

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
сирокопчених ковбас**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТз-1-24
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Владислава БАБЕНКО

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Дніпро 2025

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Бабенко Владислав Валентинівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва сировокопчених ковбас». Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3183.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 15 грудня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва сировокопчених ковбас та м'ясних виробів. 3 Нормативно-технологічна документація та інструкції щодо ведення технологічних процесів на підприємствах з переробки м'яса. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Літературний огляд. 2 Організація експерименту і методи дослідження. 3 Дослідна частина. 4 Практична реалізація результатів досліджень. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Схема проведення експериментальних досліджень. 3 Результати досліджень та їх аналіз. 4 Практичне впровадження результатів досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	15.12.2025
5	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	15.12.2025
6	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	15.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-27.10.25	виконано
2	Літературний огляд	28.10-07.11.25	виконано
3	Організація експерименту і методи дослідження	08.11-14.11.25	виконано
4	Дослідна частина	15.11-30.11.25	виконано
5	Практична реалізація результатів досліджень	01.12-06.12.25	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	09.12-12.12.25	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	13.12-14.12.25	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	15.12.2025	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Владислава БАБЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва сирокочених ковбас»

Кваліфікаційна робота: 69 сторінок, 14 рисунків, 11 таблиць, 0 додатків, 56 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва сирокочених ковбас.

Предмет дослідження – процес сушіння сирокочених ковбас у вигляді нарізок та можливості скорочення його тривалості.

Мета роботи – обґрунтування технології сирокочених ковбас за рахунок скорочення тривалості сушіння.

В даний час для скорочення технологічного циклу виробництва зменшують терміни посолу і дозрівання сирокочених ковбас. З цією метою широко використовуються бактеріальні культури для введення їх у фарш і деяких видів дріжджів для обробки поверхні продукту. Додавання бактеріальних культур у фарш сприяє формуванню приємного смаку та аромату продукту, стабілізує його колір та пригнічує життєдіяльність гнильних та санітарно-показових бактерій. Використання сухих дріжджів при обробці поверхні продукту запобігає його пліснявінню та забезпечує утворення захисного шару проти окисної дії кисню повітря на компоненти фаршу.

Сирокочені ковбаси порівняно добре засвоюються організмом людини. Їх структура характеризується макроскопічною однорідністю, монолітністю та зв'язаністю. Враховуючи ці обставини, важливим є процес структуроутворення сирокочених ковбас, що сприяє отриманню продукту з необхідними товарними показниками і, з іншого боку, визначає його харчову цінність.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Ковбаса сирокочена, показники, фарш, шпик, тривалість процесу, товщина нарізки, поживна цінність, дослідження.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	9
1.1 Чинники, що впливають на якість та безпеку сирокочених ковбас	9
1.2 Виробництво сирокочених ковбас з використанням бактеріальних культур	11
1.3 Сучасні технології сирокочених ковбас	15
Висновки за розділом	21
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	24
2.1 Організація проведення досліджень та схема їх проведення	24
2.2 Методи дослідження.....	26
Висновки за розділом	27
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	29
3.1 Вплив товщини нарізки скибочок сирокочених ковбас на швидкість сушіння і властивості продукту	29
3.1.1 Вплив ступеня подрібнення фаршу та товщини скибочок на динаміку вологи та втрати маси в процесі дозрівання-сушіння	29
3.1.2 Сенсорна оцінка скибочок сирокочених ковбас	34
3.2 Вплив сушіння нарізки сирокочених ковбас на фізико-хімічні, біохімічні та структурно-механічні властивості продукту.....	36
3.2.1 Зміна фізико-хімічних показників фаршу при дозріванні-сушінні	37
3.2.2 Вплив дозрівання-сушіння на структурно-механічні та колірні показники сирокочених ковбас.....	39
3.2.3 Мікробіологічні процеси при дозріванні-сушінні	42
3.3 Дослідження окисних процесів у готовому продукті	44
3.4 Результати органолептичної оцінки готових виробів	46
Висновки за розділом	47
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	50
Висновки за розділом	52

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва сиркопчених ковбас	53
5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва сиркопчених ковбас	54
Висновки за розділом	56
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	57
6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	57
6.2 Розрахунок вартості дослідження	60
Висновки за розділом	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	62
БІБЛІОГРАФІЯ	64

ВСТУП

В умовах сьогоденної ринкової конкуренції фахівці м'ясопереробних підприємств особливу увагу приділяють не тільки підвищенню якості, безпеки та збереженню товарного виду продукції, а й розширенню ринку збуту. Висока харчова цінність, тривала стійкість при зберіганні сировокопчених ковбас визначають виробництво цих продуктів не тільки для місцевого споживання, але і для транспортування у віддалені райони. Інтерес споживачів і виробників до сировокопчених ковбас постійно зростає як в Україні, так і за кордоном.

Однак збільшення вироблення сировокопчених ковбас стримується тривалістю процесу їх виготовлення. В даний час для скорочення технологічного циклу виробництва зменшують терміни посолу і дозрівання сировокопчених ковбас. З цією метою широко використовуються бактеріальні культури для введення їх у фарш і деяких видів дріжджів для обробки поверхні продукту. Додавання бактеріальних культур у фарш сприяє формуванню приємного смаку та аромату продукту, стабілізує його колір та пригнічує життєдіяльність гнильних та санітарно-показових бактерій. Використання сухих дріжджів при обробці поверхні продукту запобігає його пліснявінню та забезпечує утворення захисного шару проти окисної дії кисню повітря на компоненти фаршу.

Удосконаленню технології сировокопчених ковбас були присвячені праці багатьох зарубіжних вчених – Leistner L., Mueller A., Hammes W.R., Niederauer Th., Rodel W. та ін., які заклали наукові основи формування якості та безпеки продукції при підготовці сировини, у процесі приготування фаршу, ферментації, копчення, сушіння при використанні стартових культур та інших рецептурних інгредієнтів.

Сировокопчені ковбаси порівняно добре засвоюються організмом людини. Їх структура характеризується макроскопічною однорідністю, монолітністю та зв'язаністю. Враховуючи ці обставини, важливим є процес структуроутворення сировокопчених ковбас, що сприяє отриманню продукту з необхідними товарними показниками і, з іншого боку, визначає його харчову цінність.

Монолітна структура сировокопчених ковбас починає формуватися з моменту

наповнення оболонки фаршем і триває в період осідання, копчення та сушіння. Значна тривалість виготовлення сирокочених ковбас визначається, перш за все, часом, необхідним для проходження складних біохімічних та мікробіологічних процесів, а також тривалістю зневоднення продукту до необхідної вологості.

Одним із шляхів скорочення виробничого циклу вироблення сирокочених ковбас може бути зменшення тривалості сушіння. Відомо, що при конвективному сушінні рушійною силою зневоднення є градієнт вмісту води між центральним і зовнішнім шаром ковбасного батона. Отже, для інтенсифікації процесу масопереносу при сушінні необхідно або збільшити градієнт вмісту води між шарами продукту або зменшити між ними відстань.

У зв'язку з цим необхідно вивчити вплив параметрів сушіння сирокочених ковбас на перебіг процесу зневоднення, біохімічні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники фаршу в процесі сушіння, якість та безпеку готових продуктів.

Метою роботи є обґрунтування технології сирокочених ковбас за рахунок скорочення тривалості сушіння.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі основні завдання:

- обґрунтувати товщину скибочок сирокочених ковбас, що піддаються конвективному сушінню;
- вивчити вплив процесу дозрівання-сушіння скибочок сирокочених ковбас на біохімічні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості скибочок сирокочених ковбас;
- провести порівняльні дослідження показників якості сирокочених ковбас вироблених за діючою технологією та висушених у вигляді скибочок;
- розробити прискорену технологію сирокочених ковбас нарізаних у вигляді скибочок і підданих конвективному сушінню.
- провести розрахунок вартості проведених досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва сирокочених ковбас.

Предмет дослідження – процес сушіння сирокочених ковбас у вигляді нарізок та можливості скорочення його тривалості.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Чинники, що впливають на якість та безпеку сирокочених ковбас

Дозрівання сирокочених ковбас є комплексом взаємозалежних мікробіологічних, хімічних і фізичних процесів, які визначають якість готового продукту та його безпеку.

Відомо, що якість будь-якого харчового продукту в першу чергу залежить від властивостей сировини [20]. На думку авторів [15, 18] дослідження якості м'ясної сировини дозволить встановити частку сировини, що відповідає вимогам для вироблення сирокочених ковбас, вибрати технологію, що дозволяє використовувати сировину певної якості, визначити критичні точки виробництва та ввести необхідні «бар'єри», що забезпечують якість та безпека сирокочених ковбас, зберегти стабільність споживчих характеристик готової продукції.

При виробленні сирокочених ковбас велике значення надається добору сировини, у зв'язку з тим, що ці продукти не піддаються тепловій обробці, а готовність продукту досягається завдяки дії ферментів м'яса і ферментів мікроорганізмів. На думку дослідників для вироблення сирокочених та сиров'ялених ковбас рекомендується використовувати м'ясну сировину з низьким вмістом вологи та мінімальним рівнем грубої сполучної тканини [4]. Це пов'язано з тим, що всі основні технологічні процеси виготовлення таких ковбас пов'язані з безперервним видаленням вологи.

Вчені [19, 21] рекомендують для вироблення сирокочених та сиров'ялених ковбас використовувати м'ясну сировину з низьким значенням рН у кількості до 30 % від маси основної сировини. Таким вимогам відповідає м'ясо з PSE властивостями.

Для виробництва сирокочених ковбас бажано використовувати охолоджене дозріле м'ясо з рН 5,6 – 6,0 [10]. При виробленні сирокочених ковбас не рекомендується використовувати DFD м'ясо у зв'язку з тим, що гальмується розвиток молочнокислих мікроорганізмів, особливо у разі короткочасного

дозрівання, що може призвести до псування продуктів внаслідок розвитку небажаної мікрофлори. Отже, величина рН є в даному випадку важливим бар'єром. На швидкість падіння величини рН у сирокочених ковбасах можна вплинути додаванням цукру.

Дослідженнями [14] встановлено, що для виробництва сирокочених ковбас слід використовувати м'ясо від добре відгодованих свиней з живою масою від 140 до 150 кг.

Відповідно до теорії «бар'єрної технології» [14, 15] харчовий продукт має шість бар'єрів: F – теплова обробка, t – охолодження, a_w – активність води, рН – кислотність середовища, Eh – окислювально-відновний потенціал та присутність будь-яких консервів. В результаті послідовності дії бар'єрів, які мають місце при виробленні сирокочених ковбас, вони стають мікробіологічно стійкими продуктами з тривалим терміном придатності.

Істотне значення на якість сирокочених ковбас надають так звані «зовнішні» фактори, серед яких важливе значення мають відносна вологість повітря в камері, температура та швидкість руху повітря. Крім цього до них можна віднести діаметр оболонки, розміщення продукту в сушильній камері та порядок її завантаження. На думку фахівців [7] істотний вплив на процес сушіння ковбас надає ступінь подрібнення фаршу, товщина та діаметр оболонки.

Діаметр оболонки впливає взаємозв'язок фізичних і мікробіологічних процесів. За даними [39] при однаковій вихідній сировині та умовах дозрівання більший діаметр оболонки сприяє зниженню рН в сирокочених ковбасах до нижчого значення. Як вважають автори, це пов'язано з повільним зниженням показника активності води в ковбасах з великим діаметром.

Відомо, що в процесі сушіння з ковбасних батонів видаляється основна кількість вологи. За даними угорських фахівців сушіння сиров'ялених ковбас необхідно проводити при температурі 10 – 12 °С і щодо вологості повітря 65 – 85 % при швидкості руху повітря 0,2 м/с [4]. При вологості понад 85 % поверхня ковбасного батона покривається пліснявою, при зниженні вологості відбувається надмірно швидке сушіння, що веде до деформації батонів. До того ж, дослідники

підтверджують той факт, що тривалість сушіння залежить від діаметра батона.

Контроль температури має важливе значення, оскільки температура впливає швидкість зниження показника рН, підвищення щільності фаршу і активності води, і навіть швидкість зневоднення продукту [10].

Необхідно враховувати, що на початку процесу дозрівання сирокопченої ковбаси після заповнення оболонки фаршем відбувається повільне вирівнювання температури, приблизно протягом від 4 до 6 год, при цьому відносна вологість в камері дозрівання не повинна бути вище 90 % для запобігання утворенню сухої скоринки на поверхні батона [17].

Внаслідок того, що від швидкості руху повітря залежить тривалість вирівнювання температури, і рівномірне підсушування ковбас цей параметр має велике значення. Wirth F., Rodel W. пропонують на першому етапі дозрівання сирокопчених ковбас застосовувати швидкість руху повітря від 0,5 до 0,8 м/с. У міру дозрівання її слід зменшити до 0,2 м/с.

Як свідчать дані наведені в [13] додавання в рецептуру фаршу кухонної солі, цукру, жиру, а також стартових культур мікроорганізмів і харчових добавок істотно впливає на колір сирокопчених ковбас.

Дослідженнями Марко А. було показано, що при додаванні у фарш сирокопчених ковбас нітратів у продукті менше накопичується вторинних продуктів окислення і більше утворюється вільних жирних кислот беруть участь у формуванні аромату і смаку готових продуктів, ніж у ковбасах містять нітриту. Як вважають автори, це зумовлено вищою популяцією мікроорганізмів у цих ковбасах і позитивному впливі нітратів на обмін речовин.

1.2 Виробництво сирокопчених ковбас з використанням бактеріальних культур

Відомо, що внесення стартових культур мікроорганізмів у фарш сирокопчених ковбас сприяє прискоренню дозрівання-сушіння, покращує органолептичні показники готових продуктів, має тендеризуючу дію на м'язову та

сполучну тканини м'яса. Ефективність використання стартових бактеріальних культур ґрунтується на специфічності та унікальності їх властивостей [15, 17].

В даний час процес виробництва сирокочених та сиров'ялених ковбас значно інтенсифікований за рахунок використання стартових культур мікроорганізмів. На перших етапах після введення таких мікроорганізмів настає стійка рівновага між різними видами мікроорганізмів. У процесі дозрівання-сушіння інтенсивно розвивається специфічна, як правило, молочнокисла мікрофлора, яка до 12 годин значно збільшується і безперервно зростає, досягаючи максимуму до 60 годин [23].

Основні вимоги до стартових культур мікроорганізмів полягають, перш за все, в тому, що вони повинні швидше і надійніше працювати, ніж ті, які природно присутні в м'ясному фарші і бути безпечними для здоров'я людини. Усі застосовувані у виробленні сирокочених м'ясних продуктів стартові культури молочнокислих бактерій, зазвичай, є «гомоферментними», тобто, при додаванні до м'ясної системи цукрів вони утворюють лише молочну кислоту [36]. Крім того, вони активні в середовищі з низьким рівнем споживання кисню і добре себе зарекомендували при виробленні ковбас великого діаметру.

Молочнокислі мікроорганізми роблять сирокочену ковбасу продуктом тривалого зберігання, перешкоджаючи розвитку небажаної мікрофлори. Однак, як вважають у [18], стійкості сирокочених ковбас до мікробіологічної псування сприяє ряд та інших факторів, які діють один за одним у певній послідовності [15].

Нітрит натрію, що додається у фарш сирокоченої ковбаси, стабілізує розвиток небажаної мікрофлори, особливо на перших етапах дозрівання і, зокрема, гальмує розвиток у разі присутності у фарші сальмонел. При цьому, як вважає автор [11], кількість нітриту натрію, що додається, повинна бути не менше 12,5 мг %.

У процесі подрібнення м'ясної сировини у фарш потрапляє кисень, що призводить до підвищення окислювально-відновного потенціалу (Eh). З метою зниження величини Eh до фаршу додається аскорбінова кислота або аскорбат натрію, а також цукру, які сприяють розмноженню мікроорганізмів початку

процесу дозрівання ковбаси, тому, що багато хто з них вимагають для свого розвитку кисень [35].

Одним з факторів, що забезпечує стабільність сирокочених ковбас, є величина рН [18]. У [15] стверджено, що для вироблення сирокочених ковбас рН м'яса не повинно перевищувати значення 6,2. Ці дані знайшли підтвердження у роботах [33, 34]. З розвитком у фарші молочнокислих бактерій значення рН сирокочених ковбас знижується. Дослідженнями, встановлено, що бактеріальні препарати знижують величину рН фаршу в процесі виготовлення сирокочених ковбас з 6,2 – 5,7 до 5,4 – 5,0 [8]. Особливо це важливо, при короткому періоді дозрівання ковбас, які містять досить багато вологи і мають відносно високу її активність, величина рН є стримуючим фактором розвитку небажаної мікрофлори.

Важливе значення при дозріванні сирокочених ковбас має не тільки загальний вміст вологи, але й кількість вільної води, яка може використовуватися мікроорганізмами для своєї життєдіяльності. Для контролю мікробіологічної безпеки продуктів вимірюють показник активності води (a_w).

Як вважають у [19, 22] мікробіологічна стабільність сирокочених ковбас більшою мірою залежить від значення показника активності води, ніж від величини рН, так як при тривалому дозріванні сирокочених ковбас величина рН середовища може підвищується, а залишковий вміст нітриту натрію занадто мало, що може сприяти обсімененню конкуруючої мікрофлорою. Параметр a_w в сирокочених ковбасах у міру дозрівання-сушіння поступово знижується і тим самим залишається єдиним постійно зростаючим бар'єром. Швидкість і величина зниження активності води, на думку авторів, залежить від рецептури ковбаси, температури дозрівання та відносної вологості повітря. Для зниження a_w м'ясо в шматках попередньо піддають стіканню м'ясного соку на сітках або у підвішеному стані, а шпик попередньо підсушується при температурі замерзання. Разом з тим, дослідники вважають, що розвитку бажаної молочнокислої мікрофлори перелічені бар'єри мало перешкоджають.

Дослідженнями італійських вчених встановлено [38], що якщо при виробництві сирокочених ковбас не використовуються стартові культури

мікроорганізмів, то величина рН готових продуктів не опускається нижче 5,6 – 5,7, а активність води знаходиться на рівні 0,91 – 0,92.

За даними представленими авторами [28, 36] активність води для ковбас з тривалим терміном вироблення становить від 0,88 до 0,92, а рН знаходиться в діапазоні від 5,6 до 6,0. Для ковбас швидкого дозрівання активність води вбирається у значення 0,95 при рН 5,2 – 5,3 [38]. Відомо, що для прискорення процесу сушіння доцільно рН фаршу сировкопчених ковбас знизити до величини 5,0 – 5,2. У роботі [26] показано, що для утворення достатнього захисного бар'єру та інтенсифікації процесу ферментації рівень рН необхідно знизити до значень 5,0 – 5,1. Виходячи з цього, автори підібрали культури молочнокислих бактерій, що мають високу кислотоутворювальну активність і, зокрема, *Lactobacillus bulgaricus* та *Lacto bacillus acidophilus*. При цьому встановлено температурний оптимум (35 °С) та визначено вплив концентрації кухонної солі на активність молочнокислих мікроорганізмів.

Для дозрівання сировкопчених ковбас за даними ряду дослідників [41] використовують цвілеві гриби, які надають не тільки особливий зовнішній вигляд продукту, а й регулюють відділення вологи в процесі сушіння. Застосування цвілевих грибів, на думку авторів, дозволяє частково компенсувати коливання вологості повітря в камері сушіння. При цьому волога більш рівномірно мігрує з внутрішніх шарів продукту до поверхні, а проникають через оболонку продукту обміну речовин, що утворюються з грибів, сприяють утворенню специфічного аромату і смаку ковбасних виробів.

Дослідженнями [39] було показано, що введення в рецептуру сировкопчених та сиров'ялених продуктів молочнокислих бактерій та денітрифікуючого штаму *Parasoccus sp* у складі комплексного препарату знижує залишковий вміст нітриту натрію в готовому продукті, інтенсифікує кольороутворення та забезпечує ефективну дію мікроорганізмів у період осідання.

Результати досліджень [41], дозволили встановити рівень амінооксидантної активності різних молочнокислих мікроорганізмів та рекомендувати ряд штамів для використання їх як стартових культур, що дозволить підвищити безпеку та

якість готових продуктів. Показано, що активність амінооксидази залежить в основному від штаму, а не від виду мікроорганізму.

З досліджень [33] встановлено, що при додаванні препаратів стартових культур мікроорганізмів з різним складом істотних відмінностей у властивостях сировокопчених ковбас не виявлено. Як показано, у ковбасах зі стартовими культурами зафіксовано менший вміст залишкової кількості нітриту натрію.

Однак з отриманих результатів [35] видно, що різні стартові культури - мікроорганізмів формують оригінальний компонентний склад аромату. Авторами публікації показано, що кількісний та якісний склад летких речовин у ковбасі «Брауншвейгзька», виготовленої із внесенням мікрокока *Lactobacillus plantarum* + *Stylococcus carnosus*, був більш наближеним до аромату природного ферментованого продукту, ніж ковбаси, виробленої з додаванням стартової культури *Lactobacillus plantarum* + *Micrococcus varians*.

1.3 Сучасні технології сировокопчених ковбас

Технології сировокопчених ковбас за тривалістю їх виготовлення, як правило, поділяються на традиційні та прискорені. Якщо технологічний процес ковбас, вироблених традиційною технологією, становить до 40 і більше діб, то прискорених від 20 – 35 діб [23, 27].

Пріоритетними напрямками при виробленні сировокопчених ковбас є широке використання харчових добавок, бактеріальних культур, а також удосконалення процесів дозрівання та сушіння [32, 43].

У нашій країні роботи з використання мікроорганізмів було під час виготовлення окістів, використовували мікрококи та молочнокислі бактерії при виробленні сировокопчених ковбас.

Ферментація м'ясного фаршу мікроорганізмами збагачує його білком, мікроелементами, деякими вітамінами і дозволяє замінити частину основної сировини при виробленні сировокопчених ковбас, одночасно скорочується технологічний цикл виробництва.

В даний час в нашій країні завдяки вдосконаленню технології суттєво розширився асортимент сирокочених продуктів зі свинини та яловичини з різноманітним спектром смакових та ароматичних характеристик. Нові технології ґрунтуються на широкому застосуванні харчових добавок, у тому числі бактеріальних стартових культур, інтенсифікації процесів дозрівання та сушіння [23, 31].

Різнманітність видів сирокочених ковбас обумовлено використанням м'яса від різних видів тварин та у різному співвідношенні. Так, за даними [11], в Італії, Франції, Угорщині як сировину використовують свинину. В Італії та Франції, наприклад, переважає світле забарвлення ковбас, а в Угорщині воно має бути темно-червоним, у зв'язку з цим вони використовують м'ясо старих свиней. У Німеччині поширена рецептура сирокоченої ковбаси, яка складається з 1/3 свинини, 1/3 яловичини та 1/3 шпику. З однієї яловичини сирокочені ковбаси зустрічаються рідко, тому, що їх досить важко готувати, оскільки в них швидко виникають вади сушіння і як наслідок мікробіологічні проблеми [19].

Виробництво сирокочених ковбас передбачає попереднє подрібнення м'ясної сировини в залежності від прийнятої технології [12]. В одних випадках м'ясну сировину подрібнюють на вовчку з діаметром отворів у решітці 3 – 5 мм, при цьому температура не повинна перевищувати 3 °С для запобігання розплавленню жиру і витікання його при сушінні. А після подрібнення додатково рекомендується фарш охолоджувати, щоб уникнути розплавлення жиру при перемішуванні. За іншими технологіями м'ясну сировину можна подрібнювати на вовчку з діаметром отворів у решітці 16 – 20 мм.

При подрібненні м'яса в куттері необхідно використовувати заморожене м'ясо. Порядок куттерування та його тривалість залежить від ступеня подрібнення сировини. При грубому подрібненні спочатку подрібнюють заморожений шпик, а потім заморожену м'ясну сировину. Після додавання кухонної солі роблять ще кілька обертів чаші кут тера.

При тонкому подрібненні-куттеруванні попередньо в куттері готують сольовий розчин, завантажуючи в чашу лід і кухонну сіль, після чого сольовий

розчин, що утворився, зливають, а чашу висушують. Потім у куттер завантажують шпик подрібнюють, після чого додають м'ясну сировину і в кінці кухонну сіль [17].

При всіх способах подрібнення необхідно стежити, щоб температура фаршу під час куттерування не піднімалася вище за плюс один градус.

Відомо, що дозрівання сирокочених ковбас є важливим технологічним етапом, тому, що м'ясний фарш є сприятливим середовищем у розвиток небажаної мікрофлори. За традиційною технологією сировина дозріває вигляді шматків масою близько 400 г протягом кількох діб, при цьому губиться частина вологи, йде реакція кольороутворення і формування структури [25].

При швидкому дозріванні ковбасні батони після шприцювання витримують при підвищеній температурі близько 25 °С з метою створення сприятливих умов для розвитку мікрофлори, потім через 12 – 14 годин температуру знижують до 18 – 20 °С і витримують до тих пір, поки продукт не набуде необхідного кольору і консистенції.

Існує спосіб дозрівання сирокочених ковбас у розсолі при температурі 22 – 24 °С протягом 6 – 8 днів. Цей спосіб рекомендують застосовувати для усунення браку ковбас за умови традиційної сушки [43].

Для класичних технологій сирокочених ковбас характерне проведення технологічного процесу при низьких плюсових температурах, тривале дозрівання та тривале сушіння. Інтенсифікувати виробництво сирокочених продуктів можливо за рахунок прискорення дозрівання шляхом використання бактеріальних культур, скорочення процесу сушіння та введення в рецептури функціональних добавок [22, 27].

З метою прискорення технологічного процесу вироблення сиров'ялених ковбас і зниження трудомісткості виробництва було розроблено технологію, яка передбачає використання при їх виготовленні бактеріальних культур і дріжджів [33]. Застосування штамів молочнокислих бактерій дозволяє знизити рівень санітарно-показової мікрофлори за більш короткий період і скоротити виробничий цикл до 20 – 21 діб.

Для формування стабільної консистенції сирокочених ковбас у [44]

пропонують використовувати стартові культури з комплексними препаратами серії Бессастарт Клін Тек, що дозволяє регулювати процес дозрівання сирокочених ковбас. У цих препаратах значно зменшено вихідний вміст мікроорганізмів, знижено ферментативну активність ліпаз, які можуть сприяти гіркоті жиру. Ці препарати можуть бути використані при виробленні сирокочених ковбас типу «Брауншвейгзька», «Столична» та ін.

При виробництві сирокочених ковбас велике значення має ведення у фарш кухонної солі. Залежно від виду ковбас додають від 2 до 3,5 % солі, щоб у готовому продукті її вміст становив від 3,2 до 4,5 % [11]. У багатьох країнах, наприклад у США, у фарш сирокочених ковбас додають одночасно нітрит і нітрат натрію. У нашій країні та Німеччині одночасне використання нітриту і нітрату заборонено. У Німеччині при виробленні сирокочених ковбас дозволено використання чисто нітратного посолу з терміном дозрівання більше 4 тижнів. Одночасне використання в рецептурі аскорбату натрію покращує забарвлення та надає деяку консервуючу дію. Застосування певних екстрактів спецій може сприяти уповільненню розвитку небажаної мікрофлори в сирокочених ковбасах.

За даними [34], використання штамів молочнокислих мікроорганізмів з високою нітрат-редуктазною активністю сприяє кращому кольороутворенню сирокочених ковбас в порівнянні зі штамми, що мають нітрит-редуктазну активність. При цьому в процесі зберігання колір готових продуктів стабільніший.

Вченими були розроблені препарати на основі молочнокислих паличок і мікрококів [31] та композиційні добавки [32, 33], використання яких у виробництві сирокочених і сиров'ялених ковбас дозволяє скоротити час дозрівання з 1 до 2 % знизити енерговитрати на виробництво та підвищити коефіцієнт використання кліматичних камер та знизити собівартість готової продукції.

Розроблено технологію ферментованих ковбас з використанням бактеріального полісахариду, як замітника цукрів як живильного середовища для молочнокислих мікроорганізмів та придушення небажаної мікрофлори [6]. Розроблена технологія дозволила знизити собівартість та підвищити якісні показники готових продуктів.

З метою інтенсифікації посолу м'ясної сировини, процесу копчення та сушіння ковбасних батонів розроблено модифіковані технології сирокочених м'ясних продуктів, засновані на принципах бар'єрних технологій [45].

Для покращення текстурних властивостей та мікробіологічної безпеки сирокочених ковбас, що мають слабокислу реакцію середовища, у роботі [36] пропонується поряд із введенням у фарш молочнокислих бактерій після дозрівання ковбасних батонів обробляти їх високим тиском.

З метою розширення асортименту сиров'ялених ковбас, підвищення їх біологічної цінності та скорочення технологічного циклу автори пропонують до рецептури додати концентрат лактулози, вітамін Е, глюкозу, бактеріальний препарат [37]. На підставі отриманих результатів було встановлено, що за органолептичними та санітарно-гігієнічними показниками ковбаси відповідають відповідним вимогам, при цьому тривалість виготовлення становила 15 діб.

Як показали дослідження [35] додавання ефірної олії орегано в ферментовані сирокочені ковбаси сприяло збільшенню накопичення ненасичених жирних кислот у процесі дозрівання, проте це суттєво не вплинуло на смако-ароматичні властивості продукту, проте підвищило його твердість та покращило текстуру. Як вважають автори застосування ефірної олії орегано ефективно при виробленні сирокочених ковбас з коротким терміном дозрівання.

У публікації [36] пропонується для збагачення сирокочених ковбас ω -3 жирними кислотами частину свинини замінити на дезодорований риб'ячий жир. Як показали дослідження ознак окисного псування жиру не виявлено, органолептичні показники ковбас не змінилися. Інструментальні дослідження колірних показників не виявили відмінностей дослідних та контрольних продуктів.

За даними [17] заміна 10 %, 15 % і 20 % свинини в сирокочених ковбасах на лляне масло та дезодорований риб'ячий жир попередньо емульговані з казеїнатом натрію дозволяє збільшити термін зберігання продукту в нарізці в насиченій киснем атмосфері. При цьому співвідношення ненасичених жирних кислот знизилося з 11,2 до 1,93. Фізико-хімічні дослідження та органолептична оцінка показали, що ковбаси, що містять лляну олію та дезодорований риб'ячий жир ні

чим не відрізнялися від контрольних зразків.

Як свідчать, результати досліджень, заміна в рецептурі сиркопченої ковбаси 25 % свинини на соєву олію сприяло зниженню холестерину в готовому продукті з 92,96 до 87,71 мг/100 г. Аналіз окисних змін у дослідних ковбасах не виявив різниці з контрольними зразками. Міцні властивості та органолептичні показники дослідних продуктів не відрізнялися від контрольних [15].

Використання харчових добавок при виробленні сиркопчених і сиров'ялених ковбас дозволяє не тільки надати їм задані властивості, скоротити технологічний процес, але зробити продукт більш безпечним. У роботі [42] показано, що використання лізоциму для скорочення тривалості дозрівання ковбас, посилення смаку та аромату сприяє гальмуванню розвитку небажаної мікрофлори.

Враховуючи зростаючу потребу покупців у здоровому харчуванні у роботі [19] рекомендують частково замінити в рецептурі сиркопченої ковбаси шпик на горіхи. Використання горіхів змінило співвідношення складових речовин і, зокрема, збільшився вміст білка з 15,4 % до 16,0 і 17,3 % при додаванні ліщинних і волоських горіхів відповідно. У зв'язку з тим, що горіхи не містять холестерину, в ковбасі знизилося їх вміст з 81,9 м/100 г до 62,8 – 62,2 мг/100 г. Органолептична оцінка готових продуктів показала, що сиркопчена ковбаса з волоськими горіхами та ліщиною мали приємний м'який горіховий присмак. Крім того, підвищилася харчова цінність продуктів.

З метою інтенсифікації процесу дозрівання сиркопчених ковбас за даними представленими в матеріалах [11] можна використовувати протеолітичні ферментні препарати і, зокрема, бактеріальні протеїнази *Lactobacillus paracasei*.

Для гальмування окисних змін у сиркопчених ковбасах автори рекомендують додавати суміш токоферолів (200 мг), молочнокислу мікрофлору, концентрат селери, при цьому зменшують дозу нітрату та нітриту [19]. Як показали результати досліджень, токоферолі перешкоджали вторинному окисленню продуктів гідролізу жирів.

З метою розширення асортименту сиров'ялених ковбас обґрунтовано можливість використання як основної сировини грудних м'язів і м'язів стегна

курчат-бройлерів, курей та індичок [9]. Враховуючи особливості кольору грудних м'язів та м'язів стегна, запропоновано широкий асортимент ковбасних виробів з використанням як бар'єрів стартові культури мікроорганізмів, NaCl і органічні кислоти. Аналогічні результати були отримані зарубіжними дослідниками, які свідчать про можливість використання м'яса індички для вироблення сирокочених ковбас, що відповідають вимогам таких продуктів.

Висновки за розділом

З наведеного огляду літератури випливає, що сирокочені ковбаси мають високу біологічну цінність, мають попит у населення і мають тривалий термін придатності.

Технологія сирокочених ковбас є комплексом взаємозалежних мікробіологічних, хімічних і фізичних процесів, які визначають якість готового продукту та його безпеку.

Одним із бар'єрів, що роблять сирокочену ковбасу, продуктом тривалого зберігання є молочнокислі мікроорганізми. У невеликих кількостях ця мікрофлора спочатку присутня у вихідній сировині та поступово пригнічує небажані мікроорганізми. Введення стартових культур інтенсифікує процес накопичення молочнокислих мікроорганізмів і підвищує бар'єрний ефект. Однак стійкість сирокочених ковбас до мікробіологічного псування сприяє ряду та інших факторів, які діють один за одним у певній послідовності.

Величина рН є важливим бар'єром, однак, для утворення достатнього захисного бар'єру та інтенсифікації процесу ферментації рівень рН, за даними ряду дослідників, необхідно знизити до значень 5,0 – 5,1.

На якісні характеристики сирокочених ковбас істотний вплив надають так звані «внутрішні» фактори, до яких відноситься вміст кухонної солі, цукру, жиру, присутність стартових культур мікроорганізмів і харчових добавок і так звані «зовнішні» фактори, серед яких важливе значення мають відносна вологість повітря в камері. Крім цього до них можна віднести діаметр оболонки, розміщення

продукту в сушильній камері і порядок її завантаження. На думку деяких фахівців, істотний вплив на процес сушіння ковбас надає ступінь подрібнення фаршу і товщина і діаметр оболонки.

Враховуючи значну тривалість технологічного циклу вироблення сиркопчених ковбас, вітчизняними та зарубіжними фахівцями пропонується кілька шляхів інтенсифікації їх виробництва, зниження трудомісткості та енерговитрат. Як видно з публікацій основними з них є – прискорення дозрівання за рахунок застосування стартових бактеріальних препаратів, цукрів та інших харчових добавок, скорочення тривалості процесу сушіння, введенням до складу рецептури білкових препаратів сої, казеїнату натрію, молочної сироватки, зменшення товщини продукту, що висушується.

Найбільш широке поширення в нашій країні і за кордоном отримало напрямок, заснований на використанні різних сумішей мікроорганізмів, що дозволило не тільки скоротити тривалість технологічного циклу виробництва сиркопчених ковбас і дало можливість керувати якістю продукту. Для інтенсифікації процесу сушіння ковбас рекомендується використовувати частково зневоднену сировину.

Однак доводиться констатувати, що відомості про скорочення тривалості процесу дозрівання-сушіння сиркопчених ковбас, за рахунок скорочення розміру продукту, що висушується, вкрай обмежені і уривчасті, що і зумовило напрям наших досліджень.

Метою роботи є обґрунтування технології сиркопчених ковбас за рахунок скорочення тривалості сушіння.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі основні завдання:

- обґрунтувати товщину скибочок сиркопчених ковбас, що піддаються конвективному сушінню;
- вивчити вплив процесу дозрівання-сушіння скибочок сиркопчених ковбас на біохімічні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості скибочок сиркопчених ковбас;
- провести порівняльні дослідження показників якості сиркопчених

ковбас вироблених за діючою технологією та висушених у вигляді скибочок;

- розробити прискорену технологію сиркопчених ковбас нарізаних у вигляді скибочок і підданих конвективному сушінню.

- провести розрахунок вартості проведених досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва сиркопчених ковбас.

Предмет дослідження – процес сушіння сиркопчених ковбас у вигляді нарізок та можливості скорочення його тривалості.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведений аналітичний огляд та аналіз публікацій стосовно удосконалення технології сирокочених ковбас свідчить, що в основному більшість робіт присвячено вивченню впливу стартових культур мікроорганізмів на процес дозрівання-сушіння, застосуванню різних харчових добавок та інгредієнтів, що дозволяють інтенсифікувати технологію та підвищити безпеку готової продукції. Важливим етапом отримання сирокочених ковбас високої якості є правильний підбір сировини та її подальша обробка: подрібнення, посол, дозрівання, сушіння. Найбільш відповідальним моментом при виробленні сирокочених та ковбас є процес сушіння-дозрівання, під час якого відбувається видалення основної кількості вологи з фаршу та формування структури готового продукту.

Враховуючи низькі теплофізичні характеристики м'ясної сировини інтенсифікувати процес конвективного сушіння можливо шляхом збільшення градієнта вологості між поверхнею продукту і навколишнім повітрям або зменшенням шляху подолання вологою всередині продукту до поверхні. Для скорочення тривалості сушіння сирокочених ковбас перспективним представляється зменшення товщини шару продукту, що висушується, що дозволить знизити вплив внутрішнього вологопереносу на швидкість сушіння і зменшити енерговитрати.

2.1 Організація проведення досліджень та схема їх проведення

Експериментальні дослідження щодо визначення впливу товщини нарізки на тривалість сушіння проводили на кафедрі харчових технологій. Дослідження проводили відповідно до схеми, представленої на рисунку 2.1. Для проведення дослідів як об'єкти дослідження було обрано сирокочену ковбасу «Брауншвейгзька» ДСТУ 4427:2005.

Сировиною для вироблення ковбаси служило заморожене блочне м'ясо: яловичина з рН 5,9, свинина нежирна з рН 6,2, хребтовий шпик.

Рецептурний склад досліджуваної сирокоченої ковбаси наведено у таблиці 2.1. М'ясні блоки доводили до температури мінус 2 °С. Шпик підморожували до мінус (1...3) °С і нарізали на шпигорізці.

Таблиця 2.1 – Рецептурний склад основної сировини

М'ясна сировина	Сирокочена ковбаса «Брауншвейгзька»
Яловичина в/г, кг	45
Свинина нежирна, кг	25
Шпик хребтовий, кг	30

Потім м'ясну сировину подрібнювали на вовчку з діаметром отворів у решітці 16 – 20 мм з подальшим подрібненням та складанням рецептури в кутері. Після цього фарш ковбаси «Брауншвейгзька» формували в оболонку діаметром 55 мм, піддавали осаді (дозрівання протягом 2 діб) і копчення в кліматичній камері протягом 2 діб.

Після цього дослідні зразки ковбаси підморожували при температурі мінус 10 °С до температури в центрі батона мінус (1,5 – 2,0) °С, знімали оболонку і нарізали слайсером на скибочки товщиною 2,5, 2 і 1,5 мм (відповідно дослід 1, 2 і 3), розкладали на сітку конвективної сушарки і сушили при температурі 12 °С і відносної вологості повітря 80 % на початку процесу, а до кінця сушіння відносну вологість повітря в сушильній камері знижували до 73 %. Потім висушені скибочки упаковували у вакуумне пакування на підкладці і зберігали при температурі 8 °С протягом 45 діб.



Рисунок 2.1 – Схема постановки досліджень

2.2 Методи дослідження

Визначення вмісту масової частки вологи. Вміст масової частки вологи в м'ясній сировині і готової продукції визначали методом висушування навішування до постійної маси за ІСО 1442-97.

Визначення вмісту масової частки жиру. Вміст масової частки жиру визначали методом ДСТУ 8380:2015.

Визначення вмісту масової частки загальної золи. Вміст масової частки

загальної золи визначали ДСТУ ISO 936:2008.

Визначення величини рН. Концентрацію іонів водню визначали за допомогою рН-метра з використанням комбінованого електрода.

Втрати маси в процесі сушіння визначали за кількістю віддаленої вологи до певного часу на 1 кг продукту [10].

Визначення структурно-механічних властивостей. Для визначення напруги зрізу була використана універсальна випробувальна установка, розроблена вченими ДДАЕУ. Принцип дії цього приладу заснований на тому, що нерухома тензометрична балка за допомогою ряду пристроїв сприймає зусилля, які випробовує зразок. Сигнал через підсилювач передається на вторинний прилад та записується на його діаграмній стрічці. Дослідження проводилися за загальноприйнятою методикою.

Визначення кислотного та пероксидного чисел. Кислотне число визначали за ДСТУ EN ISO 660:2019. Пероксидне число визначали за ДСТУ EN ISO 3960:2019.

Визначення мікробіологічних показників. Вивчення мікрофлори сировини та готової продукції проводили за ДСТУ 8720:2017.

Органолептична оцінка. Органолептичну оцінку проводили відповідно до ДСТУ 4823.2:2007.

Визначення температури в шарі готової продукції проводили за ДСТУ 4433:2005.

Статистична обробка даних проводилася за допомогою методів математичної статистики.

Висновки за розділом

Наведено організацію експериментальних досліджень, у яких як об'єкт дослідження було використано сирокочену ковбасу «Брауншвейгзька». Детально описано підготовку сировини, технологічні параметри її обробки, умови сушіння та подальшого зберігання зразків. Дослідження були спрямовані на визначення впливу різної товщини нарізки на швидкість сушіння.

Представлено методики визначення фізико-хімічних, мікробіологічних, структурно-механічних і органолептичних показників продукції. Отримані дані забезпечують комплексну оцінку змін, що відбуваються у продукті залежно від умов сушіння, та створюють наукове підґрунтя для подальших висновків і рекомендацій.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Вплив товщини нарізки скибочок сирокочених ковбас на швидкість сушіння і властивості продукту

Відомо, що великий вплив на якість сирокочених ковбас надають кліматичні умови дозрівання. Поряд з відносною вологістю в камері, температурою сушіння і швидкістю руху повітря до зовнішніх регульованих факторів, що впливають на процес сушіння і якість сирокочених ковбас можна віднести і товщину продукту, що висушується.

3.1.1 Вплив ступеня подрібнення фаршу та товщини скибочок на динаміку вологи та втрати маси в процесі дозрівання-сушіння

На швидкість процесу сушіння сирокочених ковбас, впливає ступінь подрібнення фаршу. Враховуючи ці обставини, при проведенні досліджень, вивчали вплив товщини скибочок сирокочених ковбас та ступеня подрібнення фаршу на процес дозрівання-сушіння. Як видно з рисунка 3.1 фарш ковбаси «Брауншвейгзька», має шматочки шпику розміром 10×5 мм.

На першому етапі проведення експерименту була вивчена кінетика сушіння скибочок сирокочених ковбас з різним ступенем подрібнення м'ясної сировини. Сушці піддавали скибочки сирокочених ковбас товщиною 2,5, 2 і 1,5 мм (відповідно дослід 1, 2 і 3), які розкладали на сітки і піддавали сушінню при температурі 12 °С і відносній вологості 80 % спочатку 73 %. За даним [4] відносна вологість у камері має бути в межах 65 – 80 %. При більш високій вологості ковбаса покривається пліснявою, при нижчій вологості відбувається надмірно швидке сушіння, що веде до деформації батонів (скибочок).



Рисунок 3.1 – Структура фаршу сирокопченої ковбаси «Брауншвейгзька»

Кінетичні характеристики процесу сушіння визначали за кількістю віддаленої з фаршу води до певного моменту часу на 1 кг продукту згідно з методикою представленою у розділі 2. Залежності, що характеризують втрати маси сирокопченої ковбаси «Брауншвейгзька» в ході дозрівання-сушіння наведені на графіку (рисунок 3.2).

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що кількість води, що видаляється, в процесі сушіння скибочок сирокопчених ковбас залежить від ступеня подрібнення м'ясної сировини і товщини висушуваного продукту.

Для вироблення ковбаси «Брауншвейгзька» з вмістом води в готовому продукті 27 % при вихідній вологості фаршу 52,7 % у процесі сушіння необхідно видалити 32,3 % води.

Для сирокопченої ковбаси «Брауншвейгзька» при товщині нарізаних скибочок 1,5 мм нормований вміст води досягається, приблизно, до 6-ї, 9-ї доби, а при товщині скибок 2,5 мм до 13,5-ї доби. Ці дані переконливо свідчать про те, що на швидкість видалення води в процесі сушіння сирокопчених ковбас істотно впливає не тільки товщина скибочок, а й ступінь подрібнення м'ясної сировини (рис. 3.1).

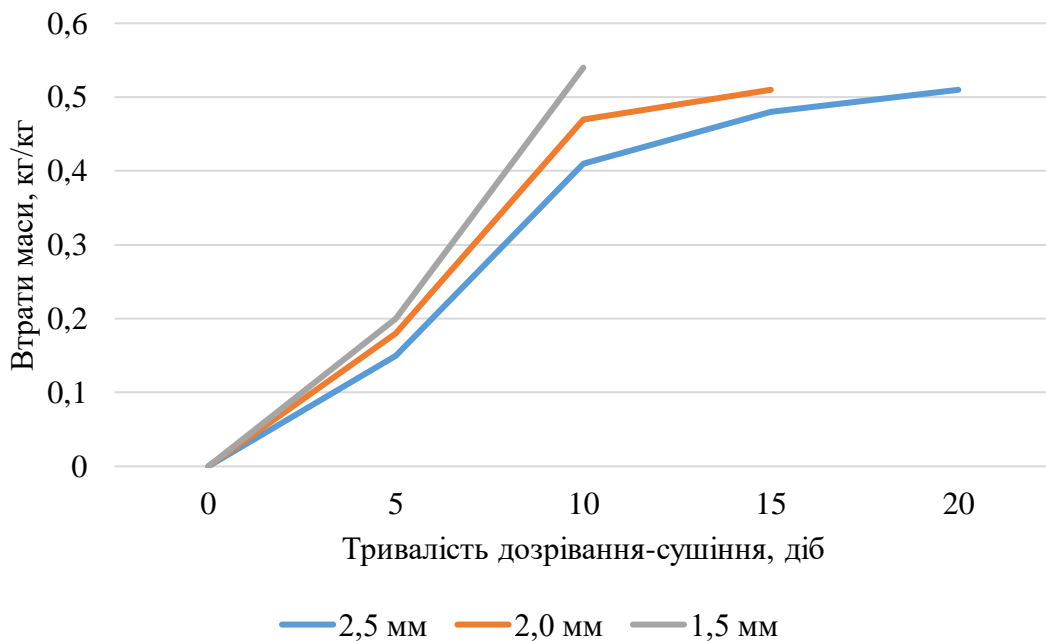


Рисунок 3.2 – Втрати маси в ковбасі «Брауншвейзька» при дозріванні-сушінні в залежності від товщини скибочок нарізки

На графіках (рисунок 3.3) представлені криві зміни вологовмісту фаршу сирокочених ковбас при дозріванні-сушінні. Криві зневоднення знімалися в процесі дозрівання-сушіння дослідних зразків ковбасних виробів у камері при автоматичному підтримці заданих режимів. Як видно з графіків спочатку технологічного процесу (осадження-дозрівання ковбас 2 доби) вологість фаршу зменшується по кривій. Потім у процесі копчення протягом 2 діб і наступного сушіння вологість фаршу змінюється практично по прямій лінії. Цей період сушіння характеризується незмінною швидкістю.

Для ковбаси «Брауншвейгзька» цей час становив відповідно 12, 10 та 8 діб. При подальшому сушінні криві асимптотично наближаються до рівноважної вологості і швидкість процесу різко уповільнюється.

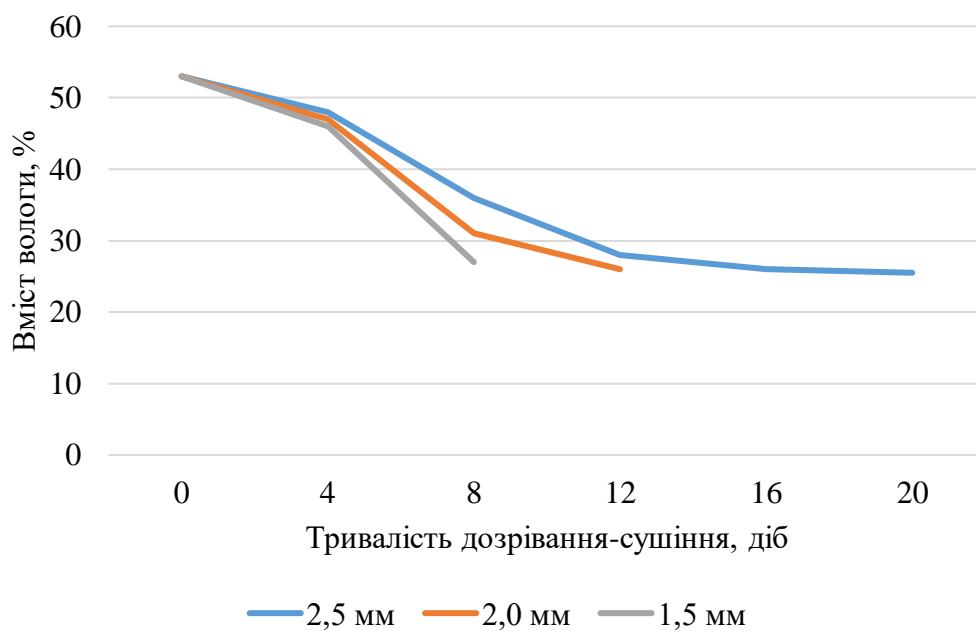


Рисунок 3.3 – Зміна вмісту води в процесі дозрівання-сушіння скибочок сиркопченої ковбаси «Брауншвейгзька» залежно від товщини скибочок

З наведених даних видно, що тривалість технологічного циклу виробництва дослідних сиркопчених ковбас до кінцевої вологості залежить від товщини скибочок і ступеня подрібнення фаршу, що також підтверджується матеріалами, наведеними в роботі [11].

Для ковбаси «Брауншвейгзька» виробленої за чинною технологією цей час становив відповідно 34 доби.

У ході досліджень було проведено порівняльну оцінку якості сиркопченої ковбаси «Брауншвейгзька» дослідного зразка і контролю, коли сушінню піддавали цілі ковбасні батони.

Нижче наведено результати досліджень хімічного складу дослідних та контрольних зразків сиркопчених ковбас (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сирокочених ковбас

Показник	Ковбаса сирокочена «Брауншвейгська»	
	дослід	контроль
Волога	27,2	26,4
Жир	41,3	42,4
Білковий азот	3,75	3,67
Небілковий азот	0,54	0,71
Зола	4,03	4,06

З наведених даних видно, що вміст вологи і дослідних і контрольних зразках сирокочених ковбас відповідає нормативним значенням. Однак треба мати на увазі, що вміст вологи в контрольних зразках це середнє значення між зовнішнім та внутрішнім шарами.

Як свідчать наукові публікації, сушіння сирокочених ковбас супроводжується процесами тепло- і масообміну. При цьому випаровування вологи відбувається не безпосередньо з поверхні фаршу, а через оболонку, що природно ускладнює процес масообміну. Разом з тим необхідно враховувати, що продукт містить значну кількість кухонної солі, а в процесі сушіння її концентрація поступово зростає, при цьому сповільнюється подальше видалення вологи з продукту.

Отримані нами дані (таблиця 3.2) показують, що вміст вологи в центральній частині батонів досліджених контрольних сирокочених ковбас на 16,54 – 21,17 % вище, ніж у зовнішньому шарі завтовшки 5 мм, а в середньому шарі ця різниця становить 7,5 – 14,8 %.

Таблиця 3.2 – Вміст вологи в сирокочених ковбасах

Найменування ковбаси	Вміст вологи, за шарами, %, (контроль)			Вміст вологи у висушених скибочках, %
	зовнішній	середній	внутрішній	
«Брауншвейгська»	22,9	23,8	27,9	27,2

Встановлено, що при дозріванні-сушінні батонів сиркопчених ковбас розподіл вологи за обсягом продукту нерівномірно і це не залежить від швидкості дифузії вологи всередині батону, а також від рецептурного складу фаршу. При дозріванні-сушінні скибочок сиркопчених ковбас такого явища не спостерігається через значно менший шлях (2 мм) дифузії вологи до поверхні продукту, порівняно з 27,5 мм з центральної частини ковбасного батону до поверхні.

3.1.2 Сенсорна оцінка скибочок сиркопчених ковбас

На підставі органолептичних досліджень було встановлено, що після закінчення сушіння скибочки сиркопчених ковбас деформуються (рисунок 3.4б).

Однак, як показали дослідження, ступінь деформації та можливість її усунення залежить від товщини нарізаних скибочок.

Так, у скибочок завтовшки 1,5 мм вже після 5 діб сушіння деформація значно перевищує деформацію скибочок завтовшки 2 мм. По закінченню сушіння скибочки товщиною 1,5 мм сильно деформовані і після їх упаковки та наступного зберігання при температурі 8 °С протягом 45 діб деформація не зникає. Ймовірно, це обумовлено тим, що в поверхневому шарі скибочок товщиною 1,5 мм відбулися глибокі коагуляційно-агрегаційні зміни білків, які перешкоджають їх регідратації за рахунок перерозподілу вологи по об'єму продукту і внаслідок цього деформація зберігається.

У той же час після витримки скибочок сиркопченої ковбаси товщиною 2 мм упакованих у вакуумі протягом 12 годин деформація зникає, що добре видно на рисунку 3.5. Можна вважати, що при товщині скибочок 2 мм білки верхніх шарів у процесі сушіння піддаються меншим денатураційних та агрегаційних змін, а при упаковці та зберіганні у вакуумі за рахунок перерозподілу вологи за обсягом продукту білки регідратують і деформація скибок зникає.



До сушіння (а)



Після сушіння (б)

Рисунок 3.4 – Скибочки сирокопченої ковбаси «Брауншвейгзька»

Результати візуальних досліджень деформаційної поведінки скибочок сирокопчених ковбас товщиною 2,5 мм після сушіння аналогічні даним одержаним для скибочок товщиною 2 мм. Проте враховуючи, що тривалість сушіння скибочок завтовшки 2,5 мм на 16,7 – 33,3 % більше, ніж для скибочок товщиною 2 мм економічно доцільно ковбасні батони нарізати на скибочки товщиною 2 мм, з метою скорочення тривалості сушіння, яка, як відомо, є дорогим енергоємним процесом.



Рисунок 3.5 – Упакована у вакуумі нарізка ковбаси сирокопченої
«Брауншвейгзька»

На підставі отриманих даних встановлено, що на швидкість сушіння скибок сирокопчених ковбас впливають, як розміри продукту, що висушується, так і ступінь подрібнення м'ясної сировини.

З урахуванням результатів технологічних випробувань та енергетичних витрат сушіння скибочок сирокопчених ковбас доцільно проводити при товщині зразків 2 мм, що дозволяє отримати продукт у вигляді нарізки нічим не відрізняється від ковбас підданих сушінню у вигляді цілих батонів з подальшим їх нарізуванням та упаковкою під вакуумом.

Проведеними дослідженнями показано, що при сушінні скибочок сирокопчених ковбас можна отримати продукт аналогічний виробленому за діючою технологією, при цьому тривалість технологічного процесу скорочується в 2 – 3 рази.

3.2 Вплив сушіння нарізки сирокопчених ковбас на фізико-хімічні, біохімічні та структурно-механічні властивості продукту

Зменшення вологовмісту фаршу в процесі дозрівання-сушіння безпосередньо впливає на формування структури продукту. Нерівномірний

розподіл вологи за обсягом продукту впливає на швидкість ферментативного розщеплення білкових макромолекул і відповідно на формування структури сирокочених ковбас.

Якщо ці процеси досить добре вивчені при дозріванні-сушінні сирокочених ковбас, що виробляються у вигляді цілих батонів, то інформації про зміни, що відбуваються при дозріванні-сушінні скибочок сирокочених ковбас у літературі, не виявлено.

3.2.1 Зміна фізико-хімічних показників фаршу при дозріванні-сушінні

Важливим показником, що впливає на процес сушіння сирокочених ковбас, є величина рН фаршу. При низьких значеннях показника рН (4,8 – 5,2) досягається мікробіологічна стабільність сирокочених ковбас, проте, занадто активне утворення молочної кислоти і внаслідок цього суттєве зниження показника рН фаршу може призвести до підвищення водозв'язуючої здатності м'яса і відповідно до уповільнення процесу сушіння [5]. Дані графіка (рис. 3.6) свідчать, що в процесі сушіння скибочок сирокоченої ковбаси «Брауншвейгзька», значення рН фаршу до закінчення дозрівання-сушіння дослідних ковбас на 0,12 перевищує величину цього показника в контрольних зразках ковбас.

Відомо, що величина водозв'язуючої здатності білків, обернено пропорційна кількості вологи, від розподіленої при пресуванні зразка продукту. Як очевидно з рисунка 3.7 значне зменшення ВЗЗ білків спостерігається після закінчення процесу копчення ковбасних батонів. Внаслідок цього збільшується кількість вологи, що виділяється під час пресування продукту, незважаючи на те, що в процесі сушіння загальний вміст вологи в ньому суттєво зменшується. Помітне зниження водозв'язувальної здатності білків м'яса внаслідок копчення свідчить про те, що під впливом коптильних речовин диму відбуваються денатураційні та агрегаційні зміни білкових макромолекул, що знижують їх гідратацію.

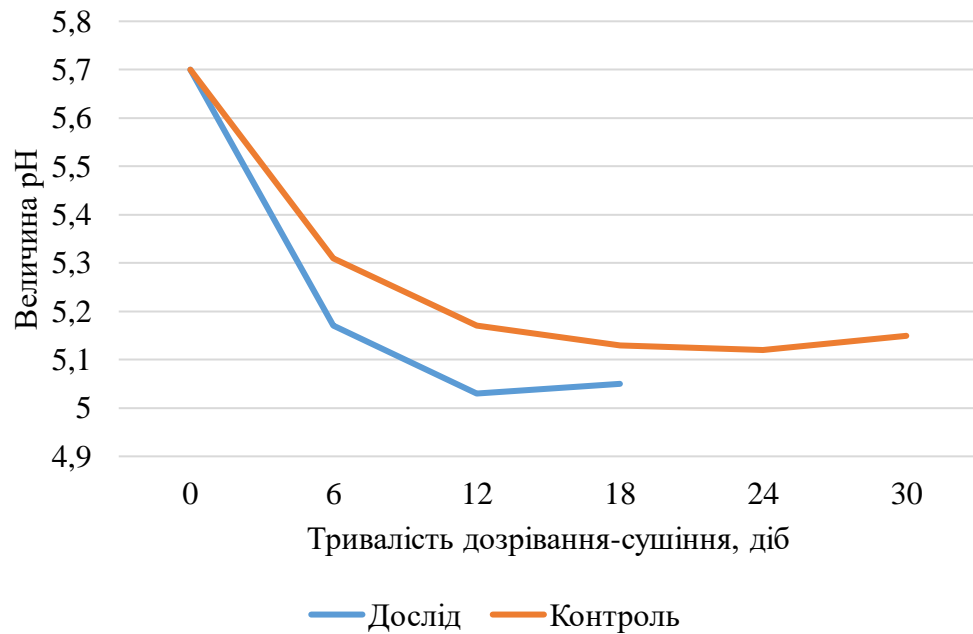


Рисунок 3.6 – Зміна величини рН фаршу в процесі дозрівання-сушіння сиркопченої ковбаси «Брауншвейгзька»

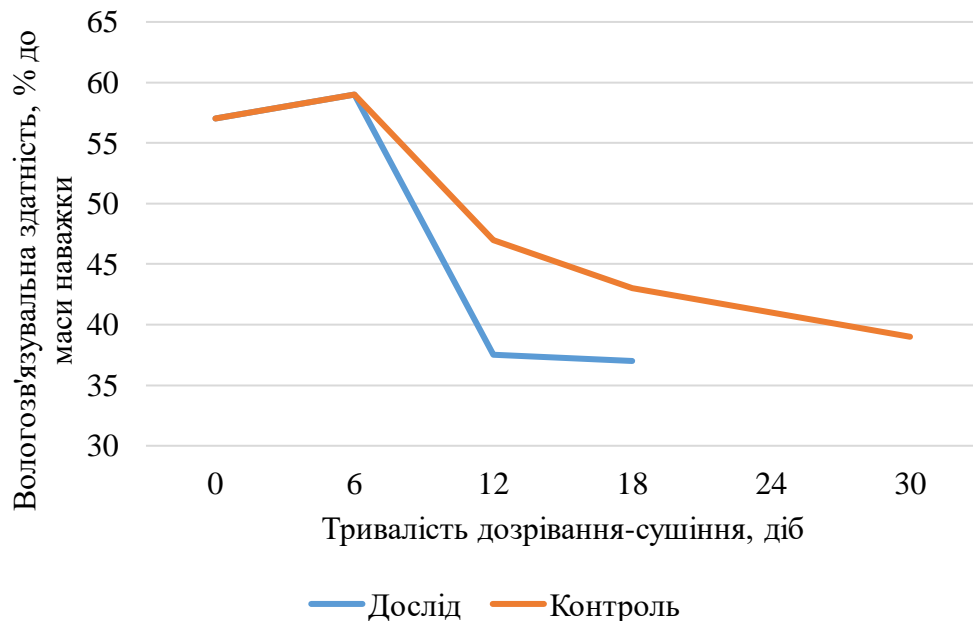


Рисунок 3.7 – Зміна водозв'язувальної здатності білків сиркопченої ковбаси «Брауншвейгзька»

Разом з тим з отриманих результатів видно, що при сушінні скибочок сиркопчених ковбас швидкість зниження ВЗЗ значно вища, порівняно з динамікою аналогічного показника при сушінні ковбасних батонів. Це пов'язано з

швидшим видаленням вологи з скибочок сирокочених ковбас.

3.2.2 Вплив дозрівання-сушіння на структурно-механічні та колірні показники сирокочених ковбас

Формування структури та структурно-механічних властивостей сирокочених ковбас у процесі їх вироблення порівняно добре вивчені в [10, 29], проте стосовно дозрівання-сушіння скибочок сирокочених ковбас така інформація відсутня.

Враховуючи ці обставини, була вивчена динаміка властивостей міцності скибочок сирокочених ковбас у процесі дозрівання-сушіння. Для порівняння як контроль брали середнє значення граничної напруги зсуву центрального шару ковбасного батона і напруга зсуву поверхневого шару ковбасного батона товщиною 5 – 7 мм. Дані, що характеризують зміну граничної напруги зсуву фаршу дослідних та контрольних сирокочених ковбас у процесі дозрівання-сушіння наведені на рисунку 3.8.

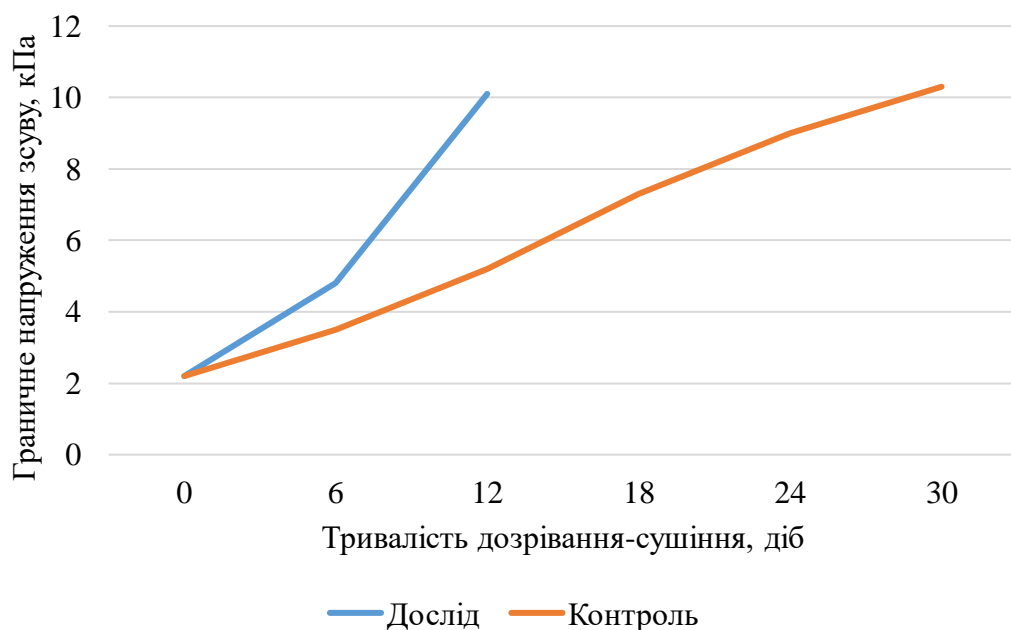


Рисунок 3.8 – Динаміка граничної напруги зсуву в процесі дозрівання-сушіння сирокоченої ковбаси «Брауншвейгзька»

Як видно з представлених результатів досліджень, швидкість збільшення граничної напруги зсуву в дослідних зразках значно вище, ніж у контрольних (середнє значення величини граничної напруги зсуву між внутрішнім та поверхневим шарами продукту) в результаті більш інтенсивного зневоднення фаршу скибок сирокочених ковбас. Внаслідок того, що вологоутримання центрального шару ковбасних батонів до кінця сушіння залишається трохи вищим порівняно із зовнішнім і вищим ніж вологість скибочок сирокочених ковбас величина граничної напруги зсуву цього шару нижче, порівняно дослідними зразками. Однак, як показали дослідження (рисунок 3.8) середнє значення граничної напруги зсуву контрольних продуктів до кінця дозрівання-сушіння вище, ніж дослідних.

Внаслідок деструктивних змін білкових макромолекул у ході дозрівання-сушіння фарш сирокочених ковбас набуває пластичності, а в результаті агрегаційних процесів підвищуються його міцнісні властивості. І якщо говорити про структурні зміни білків при дозріванні-сушінні цілих батонів сирокочених ковбас і скибочок, то добре видно, що скибочки будуть володіти більш рівномірними властивостями за обсягом продукту, в порівнянні з скибочками, нарізаними з цілих батонів.

З таблиці 3.3 видно, що величина напруги зрізу поверхневого шару сирокочених ковбас вироблених за діючою технологією на 12,3 – 10,1 % вище, ніж центрального шару. При цьому напруга зрізу скибок дослідних ковбас нижче, ніж середнє значення цього показника контрольних зразків.

Таблиця 3.3 – Напруга зрізу сирокочених ковбас

Найменування ковбаси	Напруга зрізу, кПа		
	Дослідний зразок	Контрольний зразок	
		Центральний шар	Поверхневий шар
«Брауншвейгзька»	243,6	239,4	268,9

Результати досліджень, що характеризують пластичність фаршу сирокочених ковбас наведені в таблиці 3.3. Як видно з отриманих даних пластичність дослідних сирокочених ковбас на 9,9 менше, ніж центральний шар контрольних відповідно «Брауншвейгзка».

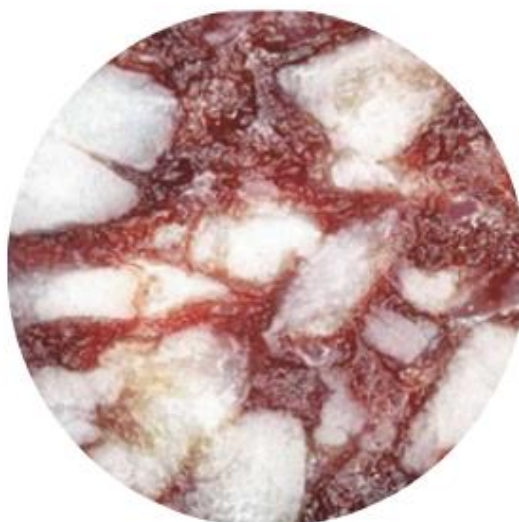
Таблиця 3.3 – Пластичність сирокочених ковбас

Найменування ковбаси	Пластичність, см ² /г	
	Дослідний зразок	Контрольний зразок центральний шар
«Брауншвейгзка»	3,62	4,02

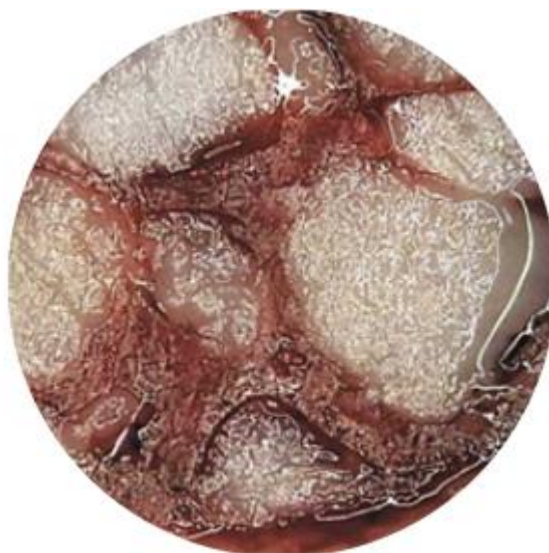
Колір сирокочених ковбас, інтенсивність та стійкість забарвлення є важливими показниками споживчих властивостей продуктів. У ході досліджень визначали колірні характеристики продуктів, підданих копченню, сушінню та по закінченню зберігання. Як відомо, у процесі дозрівання-сушіння відбувається потемніння продукту.

Вище наведені дослідження свідчать, що швидкість сушіння скибочок сирокочених ковбас залежить від ступеня подрібнення фаршу. Так для ковбаси «Брауншвейгзка» тривалість сушіння до кінцевої вологості 27 % склала 10 діб. Встановлено, що зменшення вологості призводить до зміни кольору продукту.

За допомогою макроструктурного аналізу отримані дані, що підтверджують, що сушіння скибочок сирокочених ковбас в порівнянні з сушінням цілих батонів сприяє отриманню продуктів з кращими органолептичними властивостями. Результати досліджень поверхні зрізу сирокоченої ковбаси «Брауншвейгзка» представлені на рисунку 3.9. На підставі виконаних досліджень можна вважати, що в результаті скорочення тривалості процесу сушіння нарізаних на скибочки ковбас відбуваються менш глибокі окислювальні зміни.



Дослід (а)



Контроль (б)

Рисунок 3.9 – Зрізи ковбаси «Брауншвейгзька»

3.2.3 Мікробіологічні процеси при дозріванні-сушінні

Мікробіологічними дослідженнями встановлено, що в процесі дозрівання-сушіння загальна кількість мікроорганізмів у фарші збільшується. Разом з тим відомо [23], що коптильні речовини пригнічують розвиток кокових мікроорганізмів більшою мірою, ніж молочнокислих. Крім того, для свого розвитку вони вимагають кисень і локалізуються головним чином у поверхневих шарах продукту, і в той же час піддаються дії коптильного диму.

Вивчення розвитку молочнокислих мікроорганізмів у фарші дослідних ковбас показало, що в сирокопченій ковбасі «Брауншвейгзька» нарізаної на

скибочки лаг-фаза (фаза уповільнення зростання) молочнокислих бактерій скорочується порівняно з контрольним зразком (рисунок 3.10). При цьому їх кількість до закінчення сушіння на 20,5 % вище, ніж у ковбасі висушеної у вигляді цілого батона.

Збільшення загальної кількості мікроорганізмів у процесі дозрівання-сушіння сирокочених ковбас відбувається за рахунок інтенсивного зростання молочнокислої мікрофлори.

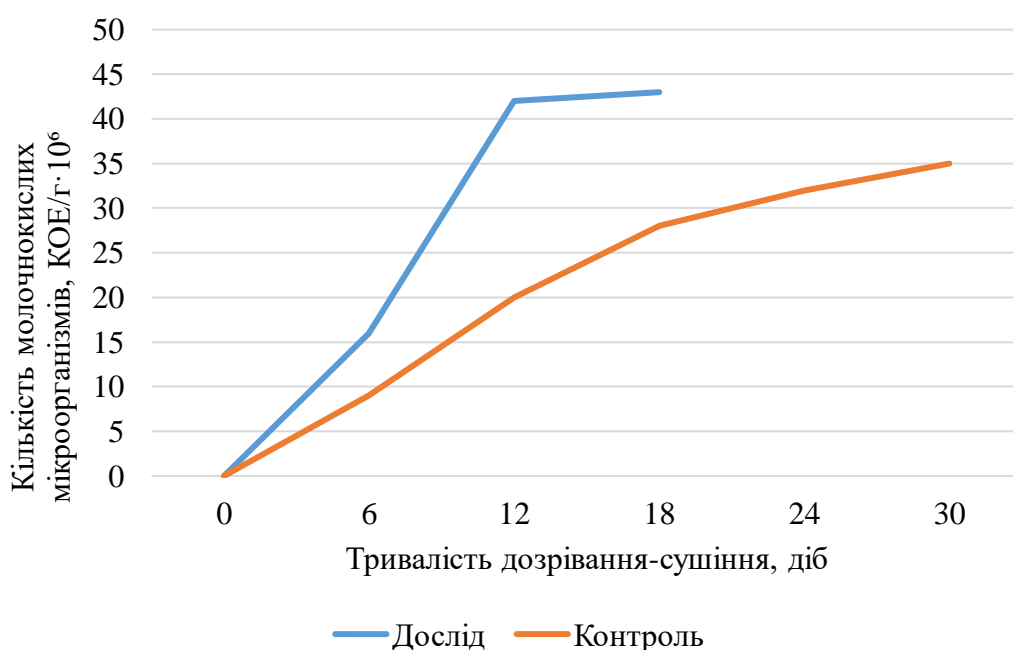


Рисунок 3.10 – Динаміка молочнокислих мікроорганізмів у дослідних та контрольних зразках сирокоченої ковбаси «Брауншвейгзька»

На підставі результатів досліджень можна зробити висновок, що в дослідних зразках ковбас більш активно розвиваються молочнокислі бактерії порівняно з ковбасами, що висушуються у вигляді цілих батонів. Найбільш помітне зростання молочнокислих мікроорганізмів у дослідних ковбасах відзначається на 5 – 6 добу дозрівання-сушіння, у той час як у контрольних зразках істотне збільшення молочнокислих бактерій відбувається на 10 – 15 добу дозрівання-сушіння. Мабуть при дозріванні-сушінні скибочок сирокочених ковбас створюються більш сприятливі умови для зростання молочнокислих бактерій.

Мікробіологічні показники сирокочених ковбас після зберігання протягом 45 діб представлені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Мікробіологічні показники сирокочених ковбас після зберігання протягом 45 діб

Показники	Ковбаса «Брауншвейгзка»	
	контроль	дослід
КМАФАнМ, КОЕ в 1 г	$6,3 \cdot 10^4$	$4,1 \cdot 10^4$
БГКП (коліформи), не допускаються в 0,1 г	-	-
Стафілококи, в 1,0 г	-	-
Сальмонели, в 25 г	-	-

3.3 Дослідження окисних процесів у готовому продукті

Зважаючи на тривалість технологічного процесу виробництва сирокочених ковбас та тривалі терміни зберігання таких продуктів, було проведено дослідження показників, що характеризують швидкість та глибину гідролітичних та окисних змін жирової частини.

Дослідженням піддавалися ковбаси, висушені у вигляді скибочок і потім упаковані у вакуумі і цілих батонів, які після закінчення сушіння нарізали на скибочки і упаковували у вакуумі. На рисунку 3.11 наведено дані які характеризують процес окислення жирової частини фаршу в ході дозрівання-сушіння сирокочених ковбас.

Результати виконаних досліджень свідчать, що незалежно від рецептурного складу та ступеня подрібнення м'ясної сировини антиоксидантна стійкість жиру в досліджуваних скибочках сирокочених ковбас практично однакова і до кінця технологічного процесу пероксидне число не перевищувало 0,83 моль/кг $1/2O_2$.

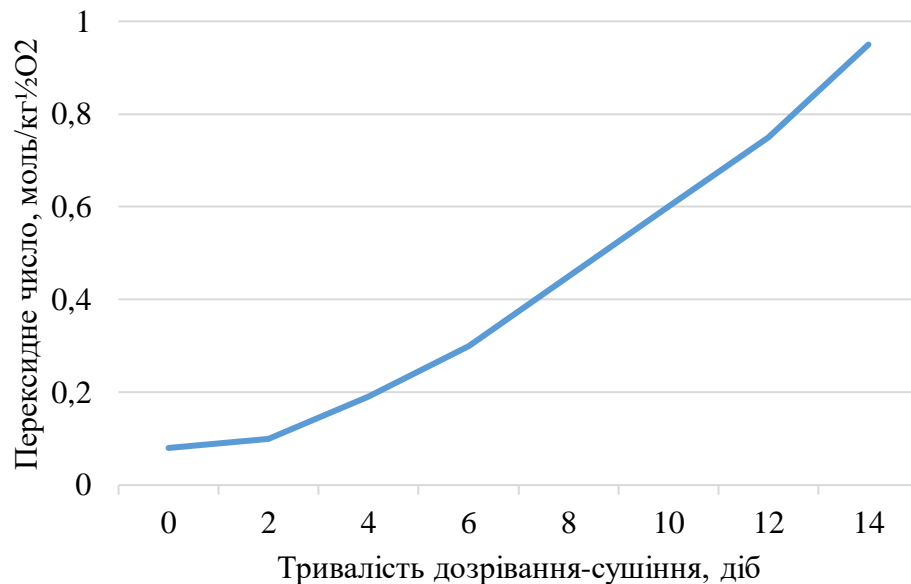


Рисунок 3.11 – Зміна пероксидного числа ліпідів ковбаси «Брауншвейгзької» у процесі дозрівання-сушіння

Одним із важливих показників якості та безпеки сировокопчених ковбас є глибина гідролітичних та окисних змін жиру, як у процесі виробництва, так і в ході зберігання продуктів.

Порівняльний аналіз пероксидних чисел упакованих у вакуумі скибочок дослідних сировокопчених ковбас та аналогічно упакованих скибочок, нарізаних з ковбас, вироблених за діючою технологією після зберігання протягом 45 діб показав (таблиця 3.5), що у дослідних сировокопчених ковбас, гідролітичні та окислювальні процеси жиру менш глибокі, про що свідчать значення кислотних та пероксидних чисел. Так кислотне число жиру дослідного зразка ковбаси «Брауншвейгзька» через 45 діб зберігання на 12,8 % нижче, ніж контрольного зразку, а пероксидне число менше на 16,8 %, що можна пояснити більш коротким періодом 2 в порівнянні з діючою технологією.

Таблиця 3.5 – Кислотне та пероксидне числа жиру ковбасних виробів

Найменування ковбас	Кислотне число, мг КОН/г жиру		Пероксидне число, моль/кг $\frac{1}{2}O_2$	
	Після сушіння	Після 45 діб зберігання	Після сушіння	Після 45 діб зберігання
Досвід	1,98	3,45	0,95	1,84
Контроль	2,45	3,89	1,18	2,15

Отримані дані свідчать, що в процесі зберігання в контрольних зразках сировокопчених ковбас накопичується більше продуктів гідролізу та окислення, ніж у дослідних.

3.4 Результати органолептичної оцінки готових виробів

Результати органолептичної оцінки сировокопчених ковбас підтверджують високу якість дослідних продуктів, які за визначальними показниками не поступаються контрольним, а за показниками консистенції та зовнішнім виглядом дослідні ковбаси мали переваги (таблиця 3.6). Дегустаторами була відзначена більш ніжна консистенція та привабливий зовнішній вигляд дослідних сировокопчених ковбас.

На підставі проведених досліджень запропоновано прискорену технологію сировокопчених ковбас. Показано, що скорочення тривалості технологічного циклу з 30 – 34 діб до 12 – 14 діб і, зокрема, процесу сушіння з 26 – 30 діб до 8 – 10 діб порівняно з технологією, що діє, дозволяє виробляти сировокопчені ковбаси, що відповідають усім вимогам до якості та безпеки. Встановлено, що сушіння сировокопчених ковбас нарізаних на скибочки товщиною 2 мм покращує колірні характеристики готових продуктів за рахунок інтенсивного розвитку молочнокислих мікроорганізмів. Результати досліджень свідчать про кращу перетравність дослідних сировокопчених ковбас внаслідок відсутності ущільненого поверхневого шару.

Таблиця 3.6 – Органолептична оцінка сирокочених ковбас

Зразок	Органолептична оцінка, бали					
	Колір	Аромат	Смак	Консистенція	Зовнішній вигляд	Загальна оцінка
Контроль						
«Брауншвейгзька»	4,4	4,5	4,5	4,4	4,7	4,5
Дослід						
«Брауншвейгзька»	4,6	4,6	4,5	4,5	4,8	4,7

Апробація показала, що сирокочені ковбаси, вироблені за пропонованою технологією та упаковані у вакуумі, за органолептичними показниками не відрізняються від продуктів, виготовлених за діючою технологією та упаковані у вигляді нарізки.

Висновки за розділом

Як показали результати досліджень, на процес сушіння скибочок сирокочених ковбас істотно впливає товщина продукту та ступінь подрібнення м'ясної сировини. Встановлено, що чим тонший ступінь подрібнення основної сировини (м'ясо та шпик) і менше товщина нарізаних скибочок, тим вища швидкість сушіння. Однак якщо ступінь подрібнення м'ясної сировини впливає тільки на швидкість сушіння, то від товщини скибочок, що висушуються, залежать сенсорні властивості готового продукту.

На підставі кінетичних досліджень процесу сушіння скибочок сирокочених ковбас, і сенсорної оцінки готового продукту упакованого у вакуумі, а також з урахуванням енергетичних витрат на сушіння встановлено, що товщина скибочок сирокочених ковбас, що піддаються сушінню, повинна бути близько 2 мм. При цьому витримка упакованих у вакуумі скибочок протягом 12 годин дозволяє отримати не деформований продукт аналогічний упакованої нарізці таких ковбас висушених у вигляді батонів.

Показником, що впливає на процес сушіння сирокочених ковбас, є величина

pH фаршу. Результати досліджень свідчать, що в процесі сушіння скибочок ковбаси «Брауншвейгзька» величина pH фаршу знижується швидше, ніж у цілих батонах і до кінця сушіння різниця в значеннях pH склала відповідно 0,12 од. Нижче значення величини pH дослідних зразків ковбас, швидше за все, зумовлене інтенсивним зростанням молочнокислої мікрофлори.

Отримані в ході дослідів дані свідчать, що найбільш помітне зниження водозв'язувальної здатності м'яса білків спостерігається після закінчення процесу копчення. Відомо, що під впливом копильних речовин диму відбуваються денатураційні та агрегаційні зміни білкових макромолекул, що знижують їх гідратацію. Разом з тим встановлено, що при сушінні скибочок сирокопчених ковбас швидкість зниження ВУЗ значно вища, порівняно з динамікою аналогічного показника при сушінні ковбасних батонів. Це пов'язано з швидшим видаленням вологи з скибочок сирокопчених ковбас.

У зв'язку з тим, що в наукових публікаціях відсутня інформація про формування структури та структурно-механічних властивостей скибочок сирокопчених ковбас у процесі дозрівання-сушіння нами була вивчена динаміка властивостей міцності. Як показали дослідження, швидкість збільшення граничної напруги зсуву в дослідних зразках значно вища, ніж у контрольних в результаті більш інтенсивного зневоднення фаршу скибок сирокопчених ковбас. Середнє значення граничної напруги зсуву контрольних продуктів до кінця дозрівання-сушіння вище, ніж досліджених.

Інтенсивність і стійкість забарвлення є важливими показниками споживчих властивостей продуктів. У ході досліджень визначали колірні характеристики продуктів. В результаті досліджень встановлено, що в процесі дозрівання-сушіння дослідні та контрольні сирокопчені ковбаси набувають більш темного кольору внаслідок видалення частини вологи.

Вивчення розвитку молочнокислих мікроорганізмів у фарші сирокопченої ковбаси «Брауншвейгзька напівсуха» нарізаної на скибочки показало, що лаг-фаза (фаза уповільнення росту) молочнокислих бактерій скорочується порівняно з контрольними ковбасами. У цьому їх кількість до закінчення сушіння на 20,5 %

вище, ніж у ковбасі підданої сушці як цілого батона.

Збільшення загальної кількості мікроорганізмів у процесі дозрівання-сушіння сиркопчених ковбас відбувається за рахунок інтенсивного зростання молочнокислої мікрофлори.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Технологічна схема виробництва сиркопчених ковбас з запропонованими рішеннями наведена на рисунку 4.1.

Розроблена технологія включає наступні операції: обвалювання і жилювання яловичини і свинини, підморожування сировини до мінус 2 °С, подрібнення на вовчку через решітку з діаметром отворів 16 – 20 мм.

Шпик охолоджують до температури мінус (1 – 3) °С і подрібнюють на шпигорізці або блокорізці. Потім у кутері готують фарш відповідно до рецептури. Приготовлений фарш формують в оболонку, ковбасні батони навішують на рами і направляють у кліматичну камеру на осаджування та дозрівання протягом 2 діб при температурі 20 – 24 °С з подальшим копченням при температурі 16 - 14 °С протягом 2 діб.

По закінченню копчення дослідні зразки ковбас заморожують при температурі мінус 10 °С до температури в центрі батона мінус (1,5 – 2,0) °С, знімають оболонку і нарізають слайсером на скибочки товщиною 2,5, 2 і 1,5 мм і при температурі 12 °С і відносній вологості повітря 80 % на початку процесу, а до кінця сушіння відносну вологість повітря в сушильній камері знижують до 73 %. Сушіння закінчують, коли вологовміст сиркопчених ковбас не перевищує 27 %. Потім висушені скибочки упаковували у вакуумі на підкладці та зберігали при температурі 6 – 8 °С протягом 45 діб.

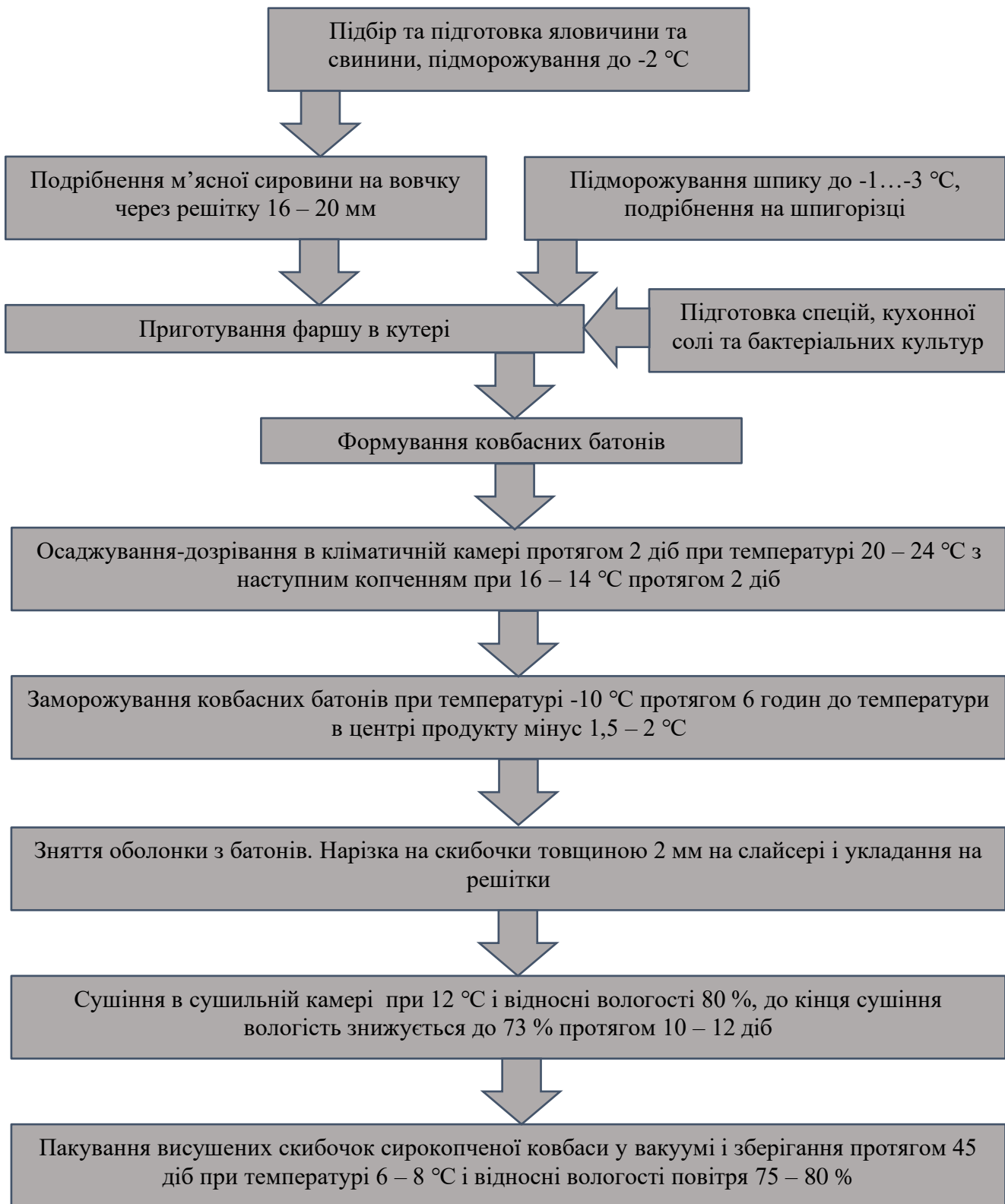


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва сировопчених ковбас

Повний технологічний цикл виробництва скибочок сировопченої ковбаси «Брауншвейгзька» складає 14 діб.

Висновки за розділом

На підставі виконаних досліджень запропоновано зміни до технологічного процесу виробництва сиркопчених ковбас, а саме сушці піддаються не цілі батони, а скибочки товщиною 2 мм. Повний технологічний цикл виробництва скибочок сиркопченої ковбаси «Брауншвейгзька» 14 діб. У той час як за чинною технологією тривалість вироблення цієї ковбаси становить відповідно 34 доби.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва сирокочених ковбас

Карта безпеки праці під час виробництва сирокочених ковбас має містити детальні інструкції, спрямовані на забезпечення безпеки працівників і дотримання санітарно-гігієнічних норм. Приклад розробленої карти приведено на рисунку 5.1.

Карта безпеки праці під час виробництва сирокочених ковбас	
1 Загальні положення	Картка встановлює вимоги охорони праці для працівників, задіяних у процесах підготовки сировини, подрібнення, змішування, шприцювання, ферментації, копчення та сушіння сирокочених ковбас. До роботи допускаються особи: старше 18 років; що пройшли медогляд; навчені правилам безпеки, гігієни та санітарії; забезпечені спецодягом: халат/куртка, фартух, головний убір, рукавиці, захисне взуття.
2 Небезпечні та шкідливі фактори	Рухомі частини м'ясорубок, вовчків, кутерів, шприців; підвищена вологість і слизькі підлоги; температура копильних і сушильних камер (гарячі поверхні); можливість порізів гострим інвентарем (ножі, пилки); електричні ризики – несправність обладнання, пошкоджена ізоляція.
3 Вимоги безпеки перед початком роботи	Перевірити справність: вовчків, кутерів, фаршмішалок, шприців; вентиляції та освітлення; термометрів і датчиків камер копчення/сушіння. Підлога має бути чистою та сухою. Перевірити наявність та справність індивідуальних засобів захисту. Забороняється працювати в ювелірних виробках, з розпущеним волоссям, у пошкодженому спецодязі.
4 Вимоги під час виконання роботи	<i>Робота з м'ясорубками, вовчками та кутерами.</i> Працювати тільки з встановленими захисними кожухами та решітками. Заборонено подавати сировину руками – тільки штовхачами. Не очищати обладнання під час роботи двигуна. <i>Змішування фарцу.</i> Завантаження сировини проводити при повній зупинці апарата. Не нахилитися всередину змішувача. <i>Шприцювання та формування батонів.</i> Стежити за натиском і тиском повітря в пневматичних шприцах. Тримати руки на безпечній відстані від рухомих частин. <i>Копчення та сушіння.</i> Завантаження/розвантаження рам проводити з використанням рукавиць, що захищають від опіків. Заборонено відкривати камери до повної зупинки вентиляторів. Стежити за температурним режимом, не торкатися гарячих елементів.
5 Вимоги після завершення роботи	Вимкнути та від'єднати від живлення обладнання. Очистити робочу зону, інвентар та обладнання від залишків сировини. Подати обладнання на миття та дезінфекцію згідно із технологічними картами. Вимити руки з милом, зняти спецодяг. Повідомити керівника про всі несправності.
6 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях	При пораненні негайно звернутися в медпункт, обробити рану та повідомити керівника. При ураженні електрострумом – вимкнути живлення, надати першу допомогу, викликати медиків. При пожежі: негайно повідомити керівника та викликати ДСНС; вимкнути електроживлення; використати вогнегасник (порошковий або вуглекислотний). При витокі диму з копильні – припинити роботу, провітрити приміщення, перевірити систему вентиляції.
7 Засоби індивідуального захисту	Спецодяг і спецвзуття; гумові або термостійкі рукавиці; фартух і нарукавники; захисний головний убір; прибирання – гумові чоботи та рукавички; при роботі з мийними засобами – окуляри.
8. Санітарно-гігієнічні вимоги	Суворо дотримуватись правил особистої гігієни; не допускати забруднення сировини сторонніми предметами; регулярно проходити медичні огляди та мати санітарну книжку; дотримуватися чистоти обладнання, інвентарю та приміщень.

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва сирокочених ковбас

Цей документ повинен бути погоджений із відповідними органами, такими як служба охорони праці та санітарні інспекції, і наданий кожному працівнику для ознайомлення.

5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва сирокочених ковбас

Виробництво сирокочених ковбас супроводжується утворенням різних типів відходів: харчові (органічні), вторинні сировинні матеріали, пакувальні, санітарні та інші. Кожен вид відходів потребує окремого підходу до утилізації згідно з вимогами санітарного законодавства, НАССР та природоохоронних норм.

1. Органічні відходи м'ясної сировини – обрізки м'яса, сухожильно-кістковий матеріал, жир-сирець, непридатні для переробки частини сировини.

Шляхи утилізації:

- направлення на технічне перероблення – передача на підприємства з утилізації відходів тваринного походження, переробка в м'ясо-кісткове борошно, технічний жир, кормові добавки;
- використання для виробництва кормів для хутрових тварин – може застосовуватися лише при дотриманні ветеринарно-санітарних вимог;
- термічне знешкодження (спалювання) – для відходів, що не можуть бути використані або містять ознаки псування;
- біотермічна утилізація (компостування) – застосовується для невеликих обсягів жирових і білкових відходів за наявності відповідних умов.

2. Кров, плазма, згустки білкової сировини.

Шляхи утилізації:

- передача на переробку в кормову або технічну продукцію (кров'яне борошно, білкові концентрати);
- знешкодження термічним методом у разі непридатності до використання.

3. Відходи оболонки – натуральні, білкові, колагенові, синтетичні оболонки.

Шляхи утилізації:

- натуральні оболонки – відправлення на технічну утилізацію (спалювання)

або переробка);

- колагенові та білкові оболонки – технічне перероблення або компостування за умови відповідного складу;

- поліамідні та інші синтетичні оболонки – утилізація як полімерні відходи, передача підприємствам з переробки пластмас.

4. Жирова фракція і відпрацьовані розсоли.

Шляхи утилізації:

- жир – технічне перероблення (технічний жир, біопаливо);
- розсоли – нейтралізація та утилізація через локальні очисні споруди підприємства;

- заборонено зливати їх у каналізацію без попередньої очистки.

5. Відходи від копильних процесів – зола та сажа, відпрацьована тирса/деревна тріска, конденсат диму.

Шляхи утилізації:

- зола та сажа – захоронення на полігонах ТПВ або використання як добавка до будівельних матеріалів (у разі відповідності нормам);

- відпрацьована тирса – компостування або спалювання;

- конденсат диму – утилізація як небезпечний відхід (клас III), передача ліцензованим підприємствам.

6. Побутові та змішані виробничі відходи – папір, перчатки, фартухи, упаковка, побутові відходи персоналу.

Шляхи утилізації:

- сортування: пластик, скло, папір – у відповідні контейнери для вторинної переробки;

- одноразові засоби гігієни – утилізація як тверді побутові відходи;

- пилові та дрібні харчові залишки – контейнер для органічних відходів із подальшим вивозом.

7. Пакувальні відходи – поліетилен, картон, ящики, етикетки.

Шляхи утилізації:

- передача на вторинну переробку полімерів та макулатури;

- пошкоджені картонні ящики – пресування та відправлення на макулатуру.

8. Відходи після санітарної обробки обладнання – рештки мийних та дезінфекційних засобів, забруднена вода.

Шляхи утилізації:

- відведення у систему локальних очисних споруд із нейтралізацією хімічних речовин;
- передача небезпечних реагентів спеціалізованим утилізаційним підприємствам (якщо вони не підлягають розбавленню чи нейтралізації).

9. Мікробіологічно небезпечні відходи – сировина, що зіпсувалася, продукція із порушеними умовами зберігання, заражена мікрофлорою.

Шляхи утилізації:

- термічне знешкодження (спалювання, автоклавування);
- передача спеціалізованим організаціям для утилізації тваринних відходів;
- ведення журналу обліку знищення/утилізації небезпечних відходів.

Утилізація відходів при виробництві сирокочених ковбас повинна відповідати:

- вимогам НАССР (контроль критичних точок забруднення);
- ДСТУ, СанПіН, ветеринарно-санітарним нормам;
- Закону України «Про відходи».

Висновки за розділом

У розділі проведено комплексний аналіз вимог безпеки праці та екологічних аспектів виробництва сирокочених ковбас. Розроблена карта безпеки праці визначає основні ризики технологічного процесу, шляхи їх попередження та заходи захисту працівників, що забезпечує безпечні умови роботи на всіх етапах виробництва. Також обґрунтовано ефективні методи утилізації відходів, спрямовані на мінімізацію негативного впливу на довкілля, раціональне використання ресурсів і дотримання вимог екологічної безпеки. Сукупність запропонованих заходів дозволяє підвищити виробничу безпеку та екологічну відповідальність підприємства.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Вартість основних і побічних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

де m_1 – кількість використаного i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їхня вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Яловичина в/г, кг	0,45	303,00	136,35
Свинина нежирна, кг	0,25	212,00	53,00
Шпик хребтовий, кг	0,30	194,00	58,20
Всього			247,55

Розрахунок витрат на оплату праці наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000,00
Всього				1000,00

Нарахування на заробітну плату виконують за ставкою 22 % від суми бруто-зарплати:

$$H = \frac{1000,00 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

де M – потужність обладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – тривалість роботи, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Витрата електроенергії для приготування фаршу становлять:

$$E_1 = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 6,4 = 115,20 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії для сушіння нарізок:

$$E_2 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 240 \cdot 6,4 = 1244,16 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії під час роботи комп'ютера:

$$E_3 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 248 \cdot 6,4 = 999,94 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 115,2 + 1244,16 + 999,94 = 2359,3 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання, що використовується в процесі дослідження, розраховується за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.,

Розрахунки амортизації наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунки витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Машина для приготування фаршу	23480,30	10	1	6,40
Обладнання для термічної обробки нарізок	15600,00	10	10	42,73
Ноутбук	23000,00	24	31	468,82
Всього				517,95

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1000,00 \cdot 80)}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Зведені витрати подано в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис зведених витрат на проведення дослідження

Найменування витрат	Сума, грн.
Матеріали основні	247,55
Оплата праці учасникам досліджень	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	2359,30
Амортизація	517,95
Накладні витрати	800,00
Всього	5144,80

Аналіз показує, що найбільшу частку витрат становлять електроенергія та заробітна плата – відповідно 2359,30 грн і 1000,00 грн.

6.2 Розрахунок вартості дослідження

Ціну проведених досліджень розраховують за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

де $Ц$ – загальна вартість дослідження, грн;

C – фактичні витрати, грн;

P – норматив рентабельності ($P = 30$), %.

$$Ц = 5144,80 + \frac{30 \cdot 5144,80}{100} = 6688,24 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням рентабельності 30 %, кінцева вартість дослідження становить 6688,24 грн..

Висновки за розділом

Найвагомішими складовими витрат у процесі проведення дослідження були витрати на електроенергію та оплату праці, що становили відповідно 2359,30 грн та 1000,00 грн. З урахуванням нормативної рентабельності 30 % підсумкова вартість дослідження дорівнює 6688,24 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Як показали результати досліджень, на процес сушіння скибочок сирокочених ковбас істотно впливає товщина продукту та ступінь подрібнення м'ясної сировини. Встановлено, що чим тонший ступінь подрібнення основної сировини (м'ясо та шпик) і менше товщина нарізаних скибочок, тим вища швидкість сушіння. Однак якщо ступінь подрібнення м'ясної сировини впливає тільки на швидкість сушіння, то від товщини скибочок, що висушуються, залежать сенсорні властивості готового продукту.

Встановлено, що товщина скибочок сирокочених ковбас, що піддаються сушінню, повинна бути близько 2 мм. При цьому витримка упакованих у вакуумі скибочок протягом 12 годин дозволяє отримати не деформований продукт аналогічний упакованої нарізці таких ковбас висушених у вигляді батонів.

Встановлено, що в процесі сушіння скибочок ковбаси «Брауншвейгзька» величина рН фаршу знижується швидше, ніж у цілих батонах і до кінця сушіння різниця в значеннях рН складала відповідно 0,12 од. Нижче значення величини рН дослідних зразків ковбас, швидше за все, зумовлене інтенсивним зростанням молочнокислої мікрофлори.

Запропоновано зміни до технологічного процесу виробництва сирокочених ковбас, а саме сушці піддаються не цілі батони, а скибочки товщиною 2 мм. Повний технологічний цикл виробництва скибочок сирокоченої ковбаси «Брауншвейгзька» 14 діб. У той час як за чинною технологією тривалість вироблення цієї ковбаси становить відповідно 34 доби.

Проведено комплексний аналіз вимог безпеки праці та екологічних аспектів виробництва сирокочених ковбас. Розроблена карта безпеки праці визначає основні ризики технологічного процесу, шляхи їх попередження та заходи захисту працівників, що забезпечує безпечні умови роботи на всіх етапах виробництва. Також обґрунтовано ефективні методи утилізації відходів, спрямовані на мінімізацію негативного впливу на довкілля, раціональне використання ресурсів і дотримання вимог екологічної безпеки. Сукупність запропонованих заходів

дозволяє підвищити виробничу безпеку та екологічну відповідальність підприємства.

Найвагомішими складовими витрат у процесі проведення дослідження були витрати на електроенергію та оплату праці, що становили відповідно 2359,30 грн та 1000,00 грн. З урахуванням нормативної рентабельності 30 % підсумкова вартість дослідження дорівнює 6688,24 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
2. Allen C.E., Foegeding E.A. Some lipid characteristics and interactions in muscle foods-a review. – Food. Tehnol. – 2001. – Vol.35, № 5. – P. 253 – 257.
3. Antimutagenesis and Anticarcinogenesis Mechanisms / Kada T. et. Al. N.Y.; L. Plenum Press, 1996. – P. 573.
4. 18.Пешук Л., Рябовол М., Клименко А. Розробка сирокочених ковбас для гурманів. Ukrainian Food Journal. 2018. Vol. 2. Issue 2. 2013. С. 186 – 191.
5. Черевко, О. І., Пересічний, М. І., & Тюрікова, І. С. (2017). Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. Харків, ХУДУХТ. 189 с.
6. ДСТУ 4427:2005 «Ковбаси сирокочені та сиров'ялені».
7. Ковальчук, В., Земелько, М., & Бухкало, С. (2024). Приклади дослідження властивостей м'ясних виробів функціонального призначення для комплексної технології. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, (1 (1367)), 38-49.
8. Плохенко, Т. В., & Ряполова, І. О. (2021). Перспективні технології виробництва м'ясних січених кулінарних виробів. Resource-Saving Technologies of Apparel, Textile & Food Industry, 179-181.
9. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підручник / М.М. Клименко, Л.Г. Віннікова, І.Г. Береза та ін.; За ред. М.М. Клименка. – К.: Вища освіта, 2006. – 640 с.: іл.
10. Лялик, А. Т., & Криськова, Л. П. (2016). Сучасні технології виробництва продуктів функціонального призначення, збагачених Омега-3 жирними кислотами. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 243-244.

11. Баштова, Н. К. (2015). Конструювання м'ясних виробів із застосуванням рослинних інгредієнтів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво, (6), 87-90.
12. Камсуліна, Н. В., & Желєва, Т. С. (2016). Технологія м'ясних продуктів функціонального призначення. Х. : ХДУХТ, 2016. 57 с.
13. Слободянюк, Н. М., & Дурностук, Б. І. Використання пребіотиків при виробництві варених м'ясних виробів функціонального призначення. Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 187.
14. Приходько М.Ф. Виробництво функціональних м'ясних виробів з використанням білкових добавок. Матеріали НПК викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (26-29 квітня 2022 р.). С.81.
15. Тішкіна Н. М., Лещова М. О., Єсіна Е. В. Мікроструктурний аналіз якості фаршу сирокочених ковбас. Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Т. 20. № 83. 2018. С. 268-273.
16. Коляновська Л. М. Розробка виробництва сирокочених ковбас функціонального спрямування. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 16. Т. 1. 2015. С. 83-88.
17. Про встановлення загальних принципів та вимог законодавства щодо харчових продуктів, створення Європейського органу з безпечності харчових продуктів та визначення процедур з питань безпечності харчових продуктів: Регламент ЄС 178/2002. Брюссель, 28.01.2002.
18. Лісицін А.Б., Кудряшов Л.С., Алексахина В.А. Перспективні технології виробництва нових видів сиров'ялених ковбас // М'ясна індустрія, 2003. – №11 – с. 24 – 27.
19. Вольф-Дітріх Мюллер. Вплив функціональних добавок на органолептичні, технологічні і мікробіальні параметри сиров'яленої ковбаси // Фляйшвіртшафт, 2006 р. – №10 – с. 31 – 34.
20. Авдєєва, Л. Ю., & Шафранська, І. С. (2014). Збагачення м'ясних напівфабрикатів біологічно активними речовинами рослинної сировини. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (46 (2)), 174-176.

21. Бандура, В. (2021). Аналіз новітніх розробок виготовлення продуктів функціонального призначення на основі печінкового паштету. *Problems of modern science and practice*, 1, 435.
22. Янчева М., Пешук Л., Дроменко О. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса і м'ясних продуктів. К.: Центр навчальної літератури, 2017. 304 с.
23. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби : підручник / Ф. В. Перцевий, О. Г. Терешкін, П. В. Гурський та ін. ; за ред. Ф. В. Перцевого, О. Г. Терешкіна, П. В. Гурського. Київ : Інкос, 2014. 340 с.
24. Сирохман І., Лозова Т. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів. 2-ге видання. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 378 с.
25. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби : підручник / Ф. В. Перцевий, О. Г. Терешкін, П. В. Гурський та ін. ; за ред. Ф. В. Перцевого, О. Г. Терешкіна, П. В. Гурського. Київ : Інкос, 2014. 340 с.
26. Пешук, Л. В. Технологія переробки вторинних продуктів м'ясної галузі : підручник / Л. В. Пешук ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : ЦУЛ, 2018. 366 с
27. Технологія м'ясопродуктів із нетрадиційної м'ясної сировини : підручник / Л. В. Пешук, М. О. Янчева, О. І. Гащук, С. Г. Кириченко ; Нац. ун-т харч. технол., Харк. держ. ун-т харч. та торг. Київ : ЦУЛ, 2017. 300 с.
28. Bio-Bratwurs in achter Premium-Qualität [Текст] // *Fleischwirtschaft*. – 2008. – № 2. – Р. 47. 44.
29. Dogruer, Y. Effect of using sodium and potassium nitrate on degrading and residue level of nitrate and nitrite contents of pastirma during the storage period [Текст] / Y. Dogruer, A. Guner // *Acta alim.* – 2005. – № 2. – Р. 141–144.
30. Ogiehor I. S. Antimicrobials effects of sodium benzoate on the growth, survival and aflatoxyn production potential of some species of *Aspergillus* in Garri during storage / I. S. Ogiehor, M. J. Ikenebomex // *Pakistan Journal of nutrition* – 2004. — № 5. —Р. 300 – 309.
31. Lücke Friedrich-Karl. Nitrit und die Haltharkeit und Sicherheit erhitzter Fleischprodukte [Текст] / Lücke Friedrich-Karl // *Fleischwirtschaft*. – 2008. – № 12. – Р. 91–94.

32. Hamm Ulrich. Verbraucher akzeptanz von Öko Fleisch ware ohne Nitrit pökel salz[Текст] / UlrichHamm // Fleisch wirts chaft. – 2007. – № 11. – P. 126– 130.

33. Баль-Прилипко, Л. В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів : монографія / Л. В. Баль-Прилипко ; за ред. С. Д. Мельничука. Київ : НУБіП, 2012. 207 с.

34. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>

35. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>

36. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V. Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions. Food Science and Technology. 2022. 16(1). P. 101-111. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2289>

37. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko V., Aleksandrova A. Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials. Food science and technology. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 95-105. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>

38. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Polkovnychenko, D., & Grigorenko, N. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(11 (104), 61–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>

39. Kumar, S. U. N. I. L., Bhat, Z. F., Kumar, P. A. V. A. N., & Mandal, P. K. (2013). Functional meat and meat products. Animal products technology, 404-455.

40. Vasilev, D., Glišić, M., Janković, V., Dimitrijević, M., Karabasil, N., Suvajdžić, B., & Teodorović, V. (2017, September). Perspectives in production of

functional meat products. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 85, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.

41. Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2007). Functional meat products. In Handbook of fermented meat and poultry (pp. 257-266). Blackwell Publishing Iowa, USA.

42. Angiolillo, L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2015). Technological strategies to produce functional meat burgers. LWT-Food Science and Technology, 62(1), 697-703. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.021>

43. Khajavi, M. Z., Abhari, K., Barzegar, F., & Hosseini, H. (2020). Functional meat products: the new consumer's demand. Current nutrition & food science, 16(3), 260-267. <https://doi.org/10.2174/1573401315666190227161051>

44. Decker, E. A., & Park, Y. (2010). Healthier meat products as functional foods. Meat science, 86(1), 49-55.

45. Gabdukaeva, L. Z., Gumerov, T. Y., Nurgalieva, A. R., & Abdullina, L. V. (2021). Current trends in the development of functional meat products to improve the nutritional status of the population. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 624, No. 1, p. 012196). IOP Publishing.

46. Arihara, K., & Ohata, M. (2011). Functional meat products. In Functional foods (pp. 512-533). Woodhead Publishing.

47. Joshevaska, E., Kuzelov, A., Dimitrovska, G., & Bojkovska, K. (2019). Improvement of the production technology of meat products with the addition of functional components. Journal of Agriculture and plant sciences, 17(2), 31-37.

48. Ahmad, S. R., Qureshi, A. I., Hussain, S. A., Fayaz, H., & Sofi, A. H. (2024). Design and Development of Meat-Based Functional Foods. In Hand Book of Processed Functional Meat Products (pp. 129-156). Cham: Springer Nature Switzerland.

49. Smetana, S., Terjung, N., Aganovic, K., Alahakoon, A. U., Oey, I., & Heinz, V. (2019). Emerging technologies of meat processing. In Sustainable meat production and processing (pp. 181-205). Academic Press.

50. Kumar, A., Kumar, S., Sharma, B. D., Mendiratta, S. K., Verma, O. P., & Patel, A. K. (2012). Functional meat and meat products: an overview. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 2(4), 314-324.
51. Arihara, K. (2006). Strategies for designing novel functional meat products. *Meat science*, 74(1), 219-229. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.028>
52. Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., & Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat science*, 86(1), 15-31.
53. Toldrá, F. (Ed.). (2022). *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://surl.li/xdjjty>
54. Toldrá, F. (Ed.). (2010). *Handbook of meat processing*. John Wiley & Sons. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://surl.li/mbpcgh>
55. Toldrá, F. (Ed.). (2022). *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://surl.li/xdjjty>
56. Hui, Y. H. (Ed.). (2012). *Handbook of meat and meat processing*. CRC press. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://surl.li/nhujre>