сосисок [24].

У літературі зустрічаються пропозиції використовувати для консервації м'ясних продуктів екстракт зеленого чаю, що містить катехін. Найефективніше розчин з екстрактом проявляє свої консервуючі властивості у вигляді льоду. Також запропоновано використовувати як антиоксиданти і консерванти флавоноїди: кверцетин, камемпферол, таксифолін [17].

В даний час в м'ясній промисловості використовують різні ефірні масла пряноароматических рослин як ароматичні добавки. Проте в літературі є дані не тільки про їх високу антибактеріальну [8, 9, 10, 27], але і фунгіцидну активність [9, 21].

Застосування м'ясопереробними підприємствами «освіжувачів», що включають в свій склад регулятори кислотності, антиокислювачі і їх синергісти можуть також розцінюватися як один з основних елементів «бар'єрних» технологій. Такі препарати забезпечують високі санітарно-мікробіологічні показники м'ясних виробів, гальмують окислювальні процеси і зміни їх органолептичних властивостей, збільшують термін придатності і забезпечують збереження якості продукту [89]. До цієї категорії можна віднести численні препарати, призначені для захисту поверхні м'ясних продуктів: «Дельвоцид», «Пімалак», «Алюцид», «Аллюзин», «Мікосепт», «Деласепт» і т.д. [9, 14].

Фізичні методи обробки і захисту поверхні ковбасних виробів. В даний час приділяється увага перспективним методам мінімальної обробки м'ясних продуктів. До них відносяться: ІЧ-, УФ-обробка, омічний нагрів, високий гідростатичний тиск, лазер високої інтенсивності, ультразвук, електричне і магнітне поля, радіаційна дія, мікрохвильовою нагріваючи, а також їх комбінації. На відміну від традиційних способів обробки (сушка, соління, копчення, дія теплом, холодом) дані процеси здійснюють максимальну дію на мікроорганізми при мінімальному на продукт [15, 24, 27].

Термічна дія на м'ясний продукт позитивно впливає на термін придатності, так, наприклад, теплова обробка при правильно підібраних режимах забезпечує знищення вегетативних форм мікроорганізмів [176, 258].

Метод високого гідростатичного тиску надає дія практично на всі види вегетативних мікроорганізмів, контаминирующих на м'ясній продукції. Гідростатичний тиск обробки може варіюватися від 200 до 600 МПа при

тимчасовому інтервалі від 5 до 10 мін [17, 25].

Застосування електричних імпульсів високої напруги сприяє інактивації вегетативних форм мікроорганізмів [34].

Обробка УФ - випромінюванням сприяє знезараженню поверхні м'ясної продукції. Уф-випромінювання застосовується для обробки пакувальних матеріалів [34] і може забезпечувати знезараження 99,9 % [12]. Проте при тривалій дії на м'ясну продукцію можуть виникати зміни властивостей жиру.

Під дією ультразвукової обробки гинуть грампозитивні, грамнегативні анаеробні і аеробні бактерії. Вельми чутливі до ультразвуку паличкоподібні, кокові, променисті грибки і інші мікроорганізми [22].

У зв'язку з цим на сьогоднішній день використовуються всілякі комбінації різних методів обробки. Так, наприклад, теплова обробка при всій недостатності для інактивації конкретних мікроорганізмів може підвищити їх чутливість до інших антимікробних агентів. А ефективність дії ультразвуком може посилюватися у поєднанні з високою температурою і тиском, що дозволяє впливати як на вегетативні клітки бактерій, так і на їх спори. Такі комбінації, засновані на тепловій обробці, формують основу успішно вживаних методів бар'єрної технології [9].

В даний час знаходить застосування такий спосіб обробки як іонізуюче випромінювання, що надає хорошу антимікробну дію в діапазоні випромінювання від 5 до 10 кГр [14, 18].

Біологічні методи захисту поверхні ковбасних виробів. Біологічні методи консервації мають на увазі дію на м'ясну продукцію захисних культур, безпечних для здоров'я людини мікроорганізмів або їх метаболитов з метою запобігання розвитку патогенної і іншій мікрофлорі, як на поверхні, так і в товщі продукту [3, 12]. До такого роду культур можна віднести молочнокислі бактерії (МКБ), вживані в м'ясній промисловості в ролі стартових культур, що надають м'ясному виробу різному смаку, аромату або кольору, прискореному дозріванню. Серед таких бактерій використовують *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostos*, *Pediococcus*, *Corinobabacterium*, *Enterococcus* і ін. [3, 7, 13]. Наукові дослідження антимікробних властивостей МКБ показали, що їх внесення у вигляді розчину з метою рівномірного розподілу в м'ясній сировині призводить до зниження в кислому середовищі контамінації мікроорганізмів (ентеропатогенних кишкових паличок, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Listeria*, *Shigella* і ін.) [4, 11, 19].

У м'ясній промисловості активно застосовуються бактеріоцини, що продукуються мікроорганізмами молочного бродіння. До них відносяться низин, лактозин, низаплин, промин і ін. [18, 23]. Бактеріоцини є білками і, на

відміну від антибіотиків, мають порівняно вузький спектр дії, оскільки активні проти бактерій того ж або філогенетически споріднених видів [23].

Найбільш вивченим і дозволеним для застосування в м'ясній промисловості є бактериоцин низин (Е 234) [23, 38], визнаний безпечним європейським парламентом, рекомендований ФАО/ВООЗ як харчовий консервант. Продуцентами низина є різні штами одного підвиду *Lactococcus lactis subsp. lactis* [47]. Низин має відносно вузький спектр антимікробної дії, пригнічуючи розвиток стафілококів, стрептококів, сарцин, бацил і клостридій. Грамнегативні бактерії, дріжджі і гриби низином не пригноблюються, а, навпаки, вони його швидко руйнують. Особливо стійкі до низину *Listeria monocytogenes* [33]. Для посилення дії низина в продукті використовують синергісти у вигляді хелатів, харчових солей органічних кислот (цитратів лактанів, ацетатів і ін.), нітриту і ін. [27].

Виявлено, що низин у поєднанні з розчином хітозану утворює поліелектролітний комплекс, що забезпечує не тільки стабільність антимікробних властивостей низина, але володіє ширшою бактерицидною і бактеріостатичною дією [18]. При цьому хітозан сам по собі володіє антибактеріальним, антифаговою і противірусною активністю [14, 19].

Для біозахисту м'ясних продуктів може бути використаний новий гриб «Аськоперон Р», дія якого направлена проти грамнегативних бактерій, особливо при знижених температурах. Концентрація гриба в кількості 2000 міліграма/кг продукту запобігає зростанню і розвитку *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* [17].

Широке використання доброякісної цвілі для поверхневого захисту сиркопчених ковбас застосовується в Румунії, Угорщині, Італії, Іспанії. При дозріванні ковбасних виробів плісєневі гриби на поверхні не тільки надають ковбасам особливому зовнішньому вигляду (бархатистий наліт щільної білої або сірої цвілі на оболонці), але і регулюють виділення вологи при сушці сиркопчених ковбас, знижують вірогідність згіркнення ліпідів. Застосування доброякісної цвілі дозволяє компенсувати коливання вологості повітря в камері дозрівання і сприяє утворенню специфічного аромату ковбаси [17, 20, 22].

У виробництві угорською салямі застосовується цвіль, що містить рід актиноміцетів *Sporichthya* виду *Asimetricae*. Застосування даної цвілі в технології виробництва угорською салямі сприяє швидкому висиханню ковбасних виробів і забезпечує рівномірний хід сушки при великому діаметрі батонів.

У Німеччині у Федеральному науково-дослідному центрі м'ясної промисловості (Кульмбах) виділений штаб *Penicillium nalgiovense*, названий "благородною цвіллю Кульмбах" (EdelschimmellKulbach). *Penicillium*

nalgiovense розвиваючись на поверхні сирокочених ковбас при дозріванні додає поверхні білий колір, характерний запах і аромат ковбас [33, 35].

Пакувальні матеріали в м'ясній промисловості. Упаковка є завершальною стадією технологічного процесу. Вона служить не тільки для транспортування і збільшення терміну зберігання м'ясного продукту, але і відображає аспекти маркетингу [12]. Втрати неупакованої харчової продукції, пов'язані з псуванням, можуть доходити до 50 %, при цьому правильно підібрана упаковка знижує втрати продукції до 3 % [26].

Для м'ясних продуктів застосовують наступні види пакувальних матеріалів: одношарові газопроникні плівки для короткочасного зберігання м'ясних продуктів, багатошарові бар'єрні плівки, газоселективні пакувальні матеріали для довготривалого зберігання, «активні» полімерні плівки [14].

Як основні матеріали для виготовлення одношарових плівок і лотків використовують поліетилен (ПЕ), поліпропілен (ПП) і їх сополімери [2, 6]. Для свіжого м'яса часто використовують комбіновані плівки ПЕ/ПП/ПЕ [2]. Для поліпшення властивостей ПЕ плівок зазвичай застосовують сополімеризацію етилену з вінілацетатом (СЕВА). Також останнім часом в країнах Західної Європи активно проводять плівкові матеріали з лінійного поліетилену низької щільності (ЛПЕНП) із поліетилену ультранизької щільності (ПЕУНП), що володіють вищими експлуатаційними властивостями, ніж звичайний ПЕ. ЛПЕНП служить одним з основних матеріалів для виробництва стрейч-пленки, а також застосовують полівінілхлорид (ПВХ) і сополімери (СЕВА). Разом з СЕВА для упаковки м'яса і готової продукції використовують сополімери етилену з вініловим спиртом, торгової марки «EVON» [46]. Для м'ясної продукції з підвищеним вмістом жиру рекомендується застосування жиростійких плівок - саран, поліамід (ПА) [2].

При виробництві ковбасних виробів застосовують в основному 4 види ковбасних оболонок: натуральні (кишкові), штучні білкові (колагенові), віскозно-армовані (целюлозні), синтетичні (ПА, ПВХ) [2, 11, 13]. Також застосовують і текстильні оболонки з бавовни і штучного шовку (компанія «Каллі Нало») [56].

Поширеним способом упаковки м'яса і м'ясної продукції є упаковка під вакуумом. При вакуумній упаковці м'яса використовуються одно- і багатошарові матеріали: саран, поліамід, опромінений етиленвінілацетат (ОВВА), соекструдат ЕВА/САРАН, ЕВА/ПА, найлон і ін. [2, 14]. Порційні ковбасні вироби упаковують у вакуумі в багатошарові плівки, наприклад, ПЕ/ПА/ПЕ або ПЕ/ПВХ/ПЕ [2]. Для вакуумної упаковки зазвичай застосовують термоусадочні плівки, термоформовані матеріали і skin-упаковки.

Термоформованніє упаковки у вигляді лотка виготовляють з термопласту (поліолефіни, ПВХ, полістирол) або вспененого матеріалу (пінополістиролу). Різновидом такої упаковки є упаковка «skin» фірми Cryovac. Також для м'яса, м'ясних продуктів застосовують вакуумну упаковку «multivac» з високим ступенем усадки полімерних плівок. При використанні термоусадочної плівки продукт упаковують у вакуумі в плівку з високими бар'єрними властивостями - комбінований матеріал, що складається з шарів поліолефіну і ПВХ [2, 26].

Разом з упаковкою під вакуумом в харчовій промисловості застосовується упаковка в газовому середовищі: у середовищі інертного газу; у регульованому газовому середовищі; у модифікованому газовому середовищі і так далі [54, 58]. Газовий склад середовища надає безпосередній вплив на реакції, що протікають в продукті при зберіганні. Основними газами при упаковці є кисень (O_2), вуглекислий газ (CO_2) і азот (N_2). Використання газу O_2 додає м'ясу «свіжий» колір, стимулює зростання аеробних мікроорганізмів і інгібірує анаеробні, сприяє окислювальному процесу в жировому продукті; CO_2 уповільнює зростання мікроорганізмів псування; N є інертним наповнювачем, регулюючим зміст активних газів [8, 124]. Для досягнення мінімальної газо- і ароматопроницаемости до складу пакувальних матеріалів для вакуумної упаковки і упаковки в модифікованому газовому середовищі окрім ПА вводять ПЕТФ і ПВХ, поєднуючи 46 шарів [12]. Як газоселективні плівки використовують матеріали ПА/ПЕ, ПВХ/ПЕ, ПС/ПЕ [26].

В даний час з'явився новий вигляд упаковки - «активна» упаковка. Вона володіє високими захисними властивостями, здатна регулювати хімічний і біологічний склад середовища усередині пакувального простору, а також надавати активну дію на метаболізм харчової продукції. Даний ефект досягається завдяки іммобілізації спеціальних добавок в об'ємі плівки, при цьому їх міграція в харчову продукцію зведена до мінімуму або регулюється [14, 15, 17].

Сучасні полімерні матеріали на основі пластиків, вживані в м'ясній промисловості, відрізняються високою механічною міцністю, легкістю, технологічністю, індиферентністю до складу продукту і дешевизною початкової сировини. В даний час в харчовій промисловості частка полімерних пакувальних матеріалів досягає 60 % [25]. Проте при всіх перерахованих достоїнствах вони мають істотні недоліки, пов'язані з тривалим терміном їх розкладання в природних умовах, складовим декілька десятком і навіть сотень років, а також з можливою міграцією небезпечних низькомолекулярних з'єднань з полімерної матриці пакувального матеріалу в готовий продукт. Сучасна упаковка повинна забезпечити ефективний захист

готового продукту від контамінації мікроорганізмами, дії кисню, запобігти усиханню продукту в період виробництва і зберігання. В зв'язку з цим в м'ясній промисловості зростає актуальність застосування захисних покриттів.

1.3 Захисні покриття в харчовій промисловості

Сучасні захисні покриття є багатокомпонентними системами, що містять в своєму складі високомолекулярні з'єднання (пленкообразователи) і інші компоненти функціонального призначення [5, 16].

Впродовж десятиліть розвивалася галузь по створенню і вивченню властивостей захисних полімерних покриттів, здатних забезпечувати безпеку і збереження якості сировини і готової харчової продукції [2, 5, 25].

Існує декілька класифікацій полімерних покриттів: за призначенням (матеріал, конструкція, технологія формування); по складу і природі основного компоненту (лакофарбні, воскові, латексні покриття, на основі природних полімерів і так далі); по властивості поверхні на якій відбувається формування покриттів (на металевих і неметалічних виробках, папері, картоні, продуктах харчування і так далі); за призначенням і стійкості до різних умов експлуатації (водостійкі, маслостійкі, хімічні стійкі, термостійкі і так далі); і покриття спеціального призначення: антимікробні, термоіндикатори антипригарні, антиадгезійні, покриття на продукти харчування і так далі [5, 20].

У окрему групу виділяють полімерні покриття спеціального призначення, призначені для використання як захисні системи на продуктах харчування.

Перевагами полімерних покриттів є:

- використання біологічно безпечних водних розчинів (на основі поливінілового спирту, синтетичного каучуку, природних полісахаридів і так далі);
- порівняльна простота технічного рішення, пов'язана з нанесенням на поверхню продукту покриттів без застосування високотемпературної обробки;
- формування щільного і повсюдного облягання поверхні продукту, без утворення повітряного прошарку, потенційної області розвитку мікроорганізмів, між продуктом і покриттям;
- можливість варіювання функцій покриттів, за рахунок введення в плівкотвірний склад добавок різної природи;
- характерною особливістю покриттів є можливість нанесення плівкотвірного складу на поверхню будь-якої форми і низькою температурою плівкоутворення [23, 26].

Полімерні покриття, що контактують з харчовими продуктами повинні відповідати наступним вимогам [2, 5]:

- безпека всіх компонентів покриття;
- при експлуатації з покриття в харчову продукцію не повинні виділятися компоненти, що входять в її склад;
- за наявності міграції кількість речовин, що виділилися, не повинна перевищувати допустимі норми;
- мігруючі речовини з покриття повинні бути нетоксичними і не надавати шкідливої дії на організм при тривалому контакті;
- покриття не повинні вступати в хімічні реакції з харчовими продуктами, а також змінюватися під дією харчових середовищ;
- покриття повинні захищати харчову продукцію від втрати маси в процесі зберігання;
- покриття повинні володіти достатньою міцністю і еластичністю для забезпечення захисту від механічної дії на продукт;
- задовольняти вимогам, пов'язаним з особливостями упаковуваної продукції.

При всьому різноманітті і відмінності властивостей формованих з композицій (плівкотвірних складів) покриттів їх зв'язує єдність технічного рішення задачі ізоляції поверхні продукту від зовнішньої дії без істотної зміни властивостей і безпеки поверхні і продукту в цілому.

Склад може бути багатокомпонентним і містити окрім основного компоненту - полімерного пленкообразователя - ряд інших летючих і нелетких речовин загального і спеціального призначення. Як останні використовуються загусники, пігменти, антимікробні і інші біологічно активні добавки, розчинники, наповнювачі і так далі

Для отримання плівкотвірних складів і покриттів з різноманітними властивостями застосовують модифікацію складів на наступних стадіях:

- при отриманні складів шляхом змішення початкових компонентів;
- внесення модифікаторів на стадії синтезу пленкообразователей;
- модифікація режимів формування покриттів на продуктах харчування (різні фізичні і хімічні прийоми дії на процеси масообміну і структуру покриттів, що формуються).

При розробці складів доцільно використовувати системний підхід, що включає наступні етапи:

- вибір і кількісне визначення розрахунковим методом основних критеріїв кількості покриттів на базі вимог до них;
- виявлення чинників, що статистично достовірно впливають на експлуатаційні характеристики системи (складів, покриттів);
- ранжирування впливаючих чинників і критеріїв якості по значущості;

- побудова функції бажаності і фізичної моделі;
- оптимізація складів і умови формування самих покриттів;
- отримання математичної моделі;
- апробація оптимізованого складу і умов його формування в реальних умовах.

Більшість плівкотворних основ є високомолекулярні з'єднання, що не зазнають при плівкоутворенні хімічних змін. В деяких випадках використовують олігомери, перехідні у високомолекулярні продукти в процесі плівкоутворення, наприклад, висихаючий низькомолекулярний віск, масла.

Існують різні види класифікації пленкообразователей – по хімічній природі, молекулярній масі, здатності і хімічним перетворенням при формуванні покриттів, походженню, показникам безпеки і так далі [5].

Плівкоутворювачі діляться на природні полімери (целюлоза, білки (колаген), полісахариди (хітозан, камедь, крохмаль і його похідні альгинати)), синтетичні полімери (поліізобутени, бутилкаучук, сополімери і ін.), композиції з суміші природних і синтетичних полімерів [13, 24, 25, 28].

Накопичені відомості про властивості і функції захисних покриттів з водних дисперсій полімерів, їх використанні як плівкотворні системи на продуктах харчування, папері, ліках, картоні, тканинах свідчать про високу ефективність і широку промислову реалізацію цього напрямку.

Гідністю водних дисперсій є відсутність шкідливих і вогнебезпечних розчинників, отже, в процесі нанесення і формування покриття не відбувається забруднення навколишнього середовища. Висока масова частка сухих речовин в дисперсії (до 70 %) в порівнянні з розчинами полімерів (не більше 20 %) при низькій в'язкості, дозволяє отримувати суцільні покриття, які щільно прилягають до поверхні продукту, перешкоджаючи окислювальною і мікробному псуванню. При такому способі захисту продукт не деформується, а пошкодження покриття легко усувається, не вимагаючи переупаковки продукції. Водні дисперсії полімерів (латекси) харчових марок відрізняються пониженим вмістом в їх складі компонентів, здатних мігрувати в харчовий продукт, виконуючи вимогу санітарно-гігієнічної безпеки.

Водні дисперсії полімерів можуть бути легко модифіковані введенням різних добавок, а водна фаза сприяє їх рівномірному розподілу.

В даний час нашої промисловістю випускається асортимент водних дисперсій полімерів (латексів) харчових марок, спеціально розроблених для створення на їх основі багатокомпонентних латексних систем цільового призначення. Для створення покриттів використовуються водні дисперсії, що отримуються методом емульсійної полімеризації або сополімеризації. Як мономері при цьому використовуються вінілхлорид, вінілденхлорид,

вінілацетат, вінілпропіонат, ефіри акрилової і метакрилової кислот, бутилкаучук, поліізобутилен та інші.

Латекси - водні колоїдні дисперсії полімерів. Латекси прийнято ділити на натуральних, синтетичних і штучних [8]. *Натуральний латекс*. Є молокоподібною рідиною, що складається з надзвичайно малих частинок каучуку розміром від 0,25 до 5 мкм (дисперсної фази), що суспендованих або диспергують у водному середовищі (дисперсійному середовищу). Його можна отримувати з багатьох порід дерев, чагарників або повзучих рослин, але в даний час тільки одне з цих рослин, *Hevea brasiliensis*, є промисловим джерелом отримання латексу. Частинки каучуку несуть негативний електричний заряд і оточені шаром гідрофільного колоїду, що складається з білкових речовин і природних ПАВ, що сприяє утворенню стабільної колоїдної системи, і тому латекс не коагулює до тих пір, поки який-небудь з цих чинників не буде змінений в результаті, наприклад, нейтралізації заряду частинок або руйнування захисної оболонки під впливом бактеріологічної або хімічної дії. Окрім вуглеводня каучуку в латексі міститься ще значне число різноманітних хімічних речовин. Ці речовини зазвичай відносять до «некаучукових» і розділені на групи. Найбільш важливими групами є протеїни, «смоли» і водорозчинні компоненти, які всі разом можуть складати 7-8 % від загального вмісту твердих речовин в латексі [2, 8, 38].

Для оберігання латексу від коагуляції протягом тривалого часу після підсочки до нього додають стабілізатор. Для цієї мети можна застосовувати різні речовини, але сучасна практика обмежується використанням лугів, причому промислове застосування має тільки аміак [8, 38].

Стійкість латексу по здатності протистояти жорстким механічним діям можна розглядати, як фізична його властивість, проте воно в першу чергу визначається хімічним складом латексу, головним чином, розчинними у воді кислими речовинами і змістом фосфору [18].

Головними чинниками, що визначають стійкість латексу, і взагалі гідрофільних колоїдів, є ступінь гідратування частинок і електричний заряд, який вони несуть. У разі натурального латексу ступінь гідратування визначається протеїнами і милом адсорбованого шару. Заряд же частинки залежить як від величини рН (кисле або лужне середовище), так і від присутності металевих іонів [4]. Свіжий латекс показує реакцію, яка коливається від нейтральної (рН 7) до слабокислої (рН до 5,8). Кислотність трохи зростає протягом перших декількох годинників і, врешті-решт, латекс коагулює, якщо до нього не буде доданий аміак. При нормальній кількості аміаку величина рН латексу 10-10,5 [2, 8].

Для ліофобних дисперсій є характерним те, що частинки їх несуть електричний заряд, який може бути позитивним або негативним. Цей заряд

обумовлений, принаймні, частково, адсорбцією іонів з дисперсійного середовища. У разі натурального латексу, в рідині, навколишньої частинки каучуку, є багато водорозчинних речовин. Вони здатні диссоціювати з утворенням як позитивних, так і негативних іонів, а частинки каучуку, подібно до частинок інших ліофобних колоїдів, володіють властивостями виборчої адсорбції іонів; адсорбуючи (у разі частинок каучуку) більшою мірою негативні іони, частинки тим самим набувають негативного електричного заряду [6, 8].

Штучні латекси (штучні дисперсії) - продукти, які утворюються при диспергуванні «готових» полімерів у воді. Як правило, такі латекси отримують з каучуків, що синтезуються полімеризацією в розчині, наприклад бутилкаучуку, каучуків ізопренів. Розчин каучуку, що утворюється в процесі синтезу, у вуглеводні емульгують у воді, а потім вуглеводень відгонять.

Синтетичні латекси. При розгляді синтетичних латексів можна відзначити, що кожен з них по властивостях має багато загального з натуральним латексом. Синтетичними латексами є системи, стабілізовані поверхнево-активними речовинами, заряджені частинки полімеру настільки малих розмірів, що містять негативно, що ним властиво броунівський рух. На відміну від натурального латексу, стабілізованого протеїнами, синтетичні латекси зазвичай стабілізуються лужним милом або іншими поверхнево-активними речовинами [22].

Також як і натуральні, синтетичні латекси виявляють структурну в'язкість і піддаються коагуляції під дією кислот, мінеральних солей і деяких органічних розчинників.

Синтетичні латекси стійкіші до механічних дій, чим натуральний латекс. Хімічна стабільність синтетичних латексів достатньо висока, завдяки чому забезпечується можливість застосування їх для складання сумішей [21, 28].

Оскільки частинки полімеру в синтетичних латексах дуже малі, а сумарна їх поверхня велика, для стабілізації цих латексів потрібна значно більша кількість поверхнево-активних речовин (зазвичай мила). З цієї причини багатьом синтетичним латексам властива низька швидкість висихання.

Для отримання синтетичного латексу спочатку емульгують одне або декілька мономірних сполук з хімічно ненасиченими молекулами. Дві або декілька таких молекул можуть з'єднуватися в ланцюг, а потім, регулюючи температуру і інші умови, можна змусити їх полімеризуватися в емульсії з утворенням макромолекул. Зазвичай при виробництві товарних синтетичних латексів користуються не одним мономером, а сумішшю двох мономерів в певному співвідношенні. Такий процес називається сополімеризацією [28].

Специфічні особливості дисперсної фази синтетичних латексів порівняно мало впливають на властивості латексів як колоїдної системи. Це пояснюється, перш за все, наявністю у кожної латексної частинки достатньо щільного адсорбційного шару. Особливості дисперсної фази починають впливати лише при дуже глибоких змінах, ведучих до руйнування латексу як колоїдної системи, наприклад при коагуляції, при плівкоутворенні в результаті висихання і так далі. В цьому випадку властивості коагуляту і міцність отриманих плівок визначаються природою полімеру [16].

Вплив на властивості синтетичних латексів як колоїдних систем надають склад і властивості дисперсійного середовища, і в першу чергу природа неодмінного компоненту латексу - емульгатора або стабілізатора.

Концентрація і природа емульгаторів, спосіб їх введення в латекс, зміну рН латексу визначають такі найважливіші колоїдно-хімічні властивості латексу, як величина частинок, стійкість до розведення, до теплових і механічних дій, в'язкість, здатність згущуватися, що змочує здатність, водостійкість і властивості отримуваних з нього плівок [16].

Основною характеристикою всякої колоїдної або мікрогетерогенної системи є ступінь дисперсності. З цієї точки зору всі синтетичні латекси належать до полідисперсних систем, величина частинок яких коливається від сотих долей мікрона до декількох мікрон. Ступінь полідисперсності залежить від методу і умов приготування латексу. Так, латекси, що отримуються емульсивною полімеризацією по періодичній схемі, відрізняються вужчим розподілом частинок по розмірах, чим при безперервній. Синтетичні і натуральні латекси є одночасно субмікроскопічними і мікроскопічними системами. Проте якщо в натуральному латексі основна маса каучуку знаходиться у вигляді мікроскопічних частинок, то в синтетичних латексах переважають частинки субмікроскопічних розмірів [22].

Синтетичні латекси характеризуються наявністю в них дуже великої кількості ультрамікроскопічних частинок і є більш високодисперсними системами, ніж натуральний латекс [22, 28].

Висока дисперсність синтетичних латексів додає їм ряд переваг порівняно з натуральним латексом: за інших рівних умов синтетичні латекси володіють більшою стійкістю, кращою дифузійною здатністю тощо.

Частинки синтетичних латексів, також як і натурального, несуть негативний заряд. Своїм зарядом частинки латексів зобов'язані адсорбованому на їх поверхні стабілізатору (емульгатору).

В'язкість, або коефіцієнт внутрішнього тертя, є одним з найбільш важливих властивостей колоїдної системи, що характеризують її стан [4, 6, 16].

В'язкість латексів має велике практичне значення, оскільки вона

зумовлює поведінку латексів при отриманні з них плівок. На в'язкість синтетичних латексів роблять вплив такі чинники, як концентрація, температура і так далі

Стійкість синтетичних латексів має важливе практичне значення. Латекс може втрачати стійкість від механічних дій, тепла і холоду, при розбавленні, при введенні в нього інертних наповнювачів і так далі [14].

Враховуючи особливості властивостей різних видів латексів необхідно розглянути умови складання на їх основі композицій [42].

Майже у всіх випадках застосування латексу необхідне його змішення з різними речовинами - стабілізаторами, фарбниками, фунгістатичними агентами, як з міркувань економічного характеру, так і в цілях поліпшення експлуатаційних характеристик отримуваних плівок. Великий інтерес представляють суміші різних видів латексів [1].

Порядок введення різних інгредієнтів в латекс визначається характером поставленого завдання. У всіх випадках необхідно, щоб латекс до введення всіх інгредієнтів або сам був стійкий, або містив невелику кількість захисного засобу. Якщо всі інгредієнти заздалегідь змочені водою, то послідовність їх введення в більшості випадків не має значення; але бувають і виключення. Якщо виникають утруднення при введенні деяких речовин, то необхідно, по-перше, з'ясувати, чи добре латекс стабілізований і, по-друге, встановити, чи не відбувається реакції між речовинами, що вводяться, або загущення.

Після вибору типу латексу і у разі потреби, його стабілізації вводяться різні інгредієнти суміші, які додаються у вигляді дисперсій або шляхом змішення з водою. Для деяких сумішей може виявитися доцільним додати частину латексу до дисперсії інгредієнтів, ретельно перемішати цю суміш і потім ввести її в основну масу латексу. На практиці зазвичай не бажано додавати основну масу латексу до наповнювачів, оскільки при цьому може відбутися коагуляція. Найбільш надійний спосіб полягає в додаванні до латексу спочатку захисного засобу (стабілізатора) і подальшому введенні при перемішуванні решти компонентів суміші [1].

Вода, вживана при складанні сумішей, повинна бути м'якою. Якщо є тільки жорстка вода, то її слід пом'якшити кип'ятінням. Розчинені в жорсткій воді речовини можуть викликати коагуляцію латексних сумішей, зокрема сумішей на основі синтетичних латексів.

Найбільше значення при змішенні мають речовини, що знаходяться у формі тонкого порошку, як фунгістатик, пігменти і інші речовини. Всі ці інгредієнти, завдяки тому, що вони знаходяться в тонко подрібненому стані, виявляють відому схильність поглинати воду і викликають коагуляцію латексних систем. Коагуляція під впливом тонких порошоків може бути

попереджена введенням в латекс стабілізаторів, як які можна використовувати протейни, їдкі луги, карбонат натрію і аміак.

Замість застосування захисного засобу можна ретельно зволожувати дрібну порошу водою, що містить луг, аміак або який-небудь інший стабілізатор. Волога паста потім при перемішуванні вводиться в латекс. При використанні цього методу майже всі перераховані вище речовини, віднесені до засобів, що коагулюють, для латексу, можуть бути безпосередньо введені в латекс з утворенням однорідної суміші [1].

Залежно від того, який продукт необхідно захищати, при виборі захисного покриття слід враховувати комплекс вимог до нього, що висувається даним конкретним продуктом.

Полівінілацетатні дисперсії утворюють термопластичні покриття, що володіють хорошою адгезією, блиском, довговічністю і стійкістю до дії миючих засобів. Оскільки вінілацетат недостатньо еластичний, то в його дисперсії зазвичай додають пластифікатор (дибутилфталат, трикрезилфосфат). Недоліком покриттів на основі поливінілацетата є їх висока гідрофобність, а також легкість випотівання пластифікатора, що приводить до збільшення крихкості покриттів. Вказаних недоліків позбавлені покриття на основі сополімерів вінілацетата з дибутилмалеінатом, етиленом і акриловими ефірами вищих жирних спиртів. Покриття на основі таких сополімерів достатньо еластичні без добавок пластифікатора. Одні відрізняються високою адгезією, водо- і щелочестойкістю і стійкістю до Уф-ізлученню. Основна перевага латексів на основі вінілацетата - відсутність токсичних компонентів і з'єднань з різким запахом.

1.4 Перспективні напрями використання нанотехнологій в харчовій промисловості

Впровадження нанотехнологій у виробничі процеси є необхідним кроком на шляху до підвищення ефективності виробництва [22]. В даний час нанотехнології широко застосовуються в різних галузях промисловості [10], у тому числі і у сфері виробництва харчової продукції [3, 12]. Застосування наноматеріалів в упаковці харчової продукції дозволяє створювати матеріали, що забезпечують захист продукції від окислення (бар'єрні матеріали), захист від ультрафіолетової дії, захист від мікробіологічного псування і що інформують про стан продукції (біочіпи, наночіпи, наносенсори) [14].

Отримання пакувальних матеріалів з покращуваними властивостями для збільшення термінів придатності харчової продукції може досягатися за рахунок вмісту в упаковці нанодобавок [14, 17]. Матеріали, що містять в своєму складі нанодобавки, називають наноконпозиційними.

Методи отримання наноконпозиційних пакувальних матеріалів.

При розробці способів отримання наноконпозиційних матеріалів необхідно враховувати високу поверхневу енергію і малий розмір наноконпонентів, що вносяться [16].

Конпозиційні матеріали діляться (Рис. 1) на: матеріали, що містять наноконпонент в основній масі; шаруваті (що ламінують) матеріали; матеріали, що містять наноконпонент на проміжних структурах; матеріали, що містять наноконпонент на поверхні [18, 23].

Матеріали, що містять наноконпонент в основній масі, можна отримати змішенням початкових компонентів в розчині (або розплаві) [16] або методом крейзинга [23] і просоченням пористих матеріалів розчинами наночасток. Наноконпонент при цьому знаходиться в іммобілізованому вигляді в об'ємі полімерної матриці або порах, пронизливих весь матеріал.

Введення наноконпонентів в полімерну структуру таким методом дозволяє отримати матеріали з пониженими газо- і паропроникністю, а також покращуваними механічними характеристиками.

Матеріали, що містять наноконпонент на проміжних структурах, є гібридними наноструктурами, у формі «щітки», на волосках якої закріплені цільові наноконпоненти [25]. Істотним недоліком отримання таких матеріалів є висока складність виготовлення.

Шаруватими (багатошарові) матеріалами є матеріали, верхній шар яких містить наноконпонент. Гідністю таких матеріалів, є можливість контролювати міграцію наноконпоненту з полімерного матеріалу при контакті з харчовою продукцією.

Матеріали, що містять наноконпонент на поверхні, отримують методом нанесення наноконпоненту на поверхню полімерного матеріалу (розпилюванням, плазмовим напиленням) з подальшим їх закріпленням.

Застосування наночасток у пакуванні харчової продукції

Одним з основних напрямів розвитку харчової наноіндустрії є вдосконалення упаковки харчової продукції [14].

Перетворення традиційних пакувальних матеріалів за рахунок наноконпонентів дозволяє створювати інноваційні матеріали з принципово новими властивостями.

Введення наноконпонентів в полімерну матрицю дозволяє отримувати матеріали з підвищеною теплостійкістю, покращуваними бар'єрними і механічними властивостями [24, 28].

Застосування як нанонаповнювачі наноглини, вуглецевих нанотірок призводить до зниження паро- і ароматопроникності упаковки [14].

Упаковка на основі сополімера етилену і вінілового спирту, що містить наноглину, володіє покращуваними газобар'єрними властивостями і збільшує термін придатності упакованої харчової продукції [21]. Використання наносилікатів додають не тільки високі газобар'єрні властивості матеріалу, але і збільшують його міцність на розрив і термічну стабільність [18].

Однією з головних проблем галузей харчової промисловості є контамінація поверхні, як виробничого устаткування, інструментів, так і готової продукції [39]. У зв'язку з цим актуальним напрямом є модифікація поверхні, в результаті якої обмежується здатність мікроорганізмів прикріплюватися до поверхні, колонізуватися і формувати біоплівки [26].

Модифікація поверхні упаковки бактерицидними і фунгіцидними нанодобавками дозволяє отримувати матеріали з антимікробними властивостями [13, 21, 24]. Такі пакувальні матеріали по властивостях розділяються на матеріали, що мають на поверхні нанокomпонент, здатний мігрувати в середовище, що контактує з упаковкою, і матеріали з імобілізованим нанокomпонентом на поверхні упаковки.

Останнім часом значно розширилася область застосування наночасток срібла (НЧС) в різних галузях промисловості, як антимікробний агент. Завдяки унікальним Фізико-хімічним і біологічним властивостям вони широко застосовуються в медицині, парфюмерії, текстильній, хімічній і харчовій промисловості [28, 29].

Здатність срібла і його з'єднань проявляти бактерицидні і фунгіцидні властивості відома з давніх пір. На практиці застосовують як металеве срібло, так і в іонному вигляді. Найбільш відома форма застосування іонного срібла - нітрат срібла [17]. В даний час ведуться дослідження властивостей нанорозмірних (або ультрадисперсних) частинок срібла, розмір якого варіюється від 1 до 50 нм. Виділяють два види нанорозмірних частинок: кластери, тобто частинки впорядкованої будови з розміром частинок від 1 до 10 нм, і наночастки (ультрадисперсні) частинки, що мають неврегульовану будову з розміром частинок від 10 до 50 нм.

Можливість регулювання життєдіяльності мікроорганізмів із застосуванням наночасток представляє перспективний науковий напрям. У зв'язку з цим виникає необхідність докладного вивчення дії наночасток на мікроорганізми харчових продуктів і оцінки зовнішніх чинників на характеристики наночасток.

Численні дослідження бактерицидних властивостей НЧС показують різко виражений їх антибактеріальний ефект [21, 29]. При цьому наголошується, що активність НЧС відносно грамнегативних бактерій вища, ніж до грампозитивних бактерій [30].

На думку багатьох дослідників, активність НЧС залежить від форми і їх дисперсності [17, 35]. Закономірність, ніж менше частинки, тим більше виражена антибактеріальна активність НЧС, простежується в роботах як вітчизняних, так і закордонних дослідників. При цьому більшість робіт присвячена дослідженням бактерицидних властивостей НЧС, в меншій мірі розглядаються фунгіцидні властивості. Отримані результати фунгіцидної активності НЧС у ряді статей, показують відсутність достовірної закономірності [17].

Для оцінки властивостей НЧС, зокрема антимікробної активності, необхідно знати механізм їх антимікробної дії на живий організм. Тривалий час велися дискусії з питання механізму дії НЧС на мікроорганізми. Дослідники з університету Райса провели дослідження впливу НЧС на мікроорганізми в аеробних і анаеробних умовах і встановили, що НЧС, позбавлені можливості утворювати іони, окислення НЧС, що утворюються в результаті, є нешкідливими для бактерій. На підставі отриманих даних було показано, що самі НЧС в 7,5 тисяч разів менш токсичні для бактерій, чим іони срібла, при цьому в невеликих концентраціях іони срібла можуть надавати зворотний ефект на бактерії, стимулювати їх розвиток. Таким чином, іони срібла, що утворюється при окисленні НЧС, проникає в клітки бактерій і приводить до їх загибелі [26].

Наночастки срібла, як і будь-які добавки, що містяться в упаковці, модифікатори, фарбники, наповнювачі і так далі повинні бути оцінені з погляду безпеки [20, 21, 26]. В результаті досліджень проведених багатьма ученими міграція НЧС, наприклад, з поверхні поліетиленових контейнерів і плівок в середовища, що імітують харчову продукцію, залежить від модельного середовища (вода, спирт, кислота, жир), тривалості контакту і температури [25, 26].

Також на антимікробні властивості пакувальних матеріалів і міграційну здатність складених компонентів впливає спосіб отримання нанокompозитного матеріалу. S. Sanches-Valdes і ін. (2008) досліджували нанокompозитні багатошарові матеріали на основі поліетилену, що містять шар НЧС. Для отримання нанокompозитних матеріалів використовували ламінування, литво і розпилювання НЧС на поверхню поліетилену, з подальшою оцінкою антимікробних властивостей отриманих плівок. Якнайкращими антимікробними властивостями володіли матеріали, з нанесеними НЧС на поверхню поліетилену розпилюванням, гіршими - матеріали, отримані методом ламінування [24].

Крім НЧС як антимікробні агенти в упаковці застосовують: діоксид титану, оксид цинку [19], оксид магнію [25], оксид міді [19, 26], двоокис кремнію і їх поєднання. Наприклад, антимікробні властивості НЧС відносно

E. coli і *Bacillus cereus* значно зростають у поєднанні з діоксидом титану [21].

Нанокмпозитні полімерні плівки на основі поліетилену низької щільності, що містять шар нанооксиду цинку, характеризуються зниженням деформаційно-міцнісних характеристик із збільшенням змісту нанокмпоненту, при цьому антимікробна активність матеріалу зростає [19].

Аналіз літературних даних показує, що однією з основних проблем псування ковбасних виробів є контамінація мікроорганізмами. Основними ініціаторами псування ковбасних виробів на всіх стадіях процесу виробництва, зберігання і реалізації є міцеліальні гриби, здатні не тільки знижувати якість готового продукту, але і продукувати високотоксичні речовини, небезпечні для здоров'я людини.

Для забезпечення якості і безпеки ковбасних виробів застосовуються різні технологічні прийоми і методи по обробці робочих поверхонь виробничого устаткування і приміщень, допоміжного інвентаря, сировини і так далі. Вживані прийоми і методи підрозділяються на: фізичні, хімічні і біологічні. Проте є ряд недоліків, зв'язаних з використанням дорогого устаткування, застосуванням спеціальних методів контролю змісту хімічних добавок у складі продукту, адаптація мікроорганізмів до впливаючого чинника і так далі.

Одним з ефективних засобів захисту, застережливих контамінацію мікроорганізмами поверхні ковбасних виробів, є упаковка. В даний час в харчовій промисловості особлива увага приділяється розробці плівок і покриттів, що формуються безпосередньо на харчових продуктах. Для додання покриттям необхідних властивостей, зокрема антимікробних, до складу плівкотвірних композицій вводять спеціальні добавки різної природи. Як антимікробна добавка актуальним є використання різних форм срібла (іонна, металева). Широке застосування наносрібла пов'язане з великим спектром антимікробної дії по відношенню до різних мікроорганізмів, зокрема що вражає харчову продукцію.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Організація експерименту.

Робота виконана на кафедрі технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Жицького.

Визначувані показники:

- 1 - умовна в'язкість;
- 2 - поверхнєве натягнення;
- 3 - краєвий кут змочування;
- 4 - вміст сухої речовини;
- 5 - дисперсність, стабільність і розподіл за розміром колоїдних частинок;
- 6 - антимікробні властивості;
- 7 – паро проникність;
- 8 - зміна маси зразків при контакті з водою;
- 9 - руйнуюча напруга і відносне подовження при розриві;
- 10 - жиростійкість;
- 11 - мікроструктура плівок;
- 12 - стійкість матеріалу до дії плісневих грибів;
- 13 - санітарно-хімічні показники плівок;
- 14 - органолептична оцінка; 15 - мікробна обсемененність продукту;
- 16 - кислотне число жиру;
- 17 - перекисне число жиру;
- 18 - величина рН;
- 19 - мікробіологічні показники (КМАФАнМ, БГКП, дріжджі, плісені, сульфитредукуючі клостридії, сальмонели, *St. aureus*, *E. coli*, *L. monocytogenes*);
- 20 - обґрунтування термінів придатності;
- 21 - масова частка вологи;
- 22 - масова частка білка;
- 23 - масова частка жиру;
- 24 - масова частка хлористого натрію.

2.2 Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження служили:

- *Плівкотвірні дисперсні системи* (характеристики приведені в таблиці 1): латекси на основі сополімера вінілацетата і вінілверсатата Теггасол SB-320В, Теггасол 8-320В (далі по тексту SL-320В і S-320В відповідно) по ТУ 2294-013-51275167-2003 (виробництво «Кубань Полімер»);

- дисперсія сополімера вінілацетата з дибутилмалеінатом ПВАМД ДПМС 5035В (далі по тексту ДПМС 5035В) по ТУ 2241-011-479231372009 (виробництво «Norgd-sintez», Санкт-Петербург);
- латекси на основі сополімера вінілацетата і вінілверсатата П 74 і П 92, вироблені за спеціальною технологією (виробництво «Norgd-sintez».
- розроблене модифіковане покриття Модифікуючі антимікробні добавки:
- концентрат колоїдного розчину нанорозмірних частинок срібла у воді Агбїон-2 по ТУ 9392-003-44471019-2006;
- дисперсії наночасток срібло, стабілізоване гуміарабіком AgG-1 і AgG-2, вироблені по спеціальній методиці.

Продукти:

- ковбаси напівкопчені «Краківська»
- ковбаси варено-копчені «Бандерівська»
- ковбаси напівкопчені «Краківська» і варено-копчені «Бандерівська», вироблені з модифікованим латексним покриттям.

Культури мікроорганізмів:

- *штами плісневих грибів* Penicillium brevicompactum (ВКМ F - 4481), Penicillium commune (ВКМ F - 4486), Penicillium polonicum (ВКМ F - 4497), Penicillium nalgiovense (Вкмf - 4492);
- *дріжджеподібний гриб* Candida albicans, *і бактерії* Staphylococcus aureus 6538-P, Bacillus coagulans 429, Bacillus subtilis ATCC 6633, Escherichia coli M17 з колекції культур ФГБОУ В МГУПП.

Таблиця 1

Технічні характеристики досліджуваних дисперсних систем

п/п	Властивості	Значення				
		ДПМС 5035В	S- 320В	SL- 320В	П 74	П 92
1	Середній розмір частинок, мкм	1,20 - 2,00	0,18	0,16	0,11	0,13
2	В'язкість по Брукфілду, мПа/с	6000 25000	4200 5500	4000 5200	800 4000	800 4000
3	Вміст сухої речовини, не менше %	52±1	50±1	50±1	49±1	49±1
4	Масова частка залишкового мономеру %	0,20	0,10	0,10	0,19	0,20
5	Значення рН*	4,0-6,0	4,5-6,0	4,5-6,0	4,5-6,0	4,5-6,0
6	Мінімальна температура плівкоутворення °С	7	7-8	7-8	7	7
7	Стійкість до УФ випромінюванню	формовані покриття стійкі до УФ випромінюванню				

Примітка - * При зберіганні значення рН може змінюватися у бік зменшення

2.3. Методи дослідження

Методи дослідження ковбасних виробів

Відбір проб для визначення органолептичних і хімічних показників проводили за ДСТУ ISO 11290-1:2003;

Визначення перекисного числа жиру проводили відповідно до ДСТУ 4436:2005;

Кислотне число жиру визначали титриметричним методом ДСТУ 4436:2005,

Визначення концентрації водневих іонів (рН) – потенціометричним методом;

Визначення масової частки вологи проводили відповідно – методом висушування до постійної маси;

Органолептичну оцінку ковбас проводили відповідно до ДСТУ 4436:2005;

Визначення масової частки білка проводили фотометричним методом,

Визначення масової частки жиру визначали а апараті Сокслета;

Визначення змісту хлористого натрію проводили аргентометричним титруванням за методом Мора;

Визначення втрат маси готового продукту в процесі зберігання проводили ваговим методом, з точністю зважування до 0,01 г.

Розрахунок спаду маси проводили за формулою(5):

$$P = \frac{(m - m_i)}{m} \times 100 \%, \quad \text{де} \quad (5)$$

m - маса продукту до початку зберігання, г;

m_i - маса продукту протягом i -ої доби, г.

Визначення мікробного обсіменіння поверхні ковбас проводили методом «змивів». З поверхні контрольних і дослідних зразків ковбас, за допомогою попередніх змочених, стерильних тампонів, проводили змиви. Отримані проби висівали на селективне живильне середовище МПА, культивування проводили в термостаті ТС-80М-2 при температурі $37 \pm 1^\circ\text{C}$ з подальшою реєстрацією колоній мікроорганізмів, що вирости, через 24 год.

Дослідження мікробіологічних показників безпеки проводили з використанням відповідних методів аналізу за ДСТУ ISO 11290-1:2003.:

Відбір і підготовку проб для мікробіологічних досліджень проводили за ДСТУ ISO 11290-1:2003;

Виявлення бактерій роду *Salmonella* в продукті проводили за ДСТУ ISO 6579:2006;

Виявлення бактерій і визначення кількості бактерій групи кишкових паличок проводили відповідно за ДСТУ ISO 6579:2006;

Визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно -

анаеробних мікроорганізмів проводили відповідно до ДСТУ ISO 6579:2006;

Визначення дріжджів і плісневих грибів проводили відповідно до ДСТУ 8447:2015;

Визначення і виявлення кількості сульфітрeredуючих клостридій проводили за ДСТУ ISO 7937:2006;

Виявлення і визначення кількості бактерій *Escherichia coli* проводили по ДСТУ ISO 7937:2006;

Виявлення і визначення кількості коагулазопозитивних стафілококів і *Staphylococcus aureus* проводили відповідно до ДСТУ ISO 6888-1:2003;

Виявлення і визначення бактерій *Listeria monocytogenes* проводили по ДСТУ ISO 11290-1:2003.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Відповідно до поставлених завдань і мети, першим етапом представленої роботи був вибір плівкоутворюючої основи з водних дисперсій полімерів. Водні дисперсії полімерів мають широке застосування в різних галузях промисловості як покриття, плівкоутворювачів [5, 8, 26]. Широке застосування пов'язане з різноманітним складом вироблюваних дисперсій полімерів. Застосування їх в тій або іншій області обумовлено складом дисперсій.

В даний час водних дисперсій, допущених до контакту з харчовими продуктами, існує невелика кількість, зокрема, дисперсії на основі сополімерів вінілацетата [5]. Існуюча технологія виробництва сополімера вінілацетата з іншими мономерами (дибутилмалеїнатом, вінілверсататом) дозволяє отримувати водні дисперсії полімерів, створюючих плівки із зниженою міграцією залишкового мономера [17], що розширює область їх застосування, у тому числі і в харчовій промисловості як покриття.

У зв'язку з цим як об'єкти дослідження були вибрані: латекси на основі сополімера вінілацетата і вінілверсатата марок П 74, П 92 SL-320B, SL-320B і дисперсія сополімера вінілацетату з дибутилмалеїнатом.

Для отримання покриттів із стабільними показниками необхідно, щоб полімерна дисперсія володіла певними колоїднохімічними властивостями.

3.1 Дослідження колоїдно-хімічних показників водних дисперсій полімерів

При дослідженні колоїдно-хімічних властивостей полімерних дисперсій велика увага приділяється вивченню концентрації сухої речовини, в'язкості, показнику рН, поверхневого натягнення, розміру частинок дисперсної фази тощо.

Здатність водних дисперсій формувати рівномірні покриття на різних поверхнях залежить від значень концентрації сухої речовини, в'язкості і показника поверхневого натягнення, що характеризують змочуваність поверхні, що покривається. Особливістю полімерних дисперсій є порівняно низька в'язкість при високому вмісті сухих речовин в системі. Початковий вміст сухого залишку в досліджуваних зразках полімерних дисперсій представлений в таблиці 2.

Таблиця 2

Вміст сухої речовини в початкових зразках дисперсій

сухий залишок %	марки полімерних дисперсій				
	ДПМС 5035B	S-320B	SL-32B	П 74	П 92
	53,0±0,5	50,0±0,5	50,0±0,5	49,0±0,5	49,0±0,5

Дослідження залежності в'язкості від вмісту сухих речовин в полімерних дисперсіях (Рис. 4) показали, що дисперсії сополімера вінілацетата з вінілверсататом (SL-320B, S-320B, П 74, П 92) менш в'язкі, в порівнянні з дисперсією сополімера вінілацетата з дибутилмалеїнатом (ДПМС 5035В), при однаковому змісті сухих речовин.

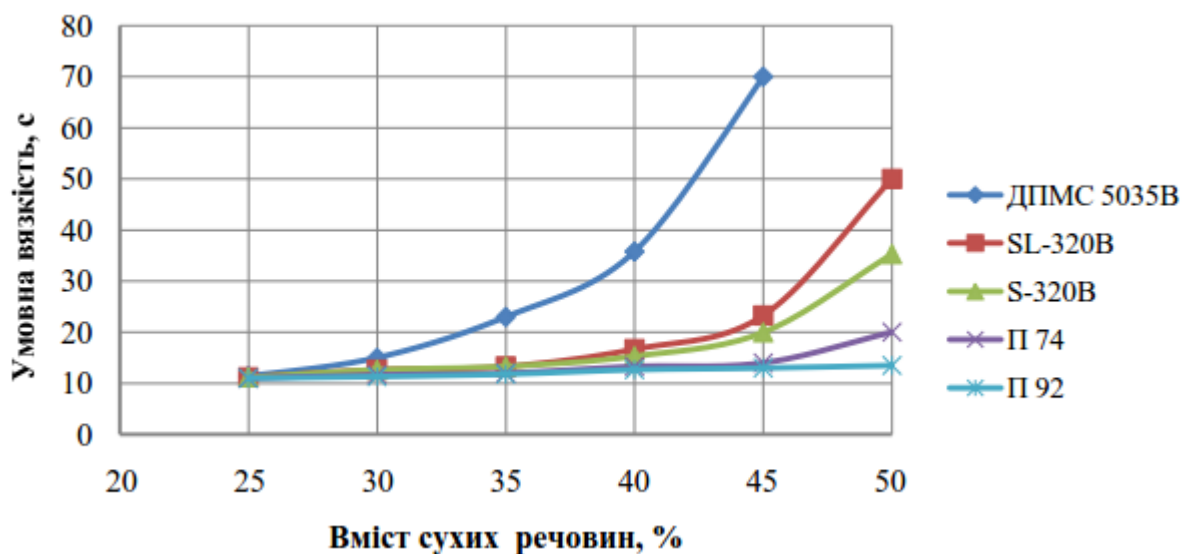


Рис. 1. Зміна в'язкості залежно від змісту сухих речовин у полімерних дисперсіях.

Для дисперсій ДПМС 5035В характерна різка зміна в'язкості при розведенні, від 50 % до 25 %, для дисперсій марок SL-320Б і S-320Б характерна зміна в'язкості в області від 50 % до 35 % вміст сухих речовин в системі, від 35 % до 25 % зміна в'язкості відбувається трохи, для дисперсій марок П 74 і П 92 спостерігалася незначна зміна в'язкості при розбавленні від 50 % до 25 %.

Однією з характерних ознак, що визначають реології, оптичні і інші властивості дисперсій полімерів, є розмір частинок дисперсної фази. Синтетичні латекси (дисперсії полімерів) відносяться до полідисперсних систем з розміром частинок дисперсної фази від сотих доль до декількох мікрометрів. Для частинок синтетичних латексів властива однорідність по розмірах і порівняно невеликий розмір частинок, в порівнянні з натуральним [7].

Методом динамічного лазерного розсіювання світла (ДЛРС) визначали ступінь дисперсності частинок і розподіл їх по розмірах. Метод полягає у вимірюванні фотоелектричним методом інтенсивностей прямого і розсіяних пучків світла, що проходить через кювету з дисперсією полімерів.

В результаті досліджень отримали, що дисперсія марки ДПМС 5035В має середнє значення розміру частинок від 0,80 до 1,80 мікрон (800-1800 нм), а дисперсії марок SB-320Б і S-320Б - від 0,10 до 0,30 мікрон (100-300 нм), марок П 74 і П 92 - від 0,07 до 0,20 мікрон (70-200 нм).

Згідно з літературними даними при рівних об'ємних долях полімеру

в'язкість полімерних дисперсій тим нижче, чим більше і ширше їх розподіл по розмірах [88], що підтверджується отриманими даними. Дисперсії марок П 74 і П 92 при рівних концентраціях з марками SB-320Б і S-320Б мають нижчі показники в'язкості (Рис. 4) при ширшому розподілі частинок по розмірах. Відмітна особливість поведінки дисперсії марки ДПМС 5035В може бути пов'язана з технологією отримання дисперсії і морфологією (структурою) полімерних глобул.

Показник поверхневого натягнення характеризує змочуваність полімерною дисперсією поверхні. Згідно рівнянню Юнга слідує, що чим менше поверхнєве натягнення на межі жидкість-газова середовище (за умови, що при контакті пленкообразователя з твердим тілом (продукт) система «газова среда-жидкость-твердое тіло» знаходиться в рівновазі), тим змочуваність краща. Згідно з отриманими даними дисперсії на основі сополімера вінілацетата з вінілверсататом (SL-320В, S-320В, П 74, П 92) мають поверхнєве натягнення нижче, ніж дисперсія на основі сополімера вінілацетата з дибутилмалеінатом (ДПМС 5035В), а, отже, і краще змочуватимуть і розподілятимуться на поверхні, сприяючи отриманню більш рівномірних покриттів.

З досліджуваних марок дисперсій полімерів з різним змістом сухих речовин були отримані плівки методом вільного поливу на інертну підкладку. В процесі плівкоутворення проводили візуальну оцінку формованих покриттів і швидкості (час) формування. В результаті досліджень встановлено, що доцільно для отримання плівок використовувати досліджувані дисперсії що містять 35 - 40 % сухих речовин для марок ДПМС 5035В, 40-45 % - для SB-320В і S-320В, 45-50 % - для П 74 і П 92. При такому вмісті утворюється рівномірна плівка без видимих дефектів. При вмісті в дисперсіях менш запропонованих концентрацій сухих речовин, здібність до плівкоутворення зберігається до концентрації не менше 25 % для всіх зразків, але при цьому утворюються тонкі і крихкі плівки. Для подальших досліджень були узяті плівки, отримані з дисперсій із змістом сухих речовин, що рекомендується.

3.2 Санітарно-хімічні дослідження плівок

Полімерні матеріали, вступаючи в контакт з харчовими продуктами, не повинні робити негативний вплив на їх якість і безпеку [5, 54]. Встановлення можливості використання полімерних покриттів при виробництві і зберіганні харчових продуктів визначається на підставі санітарно-хімічних досліджень. Вони встановлюють відповідність вимогам і включають наступні дослідження: оцінка досліджуваних зразків (колір, стан зовнішньої і внутрішньої поверхні, запах зразка); органолептичні і хімічні дослідження

витяжок із зразків плівок. Дані дослідження дозволяють отримати інформацію про можливу міграцію речовин в модельні середовища (продукт), що контактують з полімерними плівками, про їх кількість і безпеку [16].

Першорядно проводили візуальну оцінку кольору, стани поверхні досліджуваних плівок і їх запаху. Отримані результати задовольняють вимогам Інструкції, що пред'являються № 880: поверхня зразків гладка, без сторонніх включень, шорсткостей. Плівки, отримані з дисперсії марки ДПМС 5035В були прозорішими і блискучішими, в порівнянні із зразками плівок, отриманих з дисперсій марок SB-320В, S-320В, П 74 і П 92.

У зв'язку з тим, що матеріал, що контактує з харчовим продуктом, не повинен змінювати його властивості, проводили органолептичні дослідження витяжок (модельного середовища, що імітує харчовий продукт), отриманих з досліджуваних матеріалів.

Дослідження проводили відповідно до встановлених методик (Інструкція № 880), з урахуванням властивостей харчового продукту, призначеного для контакту з покриттям [35, 72]. Тривалість контакту покриття з модельним середовищем встановлювали, виходячи з передбачуваного часу контакту харчового продукту з покриттям (10 діб при температурі $22\pm1^{\circ}\text{C}$) [72]. Отримані дані (таблиця 4) показали, що витяжки з плівок марок П 74 і П 92 володіють запахом інтенсивністю зверху одного балу, що не допустимо для матеріалів, вступаючих в контакт з харчовими продуктами, отже, подальше дослідження цих плівок є недоцільним.

Таблиця 3

Органолептичні показники водних витяжок з плівок

Марка дисперсії	запах, бал	колір	каламутність	осад
ДПМС 5035В	1	прозорий	відсутній	відсутній
SB-320В	1	прозорий	відсутній	відсутній
S-320В	1	прозорий	відсутній	відсутній
П 74	2	прозорий	відсутній	відсутній
П 92	2	прозорий	відсутній	відсутній

Зразки плівок решти марок мали задовільні органолептичні показники.

Використання покриттів з дисперсій полімерів визначається не тільки відповідністю санітарно-хімічним показникам, але здатністю покриття забезпечувати захисну функцію від дії навколишнього середовища.

Для практичного застосування упаковки (полімерного покриття) важливою властивістю є стійкість до дії різного роду розчинників, зокрема

до води. При тривалій взаємодії полімерної плівки з водою може відбуватися набухання або розчинення матеріалу у воді (Рис. 2).

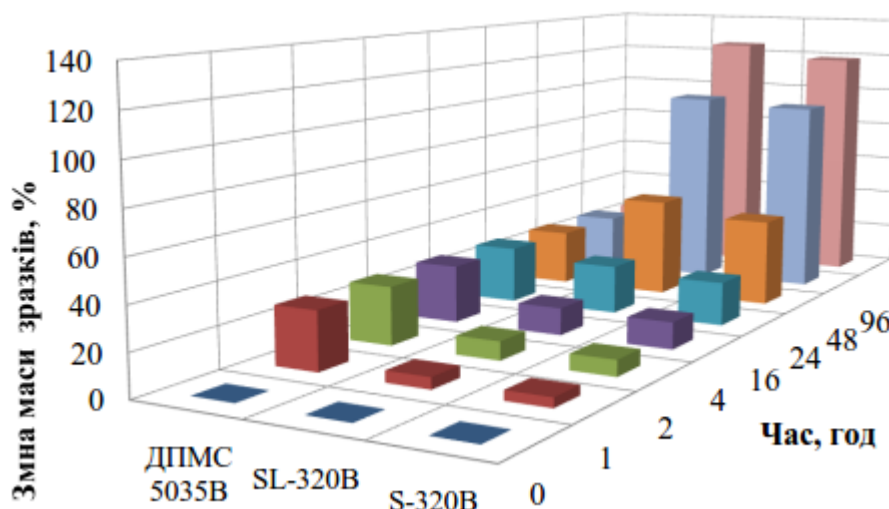


Рис. 2. Кінетика набухання досліджуваних плівок у воді

Кінетика набухання характеризується залежністю ступеня набухання від часу при даній активності розчинника (води). З отриманих даних видно, що для плівок з дисперсій марки ДПМС 5035В характерне швидке набухання протягом перших 30 хвилин, далі збільшення часу контакту розчинника з плівкою до 4-ої доби (96 год) не приводило до збільшення його маси. Для плівок, отриманих з дисперсій марок SL-320В і S-320В, спостерігали поступове збільшення маси полімеру впродовж 4-ої доби. Середнє значення ступеня набухання для першого типу дисперсії склав 27 ± 1 %, для другого – 120 ± 2 %. У зв'язку з тим, що при набуханні плівок збільшується їх проникність, використання покриттів з високим показником водопоглинання є небажаним, для продуктів з вологістю понад 15 %.

При експлуатації покриттів важливими показниками є деформаційно-міцнісні характеристики. Полімерні покриття, призначені для нанесення на харчові продукти, повинні бути не тільки достатньо міцними, але і еластичними, це пов'язано з тим, що багатьом продуктам властиво в процесі зберігання змінювати форму за рахунок втрати вологи. Графічна залежність деформаційно-міцнісних властивостей досліджуваних плівок представлена на рисунку 3.

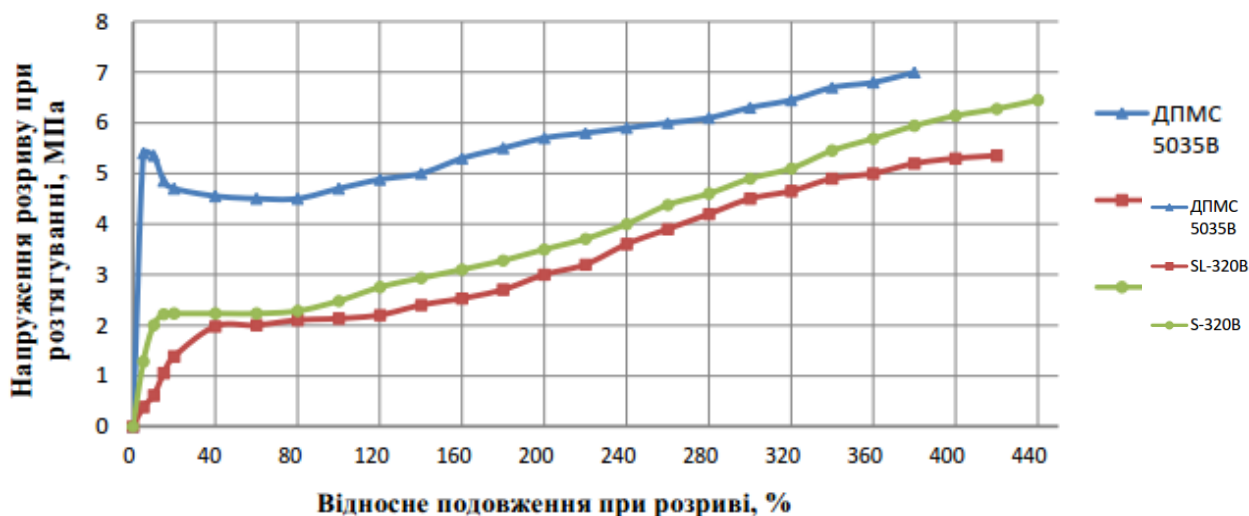


Рис. 3. Криві розтягування досліджуваних плівок.

Отримані дані свідчать, що плівки на основі вінілацетата з дибутилмалеїнатом (ДПМС 5035В) проявляють кращі міцнісні характеристики, чим плівки на основі вінілацетата з вінілверсатом (SB-320Б, S-320Б), при порівняно однаковому відносному подовженні при розриві.

Таким чином, досліджені водні дисперсії сополімерів вінілацетата з вінілверсатом марок SB-320Б і S-320Б, П 74 і П 92, і вінілацетата з дибутилмалеїнатом марки ДПМС 5035В і:

- вивчені їх колоїдно-хімічні властивості і встановлені оптимальні концентрації сухих речовин в полімерних дисперсіях для забезпечення утворення рівномірного покриття на продукті, для ДПМС 5035В - 35-40 %, 40-45 % - для SB-320Б і S-320Б, 45-50 % - для П 74 і П 92;

- досліджені санітарно-хімічні показники плівок і встановлено, що плівки на основі сополімера вінілацетата з вінілверсатом марок П 74 і П 92 не відповідають санітарно-хімічним нормам, що пред'являються до матеріалів, що контактують з харчовими продуктами; плівки, отримані з марок SB-320Б і S-320Б і ДПМС 5035В мають показники, що відповідають нормам, що пред'являються;

- встановлено, що плівки, отримані з дисперсій вінілацетата з вінілверсатом марок SB-320Б і S-320Б, володіють нижчими міцнісними показниками, ніж плівки, отримані з дисперсій вінілацетата з дибутилмалеїнатом марки ДПМС 5035В. При цьому сорбційні властивості виявляються краще у плівок, отриманих з першого типу дисперсій;

- на підставі колоїдно-хімічних, санітарно-хімічних, деформаційно-міцнісних і сорбційних показників як плівкотвірна основа, для розробки модифікованого покриття вибрана дисперсія сополімера вінілацетата з дибутилмалеїнатом марки ДПМС 5035В, з робочою концентрацією сухих речовин в полімерній дисперсії не менше 35 %.

3.3. Оцінка антимікробних властивостей колоїдних розчинів наночасток срібла.

Актуальним завданням сучасної харчової промисловості є розробка безпечних і ефективних способів захисту поверхні продуктів харчування від контамінантів в процесі зберігання [15]. За статистикою найпоширенішими збудниками псування харчових продуктів, зокрема м'ясній продукції, є міцеліальні гриби [7, 8, 18, 34, 47, 56], вони погіршують смакові якості продукту, викликають зміну білків і жирів, а також сприяють розвитку хвороботворних бактерій [17, 18].

Для захисту поверхні ковбас застосовують різні хімічні речовини, що володіють виборчою дією по відношенню до мікроорганізмів, або суміші цих речовин, що забезпечують комплексну дію на мікрофлору псування. Проте у ряді випадків вони втрачають свої захисні властивості, що пояснюється адаптацією мікроорганізмів до цих речовин.

В зв'язку з цим найважливішим практичним завданням при виборі антимікробної добавки є оцінка її антибактеріальної і фунгіцидної активності відносно основних контамінантів ковбасних виробів. Одним з багатообіцяючих напрямів при розробці антимікробних препаратів є використання досягнень нанотехнології.

Метою даного етапу роботи з'явилося оцінка *in vitro* фунгіцидної і антибактеріальної активності модифікуючих добавок, на основі наночасток срібла (НЧС).

З літературних даних відомо, що НЧС володіють широким спектром антимікробної дії. У даній роботі використовували 3 типи НЧС: колоїдні розчини наночасток срібла AgG-1 і AgG-2, отримані різними синтезами, із застосуванням як стабілізатор гуміарабіку, і препарат, що комерційно випускається, концентрат колоїдних наночасток срібла Agбiон - 2.

Дослідження фунгіцидної активності колоїдних розчинів наночасток срібла. Аналіз літературних даних показав, що основними контамінантами ковбасної продукції переважно є міцеліальні гриби роду *Penicillium* [73, 85].

В зв'язку з цим для проведення подальших досліджень як тест - організмів були використані штами плісневих грибів *P. brevicompactum* F - 4481, *P. commune* F - 4486, *P. polonicum* F - 4497, *P. nalgiovense* F - 4492, виділені з поверхні м'ясної продукції.

Антимікробний ефект НЧС пов'язаний з виділенням іонів срібла, наночасток, що утворюються в результаті окислення, які проникають в клітки бактерій і приводять до їх загибелі [263]. У зв'язку з цим проводили паралельні дослідження впливу іонів і НЧС на вибрані штами плісневих

грибів. Джерелом іонів служив розчин азотнокислого срібла. При проведенні досліджень концентрація всіх колоїдних розчинів складала 0,1 г/л.

Дослідження проводили методом дисків. Фунгіцидну активність оцінювали візуально за мірою розвитку тест - організмів на поверхні дисків з досліджуваним колоїдним розчином НЧС, по відношенню до контролю (як контроль використовували стерильні диски, змочені у дистильованій воді, а також шляхом визначення зони придушення зростання тест - організму [166].

Результати досліджень фунгіцидної активності розчинів НЧС відносно штамів плісневих грибів *P. commune* F - 4486, *P. brevicompactum* F - 4481, *P. polonicum* F - 4497, *P. nalgiovense* F - 4492 представлені на рисунках 12-15 при експозиції протягом 48 год.

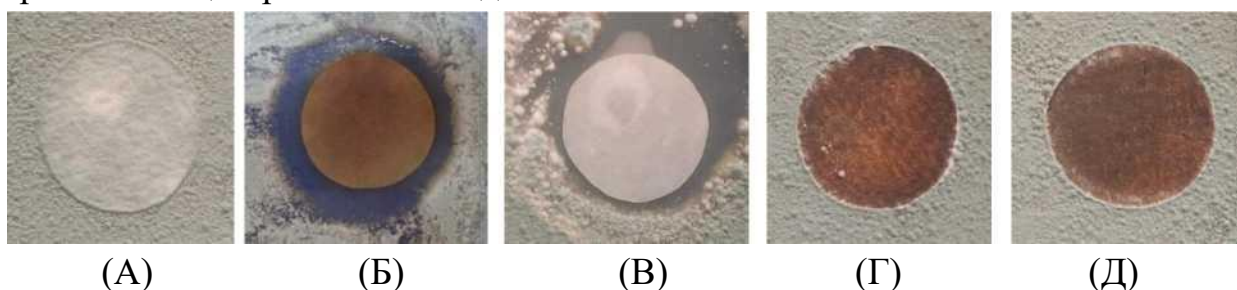


Рис. 4. Фунгіцидна активність розчинів Агбіон-2 (Б), іонів срібла (В), AgG-1 (Г), AgG-2 (Д) і контролю (А) відносно штаму *P. commune* F - 4486

Отримані результати показують, що при візуальній оцінці зростання тест – організму протягом першої доби спостерігалася видима зона інгібування при дослідженні колоїдного розчину Агбіон-2 і розчину іонів срібла. Збільшення часу експозиції до 5 діб приводило до збереження зони інгібування при дослідженні розчину Агбіон-2 і її зменшенню у разі використання розчину іонів срібла. При дослідженні колоїдних розчинів AgG-1 і AgG-2 протягом всього часу дослідження спостерігали відсутність зони інгібування, при цьому розвиток гриба не відбувався на поверхні дисків, в порівнянні з контролем.

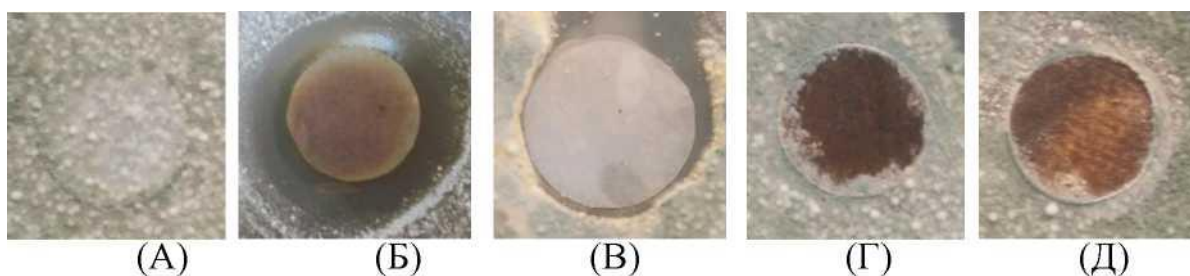


Рис. 5. Фунгіцидна активність розчинів Агбіон-2 (Б), іонів срібла (В), AgG-1 (Г), AgG-2 (Д) і контролю (А) відносно штаму *P. brevicompactum* F - 4481

Виявлено, що колоїдний розчин Агбіон-2 володіє фунгіцидною дією відносно даного тест - організму. При візуальній оцінці спостерігали не тільки виражену зону інгібування, але і затримку розвитку гриба. При

оцінці активності розчинів іонів срібла спостерігали аналогічний ефект, як і в попередньому дослідженні, зона інгібування зменшувалася із збільшенням часу експозиції. При дослідженні колоїдних розчинів AgG-1 і AgG-2 протягом перших 36 годин спостерігалася відсутність зростання тест - організму на поверхні дисків з досліджуваними розчинами, при подальшому дослідженні відбувалося суцільне зростання культури на поверхні дисків.

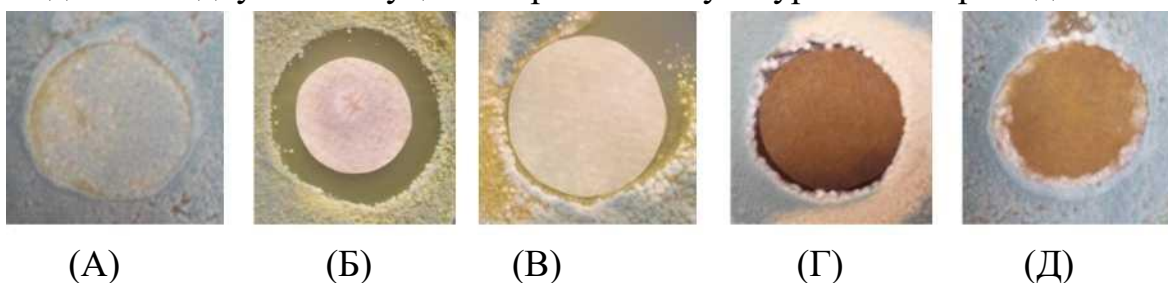


Рис. 6 - Фунгіцидна активність розчинів Agбiон-2 (Б), іонів срібла (В), AgG-1 (Г), AgG-2 (Д) і контролю (А) відносно штаму *P. polonicum* F - 4497

На підставі візуальної оцінки встановили, що фунгіцидною активністю володіє розчин Agбiон-2. При дослідженні спостерігалася виражена зона інгібування впродовж всього дослідження. Розчини іонів срібла надають статичну дію на даний тест - організм. Колоїдний розчин наночасток AGG-2 проявляє фунгістатичний ефект тільки в перших 24 години. При дослідженні всіх розчинів НЧС спостерігалася зміна забарвлення штаму в місцях контакту диска з культурою.

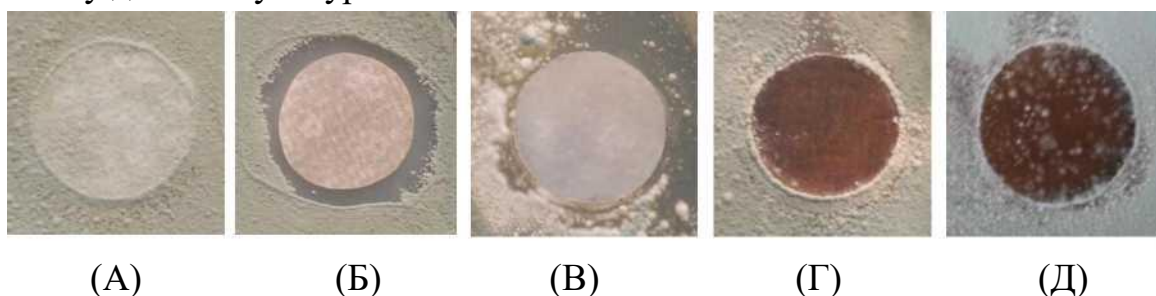


Рис. 7. Фунгіцидна активність розчинів Agбiон-2 (Б), іонів срібла (В), AgG-1 (Г), AgG-2 (Д) і контролю (А) відносно штаму *P. nalgiovense* F- 4492

Встановлено, що вираженою фунгіцидною активністю володіють розчини Agбiон-2 і іони срібла. При дослідженні розчину AgG-1 спостерігалася відсутність розвитку колоній на поверхні дисків, розчин AgG-2 не володіє фунгіцидною активністю по відношенню до даного штаму.

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що вираженою фунгіцидною активністю до вибраних тест - організмів володіє колоїдний розчин НЧС Agбiон-2 і розчин іонів срібла (Рис. 8). Колоїдні розчини Л-1 і AGG-2 надають виборчу статичну дію по відношенню до вибраних тест штамам.

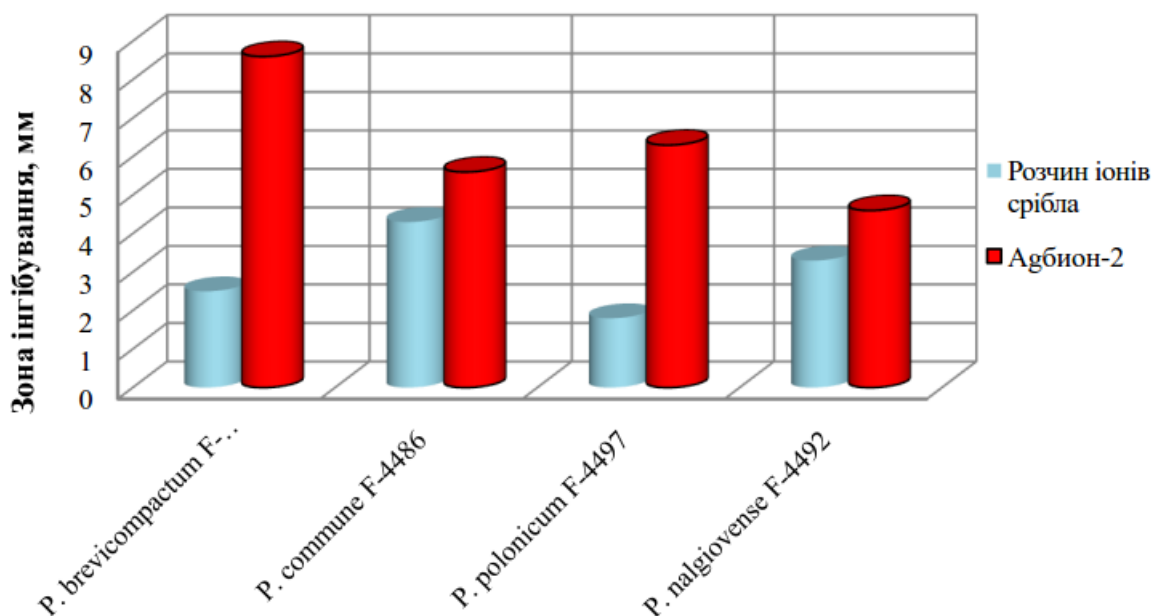


Рис. 8. Фунгіцидна активність розчинів іонів срібла і колоїдного розчину Агбіон-2

Дослідження антибактеріальної активності колоїдних розчинів наночасток срібла. На поверхні м'ясної продукції крім плісневих грибів розвиваються представники роду *Candida*, *Saccharomyces*, *Thamnidium*, а також бактерії роду *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Sarcina* і так далі.

Наступним етапом було дослідження активності колоїдних розчинів НЧС відносно дрожжеподобного гриба *Candida albicans*, і бактерій *Staphylococcus aureus* 6538-Р, *Bacillus coagulans* 429, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* M17.

Дослідження проводили методом дисків. Антибактеріальну активність оцінювали візуально за мірою розвитку тест - організмів на поверхні дисків з досліджуваним колоїдним розчином, в порівнянні з контролем, а також шляхом визначення зони придушення зростання тест - культури. Отримані дані представлені на рисунку 9.

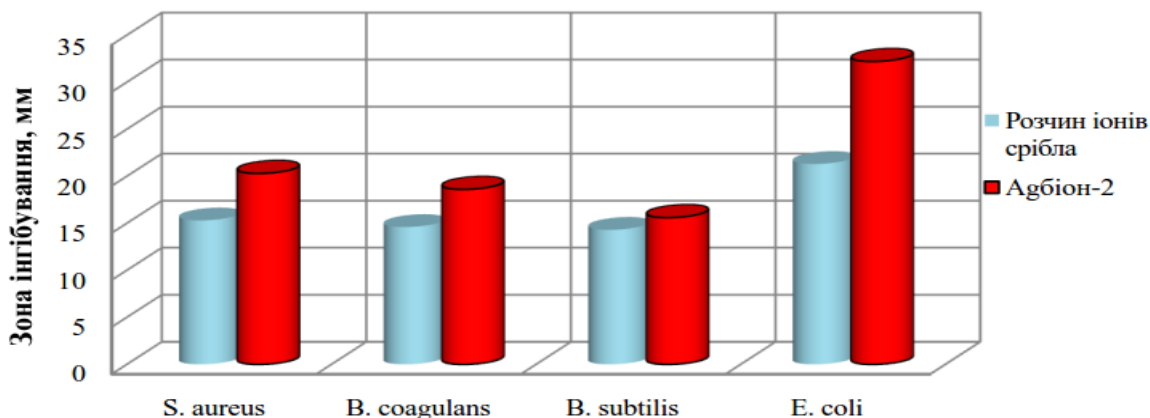


Рис. 9. Антибактеріальна активність розчинів іонів срібла і колоїдного розчину Агбіон-2

На підставі проведеної візуальної оцінки було виявлено, що антибактеріальні властивості для всіх вибраних штамів проявляють колоїдний розчин НЧС Agбiон-2 і розчин іонів срібла. Спостерігали яскраво виражену зону інгібування, яка зберігалася протягом всього часу експозиції. При дослідженні активності розчинів НЧС відносно дрожжеподобного гриба *C. albicans* спостерігали яскраво виражені зони інгібування $20,5 \pm 0,1$ мм і $17,4 \pm 0,1$ мм в дослідах з розчинами Agбiон-2 і іонів срібла відповідно.

Таким чином, досліджені колоїдні розчини наночасток срібла AgG-1, AgG-2, Agбiон-2 і:

- оцінена агрегативная стійкість колоїдних розчинів і визначений ступінь дисперсності наночасток в досліджуваних системах;
- проведені дослідження фунгіцидної активності колоїдних розчинів НЧС відносно штамів роду *Penicillium*: *P. brevicompactum* F - 4481, *P. commune* F - 4486, *P. polonicum* F - 4497, *P. nalgiovense* F - 4492 і встановлено, що розчин Agбiон-2, володіє вираженою фунгіцидною активністю до вибраних тест - організмів;
- проведені дослідження антибактеріальної активності колоїдних розчинів НЧС відносно дрожжеподобного гриба *C. albicans*, і бактерій *S. aureus* 6538-P, *B. coagulans* 429, *B. subtilis* ATCC 6633, *E. coli* M 17 і виявлено, що антибактеріальною активністю володіє розчин Agбiон-2, а розчини AgG-1 і AgG-2 надають тільки статичну дію на дані штами.

На підставі отриманих результатів досліджень вибраний колоїдний розчин НЧС Agбiон-2, що володіє фунгіцидною і антибактеріальною активністю, призначений для введення в структуру полімерної плівкотвірної основи з метою отримання покриття з антимікробними властивостями.

3.4 Розробка технологічної схеми отримання модифікованих латексних композицій

Приймаючи в увазі особливості властивостей різних видів латексів (водних дисперсій полімерів), необхідно враховувати умови складання на їх основі багатокомпонентних плівкотвірних композицій [7, 62, 88]. Хімічна стабільність синтетичних латексів достатньо висока, завдяки чому забезпечується можливість застосування їх для складання плівкотвірних композицій [7, 31, 52]. Крім властивостей плівкотвірної основи, необхідно враховувати властивості модифікатора. Стійкість початкових колоїдних систем (полімерній дисперсії ДПМС 5035В і колоїдного розчину НЧС) і наявність в них водної фази дозволяє отримати модифіковану латексну композицію безпосереднім введенням модифікатора в базовий склад пленкообразователя, без порушення стабільності колоїдних систем і

застосування складних технологічних операцій.

Процес отримання модифікованої латексної композиції полягав в наступних етапах (Рис. 18):

- змішення основної плівкотвірної сировини дисперсії сополімера вінілацетата з дибутилмалеїнатом з розрахунковою кількістю води для досягнення змісту сухих речовин в полімерній дисперсії 35 %;
- додавання колоїдного розчину НЧС відповідно до рецептури і перемішування до рівномірного розподілу модифікатора за всім обсягом системи;
- наполягання модифікованої латексної композиції протягом 40-50 мін для видалення піни, що утворилася на поверхні, уникаючи при цьому утворення можливої тонкої плівки на поверхні;
- розфасовка, упаковка і зберігання модифікованої композиції відповідно до ТУ 2241-001-02068634-2015.

Модифікуючу добавку вводили в концентраціях 0,125; 0,250; 0,500; 0,750; 1,000%.



Рис. 10. Технологічна схема отримання модифікованої латексної композиції

Оцінку показників якості отриманих модифікованих латексних композицій проводили по колоїдно-хімічних властивостях, з подальшим формуванням дослідних зразків плівок, для оцінки їх санітарно-хімічних, антимікробних, бар'єрних і деформаційно-міцнісних властивостей [15].

3.5 Дослідження колоїдно-хімічних властивостей модифікованих латексних композицій.

Оцінку колоїдно-хімічних властивостей модифікованих латексних композицій оцінювали по змінах показників в'язкості, поверхневого натягнення, куту змочування, залежно від концентрації колоїдного розчину наночастинок, що вводиться, оскільки дані параметри дозволяють охарактеризувати здатність латексних композицій формувати рівномірні

покриття на поверхні, що покривається.

Здатність композицій формувати суцільне покриття на поверхні багато в чому залежить від їх в'язкості. На в'язкість латексу істотний вплив може надавати введення емульгаторів, які можуть, як підвищувати, так і знижувати показник в'язкості залежно від своєї природи походження [8].

Графічна залежність зміни умовної в'язкості модифікованої композиції від концентрації колоїдного розчину НЧС, що вводиться, представлена на рисунку 11.

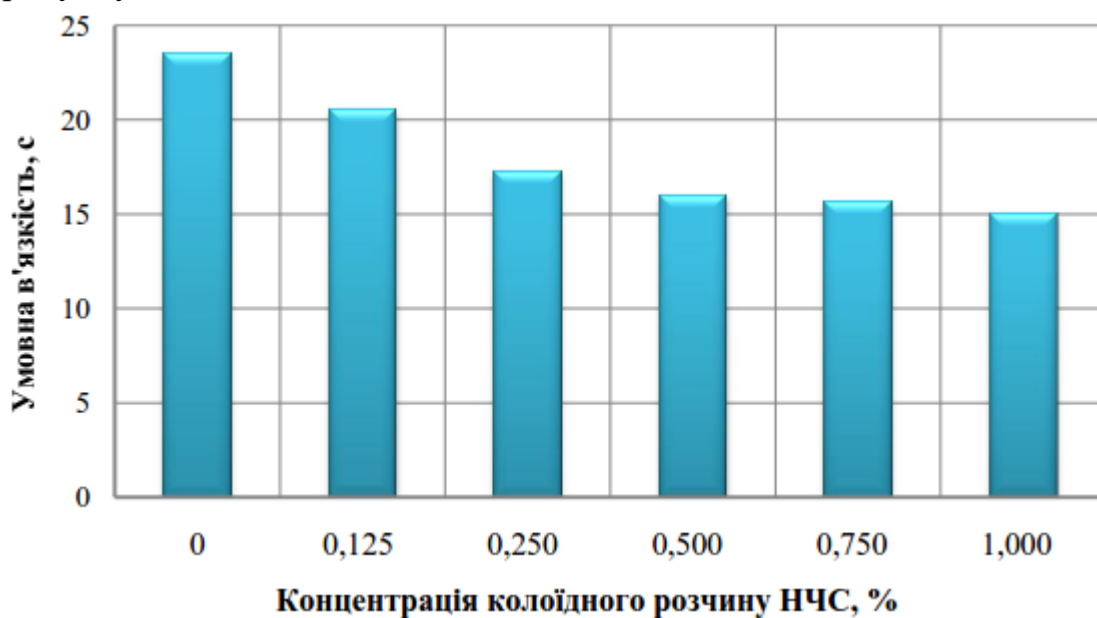


Рис. 11. Зміна умовної в'язкості модифікованої латексної композиції від концентрації колоїдного розчину наночастинок.

Отримані дані свідчать, що введення колоїдного розчину НЧС в полімерну дисперсію зменшує її в'язкість, в порівнянні з контролем, що пов'язане з наявністю поверхнево-активної речовини аніонного типу, що входить до складу колоїдного розчину НЧС. Зменшення в'язкості полімерної дисперсії може сприяти утворенню більш рівномірної плівки на поверхні, що покривається.

Характер кривої пояснюється адсорбцією молекул поверхнево - активного речовини на межі розділу фаз. Із збільшенням концентрації модифікатора в полімерній композиції число адсорбованих молекул зростає, що призводить до зниження поверхневого натягнення і сприяє розподілу модифікованої композиції по поверхні.

Встановлено, що введення колоїдного розчину НЧС до складу полімерної дисперсії приводить до зменшення значень кута змочування. Більшою мірою із збільшенням концентрації модифікатора у складі полімерної композиції змінюється здібність до змочування інертних тефлонових підкладок, які характеризують гідрофобні поверхні. На змочуваність гідрофільних поверхонь (скло) введення модифікатора

практично не впливає, при цьому набутих значень характеризують модифіковану композицію, як здатну змочувати даний тип поверхні.

З досліджуваних модифікованих латексних композицій були отримані плівки методом поливу на інертну підкладку. Сушку плівок проводили при температурі 22 ± 2 °C протягом доби до постійної маси.

Процес формування полімерних покриттів має специфічні особливості, обумовлені впливом адсорбційної взаємодії пленкообразователя з поверхнею твердого тіла на структурні перетворення і властивості при формуванні [7].

Механізм плівкоутворення з водних дисперсій полімерів описується протіканням ряду стадій, які, загалом, характеризуються зближенням глобул з подальшою деформацією і контактом один з одним. За рахунок видалення вологи з плівкотвірної композиції походить зближення латексних глобул з подальшим їх зіткненням, в результаті порушення захисного бар'єру. Залишкової вологи, що зберігається в проміжках між глобулами, недостатньо для гідратації захисних шарів, що забезпечує їх міцність, і система дестабілізується. Із збільшенням контакту глобул між собою посилюється їх деформація [1, 18, 20].

Таблиця 4.

Зовнішній вигляд модифікованих латексних плівок

Концентрація модифікатора в зразках %	Зовнішній вигляд
контроль	Поверхня гладка, однорідна, плівка прозора, гнучка, еластична, з характерним ацетатний запахом інтенсивністю 1 бал
0,125	Поверхня гладка, однорідна, плівка прозора, гнучка, еластична, з характерним ацетатний запахом інтенсивністю 1 бал
0,250	Поверхня гладка, однорідна, плівка прозора, гнучка, еластична, з характерним ацетатний запахом інтенсивністю 1 бал
0,500	Поверхня гладка, однорідна, плівка прозора, гнучка, еластична, з характерним ацетатний запахом інтенсивністю 1 бал
0,750	Поверхня гладка, однорідна, плівка прозора, гнучка, еластична, з характерним ацетатний запахом інтенсивністю 1 бал
1,000	Поверхня гладка, однорідна, плівка прозора із злегка жовтуватим відтінком, гнучка, еластична, з характерним ацетатним запахом інтенсивністю 1 бал.

Візуальна оцінка отриманих модифікованих плівок полягала в аналізі кольору і поверхні (гладка, нерівна і так далі), а також інтенсивності запаху [10].

Дослідження поверхні контрольних латексних і модифікованих плівок проводили за допомогою атомно-силової мікроскопії (АСМ) на мікроскопі класу «Solver Next». Отримані зображення (Рис. 22-23) свідчать про часткове розташування НЧС на поверхні плівок. Згідно з отриманими даними в результаті визначення колоїдно-хімічних показників модифікованих композицій (Рис.12-13) введення колоїдного розчину НЧС до складу полімерної дисперсії сприяє зниженню поверхневого натягнення, в'язкості і здатності змочувати гідрофобні поверхні, завдяки входній до складу добавки поверхнево-активній речовині (ЛІГШИ). За рахунок ПАВ НЧС адсорбуються в поверхневому шарі модифікованої латексної композиції. В процесі плівкоутворення при випаровуванні розчинника (води) відбувається зближення латексних глобул при цьому НЧС розташовуються в міжглобулярному просторі як на поверхні, так і в глибині фази.

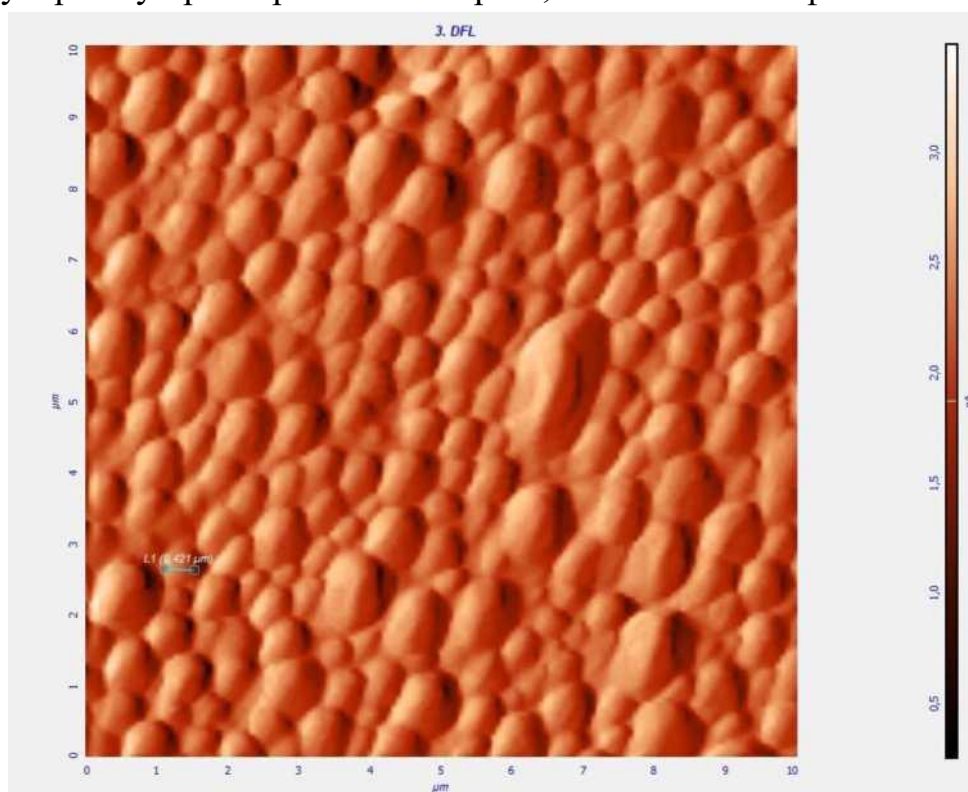


Рис. 12 АСМ - зображення поверхні латексної плівки

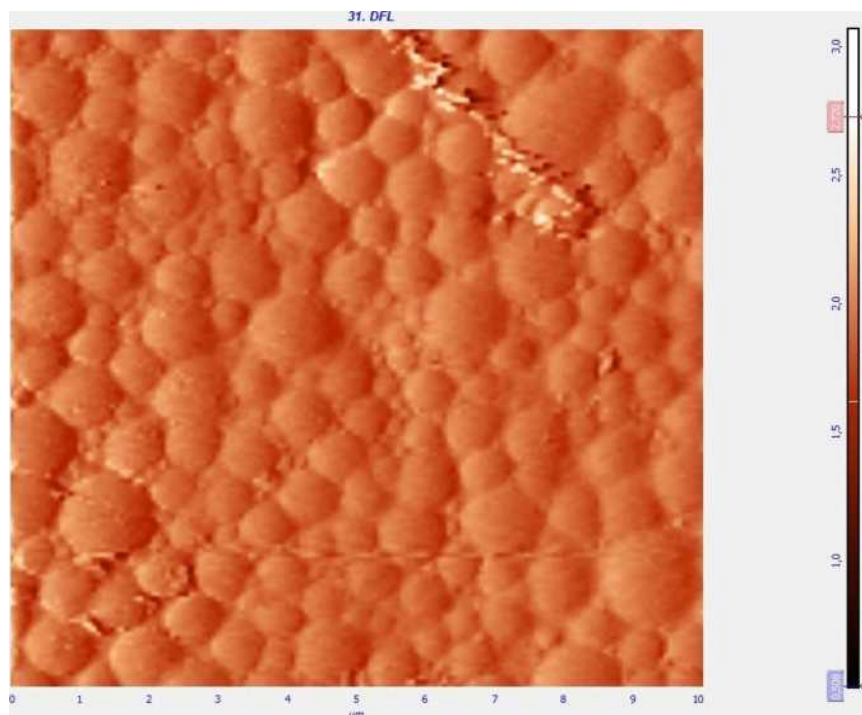


Рис. 13 АСМ - зображення поверхні модифікованої латексної плівки, що містить 1,0 % модифікатора.

З одержаних даних видно, що введення модифікатора сприяє зменшенню змочуваності поверхні водою. Спостерігається гідрофобізація поверхні за рахунок впливу ЛІГШИ, що входить до складу модифікатора і адсорбується в поверхневих шарах. Зміна змочуваності поверхні спостерігається як з внутрішньої сторони, формованою при контакті з підкладкою, так і зовнішньої сторони плівки, що формується при контакті з повітрям. При цьому змочуваність внутрішньої сторони краща, за рахунок того, що глобулярна структура однорідніша унаслідок адсорбційної взаємодії плівкотвірної композиції з поверхнею підкладки і меншої рухливості структурних елементів. При формуванні поверхневих шарів на межі з повітрям спостерігається більший розподіл по розмірах глобул, що знижує змочуваність поверхні і сприяє неоднорідності покриття. Так само в поверхневих шарах, що граничать з повітрям, на відміну від внутрішніх, між частинками дисперсії зберігаються межі розділу. Отримані результати досліджень поверхні плівки дозволяють припустити про распределение модифікатора в поверхневих шарах плівки.

3.6 Дослідження антимікробних властивостей модифікованих плівок

Антимікробну активність модифікованих плівок оцінювали по відношенню до штамів плісневих грибів *P. 'tbylcomracum* F - 4481, *P. commune* F - 4486, *P. polonicum* F - 4497, *P. nalgiovense* F - 4492; дрожжеподібному грибу *C. albicans*, і бактеріям *S. aureus* 6538-P, *B. coagulans* 429, *B. subtilis* ATCC 6633, *L. monocytogenes*, *E. coli* M17.

Фунгіцидну активність оцінювали візуально за мірою розвитку тест -

організмів на поверхні контрольних і модифікованих плівок. На рисунках 30 - 33 представлений приклад розвитку тест - організмів на поверхні контрольних зразків і модифікованих плівок, що містять 0,5 % модифікатора.

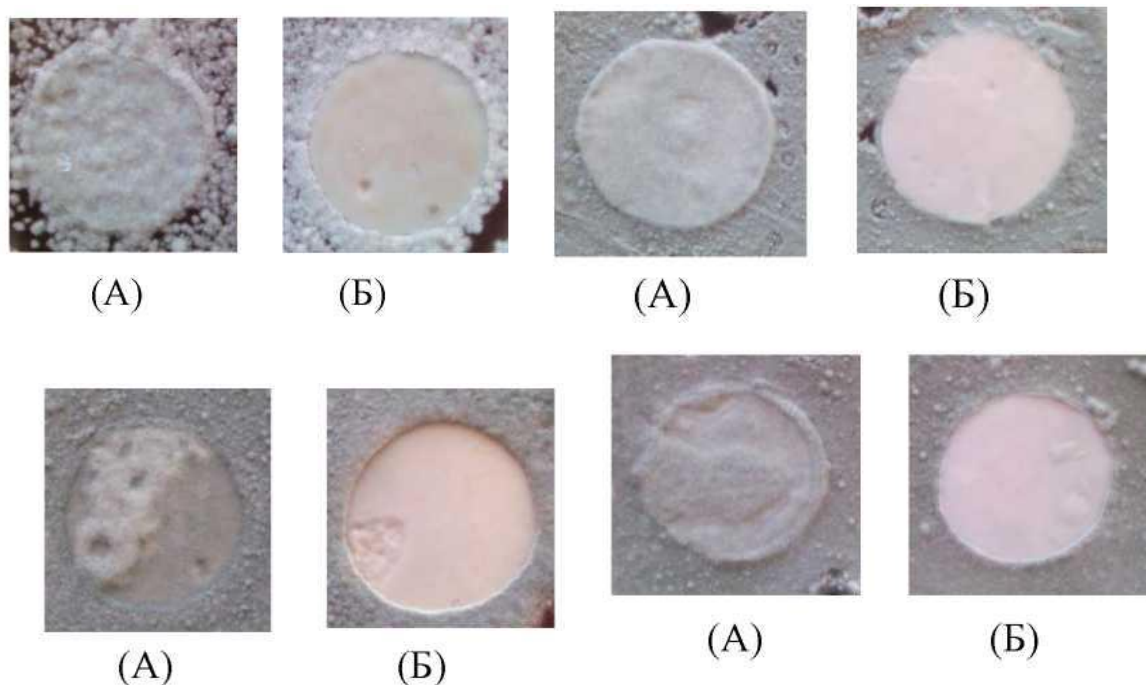


Рис. 14 – Розвиток плісневих грибів поверхні контрольної (А) і модифікованої плівок (Б).

При візуальній оцінці поверхні досліджуваних плівок із змістом модифікатора 0,5 %, було виявлено, що модифікований матеріал надає статична дія на плісневі гриби. Розвиток грибів не відбувався на поверхні і під модифікованою плівкою, на відміну від контрольного зразка.

При дослідженні поверхні плівки, що містить 0,125 % модифікатора, спостерігали затримку розвитку тест - організмів на поверхні, в порівнянні з контрольним зразком, а на плівці, що містить 0,25 % модифікатора, затримку зростання тест - штамів спостерігали протягом перших 36 ч. При вмісті в плівці модифікатора - 0,75 % і 1,0 % розвиток плісневих грибів на поверхні плівки не відбувається [16].

Дослідження активності модифікованих латексних плівок по відношенню до дріжджеподобному гриба *C. albicans* і бактеріям *S. aureus*, *B. coagulans*, *B. subtilis*, *E. coli* показали, що розвиток тест - організмів не відбувалося на поверхні модифікованих плівок, що містять 0,5 %, 0,75 % і 1,0 % модифікатора, на відміну від контрольних, при цьому, як і в попередньому досліді, була відсутня зона інгібування.

Таким чином, на підставі проведених досліджень санітарнохімічних і антимікробних властивостей модифікованих плівок для контакту з харчовою продукцією доцільно використовувати модифіковане латексне покриття, що містить 0,5 % модифікатора. Дане

покриття відповідає санітарно-хімічним нормам і володіє антимікробними властивостями.

3.7 Дослідження напівкопчених і варено-копчених ковбас у модифікованих оболонках і обґрунтування термінів придатності

Розроблене модифіковане латексне покриття пропонується використовувати в технології виробництва напівкопчених і варено-копчених ковбас з метою забезпечення необхідної якості і безпеки готового продукту в процесі зберігання, за рахунок придушення розвитку мікроорганізмів псування на поверхні готових виробів.

Як об'єкти дослідження були вибрані ковбаси напівкопчені «Краківська» і варено-копчена «Бандерівська».

Технологічна схема отримання напівкопчених ковбас, вироблених за традиційною технологією (контрольні зразки), і ковбас в модифікованому латексному покритті (дослідні зразки) представлена на рисунку 15. На схемі кольором позначені додаткові стадії нанесення і формування захисного модифікованого латексного покриття на поверхні напівкопчених ковбас.

Технологічний процес включав наступні основні стадії: підготовка сировини, посол сировини, підготовка шпика і грудинки, підготовка прянощів і часнику, приготування фаршу, наповнення ковбасних оболонок і формування батонів, осідання, термічна обробка (обжарювання, вариво, охолодження, копчення, сушка), формування захисного покриття (підготовка латексної композиції, нанесення латексної композиції на поверхню сформованих в оболонках батонів, формування покриття) контроль якості, упаковка, маркування, транспортування і зберігання.

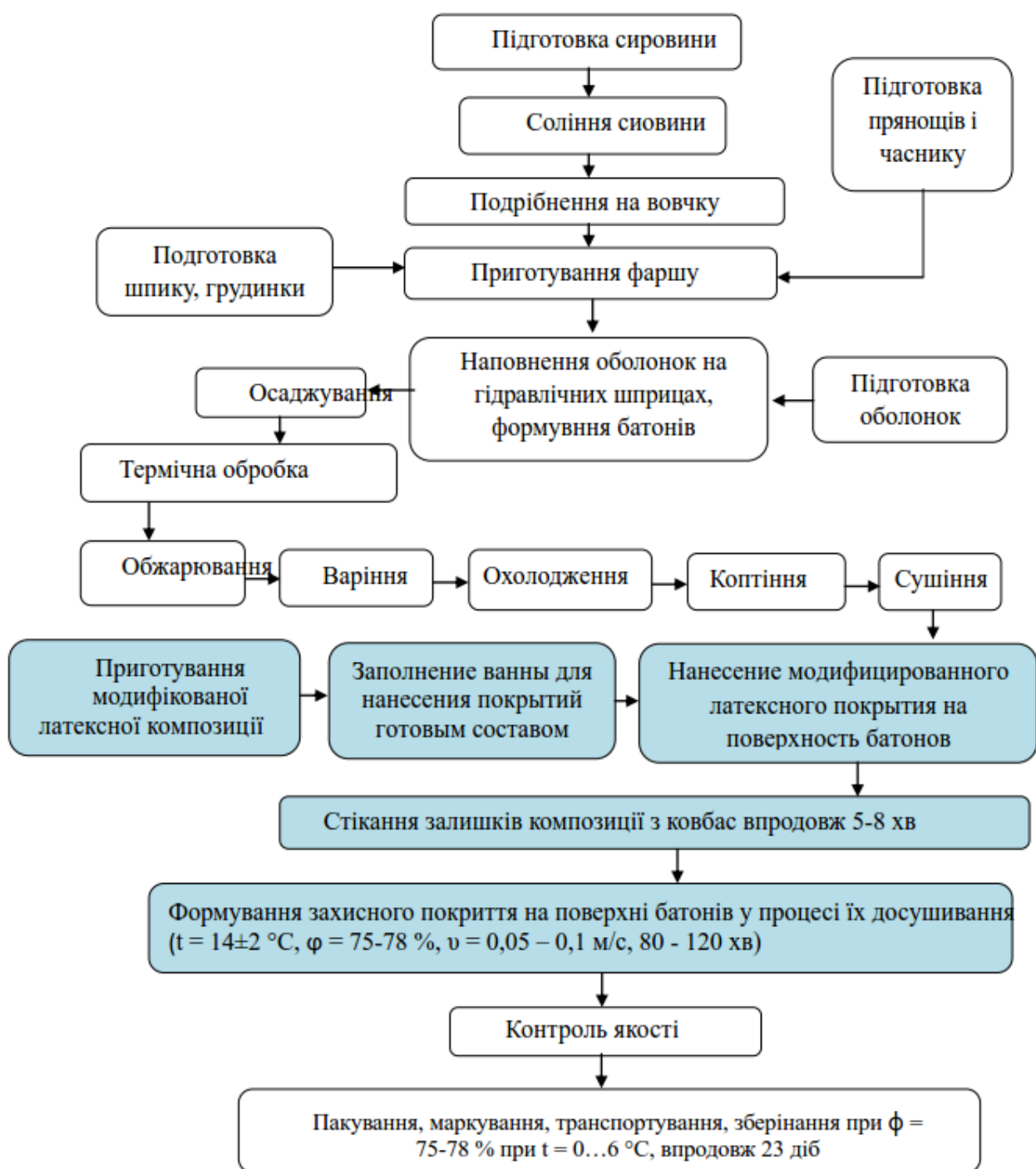


Рис. 15. Технологічна схема виробництва напівкопчених ковбас в модифікованому латексному покритті

Перед використанням модифіковану латексну композицію перемішували і заповнювали нею ванну, призначену для нанесення покриття. Підготовлену композицію наносили на поверхню сформованих в оболонках напівкопчених ковбас в завершенні процесу сушки шляхом їх одноразового занурення в модифіковану латексну композицію. Підвішені у вертикальному положенні напівкопчені ковбаси проходили через ванну з рідкою композицією, переміщаючись вертикально для створення покриття по всій довжині продукту. Після стікання надлишків модифікованої латексної

композиції з продукту протягом 58 хвилин напівкопчені ковбаси направляли в камеру сушки. Формування покриття на поверхні напівкопчених ковбас проводили в сушильних камерах при температурі 12-16°C, відносній вологості повітря 75-78% і швидкості руху повітря 0,05-0,1 м/с протягом 80-120 хв. Модифіковане покриття розподілялося по поверхні ковбасної оболонки утворювало плівку завтовшки 0,08-0,10 мм.

Закінчення процесу формування покриття визначається візуально за освітою на поверхні ковбасної оболонки прозорої, нелипкої плівки (Рис. 16).

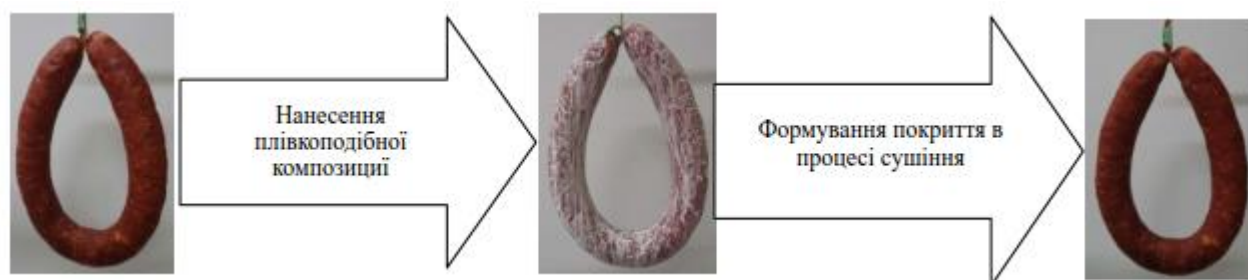


Рис. 16. Формування модифікованого покриття на поверхні оболонки напівкопчених ковбас «Краківська»

Процес отримання варено-копчених ковбас, вироблених за традиційною технологією (контрольні зразки), і ковбас в модифікованому латексному покритті (дослідні зразки) представлений на малюнку 40.

Традиційний технологічний процес виробництва варено-копчених ковбас складається з наступних стадій: підготовка сировини, посол сировини, підготовка шпика, прянощів і часнику, приготування фаршу, формування батонів, осідання, термічна обробка (первинне копчення, вариво, охолодження, вторинне копчення, сушка), контроль якості, упаковка, маркіровка, транспортування і зберігання. Технологія виробництва варено-копчених ковбас в модифікованому латексному покритті полягає в доповненні схеми операціями, пов'язаними з нанесенням модифікованого складу на поверхню сформованого в оболонці ковбасного виробу в завершенні процесу сушки, з подальшим формуванням захисного покриття.

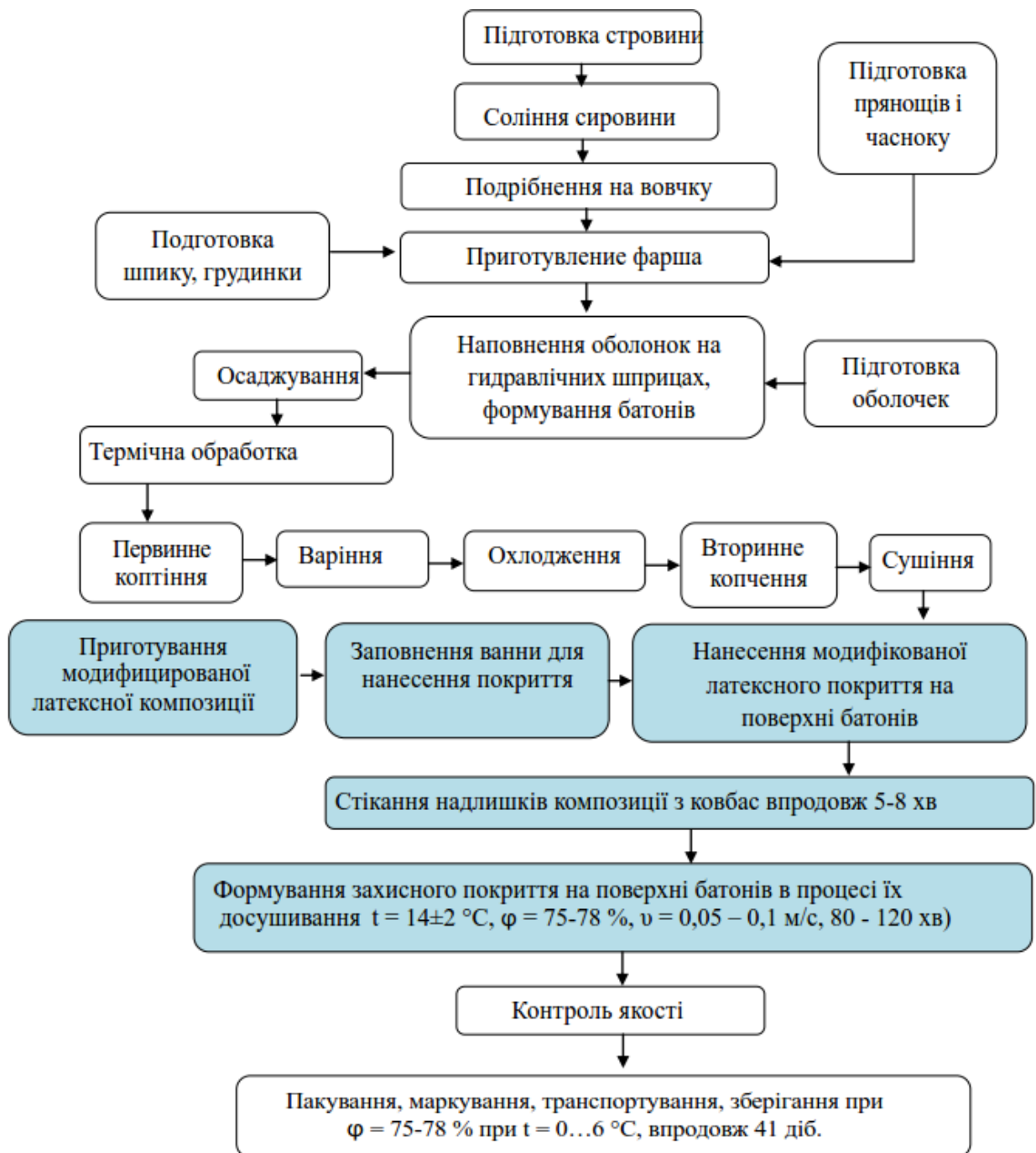


Рис. 17. Технологічна схема виробництва варено-копчених ковбас в модифікованому латексному покритті.

Модифіковану латексну композицію перемішували і заповнювали її ванну, призначену для нанесення покриття. Модифіковану композицію наносили на поверхню сформованих в оболонках варено-копчених ковбас в завершенні процесу сушки продукту шляхом його одноразового занурення в готову композицію. Підвішені у вертикальному положенні варено-копчені ковбаси проходили через ванну з рідкою композицією, переміщаючись вертикально для створення покриття по всій довжині продукту. Після стікання надлишків модифікованої латексної композиції з продукту протягом 5-8 хвилин варено-копчені ковбаси направляли в камеру сушки. Формування

покриття на поверхні варено-копчених ковбас проводили в сушильних камерах при температурі 12-16°C, відносній вологості повітря 75-78 % і швидкості руху повітря 0,05-0,1 м/с протягом 80-120 хв. Модифіковане покриття розподілялося по поверхні ковбасної оболонки і утворювало плівку завтовшки 0,07 - 0,09 мм.

Закінчення процесу формування покриття визначали візуально за освітою на поверхні ковбасної оболонки прозорої, нелипкої плівки (Рис. 18).

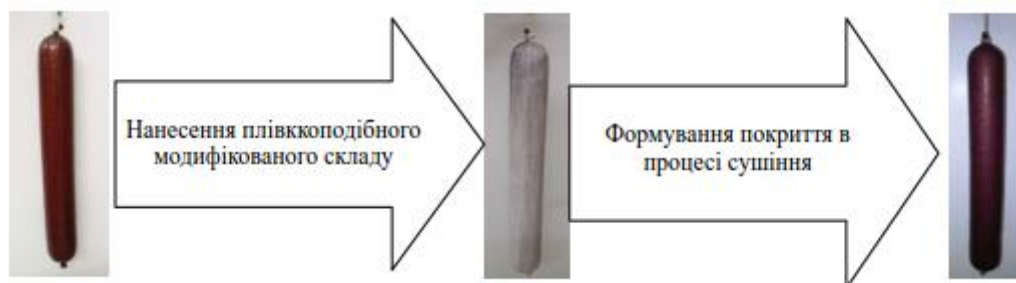


Рис. 18 Формування модифікованого покриття на поверхні оболонки варено-копчених ковбас «Бандерівська».

3.8. Дослідження показників якості напівкопчених і варенокопчених ковбас, вироблених в модифікованому латексному покритті.

Відповідно до запропонованих технологічних схем (Рис. 17, 18) були вироблені напівкопчені і варено-копчені ковбасні вироби (без захисного покриття - контроль і з нанесенням покриття на поверхню ковбасної оболонки - дослід) і досліджені на відповідність показникам якості і безпеки.

Візуальна оцінка готової ковбасної продукції показала, що контрольні зразки мали традиційний вигляд для даного виду продукції, з чистою сухою поверхнею, без пошкоджень оболонки, поверхня дослідних зразків відрізнялася гладкістю і матово-блискучим відтінком. При органолептичній оцінці контрольних і дослідних зразків напівкопчених і варено-копчених ковбас не було виявлено відмітних особливостей і встановлена відповідність нормам стандарту для напівкопчених ковбас і для варено-копчених ковбас [14, 15].

Фізико-хімічні показники готових напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів, представлених в таблицях 5-7, досліджували на відповідність нормам [14].

Таблиця 5

Фізико-хімічні показники дослідних і контрольних зразків напівкопчених ковбас

Показники	Характеристика і значення показника		
	Нормовані значення	Фактичний результат	
		контроль	дослід
Масова частка вологи, % не більше	43,0	42,8±0,5	42,8±0,5
Масова частка жиру, % не більше	45,0	42,3±0,7	42,3±0,7
Масова частка білка,% не менше	14,0	16,8±0,1	16,8±0,1
Масова частка куховарської солі, % не більш	3,2	2,8±0,1	2,8±0,1

Таблиця 6.

Фізико-хімічні показники дослідних і контрольних зразків варено-копчених ковбас

Показники	Характеристика і значення показника		
	Нормовані значення	Фактичний результат	
		контроль	дослід
Масова частка вологи % не більш	49,0	47,8±0,6	47,8±0,6
Масова частка жиру % не більш	39,0	35,6±0,8	35,6±0,8
Масова частка білка % не менше	17,0	19,7±0,2	19,7±0,2
Масова частка куховарської солі % не більш	4,0	3,6±0,1	3,6±0,1

Отримані дані свідчать про те, що вироблені контрольні і дослідчені зразки напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів відповідають нормам.

Нормованими показниками мікробіологічної безпеки напівкопчених і варено-копчених ковбас є: бактерій групи кишкових паличок (коліформи) (БГКП), *S. aureus*, *L. monocytogenes*, сульфитредуцируючі клостридії і патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели.

Оцінка мікробіологічних показників готових контрольних і дослідних зразків напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів представлена в таблиці 14 і 15 відповідно.

Таблиця 7

Мікробіологічні показники дослідних і контрольних
зразків напівкопчених ковбас

Показники	Характеристика і значення показника		
	Нормовані показники	контроль	дослід
Бактерії групи кишкових паличок (БГКП) (коліформи)	не допускається в 1,0 г	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонелт	не допускається в 25,0 г	не виявлено	не виявлено
Сульфітрeredукуючі клостридії	не допускається в 0,1 г	не виявлено	не виявлено
S. aureus	не допускається в 1,0 г	не виявлено	не виявлено
L. monocytogenes	не допускається в 25,0 г	не виявлено	не виявлено

Таблиця 8.

Мікробіологічні показники дослідних і контрольних зразків варено-копчених
ковбас

Показник	Характеристика і значення показника		
	Нормовані показники	контроль	дослід
Бактерії групи кишкової палички (БГКП) (коліформи)	не допускається в 1,0 г	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели	не допускається в 25,0 г	не виявлено	не виявлено
Сульфітрeredуцирующие клостридії	не допускається в 0,1 г	не виявлено	не виявлено
S. aureus	не допускається в 1,0 г	не виявлено	не виявлено
L. monocytogenes	не допускається в 25,0 г	не виявлено	не виявлено

Результати мікробіологічних досліджень контрольних і дослідних зразків напівкопчених і варено-копчених ковбас свідчать про відповідність ковбасних виробів встановленим нормам.

Таким чином, в результаті проведених органолептичних, Фізико-хімічних, мікробіологічних досліджень напівкопчених і варено-копчених ковбас, вироблених із захисним модифікованим покриттям і без нього, встановлено, що ковбасні вироби відповідають вимогам стандарту.

Готові напівкопчені і варено-копчені ковбасні вироби, вироблені із застосуванням і без модифікованого латексного покриття, були відправлені на зберігання при температурі від 0 до +6 °С і відносній вологості повітря 75-78 %. напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів відповідно).

3.9.Дослідження термінів придатності напівкопчених і варено-копчених ковбас в модифікованому латексному покритті

В процесі зберігання вся харчова продукція схильна до псування. Виділяють три основні процеси, що приводять до невідповідності продукції споживчим якостям: фізичні, мікробіологічні, хімічні.

При обґрунтуванні термінів зберігання харчової продукції, необхідно враховувати зміну мікробіологічних, фізико-хімічних, органолептичних показників готових виробів [35].

Періодичність контролю показників якості і безпеки контрольних і дослідних зразків напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів в процесі зберігання встановлювали згідно додатках.

Термін придатності напівкопчених ковбас при температурі від 0 до +6 °С і відносній вологості повітря 75-78 % складає 15 діб. З урахуванням терміну придатності контрольними точками проведення досліджень для напівкопчених ковбас були: початок зберігання (фон), кінець резервного терміну придатності і проміжні крапки з періодичністю 5 діб.

Термін придатності варено-копчених ковбас при температурі від 0 до +6 °С і відносній вологості повітря 75-78 % складає 30 діб. З урахуванням терміну придатності контрольними точками проведення досліджень для варено-копчених ковбас були: початок зберігання (фон), кінець резервного терміну придатності і проміжні крапки з періодичністю 10 діб.

При проведенні фізико-хімічної оцінки харчової продукції для вивчення показників окислювального псування жирового компоненту визначаються перекисне число і кислотне число.

Кислотне число жиру (КЧ), дає характеристику вмісту в жирі вільних жирних кислот, що утворилися при його гідролізі. Накопичення вільних жирних кислот в жирі свідчить об погіршення його якості. Динаміка зміни КЧ жиру в процесі зберігання контрольних і дослідних зразків напівкопчених і варено-копчених ковбас представлені на рисунках 19 і 20 відповідно.

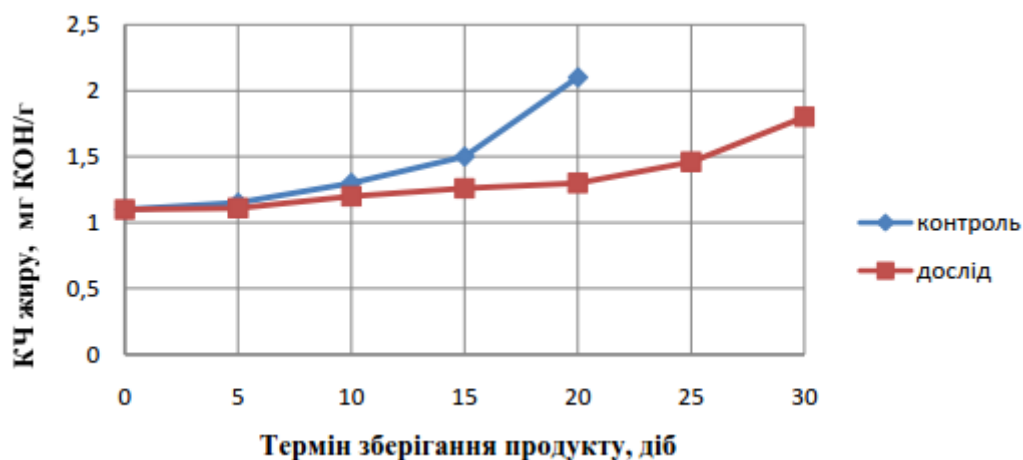


Рис. 19. Значення кислотного числа жиру зразків напівкопчених ковбас в процесі зберігання

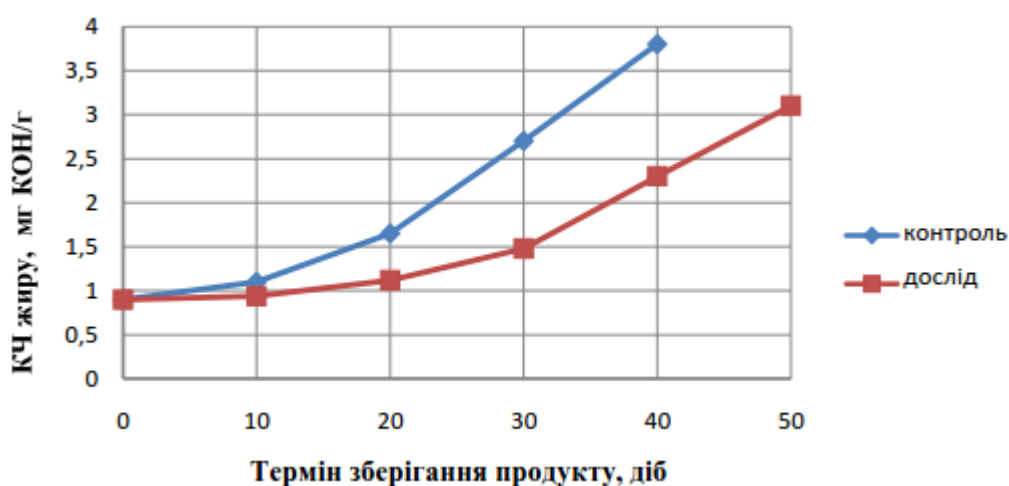


Рис. 20. Значення кислотного числа жиру зразків варено-копчених ковбас в процесі зберігання.

На 20-у добу КЧ жиру контрольних і дослідних зразків напівкопчених ковбас не перевищували норми (не більше 4 мг КОН/г) [21]. Контрольні зразки напівкопчених ковбас після 20-и доби зберігання були зняті із зберігання із-за перевищення вмісту КМАФАнМ в продукті і погіршення органолептичних показників. При дослідженні варено-копчених ковбас КЧ жиру контрольних і дослідних зразків не перевищували норми безпеки [31]. Контрольні зразки варено-копчених ковбас після 40 діб зберігання були зняті із зберігання із-за погіршення органолептичних показників.

Окислення жирів відбувається під впливом кисню повітря з утворенням перекисів, які є первинними продуктами процесу окислення. Кількість перекисів, що утворилися, характеризує перекисне число жиру. Зміна перекисного числа жиру в процесі зберігання напівкопчених і варено-копчених ковбас представлені на рисунках 21 і 22 відповідно.

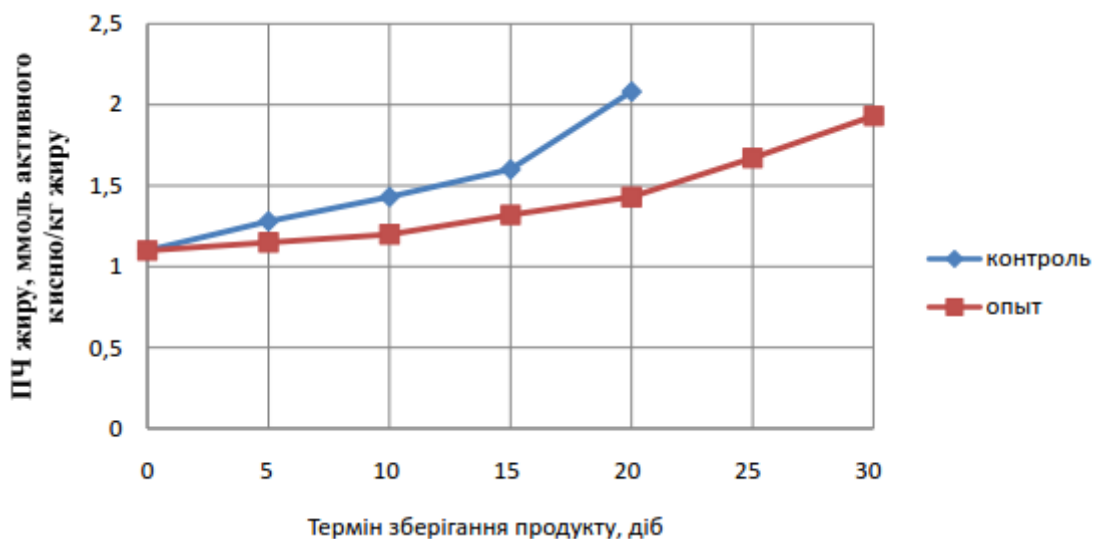


Рис. 21. Зміна перекисного числа жиру напівкопчених ковбас в процесі зберігання

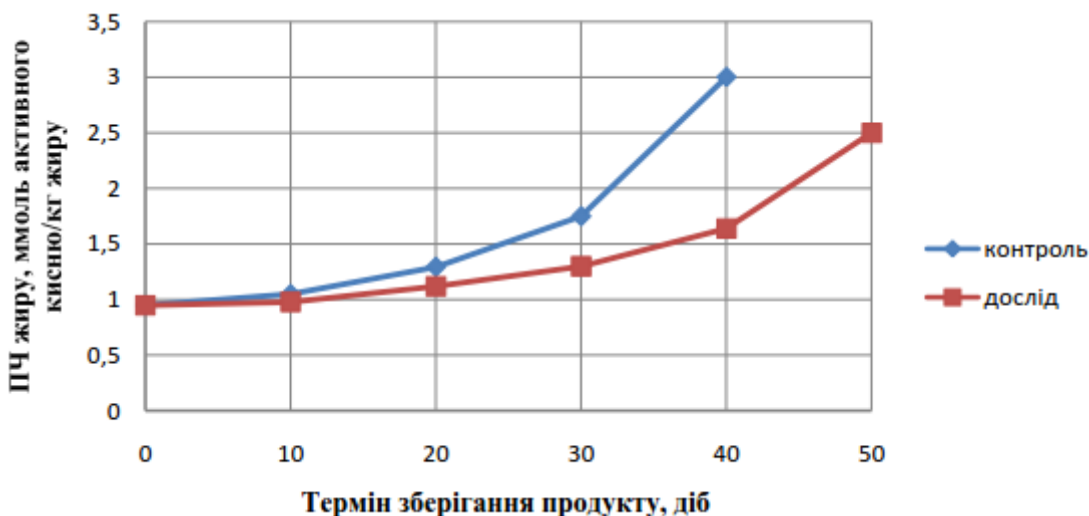


Рис. 22 Зміна перекисного числа жиру варено-копчених ковбас в процесі зберігання

З отриманих результатів виходить, що в процесі зберігання дослідні зразки напівкопчених і варено-копчених ковбас характеризувалися повільнішим протіканням процесів окислювального псування, чим контрольні. При цьому досліджувані контрольні і дослідчені зразки напівкопчених і варено-копчених ковбас не перевищували норми для показників кислотного (не більше 4 міліграма КОН/г) і перекисного чисел (не більше 10 ммоль O_2 /кг) [21].

Величина рН є одним з важливих показників якості м'ясних продуктів в процесі зберігання. Показник рН продукту впливає на здатність до розвитку мікроорганізмів, що приводять до погіршення якості готових виробів. Дослідження зміни значення рН контрольних і дослідних зразків напівкопчених і варено-копчених ковбас представлені в таблицях 16 і 17 відповідно.

Таблиця 16

Зміна величини рН досліджуваних зразків напівкопчених ковбас в процесі зберігання

<i>Термін зберігання, дів</i>	<i>Величина рН</i>	
	<i>контроль</i>	<i>дослід</i>
0	6,19±0,01	6,18±0,01
5	6,19±0,01	6,18±0,01
10	6,22±0,02	6,19±0,01
15	6,25±0,02	6,19±0,02
20	6,29±0,01	6,20±0,02
25	зразок вилучений	6,22±0,01
30		6,26±0,02

Аналіз отриманих даних свідчить, що тривалість зберігання ковбас приводить до збільшення значень величини рН як в контрольних, так і дослідних зразках, що пов'язане з накопиченням речовин в результаті розщеплювання білка при зберіганні.

В процесі зберігання напівкопчених ковбас впродовж першої 10-и доби відбувається незначна зміна в контрольних зразках, величини рН дослідних зразків впродовж 20-и доби змінюється в межах помилки. Значні зміни рН контрольних зразків відбуваються на 20-у добу зберігання, що свідчить про процеси, що приводять до погіршення показників якості. Зсув рН у бік нейтрального середовища сприятливо впливає на розвиток мікроорганізмів псування. Згідно з отриманими даними по мікробіологічних дослідженнях на 20-у добу показник КМАФАнМ перевищував допустиму безпечну норму [121].

Збільшення величини рН дослідних зразків напівкопчених ковбас спостерігали в період зберігання від 20 до 30 діб. Зміна мікробіологічний показників ковбас спостерігали на 20-у добу зберігання. Проте збільшення рН і показника КМАФАнМ в період від 20 до 30 діб є незначними і дозволяють припускати про збільшення терміну зберігання напівкопчених ковбас.

Таблиця 17

Зміна величини рН досліджуваних зразків варено-копчених ковбас в процесі зберігання

Термін зберігання, доба	Величина рН	
	контроль	дослід
0	6,22±0,01	6,22±0,01
10	6,23±0,01	6,22±0,01
20	6,25±0,02	6,23±0,01
30	6,28±0,02	6,24±0,01
40	6,32±0,01	6,25±0,01
50	зразок вилучений	6,29±0,02

Дослідження зміни величини рН в процесі зберігання варено-копчених ковбас, показали, що в контрольних зразках зростання величини рН спостерігалось, починаючи з 20 діб, в дослідних зразках починаючи з 40 діб. Проте, не дивлячись на зростання величини рН розвиток мікроорганізмів відбувався з незначною швидкістю (таблиця 19) як в контрольних, так і в дослідних зразках варено-копчених ковбас.

В процесі зберігання готових ковбасних виробів відбуваються втрати маси, обумовлена видаленням волога через поверхневий шар. Отримані дані представлені на графіках 23 і 24.

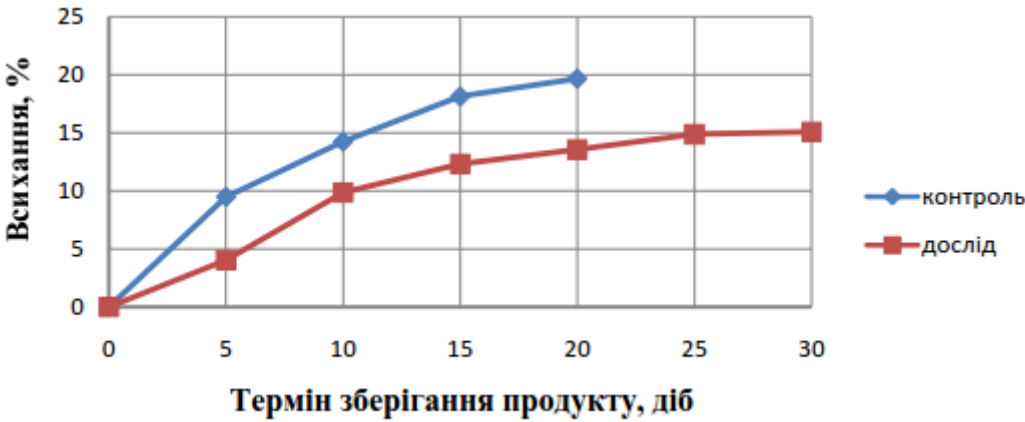


Рис. 23. Зміна маси зразків напівкопчених ковбас в процесі зберігання

В процесі зберігання протягом 30 діб втрати маси контрольних зразків склали 21,7 %, а дослідних - 15,07 %. Таким чином, застосування в технології виробництва напівкопчених ковбас модифікованого латексного покриття зменшує втрати маси продукту приблизно 0,6 разів.

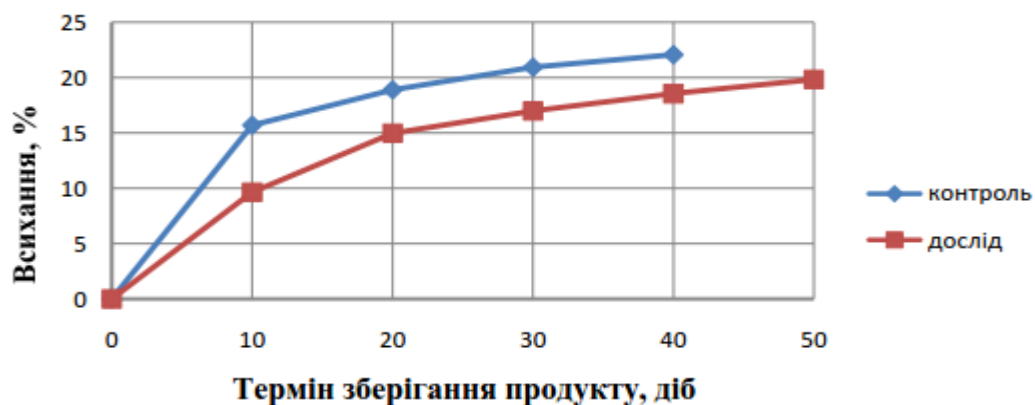


Рис. 24. Зміна маси зразків варено-копчених ковбас в процесі зберігання

В процесі зберігання протягом 50 діб втрати маси контрольних зразків склали 23,45 %, а дослідних - 19,82 %. Таким чином, застосування в технології виробництва варено-копчених ковбас модифікованого латексного покриття зменшує втрати маси продукту приблизно 0,8 разів. Зміна масової частки води в процесі зберігання напівкопчених і варено-копчених ковбас представлені на рисунку 25 і 26.

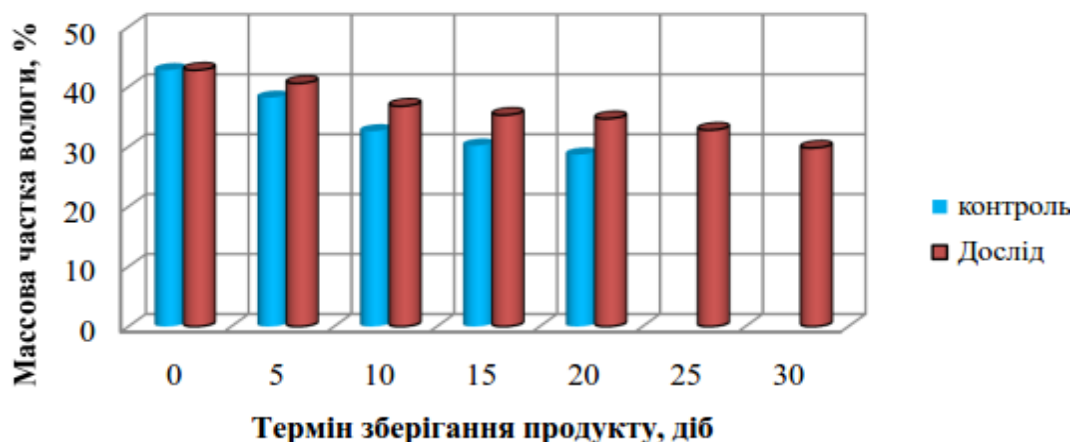


Рис. 25 Зміна масової частки води напівкопчених ковбас в процесі зберігання

З отриманих даних видно, що в процесі зберігання напівкопчених ковбас вміст води в контрольних зразках зменшується інтенсивніше, ніж в дослідних.

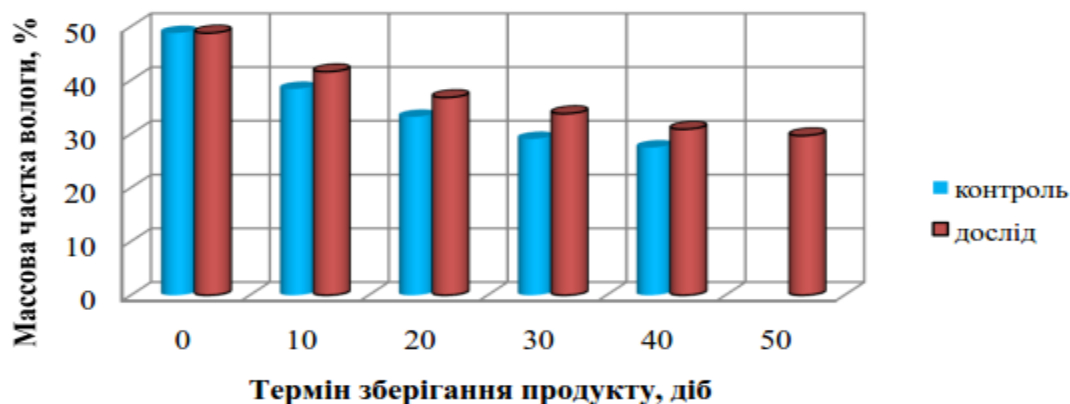


Рис. 26. Зміна м.ч.води в процесі зберігання варено-копчених ковбас

В результаті проведених досліджень отримали, що в процесі зберігання варено-копчених ковбас протягом 50 діб вміст вологи зменшується в контрольних зразках інтенсивніше, ніж в дослідних.

При зберіганні погіршення показників якості і безпеки харчової продукції найбільшою мірою викликані протікаючими мікробіологічними процесами.

Дослідження мікробіологічних показників харчової продукції відповідно до ДСТУ ISO 11290-1:2003 включають визначення як обов'язкових показників безпеки, регламентованих для ковбасних виробів до ДСТУ ISO 11290-1:2003 [19], так і додаткових - для отримання докладної санітарно-хімічної характеристики продукту.

Отримані мікробіологічні показники контрольних і дослідних зразків напівкопчених ковбас в процесі зберігання свідчать про відсутність розвитку всередині зразків ковбас бактерій групи кишкової палички, патогенних мікроорганізмів, в т.ч. сальмонел, сульфитредукуючих клостридій, *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* [169].

Результати дослідження змісту КМАФАнМ показали, що на 15-у добу зберігання (кінець терміну придатності за ДСТУ ISO 11290-1:2003, кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних Л мікроорганізмів в контрольних зразках складала $5,2 \cdot 10$ КУО/г, що відповідає вимогам безпеки (вміст КМАФАнМ не більш- $51 \cdot 10$ КУО/г). На 20-у добу зберігання досліджуваній показник контрольних -5 напівкопчених ковбас перевищував гранично допустиме значення $1 \cdot 10$ КУО/г [121].

У дослідних зразках напівкопчених ковбас спостерігали поступове збільшення змісту КМАФАнМ в процесі зберігання. На 15-у добу зберігання кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів в дослідних зразках складало $1,1 \cdot 10$ КУО/Г, що відповідає вимогам безпеки [38]. На 30-у добу зберігання кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів складала $3,0 \cdot 10^2$ КУО/Г [16], що відповідає вимогам безпеки.

Таблиця 18 - Мікробіологічні показники **напівкопчених ковбас** в процесі зберігання

зразок	Термін Зберігання дів	КМАФАнМ КУО/г	БГКП (коліформи) у 1,0 г	<i>S. aureus</i> в 1,0 г	<i>E.coli</i> в 0,1 г	Сульфит- редуючі кlostридії в 0,1 г	Патогенні, в т.ч. сальмонели в 25 г	<i>L. monocytogene</i> s в 25 г
контроль	0	$> 1,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	5	$1,1 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	10	$3,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	15	$5,2 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	20	$1,1 \times 10^3$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	25-30	зразок вилучений						
дослід	0	$> 1,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	5	$> 1,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	10	$1,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	15	$1,1 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	20	$1,5 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	25	$2,1 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	30	$3,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Мікробіологічні показники контрольних і дослідних зразків варено-копчених ковбас в процесі зберігання представлені в таблиці 19.

Отримані дані свідчать про відсутність розвитку усередині дослідних і контрольних зразків варено-копчених ковбас бактерій групи кишкових паличок (коліформи), патогенних мікроорганізмів, в т.ч. сальмонелл, сульфітредукуючих клостридій, *S. aureus*, *E. coli.*, *L. monocytogenes* [169].

На підставі отриманих даних на 30-у добу зберігання кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів в контрольних зразках складало $3,2 \cdot 10$ КУО/г, що відповідає вимогам безпеки (зміст КМАФАнМ не більше $1 \cdot 10^3$ КУО/г). [12].

При збільшенні часу зберігання зразків до 40 діб показник КМАФАнМ для контрольних зразків складав $7,4 \cdot 10$ КУО/г для дослідних – $2,1 \cdot 10$ КУО/г, що є допустимим для варено-копчених ковбас.

При дотриманні технології виробництва ковбасних виробів процес мікробіологічного псування може індукуватися розвитком мікроорганізмів, на поверхні готових виробів [25, 27].

Дослідження мікробіологічної обсемененості поверхні контрольних і дослідних зразків напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів що зберігаються впродовж 30-и і 50-и доби відповідно при температурі від 0 до +6 °С і відносній вологості повітря 75-78 %, проводили методом «змивів». Отримані результати свідчили про те, що в процесі зберігання контамінація поверхні контрольних зразків мікроорганізмами відбувається інтенсивніше, ніж дослідних.

Таблиця 19 Мікробіологічні показники безпеки **варено-копчених** ковбас в процесі зберігання

зразок	Термін зберігання	КМАФАнМ КУО/г	БГКП (коліформи), у 1 г	<i>S. aureus</i> в 1,0 г	<i>E.coli</i> , у 0,1 г	Сульфит-редуючі клостридії, в 0,1 г	Патогенні, в т.ч. сальмонели, в 25 г	<i>L. monocytogenes</i> , в 25 г
контроль	0	$> 1,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	10	$> 1,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	20	$1,8 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	30	$3,2 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	40	$7,4 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	50	зразок вилучений						
дослід	0	$> 1,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	10	$> 1,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	20	$> 1,0 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	30	$1,2 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	40	$2,1 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
	50	$4,2 \times 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

В період зберігання напівкопчених ковбас на поверхні контрольних зразків наголошувався розвиток мікроорганізмів на 5 діб, а на дослідних зразках на 15 діб. При цьому на 20-у добу на поверхні контрольних зразків відмічена поява цвілі і дріжджів. На 30-у добу зберігання поверхня дослідних зразків залишалася гладкою і сухою [19].

При зберіганні варено-копчених ковбасних виробів контамінацію поверхні мікроорганізмами контрольних зразків ковбас спостерігали на 10 діб, а дослідних на 20 діб. Збільшення тривалості зберігання до 30 діб, приводило до зростання показника обсемененности поверхні досліджуваних ковбас. На 50-у добу зберігання поверхня дослідних зразків залишалася гладкою і сухою [19].

В процесі зберігання контрольних і дослідних зразків напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів проводили органолептичні дослідження. Зразки напівкопчених і варено-копчених ковбас зберігали при температурі від 0 до +6 °С і відносній вологості повітря 75-78 % протягом 30 діб (напівкопчені ковбаси) і 50 діб (варено-копчені ковбаси).

В процесі зберігання контрольних зразків напівкопчених ковбас спостерігали зміну органолептичних показників. Більшою мірою погіршувався зовнішній вигляд, вигляд на розрізі і консистенція, це пов'язано з тим, що ковбаси, схильні зайвої втрати вологи в процесі зберігання, за рахунок високої проникності оболонки. На розрізі спостерігали неоднорідність забарвлення по шарах, поверхневі шари мали темніший відтінок, ніж внутрішні, це пов'язано з неоднорідністю процесу втрати вологи за всім обсягом батона, і як наслідок в ковбасах погіршувалася їх консистенція.

З отриманих даних видно, що на 15 добу зберігання дослідних зразків напівкопчених ковбас, відбувалися незначні зміни органолептичних показників. Як видно з малюнка 52 органолептичні показники дослідних зразків вище контрольних. Зовнішній вигляд дослідних зразків залишався привабливішим, за рахунок наявності на поверхні захисного модифікованого латексного покриття.

На розрізі дослідні зразки мали рівномірне забарвлення за всім обсягом батона, на відміну від контролю. Це зв'язано, з тим, що застосування додаткового модифікованого латексного покриття на поверхні ковбасної оболонки запобігає зайвому усиханню ковбасної продукції за рахунок зниження проникності оболонки (таблиця 11).

Збільшення терміну зберігання ковбас до 20 діб приводить до появи стороннього присмаку в контрольних зразках, на відміну від дослідних.

Профілограми варено-копчених ковбас, вироблені без і із застосуванням модифікованого покриття, після вироблення і на 30 діб

зберігання, представлені на рисунку 53 і 54 відповідно. зразків напівкопчених ковбас 15 діб зберігання

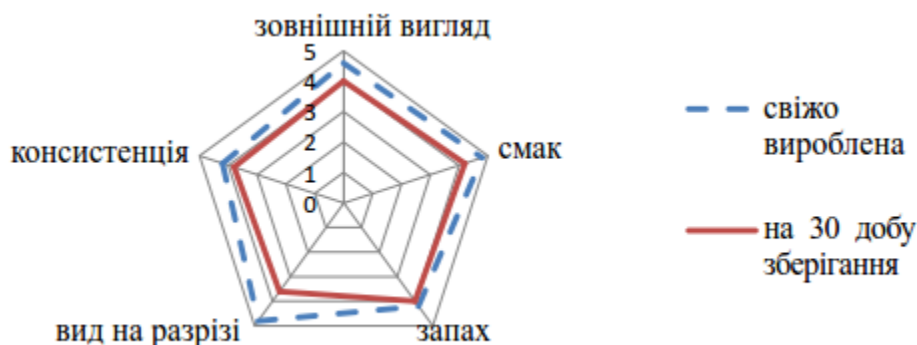


Рис. 27 Профілограма варено-копчених ковбас, вироблених без застосування модифікованого латексного покриття, після вироблення і на 30 діб зберігання.

З отриманих даних видно, що відбувається зниження органолептичних показників. Зміна показників пов'язана в першу чергу з процесами втрати вологи продукту.

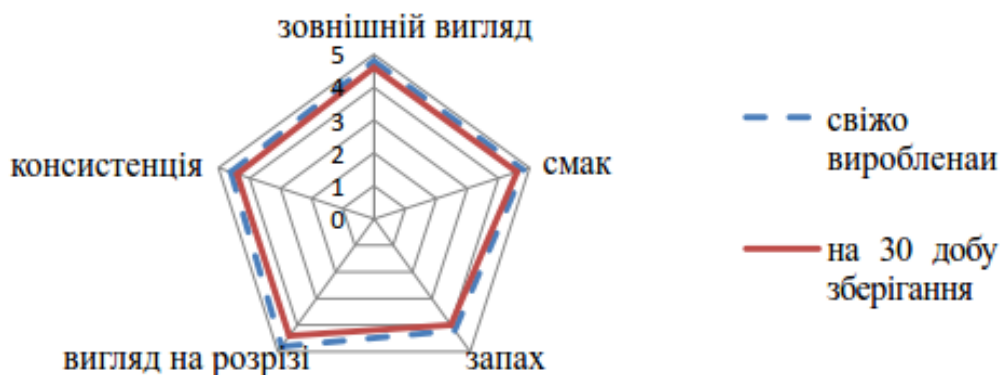


Рис. 28 Профілограма варено-копчених ковбас, вироблених із застосуванням модифікованого латексного покриття, після вироблення і на 30 діб зберігання

Отримані результати показують, що після закінчення 30 діб зберігання органолептичні показники варено-копчених ковбас змінюються трохи, по відношенню до показників після вироблення.

З отриманих даних видно, що зовнішній вигляд, консистенція і вигляд на розрізі дослідних зразків мають вищі значення, ніж контроль. Привабливий зовнішній вигляд дослідних зразків досягається за рахунок використання захисного модифікованого покриття, що забезпечує понижені масообмінні процеси між продуктом і навколишнім середовищем.

Збільшення зберігання варено-копчених ковбас до 40 діб провидить до появи стороннього присмаку в контрольних зразках, тоді як в дослідних зразках наголошується незначні зміни смаку на 50 діб зберігання.

На підставі проведених Фізико-хімічних, мікробіологічних і органолептичних досліджень напівкопчених ковбас в процесі зберігання

протягом 30 діб, було встановлено, що контрольні зразки втрачали свої споживчі властивості на 20 діб зберігання. Згідно ДСТУ 4436:2005 термін придатності напівкопчених ковбас при температурі від 0 до +6°C і відносній вологості повітря 75-78 % складає 15 діб, з урахуванням коефіцієнта резерву [15]. Дослідження ковбас, вироблених з нанесенням на поверхню ковбасних оболонок захисного модифікованого латексного покриття, виявили, що погіршення показників якості ковбас протікає повільніше, ніж в контрольних. На 30 діб зберігання напівкопчені ковбаси мали задовільні показники якості, при збільшенні терміну зберігання ковбаси не відповідали вимогам, що пред'являлися. Таким чином, термін придатності напівкопчених ковбас в модифікованому латексному покритті складає 30 діб, з урахуванням коефіцієнта резерву (до = 1,3) термін придатності складає 23 діб при температурі від 0 до +6 °C і відносній вологості повітря 75-78 %. Використання покриття в технології виробництва напівкопчених ковбас дозволяє збільшити термін придатності готової продукції з 15 до 23 діб (тобто в 1,5 рази).

Дослідження мікробіологічних, Фізико-хімічних і органолептичних показників варено-копчених ковбас дозволяють судити про те, що погіршення споживчих властивостей контрольних зразків спостерігалось на 40 діб зберігання. Термін придатності варено-копчених ковбас при температурі від 0 до +6 °C і відносній вологості повітря 75-78 % складає 30 діб, з урахуванням коефіцієнта резерву [105]. Варено-копчені ковбаси, що зберігаються в модифікованому латексному покритті, задовольняли вимогам якості і безпеки готової продукції протягом 50 діб зберігання, перевищення часу зберігання приводило до погіршення споживчих показників. Таким чином, термін придатності варено-копчених ковбас в модифікованому латексному покритті складає 50 діб, з урахуванням коефіцієнта резерву (до = 1,2) термін придатності складає 41 доба при температурі від 0 до +6 °C і відносній вологості повітря 75-78 %. Використання покриття в технології виробництва варено-копчених ковбас, дозволяє збільшити термін придатності готової продукції з 30 до 41 доби (тобто в 1,3 разу).

Таким чином, запропонований спосіб нанесення модифікованого латексного покриття на поверхню напівкопчених і варено-копчених ковбас. Нанесення покриття на поверхню сформованих в оболонках ковбас здійснюється в завершенні процесу сушки шляхом їх одноразового занурення в модифіковану латексну композицію. Формування покриттів відбувається в камері сушки протягом 80-120 хв. при температурі 12-16 °C, відносній вологості повітря 75-78 % і швидкості руху повітря 0,05-0,1 м/с.

Досліджені органолептичні, мікробіологічні, Фізико-хімічні властивості готових напівкопчених і варено-копчених ковбас, вироблених із

застосуванням модифікованого латексного покриття, і встановлено, що готові вироби відповідають вимогам якості і безпеки, що пред'являються.

В процесі зберігання напівкопчених ковбас втрати маси контрольних зразків складали 21,7 %, а дослідних - 15,07 %, отже, застосування в технології виробництва напівкопчених ковбас модифікованого латексного покриття зменшує втрати маси продукту приблизно в 0,6 разів; а втрати маси варено-копчених ковбас в процесі зберігання складали для контрольних зразків - 23,45 %, а дослідних - 19,82 %. Таким чином, застосування в технології виробництва варено-копчених ковбас модифікованого латексного покриття зменшує втрати маси продукту приблизно в 0,8 разів.

Використання модифікованого покриття у виробництві напівкопчених і варено-копчених ковбас приводить до збільшення терміну придатності напівкопчених ковбас з 15 до 23 діб, варено-копчених з 30 до 41 доби за умови їх зберігання від 0 до +6 і відносній вологості повітря 75-78 %.

3.10 Розрахунок економічної ефективності використання модифікованого латексного покриття у виробництві напівкопчених і варено-копчених ковбас

Виробництво якісних і безпечних ковбасних виробів зв'язане з використанням технологій, що дозволяє забезпечувати захист готової продукції в процесі зберігання від мікробіологічного псування, зайвого усихання.

В зв'язку з цим, актуальними є роботи із створення і застосування ресурсосберегаючих технологій збереження якості і збільшення термінів зберігання харчової продукції.

Використання полімерних захисних покриттів забезпечує підвищення виходу готової продукції, за рахунок скорочення природних втрат вологи з готового продукту в процесі зберігання і реалізації. Модифікація пленкообразователів дозволяє додати специфічні властивості отримуваним покриттям. Додання фунгіцидних і бактерицидних властивостей покриттям, сприяє захисту харчової продукції, що покривається, від ураження мікроорганізмами, що викликають їх псування.

Метою є – показати економічну доцільність використання у виробництві ковбасних виробів модифікованого латексного покриття. Економічний ефект досягається за рахунок регулювання масообмінних процесів на межі продукт-повітря латексним покриттям, завдяки чому знижуються втрати маси готового продукту в процесі зберігання.

Розрахунок собівартості напівкопчених і варено-копчених ковбас приведений в таблицях 20 і 21.

Розрахунок собівартості зразків напівкопчених ковбас «Краківська»,
вироблених із застосуванням модифікованого латексного
покриття

№ п/п	Найменування компонентів, кг на 1 т	Зразки		Ціна за 1 кг, грн.	Вартість, грн.	
		Контроль	Дослід		Контроль	Дослід
1	Свинина напівжирна	400	400	81,47	76588,00	76588,00
2	Яловичина 1 сорт	300	300	95	63108,00	63108,00
3	Грудинка свиняча	300	300	81,23	54369,00	54369,00
4	Сіль кухонна харчова	30	30	10,80	324,00	324,00
5	Нітрит натрію	0,075	0,075	39,60	2,97	2,97
6	Перець чорний мелений	1	1	220,50	220,50	220,50
7	Перець запашний мелений	0,9	0,9	180,30	162,27	162,27
8	Часник очищений подрібнений	2	2	65,60	403,2	403,2
9	Цукор-пісок	1,35	1,35	47,40	63,99	63,99
10	Черева (свинячі) (м.п.)	1250	1250	26,00	32500	32500
11	Латексне покриття	-	25	112,95	-	2823,75
Разом:					227741,93	230565,68

За наслідками проведених розрахунків (таблиця Л.1) собівартість 1 кг напівкопчених ковбас складає 227,74 грн./кг, а напівкопчених ковбас, вироблених в модифікованому латексному покритті, - 230,57 грн./кг.

В процесі зберігання втрати маси контрольних зразків в середньому склали 21,7 %, дослідних - 15,07 %. Отже, втрати з 1 кг контрольних зразків складає 49,42 грн., дослідних, – 34,74 грн. Економічна вигода від використання в технології виробництва напівкопчених ковбас, модифікованих латексних покриттів, з кожного кілограма готової продукції складає 14,98 грн., з кожної тони – 14980 грн.

Таблиця .21

Розрахунок собівартості зразків варено-копчених ковбас «Бандерівська»,
вироблених із застосуванням модифікованого латексного покриття

№ п/п	Найменування компонентів, кг на 1 т	Зразки		Ціна за 1 кг, грн.	Вартість, грн.	
		Контроль	Дослід		Контроль	Дослід
1	Яловичина вищого сорт	750	750	240,00	180000,00	180000,00
2	Шпик хребтовий	250	250	155,80	38950,00	38950,00
3	Сіль кухонна харчова	30	30	10,80	324,00	324,00
4	Нітрит натрію	0,1	0,1	39,60	3,96	3,60
5	Перець чорний мелений	1,5	1,5	220,50	330,75	330,75
6	Цукор-пісок	2	2	47,30	94,60	94,60
7	Кардамон	0,3	0,3	409,50	122,85	122,85
8	Колагенова оболонка (м.п.)	480	480	20,00	9600,00	9600,00
9	Латексне покриття	-	25	112,95	-	2823,75
Разом:					229426,16	232249,91

За наслідками проведених розрахунків (таблиця Л.2) собівартість 1 кг варено-копчених ковбас складає 229,42 грн./кг, а варено-копчених ковбас, вироблених в модифікованому латексному покритті, - 232,25 грн./кг.

В процесі зберігання втрати маси контрольних зразків в середньому склали 23,45 %, дослідних – 19,82 %. Отже, втрати з 1 кг контрольних зразків складає 53,79 грн., дослідних, – 46,82 грн. Економічна вигода від використання в технології виробництва варено-копчених ковбас, модифікованих латексних покриттів, з кожного кілограма готової продукції складає 7,76 грн., з кожної тонни – 7760 грн.

ВИСНОВКИ

Розроблено латексне покриття, модифіковане наночастками срібла, призначене для нанесення на поверхню готових напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів. Покриття володіє антимікробними властивостями і забезпечує зменшення втрати маси готових ковбас в процесі зберігання, забезпечує захист поверхні ковбас від мікробіологічної контамінації для запобігання мікробіологічному псуванню і зменшенню втрати маси готових ковбас в процесі зберігання.

Результати проведеного дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Встановлено, що збільшення вмісту модифікуючої добавки у складі полімерної композиції до 1,0% приводить до зменшення її основних колоїдно-хімічних показників на 25-35%. На підставі досліджень санітарно-хімічних і антимікробних показників модифікованих латексних плівок встановлено, що при вмісті модифікуючої добавки в концентрації 0,5% у складі покриття воно є безпечним для використання у контакті з харчовими продуктами і проявляє бактеріостатичну і фунгістатичну дію відносно штамів мікроорганізмів, що вражають поверхню ковбасних виробів.

2. Запропонований спосіб нанесення і умови формування модифікованого латексного покриття на поверхні напівкопчених і варено-копчених ковбас. Нанесення покриття на поверхню сформованих в оболонках ковбас здійснюється в завершенні процесу сушки шляхом їх одноразового занурення в модифіковану латексну композицію. Формування покриттів відбувається в камері сушки протягом 80-120 мин. при температурі 12-16 °C, відносній вологості повітря 75-78 % і швидкості руху повітря 0,05-0,10 м/с. Проведено дослідження вироблення ковбасних виробів в умовах промислового виробництва.

3. Встановлено, що використання модифікованого покриття у виробництві напівкопчених і варено-копчених ковбас забезпечує захист поверхні готового продукту в процесі зберігання від мікробіологічної контамінації, зменшує усихання і приводить до збільшення терміну придатності напівкопчених ковбас з 15 до 23 діб, варено-копчених ковбас - з 30 до 41 доби за умови їх зберігання від 0 до +6 °C і відносній вологості повітря 75-78 %.

4. Економічний ефект від використання розробленого модифікованого латексного покриття в технології виробництва напівкопчених ковбас «Краківська» і варено-копчених ковбас «Бандерівська» з кожної тонни готової продукції складає 14,98 тис. грн. і 7,76 тис. грн. відповідно, і обумовлений запобіганням зайвим втратам вологи в процесі зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Віннікова, Л.Г. Технологія м'яса і м'ясних продуктів / Л.Г. Віннікова. Київ: Фірма ІНКОС, 2006. 600 с.
2. Водопоглинання кишкових плівок, оброблених рослинним дубителем / В. М. Михайлов, В. М. Онищенко, В. А. Большакова, А. О. Борисова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х. : ХДУХТ, 2017. Вип. 1 (25). С. 27–34.
3. Вплив паропроникності кишкових оболонок на кількісні характеристики технології варених ковбас / В. М. Онищенко, В. А. Большакова, Н. Г. Гринченко, І. С. Островерх // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х. : ХДУХТ, 2014. Вип. 2 (20). С. 297–304.
4. Герасименко, Д.В. Антимікробна активність водорозчинних низькомолекулярних хитозанов відносно різних мікроорганізмів / Д.В. Герасименко, І.А. Авдієнко, Г.Е. Банникова [і ін.] // Прикладна біохімія і мікроорганізмів. 2014. Т. 40. №3. С. 301-306.
5. Дослідження захисних властивостей і безпечності кишкових ковбасних оболонок : монографія / В. М. Михайлов, В. М. Онищенко, М. О. Янчева, Л. Ю. Шубіна. Харків : ХДУХТ, 2021. 107 с.
6. ДСТУ 4285:2004. Кишки. Загальні технічні умови. – Введ. 01.07.2005. К. : Держспоживстандарт України ; Наук.-ред. відділ ДП «УкрНДНЦ», 2004. 20 с.
7. ДСТУ 4436:2005 Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні, Київ, Держспоживстандарт України, 2006.
8. ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісєневих грибів. [Чинний від 01-07-15]. К.: Держспоживстандарт України, 2015. 12 с. (Національні стандарти України).
9. ДСТУ ISO 11290-1:2003. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення. [Чинний від 01-10-03]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 12 с. (Національні стандарти України).
10. Зміни структурно-механічних властивостей склеєних кишкових оболонок смажених ковбас / В. М. Михайлов, В. М. Онищенко, В. А. Большакова, С. Т. Інжиянц // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х. : ХДУХТ, 2019. Вип. 2 (30). С. 156–167. 89.
11. Пат. на корисну модель 118522 Україна, МПК (2017.01) G01N 33/02 (2006.01), A22C 17/14 (2006.01), A22C 13/00. Спосіб визначення

міцності зв'язку між шарами склеєних кишкових плівок / Михайлов В. М., Онищенко В. М., Головка С. В., Онищенко А. В. ; заявник і патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u201702236 ; заявл. 10.03.2017 ; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15. 2 с.

12. Пат. на корисну модель 136280 Україна, МПК (2019.01) A22C 17/14 (2006.01), A22C 13/00. Спосіб виробництва сухих склеєних оболонкок зі свинячих черев / Михайлов В. М., Онищенко В. М., Шубіна Л. Ю., Інжиянц С. Т., Завгородній М. Ю. ; заявник і патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u201902178 ; заявл. 04.03.2019 ; опубл. 12.08.2019, Бюл. № 15. 4 с.

13. Якісні та кількісні характеристики смажених ковбас у склеєних кишкових оболонках / В. М. Онищенко, В. А. Большакова, О. Б. Дроменко, С. Т. Інжиянц, Л. Ю. Шубіна // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : зб. наук. пр. / ТДАТУ ім. Дмитра Моторного. – Мелітополь: ТДАТУ ім. Дмитра Моторного, 2020. Вип. 20, т. 1. С. 159–169.

14. Abrunhosa, L. A review of mycotoxins in food and feed products in Portugal and estimation of probable daily intakes / L. Abrunhosa, H. Morales, C. Soares, T. Calado, A.S. Vila-Cha, M. Pereira, A. Venancio //Critical reviews in food science and nutrition. 2016. V. 56. №. 2. P. 249-265.

15. Akhilesh, K. (2012). Verma Application of nanotechnology as a tool in animal products processing and marketing: an overview / K. Verma Akhilesh, V.P. Singh, Pathak Vikas // American Journal of Food Technology. №7(8). P. 445451.

16. Altunatmaz, D.K. (2012). Detection of airborne psychrotrophic bacteria and fungi in food storage refrigerators / D.K. Altunatmaz, G. Issa, A. Aydin // Braz. J. Microbiol. V. 43 № 4. P. 1436-1443.

17. Arora, A. Nanocomposites in food packaging / A. Arora, G.W. Padua // Journal of Food science. 2010. V. 75. №. 1. P. 43-49.

18. Atmuri, A.K. (2012). Autostratification in Drying Colloidal Dispersions: Effect of Particle Interactions/ A.K. Atmuri, S.R. Bhatia, A.F. Routh // Langmuir. V. 28. №.5. P. 2652-2658.

19. Bacer, R.C. (2014). Framework for managing mycotoxin risks in the food industry / R.C. Bacer, R.M. Ford, M.E. Helander // J. Food Prot. V. 77 №12. P. 2181-2188.\

20. Balandin G.V. (2015). The study of the antimicrobial activity of colloidal solutions of silver nanoparticles prepared using food stabilizers / G.V. Balandin, O.A.Suvorov, L.N.Shaburova, D.O.Podkopaev, Y.V. Frolova, G.A. Ermolaeva // J. Food Sci Technol. V. 52. № 6. P. 3881-3886.

21. Bouwmeester, H. (2014). State of the safety assessment and current use of nanomaterials in food and food production / H. Bouwmeester, P. Brandhoff,

H.J. Marvin, S. Weigel, R.J. Peters // Trends in food science & technology. V.40. №2. C. 200-210.

22. Emanifar, A. (2010). Preparation and evaluation of nanocomposite LDPE films containing Ag and ZNO for food-packaging applications / Emanifar Aryou, Kadivar Mahdi, Shahedi Mohammad, Soleimanian-Zad Sabihe // J. Advanced Materials Research. V. 129. P. 1228-1232.

23. Faunce, T. (2010). Nanosilver and global public health: international regulatory issues / T. Faunce, A. Watal // J. Nanomedicine. № 5 (4). P.617-632.

24. Graham, M. V. (2014). Nano and microscale topographies for the prevention of bacterial surface fouling / M.V. Graham, N.C. Cady // Coatings. V.4. №1. P. 37-59.

25. Montes-Burgos, I. (2010). Characterisation of nanoparticle size and state prior to nanotoxicological studies / I. Montes-Burgos, D. Walczyk, P. Hole et al. // J. Nanopart. Res. №12. P.47-53.

26. Mudunkotuwa, A. (2012). Dissolution of ZNO Nanoparticles at Circumneutral pH: A Study of Size Effects in the Presence and Absence of Citric Acid. /A.Mudunkotuwa, T.Rupasinghe, Chia-MingWu, V. H.Grassian.// Langmuir. V.28. № 1. P. 396-403.

27. Papagianni, M. (2014). Purification and biochemical characterization of a novel alkaline protease produced by *Penicillium nalgiovense* / M. Papagianni, D. Sergelidis // Appl. Biochem. Biotechnol. V. 172. № 8. P. 3926-3938/

28. Perrone, G. (2015). *Penicillium salami*, a new species occurring during seasoning of dry cured meat / G. Perrone, R.A. Samson, J.C. Frisvad et. al // Food microbial. V. 193. P. 91-98.

29. Research into mechanical properties of minced meat and finished products / Y. Suchenko, V. Suchenko, M. Mushtruk, V. Vasylyv, Y. Boyko // EUREKA: Life Sciences. 2017. Iss. 4. P. 43–51.

30. Schropfer M. Investigations Towards the Binding Mechanisms of Vegetable Tanning Agents to Collagen / M. Schropfer, M. Meyer // Research Journal of Phytochemistry. 2016. Vol. 10 (2), Iss. 2. P. 58–66.

Апаратурна схема виробництва

Застосування модифікованого латексного покриття в технології виробництва ковбасних виробів не змінює принципової технологічної схеми. У технологічному процесі виробництва ковбасних виробів застосовується устаткування, закріплене за виробництвом. Устаткування, призначене для нанесення модифікованого латексного покриття, відноситься до допоміжного типу. Ділянка апаратурно-технологічної схеми виробництва напівкопчених і варено-копчених ковбас в модифікованому латексному покритті представлений на рисунку В.3.

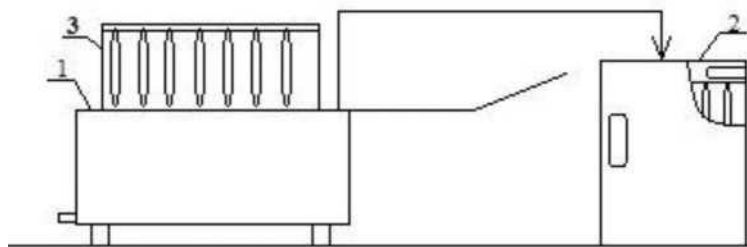


Рис. Ділянка апаратурно-технологічної схеми виробництва напівкопчених і варено-копчених ковбас в модифікованому латексному покритті.

На кресленні (Рис. В.3) представлена ділянка нанесення модифікованого латексного покриття на поверхню ковбасних виробів. Після термічної обробки ковбасні вироби поступають на стадію сушки. У завершенні процесу, ковбасні вироби, підвішені у вертикальному положення на рамі 3, переміщуються до ванни 1, заздалегідь заповненою рідкою модифікованою латексною композицією. Склад наноситься одноразовим зануренням ковбасних виробів в рідкий склад, після стікання надлишків, ковбасні вироби на рамі переміщуються в сушильну камеру для остаточного формування захисного покриття на поверхні ковбас.

Акт проведення дегустації

від «14» листопада 2024 р

На дегустації присутні: доц. Драчук У.Р., доц. Галух Б.І., доц. Басараб І.М., доц. Коваль Г.М., доцент. Сімонова І.І. провели дегустаційну оцінку контрольних і дослідних зразків напівкопченої ковбаси.

Контрольні і дослідні зразки вироблялися відповідно до традиційної рецептури, з додатковими стадіями нанесення модифікованого покриття на поверхню дослідних зразків, в процесі досушивання напівкопченої ковбаси. Зберігання ковбас здійснювали при температурі від 0 до +6°С і відносній вологості повітря 75-78% протягом 15 діб.

Основні органолептичні показники контрольних і дослідних зразків оцінювали за п'ятибальною шкалою, середні оцінки в балах представлені в таблиці.

Таблиця

Органолептична оцінка контрольних і дослідних напівкопчених ковбас «Краківська»

зразки	зовнішній вигляд	вигляд на розрізі	колір	смак	запах	Консистенція	соковитість	Загальний бал
початкові органолептичні показники								
контроль	4,6	4,9	4,8	4,8	4,2	4,6	4,5	4,62
дослід	4,8	4,9	4,8	4,8	4,2	4,6	4,5	4,65
органолептичні показники по закінченню 15 діб зберігання								
контроль	4,0	3,8	4,2	4,6	4,0	3,8	3,4	3,97
дослід	4,5	4,4	4,6	4,6	4,0	4,5	4,0	4,37

При візуальній оцінці вироблених контрольних і дослідних зразків ковбас, членами комісії наголошувалася наявність матово-блискучої і гладкої поверхні дослідних зразків. Всі досліджувані зразки напівкопченої ковбаси мали традиційний зовнішній вигляд для даного виду виробів, володіли щільною консистенцією, рівномірним забарвленням, як внутрішнього, так і поверхневого шарів, в міру солоним і злегка гострим смаком.

По закінченню 15 діб зберігання органолептичні показники дослідних зразків перевершували контроль і відповідали вимогам, що пред'являються до якості напівкопчених ковбас. При збільшенні терміну зберігання зразків до 25 діб, наголошувалися незначні зміни смакових якостей дослідних зразків, в порівнянні з контрольними, в яких наголошувалася поява стороннього присмаку і запаху, а також відмічено утворення того, що ослизнуло поверхні. Результати проведених досліджень контрольних і

дослідних зразків напівкопчених ковбас дозволяють рекомендувати розроблену технологію для впровадження у виробничий процес.

Члени дегустаційної комісії:

_____	доц. Драчук У.Р.
_____	доц. Галух Б.І.
_____	доц. Басараб І.М.
_____	доц. Коваль Г.М.
_____	асист. Сімонова І.І.

АКТ

від «14» листопада 2024 р

дегустації варено-копченої ковбаси «Бандерівська», виготовленої з використанням модифікованих оболонок

Ми, члени комісії, що підписалися нижче, в складі співробітників кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів: доц. Драчук У.Р., доц. Галух Б.І., доц. Басараб І.М., доц. Ромашко І.С., доц. Сімонова І.І. підтверджуємо, що 14 листопада 2019 р. провели дегустаційну оцінку контрольних і дослідних зразків варено-копченої ковбаси.

Контрольні і дослідні зразки вироблялися відповідно до традиційної рецептури, з додатковими стадіями нанесення модифікованого покриття на поверхню дослідних зразків, в процесі досушивання варено-копченої ковбаси. Зберігання ковбас здійснювали при температурі від 0 до +6°C і відносній вологості повітря 75-78% протягом 30 діб.

Основні органолептичні показники контрольних і дослідних зразків оцінювали за п'ятибальною шкалою, середні оцінки в балах представлені в таблиці.

Таблиця

Органолептична оцінка контрольних і дослідних варено-копчених ковбас «Бандерівська»

зразки	Зовнішній вигляд	вигляд на пошнізі	колір	смак	запах	Консистенція	Соковитість	Загальний бал (середов.)
початкові органолептичні показники								
контроль	4,6	4,8	4,6	4,8	4,2	4,2	4,6	4,54
дослід	4,8	4,8	4,6	4,8	4,2	4,2	4,6	4,57
органолептичні показники по закінченню 30 діб зберігання								
контроль	4,0	3,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,94
дослід	4,6	4,4	4,4	4,6	4,0	4,4	4,0	4,34

При візуальній оцінці вироблених контрольних і дослідних зразків ковбас, членами комісії наголошувалася наявність матово-блискучої і гладкої поверхні дослідних зразків. Всі досліджувані зразки варено-копченої ковбаси мали традиційний зовнішній вигляд для даного виду виробів, володіли щільною консистенцією, рівномірним забарвленням, як внутрішнього, так і поверхневого шарів, в міру солоним і злегка гострим смаком і ароматом прянощів і копчення.

По закінченню 30 діб зберігання органолептичні показники дослідних зразків перевершували контроль і відповідали вимогам, що пред'являються

до якості варено-копчених ковбас. При збільшенні терміну зберігання зразків до 40 діб, наголошувалися незначні зміни смакових якостей дослідних зразків, в порівнянні з контрольними, в яких наголошувалася поява стороннього присмаку і запаху. Результати проведених досліджень контрольних і дослідних зразків варено-копчених ковбас дозволяють рекомендувати розроблену технологію для впровадження у виробничий процес.

Члени дегустаційної комісії:

_____	доц. Драчук У.Р.
_____	доц. Галух Б.І.
_____	доц. Басараб І.М.
_____	доц. Коваль Г.М.
_____	доц. Сімонова І.І.