

В. М. Михайлов
В. М. Онищенко
А. О. Пак
С. Т. Інжиянц

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
СКЛІЄСНИХ КИШКОВИХ КОВБАСНИХ ОБОЛОНОК,
АРМОВАНИХ ТЕПЛОВОЮ КОАГУЛЯЦІЄЮ І ДУБЛЕННЯМ

Монографія

Харків
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний біотехнологічний університет

В. М. Михайлов
В. М. Онищенко
А. О. Пак
С. Т. Інжиянц

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
СКЛЕСНИХ КИШКОВИХ КОВБАСНИХ ОБОЛОНОК,
АРМОВАНИХ ТЕПЛОВОЮ КОАГУЛЯЦІЄЮ І ДУБЛЕННЯМ**

Монографія

Харків
ДБТУ
2022

УДК 637.663

ББК 36.927

О–13

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф., професор кафедри хімії, біохімії,
мікробіології та гігієни харчування Державного біотехнологічного
університету *М. П. Головки*;

д-р техн. наук, доц., професор кафедри міжнародної електронної
комерції та готельно-ресторанної справи Харківського національного
університету ім. В.Н. Каразіна *Я. О. Білецька*

Рекомендовано до друку вченою радою Державного
біотехнологічного університету (протокол №6 від 24.06.2022 р.).

Обґрунтування технології склесених кишкових ковбасних
оболонок, армованих тепловою коагуляцією і дубленням :
О–13 монографія / В. М. Михайлов, В. М. Онищенко, А. О. Пак, С. Т.
Інжиянц. – Харків : ДБТУ, 2022. – 105 с.

У монографії розглянуто шляхи раціонального використання вторинних ресурсів м'ясної промисловості, особливу увагу приділено аналізу застосування продукції і відходів кишкового виробництва. Узагальнено фізико-хімічні чинники обґрунтування інноваційного задуму удосконалення технологій склесених кишкових оболонок. Висвітлено результати обґрунтування технології склесених кишкових ковбасних оболонок, армованих тепловою коагуляцією і дубленням. Надано результати досліджень водопоглинання, гігроскопічності та пористості кишкових плівок, раціональної температури та тривалості теплової коагуляції, способів армування різними фізичними методами, формування пластичних властивостей склесених кишкових ковбасних оболонок.

Наведені дані можуть бути використані у практичній діяльності фахівців м'ясної промисловості, науково-дослідницьких організацій та освітньому процесі закладів вищої освіти, що займаються підготовкою фахівців та аспірантів із харчових технологій.

УДК 637.663

ББК 36.927

© В. М. Михайлов, В. М. Онищенко,
А. О. Пак, С. Т. Інжиянц, 2022

© Державний біотехнологічний
університет, 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛЕЄНИХ КИШКОВИХ КОВБАСНИХ ОБОЛОНОК.....	7
1.1. Шляхи раціонального використання вторинних ресурсів м'ясної промисловості.....	7
1.1.1. Узагальнення напрямів комплексної переробки вторинних ресурсів м'ясної промисловості	7
1.1.2. Аналіз шляхів використання продукції і відходів кишкового виробництва.....	10
1.2. Узагальнення властивостей колагену і еластину як основних білкових складових підслизового шару кишок.	20
1.3. Фізико-хімічні чинники обґрунтування інноваційного задуму технологій склеєних кишкових оболонки	24
Розділ 2. РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛЕЄНИХ КИШКОВИХ КОВБАСНИХ ОБОЛОНОК.....	30
2.1. Розробка і обґрунтування способів збільшення міцності та формування функціонально-технологічних властивостей склеєних кишкових ковбасних оболонки із використанням рослинного дублення та теплової коагуляції.....	30
2.1.1. Дослідження водопоглинання кишкових плівок, оброблених рослинним дубителем таніном харчовим та підданих тепловій коагуляції.....	30
2.1.2. Дослідження гігроскопічних властивостей, пористості та відновлюваності склеєних армованих ковбасних оболонки та вихідної сировини для їх отримання.....	33
2.1.3. Визначення раціональної температури та тривалості теплової коагуляції склеєних кишкових оболонки, за яких досягається достатня міцність додаткового зміцнювального шва.....	46
2.1.4. Розробка способів армування склеєних кишкових оболонки різними фізичними методами.....	53
2.2. Дослідження фізико-механічних властивостей склеєних плівок зі свинячих черев, армованих інтегральним дубленням та пластифікованих гліцерином.....	66

2.3.	Розробка технологій та дослідження якості і безпеки склеєних оболонок зі свинячих черев.....	70
2.3.1.	Розробка технологій склеєних оболонок зі свинячих черев..	70
2.3.2.	Дослідження якості і безпеки сухих склеєних оболонок зі свинячих черев.....	79
	ВИСНОВКИ.....	83
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87

ВСТУП

Вітчизняний ринок ковбасних оболонок останнім часом розвивається за світовими тенденціями. При цьому середньорічний обсяг світового ринку ковбасних оболонок складає близько €4 млрд., а темпи його зростання коливаються на рівні 3,0–3,5% на рік, що є наслідком підвищення попиту як на готові ковбасні вироби, так і напівфабрикати в оболонках.

Незважаючи на стрімкий розвиток інновацій у технології штучних оболонок, кишкові ковбасні оболонки завдяки універсальності використання з технологічної точки зору та своїм споживчим перевагам, зумовленим здебільшого натуральністю, залишаються пріоритетними чинниками формування якості ковбасних виробів та їх попиту.

Поряд з цим, прижиттєві та технологічні дефекти обробки кишок спричиняють утворення у кишковому виробництві значної кількості відходів (до 20%). Внаслідок цього цінна тваринна сировина використовується не за основним призначенням й нераціонально, оскільки, як правило, відходи кишкового виробництва застосовують для виготовлення тваринних кормів, а також у технології отримання білкових колагенових мас різного функціоналу. При цьому, на наш погляд, виробництво ковбасних оболонок з кишечника сільськогосподарських тварин залишається технологічно найбільш виправданим. Вирішити проблему раціонального використання кишкової сировини та підвищення економічної рентабельності виробництва дозволить вирішити запровадження ефективних технологій склеєних кишкових ковбасних оболонок.

Сутність технології склеєних кишкових ковбасних оболонок полягає у здатності кишок утворювати стійке зчеплення смуг та відрізків плівок завдяки їх висушуванню. Проте використання таких оболонок обмежене, оскільки процес їх склеювання-разшарування у вологому середовищі та під дією внутрішнього тиску фаршу є оберненим явищем.

Таким чином, розробка та раціоналізація способів отримання ковбасних оболонок із натуральної сировини з заданими функціонально-технологічними властивостями є актуальним завданням.

Для підвищення міцності склеєних кишкових ковбасних оболонок запропоновано збільшення кількості та перехресне розташування кишкових смуг, що суттєво збільшує кількість використовуваної сировини та товщину оболонки. Запропоновано

способи з'єднання натуральної ковбасної оболонки із використанням лазеру та високочастотного струму, недоліками яких є реалізація технічного рішення лише для рукавних відрізків кишок у вологому стані.

Спираючись на фізико-хімічні властивості основних білків сполучної тканини підслизового шару кишок (більшою мірою – колагену, оскільки його частка суттєво превалює порівняно із ретикуліном та еластином), зокрема взаємодію з водою, зварювання та дублення, нами теоретично запропоновано напрями обмеження оберненості процесу склеювання-розшарування склеєних кишкових, основні з яких полягають у їх контрольованому дубленні та застосуванні електрофізичних способів склеювання-фіксації.

У монографії розглянуто шляхи раціонального використання вторинних ресурсів м'ясної промисловості, особливу увагу приділено аналізу застосування продукції і відходів кишкового виробництва. Узагальнено фізико-хімічні чинники обґрунтування інноваційного задуму удосконалення технологій склеєних кишкових оболонок. Висвітлено результати обґрунтування технології склеєних кишкових ковбасних оболонок, армованих тепловою коагуляцією і дубленням. Надано результати досліджень водопоглинання, гігроскопічності та пористості кишкових плівок, раціональної температури та тривалості теплової коагуляції, способів армування різними фізичними методами, формування пластичних властивостей склеєних кишкових ковбасних оболонок.

РОЗДІЛ 1
**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
СКЛЕСНИХ КИШКОВИХ КОВБАСНИХ ОБОЛОНОК**

1.1. Шляхи раціонального використання вторинних ресурсів м'ясної промисловості

1.1.1. Узагальнення напрямів комплексної переробки вторинних ресурсів м'ясної промисловості. Комплексній переробці сировини у м'ясній промисловості традиційно приділяється значна увага. У процесі переробки вихідної сировини отримують такі цінні види вторинних сировинних ресурсів, як кров, кістки, субпродукти II категорії, жир-сирець, продукти переробки кишечника худоби, нехарчові відходи та ін., що можуть бути використані у виробництві додаткової продукції харчового, кормового та технічного призначення [1–4].

Сучасний рівень розвитку м'ясної галузі агропромислового комплексу вимагає принципово нового підходу до проблеми комплексного використання всіх видів сировини – не лише основної, але й побічної. Основа цього підходу полягає у створенні мало- та безвідходних технологій, які дають можливість максимально та комплексно залучати всі цінні компоненти сировини, перетворюючи їх у корисні продукти, а також виключати або зменшувати шкоду, що завдається оточуючому середовищу в результаті викидів відходів виробництва у повітря, воду та ґрунт. Запровадження безвідходної технології має забезпечити комплексне та раціональне використання всіх видів сировини з метою збільшення так званого зняття продукції з одиниці переробленої сировини та охорони оточуючого середовища від антропогенної дії виробництва не скільки за рахунок відсутності відходів взагалі, скільки завдяки їх раціональному використанню у тому ж виробництві. У м'ясній промисловості основним напрямом створення мало- та безвідходних технологій є розробка прогресивних технологічних процесів отримання нових видів продуктів, що покращують харчову та біологічну цінність продуктів, шляхом застосування основних видів сировини, а також заміни традиційної сировини побічною [5–9].

Обсяги незатребуваної колагеновмісної сировини на вітчизняних м'ясопереробних підприємствах залишаються значними та включають відходи шкіросировини великої, дрібної рогатої худоби

та свиней, субпродуктів та значною мірою – кишкової сировини [10–12].

У вітчизняній та іноземній науково-практичній літературі досить повно висвітлено шляхи використання колагеновмісної сировини в м'ясній промисловості. Методи обробки колагеновмісної сировини включають сухе та вологе теплове оброблення (як за високих, так помірних температур), хімічну взаємодію з речовинами кислотного та лужного характеру, фізичні методи (іонізуючі випромінювання та УЗ-обробку), а також їх комбінювання. Особливе місце в останні роки займають біотехнологічні методи модифікації колагену [10; 148].

Досить відомими є способи гідролізу колагеновмісної сировини у водному середовищі за високої температури та тиску з подальшим сушінням розпиленням, в результаті чого отримували білковий компонент, який використовували у виробництві різноманітних продуктів харчування. Отримано також мікрокристалічний колаген, який є частково іонізованою сіллю цього білка (сировину після сублимаційного сушіння гомогенізували у розчині соляної, оцтової або лимонної кислоти з рН 1,6–2,6 до тих пір, поки не менше 10% за масою колагену не досягне субмікронного розміру). Залежно від ступеня гідролізу були отримані харчові продукти різного призначення. Обґрунтовано короткочасний гідроліз під тиском у кислому середовищі. Існує також безкислотний спосіб, що передбачає безкислотну обробку за температури 130°C протягом 2,5 год. Інтенсифікуючим чинником визначено подрібнення сировини [13].

Проведено морфологічну оцінку особливостей будови волокон у структурі колагеновмісних ресурсів м'ясної промисловості (дерма ВРХ, свиней, відходи кишкової сировини та ін.) з метою пошуку можливостей їх використання у технології їстівних оболонок та покриттів. Встановлено принципову можливість позитивного вирішення завдання під час розробки спеціальних методів попередньої обробки для кожного з видів сировини, пов'язаної з видаленням білково-жирових компонентів [148; 149].

Ефективним інструментом вирішення проблеми зменшення кількості відходів колагеновмісної сировини є використання принципів її біотрансформації. З цієї точки зору інтерес виробників в останній час спрямовано у бік застосування біотехнологічних методів, заснованих на використанні різних видів мікроорганізмів, що сприятиме більш повній та глибокій переробці основної та вторинної (побічної) сировини, реалізації технологічних режимів у звичайних діапазонах температур, рН й тиску, з мінімальними витратами

матеріальних та енергоресурсів. Дія мікроорганізмів заснована на утворенні органічних кислот, ферментів, вітамінів та інших речовин, що сприяє покращенню санітарно-мікробіологічних, органолептичних показників готової продукції, а також дозволяє інтенсифікувати процес виробництва. Поряд з вирішенням технологічних та економічних проблем біотрансформація колагеновмісної сировини мікроорганізмами дозволяє розробити нові види м'ясних продуктів у відповідності із сучасними принципами нутріціології [14; 15].

Доведено перспективність застосування в технологіях м'ясних продуктів колагеновмісної сировини, що оброблена методом мікробної модифікації препаратами молочнокислих бактерій *Str. lactis*, *Str. cremoris* и *L. cremoris* [16].

Вивчено дію протеїназ різного походження на колагеновмісну сировину та визначено перспективи розробки нових емульгованих м'ясопродуктів. Результати досліджень свідчать про позитивний ефект застосування мікробної протеїнази з *Vac. megaterium* для обробки сировини з підвищеним вмістом сполучнотканинних волокон [17].

Розроблено метод переробки вторинної колагеновмісної сировини з використанням дріжджів *Clavispora lusitaniae* Y3723. Приведені результати досліджень з вивчення впливу субстрату на ріст *Clavispora lusitaniae* Y3723, підібрані оптимальні живильне середовище та умови культивування, виміряна питома колагеназна активність, оптимізовано умови ферментативного гідролізу вторинної колагеновмісної сировини [18].

Показано, що модифікація колагеновмісної сировини шляхом кислотного гідролізу сприяє її тендеризації та можливості використання у складі м'ясних продуктів [19; 20].

Одержувані різними способами тваринні білкові препарати широко використовуються у технології м'ясної промисловості для виготовлення м'ясних продуктів [21–23].

Значні обсяги ресурсів колагеновмісної сировини використовуються у технології білкових (колагенових) оболонок, які серед усіх штучних плівок за своїм складом та властивостям найбільш наближені до натуральних та мають оптимальні функціонально-технологічні характеристики [150]. На сьогодні відомі численні праці з удосконалення технологічного процесу виготовлення колагенових оболонок, у тому числі їстівних [24; 25; 151; 152].

Технологічні аспекти виготовлення білкових оболонок представляють інтерес з позиції фізико-хімічного впливу інгредієнтів,

що формують захисні властивості та безпечності харчових плівок з колагеновмісної сировини [26–35].

1.1.2. Аналіз шляхів використання продукції і відходів кишкового виробництва. Одержані результати про можливості біотехнологічних методів у виробництві високоякісних колагенових мас різного функціоналу. В даному випадку інтерес представляють науково-технічні рішення для отримання біополімерів, що відповідають сучасним вимогам технологій формувальних матеріалів та харчових білкових покриттів для м'ясної промисловості. Доведено доцільність одержання, раціонального та ефективного використання колагеновмісної сировини, зокрема відходів обробки кишкової сировини [36; 153].

Вивчені можливості використання кишкової сировини кролів у технології м'ясних продуктів. Авторами обґрунтовано, що під час вибору напряму використання кишкової сировини кролів найбільш доцільним є одержання з неї натуральних формувальних матеріалів з подальшим використанням їх у технології м'ясних продуктів. Одержані дані про зміни міцнісних властивостей кишкової сировини залежно від видалення баластних шарів, доведено доцільність видалення певних шарів окремих відділів кишечника та використання фабрикатів кишок кролів у технології м'ясних продуктів як оболонки [37; 38].

Розроблено технологію виробництва сухих тваринних кормів у вигляді борошна з додаванням коагульованого, частково зневодненого та знежиреного шляму кишок, що дозволяє покращити якісні показники та сортність кормів. Досліджено фізико-хімічні характеристики коагульованого шляму кишок та готової кормової продукції. Дослідженням компонентного складу білків шляму методом електрофоретичного розділення виявлено в ньому вміст не менше шести білкових компонентів з молекулярною масою, яка легко доступна дії ферментів шлунково-кишкового тракту, що підтверджує високу розчинність та перетравлюваність [39–42].

Представляє інтерес низка повідомлень про використання кишкової сировини у різних інших галузях. Так, наприклад, на м'ясокомбінатах з кишок та інших частин травного відділу можуть виготовляти парфумерну лайку, технічну зшивку, музичні та тенісні струни [154]. Незважаючи на практичну відсутність у сучасних виробництвах відомих, застарілих на цей час, технологій, їх фізико-хімічні основи дозволяють висунути припущення про можливості формування заданих властивостей кишкової сировини як ковбасних оболонки.

Парфумерну лайку виготовляють з солоних та свіжих серозних оболонок (синюжних плівок), знятих з яловичих сліпих кишок. Її використовують у парфумерній промисловості для оздоблення флаконів, попередження випаровуванню ароматичних речовин. З цією метою після звільнення від солі та відмочування плівки дублять у водному розчині алюмінієвих квасців (120 г/10 л) та кухонної солі (60 г/10 л) протягом 24 год, після чого піддають сушінню, подальшому відволожуванню та повторному дубленню [155].

Кишкова технічна шивка, що призначена для з'єднання ременів та деталей у шорних виробах, виробляється здебільшого з баранячих та козячих черев, серозної оболонки свинячих та баранячих тонких кишок. До основних технологічних операцій одержання даного матеріалу після звільнення від солі належать формування (розколювання на смуги, в'язання вузлів), дублення, сушіння, шліфування та заточування [43].

У технології музичних струн використовують баранячі черви, які після ретельного знежирення (витримання у 0,1–0,3% водному розчині аміаку протягом 10–12 год) спрямовують на формування, окурюють сірчаним газом у герметичних камерах, в результаті чого відбувається знебарвлення, досягається прозорість, дезінфекція й консервуючий ефект; наступною операцією є нейтралізація у водному розчині аміаку, після якої смуги спрямовують на додаткове відбілювання, знежирення та спиртування (водним розчином каустичної соди з додаванням спирту-ректифікату та пергідролу); кінцевими операціями є повторне окурювання, сушіння, шліфування та обробка вазеліном [44; 155].

Існує також спосіб виготовлення тенісних струн з кишкової сировини, що передбачає шліфування та нанесення захисного покриття; з метою попередження набряканню та збереження міцності під час експлуатації нанесення захисного покриття здійснюється у дві стадії: на першій використовують водну дисперсію полімерів із плівкоутворюючою здатністю, адгезійними властивостями, термостійкістю, стійкістю до зтирання та еластичністю (наприклад, метилметакрилат з хлорпропеном); на другій – композицію лаку на основі поліуретану [45].

Досить широко кишкова сировина використовується для виробництва натурального кетгуту – хірургічного шовного матеріалу [46].

Так, Кириліною Т.Д., Креховим Н.М., Морозовою Л.І. та ін. пропонується склад для обробки фабрикату кишок, з яких можуть бути виготовлені кетгутовий шовний матеріал та оболонка для ковбас,

основною метою якого є підвищення міцності виробів. Склад для обробки містить речовини лужного характеру та воду, поверхнево-активну речовину, що складається із суміші триетаноламінових солей алкілфосфатів на основі вищих жирних спиртів фракції C₁₀–C₂₀, синтанол та воду за їх співвідношення 1:1:3, триполіфосфат натрію (як лужне середовище – кальциновану соду) у певному співвідношенні. У разі замочування сировини спостерігається частковий гідроліз мязової тканини, що забезпечує добре відділення серозної оболонки за всією довжиною кишки при збереженні певної пружності сировини, що дозволяє провести розколювання серозної оболонки на повздовжні смуги, що спрямовуються на виробництво кетгуту. Обробка сировини даним складом знижує у серозній тканині вміст жирових речовин до 2,5% до маси сухого залишку та зменшує вміст глобулярних білків, що забезпечує отримання більш однорідного за хімічним складом фабрикату для виробництва кетгуту [47].

Відомий спосіб виробництва хірургічного шовного матеріалу шляхом обробки тканин кишечника худоби водно-содовим розчином з подальшим шлямуванням, розколюванням, основкою, в'язанням, скручуванням, відбілюванням, окурюванням, сушінням та шліфуванням, який відрізняється тим, що з метою розширення сировинної бази та покращення якості матеріалу, підслизову оболонку тонкого кишечника свиней дублять протягом 2–3 год 0,1% розчином мурашиної кислоти, обробляють водно-содовим розчином з додаванням суміші водних розчинів триетаноламінових солей моно- та діалкілфосфатів та оксигетильованого спирту, здійснюють розколювання на три частини, а після шліфування – додаткове кругле шліфування [48].

Гапановичем І.Я. обґрунтовано спосіб отримання шовного матеріалу, основною метою якого є зменшення вартості виробництва, що включає виділення біотканини на основі стінки тонкої кишки свиней, подальшу кислотно-лужну й механічну обробку, скручування у нитки та просушування, який відрізняється тим, що від стінки тонкої кишки відокремлюють серозну оболонку з одержанням смуги завтовшки 3–5 см та довжиною 15–20 м, а просушування ниток здійснюють за температури 18–24°C у натягнутому фіксованому стані [49].

Повідомляється про способи виготовлення кетгуту, що включають відбір біологічної сировини з подальшою його кислотно-лужною обробкою, висушуванням, поліруванням, калібруванням, упаковкою та стерилізацією, який відрізняється тим, що як вихідну сировину використовують свинячі череви з подальшим їх

знежиренням шляхом обробки диетиловим ефіром [50]. Пропонується також піддавати баранячі та свинячі череві знежиренню та видаленню з них баластних шарів обробкою оцетоном [51; 52].

Існує спосіб отримання колагенового хірургічного шовного матеріалу шляхом його формування з розчину колагену крізь філь'ери, проведення через органічну рідину, з подальшим витягуванням та дубленням, який відрізняється тим, що з метою підвищення міцності виробів як колаген використовують його 4–6% розчин, формування здійснюють за філь'ерного витягування 20–60%, а як дубитель використовують 0,75–1,0% розчин β -5 (нітрофури-2) акролеїна [53].

Виготовлення оболонок з кишкових відходів. Короткі (30 см і більше) міцні відрізки черев з'єднують у безперервну трубку так, щоб один кінець кишки входив у інший. Для цього використовують запасні цівки і механічний кишконадівач, за допомогою якого натягають на залишений підігнутий на цівці кінець кишки довжиною 2 см наступний відрізок. Під час руху кишки цівкою підігнутий кінець випрямляється, і вона зрощується. Запасні цівки з надягнутою оболонкою поміщають у розсіл, подають у тазах до шприців. Робітник вільно пересуває оболонку з надягнутої цівки на цівку шприца. Таку продукцію використовують як оболонки для сосисок і сардельок [156].

Виготовлення склеєних кишкових ковбасних оболонок. Під час склеювання кишкових ковбасних оболонок із черев використовують природні властивості кишок – здатність стінок склеюватись у процесі сушіння без додаткових склеювальних речовин [54]. Кишкові відходи – серозна плівка і м'язовий шар, зняті зі свинячих і баранячих тонких кишок, баранячі череві з великою брижуватістю і короткі відрізки свинячих черев із цілою стінкою у свіжому або солоному вигляді є хорошою сировиною для виготовлення склеєних ковбасних оболонок. Пучки солоних черев промивають до повного видалення солі, після чого їх розмотують. Потім кишки розрізають уздовж і отриману стрічку намотують спіраллю на болванку так, щоб краї стрічки накладалися один на один і закривали дірки. Після цього вздовж болванки розташовують другий шар стрічки. Для економії та раціональнішого використання відходів від кишок спочатку можна закладати серозну плівку або шар свинячої череві вздовж болванки, потім стрічку баранячої – спіраллю. Болванку (рис. 1.1) виготовляють у формі циліндра (наприклад, завдовжки 650 мм, діаметром 50 мм). Вона має бути розрізана за діаметром на дві половини. На кінці болванки надівають два гумових кільця. Болванку розклинають клинами і змащують жиром, потім намотують на неї стрічки черев. Після висушування клини видаляють, і оболонка легко знімається з

болванки. Для забезпечення обертання болванку укладають клинами на стійки підставки [55].

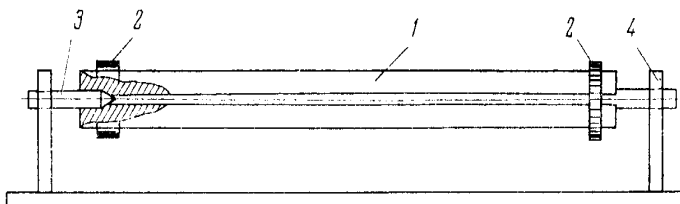


Рис. 1.1. Схема болванки:

- 1 – циліндричний корпус (завдовжки 650 мм та діаметром 50 мм);
2 – гумові кільця; 3 – клини; 4 – стійка (підставка)**

Оболонку можна сушити за температури 16–18°C або на відкритому повітрі протягом 5–7 год. У сушарці з електрообігрівом сушіння скорочується до 2–3 хв. Щоб оболонка легше знімалася, болванку змащують легкоплавким топленням харчовим жиром. Висушену оболонку знімають із болванки, відволочують, в'яжуть у пачки по 50 шт. і передають на упаковування або у ковбасне відділення. Виготовлена з черев склеєна оболонка є досить еластичною, водонепроникною, має необхідну міцність, коефіцієнт її стиснення та розширення близький до відповідних коефіцієнтів натуральних кишок. Перед шприцюванням оболонку необхідно змочувати водою, але тривале замочування оболонки не допускається [155].

Фахівцями Андижанського м'ясокомбінату запропоновано спосіб підготовки черев тварин для виготовлення оболонок ковбасних виробів [56]. Спосіб включає промивання некондиційних за розмірами черев тварин, їх шлямування, калібрування, розрізання у повздовжньому напрямі, укладання одержаної стрічки на оправку, яка має діаметр та довжину, що відповідає кондиційним розмірам оболонки ковбас, та подальше сушіння. При цьому укладання ведуть рядами з частковим перекриттям крайових ділянок з чергуванням розташування рядів по гвинтовій лінії та вздовж оправки або навпаки. Як приклад наводиться послідовність технологічних операцій з виготовлення склеєних оболонок з некондиційних баранячих черев діаметром менше 16 мм та довжиною менше 1 м, які після промивання, шлямування та калібрування розрізають у повздовжньому напрямі. Одержану стрічку укладають на оправку діаметром 50 мм та

довжиною 500 мм до повного покриття всієї поверхні. При цьому укладання здійснюють рядами з перекриванням крайових ділянок на 20 мм та чергуванням розташування рядів по гвинтовій лінії та вздовж оправки; у перший ряд оболонки укладають 15 витків, у другий 6 повздовжніх шарів стрічки. Готову оболонку висушують. Автори стверджують, що в результаті з одного пучка черев довжини 25 м отримують 6 шматків якісної оболонки діаметром 50 мм та довжиною 500 мм, на виготовлення однієї оболонки витрачається 3 хв, а фаршемісткість такої склеєної оболонки складає 4,8 кг. Запропонований спосіб дозволяє повною мірою переробляти черев тварин у оболонки ковбасних виробів, що досягається завдяки склеюванню кишкових стрічок, укладених на оправку рядами з перекриванням крайових ділянок та чергуванням розташування рядів по гвинтовій лінії та вздовж оправки.

Існує спосіб виробництва пластифікованих склеєних оболонок зі свинячих черев (рис. 1.2, 1.3) [57], що призначені для виготовлення ковбасних виробів, напівфабрикатів, шинок, копченостей та іншої продукції.

Спосіб передбачає замочування свинячих черев у розчині солильної суміші (складається з кухонної солі – 98%, коптильного ароматизатора з лимонною або оцтовою, або сорбіновою кислотою, чи сіллю на її основі у кількості 1%, натрію пірофосфорнокислого двозаміщеного або натрію фосфорнокислого однозаміщеного в кількості 0,5–1,0% та сірчаного ангідриду в кількості 0,4–0,5%), розрізання сировини на смуги та намотування останніх на оснастку будь-якої конфігурації, при цьому смуги розташовують шляхом накладання країв смуг один на інший у межах 0,5–5,0 см під кутом 0,5–89,5° до вісі оснастки, причому крайні витки намотують перпендикулярно вісі оснастки.

Для досягнення необхідної міцності готової оболонки намотування смуг на оснастку здійснюють у три шари (спочатку поперечний, потім повздовжній, та знов поперечний шар до вертикальної вісі оснастки).

Подальше сушіння намотаних на оснастку смуг свинячих черев здійснюють за температури повітря 35–60°C та відносної вологості повітря 60–80% протягом від 40 хв до 4 год за швидкості руху повітря 20–50 м/с. При цьому солильна суміш складається з кухонної солі – 98%, коптильного ароматизатора з лимонною або оцтовою, або сорбіновою кислотою, чи сіллю на її основі у кількості 1%, натрію пірофосфорнокислого двозаміщеного або натрію фосфорнокислого однозаміщеного в кількості 0,5–1,0% та сірчаного ангідриду в

кількості 0,4–0,5%; температуру цієї суміші підтримують на рівні 10–20°C, розчин використовують з концентрацією 20–30%, співвідношення маси кишкової сировини до розчину встановлюють рівним 1:1, а замочування проводять протягом 4–12 год. Для підвищення міцності намотані смуги пропонується додатково витримувати у приміщенні з доброю вентиляцією протягом 2–5 год за температури 4–12°C у присутності сірчаного ангідриду до досягнення в оболонці його вмісту не більше 0,15%.

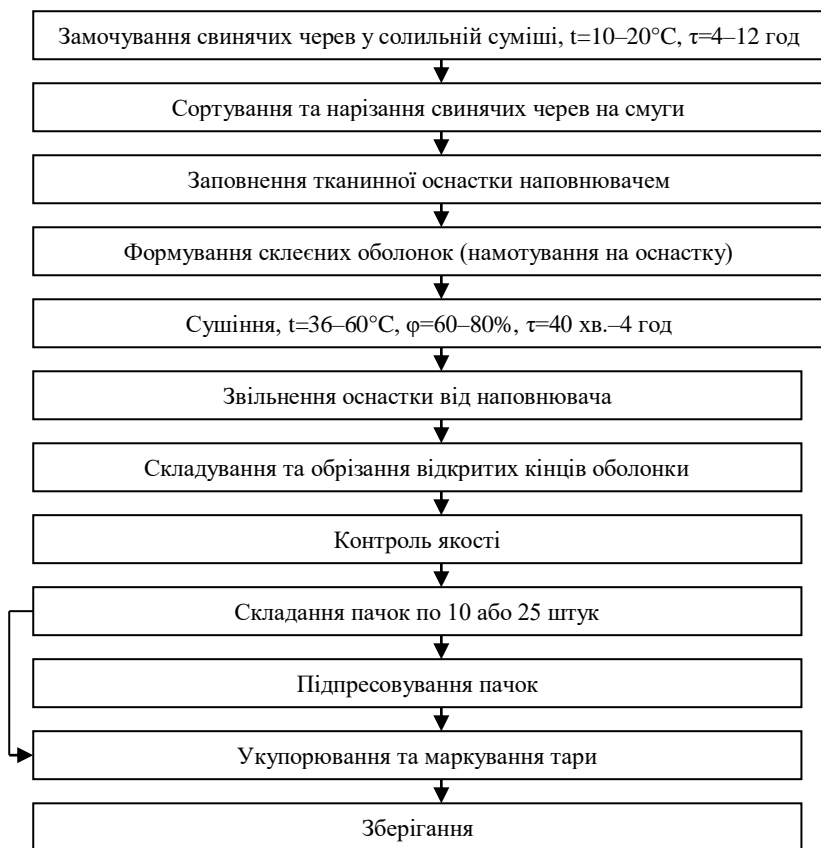


Рис. 1.2. Спосіб виробництва пластифікованих склесних оболонок зі свинячих черев

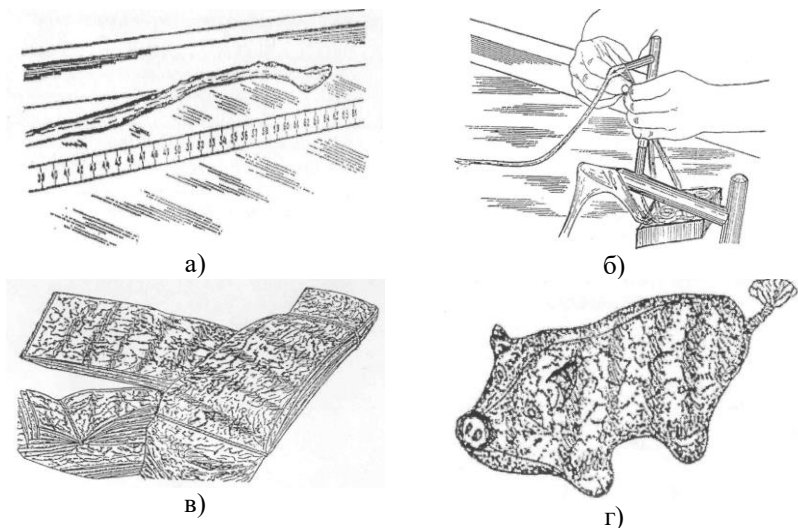


Рис. 1.3. Візуалізація технологічних прийомів одержання склесених кишкових оболонок:

а) вимірювання довжини відрізків некондиційної кишкової сировини (калібрування); б) розрізання кишок на смуги; в) зовнішній вигляд висушених склесених кишкових оболонок; г) приклад варіювання форми склесених кишкових оболонок

Пропонується використовувати різні форми оснастки: надувну або зшиту з тканини, наповнену вологопоглинальним матеріалом, наприклад, поліамідом у гранулах; оснастка може бути виконана з інших матеріалів та обтягнута вологопоглинальним матеріалом, наприклад, бавовняною тканиною.

Висушені оболонки можуть формувати шляхом їх пресування вантажем масою 20–50 кг та пакувати у паро-, волого- та газонепроникні матеріали.

Даний спосіб дозволяє повністю використати некондиційну кишкову сировину, забезпечити невисоку собівартість її переробки, варіювання форм та розмірів, а також виготовити натуральні оболонки з високим порогом міцності та збереження, що досягається в результаті збільшення кількості шарів намотування, їх перехресного розташування, накладання країв смуг один на інший у певних межах й під певним кутом до вісі оснастки, використання оснасток різних форм та складу, соляних сумішей, що містить консервуючі та знежирюючі компоненти, повітряної обробки консервуючим газом.

Основним недоліком склеєних за наведеними відомими технологіями оболонок є те, що їх підготовка, на відміну від звичайних натуральних оболонок, передбачає лише обережне змочування водою. Тривале замочування у воді не допускається, оскільки відбувається розшарування нарізаних кишкових смуг. Така сама проблема може виникнути й у разі виготовлення ковбасних виробів, сирий фарш яких містить значну кількість води. З огляду на це, актуальним є пошук способів зменшення ступеня оборотності процесу склеювання-розшарування в технології склеєних кишок.

Грунтуючись на досвіді застосування у медичній практиці, описано спроби з розробки способів з'єднання рукавних частин натуральних ковбасних оболонок у вологому стані з використанням високочастотних струмів [58] і лазеру [59]. Поряд з цим, реалізацію запропонованих рішень орієнтовано лише для рукавних відрізків фабрикати́в кишок у вологому стані, а автори підкреслюють невизначеність параметрів процесу.

Виготовлення зшитих кишкових ковбасних оболонок. Яловичі вузькі череві, попередньо висушені й відволожені, розрізають уздовж по спинці (опуклою стороною) на спеціальній круглій зігнутій трубі діаметром 20–25 мм, на вершині вигину якої укріпленій ніж. Розріз має бути рівним, краї кишки не повинні бути рваними, вузли на кінцях сухих черев (для затримування повітря) акуратно обрізані. Щоб уникнути пересихання і випрямлення, кишкову смужку змотують у рулон. Смуги (2–4 шт.) кишок залежно від ширини змотують в одне полотно, з якого потім шиють прямі батони завдовжки 45 см, діаметром не більше 90 мм, із заокругленим глухим кінцем, без дірок у стінках. Кишки зшивають на звичайних швейних машинах білою ниткою (№ 10–20) прямим швом, без пропусків і складок по шву. Шов має бути не далі 7 мм від краю. Перевірені за якістю оболонки для батонів (завдовжки 45–50 см кожна) в'яжуть у пачки по 50 шт.

Для кращого використання міхурів малої і великої місткості їх також переробляють у зшиті оболонки. Відволожені яловичі й свинячі міхури зшивають у формі торпеди, глухарки (мішечка) або кільця (рис. 1.4) [55; 155].

С.М. Урета та ін. пропонують спосіб виробництва декоративних кишкових оболонок, виготовлюваних зі всіх видів яловичих кишкових оболонок та призначених для виробництва м'ясних продуктів. Згідно винаходу, як сировину автори використовують відрізки яловичих черев, кругів та синюг. Сировину солять з подальшим витримуванням для стікання до досягнення вологості сировини не більше 40%, розрізають на смуги довжиною не менше 60 см та зшивають

оверлочним крайоомоточним чотиришнитковим швом з отриманням оболонки, які поштучно консервують сухим солінням, комплектують та упаковують.

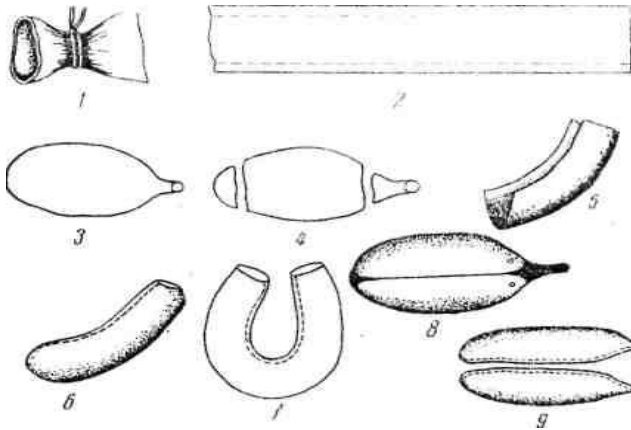


Рис. 1.4. Способи розкрою сухих кишок і міхурів та пошив батонів із них:
1 – розрізана кишка; 2 – зшита оболонка (черевка); 3 – міхур;
4 – відрізання кінців; 5 – складання розрізаного міхура; 6 – зшита
глухарка; 7 – батон у вигляді кільця; 8 – розкрій на торпеди; 9 – дві
торпеди, зшиті з одного міхура

Зберігають декоративні кишкові оболонки за температури від 0°C до +10°C не більше 12 міс. Декоративність оболонкам надають шви. Декоративні оболонки випускають у формі синюг та фігурних оболонки, мають добру волого- та димопроникність, вони еластичні, зберігають свої властивості у вологому стані, добре витримують всі зміни, яким піддається фарш у процесі технологічної обробки. Заявлені технічні рішення дозволяють раціонально використовувати яловичу кишкову сировину, що раніше була непридатна для виробництва кишкових оболонки, призначених для виготовлення ковбасних виробів та ін., що досягається саме завдяки процесу зшивання, внаслідок чого суттєво запобігається можливість розриву та розшарування такого типу оболонки в результаті напруг вологого фаршу у технологічному процесі [60].

1.2. Узагальнення властивостей колагену і еластину як основних білкових складових підслизового шару кишок

Згідно із результатами гістологічних та біохімічних досліджень Т. Nishiumi, R. Sakata та ін., підслизовий шар кишок складається з численних пластинчатих шарів колагенових волокон, що розташовані хрест-навхрест. Масова частка еластину, який міститься переважно у судинних переплетіннях, не перевищує 2,0% [61–68].

Таким чином, функціонально-технологічні властивості кишкових ковбасних оболонки зумовлені фізико-хімічними та біохімічними характеристиками колагену та еластину, що є основними білками підслизового шару кишок. Вони прямим чином залежать від реакційних здатностей цих білків, причому значно більшою мірою – колагену. Той факт, що масова частка білка підвищується після обробки кишкової сировини, соління, ще більше підсилює визначальну роль колагену.

Підслизовий шар кишок тварин являє собою сполучну тканину, яка маючи низку специфічних відмінностей, є доволі єдиною за своєю функціональністю. Незважаючи на те, що хімічна та структурна відмінність основних елементів сполучної тканини ускладнює її загальне фізичне, хімічне та біологічне вивчення, проблеми цієї тканини здебільшого пов'язують з проблемами колагену [69–75].

Фізико-механічні властивості фабрику кишок визначаються розміром, розташуванням волокон колагену та його змінами під впливом термічної обробки та водного середовища.

Колаген належить до склеропротеїнів, у нормальному стані має фібрилярну або волокнисту будову. Він є складовою частиною сполучної тканини й складає до 30% загального білкового складу тіла ссавців. Відмінність фізичних властивостей сполучної тканини пов'язано із її типовим різновидом. Оскільки сполучна тканина складається з трьох основних елементів – клітин, волокон та основної речовини, різноманітність її властивостей визначається, здебільшого, внаслідок варіації кількості цих складових. Сполучна тканина кишок належить до хордових опірних тканин [76; 77].

Волокнисту частину сполучної тканини утворюють колаген, ретикулін та еластин. Колаген за своїм хімічним складом, морфологічним та гістологічним характеристикам доволі близький до ретикуліну. Колаген та ретикулін гістологічно й хімічно відрізняються від еластину [78–81].

Колаген в організмі синтезується у розчинній формі у вигляді високоасиметричних макромолекул довжиною 280 нм та діаметром 1,5

ним (тропоколаген, *tropos* – що змінюється, грецьк.). В процесі розвитку макромолекули розташовуються одна поряд з іншою повздовжніми рядами. Лінійний полімер має назву протофібрили (ptotos – первинний, грецьк.). Пучок протофібрил утворює фібрилу, вторинна повздовжня та паралельна агрегація яких дає волокно. Макромолекули, фібрила і волокно є реальними формами існування колагену (рис. 1.5) [82; 83].

Протофібрила є гіпотетичною формою, яку введено для наочності уявлення, оскільки агрегація макромолекул у фібрили супроводжується їх певним зміщенням відносно одна одної. Фібрили мають товщину до 2 мкм. Волокна на поперечних зрізах мають діаметр до 20 мкм; пучки волокон (залежно від походження) – 20–200 мкм. Волокна колагену, в основному, у вигляді товстих пучків волокон, приймають участь у безладному та нескінченному переплетінні сполучної тканини або можуть орієнтуватись паралельно [84].

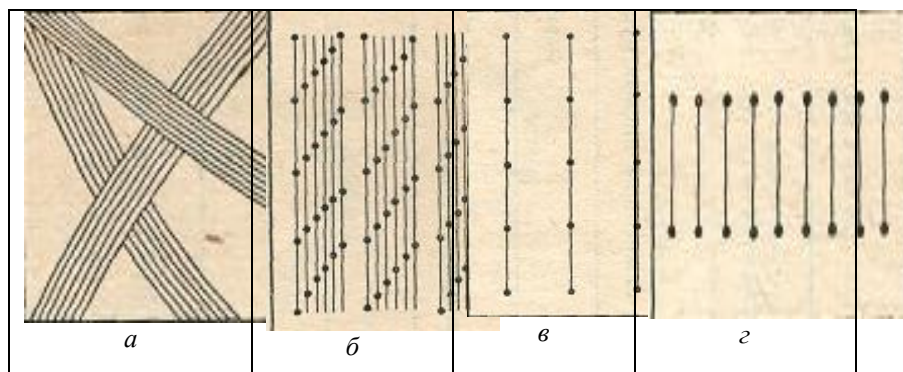


Рис. 1.5. Структура елементів колагенових волокон:

***a* – волокна діаметром 20–200 мкм; *б* – фібрили діаметром менше 2 мкм;
в – протофібрили (гіпотетично); *г* – макромолекули тропоколагену
 розміром 280×1,5 нм**

Характер повідомлень про ретикулін не є настільки однозначним. При цьому досить цінною є інформація, згідно із якою ретикулін належить до неоднорідних речовин, складається з фібрил та цементуючої речовини. Фібрили за хімічним та електронно-мікроскопічним дослідженням подібні колагену. Ретикулінові волокна містять близько 4% зв'язаних вуглеводів та 10% зв'язаних жирних кислот, головним чином, міристинову кислоту [85].

Характер змін колагену залежить також від вмісту у ньому еластинових волокон. Еластинові волокна за своїм хімічним складом, властивостями та функціями значно відрізняються від волокон

колагену та ретикуліну. Еластиновими їх назвали внаслідок їх гумоподібної еластичності. Колагенові волокна не володіють цією властивістю. Волокна еластину не мають фібрилярної структури, вони розгалужуються та переплітаються один з одним. Еластин – складний білковий комплекс, який складається з білка проеластину та мукополісахаридів; у ньому, як і в колагену, повністю відсутні триптофан та гістидин, дуже мало фенілаланіну, лізину, тирозину, треонину, серину, аргініну. В нативному стані еластин забарвлюється у жовтий колір. В еластичності стінок кишок еластиновим волокнам надається значно більша роль, ніж колагеновим. Він більш стійкий до дії киплячої води, розчинених кислот та лугів порівняно із колагеном. Амінокислотний склад еластину також відрізняється від колагенового; він містить набагато менше кислих та основних амінокислот, вміст оксипроліну в ньому малий (табл. 1.6). Еластинові волокна у вигляді окремих тонких ниток пронизують сполучну тканину. Їх кількість порівняно з колагеновими волокнами значно менша. За різними даними, кількість еластину складає близько 1/70 кількості колагену [83; 86; 87].

Таблиця 1.1

**Порівняння амінокислотного складу колагену
з деякими іншими білками (молей) амінокислотних залишків
(на 1000 молей)**

Аміно-кислоти	Ко-лаген	Рети-кулін	Ела-стин	Кера-тин	Фі-брин	Фібрино-ген	Казе-ін
Гліцин	363,0		376,0	87,0	571,0	74,7	26,8
Пролін	131,3		135,8	82,6	3,9	49,5	71,6
Окси-пролін	107,0		9,4	–	–	–	–
Оксилізін	6,8		–	–	–	–	–
Тирозин	5,5		7,7	25,7	66,6	30,4	40,3
Трипто-фан	–		–	8,8	2,0	16,0	9,8
Цистин/2	–		5,0	98,9	–	19,0	3,7
Кислих аміно-кислот	124,3		27,0	150,1	30,1	197,2	205,1
Основних аміно-кислот	91,7		10,0	85,4	12,0	124,9	203,3

Для вирізнення колагену від інших склеропротеїнів (еластину, кератину, епідерміну, міозину, фібрину та фіброїну), а також для якісного та кількісного визначення колагену у сполучній тканині існує низка характерних хімічних, фізико-хімічних та фізичних ознак. Хімічні ознаки: специфічний високий вміст оксипроліну, оксилізіну; високий вміст гліцину, проліну; дуже мала кількість ароматичних амінокислот; у нативному стані перетравлюється колагеназою та не перетравлюється іншими протеазами; володіє специфічним гістологічним забарвленням [88–90]. Фізико-хімічні ознаки: розчиняється у гарячій воді після обробки кислотами або лугами у вигляді желатину або клею, які осаджуються дубителями; не розчиняється у холодній воді; контракція волокон на 1/3 первинної довжини у гарячій воді (вище за температуру зварювання). Фізичні властивості: специфічна електронномікроскопічна картина поперечної смугастості; специфічна рентгенограма під великим та малим кутами; подвійне променезаломлення волокон; дихроїзм у інфрачервоному випромінюванні [91].

Щодо розповсюдження колагену в організмі, сьогодні відомо, що усі види сполучної тканини, або органи, які мають у своєму складі сполучну тканину, містять колаген. Його кількість, довжина і товщина, взаємне розташування волокон у сполучній тканині залежить від типу тканини чи органу, їх віку, виду, породи, статі тварини і прямим чином зумовлено виконуваними функціями [92–98]. Вирішальне значення для використання колагену для виготовлення плівкових матеріалів мають його механічні властивості, особливо міцність та еластичність [99–104]. Цей чинник так само є визначальним у формуванні характеристик міцності підслизового шару кишок, основним білковим компонентом якого є колаген.

Колаген внаслідок відносно великого вмісту функціональних груп може вступати у взаємодію з водою, кислотами, основами, солями, а також гідротропними речовинами [105–111]. Для колагену, що є основною складовою підслизового шару кишок, та який зумовлює функціонально-технологічні властивості оболонки, ця взаємодія виражається здебільшого особливостями гідратації, набрякання, гідротропної дії, зварювання та дезагрегації.

Залежно від вологості навколишнього середовища та температури колаген адсорбує певну кількість вологи. Крім того, у міжволоконному просторі може накопичуватись значна кількість капілярно всмоктуваної води [112–114], що має важливе значення для рухомості волокон у сполучній тканині і формування захисних властивостей оболонки.

Колаген у ізоелектричній точці має мінімум набрякання. Додавання кислот або лугів, залежно від їх виду та кількості, призводить до суттєвого збільшення набрякання. Набрякання при цьому супроводжується поглинанням вологи та збільшенням об'єму і ваги. Таке набрякання, зумовлене зміною заряду в білку, є повністю оборотним і майже не змінює тонку структуру колагену, хоча його волокниста структура в цілому потерпає певне розпушення. На відміну від цього, обробка колагену гідротропними речовинами призводить до зменшення температури його зварювання та часткового розчинення [115; 116]. Дублення суттєво зменшує здатність колагену приєднувати вологу [117–120].

Колаген зварюється за умов знаходження у вологому стані та за температури 58–62°C. Як наслідок цього відбувається ослаблення та розрив водневих зв'язків. Поліпептидні ланцюги у тривимірній структурі колагену також ослаблюються та розриваються, вигинаються та скручуються. Колагенові волокна деформуються, скорочуються та потовщуються. Зварювання колагену підвищує його реакційну здатність, структура колагенових волокон розпушується. При цьому водозв'язуюча здатність, хоча і незначно, але збільшується. Важливим є те, що під час зварювання колагенових пучків відбувається відщеплення від колагену певної частини зв'язаних з ним полісахаридів. Зварений колаген стає більш еластичним, але його міцність зменшується у 5–6 разів [83; 121–126]. Зварений волокнистий колаген відрізняється від нативного зникненням кристалічних інтерференцій на рентгенограмах, відсутністю подвійного променевого переломлення волокон, поперекової викресленості на електронних мікрофотографіях фібрил, а також зменшенням міцності під час розтягування, підвищенням перетравлення неспецифічними, протеолітичними ферментами. Температура зварювання тим вища, чим більший ступінь дублення. Однак після досягнення певного максимуму, починає зменшуватись в міру подальшого відкладання дубителя на волокні [84; 90; 116–120].

1.3. Фізико-хімічні чинники обґрунтування інноваційного задуму технологій склеєних кишкових оболонок

Одним зі способів збільшення міцності та формування функціонально-технологічних властивостей склеєних кишкових ковбасних оболонок є зниження ступеня оберненості процесу їх склеювання-розшарування у вологому стані завдяки раціональному дубленню та тепловій коагуляції на етапі природного зчеплення [127].

Дублення та теплова коагуляція як необоротні процеси фізичних змін волокнистої структури є визначальними чинниками у формуванні властивостей натуральних та білкових оболонок. Так, під час обжарювання колаген та еластин натуральної оболонки коагулюють, завдяки чому вона стає міцною, менш гігроскопічною; оболонка стерилізується, усувається її специфічний вогкий запах [157; 158]. У технології виробництва білкових оболонок, сировиною для виготовлення яких є колаген спилків шкір великої, дрібної рогатої худоби та свиней, саме під час дублення втрачається гідрофільність білків та набувається механічна міцність і еластичність [25; 26].

Сьогодні загально визнаним є той факт, що ефект дублення зумовлено хімічною взаємодією дубильних речовин із білками. Потрапивши у структуру волокна, дубителі реагують із функціональними групами двох або декількох суміжних молекулярних ланцюгів білка, у результаті чого в його структурі утворюються поперечні зв'язки. Це призводить до різких змін хімічних та фізико-механічних властивостей колагенових і еластинових волокон: підвищується стійкість до дії ферментів і різних гідролізуючих агентів та гарячої води, підвищення міцності у зневодненому стані, зменшення ступеня набрякання у воді, збільшення пористості після сушіння. Ці зміни як результат зшивання структури дубильними речовинами є типовим проявом ефекту дублення [83; 84]. Слід відзначити, що в науково-практичній літературі процеси дублення колагену шкір досить повно вивчено, відомі також наукові повідомлення про обробку кишкової сировини з метою виготовлення кетгуту і струн. Проте перелік компонентів для обробки натуральних ковбасних оболонок обмежено регламентом дозволених до застосування харчових добавок, у зв'язку з чим у харчових технологіях інтерес можуть представляти рослинні дубителі, зокрема танін харчовий.

За значимістю після хромового дублення друге місце посідає використання фенольних дубителів рослинного та синтетичного походження (табл. 1.2) [120].

Найбільш поширеним у харчовій та фармацевтичній промисловості є використання танінів. Таніни харчові використовують як освітлювачі, барвники, емульгатори, стабілізатори (до 100 мг/кг або л) [128; 129].

Таблиця 1.2

Основні дубителі

Група дубителів	Представник	Хімічна будова
Мінеральні	Тривалентні солі хрому	Багатоядерні основні комплекси сульфату хрому
	Солі алюмінію	Високоосновний хлорид алюмінію
	Чотиривалентні солі цирконію	Основні сульфати та хлориди цирконію
	Фосфати	Полімери метафосфорної кислоти
Фенольні	Рослинні дубителі (квебрахо, мімоза, гаштан, дуб, ялина)	Поліфеноли
	Синтани ароматичного ряду	Сульфокислоти фенолів, конденсовані формальдегідом
Аліфатичні	Природні жири-дубителі (ворвань)	Ефір гліцерину та ненасичених жирних кислот
	Синтетичні дубителі жирного ряду	Сульфохлорид парафіну, алкілсульфати, епоксиди, ізоціанати
	Дубителі на основі мочевины	Продукти конденсації формальдегіду із мочевиною, меламін, диціанамід
	Альдегіди	Формальдегід, крохмальний диальдегід

Утворення водневих зв'язків під час взаємодії рослинних дубителів з колагеном не викликає сумніву (табл. 1.3). Наступними доказами приєднання дубителя за допомогою водневих зв'язків є збереження положення ізоелектричної точки та кислотної ємкості, оптимальне значення рН для взаємодії (<6,0), індиферентність дубителя до усунення (блокування) інших функціональних груп колагену, легкість роздублення лугом та гідротропними речовинами, а також збільшення зв'язаного рослинного дубителя після попередньої обробки колагену гідротропними речовинами, що руйнують водневі зв'язки у колагені [120].

Танін (*Tanninum*, *Acidum tannicum*, галодубильна кислота) отримують з чорнильних горішків (*Gallae turcicae*), наростів на молодих паростках малоазіатського дуба або з рослин – сумах (*Rhus coriaria* L.) та скумпія (*Cotinus coggygria* Scop., *Rhus cotinus* L.), сімейства сумахових (*Anacardiaceae*). Він має вигляд світло-жовтого

або буровато-жовтого аморфного порошку зі слабким своєрідним запахом, в'яжучий смак, легко розчиняється у воді та спирті, із солями алкалоїдів та важких металів утворює нерозчинні сполуки [130].

Таблиця 1.3

Зв'язування рослинних дубителів з різними субстратами

Дубитель	Кількість зв'язаного дубителя, % від ваги		
	порошок голини	поліамід	полівініл- піролідон
Мімоза	44	43	41
Сульфітований екстракт квебрахо	42	41	38
Міробалан	31	40	37
Танін	41	40	35

Теплова коагуляція колагену і еластину як основних білків підслизового шару фабрикату свинячих черев за температури вище 50°C призводить до необоротних денатураційних змін нативної структури білків, внаслідок чого може відбуватись зварювання прилеглих шарів в разі їх ефективного стискування між собою. Такі рішення із забезпечення стійкого та міцного зчеплювання успішно використовуються у медичній практиці. При цьому ступінь глибини необоротних денатураційних і деструктивних змін визначається температурою і тривалістю фізичного впливу [131–137].

Під час теплової денатурації колагену змінюється природна просторова конфігурація білкової молекули (відбувається дезорганізація нативної структури), зменшується його гідратація і розчинність, ферментативна й гормональна активність [84]. Саме ці зміни лягли за основу обґрунтування технології склеєних кишкових оболонок, яка забезпечує необоротну міцність армуючого шва. При цьому важливим чинником реалізації такого задуму має бути завдання збереження необхідних для ковбасної раціональних фізико-механічних властивостей.

Прагнення до підвищення ефективності ковбасних виробництв та охоплення більших споживацьких сегментів реалізується останнім часом за рахунок здешевлення технологій, що здійснюється здебільшого завдяки залученню нетрадиційної м'ясної сировини, наповнювачів рослинного та тваринного походження, високофункціональних харчових добавок тощо. При цьому неминучим виявляється нівелювання традиційних ідентифікаційних ознак ковбасних виробів, більшою мірою – погіршення органолептичних

характеристик, що у свою чергу спричиняє зменшення попиту [138–140].

Оскільки більшість ковбасних виробів виготовляються в оболонках, значна увага приділяється їх захисним властивостям, адже саме завдяки зменшенню втрат маси в процесі виробництва та зберігання досягаються не лише економічно ефективні характеристики технології, а й висока якість готових виробів. З огляду на це, слід відмітити, що на сьогодні науково обґрунтовано низку техніко-технологічних рішень зі створення та запровадження штучних оболонок з високими захисними (бар'єрними) властивостями. Це дозволяє суттєво підвищити вихід готової продукції, корегувати проникність та механічні характеристики таких оболонок залежно від виду ковбасних виробів у досить у широкому діапазоні. Поряд з цим, використання виключно натуральних (кишкових) оболонок, що характеризуються значною проникністю, залишається безальтернативним у технології смажених ковбас, основним визначальним процесом якої є смаження на поверхні за високої температури (140–220°C). В результаті недостатнього захисту оболонки інтенсивність тепло- та масообміну спричиняє високі технологічні втрати, підвищуючи собівартість та погіршуючи якість смажених ковбас. Отже, підвищення захисних властивостей кишкових оболонок як чинник зменшення втрат під час теплової обробки та формування якості смажених ковбас є актуальним.

Морфологічні особливості структури кишкових оболонок, їх хімічний склад, властивості колагену та еластину як основних складових визначають наступні шляхи підвищення їх функціонально-технологічних властивостей: ущільнення компонентів мікроструктури (колагенових, еластинових волокон), наповнення порової мікроструктури, наявність додаткового поверхневого покриття [141]. Так, встановлено, що обробка свинячих черев на етапі їх підготовки водними розчинами метилцелюлози дозволяє підвищити вихід ковбаси смаженої Української, зменшити вихід збірного жиру, покращити споживні властивості порівняно з виробами в натуральних оболонках без додаткової обробки; при цьому властивість утворювати стійку малопроникну плівку характерна для метилцелюлози в умовах вологого середовища за температури виключно вище 56°C, до того ж, в'язкість розчинів метилцелюлози є причиною технологічних ускладнень, зокрема під час наповнення оболонок. Вивчено вплив модифікації кишкових оболонок водними витяжками шавлії, деревини та шипшини на сенсорні характеристики смажених ковбас з їх використанням, доведено позитивний вплив запропонованого способу

[142–146]; при цьому заготівля рослинної сировини, підготовка водних витяжок відчутно підвищує собівартість технології, а вміст фенольних речовин рослин у водних розчинах залишається складно контрольованим. Заслужують на увагу щадні теплові режими обробки, зокрема ПЧ-випромінюванням, які дозволяють знизити втрати в технологічному процесі м'ясних продуктів [147], проте, їх використання не забезпечує ідентифікаційних ознак смаженої продукції.

На наш погляд, особливий інтерес може представляти використання у технології смажених ковбас склеєних кишкових оболонки. Таку доцільність зумовлено низкою чинників: виключенням їх заміни штучними аналогами; створенням найбільш раціонального напрямку використання відходів кишкової сировини; зменшенням дефіциту та вартості вітчизняних натуральних оболонки; багатошаровістю склеєних кишкових оболонки; вираженими тепловими процесами, пов'язаними зі смаженням фаршу в оболонках. У науково-практичній літературі дані щодо кількісних та якісних характеристик смажених ковбас у склеєних кишкових оболонках відсутні.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛЕЄНИХ КИШКОВИХ КОВБАСНИХ ОБОЛОНОК

2.1. Розробка і обґрунтування способів збільшення міцності та формування функціонально-технологічних властивостей склеєних кишкових ковбасних оболонок із використанням рослинного дублення та теплової коагуляції

2.1.1. Дослідження водопоглинання кишкових плівок, оброблених рослинним дубителем таніном харчовим та підданих тепловій коагуляції. Найважливішою ознакою дублення і теплової коагуляції є необоротність. При цьому однією з характеристик ступеня дублення і теплової коагуляції є здатність поглинати та утримувати воду, що виражається величиною водопоглинання. В технології склеєних кишкових оболонок збільшення міцності зв'язку між шарами плівок може бути досягнуто завдяки зменшенню ступеня оборотності процесу їх склеювання-розшарування у вологому стані. У зв'язку з цим було досліджено зміни водопоглинання кишкових плівок, оброблених рослинним дубителем таніном харчовим та підданих тепловій коагуляції, як характеристики ступеня його необоротності властивостей.

Дубленню піддавали смуги кишкових плівок, що отримували шляхом повздовжнього розрізання фабрикатів свинячих черев, попередньо підготовлених (розмочених) традиційним способом та віджатих від води [159; 160].

Для обробки дубителем використано водні розчини із масовою часткою таніну харчового 0,1–2,5%. Час витримання кишкових плівок у водних розчинах таніну становив $(1,0–24,0) \cdot 60^2$ с.

Модель армуючого шва одержували також шляхом створення теплокоагуляційного впливу за різних температур (150°C, 160°C, 170°C і 180°C) і тривалості (від 2 с до 16 с).

Як видно з табл. 2.1, 2.2, водопоглинання плівок фабрикату свинячих черев залежно від масової частки дубителя в розчині для обробки, температури теплової коагуляції та часу експозиції суттєво змінюється.

Контрольні зразки висушених кишкових плівок характеризуються водопоглинанням 301%, що пояснюється здатністю до набрякання у воді колагеново-еластинової основи підслизового шару свинячих черев у нативному стані. Саме цей факт спричиняє та пояснює оборотність процесу склеювання-розшарування кишкових

плівок під час їх підготовки та тривалої взаємодії з водою. Очевидним є негативний баланс вмісту води в процесі відновлення контрольних зразків кишкових плівок, що відбувається внаслідок їх протирання чистою сухою тканиною після перебування у воді.

Таблиця 2.1

**Зміни водопоглинання армуючого шва
двошарових плівок фабрикату свинячих черев,
отриманого з використанням дублення таніном**

Час витримування в розчині $\tau \times 60^{-2}$, с	Водопоглинання, %						
	Масова частка таніну у водяних розчинах для обробки, %						
	0 (контроль)	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1,0	301±3 6	264±31	138±17	102±12	83±10	71±9	67±8
4,0		258±31	130±16	92±11	74±9	64±8	62±7
8,0		251±30	124±15	84±9	66±8	59±7	58±7
12,0		245±29	119±14	79±9	61±7	55±7	54±7
16,0		240±29	115±14	76±9	58±7	52±6	51±6
20,0		238±29	114±14	75±9	57±7	51±6	50±6
24,0		238±29	114±14	74±9	57±7	51±6	50±6

Таблиця 2.2

**Зміни водопоглинання армуючого шва
двошарових плівок фабрикату свинячих черев,
отриманого з використанням теплової коагуляції**

Тривалість теплової коагуляції, с	Водопоглинання, %				
	Температура теплової коагуляції, °C				
	0 (контроль)	150	160	170	180
2	301±36	106±13	87±10	73±9	68±8
4		91±11	73±9	63±8	58±7
6		82±9	65±8	57±7	55±7
8		75±9	58±7	52±6	50±6
10		71±9	54±6	49±6	47±6
12		67±8	51±6	46±6	45±5
14		65±8	50±6	45±5	44±5
16		65±8	50±6	45±5	44±5

Легке дублення свинячих черв (у водяних розчинах із масовою часткою таніну 0,1% та 0,5%) приводить до зменшення поглинання води більше ніж у 2,5 разу (від 301% до 114%), а в міру подальшого збільшення масової частки таніну (від 1,0% до 2,5%) значення водопоглинання становлять від 74% до 50%, що у відносному вираженні досягає шестикратного ефекту.

Щодо експозиції плівок у дубильних розчинах, встановлено інтенсивний прояв ефекту дублення в перші (4–12)·60² с (близько 0,90 ефекту), після чого нарощування зменшення водопоглинання (за витримування (16–24)·60² с) помітно згладжується, а обробка протягом 24·60² с порівняно з попереднім терміном (20·60² с) дає майже ідентичні результати. Оцінюючи можливість збільшення експозиції з метою корегування концентрації дубильної речовини, можна стверджувати, що в рамках обраних та досліджених концентрацій такі заходи недоцільні.

Водопоглинання армуючого шва двошарових плівок фабрикату свинячих черв, отриманого з використанням теплової коагуляції, виражається меншими величинами порівняно з дубленими плівками. Їх різниця становить близько 13%. Досягнення зниження водопоглинання теплокоагуляційного армуючого шва за температури 180°C і тривалості впливу 16 с відповідає семикратному ефекту.

Варто відзначити найбільш помітний ефект у перші 8 с температурного впливу. Починаючи з 12 с тепла коагуляція не призводить до суттєвих змін водопоглинання армуючого шва двошарових плівок фабрикату свинячих черв. Спостерігаються певні закономірності зміни водопоглинання також і в разі коливання температури теплової коагуляції від 150°C до 180°C. Так, якщо зниження водопоглинання внаслідок підвищення температури від 150°C до 160 °C становить відносних 18–23%, від 160°C до 170°C – 9–16%, то в разі збільшення температури від 170°C до 180°C досягається ефект лише 2–8%. Виходячи з одержаних результатів, діапазонами для обрання раціональної тривалості теплової коагуляції з метою зниження водопоглинання можуть бути: 10–12 с за температури 150°C; 8–10 с за температури 160°C; 5–7 с за температури 170–180°C.

Одержані результати пояснюються тим, що основні білки фабрикатів кишок унаслідок відносно високого вмісту функціональних груп вступають у взаємодію з низкою речовин (водою, кислотами, основами, солями, гідротропними речовинами). В даному випадку закономірності наведених результатів зумовлено взаємодією колагену і еластину з водою та кислотами, зокрема таніном. У разі обводнення добре висушеної колагеново-еластинової основи

відбувається приєднання до білків значної кількості води, яку можна розділити на вологу гідратації, хімічно зв'язану та капілярно всмоктану. При цьому загальний вміст вологи дорівнює вологості нативної тканини підслизового шару свинячих черев, що складається здебільшого з колагенових та еластинових волокон. Дублення змінює здатність цих волокон приєднувати вологу, унаслідок чого вони стають гідрофобними. Для зв'язування рослинних дубителів із колагеном важливими чинниками є наявність великої кількості фенольних гідроксильних груп (є важливою передумовою зв'язування дубителя з пептидними групами колагену через водневі зв'язки) та наявність хіноїдних груп у молекулах дубильних екстрактів (унаслідок ковалентного зв'язування дубителя з аміногрупами колагену зумовлює значне підвищення температури зварювання). Таким чином, одержані результати зменшення водопоглинання кишкових плівок, оброблених розчином дубителя, як характеристики ступеня його дублення та необоротності властивостей, зумовлено хімічною взаємодією білків фабрикату (колагену й еластину) із дубильними речовинами. Танін, що проникнув у мікроструктуру кишкової тканини, реагує з функціональними групами суміжних ланцюгів білка, унаслідок чого в його структурі утворюються поперечні зв'язки та відбувається зшивання, що є типовим проявом ефекту дублення.

Необоротні коагуляційно-денатураційні зміни в структурі білків сполучної тканини підслизового шару свинячих черев, що відбуваються внаслідок створеного теплокоагуляційного впливу, також є причиною суттєвого зменшення гідратації кишкових плівок.

Встановлені результатами досліджень зміни є підставою для обґрунтування технології склеєних кишкових оболонок, забезпечивши необоротну міцність армуючого шва з використанням дублення таніном і теплової коагуляції.

2.1.2. Дослідження гігроскопічних властивостей, пористості та відновлюваності склеєних армованих ковбасних оболонок та вихідної сировини для їх отримання. Здатність склеєних армованих ковбасних оболонок із кишкової сировини не змінювати тривалий час свої властивості багато в чому визначається їх гігроскопічними властивостями, тобто здатністю віддавати або поглинати пару води з навколишнього середовища. Перебуваючи в атмосфері вологого повітря, склеєні армовані ковбасні оболонки, які мають вологовміст 7–10%, можуть обмінюватися масою із зовнішнім середовищем. Якщо парціальний тиск пари води біля поверхні продукту більше парціального тиску пари в повітрі, то відбувається випар (десорбція). Маса й вологовміст зразка при цьому зменшуються. Якщо ж

співвідношення парціальних тисків зворотне, то відбувається зволоження зразка (сорбція) – його маса і вологовміст збільшуються. При цьому склеєна ковбасна оболонка із кишкової сировини характеризується рівноважним вологовмістом – тиск пари води над поверхнею та в атмосфері вирівнюється. Ці процеси відіграють важливу роль під час зберігання такої сушеної продукції, і ними визначаються умови та терміни зберігання.

Метою даного етапу досліджень є встановлення умов зберігання склеєних армованих ковбасних оболонок із кишкової сировини, визначення їх пористості та відновлюваності у змочувальній рідині [161].

Предметом дослідження були наступні зразки:

- склеєні оболонки із кишкової сировини (фабрикатів свинячих черев);
- склеєні армовані ковбасні оболонки, які армувались з використанням локальної теплової коагуляції [162];
- модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції;
- склеєні армовані ковбасні оболонки, які армувались з використанням локального дублення розчином таніну [163];
- модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням дублення розчином таніну;
- ковбасні оболонки, склеєні способом інтегрального дублення з подальшою пластифікацією гліцерином.

Зразки готувались наступним чином. Фабрикати свинячих черев звільнювали від солі, промивали та витримували у воді. Далі підготовану сировину розрізали, укладали одержані стрічки на форму у вигляді циліндра та сушили за температури 35–39°C до вологовмісту не більше 10%. Такі склеєні оболонки із кишкової сировини являли собою контрольний зразок.

Із отриманих таким чином склеєних оболонок із кишкової сировини вирізали зразки у формі квадратів розміром 50×50 мм. Необхідно відмітити, функції армуючого шва в склеєних армованих ковбасних оболонках виконує частина тієї ж сировини, яка піддана тепловій коагуляції. Моделювання даної частини склеєних армованих ковбасних оболонок проводилось наступним чином. Зразки вихідної сировини (склеєні оболонки із кишкової сировини) розміром 50×50 мм затискали між нагрівальними поверхнями з температурою 170°C. Розміри нагрівальних поверхонь, теплоємність та теплопровідність матеріалу, із якого вони виконані, були значно більшими порівняно із розмірами та тепловими властивостями зразків вихідної сировини.

Витримували їх між нагрівальними поверхнями впродовж 5 с. Такі зразки являють собою модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції.

Функції армуючого шва в склеєних ковбасних оболонках, армованих локальним дубленням, виконує частина тієї ж сировини, яка піддана дубленню розчином таніну. Моделювання такої частини склеєних армованих ковбасних оболонок проводилось шляхом витримування склеєних кишкових оболонок в розчині таніну з концентрацією 1,5% протягом 14 год.

Зразки склеєних армованих ковбасних оболонок, які армувались з використанням локальної теплової коагуляції [162] та з використанням локального дублення розчином таніну [163], отримувались як описано вище.

Для вивчення сорбції зразків, означених вище, використовували тензометричний метод. Досліджуваний зразок поміщали в ексікатори з фіксованим значенням відносної вологості повітря φ із діапазону від 10% до 90%. Всі ексікатори витримувались за постійної температури навколишнього середовища протягом вимірів (20–23°C). Тривалість перебування продукту в ексікаторі визначалась досягненням зразком постійної маси. Результатом дослідження є ізотерми сорбції зразків, які являють собою залежність вологовмісту зразка від відносної вологості в ексікаторі.

Апроксимація експериментальних даних, отриманих тензометричним методом для побудови ізотерми сорбції, проводилась функцією виду [161]:

$$\varphi = \frac{w^{A_3}}{A_1 + A_2 w^{A_3}}, \quad (2.1)$$

де A_1, A_2, A_3 – апроксимаційні коефіцієнти;
 w – рівноважний вологовміст.

Використання даної апроксимаційної функції дає можливість отримувати диференціальну функцію розподілу пор за радіусами $f_n(R^*)$.

Диференціальна функція розподілу пор за радіусами визначається наступним чином [164]:

$$f_n(R^*) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_R R^*} \exp\left(-\frac{(\ln(R^*) - m_R)^2}{2\sigma_R^2}\right), \quad (2.2)$$

де m_R та σ_R – параметри логарифмічно нормального розподілу;
 R^* – безрозмірний радіус пори:

$$R^* = (R - d_0) / d_0, \quad (2.3)$$

де R – радіус пори, м;
 $d_0 = 0,3 \cdot 10^{-9}$ м – радіус молекули води.

Параметри логарифмічно нормального розподілу розраховуються за формулами:

$$m_R = \left(\frac{A_2}{0,433} \right)^{1,247}, \quad (2.4)$$

$$\sigma_R = -\frac{\ln(6,12A_1)}{0,625} \left(\frac{A_3 - 0,957}{0,223} \right)^{-0,6}. \quad (2.5)$$

За отриманими функціями розподілу розраховані середній:

$$\bar{R} = d_0 \left[1 + \exp\left(m_R + \sigma_R^2 / 2\right) \right] \quad (2.6)$$

та найбільш імовірний радіус пор (центр розподілу)

$$R_m = d_0 \left[1 + \exp\left(m_R - \sigma_R^2\right) \right] \quad (2.7)$$

Ізотерми сорбції зразків склеєних оболонок із кишкової сировини, склеєних ковбасних оболонок, армованих з використанням теплової коагуляції, і зразків, що являють собою модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції, наведені на рис. 2.1.

Склеєні оболонки із кишкової сировини перебувають в області мономолекулярної та полімолекулярної сорбції в діапазоні відносної вологості від 10% до 60%. При цьому в області мономолекулярної сорбції оболонки перебувають за вологості від 10% до 20%, що видно із постійного кута нахилу ($\alpha_{11}=0.1$ рад) залежності до осі абсцис. За подальшого збільшення відносної вологості кут нахилу зменшується ($\alpha_{12}=0.091$ рад) – зразок знаходиться в області полімолекулярної сорбції. Діапазон відносної вологості, що відповідає полімолекулярній сорбції зразків склеєних оболонок із кишкової сировини, складає від 20% до 60%. При подальшому збільшенні вологості відбувається поглинання вологи мікрокапілярами та набухання зразків. Про це

свідчить збільшення кута нахилу до значення $\alpha_{13}=0.203$ рад.

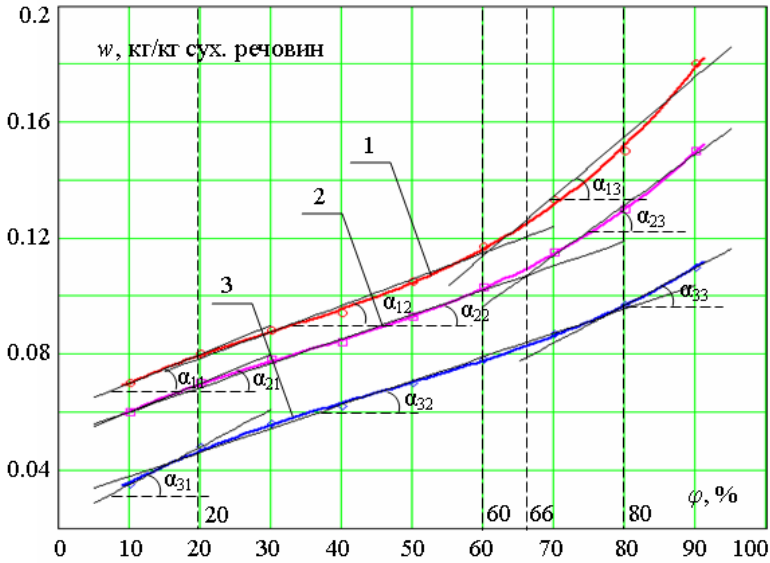


Рис. 2.1. Ізотерми сорбції:

1 – склеєні оболонки із кишкової сировини; 2 – склеєні оболонки, армовані локальною тепловою коагуляцією; 3 – модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції

Для зразків склеєних армованих ковбасних оболонок, які армувались з використанням локальної теплової коагуляції, характер ізотерми сорбції аналогічний. Тобто наявні три характерні ділянки: область мономолекулярної сорбції ($\alpha_{21}=0.1$ рад); область полімолекулярної сорбції ($\alpha_{22}=0.084$ рад); область поглинання води мікрокапілярами ($\alpha_{23}=0.173$ рад). Відрізняється ізотерма сорбції положенням відносно осі вологовмісту, діапазоном відносної вологості, який відповідає полімолекулярній сорбції зразків, та кутами нахилу ізотерм сорбції на другій та третій ділянках, тобто в області полімолекулярної сорбції та області поглинання води мікрокапілярами.

Зміщення ізотерми сорбції в сторону більшого вологовмісту та більший кут нахилу на її другій та третій ділянках для склеєних кишкових оболонок свідчить про більшу кількість води, яка поглинута даним матеріалом за даної відносної вологості повітря. Пояснюється такий результат більш розвинутою пористістю склеєних

кишкових оболонок відносно інших зразків.

Очевидно, більш розвинутою пористістю склеєних кишкових оболонок пояснюється і розширення (до відносної вологості повітря 66%) діапазону відносної вологості повітря, що відповідає полімолекулярній сорбції зразків склеєних армованих ковбасних оболонок, які армувались з використанням локальної теплової коагуляції.

Причиною такої поведінки ізотерми сорбції для склеєних ковбасних оболонок, армованих тепловою коагуляцією, є наявність локальних ділянок, що піддавались тепловому впливу. В такому матеріалі наявні ділянки, які мають властивості третього зразка, тобто моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції.

З рис. 2.1 видно, що ізотерма сорбції для моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції, знаходиться нижче відносно осі вологовмісту порівняно з двома іншими зразками. Також вона відрізняється від двох інших ізотерм сорбції діапазоном відносної вологості, який відповідає полімолекулярній сорбції зразків (розширення діапазону до відносної вологості повітря 80 %), та кутами нахилу ізотерм сорбції на всіх трьох ділянках ($\alpha_{31}=0.129$ рад; $\alpha_{32}=0.082$ рад; $\alpha_{33}=0.129$ рад). Найбільше кути нахилу відрізняються на першій та третій ділянках ізотерм сорбції. При чому для моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції, на першій ділянці ізотерми сорбції кут нахилу більше, а на третій – менше порівняно з двома іншими зразками. Це свідчить про те, що інтенсивність утворення моношару води для даного зразка найбільша, а кількість мікрокапілярів у нього найменша, порівняно з двома іншими зразками.

Очевидно, наявність армуючого шва, що являє собою кишкову оболонку, білок якої підданий тепловій коагуляції, тягне за собою зміни гігроскопічних властивостей вихідного матеріалу. Результатом таких змін є розширення діапазону відносної вологості повітря, що відповідає полімолекулярній сорбції склеєних ковбасних оболонок, армованих з використанням теплової коагуляції, та зменшення кількості поглинутої даним матеріалом води в гігроскопічному стані.

Таким чином, виходячи з характеру ізотерм сорбції (рис. 2.1), видно, що вони не мають яскраво виражених асимптот, паралельних осі вологовмісту. Подальше зволоження таких зразків можливе за безпосереднього зіткнення з рідиною. При цьому зберігати склеєні ковбасні оболонки, армовані з використанням локальної теплової коагуляції, існує можливість в полімерній упаковці за відносної

вологості не більше 65–75%, а при відносній вологості більше 75% зберігання можливе лише у паронепроникній тарі. Температура, за якої рекомендується зберігати ковбасні оболонки, армовані з використанням локальної теплової коагуляції, лежить в діапазоні від 0°C до 25°C. Слід відмітити, що для армованих з використанням теплової коагуляції ковбасних оболонок відбувається розширення рекомендованого до зберігання діапазону відносної вологості повітря. Оскільки для склеєних кишкових оболонок (контрольний зразок) рекомендована відносна вологість повітря має бути не більшою 60–65%.

Аналогічний результат отриманий і під час дослідження гігроскопічних властивостей склеєних армованих ковбасних оболонок, які армувались з використанням локального дублення розчином таніну, та моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням дублення розчином таніну. Ізотерми сорбції для означених та контрольного зразків наведено на рис. 2.2.

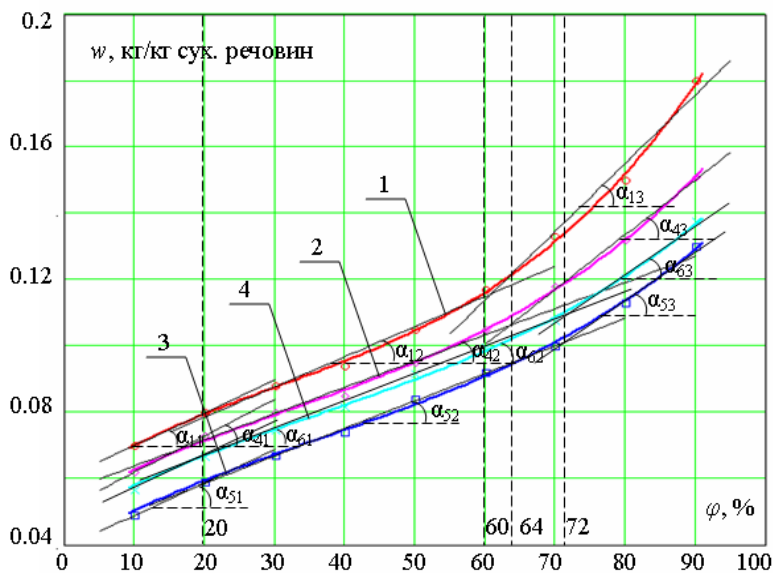


Рис. 2.2. Ізотерми сорбції:

- 1 – склеєні оболонки із кишкової сировини; 2 – склеєні оболонки, армовані локальним дубленням; 3 – модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням локального дублення розчином таніну;
- 4 – оболонки, склеєні способом інтегрального дублення з пластифікацією гліцерином

Для зразків склеєних армованих ковбасних оболонки, які армувались з використанням локального дублення (2), характер ізотерми сорбції аналогічний контрольному зразку. Наявні три характерні ділянки: область мономолекулярної сорбції ($\alpha_{41}=0.11$ рад); область полімолекулярної сорбції ($\alpha_{42}=0.079$ рад); область поглинання води мікрокапілярами ($\alpha_{43}=0.164$ рад). Однак наявні наступні відмінності. Ізотерма сорбції зразків склеєних ковбасних оболонки зміщена відносно осі вологовмісту в сторону менших значень вологовмісту порівняно з контрольним зразком, тобто порівняно зі склеєними кишковими оболонками. Це свідчить про меншу кількість води, яку поглинає зразок оболонки, армований дубленням. При цьому відбувається розширення до 64% діапазону відносної вологості повітря, яка відповідає полімолекулярній сорбції даного матеріалу.

Очевидно, як і для оболонки, армованих з використанням теплової коагуляції, причиною такої поведінки ізотерми сорбції для склеєних ковбасних оболонки, армованих локальним дубленням, є наявність локальних ділянок, що саме піддавались дубленню розчином таніну. В такому матеріалі наявні ділянки, які мають властивості третього зразка у даному дослідженні, тобто моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням локального дублення розчином таніну.

Ізотерма сорбції для моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням дублення розчином таніну, має більший діапазон відносної вологості повітря, що відповідає полімолекулярній сорбції зразка, а, саме, діапазон другої ділянки збільшується до значення відносної вологості 72%. При цьому кути нахилу ізотерми сорбції дорівнюють – $\alpha_{51}=0.1$ рад; $\alpha_{52}=0.083$ рад; $\alpha_{53}=0.149$ рад. А положення ізотерми сорбції для моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням дублення розчином таніну, зміщено відносно осі вологовмісту в сторону менших значень порівняно з двома іншими зразками.

Наявність армуючого шва, що являє собою кишкову оболонку, яка піддана дубленню, тягне за собою відповідні зміни гігроскопічних властивостей вихідного матеріалу. Результатом таких змін, як і для армованих з використанням теплової коагуляції ковбасних оболонки, є розширення діапазону відносної вологості повітря, що відповідає полімолекулярній сорбції склеєних ковбасних оболонки, армованих з використанням локального дублення, та зменшення кількості поглинутої даним матеріалом води в гігроскопічному стані.

Ще одним досліджуваним зразком є ковбасні оболонки, склеєні способом інтегрального дублення з подальшою пластифікацією

гліцерином. Необхідно відмітити, що ізотерма даного досліджуваного зразка має такий же характер, як і ізотерма для моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням дублення розчином таніну. При цьому слід відмітити, що кути нахилу на відповідних ділянках ізотерм сорбції відрізняються для означених зразків у межах похибки. Для ізотерм сорбції ковбасних оболонок, склеєних способом інтегрального дублення з подальшою пластифікацією гліцерином, вони дорівнюють: $\alpha_{61}=0.105$ рад; $\alpha_{62}=0.087$ рад; $\alpha_{63}=0.147$ рад. Такий результат є очікуваним, оскільки означені матеріали відрізняються лише наявністю операції пластифікації. Відмінності у ізотермах сорбції полягають у тому, що ізотерма для ковбасних оболонок, склеєних способом інтегрального дублення з подальшою пластифікацією гліцерином, зміщена відносно осі вологовмісту в бік більших значень вологовмісту. Очевидно пов'язано це з гігроскопічними властивостями гліцерину, які тягнуть за собою збільшення кількості поглинутою зразком води.

Таким чином, дослідження гігроскопічних властивостей склеєних армованих ковбасних оболонок, які армувались з використанням локального дублення розчином таніну, а також зразків ковбасних оболонок, склеєних способом інтегрального дублення з подальшою пластифікацією гліцерином, показали, що ізотерми сорбції для даних зразків не мають асимптоти, паралельної осі вологовмісту за досліджуваного діапазону відносної вологості повітря. Подальше зволоження таких зразків можливе за безпосереднього зіткнення з рідиною. Зберігати склеєні ковбасні оболонки, армовані з використанням локального дублення, та ковбасні оболонки, склеєні способом інтегрального дублення з подальшою пластифікацією гліцерином, слід в полімерній упаковці за відносної вологості не більше 64–72%, при відносній вологості більше 72% зберігання можливе лише у паронепроникній тарі. Температура, за якої рекомендується зберігати ковбасні оболонки, армовані з використанням локального дублення розчином таніну, та ковбасні оболонки, склеєні способом інтегрального дублення з подальшою пластифікацією гліцерином, лежить в діапазоні від 0°C до 25°C. Слід відмітити, що для армованих з використанням локального дублення ковбасних оболонок також відбувається розширення рекомендованого до зберігання діапазону відносної вологості повітря порівняно зі склеєними кишковими оболонками (для контрольного зразку рекомендована відносна вологість повітря має бути не більшою 60–65%).

Дослідження пористості склеєних армованих ковбасних оболонок та вихідної сировини для їх отримання.

Причиною одержаного характеру ізотерм сорбції є менш розвинута пористість склеєних армованих ковбасних оболонок, які армувались з використанням локальної теплової коагуляції та з використанням локального дублення розчином таніну.

На рис. 2.3 наведено диференціальні функції розподілу пор за радіусами для досліджуваних зразків, отримані за описаною вище методикою (2.1–2.7) [164].

Отримані функції розподілу мають схожий характер та близькі положення максимумів відносно осі, на якій відкладено безрозмірний радіус пор. Відрізняються вони шириною ліній, це свідчить про те, що зразки відрізняються різною відносною кількістю пор різного радіусу.

Розраховані за формулами (2.6) та (2.7) середній та найбільш імовірний радіуси пор для досліджуваних зразків відповідно дорівнюють:

– для склеєних оболонок із кишкової сировини: $\bar{R} = 2.284 \cdot 10^{-7}$ м;
 $R_m = 3.049 \cdot 10^{-10}$ м;

– для склеєних армованих ковбасних оболонок, які армувались з використанням теплової коагуляції: $\bar{R} = 1.922 \cdot 10^{-7}$ м;
 $R_m = 3.022 \cdot 10^{-10}$ м;

– для моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції: $\bar{R} = 1.014 \cdot 10^{-7}$ м;
 $R_m = 3.022 \cdot 10^{-10}$ м;

– для склеєних армованих ковбасних оболонок, які армувались з використанням локального дублення: $\bar{R} = 1.834 \cdot 10^{-7}$ м;
 $R_m = 3.024 \cdot 10^{-10}$ м;

– для моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням дублення розчином таніну: $\bar{R} = 1.101 \cdot 10^{-7}$ м;
 $R_m = 3.020 \cdot 10^{-10}$ м.

Найбільш імовірні радіуси пор для досліджуваних зразків відрізняються у межах похибки. Однак середні радіуси досліджуваних зразків відрізняються від контрольного зразка склеєних кишкових оболонок суттєво.

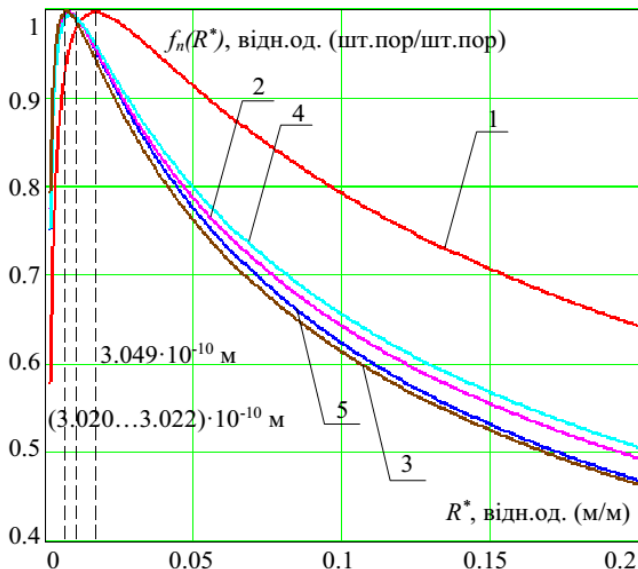


Рис. 2.3. Диференціальні функції розподілу пор по радіусам:
1 – склеєні оболонки із кишкової сировини; 2 – склеєні оболонки, армовані локальною тепловою коагуляцією; 3 – модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції;
4 – склеєні оболонки, армовані локальним дубленням;
5 – модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням локального дублення розчином таніну

Найбільша різниця встановлена для моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції, та моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням дублення розчином таніну. Середні радіуси для таких модельних матеріалів, відповідно, у 2,25 та у 2,07 разу менші порівняно із склеєними кишковими оболонками. Оскільки дані модельні матеріали є частинами склеєних ковбасних оболонок, армованих з використанням локальної теплової коагуляції та з використанням локального дублення, то вони тягнуть за собою відповідні зміни в значеннях середніх радіусів. Середні радіуси для вищеозначених армованих оболонок зменшуються порівняно із контрольним зразком, відповідно, у 1,19 та у 1,25 разу. Про це свідчить і більша ширина лінії функції розподілення пор за радіусами для склеєних оболонок. Саме більш розвинута пориста структура є причиною того, що ізотерма сорбції склеєних оболонок знаходиться вище відносно ізотерми

сорбції інших досліджуваних зразків. Тобто під час армування через теплову коагуляцію та через процеси, що відбуваються під час дублення, молекули білка вихідного матеріалу змінюють свою структуру таким чином, що пористий склад отриманого матеріалу стає ближчим до монодисперсного.

Необхідно відмітити, що середній радіус для зразка склеєної ковбасної оболонки, армованої з використанням теплової коагуляції, більший у 1,05 разу за середній радіус склеєної ковбасної оболонки, армованої з використанням локального дублення. У той час як середній радіус для моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції, менший у 1,09 разу за середній радіус моделі матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням дублення. Очевидно причиною цього є дифузія дубильного розчину таніну в ділянки склеєних кишкових оболонок, що стикаються з локальною ділянкою сировини, яка підлягає дубленню. При цьому дубленню піддається більша площа сировини, ніж площа що безпосередньо контактує з розчином таніну. Однак візуальним спостереженням та дослідженнями розривного навантаження армуючого шва, отриманого способом локального дублення склеєних кишкових оболонок, встановлено, що прирощення площі, яка піддається дубленню через дифузію розчину таніну в сировині, не перевищує 2–3%.

Важливо є те, що пористість визначає не тільки гігроскопічний вологовміст ковбасних оболонок, а і здатність їх відновлювати свої властивості у змочувальній рідині, що є однією із визначальних функціонально-технологічних властивостей такої продукції.

Дослідження відновлюваності у змочувальній рідині склеєних армованих ковбасних оболонок та вихідної сировини для їх отримання.

На рис. 2.4 наведено кінетику відновлюваності досліджуваних зразків.

З наведених результатів видно, найбільшу кількість води поглинає контрольний зразок (склеєні кишкові оболонки), що обумовлено найбільш розвитою пористістю даного зразка порівняно з іншими досліджуваними зразками.

Нижче за контрольний зразок знаходиться кінетика відновлюваності зразка склеєних ковбасних оболонок, армованих з використанням локальної теплової коагуляції. При цьому кінцевий вологовміст зразка після 20 год. знаходження у змочувальній рідині знаходиться в діапазоні від 3,0 до 3,1 кг/кг сух. реч.

Кінцевий вологовміст зразка склеєних ковбасних оболонок,

армованих з використанням локального дублення, знаходиться у тому ж діапазоні. Однак кінетика відновлюваності для даного зразка знаходиться дещо нижче за кінетику відновлюваності зразка склеєних ковбасних оболонок, армованих з використанням локальної теплової коагуляції, що обумовлено його менш розвинутою пористістю.

Очевидною причиною зміщення кінетик відновлюваності склеєних ковбасних оболонок, армованих як з використанням локальної теплової коагуляції, так і з використанням локального дублення таніном, є наявність локальних ділянок, що безпосередньо піддавались, відповідно, тепловій коагуляції та дубленню. Тобто в продукції наявні ділянки, що мають такі ж властивості поглинати воду як і дані модельні матеріали (кінетика відновлюваності 3 та 5).

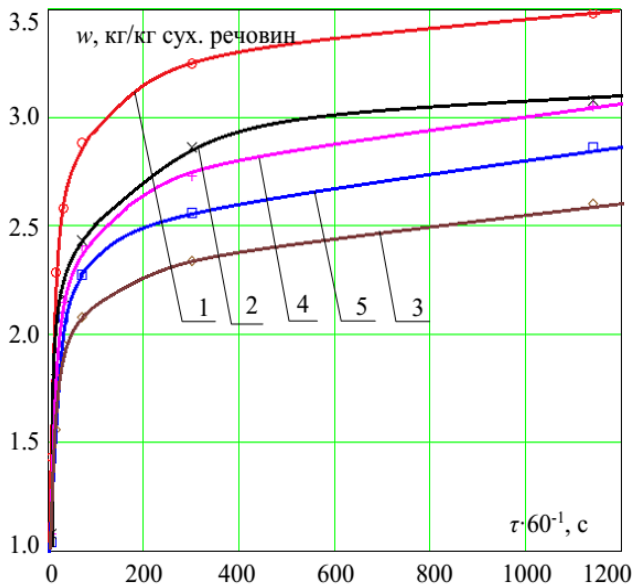


Рис. 2.4. Кінетика відновлюваності у змочувальній рідині:
1 – склеєні оболонки із кишкової сировини; 2 – склеєні ковбасні оболонки, армовані локальною тепловою коагуляцією; 3 – модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням теплової коагуляції;
4 – склеєні ковбасні оболонки, армовані локальним дубленням;
5 – модель матеріалу армуючого шва, отриманого з використанням локального дублення розчином таніну

Слід відмітити, що кінетики відновлюваності склеєних ковбасних оболонок, армованих з використанням локальної теплової

коагуляції та з використанням локального дублення таніном, виходять на вологовміст близький до кінцевого (мінус 10%) протягом 6–7 год. (протягом 360–420 хв. на рис. 2.4). У той же час контрольний зразок досягає вологовмісту близького до кінцевого (мінус 10%) протягом 10 год (600 хв. на рис. 2.4), що є менш прийнятною функціонально-технологічною властивістю порівняно зі склеєними армованими ковбасними оболонками.

Таким чином, з точки зору відновлюваності склеєні ковбасні оболонки, армовані з використанням локальної теплової коагуляції та з використанням локального дублення, мають переваги над склеєними кишковими оболонками, які полягають у меншому їх кінцевому вологовмісті та більшій швидкості досягнення даного кінцевого вологовмісту.

2.1.3. Визначення раціональної температури та тривалості теплової коагуляції склеєних кишкових оболонок, за яких досягається достатня міцність додаткового зміцнювального шва. Метою наступних досліджень було визначення раціональної температури та тривалості теплової коагуляції зразків склеєних кишкових оболонок, за яких досягається достатня міцність додаткового зміцнювального шва для їх подальшого використання. Завдання дослідження: розробка експериментальної установки для теплової коагуляції зразків склеєних кишкових оболонок; розробка експериментальної установки для дослідження міцності шва, отриманого внаслідок теплової коагуляції зразків склеєних кишкових оболонок; обробка й аналіз експериментальних даних, отриманих під час дослідження міцності шва, що утворюється внаслідок теплової коагуляції зразків склеєних кишкових оболонок; розробка установки для зшивання кишкових оболонок способом теплової коагуляції вихідної сировини [162; 165].

У дослідженні використано фабрикати свинячих черев, оброблені та підготовані згідно з чинними технологічними інструкціями. Після звільнення від солі, промивання та витримування у воді фабрикати розрізали, укладали одержані стрічки на форму у вигляді циліндра та сушили за температури 35–39°C до вологовмісту не більше 10%.

Для створення теплокоагуляційного шва між зразками кишкових оболонок було розроблено та змонтовано установку, що складається із двох нагрівальних поверхонь (1), зроблених із матеріалу з високою теплопровідністю та ємністю (рис. 2.5) [162].

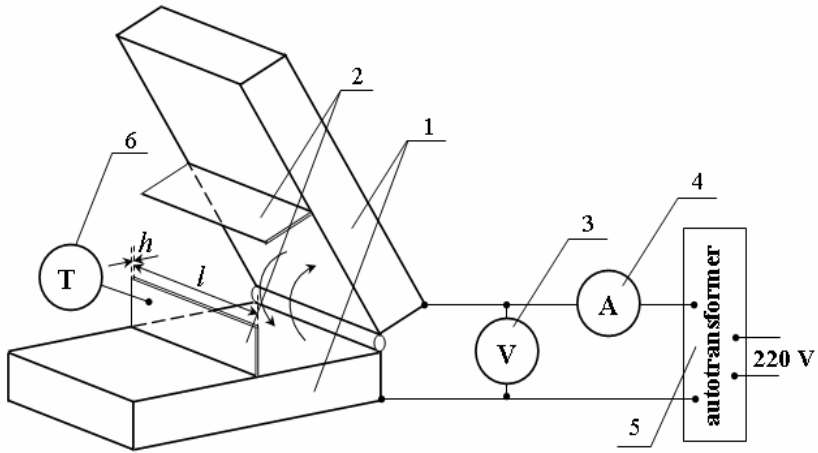


Рис. 2.5. Експериментальна установка для теплової коагуляції зразків склесних кишкових оболонок:

1 – нагрівальні поверхні; 2 – робочі елементи для теплової коагуляції зразків сировини; 3 – вольтметр; 4 – амперметр; 5 – автотрансформатор; 6 – термометр

Між нагрівальними поверхнями закріплена шарнірна завіса, яка дає можливість їх зведення. До нагрівальних поверхонь жорстко прикріплені робочі елементи для теплової коагуляції зразків сировини. Вони являють собою паралелепіпедні пластини з алюмінію. Товщина пластини h дорівнює $1 \cdot 10^{-3}$ м, а довжина $l - 50 \cdot 10^{-3}$ м. Під час зведення нагрівальних поверхонь робочі елементи для теплової коагуляції досліджуваних зразків стикаються площинами $h \times l$. Живлення нагрівальних поверхонь, а відповідно, і їх температура, регулюються автотрансформатором (5). Значення напруги та сили струму фіксуються за допомогою вольтметра (3) й амперметра (4) відповідно. Контроль за температурою реалізується з використанням термометра (6).

На початку експерименту за допомогою автотрансформатора, який живить нагрівальні поверхні, встановлюють напругу та силу струму, що відповідають визначеній температурі. Витримують час до встановлення рівноваги в системі «нагрівальні поверхні – навколишнє середовище». На нижній робочий елемент (2) установки розміщують зразок, який підлягає зшиванню за допомогою теплової коагуляції, та зводять нагрівальні поверхні. Тобто проводять затискання зразка із двох шарів кишкової оболонки між робочими елементами з

визначеною температурою. При цьому тривалість затискання змінювалась дискретно в діапазоні від 2 с до 15 с. Значення температури фіксується за допомогою термометра (6). Температура також змінювалась дискретно в діапазоні від 150°C до 180°C.

Визначення міцності шва між зразками склеєних кишкових ковбасних оболонок здійснювали на розробленій власній установці (рис. 2.6) [162].

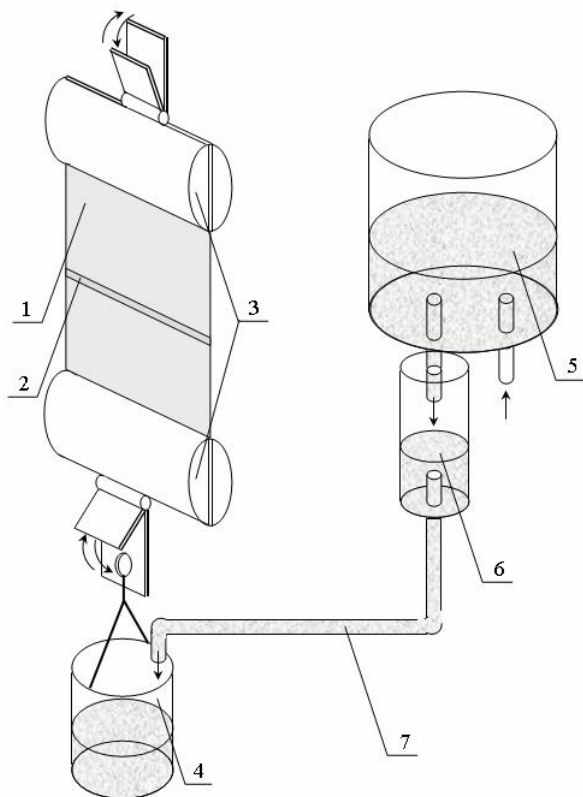


Рис. 2.6. Експериментальна установка для дослідження міцності шва, отриманого внаслідок теплової коагуляції дослідних зразків: 1 – зразок склеєної кишкової оболонки; 2 – шов, отриманий із використанням установки з рис. 4.6; 3 – тримач-затискач; 4 – навантаження; 5 – ємність із водою; 6 – краплеутворювач; 7 – капіляр

Зразки склеєних кишкових оболонок, що складались із двох

шарів, додатково зшитих за допомогою теплової коагуляції або дублення, перед проведенням дослідження попередньо замочувались у воді впродовж 3 хв. Шари роз'єднували до отриманого шва. Кожен із шарів закріплювали у тримачах-затискачах (3). До нижнього затискача-тримача під'єднується ємність (4), яка виконує функцію змінного навантаження. Далі з використанням системи, що складається з ємності з водою (5), краплеутворювача (6) та капіляра (7), збільшували навантаження шляхом повільного додавання води в ємність 4. Навантаження збільшували до моменту розриву шва між шарами кишкових оболонок. Далі навантаження зважували та розраховували силу тяжіння, яку воно створює.

Значення навантаження, за якого розірвався шва між шарами склеєної кишкової оболонки, вважалось розривним (P). Воно нормувалось на довжину шва ($P=F/l$, де F – сила (Н), яку створює навантаження, l (м) – довжина шва).

Розривне навантаження для швів дослідних зразків порівнювали з навантаженням зразка із двох шарів кишкової оболонки без зшивання їх за допомогою теплової коагуляції. Розривне навантаження для такого контрольного зразка становить 3 Н/м.

За описаними методиками досліджено міцність швів між шарами кишкових оболонок, отриманих унаслідок теплової коагуляції. Результатом цього дослідження є тривимірний масив даних, в якому кожному зразку відповідають два визначених параметри: температура, за якої проводилась тепла коагуляція (тобто температура T робочих елементів установки), та тривалість теплової коагуляції (тобто час τ , упродовж якого проводять затискання зразка склеєних кишкових оболонок із двох шарів між робочими елементами з визначеною температурою). Третій параметр – це значення розривного навантаження для шва між шарами склеєних кишкових оболонок, який отримано за відповідних установлених параметрів (тобто за відповідних T і τ).

На рис. 2.7а показано поверхню, побудовану за означеним масивом даних. На осях відкладені розривне навантаження, температура та тривалість теплової коагуляції. Для наочності на рис. 2.7б також наведено томограму побудованої поверхні.

Як видно з рис. 2.7, наведена поверхня має вигин відносно площини $0T \times 0\tau$. Тобто розривне навантаження змінюється нелінійно в разі зміни як температури, так і тривалості теплової коагуляції. Це доводить і томограма поверхні: ширина ліній одного кольору нелінійно збільшується зі збільшенням аргументів T і τ .

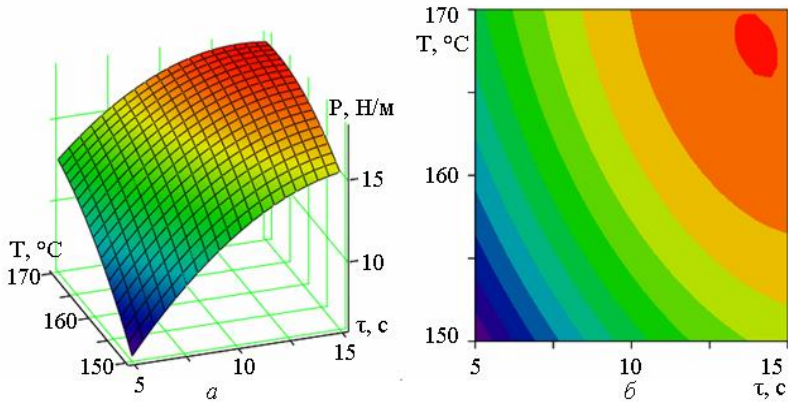


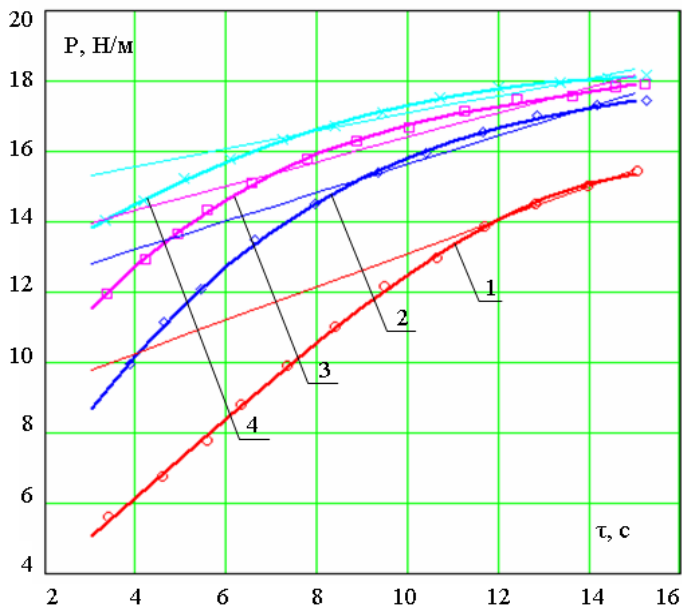
Рис. 2.7. Значення розривного навантаження для шва між шарами кишкових оболонок, утвореного за різної температури робочих елементів та тривалості теплової коагуляції (а), та томограма отриманої поверхні (б)

Для більш детального аналізу отриманих експериментальних даних на рис. 2.8 наведено залежності розривного навантаження для шва між шарами склеєних кишкових оболонок від тривалості теплової коагуляції за різної температури робочих елементів.

Апроксимація експериментальних даних, наведених на рис. 2.8, проводилась поліноміальною функцією:

$$f(x) = a_0 + \sum_n a_n \cdot x^n \quad (2.8)$$

На рис. 2.8 видно, що характер отриманих залежностей схожий. Вони монотонно зростають зі збільшенням тривалості теплової коагуляції. При цьому відбувається поступове зменшення кута нахилу кривої відносно осі, на якій відкладено тривалість коагуляції.



**Рис. 2.8. Залежність розривного навантаження для шва між шарами склеєних кишкових оболонок від тривалості теплової коагуляції за різної температури робочих елементів, °С:
1 – 150; 2 – 160; 3 – 170; 4 – 180**

Так, для залежності, отриманої за температури коагуляції 150°C, у разі збільшення тривалості від 5 с до 10 с, тобто на 100%, розривне навантаження збільшується з 7 Н/м до 13 Н/м, тобто на 86%. Для тієї самої залежності за умови збільшення тривалості від 10 с до 15 с, тобто на 50%, розривне навантаження збільшується з 13 Н/м до 15 Н/м, тобто лише на 15%. Подальше збільшення тривалості коагуляції не дає суттєвого збільшення розривного навантаження.

Очевидно, досягається максимальне значення розривного навантаження, яке може бути створене за цієї температури отримання шва між двома шарами склеєних кишкових оболонок. При цьому подальше збільшення тривалості проведення теплової коагуляції слід вважати неефективним із точки зору енергетичних витрат, оскільки воно не дає видимого результату.

Очевидно, такий самий висновок можна зробити і для інших залежностей, наведених на рис. 2.8. Відрізняються ці залежності положеннями відносно осі, на якій відкладено розривне навантаження

P , а відповідно, і значенням максимального розривного навантаження.

Із метою виявлення раціональної тривалості теплової коагуляції за різної температури робочих елементів для отримання шва між двома шарами кишкових оболонок проведено апроксимацію експериментальних даних лінійною функцією:

$$f(x) = b_0 + b_1 \cdot x, \quad (2.9)$$

Діапазон апроксимаційних даних обирався таким чином. Перша точка масиву даних, для якого проводилась лінійна апроксимація, за шкалою температур відповідала максимальній тривалості, для якої проводились експериментальні дослідження, тобто 15 с. Остання точка обиралась, виходячи з коефіцієнта кореляції між отриманою лінійною апроксимаційною функцією (3) та поліноміальною апроксимаційною функцією (2). Вихідною умовою було те, що коефіцієнт кореляції не повинен був перевищувати 0,95. Необхідно відзначити, що на лінійній ділянці, для якої проводилась апроксимація, збільшення розривного навантаження відбувалось не більше ніж на 10%.

Виходячи з вигляду наведених лінійних апроксимаційних функцій, існує можливість визначення діапазону, з якого слід обирати раціональну тривалість теплової коагуляції. Такими діапазонами тривалості коагуляції, визначеними графічно, є: 10–12 с для температури робочих елементів 150°C; 8–10 с для температури робочих елементів 160°C; 5–7 с для температури робочих елементів 170°C; 5–7 с для температури робочих елементів 180°C.

Значення розривного навантаження для вищезазначених діапазонів тривалості теплової коагуляції становлять: 12–14 Н/м для температури робочих елементів 150°C; 15–16 Н/м для температури робочих елементів 160°C; 14,5–15,5 Н/м для температури робочих елементів 170°C; 15–16 Н/м для температури робочих елементів 180°C.

Як видно з наведених результатів, розривне навантаження за умови створення шва з використанням теплової коагуляції збільшується порівняно з контрольним зразком у 4,0–5,5 рази. Таким чином, операція зі створення шва тепловою коагуляцією між шарами кишкових оболонок дозволяє суттєво розширити технологічні властивості отриманого матеріалу.

Виходячи з результатів проведених досліджень, розроблено робочі органи установки для зшивання кишкових оболонок шляхом локальної теплової коагуляції між шарами вихідної сировини (рис. 2.9).

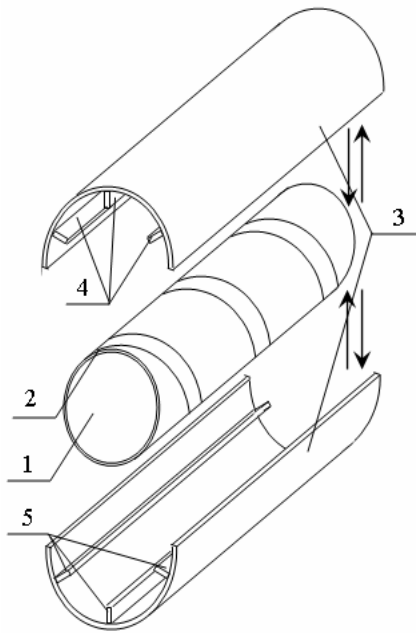


Рис. 2.9. Робочі органи установки для зшивання кишкових оболонок шляхом теплової коагуляції вихідної сировини: 1 – циліндричний шаблон для отримання оболонки визначених розмірів; 2 – кишкові оболонки, навиті спіраллю з перекриттям крайових ділянок; 3 – нагрівальні поверхні у формі порожнистого напівциліндра; 4, 5 – оребрення, що виконує функції робочих елементів для створення шва тепловою коагуляцією

Установка працює таким чином. Волога вихідна сировина (нарізані смуги фабрикату кишок 2) по спіралі навиваються на циліндричний шаблон 1. Поверхня шаблону має антиадгезійне покриття (наприклад, вкрита шаром фторопласту). Після цього циліндричний шаблон із вихідною сировиною, навитою на нього, висушують у сушарці до вологовмісту 8–15%. Далі підготовану таким чином сировину на циліндрі розміщують між нагрівальними поверхнями 3 з визначеною температурою, що мають форму порожнистих напівциліндрів з оребренням 4, 5.

Напівциліндри привідним механізмом одночасно притискають оребреною частиною до кишкової сировини на поверхні циліндричного шаблону. Витримують певний час відповідно до температури, яку мають нагрівальні поверхні. Поверхні розводять і знімають із циліндра зшиту оболонку. Варіювання розміру отримуваної оболонки (діаметр і довжина) із кишкової сировини проводиться вибором відповідних розмірів циліндричного шаблону та нагрівальних поверхонь (діаметр і довжина).

2.1.4. Розробка способів армування склеєних кишкових оболонок різними фізичними методами. У наступному дослідженні

вирішувались такі задачі: дослідити міцність шва між зразками кишкових оболонок, отриманого шляхом їх локального дублення розчином таніну різної концентрації та впродовж різного часу; дослідити міцність шва між зразками кишкових оболонок, отриманого в результаті протікання локальних електричних струмів через оброблювану вологу сировину; дослідити міцність шва між зразками кишкових оболонок, отриманого в результаті теплової коагуляції сировини навколо точок виникнення дугового розряду; розробити робочі органи установки для армування склеєних ковбасних оболонок з використанням: локального дублення; електричного струму; дугового розряду [163].

Сировиною, для якої проводили дослідження, були фабрикти свинячих черев, оброблені та підготовлені згідно із чинними технологічними інструкціями. Сировину звільнювали від солі, промивали та витримували у воді.

Перед армуванням за допомогою локальної теплової коагуляції в результаті протікання електричного струму використовували вологу сировину після промивання.

Перед армуванням за допомогою дублення таніном та за допомогою дугового розряду сировину розрізали, укладали одержані стрічки на форму у вигляді циліндра та сушили за температури 35...39 °С до вологовмісту не більше 10%.

Створення дубильного шва між зразками кишкових оболонок було здійснено таким чином. Сировина, яку армували дубленням розчином таніну, являла собою два шари кишкової оболонки. У вологому стані шари накладались один на один та висушувались. Із отриманої сировини вирізали зразки у формі прямокутника з характерними розмірами: ширина $h=50$ мм, довжина $l=100$ мм. Отриманий таким чином зразок сировини із кишкових оболонок розміщувався між паралелепіпедами із капілярно-пористого матеріалу (рис. 2.10).

Характерні розміри площини, якою паралелепіпеди із капілярно-пористого матеріалу стикаються із зразками сировини, відповідно дорівнюють: $h=50$ мм; $d=3$ мм.

Капілярно-пористий матеріал, із якого виконані паралелепіпеди, змочувався розчином таніну визначеної концентрації. Капілярно-пористий матеріал підбирався таким чином (тобто з таким найбільш імовірним радіусом капілярів та пор), щоб розчин рівномірно розподілявся під дією капілярних сил по об'єму паралелепіпеду. Впродовж експерименту вміст розчину таніну в паралелепіпедах підтримувався постійним.

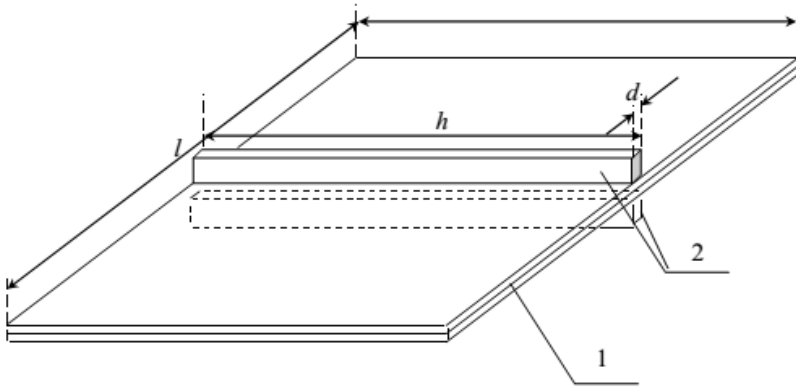


Рис. 2.10. Спосіб отримання армуючого шва локальним дубленням сировини розчином таніну:
1 – зразок сировини із двох шарів кишкової оболонки;
2 – паралелепіпеди із капілярно-пористого матеріалу

Результати дослідження міцності армуючого шва, отриманого локальним дубленням сировини розчином таніну.

Локальне дублення проводилось розчином таніну, концентрація якого дискретно змінювалась в діапазоні від 0,2% до 2,0%. При цьому тривалість експозиції також змінювалась дискретно в діапазоні від 2 год до 24 год.

На рис. 2.11 наведено поверхню, яка ілюструє величину міцності армуючого шва (P , Н/м) в залежності від концентрації таніну (C , %) в дубильному розчині та тривалості локального дублення ($\tau \cdot 60^{-2}$, с).

Поверхня значень розривного навантаження має вигин відносно координатної площини $O\tau \times OC$. Тобто має місце збільшення розривного навантаження за збільшення як концентрації таніну в дубильному розчині, так і за збільшення тривалості локального дублення.

На рис. 2.12 наведено січні отриманої поверхні паралельні координатній площині $O\tau \times OP$, які являють собою зміну розривного навантаження в залежності від тривалості дублення за концентрацій таніну у дубильному розчині, %: 0,5; 1,25; 2,0. Експериментальні дані в наведених залежностях апроксимувались поліноміальною функцією виду:

$$f(x) = a_0 + \sum_n a_n \cdot x^n, \quad (2.10)$$

де a – апроксимаційні коефіцієнти;
 n – ступінь полінома.

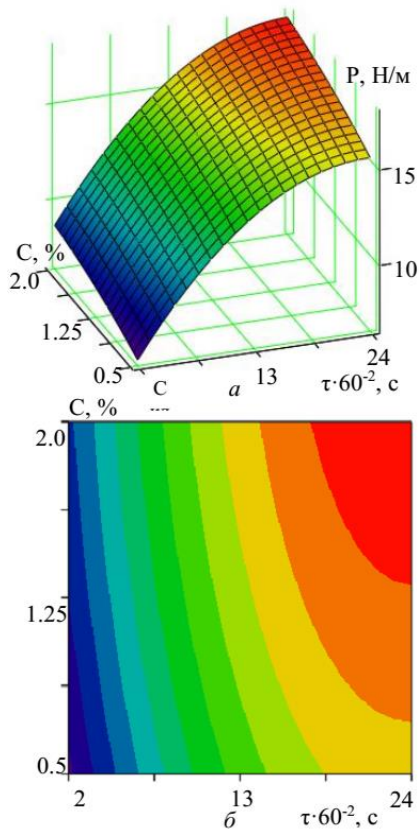


Рис. 2.11. Залежність величини міцності армуючого шва між кишковими оболонками від концентрації таніну в дубильному розчині та тривалості локального дублення:
 a – поверхня значень розривного навантаження; b – томограма поверхні значень розривного навантаження

Розривне навантаження армуючого шва монотонно збільшується по мірі збільшення тривалості локального дублення. Після визначеної тривалості локального дублення залежність розривного навантаження починає прагнути до асимптоти, паралельної осі $O\tau$. Тобто існує раціональне значення тривалості експозиції сировини в розчині таніну. Збільшення тривалості дублення відносно даних значень є нерациональним. Оскільки воно тягне за собою збільшення часу на склеювання кишкових оболонок даним способом і, як наслідок, зниження продуктивності їх отримання за несуттєвого збільшення розривного навантаження армуючого шва. Прирошення

розривного навантаження на даній ділянці не перевищує 10%.

Раціональні значення тривалості локального дублення розчином таніну визначених концентрацій визначались шляхом лінійної апроксимації отриманих експериментальних даних. Використовувалась функція виду:

$$f(x) = b_0 + b_1 \cdot x, \quad (2.11)$$

де b_0, b_1 – апроксимаційні коефіцієнти.

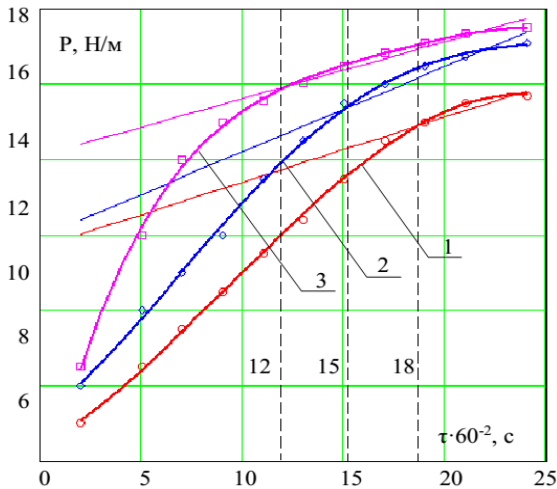


Рис. 2.12. Зміна розривного навантаження армуючого шва в залежності від тривалості локального дублення за концентрацій розчину, %:
 1 – 0,5; 2 – 1,25;
 3 – 2,0

Діапазон експериментальних даних для лінійної апроксимації обирався таким чином, що остання точка масиву відповідала максимальній тривалості локального дублення, тобто 24 год. Перша точка обиралась, виходячи із коефіцієнта кореляції між отриманою лінійною апроксимаційною функцією (3) та поліноміальною апроксимаційною функцією (2). Вихідною умовою було те, що коефіцієнт кореляції не повинен був перевищувати 0,95. Важливо, що на лінійній ділянці, для якої проводилась апроксимація, збільшення розривного навантаження відбувалось не більше ніж на 10%.

Раціональними значеннями тривалості вважались ті, які знаходились в точці, де відбувалось розходження між лінійною функцією та поліноміальною (пунктирні лінії на рис. 2.12). Визначене таким способом раціональне значення тривалості під час локального дублення розчином таніну з концентрацією 0,5% дорівнює 18 год,

розчином з концентрацією 1,25% – 15 год, розчином з концентрацією 2,0% – 12 год.

Рациональне значення також має і концентрація таніну в дубильному розчині. Визначити їх можна за тією ж методикою за січними поверхні з рис. 2.11. В даному випадку (рис. 2.13) січні паралельні координатній площині $OC \times OP$ та являють собою зміну розривного навантаження армуючого шва в залежності від концентрації таніну в дубильному розчині за різної тривалості локального дублення, год: 2; 13; 24.

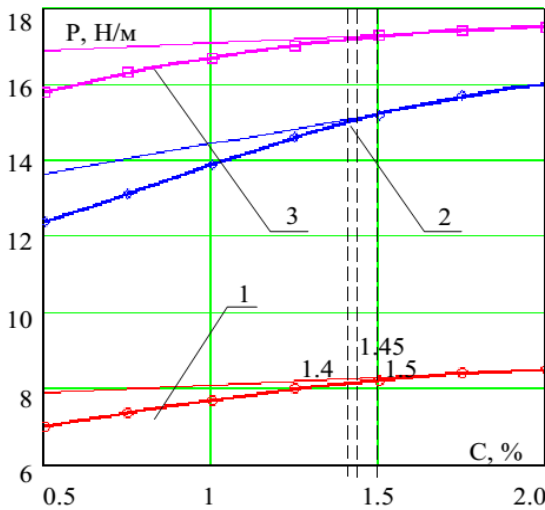


Рис. 2.13. Зміна розривного навантаження армуючого шва в залежності від концентрації таніну у дубильному розчині за різної тривалості локального дублення, год:
1 – 2; 2 – 13; 3 – 24

Визначене таким способом рациональне значення концентрації таніну у дубильному розчині під час локального дублення протягом 2 год складає 1,5%; протягом 13 год – 1,45%; протягом 24 год – 1,4%. Таким чином, рациональне значення таніну у дубильному розчині під час локального дублення слід обирати із діапазону концентрацій від 1,4% до 1,5%.

Щоб розрахувати діапазон рациональної тривалості локального дублення для діапазону рациональної концентрації таніну в дубильному розчині, слід побудувати січні площини для верхньої та нижньої границі діапазону рациональних концентрацій (рис. 2.14). Січні паралельні координатній площині $O\tau \times OP$ та являють собою зміну розривного навантаження в залежності від тривалості дублення за концентрацій таніну у дубильному розчині 1,4% та 1,5%.

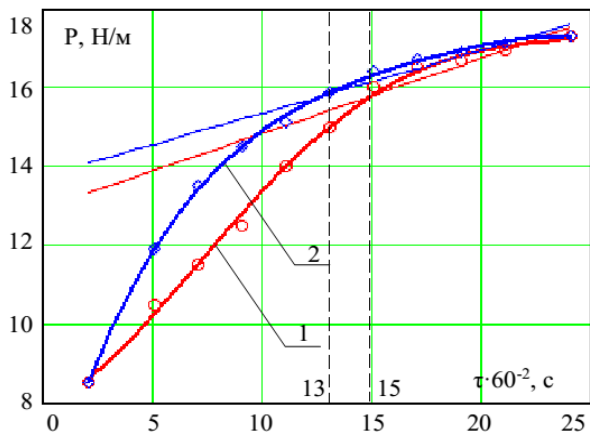


Рис. 2.14. Зміна розривного навантаження армуючого шва в залежності від тривалості локального дублення за концентрацій таніну у дубильному розчині, %:
1 – 1,4; 2 – 1,5

Як видно з рис. 2.14, раціональною тривалістю локального дублення за концентрації таніну в дубильному розчині 1,4% є 15 год, а за концентрації 1,5% – 13 год. Виходячи з цього, раціональну концентрацію таніну в дубильному розчині, за якої рекомендується отримувати армуючий шов на склеєних кишкових оболонках способом локального дублення, слід обирати із діапазону концентрацій від 1,4% до 1,5%. При цьому раціональна тривалість дублення лежить в діапазоні від 13 до 15 год.

Однак слід відмітити, що існує можливість обирати будь-яку концентрацію таніну в дубильному розчині із досліджуваного діапазону, тобто в діапазоні концентрацій від 0,5% до 2,0%, якщо цього вимагають технологічні умови. А тривалість слід визначати у відповідності до поверхні, яка являє собою зміну розривного навантаження для армуючого шва між шарами кишкових оболонки, створеного локальним дубленням розчином таніну, в залежності від концентрації таніну та тривалості дублення. Оскільки за будь-яких концентрацій із досліджуваного діапазону концентрацій досягається значення розривного навантаження – ≥ 15 Н/м. Дане значення у 5 разів більше, порівняно із контрольним зразком, тобто зразком із двох шарів кишкової оболонки без будь-якого армування (3 Н/м).

Результати дослідження міцності армуючого шва, отриманого з використанням локальних електричних струмів.

Сировина, через яку пропускали електричний струм, являла

собою два шари кишкової оболонки. У вологому стані шари накладались один на один. Із них вирізали зразки у формі прямокутника з характерними розмірами: ширина $h=50$ мм, довжина $l=100$ мм. Зразки розміщувались між мідними електродами. Один із електродів представляв собою пластину, інший – циліндр із загостреним кінцем (рис. 2.15).

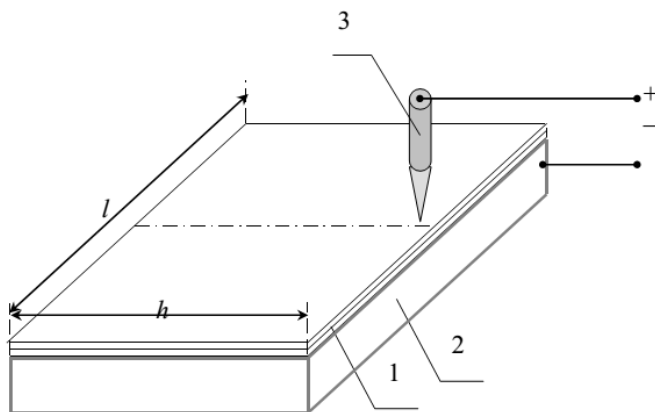


Рис. 2.15. Спосіб отримання армуючого шва між двома шарами кишкової оболонки шляхом пропускання локальних електричних струмів через сировину:

1 – зразок сировини із двох шарів кишкової оболонки; 2 – електрод у вигляді пластини; 3 – електрод у вигляді циліндру із загостреним кінцем

Електроди під'єднують до джерела постійного струму. Далі джерело живлення вмикають та пропускають постійний струм через вологу сировину протягом визначеного часу. Волога сировина зберігається в розчині NaCl у відповідності до чинних технологічних інструкцій, тому являє собою провідник із визначеним опором. При протіканні електричного струму сировина локально нагрівається та коагулює.

Далі джерело живлення відключають та переміщують електрод на відстань 3–5 мм вздовж наміченої прямої (штрих-пунктирна лінія на рис. 2.15). Знову вмикають джерело живлення, пропускаючи електричний струм через сировину у наступній точці протягом визначеного часу. Операцію повторюють вздовж всієї довжини наміченої прямої, яка після цього набуває властивостей армуючого шва.

Значення розривного навантаження для армуючого шва отриманого таким способом, визначене на розробленій установці, складає 14 Н/м. При цьому довжиною шва l вважалась довжина лінії, вздовж якої проводили операцію з пропускання локального електричного струму через вологу сировину. Як видно з отриманого результату, відбулось збільшення розривного навантаження порівняно з контрольним зразком (3 Н/м) у 4,7 разу. При цьому існує можливість зменшувати або збільшувати міцність армуючого шва, шляхом збільшення або зменшення відстані між точками, через які пропускають електричний струм.

Результати дослідження міцності армуючого шва, отриманого з використанням дугового розряду.

Сировина, яку армували з використанням дугового розряду, являла собою два шари кишкової оболонки. У вологому стані шари накладались один на один та висушувались. Із отриманої сировини вирізали зразки у формі прямокутника з характерними розмірами: ширина $h=50$ мм, довжина $l=100$ мм. Отриманий зразок розміщали між електродами, як зображено на рис. 2.15. Один із електродів представляв собою пластину, інший – циліндр із загостреним кінцем. Однак на відміну від електродів у попередньому експерименті вони виконані не із міді, а із графіту.

Електроди під'єднують до джерела живлення та вмикають його. Збільшують різницю потенціалу між електродами до визначеного значення до виникнення дугового розряду між ними. Між електродами знаходиться висушений зразок, що складається із двох шарів кишкової оболонки, та являє собою шар діелектрика. В результаті організації дугового розряду через шар діелектрика, в ньому утворюється отвір з розміром менше 1 мм з оплавленими краями.

Далі джерело живлення відключають та переміщують електрод на відстань 3–5 мм вздовж наміченої прямої (штрих-пунктирна лінія на рис. 2.15). Знову вмикають джерело живлення, організовуючи дуговий розряд у наступній точці та утворюючи в ній отвір з оплавленими краями. Операцію повторюють вздовж всієї довжини наміченої прямої, яка, як і у попередньому експерименті, після цього набуває властивостей армуючого шва.

Значення розривного навантаження для армуючого шва отриманого з використанням дугового розряду, визначене на розробленій установці, складає 18 Н/м. При цьому для розрахунку довжиною шва l вважалась довжина лінії, вздовж якої проводили операцію з організації дугового розряду через висушену сировину. У даному випадку відбулось збільшення розривного навантаження

порівняно з контрольним зразком (3 Н/м) у 6 разів. Необхідно відмітити, що зменшувати або збільшувати міцність армуючого шва можливо шляхом збільшення або зменшення відстані між точками, в яких організовується дуговий розряд.

Дослідження міцності армуючих швів, отриманих різними способами, показали, що зміцнені армуванням склеєні кишкові оболонки мають значно більші значення розривного навантаження порівняно з контролем. Для армуючих швів, отриманих дубленням, розривне навантаження збільшується у 4–5 разів. Для армуючих швів, отриманих з використанням локальних електричних струмів, дане значення збільшилось у 4,7 разу, а для швів, отриманих з використанням дугового розряду – збільшилось у 6 разів. При цьому слід відмітити, що обробці піддається лише частина сировини, площа якої нехтовно мала порівняно з загальною площею поверхні сировини. Тобто змінює свої функціонально-технологічні властивості відносно вихідних лише нехтовно мала частина кишкової оболонки. Однак відсутні дані, щодо обладнання для отримання армованих склеєних ковбасних оболонок.

Формулювання вимог до умов функціонування та конструкційних особливостей робочих органів установок для армування склеєних ковбасних оболонок.

Проведені дослідження дають можливість сформулювати вимоги до умов функціонування та конструкційних особливостей робочих органів установок для армування склеєних ковбасних оболонок.

Під час армування склеєних ковбасних оболонок локальним дубленням такими вимогами є наступні:

- лише визначена частина поверхні сировини (два шари кишкової оболонки), саме та, яка підлягає армуванню, має бути у безпосередньому зіткненні із дубильним розчином;

- безпосереднє зіткнення із дубильним розчином частини поверхні сировини, що підлягає армуванню, повинно бути забезпечене протягом визначеного часу;

- раціональну концентрацію таніну в дубильному розчині слід обирати із діапазону концентрацій від 1,4% до 1,5%, при цьому раціональна тривалість дублення лежить в діапазоні від 13 год до 15 год.

Виходячи із наведених вимог, розроблено робочі органи установки (рис. 2.16) для армування склеєних ковбасних оболонок способом локального дублення.

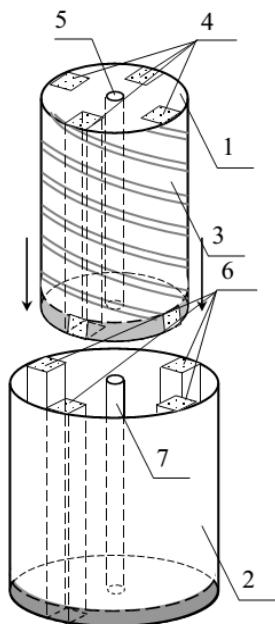


Рис. 2.16. Робочі органи установки для армування скляєних кишкових ковбасних оболонок способом локального дублення: 1 – суцільний циліндр; 2 – порожнистий циліндр; 3 – кишкові оболонки, навиті по спіралі; 4 – проточування в циліндрі, заповнене капілярно-пористим матеріалом; 5 – отвір для напрямної; 6 – паралелепіпеди із капілярно-пористого матеріалу; 7 – напрямна

Спосіб локального дублення з використанням розроблених робочих органів реалізується наступним чином. Волога сировина, яка являє собою кишкові оболонки, навивається на суцільний циліндр 1, закритий антиадгезійним покриттям (наприклад, тефлоном) по спіралі нахлестом. Сировину на циліндрі висушують до кінцевого вологовмісту, який не перевищує 10%.

Далі суцільний циліндр по напрямній 7 через отвір 5 вводять у порожнистий циліндр 2. В циліндрі 1 зроблені проточування, які заповнені капілярно-пористим матеріалом, а в циліндрі 2 на внутрішні стінки закріплені паралелепіпеди, виконані із такого ж матеріалу. Введення суцільного циліндру в порожнистий здійснюють таким чином, щоб проточування з капілярно-пористим матеріалом в суцільному циліндрі знаходились напроти паралелепіпедів із капілярно-пористого матеріалу на внутрішніх стінках порожнистого циліндра. Діаметри циліндрів є такими, що капілярно-пористий матеріал щільно прилягає до сировини, як з внутрішньої сторони, так і з зовнішньої.

Порожнистий циліндр заповнюють до мітки, позначеної на рис. 2.16 сірим кольором, дубильним розчином з відповідною концентрацією таніну (або будь-якої іншої дубильної речовини).

Капілярно-пористий матеріал підбирається таким чином, щоб його капіляри і пори під дією поверхневого натягу були заповнені дубильним розчином вздовж всієї довжини циліндрів. У такому стані сировина знаходиться протягом визначеного часу, який відповідає концентрації дубильної речовини в дубильному розчині. Протягом даного часу контролюють рівень дубильного розчину у порожнистому циліндрі. Після закінчення дублення сировину на циліндрі досушують та знімають з циліндра.

Переваги такого способу полягають у тому, що проводиться лише армування склеєних кишкових оболонок, а не суцільне дублення. Необхідно відмітити, що за інтегрального дублення склеєних кишкових оболонок кінцева сировина стає жорсткою та потребує додаткових операцій з її розм'якшення (пластифікації), а, відповідно, і додаткових матеріальних та енергетичних витрат. Іншою перевагою є те, що в даному способі отримується склеєна армована ковбасна оболонка, яка складається лише з одного шару кишкової оболонки з перекриттям крайових ділянок. В той же час, в найбільш поширеній технології отримання склеєних ковбасних оболонок використовується 3–5 шарів кишкових оболонок, що є більш ресурсозатратним.

Дослідження міцності армуючих швів, отриманих з використанням локальних електричних струмів та з використанням дугового розряду, дозволили розробити робочі органи установки для армування склеєних ковбасних оболонок даними способами (рис. 2.17).

Спосіб отримання склеєних армованих ковбасних оболонок із застосуванням локальних електричних струмів полягає в наступному. Волога сировина (3), яка являє собою кишкові оболонки, навивається на циліндричний електрод по спіралі нахлестом. Поверхня електрода виконана із металу з низьким питомим опором (наприклад, із нержавіючої сталі).

З використанням електрода 3 через вологу сировину пропускають електричний струм. В результаті протікання струму через сировину протягом визначеного часу, сировина локально нагрівається та коагулює. Тривалість протікання локального електричного струму визначається потужністю джерела живлення. Далі живлення вимикається, а електрод привідним механізмом зміщується вздовж циліндричного електрода на відстань 3–5 мм в залежності від вимог до функціонально-технологічних властивостей склеєних армованих ковбасних оболонок. Операція повторюється вздовж всієї довжини циліндра.

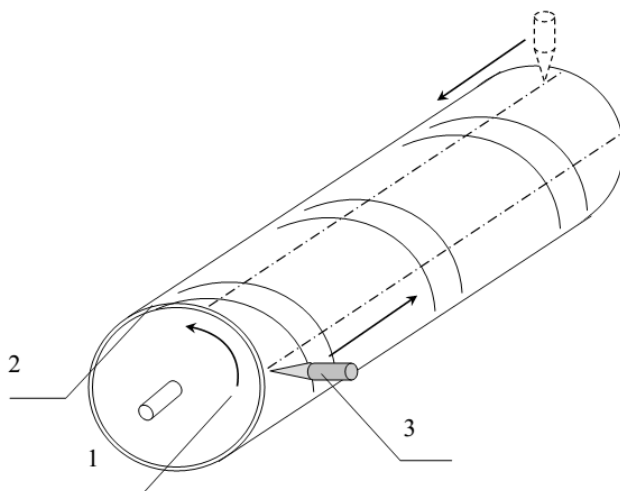


Рис. 2.17. Робочі органи установки для армування склеєних ковбасних оболонок, отриманих з використанням локальних електричних струмів та з використанням дугового розряду:
1 – електрод у формі циліндра; 2 – кишкові оболонки навиті по спіралі;
3 – циліндричний електрод із загостреним кінцем

Після цього циліндричний електрод привідним механізмом повертається на визначений кут і операція з організації протікання локального електричного струму повторюється у зворотному напрямі.

Після обернення циліндричного електроду на 360° отриману армовану оболонку знімають та висушують. При цьому на армування циліндричної оболонки довжиною 300 мм та діаметром 20 мм витрачається не більше 20 хв.

Спосіб отримання склеєних армованих ковбасних оболонок із застосуванням дугового розряду організовується аналогічно. Однак електроди у даному випадку застосовують графітові, а вихідна сировина являє собою висушені кишкові оболонки навиті по спіралі на хлистом на циліндричний електрод.

Переваги способів армування склеєних ковбасних оболонок, отриманих з використанням локальних електричних струмів та з використанням дугового розряду, полягають в наступному. По-перше, процес армування має невисоку тривалість – не більше 20 хв. По-друге, армуючий шов має високе розривне навантаження – не менше 14 Н/м. Втретє, збільшується ефективність використання сировини: використовується не більше двох шарів кишкових оболонок.

Таким чином, на основі проведених досліджень розроблено робочі органи установки для армування склеєних ковбасних оболонок з використанням: локального дублення; локального електричного струму; дугового розряду.

Необхідно відмітити, що розроблені технічні рішення, окрім установки для локального дублення, є концептуальними та потребують подальшого доопрацювання, що є перспективою подальших досліджень.

2.2. Дослідження фізико-механічних властивостей склеєних плівок зі свинячих черев, армованих інтегральним дубленням та пластифікованих гліцерином

Попередніми дослідженнями встановлено збільшення міцності зв'язку між шарами склеєних оболонок внаслідок рослинного дублення. При цьому пропонується як локальне, так і інтегральне дублення, в результаті якого зміцнення армувального шва відбувається за всією шириною склеювальної поверхні, що позитивно відбивається на формуванні міцніших властивостей [166–168]. Поряд з цим, впливові дублення піддається вся поверхня кишкового матеріалу, що призводить до суттєвого зменшення пластичних характеристик оболонок, які зумовлюють достатні величини розтяжності як під час наповнення, так і в процесі виготовлення і зберігання готової продукції (усадка).

Формування і стабільність заданих показників міцності й еластичності склеєних кишкових ковбасних оболонок можуть бути досягнуті пластифікацією.

Необхідні пластичні властивості досягаються завдяки відволоженню та підтриманню умов зберігання [54]. Існує спосіб пластифікації склеєних кишкових оболонок, що досягається відволоженням (за температури 4–12°C та відносної вологості 85–95% протягом 2–3 год) [57]. Недоліком цього способу є необхідність періодичного контролю, підтримання чи створення заданих термовологісних параметрів. Запропоновано також спосіб збереження властивостей оболонок у непроникному пакуванні [156], що потребує витрат на додаткове, у тому числі для разового використання, пакування.

У технології полімерів натуральної та штучної природи для вирішення цього завдання досить широко використовуються пластифікатори, механізми їх впливу на структурно-механічні властивості плівкових матеріалів значною мірою вивчено. Пластифікація – це структурна модифікація високомолекулярної

сполуки зі збільшенням її здатності до необоротної деформації в умовах переробки та оборотної деформації за умов експлуатації. Результатом такої модифікації є підвищення частки пластичної (необоротної) деформації, що відбувається внаслідок поглинання речовин-пластифікаторів. На відміну від природної пластифікації, що полягає в довільному поглинанні пластифікаторів з навколишнього середовища, штучна досягається шляхом цілеспрямованого введення пластифікатора. А серед широкого переліку пластифікаторів, використовуваних у полімерній та пакувальній індустрії, гліцерин є одним із найпоширеніших та найбезпечніших, він дозволений до використання в харчовій промисловості. Завдяки гліцерину вирішується завдання підвищення здатності полімеру до високоеластичної та вимушеноеластичної деформації [169–189]. Гліцерин – триатомний спирт, прозора в'язка рідина, гігроскопічна, солодка на смак, без вираженого характерного запаху, що змішується з водою та етанолом [190; 191]. У харчовій промисловості він зареєстрований як харчова добавка E422, що використовується за технологічної необхідності як зволожувач, розчинник, підсоложувач, загусник, вологоутримувальний агент [129; 192; 193].

Для пластифікації гліцерином обрано висушені склеєні кишкові плівки, виготовлені з нарізаних смуг фабрикатів свинячих черев, що були попередньо очищені від солі та розмочені традиційним способом. Зразки плівок перед сушінням піддавали дубленню у водних розчинах із масовою часткою таніну 1,5%. Час витримки у дубильних розчинах становив 15 год. Ці умови наближені до раціональних з позиції досягнення міцності зв'язку між шарами склеєних плівок. Після цього плівки знов висушували і піддавали пластифікації водними розчинами гліцерину. Діапазон масової частки гліцерину у водних розчинах обрано виходячи з аналізу літературних даних, в тому числі для істивних плівок [25; 26; 194–199] – від 1% до 17%.

Технологічна специфіка застосування гліцерину для висушених кишкових плівок полягає у відсутності можливості його внесення на етапі формування матеріалу. Пластифікація склеєних кишкових плівок може здійснюватися сорбцією гліцерину з його розчину шляхом занурення, зрошування чи нанесення. Це виключає можливість точного регулювання внутрішнього вмісту гліцерину на технологічному етапі. У зв'язку з цим, на підставі літературних даних щодо технології істивних колагенових оболонки [199; 25; 26] склеєні кишкові плівки пластифікували у 1–17% водних розчинах гліцерину зануренням із тривалістю (10 ± 1) хв за температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, ГМ=1:1. Після пластифікації гліцерином плівки знов висушували.

Аналізуванню піддавали армовані інтегральним дубленням таніном та пластифіковані гліцерином склеєні кишкові плівки зі свинячих черев у вологому стані. Для цього готові плівки занурювали у воду за температури $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ та витримували протягом (10 ± 1) хв. За контрольні зразки обрано: контроль 1 – склеєні плівки зі свинячих черев, отримані за відомою технологією (двошарові); контроль 2 – склеєні плівки зі свинячих черев, армовані інтегральним дубленням у 1,5% водному розчині таніну (двошарові). Як фізико-механічні властивості досліджували міцність і подовження в момент розриву в поздовжньому (ПД) та поперечному (ПП) напрямках, а також міцність зв'язку між їх шарами (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Фізико-механічні властивості склеєних плівок зі свинячих черев у вологому стані, армованих інтегральним дубленням у 1,5% водному розчині таніну та пластифікованих гліцерином

Масова частка гліцерину у водних розчинах, %	Міцність зв'язку між шарами, Н/м	Міцність на розривання під час розтягування, $\sigma_r \cdot 10^{-6}$, Па		Подовження, ε_r , %	
		ПД	ПП	ПД	ПП
Контроль 1*	3,3±0,4	30,40±3,65	15,19±1,82	20,0±2,4	24,1±2,9
Контроль 2**	15,0±1,8	61,29±7,35	30,53±3,66	8,4±1,0	9,9±1,2
1	14,2±1,7	57,15±6,86	28,73±3,45	9,6±1,2	11,3±1,4
3	13,5±1,6	46,52±5,58	23,19±2,78	13,6±1,6	16,0±1,9
5	13,0±1,6	37,56±4,51	18,92±2,27	14,3±1,7	16,8±2,0
7	12,5±1,5	33,38±4,01	16,69±2,00	14,6±1,8	17,2±2,1
9	12,1±1,5	30,18±3,62	15,61±1,87	14,8±1,8	17,4±2,1
11	11,8±1,4	28,21±3,39	14,15±1,70	14,9±1,8	17,6±2,1
13	11,5±1,4	27,10±3,25	13,58±1,63	15,0±1,8	17,7±2,1
15	11,3±1,4	26,04±3,12	13,12±1,57	15,1±1,8	17,8±2,1
17	11,1±1,3	25,32±3,04	12,49±1,50	15,2±1,8	17,9±2,1

Примітка: * – склеєні плівки зі свинячих черев, отримані за відомою технологією (двошарові); ** – склеєні плівки зі свинячих черев, армовані інтегральним дубленням у 1,5% водному розчині таніну (двошарові)

Незважаючи на незначне зменшення подовження склеєних двохшарових кишкових плівок порівняно з плівками, що зберігаються як фабрикат кишок у солоному вигляді, їх характеристики еластичності залишаються на відповідному рівні (20,0% проти 22,7% у поздовжньому і 24,1% проти 27,4% у поперечному напрямках). Дублення у 1,5% водних розчинах таніну протягом 15 год зменшує еластичність двохшарових склеєних кишкових плівок у 2,4 разу. При цьому, як видно, зростають міцність зв'язку між шарами у 4,5 разу (з 3,3 Н/м до 15,0 Н/м) та міцність на розривання під час розтягування у 2,0 рази (у ПД-напрямі – з $30,40 \cdot 10^6$ Па до $61,29 \cdot 10^6$ Па, у ПП-напрямі – з $15,19 \cdot 10^6$ Па до $30,53 \cdot 10^6$ Па).

Внаслідок пластифікації гліцерином спостерігається збільшення подовження і менш виражене зменшення міцнісних характеристик. Як свідчать результати дослідження, занурення кишкових плівок у гліцеринові розчини приводить до істотного покращення їх еластичності.

Залежно від масової частки гліцерину у пластифікаційному розчині характеристики еластичності зростають порівняно з контролем (8,4% у поздовжньому напрямі й 9,9% у поперечному напрямі) максимально у 1,8 разу (до 15,2% у поздовжньому напрямі і 17,9% у поперечному напрямі) за обраного діапазону. Щодо впливу масової частки гліцерину у водних пластифікаційних розчинах, то більшою мірою ефект досягається в інтервалі 3–5%.

Склеєні двошарові плівки зі свинячих черев, армовані інтегральним дубленням таніном та пластифіковані гліцерином залишаються достатньо міцними. Це видно і за результатами визначення міцності зв'язку між шарами (значення зменшуються з 15,0 Н/м лише до 13,0 Н/м за масової частки гліцерину 5% і до 11,1 Н/м за масової частки гліцерину 17%), і за одержаними даними дослідження міцності на розривання під час розтягування (значення зменшуються у ПД-напрямі з $61,29 \cdot 10^6$ Па лише до $37,56 \cdot 10^6$ Па за масової частки гліцерину 5% і до $25,32 \cdot 10^6$ Па за масової частки гліцерину 17%, у ПП-напрямі – з $30,53 \cdot 10^6$ Па до $18,92 \cdot 10^6$ Па і $12,49 \cdot 10^6$ Па відповідно).

Таким чином, пластифікація армованих інтегральним дубленням склеєних кишкових ковбасних оболонок у 3–5% водних розчинах гліцерину протягом (10 ± 1) хв відновлює подовження до 72% (у відносному вираженні), залишаючи характеристики міцності на належному рівні.

Більші (майже у два рази) значення міцності в поздовжньому напрямку можуть бути пояснені різною міцністю поздовжніх та кільцеподібних волокон, що, ймовірно, також зумовлено фізіологічним

чинником прижиттєвих функцій, зокрема напрямком руху вмісту кишечника. Зазначена тенденція властива для всіх дослідних груп кишкових плівок (у випадку з подовженням виявляється в оберненій закономірності).

Зміни фізико-механічних властивості склеєних плівок зі свинячих черев, армованих інтегральним дубленням таніном та пластифікованих гліцерином, у вологому стані, є наслідком структурних перетворень, які відбуваються під час сушіння, дублення і пластифікації та полягають, відповідно, у їх ущільненні та подальшій релаксації. Аналіз одержаних даних досліджень фізико-механічних властивостей кишкових плівок, пластифікованих гліцерином, свідчить про типовий прояв пластифікації під дією гліцерину, зокрема підвищення рухомості структурних елементів підслизового шару свинячих черев, основу яких становлять надмолекулярні структури білків колагену й еластину. Отже, поєднання дублення та подальшої пластифікації кишкових плівок забезпечує формування покращених деформаційно-міцнісних характеристик матеріалу ковбасної оболонки та стабільність пластичних властивостей склеєних кишкових оболонок із використанням речовин-пластифікаторів [200].

2.3. Розробка технологій та дослідження якості і безпеки склеєних оболонок зі свинячих черев

2.3.1. Розробка технологій склеєних оболонок зі свинячих черев. Напрями обмеження оборотності процесу склеювання-розшарування склеєних кишкових ковбасних оболонок пов'язані з їх фізико-хімічними властивостями та харчовим призначенням [201]. Ці властивості визначаються взаємодією з водою, тепловою коагуляцією та дубленням основних білків сполучної тканини підслизового шару кишків. При цьому набуття необоротності властивостей за теплової коагуляції та дублення колагену [84; 117] є визначальним, оскільки його частка суттєво превалює порівняно із ретикуліном та еластином [202; 203; 154–156]).

Попередніми дослідженнями встановлено умови створення теплокоагуляційного і дубильного впливу, що здатні збільшити міцність армуючого шва склеєних кишкових оболонок, а також відновлення відносного подовження (еластичності) завдяки пластифікації. На підставі одержаних результатів розроблено й раціоналізовано способи локального теплокоагуляційного армування склеєних кишкових оболонок, із застосуванням локального та інтегрального дублення таніном з пластифікацією гліцерином, що

дозволило розробити технологію армованих склеєних кишкових ковбасних оболонок, результатом чого є збільшення їх міцності, підвищення ресурсо- та енергоефективності виробництва.

Виходячи з отриманих результатів, розроблено три напрями технології армованих склеєних кишкових ковбасних оболонок, що забезпечують збільшення міцності зв'язку між їх шарами [162; 163; 204]:

- формуванням локального армуючого шва з тепловою коагуляцією;
- формуванням локального армуючого шва дубленням таніном;
- інтегральним дубленням таніном з пластифікацією гліцерином.

Наведені напрями, що лягли в основу розробки технологій армованих склеєних оболонок зі свинячих черев, дозволяють зменшити ступінь оборотності процесу склеювання-розшарування в технології склеєних кишків та збільшити міцність зв'язку між їх шарами.

Завдяки додатковому дубленню, зокрема проникненню таніну харчового в мікроструктуру кишкової тканини та реакції з функціональними групами суміжних ланцюгів білків у їх структурі, утворюються поперечні зв'язки та відбувається необоротне зшивання, що надалі призводить до позитивного ефекту, зумовленого зменшенням ступеня оборотності процесу склеювання-розшарування в технології склеєних кишків та підвищенням міцності зв'язку між шарами склеєних кишкових плівок. При цьому локальний характер шва (до 3 мм) не впливає суттєвим чином на відносно подовження (еластичність) оболонки у вологому стані. В разі інтегрального дублення формування (відновлення) здатності до подовження забезпечено пластифікацією під дією гліцерину, що полягає у підвищенні рухомості структурних елементів підслизового шару свинячих черев, основу яких становлять надмолекулярні структури білків колагену й еластину.

Теплокоагуляційний вплив зумовлює зварювання між собою шарів свинячих черев, що являють собою колагеново-еластинову структуру сполучної тканини підслизового шару тонкого кишечника свиней. В результаті цього утворюється нероз'ємне з'єднання кишкових плівок, наслідком чого також є зникнення меж розділу між шарами та перетворення цієї ділянки у перехідний шар. Міцність з'єднання в цьому випадку пов'язано, вірогідно, із виникненням міжатомної та міжмолекулярної взаємодії. Перехідний шар утворюється завдяки дифузії макромолекул білків кишкових плівок,

що є можливою в разі короткочасного переходу цих білків у в'язкотекучий стан, коагуляції та подальшої денатурації за відповідних високих температур. За вказаних умов досягається високий ступінь необоротності процесу склеювання-розшарування в технології склених кишок та значне підвищення міцності зв'язку між шарами склених кишкових плівок, що доводить високу ефективність локального теплокоагуляційного армуючого шва. При цьому локальний характер шва (1 мм) не впливає суттєвим чином на еластичність оболонок у вологому стані.

Завдання формування локального армуючого шва тепловою коагуляцією (електрофізичним способом) вирішується таким чином (рис. 2.18). З цією метою розроблено робочі органи установки для зшивання кишкових оболонок шляхом локальної теплової коагуляції між шарами вихідної сировини (рис. 2.9). Волога сировина, яка являє собою нарізані смуги свинячих черев, навивається на циліндричний шаблон (форму) по спіралі з частковим перекриттям крайових ділянок у $(5-10) \cdot 10^{-3}$ м. Циліндричний шаблон із вихідною сировиною висушують у сушарці (за температури 40–45°C, протягом 45–50 хв) до вологовмісту 8–10%. Надалі відбувається процес локальної теплової коагуляції, послідовність операцій забезпечення якого детально наведено вище. Діапазонами тривалості коагуляції є: 10–12 с для температури робочих елементів 150°C; 8–10 с для температури робочих елементів 160°C; 5–7 с для температури робочих елементів 170–180°C. Після цього зшиту оболонку знімають з циліндра. Готові такі оболонки зберігають за температури 0–25°C в полімерній упаковці за відносної вологості не більше 65–75%, а при відносній вологості більше 75% зберігання можливе лише у паронепроникній тарі. Термін зберігання – 12 міс.

Завдання формування локального армуючого шва з використанням танінного дублення вирішується таким чином (рис. 2.19). З цією метою розроблено робочі органи установки для армування склених ковбасних оболонок способом локального дублення (рис. 2.16). Волога сировина, яка являє собою нарізані смуги свинячих черев, навивається на суцільний циліндр, по спіралі з частковим перекриттям крайових ділянок у $(5-10) \cdot 10^{-3}$ м. Сировину на циліндрі висушують (за температури 40–45°C, протягом 45–50 хв) до кінцевого вологовмісту 8–10%. Надалі відбувається процес локального дублення, послідовність операцій забезпечення якого детально наведено вище. Сировина знаходиться у наведеному стані (масова частка таніну у водному розчині 1,4–1,5%, температура 18–20°C) протягом 13–15 год. Після закінчення дублення сировину на циліндрі

досушують (за температури 40–45°C, протягом 15–20 хв) та знімають з циліндра. Зберігати такі склеєні ковбасні оболонки слід за температури 0–25°C в полімерній упаковці за відносної вологості не більше 64–72%, при відносній вологості більше 72% зберігання можливе лише у паронепроникній тарі. Термін зберігання – 12 міс.

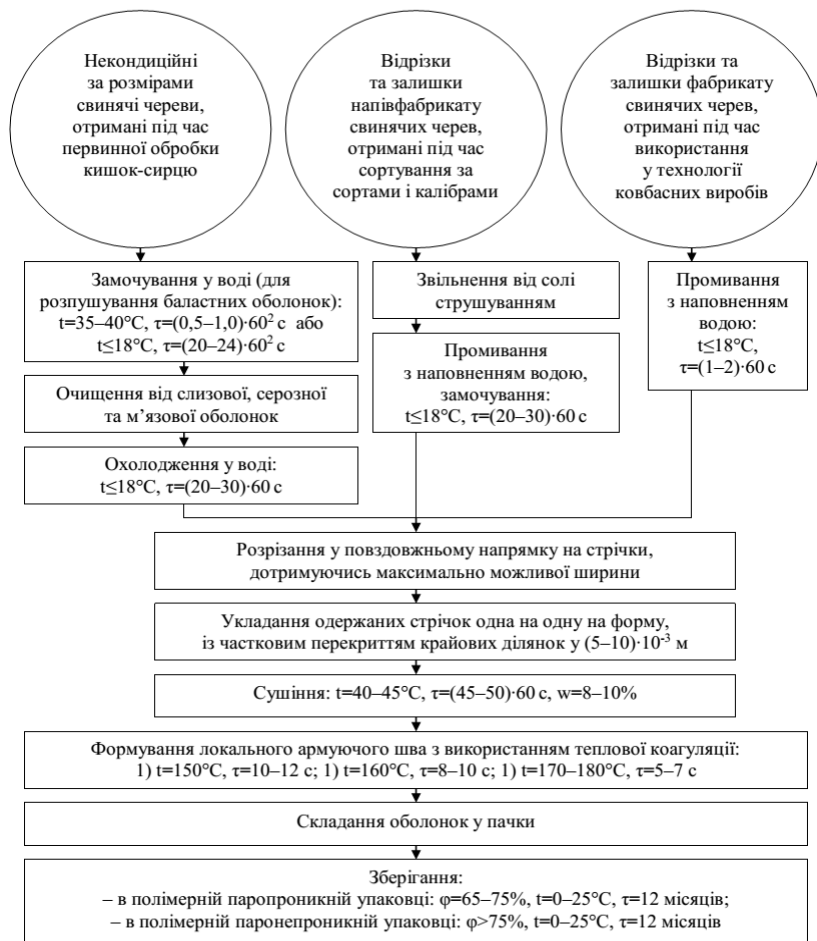


Рис. 2.18. Технологія склеєних кишкових ковбасних оболонок із формуванням локального армуючого шва з використанням теплової коагуляції

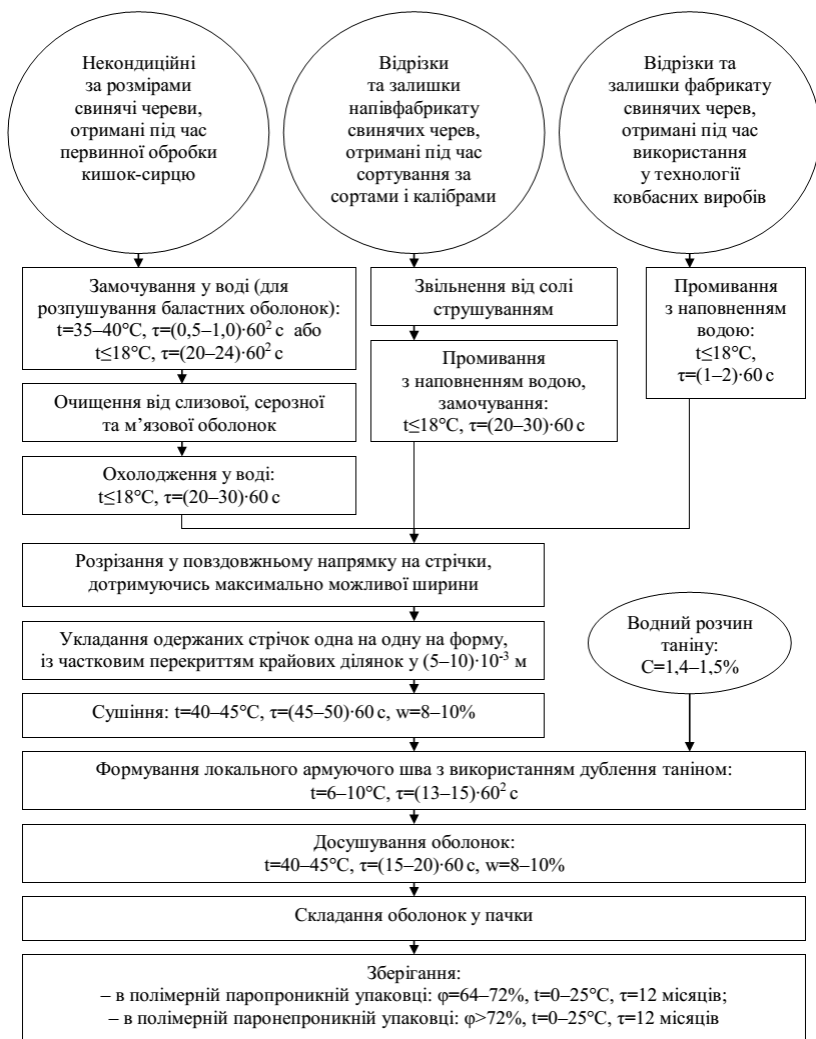


Рис. 2.19. Технологія склесених кишкових ковбасних оболонок із формуванням локального армуючого шва з використанням дублення таніном

Під час визначення періодичності локальних швів в рамках обраного діаметру армованих склеєних кишкових оболонки $(35-43) \cdot 10^{-3}$ м їх розташування визначали взаємно перпендикулярним перехрестям двох діаметрів. Таким чином, питома періодичність армування локальними швами складає близько 30 м^{-1} .

Завдання формування міцності зв'язку шарів з використанням інтегрального танінного дублення з пластифікацією гліцерином вирішується таким чином (рис. 2.20). У відомій технології [56] сухі склеєні оболонки, виготовлені з нарізаних смуг свинячих черев, що навиваються на суцільний циліндр по спіралі з частковим перекриттям крайових ділянок у $(5-10) \cdot 10^{-3}$ м, піддають додатковому інтегральному дубленню у 1,4–1,5% водних розчинах таніну харчового протягом 13–15 год за температури 6–10°C. Після цього промиті у воді (за температури 15–18°C протягом 3–5 хв) та віджаті оболонки пластифікують у 5% водному розчині гліцерину (за температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, протягом (10 ± 1) хв) та повторно висушують (за температури 40–45°C, протягом 45–50 хв).

Зберігати такі склеєні ковбасні оболонки слід за температури 0–25°C в полімерній упаковці за відносної вологості не більше 64–72%, при відносній вологості більше 72% зберігання можливе лише у паронепроникній тарі. Термін зберігання – 12 місяців.

Варіювання розміру отримуваної оболонки (діаметр і довжина) із кишкової сировини реалізується вибором відповідних розмірів циліндричного шаблону та нагрівальних поверхонь (діаметр і довжина).

У загальному вигляді технологія виробництва сухих склеєних оболонки зі свинячих черев здійснюється таким чином: некондиційні за розмірами свинячі черевці, отримані під час первинної обробки кишочок, промивають, звільнюють від баластних оболонок вручну або за допомогою спеціального обладнання, знов промивають і охолоджують; відрізки та залишки напівфабрикату свинячих черев, отримані під час сортування за сортами і калібрами, звільняють від солі замочують у воді та промивають; відрізки та залишки фабриката свинячих черев, отримані під час використання у технології ковбасних виробів промивають; підготовлену цим способом сировину розрізають у повздовжньому напрямку на стрічки, дотримуючись максимально можливої ширини; одержані стрічки укладають на форму, яка має діаметр та довжину, відповідні кондиційним або будь-яким іншим розмірам оболонки ковбас, із частковим перекриттям крайових ділянок у $(5-10) \cdot 10^{-3}$ м; укладені на форму кишки сушать і додатково обробляють, досягаючи формування необхідної міцності зв'язку між їх шарами.

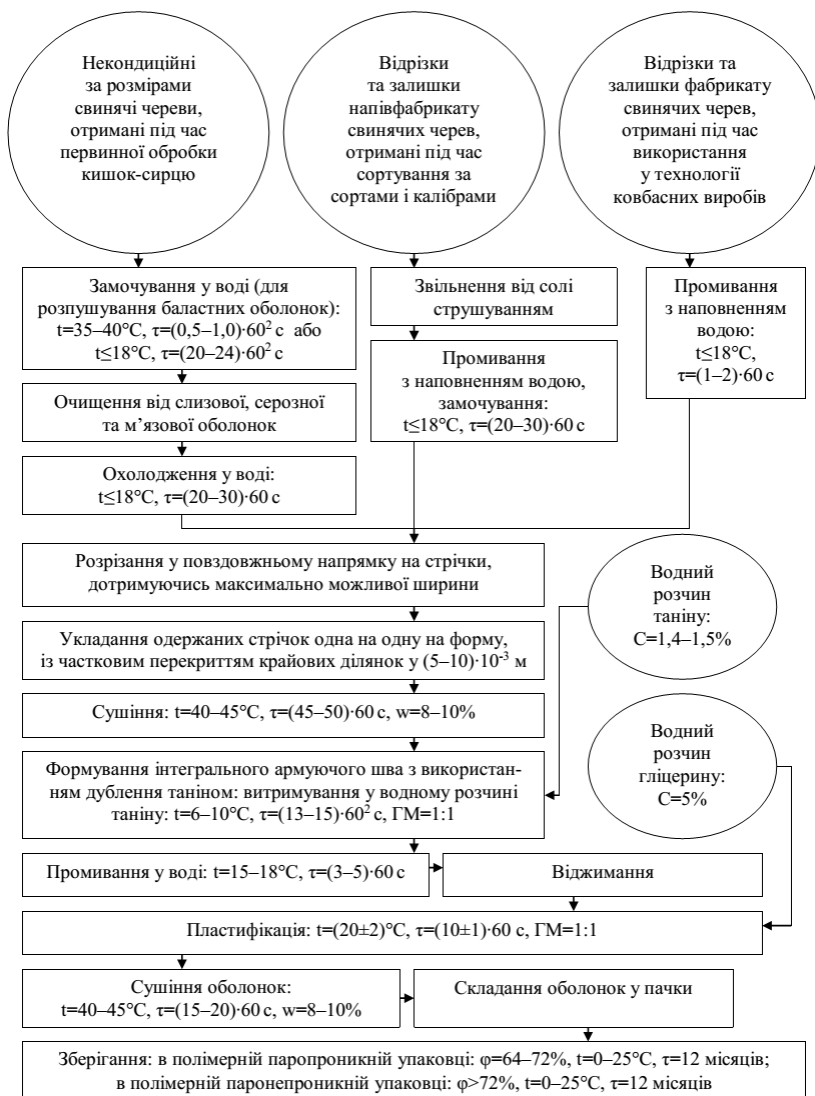


Рис. 2.20. Технологія склеєних кишкових ковбасних оболонок із використанням інтегрального дублення і пластифікації

Граничні значення температури висушування кишок зумовлені температурою зварювання колагену свинячих черев (більше 50°C) та можливими деструктивними змінами. Граничні значення температури витримування кишок у водних розчинах – технологічними інструкціями з обробки кишок та їх підготовки у ковбасному виробництві з метою запобігання псуванню.

Технічним результатом, що досягається в разі використання запропонованих вдосконалених технологій, є зменшення ступеня оборотності процесу склеювання-розшарування в технології склеєних кишок та збільшення міцності зв'язку між шарами склеєних кишкових плівок завдяки теплокоагуляційним змінам та дубильній дії таніну харчового, що призводять до необоротності зшивання в мікроструктурі кишок.

Переваги вдосконалених технологій полягають в отриманні склеєних армованих ковбасних оболонок, які складаються лише з одного шару кишкових плівок, намотаних спіраллю з частковим перекриттям крайових ділянок. В той же час, в найбільш поширеній технології отримання склеєних ковбасних оболонок використовується 2–5 шарів кишкових оболонок, що є більш ресурсозатратним.

У разі локального дублення проводиться армування лише ділянкових швів, ширина яких складає $(1-3) \cdot 10^{-3}$ м, склеєних кишкових оболонок, а не інтегральне дублення. Це не потребує додаткових операцій з подальшої пластифікації оболонок, а відповідно, і додаткових матеріальних та енергетичних витрат.

Поряд з цим, інтегральне дублення забезпечує зміцнення армуючого шва за всією шириною склеювальної поверхні, що позитивно відбивається на міцнісних властивостях склеєних кишкових ковбасних оболонок.

Наступним етапом досліджень було вивчення впливу технологічних чинників на безпечність склеєних кишкових ковбасних оболонок та визначення показників їх якості.

Склеєні кишкові оболонки, виготовлені за запропонованою технологією, належать до натуральних ковбасних оболонок, що можуть використовуватись у виробництві ковбасних виробів усіх видів і є їстівними. У зв'язку з цим важливим аспектом їх використання у харчових технологіях є безпечність для споживача. Оскільки у традиційний технологічний процес вводяться додаткові операції та інгредієнти, доцільним є вивчення їх впливу на безпечність їстівного матеріалу.

Досліджували вплив додаткової витримки звільнених від солі кишкових фабрикатів у дубильних водних розчинах таніну на

мікробіологічні показники безпечності, остаточний вміст таніну, гліцерину у склеєних кишкових ковбасних оболонках (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

**Показники безпечності технологічних чинників формування
фізико-механічних властивостей
склеєних кишкових ковбасних оболонок**

Склеєні кишкові ковбасні оболонки	Потенційно небезпечний технологічний чинник	Мікробіологічні критерії безпечності		Остаточний вміст	
		КМАФАнМ, КУО/г (до витримки після витримки після сушіння)	БГКП (коліформи), St. aureus, патогенні м/о (у т.ч. сальмонели), дріжджі, пліснява	таніну, мг/кг	гліцерину, мг/кг
Із формуванням локального армуючого шва з використанням теплової коагуляції	Відсутній	-	-	-	-
Із формуванням локального армуючого шва з використанням танінного дублення	1. Витримка у дубильному водному розчині таніну (С=1,4–1,5%, t=6–10°C, τ=(13–15)·60 ² с, ГМ=1:1	$\frac{5,0 \cdot 10^4}{6,0 \cdot 10^4}$ 5,0·10 ⁴	Відсутні (у встановлених масах)	150	-
Із використанням інтегрального дублення і пластифікації	1. Витримка у дубильному водному розчині таніну (С=1,4–1,5%, t=6–10°C, τ=(13–15)·60 ² с, ГМ=1:1	$\frac{5,0 \cdot 10^4}{8,0 \cdot 10^4}$ 5,0·10 ⁴	Відсутні (у встановлених масах)	1500	-
	2. Витримка у водному розчині гліцерину (С=3–5%, t=15–18°C, τ=(10–12)·60 с, ГМ=1:1	$\frac{5,0 \cdot 10^4}{5,0 \cdot 10^4}$ 5,0·10 ⁴	Відсутні (у встановлених масах)	-	25000

Як видно, залучення додаткових технологічних чинників не створює небезпечність відносно мікробіологічних показників, вмісту таніну і гліцерину [205; 206].

Спостерігається незначне початкове збільшення кількості загального обсіменіння для зразків оболонок із використанням інтегрального дублення (з $5,0 \cdot 10^4$ КУО/г до $8,0 \cdot 10^4$ КУО/г), вірогідно, пов'язаного із тривалим витримуванням у водному середовищі кишкового матеріалу, внаслідок якого, з одного боку, створюються умови для розвитку та життєдіяльності мікроорганізмів, а з іншого, відбувається його стримування нормованою температурою зберігання та антимікробною танінною дією. БГКП (коліформи), *St. aureus*, патогенні мікроорганізми (у т.ч. сальмонели), дріжджі, пліснява не виявлені.

Остаточний вміст таніну складає 1500 мг/кг (0,15%) для оболонок із використанням інтегрального дублення і 150 мг/кг (0,015%) – локального. При цьому максимально допустимий рівень – 100 мг/кг харчової продукції. А частка оболонки у загальній масі виробу становить 1–2%. Масова частка залишкового гліцерину після пластифікації склеєних кишкових оболонок становить 2,5% (25000 мг/кг), що в перерахунку на готові смажені ковбаси становитиме 250–500 мг/кг готової продукції.

Таким чином, одержані результати довели відповідність вимогам безпечності додаткових технологічних операцій, які запроваджено у технології армованих склеєних кишкових ковбасних оболонок.

2.3.2. Дослідження якості і безпечності сухих склеєних оболонок зі свинячих черев. Результати дослідження органолептичних, фізико-механічних та фізико-хімічних показників якості і безпечності оболонок представлені у табл. 2.5.

Аналіз одержаних результатів свідчать про те, що за захисними властивостями розроблені склеєні кишкові оболонки повною мірою відповідають вимогам, які висуваються в технологіях ковбасних виробів усіх груп, тобто є універсальними.

Визначені діапазони значень проникності [207–210] пов'язані із неоднорідністю матеріалу, а головне, наявністю ділянок з когезійним швом шарів плівок (ділянкова двошаровість), армувальних локальних швів, інтегральним дубленням з пластифікацією.

Таблиця 2.5

**Органолептичні, фізико-механічні та фізико-хімічні показники
склесних кишкових ковбасних оболонок**

Найменування показника	Характеристика для оболонки		
	з локальним армуючим швом з використанням теплової коагуляції	з локальним армуючим швом з використанням дублення таніном	армованих інтегральним дубленням таніном та пластифікованих
1	2	3	4
Зовнішній вигляд	Складена удвічі напівпрозора суха плівка у вигляді суцільного рукава, отриманого природним склеюванням намотаних спіраллю нарізаних смуг зі свинячих черев, з перекриттям крайових ділянок у 0,5–1,0 см, з волокнистою поверхнею,		
	що містить армуючі теплокоагуляційні наскрізні шви шириною 0,7–1,2 мм, відстань між якими становить 30–35 мм	що містить армуючі дубильні наскрізні шви шириною (3,0±0,5) мм, відстань між якими становить 30–35 мм	вираженими пластичними властивостями
Колір	Від бежевого до світло-коричневого,		
	у місцях армуючих швів – більш насичений та темніший	у місцях армуючих швів – більш виражений	
Запах	Властивий висушеній кишковій оболонці		
Міцність зв'язку між шарами у вологому стані, Н/м	3,0±0,5	3,0±0,5	13,0±1,5
Міцність армуючого шва у вологому стані, Н/м	17,0±1,5	15,0±1,5	13,0±1,5

Закінчення табл. 2.5

1	2	3	4
Міцність на розривання під час розтягування у вологому стані (ПД/ПП), МПа:			
- одного шару	$\frac{14,5 \pm 1,9}{7,3 \pm 0,9}$	$\frac{14,5 \pm 1,9}{7,3 \pm 0,9}$	$\frac{12,4 \pm 1,6}{6,3 \pm 0,8}$
- у місцях склеювання	$\frac{30,4 \pm 4,0}{15,2 \pm 2,0}$	$\frac{30,4 \pm 4,0}{15,2 \pm 2,0}$	$\frac{37,6 \pm 4,9}{18,9 \pm 2,5}$
- армуючого шва	$\frac{70,1 \pm 9,1}{34,9 \pm 4,5}$	$\frac{61,3 \pm 8,0}{30,5 \pm 4,0}$	$\frac{37,6 \pm 4,9}{18,9 \pm 2,5}$
Подовження у вологому стані, (ПД/ПП), %:			
- одного шару	$\frac{21,1 \pm 2,7}{26,4 \pm 3,4}$	$\frac{21,1 \pm 2,7}{26,4 \pm 3,4}$	$\frac{16,2 \pm 2,1}{18,9 \pm 2,5}$
- у місцях склеювання	$\frac{20,2 \pm 2,6}{24,3 \pm 3,2}$	$\frac{20,2 \pm 2,6}{24,3 \pm 3,2}$	$\frac{14,3 \pm 1,9}{16,8 \pm 2,2}$
- армуючого шва	$\frac{6,6 \pm 0,9}{6,9 \pm 0,9}$	$\frac{8,4 \pm 1,1}{9,9 \pm 1,3}$	$\frac{14,3 \pm 1,9}{16,8 \pm 2,2}$
Масова частка води, %	9,2±1,2	9,2±1,2	9,7±1,3
Паропроникність, кг/м ² за 24 год	0,450–1,050	0,450–1,050	0,350–0,650
Водопроникність, кг/м ² за 24 год	0,550–1,250	0,550–1,250	0,450–0,750
Жиропроникність, мг/м ² за 300 с	10,1–29,1	13,2–29,1	14,6–19,3
Товщина у сухому стані, мкм:			
- одного шару	35–70	35–70	35–70
- у місцях склеювання	70–140	70–140	70–140

Поряд з цим, середні значення проникності і міцності армуючого шва зумовлюють доцільність цілеспрямованого застосування склеєних кишкових оболонок у технологіях смажених ковбас, що містять фарш, різний за дисперсністю і вологовмістом. Так, менша проникність склеєних кишкових оболонок, армованих інтегральним дубленням з пластифікацією, є більш прийнятною функціонально-технологічною властивістю для смажених ковбас із високим вологовмістом (до 80%). З іншого боку, для традиційних рецептур (з невисоким вологовмістом – до 70%) і рецептур із середнім вологовмістом (до 75%), достатні міцність і проникність склеєних кишкових оболонок, армованих локальним дубленням і локальною тепловою коагуляцією (відповідно). Щодо дисперсності фаршу, то її вплив зумовлено різною дією шматочків фаршу певного розміру під час наповнення оболонок. Так, крупнодисперсний фарш, на відміну від дрібнодисперсного, може створювати додаткові напруги всередині оболонки, що у свою чергу може спричинити умови для порушення міцності когезійного і армуючого швів оболонки. Отже, доцільним є врахування структурно-механічних властивостей склеєних кишкових оболонок з огляду на дисперсність фаршу, яким наповнюється оболонка. Визначальною властивістю для цього є міцність армуючого шва (табл. 2.5).

ВИСНОВКИ

1. Кишкові ковбасні оболонки залишаються пріоритетними чинниками формування якості ковбасних виробів та їх попиту. Це зумовлено універсальністю їх використання з технологічної точки зору та споживчими перевагами, пов'язаними здебільшого з натуральністю використаної сировини. Поряд з цим, прижиттєві та технологічні дефекти обробки кишок спричиняють утворення у кишковому виробництві значної кількості відходів фабрикату. Внаслідок цього цінна тваринна сировина використовується не за основним призначенням й нерационально. Так, відходи кишкового виробництва застосовують для виготовлення тваринних кормів, а також у технології отримання білкових колагенових мас різного функціоналу. Проте, на сьогодні виробництво ковбасних оболонок з кишечника сільськогосподарських тварин залишається найбільш виправданим. Вирішити проблему раціонального використання кишкової сировини та підвищення економічної рентабельності виробництва дозволить запровадження ефективних технологій склеєних кишкових ковбасних оболонок.

2. Сутність технології склеєних кишкових ковбасних оболонок полягає у здатності кишок утворювати стійке зчеплення смуг та відрізків плівок завдяки їх висушуванню. Але використання таких оболонок обмежене, оскільки процес їх склеювання-розшарування у вологому середовищі та під дією внутрішнього тиску фаршу є оберненим явищем. В результаті цього міцність таких оболонок є недостатньою для їх використання у вологовмісних фаршах. Отже, актуальними є дослідження та розробка способів підвищення міцності склеєних кишкових ковбасних оболонок.

3. Запропоновані технічні рішення з удосконалення технології склеєних кишкових оболонок певною мірою вирішують такі завдання, як досягнення потрібної міцності завдяки збільшенню кількості та специфічності розташування шарів нарізаних смуг кишок, урізноманітненню форм та розмірів оболонок, забезпеченню потрібної їх еластичності шляхом відволожування та триваліших термінів зберігання за м'яких умов у результаті використання соляних сумішей консервувальної дії. При цьому проблема зменшення ступеня оборотності процесу склеювання-розшарування в технології склеєних кишок залишається невирішеною.

4. Напрями обмеження оборотності процесу склеювання-розшарування склеєних кишкових ковбасних оболонок пов'язані з їх фізико-хімічними властивостями та харчовим призначенням. Ці

властивості визначаються взаємодією з водою, тепловою коагуляцією та дубленням основних білків сполучної тканини підслизового шару кишок. При цьому набуття необоротності властивостей за теплової коагуляції та дублення колагену є визначальним, оскільки його частка суттєво превалює порівняно із ретикуліном та еластином. Разом з цим, умови створення теплокоагуляційного і дубильного впливу, що здатні збільшити міцність армуючого шва склеєних кишкових оболонок, залишаються невизначеними. Таким чином, розробка й раціоналізація способів електрофізичного теплокоагуляційного армування склеєних кишкових оболонок, із застосуванням їх дублення є важливою проблемою, вирішення якої дозволить збільшити міцність, підвищити ресурсо- та енергоефективність технології склеєних кишкових ковбасних оболонок.

5. Обґрунтовано доцільність дублення таніном та теплової коагуляції склеєних кишкових оболонок з метою підвищення їх захисних властивостей.

Визначено зміни водопоглинання плівок фабрикату свинячих черев, підданих дубленню таніном. Установлено, що в результаті обробки фабрикатів черев 0,1–2,5% водними розчинами таніну водопоглинання зменшується у 2,6–6,0 разів. Водопоглинання армуючого шва двошарових плівок фабрикату свинячих черев, отриманого з використанням теплової коагуляції, виражається меншими величинами порівняно з дубленими плівками, їх відносна різниця становить близько 13%. Досягнення зниження водопоглинання теплокоагуляційного армуючого шва за температури 180°C і тривалості впливу 16 с відповідає семикратному ефекту.

6. Дослідженнями гіроскопічних властивостей та пористої структури визначено термін та умови зберігання склеєних кишкових оболонок – 12 місяців за температури 0–25°C та відносної вологості: у паропроникній упаковці – 65–75% для армованих локальною тепловою коагуляцією, 64–72% – для армованих локальним та інтегральним дубленням і пластифікованих (порівняно з 60–65% для контрольного зразку); у паронепроникній упаковці – >75%, >72% (>65%) відповідно.

7. Встановлено, що ізотерми сорбції для склеєних ковбасних оболонок, армованих з використанням теплової коагуляції та з використанням локального дублення, знаходяться нижче відносно осі вологовмісту за ізотерму сорбції склеєної оболонки із кишкової сировини. Відзначено, причиною цього є більш розвинута пориста структура склеєних оболонок із кишкової сировини, що доведено дослідженнями пористості зразків. Відзначено, під час армування через теплову коагуляцію та через процеси, що відбуваються під час

дублення, молекули білка вихідного матеріалу змінюють свою структуру таким чином, що пористий склад отриманого матеріалу стає ближчим до монодисперсного.

8. Дослідженнями відновлюваності встановлено, що склеєні ковбасні оболонки, армовані з використанням локальної теплової коагуляції та з використанням локального дублення, мають переваги над склеєними кишковими оболонками, які полягають у меншому їх кінцевому вологовмісті та більшій швидкості досягнення даного кінцевого вологовмісту.

9. Розроблено експериментальні установки для теплової коагуляції та для дослідження міцності шва, отриманого внаслідок теплової коагуляції склеєних кишкових оболонок.

10. На підставі результатів обробки й аналізу експериментальних даних, отриманих під час дослідження міцності шва, що утворюється внаслідок теплової коагуляції, визначено діапазони, з яких слід обирати раціональні тривалість і температуру теплової коагуляції склеєних кишкових оболонок. Встановлено, що розривне навантаження за умови створення шва з використанням теплової коагуляції збільшується порівняно з навантаженням контрольного зразка у 4,0–5,5 разу.

Розроблено установку для зшивання кишкових оболонок шляхом теплової коагуляції вихідної сировини.

11. Визначено раціональну концентрацію таніну в дубильному розчині, за якої рекомендується отримувати армуючий шов на склеєних кишкових оболонках способом локального дублення. Її слід обирати із діапазону концентрацій від 1,4% до 1,5%, при цьому раціональна тривалість дублення лежить в діапазоні від 13 до 15 год.

12. Визначено значення розривного навантаження для армуючого шва, отриманого із застосуванням локальних електричних струмів та дугового розряду, які складають 14 Н/м та 18 Н/м відповідно. Встановлено, що відбувається збільшення розривного навантаження порівняно з контрольним зразком (3 Н/м) у 4,7–6,0 рази. Відмічено, що існує можливість зменшувати або збільшувати міцність армуючого шва, шляхом збільшення або зменшення відстані між точками, через які пропускають електричний струм або організовується дуговий розряд.

13. Розроблено установки для армування склеєних ковбасних оболонок способами: локального дублення; локальної теплової коагуляції в результаті протікання електричного струму через вологу сировину; локальної теплової коагуляції в результаті дугового розряду через висушену сировину.

14. Доведено доцільність пластифікації гліцерином склеєних кишкових плівок із метою формування покращених фізико-механічних

властивостей матеріалу ковбасної оболонки та забезпечення стабільності їх пластичних характеристик. Обробка кишкових плівок водними розчинами таніну з подальшою пластифікацією гліцерином забезпечує деформаційно-міцнісні характеристики, які поєднують переваги фізико-хімічного впливу процесів дублення та пластифікації.

15. Розроблено технології склеєних кишкових ковбасних оболонок: формуванням локального армуючого шва з використанням теплової коагуляції електрофізичними способами; формуванням локального армуючого шва з використанням танінного дублення; формуванням міцності зв'язку шарів з використанням інтегрального дублення таніном з відновленням еластичності гліцерином.

Визначено питому періодичність армування локальними швами, яка складає близько 30 м^{-1} .

Технічним результатом, що досягається в разі використання запропонованих технологій, є зменшення ступеня оборотності процесу склеювання-розшарування в технології склеєних кишок та збільшення міцності зв'язку між шарами склеєних кишкових плівок завдяки теплокоагуляційним змінам та дубильній дії таніну харчового, що приводять до необоротності зшивання в мікроструктурі кишок.

Переваги запропонованих технологій полягають в отриманні склеєних армованих ковбасних оболонок, які складаються лише з одного шару кишкових плівок, намотаних спіраллю з частковим перекриттям крайових ділянок. В той же час, в найбільш поширеній технології отримання склеєних ковбасних оболонок використовується 2–5 шарів кишкових оболонок, що є більш ресурсозатратним. У разі локального дублення проводиться армування лише ділянкових швів, ширина яких складає $(1-3) \cdot 10^{-3} \text{ м}$, склеєних кишкових оболонок, а не суцільне дублення. Це не потребує додаткових операцій з подальшою пластифікації оболонок, а відповідно, і додаткових матеріальних та енергетичних витрат. Поряд з цим, інтегральне дублення забезпечує зміцнення армувального шва за всією шириною склеювальної поверхні, що позитивно відбивається на міцнісних властивостях та зменшенні проникності склеєних кишкових ковбасних оболонок. Залучення запропонованих додаткових технологічних чинників, які запроваджено у запропонованих технологіях склеєних кишкових ковбасних оболонок, не створює небезпечність відносно мікробіологічних показників, остаточного вмісту таніну і гліцерину.

Визначено органолептичні, фізико-механічні та фізико-хімічні показники якості сухих склеєних ковбасних оболонок зі свинячих черев.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белоусова Н. И., Мануйлова Т. А. Комплексное использование сырья на предприятиях мясной промышленности // Пищевая промышленность. 2007. № 7. С. 38–41.
2. Сусь Е. Б., Любушкина А. С. Система безотходной переработки сырья животного происхождения // Мясная индустрия. 2016. № 3. С. 34–36.
3. Салаватулина, Р. М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве. СПб.: ГИОРД, 2005. 314 с.
4. Прохоренко С. Ю. Субпродукты снова актуальны // Все о мясе. 2020. № 6. С. 25–29.
5. Лисицын А. Б., Небурчилова Н. Ф., Петрунина И. В. Комплексное использование сырья в мясной отрасли АПК // Пищевая промышленность. 2016. № 5. С. 58–62.
6. Небурчилова Н. Ф., Вольнская И. П., Петрунина И. В., Чернова А. С. Проблемы безотходного производства в мясной отрасли // Мясная индустрия. 2014. № 3. С. 7–11.
7. Повышение глубины переработки животноводческого сырья / под общ. ред. А. Б. Лисицына. М.: ООО «Адван-сед Солюшнз», 2015. 80 с.
8. Лисицын А. Б., Небурчилова Н. Ф., Вольнская И. П. История и перспективы переработки эндокринно-ферментного и специального сырья // Мясная индустрия. 2015. № 3. С. 25–27.
9. Лисицын А. Б., Небурчилова Н. Ф., Вольнская И. П. История и перспективы переработки эндокринно-ферментного и специального сырья // Мясная индустрия. 2015. № 4. С. 25–27.
10. Янчева М. О., Крайнюк Л. М., Скуріхіна Л. А., Дроменко О. Б. Використання колагеномісткої сировини м'ясної промисловості: монографія. Харків: Харк. держ. ун-т харч. та торг., 2010. 148 с.
11. Ощипок І. М., Кри́нська Н. В. Застосування ферментованої колагенвмісної сировини при виготовленні ковбасних фаршів // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2015. Т. 17. № 4 (64). С. 91–96.
12. Рахимова С. М., Туменова Г. Т. Обоснование применения малоценных продуктов переработки мяса в производстве пищевых продуктов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 11 (73). С. 63–65.
13. Соколов А. Ю., Митасева Л. Ф., Апраксина С. К. Новые способы переработки коллагенсодержащего сырья мясной промышленности // Все о мясе. 2008. № 6. С. 38–41.

14. Запорожский А. А., Мишкевич Э. Ю., Запорожская С. П. Использование биотехнологических процессов при производстве мясных продуктов биокорректирующего действия // Все о мясе. 2014. № 5. С. 47–51.
15. Сметанина Л. Б., Косырев Н. А. Научное обоснование рационального использования ферментированного коллагенсодержащего сырья для производства мясных консервов // Все о мясе. 2008. № 6. С. 20–26.
16. Райимулова Ч. О., Джамакеева А. Д. Использование модифицированного коллагенсодержащего сырья в технологии мясных продуктов // Все о мясе. 2007. № 2. С. 10–12.
17. Райимулова Ч. О., Джамакеева А. Д. Использование модифицированного коллагенсодержащего сырья в технологии мясных продуктов // Все о мясе. 2007. № 2. С. 10–12.
18. Драгунова М. М., Брехова В. П. Метод переработки вторичного коллагенсодержащего сырья с использованием дрожжей *Clavispora lusitaniae* Y3723 // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 1. С. 18–21.
19. Будаева А. Е., Баженова Б. А., Данилов А. М. Модификация коллагенсодержащего сырья для применения его в производстве мясopодуKтов // Все о мясе. 2015. № 1. С. 31–35.
20. Глотова И. А. Развитие научных и практических основ рационального использования коллагенсодержащих ресурсов в получении функциональных добавок, продуктов и пищевых покрытий: автореф. дис.... докт. техн. наук. по спец. 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов. Воронеж: ВГТА, 2003. 44 с.
21. Прянишников В. В. Весь спектр животных белков – для инновационных мясных технологий // Пищевая индустрия. 2011. № 2 (7). С. 44–46.
22. Лукин А. А. Технологические особенности и перспективы использования растительных и животных белков в производстве колбасных изделий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. № 1. С. 52–59.
23. Саламанова Н. В. Использование высокофункциональных животных белков в производстве мясных продуктов // Мясной бизнес. 2010. Апрель. С. 38.
24. Смурыгин В. Ю. Новинки от «Кутизин» // Мясные технологии. 2010. № 9. С. 38–39.

25. А. с. 1773362, СССР, МКИ⁶ А 22С 13/00. Способ производства белковой колбасной оболочки / Белорусский В. Г., Попернацкий О. А., Вельчева Е. Ф., Зуев М. Е., Трапезов В. Е., Кобякова С. Л.; заявитель и патентообладатель Лужский завод белковой оболочки «Белкозин». №4794768/13; заявл. 22.02.1990; опубл. 07.11.1992, Бюл. № 41. 10 с.

26. Комлев А. П., Чечеткин П. И., Попернацкий О. А.. Производство белковой колбасной оболочки. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 143 с.

27. Michael A Ioi. An investigation of commercial collagen dispersions and their use in co-Extrusion sausage manufacturing // A thesis presented to the University of Guelph in partial fulfilment of requirements for the degree of master of science in food science. Guelph, Ontario, 2013. 88 p.

28. Avery N. C., Bailey A. J. Restraining Cross-Links Responsible for the Mechanical Properties of Collagen Fibers: Natural and Artificial // Collagen: Structure and Mechanics / P. Fratzl. New York, NY: Springer Science, 2008. P. 81-110.

29. Covington A. D. Modern tanning chemistry // Chemical Society Reviews. 1997. Vol. 26. P. 111-126.

30. Paul R. G., Bailey A. J. Chemical stabilization of collagen as a biomimetic // The Scientific World Journal. 2003. Vol. 3. P. 138-155.

31. Wess T. J. Collagen Fibrillar Structure and Hierarchies // Collagen Structure and Mechanics / P. Fratzl. New York, NY: Springer Science, 2008. P. 49-80.

32. Производство коллагеновой оболочки // Все про оболочку. <https://solvipak.ru/info-obolochka/proizvodstvo-kollagenovoj-obolochki>.

33. Meyer M. Processing of collagen based biomaterials and the resulting materials properties // BioMedical Engineering OnLine. 2019. 74 p.

34. Marousek J., Marouskova A., Myskova K., Vochozka M., Zak J. Techno-economic assessment of collagen casings waste management // International Journal of Environmental Science and Technology. 2015. Vol. 12. P. 3385-3390.

35. Тужикова Т. М., Карасикова М. А. Классическая коллагеновая оболочка // Мясная индустрия. 2013. № 10. С. 23.

36. Антипова Л. В., Глотова И. А., Перепелкин В. Ю. Нетрадиционные виды сырья в технологии съедобных колбасных оболочек и покрытий // Известия вузов. Пищевая технология. 1994. № 1-2. С. 14-18.

37. Василенко О. А., Соколов А. В. Рациональное использование кишечного сырья кроликов в мясной промышленности // Мясная индустрия. 2010. № 6. С. 29–32.

38. Добролюбова О. А., Соколов А. В. Изучение возможности использования кишечного сырья кроликов в технологии мясных продуктов // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 3. С. 32.

39. Сон А. К. Использование отходов кишечного производства для выработки сухих кормов животного происхождения // Мясная и холодильная промышленность. Передовой научно-производственный опыт, рекомендуемый для внедрения. М., 1990. Вып. 6. С. 8–9.

40. Сон А. К. Кормовая добавка из отходов кишечного производства // Качество сырья мясной промышленности, методы оценки и пути рационального и эффективного его использования: Всесоюз. науч.-тех. конф., 2–5 октября 1990 г.: тез. докл. С. 102–103.

41. Baburina M. I., Ivankin A. N., Stanovova I. A. Chemical and biotechnological processing of collagen-containing raw materials into functional components of feed suitable for production of high quality meat from farm animals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 59th International Meat Industry Conference MEATCON2017, 1–4 October 2017; proceeding. Zlatibor, 2017. Vol. 85.

42. Бабурина М. И., Иванкин А. Н., Горбунова Н. А. Переработка коллагенсодержащего сырья в функциональные компоненты кормов для производства высококачественного мяса // Мясная индустрия. 2018. № 2. С. 44–47.

43. Николаева Ж. Б., Руднева В. В., Кошель И. В.. Технология кожгалантерейного и шорного производства. М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1990. 368 с.

44. Kolneder W. The Amadeus Book of the Violin Construction. Portland: Amadeus Press, 1998. 600 p.

45. А. с. 709050, СССР, МКИ⁶ А22С 17/14. Способ изготовления теннисных струн из кишечного сырья. / Кирилина Т. Д., Смиронова Р. К., Всеволодов И. В., Метелкин А. И., Карнет Н. С., Э. Н. Бороденко, Н. А. Михайлова, Шульгина А. А.; заявитель и патентообладатель Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мясной пром-ти. № 2651362/28-13; заявл. 26.07.1978; опубл. 15.01.1980, Бюл. № 2. 2 с.

46. Третьяк С. И., Маркевич Е. В., Буравский А. В. Хирургический шовный материал. Мн.: БГМУ, 2011. 56 с.

47. А. с. 1183040, СССР, МКИ⁶ А 22 С 17/14. Состав для обработки фабриката кишок / Кирилина Т. Д., Крехов Н. М., Морозова Л. И., Андрианова М. М., Бондарева Л. Н., Хачиянц В. И., Вафина Р.

М., Чернышева Л.З.; заявитель и патентообладатель Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мясной промышленности. № 3656353/28-14; заявл. 28.07.1983; опубл. 07.10.1985, Бюл. № 37. 2 с.

48. А. с. 878298, СССР, МКИ⁶ А 61L С 17/14. Способ изготовления хирургического шовного материала / Гильмутдинов Н. Г., Газизуллин А. Г., Семенова Н. И., Чернышова Л. З., Комаров И. Н.; заявитель и патентообладатель Казанское ПХФО «Татхимфармпрепараты». № 2682084/28-13; заявл. 01.11.1978; опубл. 07.11.1981, Бюл. № 41. 2 с.

49. Патент 5543, Республика Беларусь, МКИ А61L 17/00. Способ получения шовного материала для хирургии / Гапанович И. Я.; заявитель и патентообладатель Гапанович И. Я. №19990200; заявл. 02.03.1999; опубл. 30.09.2002. 5 с.

50. Патент 22979, Украина, МПК А61L 17/00. Способ изготовления кетгута / Костенко В. А., Романцев А. Ю., Скрыпников Н. С.; опубл. 05.05.1998. 2 с.

51. Патент 21630, Украина, МПК А61L 17/00. Способ изготовления кетгута / Романцев А. Ю., Костенко В. А.; опубл. 06.01.1998. 2 с.

52. Патент 21631, Украина, МПК А61L 17/00. Способ изготовления кетгута / Шабалтий О. А., Романцев А. Ю., Конопля Н. М.; опубл. 06.01.1998. 3 с.

53. А. с. 1251910, СССР, МКИ⁶ А 61L С 17/14. Способ получения коллагенового хирургического шовного материала / Вольф Л. А., Васильев М. П., Пухова З. И., Лебехов П. И., Густова Л. И., Белорусский В. Г., Четчин П. И.; заявители и патентообладатели Ленинградский ин-т текстильной и легкой пром-сти, Гос. ин-т усовершенствования врачей им. С. М. Кирова, НПО «Комплекс» и Лужский завод «Белкозин». № 3649340/28-14; заявл. 29.07.1983; опубл. 23.08.1986, Бюл. № 31. 2 с.

54. Сидорова Е. В. Пластифицированная натуральная колбасная оболочка // Мясные технологии. 2008. № 7. С. 34–36.

55. Михайлов В. М., Онищенко В. М., Янчева М. О., Шубіна Л. Ю. Дослідження захисних властивостей і безпечності кишкових ковбасних оболонок: монографія. Харків: ХДУХТ, 2021. 107 с.

56. Пат. 16888822 СССР, МПК А 22 С 13/00. Способ подготовки черев животных для изготовления оболочек колбасных изделий / Бабаев Ш. Я., Ахмедов К. А., Гусейнов А.; заявитель и патентообладатель Андижанский мясокомбинат. № 4745209/13; заявл. 03.10.1989; опубл. 07.11.1991, Бюл. № 41. 2 с.

57. Пат. 2326540 Российская Федерация, МПК 2006 А 22 С 13/00, А 22 С 17/14, А 22 С 17/16. Способ производства оболочек из свиных черев / Уретья С. Н., Лавриненко И. В., Сидорова Е. В., Носова Т. И., Денисова О. И.; № 2005120659/13; заявл. 04.07.2005; опубл. 20.01.2007, Бюл. № 7. 9 с.

58. Bartel S., Domin J., Pilch Z., Karczewski J. Joining methods of natural sausage casing with using of high frequency current // 26th International Conference Engineering mechanics 2020, November 24-25, 2020: proceeding // Institute of Thermomechanics of the CAS. Praha, Brno, 2020. P. 149-152.

59. Domin J., Karczewski J., Kciuk M., Kozielski L., Pilch Z., Wyciśłok P. Testing the strength of laser-bonded animal intestines // 26th International Conference Engineering mechanics 2020, November 24-25, 2020: proceeding // Institute of Thermomechanics of the CAS. Praha, Brno, 2020. P. 166-170.

60. Пат. 2411733 Российская Федерация, А 22 С 13/00, А 22 С 17/14, А 22 С 17/16. Способ производства декоративных кишечных оболочек / Уретья С. Н., Носова Т. И., Лавриненко И. В., Денисова О. И. № 2009138128/13; заявл. 16.10.2009; опубл. 20.02.2011, Бюл. № 5. 3 с.

61. Nishiumi T., Sakata R. Histological and biochemical evaluation of connective tissue of natural hog and sheep casings // 45th International Congress of Meat Science and Technology: proceedings. 1999. P. 174–175.

62. Nakae S., Oshida T., Nishiumi T., Yoon H., Sakata R. Mechanical and biochemical properties of natural sausage casings treated with trisodium phosphate // Fleischwirtschaft International. 2008. Vol. 23. P. 44–46.

63. Nakae S., Oshida T., Nishiumi T., Yoon H., Sakata R. Mechanical and biochemical properties of natural sausage casing treated with trisodium phosphate // 53rd International Congress of Meat Science and Technology: proceedings. Beijin, 2007. P. 427–428.

64. Nishiumi T., Hara N., Suzuki A., Sakata R. Relationships between connective tissue and mechanical properties of natural sheep casings: effects of chronological age // 49th International Congress of Meat Science and Technology : proceedings. 2003. P. 505–506.

65. Sakata R., Oshida T., Nishiumi T., Yoon H., Waga M. A new tenderizer for hog casings. A method using brewer's grains effect on the mechanical properties // Fleischwirtschaft International. 2011. Vol. 26, No. 3. P. 60-61.

66. Sakata R., Morita H., Oshida T., Nishiumi T., Braathen O. S. Tenderization of hog casing by enzyme treatment // Proceeding 48th International Congress of Meat Science and Technology. 2002. Vol. 2. P. 882-883.
67. Sakata R., Morita H., Oshida T., Nishiumi T. Hog casing tenderization via enzyme treatment // 10th International Congress Asian-Australasian Animal Production: proceedings. 2002. Vol. CD-ROM.
68. Benli H., Hafley B. S., Keeton J. T., Lucia L. M., Cabrera-Diaz E., Acuff G. R. Biomechanical and microbiological changes in natural hog casings treated with ozone // Meat Science. 2008. Vol. 79, Iss. 1. P. 155-162.
69. Ockerman H. W., Hansen C. L. Animal by-product processing & utilization. Boca Raton: CRC Press, 2000. 544 p.
70. Зубов С. С., Гиро Т. М., Яшин А. В., Миндибекова А. Э., Хвьяля С. И. Повышение эффективности переработки коллагенсодержащих субпродуктов // Мясная индустрия. 2017. № 9. С. 39–44.
71. Крылова В. Б., Густова Т. В., Каповский Б. Р., Пчелкина В. А. Инновации в измельчении замороженной соединительной ткани // Мясная индустрия. 2017. № 9. С. 45–50.
72. Титов Е. И., Литвинова Е. В., Кидяев С. Н., Пчелкина В. А. О микроструктуре коллагенсодержащего сырья, модифицированного щелочными протеиназами // Мясная индустрия. 2017. № 8. С. 41–43.
73. Соколов А. Ю., Титов А. И., Апраксина С. К., Литвинова Е. В. Микроструктурные и реологические свойства коллагенсодержащего сырья при его модификации // Мясная индустрия. 2016. № 6. С. 43–45.
74. Лебедева Л. И., Насонова В. В., Веревкина М. И. Способы обработки коллагенсодержащего сырья и субпродуктов // Мясная индустрия. 2016. № 4. С. 44–47.
75. Спиридонов К. И., Туниева Е. К. Животные белки – состав, свойства, особенности применения // Все о мясе. 2018. № 6. С. 50–53.
76. Hashim P., Mohd Ridzwan M. S., Bakar J., Hashim D. Collagen in food and beverage industries // International Food Research Journal. Vol. 22, Iss. 1. 2015. P. 1-8.
77. Gomez-Guillen M. C., Gimenez B., Lopez-Caballero M. E., Montero M. P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review // Food Hydrocolloids. No 25. 2011. P. 1813-1827.

78. Неклюдов А. Д., Иванкин А. Н. Коллаген: получение, свойства и применение. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 336 с.
79. Busche S. Collagen based functional proteins // *Fleischwirtschaft international*. 2011. № 3. P. 48–49.
80. Семенова А. А., Куцакова В. Е. Пищевые белковые ингредиенты из побочных продуктов мясопереработки // *Все о мясе*. 2012. № 2. С. 10–12.
81. He L., Mu Ch., Shi J., Zhang Q., Shi B., Lin W. Modification of collagen with a natural cross-linker, procyanidin // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2011. Vol. 48, Iss. 2. P. 354–359.
82. Иванова В. П., Кривченко А. И. Современный взгляд на строение и эволюцию коллагенов // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 2014. № 4. С. 245.
83. Райх Г. Коллаген. М.: Легкая индустрия, 1969. 328 с.
84. Fratzl P. Collagen: Structure and Mechanics. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2008. 506 p.
85. Notbohm H., Brinckmann J., Müller P. K. Collagen: Primer in Structure, Processing and Assembly. New York: Springer Publishing, 2005. 254 p.
86. Антипова Л. В., Стародубцев С. А. Свойства пищевых коллагеновых ингредиентов // *Мясная индустрия*. 2009. № 10. С. 49–50.
87. Мазуров В. И. Биохимия коллагеновых белков. М.: Медицина, 1974. 248 с.
88. Bolboacă S. D., Jäntschi L. Amino acids sequence analysis on collagen // *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca*. 2007. No 63–64. P. 311–316.
89. Koolmees P. A., Tersteeg M. H. G., Keizer G., van den Broek J., Bradley R. Comparative histological studies of mechanically versus manually processed sheep intestines used to make natural sausage casings // *Journal of Food Protection*. 2004. Vol. 67. P. 2747–2755.
90. Зайдес А. А. Структура коллагена и ее изменения при обработках. М.: Легкая индустрия, 1972. 168 с.
91. Михайлов А. Н. Химия и физика коллагена кожного покрова. М.: Легкая индустрия, 1980. 230 с.
92. Schrieber R., Gareis H. Gelatine handbook: theory and industry practice. Weinheim: Wiley-VCH, 2007. 347 p.
93. Phillips G. O., Williams P. A. Handbook of Food Proteins. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011. 464 p.

94. Антипова Л. В., Сторублевцев С. А. Сравнительные свойства коллагеновых белков рыбного и животного происхождения // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2016. № 4. С. 37–41.

95. León-López A., Morales-Peñaloza A., Martínez-Juárez V. M., Vargas-Torres A., Zeugolis D. I., Aguirre-Álvarez G. Hydrolyzed Collagen – Sources and Applications // *Molecules*. 2019. Vol. 24 (22). 4031. doi: 10.3390/molecules24224031.

96. Sorushanova A., Delgado L. M., Wu Z., Shologu N., Kshirsagar A., Raghunath R., Mullen A. M., Bayon Y., Pandit A., Raghunath M. J. A. M. The collagen suprafamily: From biosynthesis to advanced biomaterial development // *Advanced Materials*. 2019. Vol. 31. 1801651. doi: 10.1002/adma.201801651.

97. Liu D., Nikoo M., Boran G., Zhou P., Regenstein J. M. Collagen and gelatin // *Annual Review of Food Science and Technology*. 2015. Vol. 6. P. 527-557.

98. Laser-Reuterswärd A., Asp N.-G., Björck I., Rudéus H. Effect of collagen content and heat treatment on protein digestibility and biological value of meat products // *International Journal of Food Science & Technology*. 1982. Vol. 17, Iss. 1. P. 115-123.

99. Bourtoom T. Review article. Edible films and coatings: characteristics and properties // *International Food Research Journal*. 2008. Vol. 15 (3). P. 237-248.

100. Orgel J. P., Irving T.C., Miller A., Wess T. J. Microfibrillar structure of type I collagen in situ // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2006. Vol. 103 (24). P. 9001-9005.

101. Oechsle A. M., Haupler M., Gibis M., Kohlus R., Weiss J. Modulation of the rheological properties and microstructure of collagen by addition of co-gelling proteins // *Food Hydrocolloids*. 2015. Vol. 49. P. 118-126.

102. Wang W., Zhang Y., Ye R., Ni Y. Physical crosslinkings of edible collagen casing // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015. Vol. 81. P. 920-925.

103. Wu X., Liu Y., Liu A., Wang W. Improved thermal-stability and mechanical properties of type I collagen by crosslinking with casein, keratin and soy protein isolate using transglutaminase // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017. Vol. 98. P. 292-301.

104. Yang S., Wang J., Wang Y., Luo Y. Key role of collagen fibers orientation in casing-meat adhesion // *Food Research International*. 2016. Vol. 89. P. 439-447.

105. Харина А. П., Курзова А. А., Гиро Т. М., Кузнецова Т. Г., Вострикова Н. Л. Сравнительная характеристика методов определения коллагена в мясной продукции // Все о мясе. 2019. № 5. С. 16–18.
106. Schmidt M. M., Dornelles R. C. P., Mello R. O., Kubota E. H., Mazutti M. A., Kempka A. P., Demiate I. M. Collagen extraction process // International Food Research Journal. 2016. Vol. 23 (3). P. 913-922.
107. Jayathilakan K., Sultana K., Radhakrishna K., Bawa A.S. Utilization of by-products and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review // Journal of Food Science and Technology. 2012. Vol. 49 (3). P. 278-293.
108. Ran X. G., Wang L. Y. Use of ultrasonic and pepsin treatment in tandem for collagen extraction from meat industry by-products // Journal of the Science of Food and Agriculture 2014. Vol. 94 (3). P. 585-590.
109. Santos M. H., Silva R. M., Dumont V. C., Neves J. S., Mansur H. S., Heneine L. G. D. Extraction and characterization of highly purified collagen from bovine pericardium for potential bioengineering applications // Materials Science and Engineering. Vol. 33 (2). P. 790-800.
110. Yang H., Shu Z. The extraction of collagen protein from pigskin // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. 2014. Vol. 6 (2). P. 683-687.
111. Oechsle A. M., Wittmann X., Gibbs M., Kohlus R., Weiss J. Collagen entanglement influenced by the addition of acids // European Polymer Journal. 2014. Vol. 58. P. 144-156.
112. Wang B., Shi D., Yu Z., Liu F., Zhong F. Improvement on properties of collagen casing films by aging treatment after oil coating // Food Packaging and Shelf Life. 2020. Vol. 25. 100519. doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100519.
113. Valencia G. A. Morphological and physical properties of nanobiocomposite films based on collagen loaded with laponite // Food Packaging and Shelf Life. 2019. Vol. 19. P. 24-30.
114. Prabhu G. Utilizing Functional Meat-Based Proteins in Processed Meat Applications // Proceedings of the 55th Reciprocal Meat Conference / American Meat Science Association. 2002. P. 29-34.
115. Gelse K., Pöschl E., Aigner T. Collagens – structure, function and biosynthesis // Advanced Drug Delivery Reviews. 2003. Vol. 55. P. 1531-1546.
116. Nelson D., Cox M. Lehninger Principles of Biochemistry (4th Ed.). New York: W. H. Freeman and Company, 2005. 1216 p.
117. Covington A. D., Covington T. Tanning Chemistry: The Science of Leather. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2009. 483 p.

118. Covington A. D., Wise W. R. *Tanning Chemistry: The Science of Leather*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2019. 685 p.
119. Schropfer M., Meyer M. Investigations Towards the Binding Mechanisms of Vegetable Tanning Agents to Collagen // *Research Journal of Phytochemistry*. 2016. Vol. 10 (2), Iss. 2. P. 58-66.
120. Страхов И. П., Санкин Л. Б., Куциди Д. А. Дубление и наполнение кож полимерами. Л.: Легкая индустрия, 1967. 224 с.
121. Уруджев Р. С., Демирова А. Ф., Гаджиева А. М. О механизме влияния дубления на термостойкость коллагена // *Кожевенно-обувная промышленность*. 2005. № 2. С. 47-51.
122. Рогов И. А., Забашта А. Г., Гутник Б. Е., Ибрагимов Р. М., Митасева Л. Ф. *Справочник технолога колбасного производства*. М.: Колос, 1993. 431 с.
123. Bella J., Hulmes D. J. S. *Fibrillar Collagens / Fibrous Proteins: Structures and Mechanisms* / ed. D. A. D. Parry, J. M. Squire. Vol. 82. Cham: Springer International Publishing, 2017. P. 457-490.
124. Kerry J. P., Kerry J. F. *Processed Meats. Improving Safety, Nutrition and Quality*. Woodhead Publishing, 2011. 752 p.
125. Galanakis C. M. *Sustainable Meat Production and Processing*. Academic Press, 2019. 274 p.
126. Lonergan S. M., Topel D. G., Marple D. N.. *The Science of Animal Growth and Meat Technology*. Academic Press, 2019. 300 p.
127. Михайлов В. М., Онищенко В. М. Теоретичні та практичні передумови вдосконалення технології склесних кишкових оболонок // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х.: ХДУХТ, 2016. Вип. 1 (23). С. 7-15.*
128. Санітарні правила і норми по застосуванню харчових добавок [Електронний ресурс]: затв. Наказом № 222 МОЗ України від 23.07.1996 р. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96>.
129. ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014. Харчові добавки. Номенклатура та загальні вимоги (CODEX STAN 192-1995, Rev. 9-2008, IDT).
130. Машковский М. Д. *Лекарственные средства*. М.: Медицина, 1977. Т. I. 623 с.
131. Huang H. C., Walker C. R., Nanda A., Rege K. *Laser Welding of Ruptured Intestinal Tissue Using Plasmonic Polypeptide Nanocomposite Solders* // *ACS Nano*. 2013. Vol. 7, Iss. P. 2988-2998.

132. Matteini P., Rossi F., Menabuoni L., Pini R. Microscopic characterization of collagen modifications induced by low-temperature diode-laser welding of corneal tissue // *Lasers in Surgery and Medicine*. 2007. Vol. 39 (7). P. 597-604.

133. Mushaben M., Urie R., Flake T., Jaffe M., Rege K., Heys J. Spatiotemporal Modeling of Laser Tissue Soldering Using Photothermal Nanocomposites // *Lasers in Surgery and Medicine*. 2018. Vol. 50 (2). P. 143-152.

134. Nihsen E. S., Johnson C. E., Hiles M. C. Bioactivity of small intestinal submucosa and oxidized regenerated cellulose/collagen // *Advances in Skin & Wound Care*. 2008. Vol. 21. P. 479-86.

135. Ryabkin D. I., Rimshan I. B., Gerasimenko A. Y., Pyankov E. S., Zar V. V. Research of dependence of the laser weld tensile strength on the protein denaturation temperature, which is part of the solder // *Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering // Institute of Electrical and Electronics Engineers*. 2017. St. Petersburg. P. 68-70.

136. Shi L., Ronfard V. Biochemical and biomechanical characterization of porcine small intestinal submucosa (SIS): a mini review // *International Journal of Burns and Trauma*. 2013. Vol. 3 (4). P. 173-179.

137. Zelaszczyk D., Waszkielewicz M. A., Marona H. Collagen – structure and application in cosmetology and aesthetic medicine // *Estetologia Medyczna i Kosmetologia*. 2012. Vol. 2 (1). P. 14-20.

138. Ryan J. M. *Food Fraud*. Oxford: Academic Press, 2016. 104 p.

139. Biswas A. K., Mandal P. K. *Meat Quality Analysis*. New York: Academic Press, 2020. 458 p.

140. Притульська Н. В. Ідентифікація продовольчих товарів: теорія і практика: монографія. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2007. 193 с.

141. Шубіна Л. Ю., Онищенко В. М., Карпенко З. П. Формування захисних властивостей натуральних оболонки у технології виробництва смажених ковбас // *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х.: ХДУХТ, 2006. Вип. 2 (4). С. 352–356.*

142. Шубіна Л. Ю., Доманова О. В., Дзигар В. С. Динаміка якісних характеристик смажених ковбас у модифікованих оболонках під час зберігання // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х.: ХДУХТ, 2015. Вип. 2 (22). С. 197–204.*

143. Доманова О. В., Шубіна Л. Ю. Динаміка міцнісних властивостей натуральних ковбасних оболонок після обробки водними екстрактами рослин // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х.: ХДУХТ, 2012. Вип. 2 (16). С. 205–209.
144. Доманова Е. В., Шубина Л. Ю. Влияние модификации натуральных оболочек на сенсорные характеристики колбас // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 2. С. 45–49.
145. Доманова О. В. Дослідження впливу водних екстрактів рослин на водопроникність натуральних ковбасних оболонок // Обладнання та технології харчових виробництв: зб. наук. пр. / Донец. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. Донецьк, 2012. Вип. 29. С. 195–199.
146. Шубіна Л. Ю., Доманова О. В., Чорна Т. О. Ароматопроникність модифікованих натуральних ковбасних оболонок // Товарознавчий вісник: зб. наук. пр. / Луцький нац. техн. ун-т. Луцьк, 2013. Вип. 6. С. 252–257.
147. Zahorulko A., Zagorulko A., Yancheva M., Serik M., Sabadash S., Savchenko-Pererva M. Development of the plant for low-temperature treatment of meat products using ir-radiation // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019, Vol. 1, No 11 (97). P. 17–22.
148. Антипова Л. В., Глотова И. А. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности. СПб.: ГИОРД, 2006. 384 с.
149. Антипова Л. В., Глотова И. А. Получение коллагеновых субстанций на основе ферментативной обработки вторичного сырья мясной промышленности // Известия вузов. Пищевая промышленность. 2000. № 5–6. С. 17–21.
150. Корж А. П., Базарнова Ю. Г. Технологические аспекты использования функциональных коллагеновых оболочек при производстве ферментированных колбас // Все о мясе. 2016. № 1. С. 25–28.
151. Съедобная коллагеновая оболочка Edicol-T от компании DEVRO // Мясная индустрия. 2016. № 9. С. 27.
152. Корж А. П., Денискин Р. Д., Базарнова Ю. Г. Тенденции развития мирового рынка биополимерных оболочек // Мясная индустрия. 2018. № 6. С. 4–8.
153. Полякова Н. Айпил: высокие технологии сосисочных оболочек // Мясная индустрия. 2016. № 4. С. 14–15.

154. Онищенко В. М., Шубіна Л. Ю., Янчева М. О. Наукові та практичні аспекти виробництва і застосування натуральних ковбасних оболонки: монографія. Х.: ХДУХТ, 2009. 149 с.
155. Дергунова А. А. Обработка кишок. М.: Пищевая пром-сть, 1976. 174 с.
156. Сидорова Е. В., Сусь И. В. Кишечное производство. Наука и практика. М.: Эдиториал сервис, 2011. 228 с.
157. Лаврова Л. П., Крылова В. В. Технология колбасных изделий. М.: Пищевая пром-сть, 1975. 343 с.
158. Заяс Ю. Ф. Качество мяса и мясопродуктов. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. 480 с.
159. Михайлов В. М., Онищенко В. М., Большакова В. А., Борисова А. О. Водопоглинання кишкових плівок, оброблених рослинним дубителем // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х.: ХДУХТ, 2017. Вип. 1 (25). С. 27–34.
160. Онищенко В. М. Зниження водопоглинання кишкових плівок // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнар. наук.-практ. конф., присвч. 80 річчю з дня народження ректора університету (1988-1991 рр.), д-ра техн. наук, професора, чл.-кор. ВАСГНІЛ Беляєва М.І., 19 листопада 2018 р.: тези. Х.: ХДУХТ, 2018. С. 147–149.
161. Onishchenko V., Pak A., Goralchuk A., Shubina L., Bolshakova V., Inzhyants S., Pak A., Domanova O. Investigation of hygroscopic properties and porosity of glued reinforced sausage casings // EUREKA: Life Sciences. 2021. No. 1. P. 31-36.
162. Михайлов В. М., Онищенко В. М., Пак А. О., Пак А. В. Визначення раціональної температури та тривалості теплової коагуляції склеєних кишкових оболонки // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2020. Вип. 2 (32). С. 221–232.
163. Onishchenko V., Pak A. O., Goralchuk A., Shubina L., Bolshakova V., Inzhyants S., Pak A. V., Domanova O. Devising techniques for reinforcing glued sausage casings by using different physical methods // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 1/11 (109). P. 6-13.

164. Потапов В. О. Структурно-енергетичний метод аналізу ізотерм сорбції-десорбції харчової сировини // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2005. Вип. 1. С. 313–322.

165. Онищенко В. М., Пак А. О., Инжиянц С. Т. Формування теплокоагуляційного шва в технології склеєних кишкових ковбасних оболонки // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнар. наук.-практ. конф., 18 травня 2021 р.: тези доп. Х.: ХДУХТ, 2021. Ч. 2. С. 81–82.

166. Михайлов В. М., Онищенко В. М. Визначення міцності зв'язку між шарами та еластичності склеєних кишкових плівки // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»: зб. наук. пр. Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях». Х.: НТУ «ХПІ», 2018. № 9 (1285). С. 212–217.

167. Онищенко В. М., Инжиянц С. Т. Дослідження міцності склеювання та подовження кишкових оболонки // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнар. наук.-практ. конф., 15 травня 2019 р.: тези доп. Х.: ХДУХТ, 2019. С. 70–71.

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

169. Шишонков М. В. Современные полимерные материалы. Минск: Высшая школа, 2017. 278 с.

170. Basiak E., Lenart A., Debeaufort F. How Glycerol and Water Contents Affect the Structural and Functional Properties of Starch-Based Edible Films // *Polymers*. 2018. Vol. 10, 412. doi:10.3390/polym10040412.

171. Nor M. H. M., Nazmi N. N. M., Sarbon N. M. Effects of plasticizer concentrations on functional properties of chicken skin gelatin films // *International Food Research Journal*. 2017. Vol. 24 (5). P. 1910–1918.

172. Vieira M. G. A., da Silva M. A., dos Santos L. O., Beppu M. M. Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review // *European Polymer Journal*. 2011. Vol. 47. P. 254–263.

173. Vanin F. M., Sobral P. J. A., Menegalli F. C., Carvalho R. A., Habitate A. M. Q. B. Effects of plasticizers and their concentrations on thermal and functional properties of gelatin-based films // *Food Hydrocolloids*. 2005. Vol. 19. P. 899-907.
174. Said M. I., Erwanto Y., Abustam E.. Properties of Edible Film Produced using Combination of Collagen Extracts of Bligon Goatskin with Glycerol // *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 2016. Vol. 11 (4). P. 151-159.
175. Özeren H. D., Olsson R. T., Nilsson F., Hedenqvist M. S. Prediction of plasticization in a real biopolymer system (starch) using molecular dynamics simulations // *Materials and Design*. 2020. Vol. 187. 108387.
176. Epure V., Griffon M., Pollet E., Avérous L.. Structure and properties of glycerol-plasticized chitosan obtained by mechanical kneading // *Carbohydrate Polymers*. 2011. Vol. 83 (2). P. 947-952.
177. Chantawee K., Riyajan S.-A. Effect of Glycerol on the Physical Properties of Carboxylated Styrene-Butadiene Rubber/Cassava Starch Blend Films // *Journal of Polymers and the Environment*. 2019. Vol. 27. P. 50-60.
178. Esmaeili M., Pircheraghi G., Bagheri R. Optimizing the mechanical and physical properties of thermoplastic starch via tuning the molecular microstructure through co-plasticization by sorbitol and glycerol // *Polymer International*. 2017. Vol. 66, Iss. 6. P. 809-819.
179. Langmaier F., Mokrejs P., Kolomamik K., Mladek M. Plasticizing collagen hydrolysate with glycerol and low-molecular weight polyethylene glycols // *Thermochimica Acta*. 2008. Vol. 469, No. 1-2. P. 52-58.
180. *Plastic Films in Food Packaging* / ed. S. Ebnesajjad. Elsevier. William Andrew, 2013. 384 p.
181. Díazñez I., Martínez I., Gómez P. A. Effect of plasticiser on the morphology, mechanical properties and permeability of albumen-based nanobiocomposites // *Food Packaging and Shelf Life*. 2020. Vol. 24. 100499.
182. Зимагулова Л. А., Сидоров Ю. Д., Василенко С. В., Поливанов М. А. Влияние пластификаторов на физико-механические свойства пленочных материалов на основе полиакриламида // *Вестник технологического университета*. 2015. Т.18, № 23. С. 67–71.
183. Лакеев С. Н., Майданова И. О., Ишалина О. В. Основы производства пластификаторов. Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2015. 163 с.

184. Wyruch G. Handbook of Plasticizers. William Andrew, 2012. 748 p.
185. Цвайфель Х., Маер Р. Д., Шиллер М. Добавки к полимерам. Справочник / Пер. с англ. 6-го изд. под ред. В. Б. Узденского, А. О. Григорова. СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. 1144 с.
186. Старунская Т. П., Цыганков В. Ф., Ирклей В. М., Бычковский Н. И. Добина Н. И. Пластификация гидратцеллюлозных пленок смесью глицерин-карбамид // Химические волокна. 1983. № 1. С. 26–27.
187. Воробьева О. В., Андрусенко С. Ф., Волосова Е. В., Аванесян С. С., Иванова А. М., Каданова А. А. Модификация природных полимеров для синтеза материалов, подвергающихся биодegradации // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. № 19. С. 137–140.
188. Барштейн Р. С., Кирилович В. И., Носовский Ю. Е. Пластификаторы для полимеров. М.: Химия, 1982. 197 с.
189. Пазников Е. А., Белоусов А. М. Влияние природы пластификатора на процесс пространственного структурирования поли-N-метилалил-5-винилтетразола // Ползуновский вестник. 2008. № 3. С. 340–344.
190. Козлов В. П., Папков С. П. Физико-химические основы пластификации полимеров. М.: Химия, 1982. 224 с.
191. ГОСТ 6824-96. Глицерин дистиллированный. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1997. 10 с.
192. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки. Энциклопедия. М.: Профессия, 2011. 776 с.
193. Ластухін Ю. О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Львів: Центр Європи, 2009. 836 с.
194. Пат. RU2115320C1, Российская Федерация, МПК⁶ А 22 С 13/00. Способ получения пищевой коллагеновой пленки / Новик Л. В., Рудаков Л. А.; заявители и патентообладатели АО «Тара и упаковка», Лужский завод «Белкозин»; № 96122364/13; заявл. 13.11.1996; опубл. 20.07.1998. 7 с.
195. Способы дубления искусственных коллагеновых оболочек для колбасных изделий // Обзорная информация по основным направлениям развития отрасли / ЦНИИТЭИ мясомолпром. М.: Мясная промышленность, 1985. С. 24–26.

196. Пат. RU 2704248 C1, Российская Федерация. МПК А61К 35/60, А61К 31/00, В01D 11/02. Способ получения пористого коллагенового материала / Антипова Л. В., Сторублевцев С. А., Пискова М. А., Сухов И. В.; заявители и патентообладатели ФГБОУ ВО «ВГУИТ»; № 2018134562; заявл. 02.10.2018; опубл. 25.10.2019.

197. Савицкая Т. А. Съедобные полимерные пленки и покрытия: история вопроса и современное состояние (обзор) // Полимерные материалы и технологии. 2016. № 2. Т. 2. С. 6–36.

198. Петрова Н. Н., Иванова С. Ф. Определение физико-химических свойств материалов на основе коллагена // Химия: образование, наука, технология: Всеросс. науч.-практ. конф. с элементами научной школы, 25–27 ноября 2013 г.: материалы. Якутск: СВФУ им. М. К. Аммосова, 2013. С. 76–79.

199. Дергунова А. А., Шишкина Н. Н. Технология производства колбасных оболочек. М.: Пищевая пром-сть, 1973. 247 с.

200. Михайлов В. М., Онищенко В. М. Оцінка фізико-механічних властивостей склеєних кишкових плівок, пластифікованих гліцирином // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун–т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2018. Вип. 2 (28). С. 205–214.

201. Михайлов В. М., Онищенко В. М. Шляхи зниження ступеня оберненості процесу склеювання-розшарування кишкових оболонок // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 50-річчю заснування ХДУХТ, 18 травня 2017 р.: тези. Х.: ХДУХТ, 2017. Ч. 1. С. 99–100.

202. Savic Z., Savic I. Sausage Casings. Wien: Victus International GmbH, 2016. 612 p.

203. Wijnker J.J. Aspects of quality assurance in processing natural sausage casings. Ridderkerk: Ridderprint, 2009. 114 p.

204. Онищенко В. М., Шубіна Л. Ю., Мілько Р. О. Удосконалення технології склеєних кишкових оболонок // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун–т харч. та торг. Х.: ХДУХТ, 2015. Вип. 2 (22). С. 61–69.

205. Шубіна Л. Ю., Онищенко В. М., Кудінова Т. О., Ниценко Н. І. Вплив рослинного дублення на мікрофлору натуральних ковбасних оболонок при їх підготовці // Нові ресурс- та енергозберігаючі технології харчових виробництв: Всеукр. наук.-практ. конф., 1-2 березня 2007 р.: матер. Полтава: ПУСКУ, 2007. С. 46–48.

206. Шубина Л. Ю., Ниценко Н. И., Онищенко В. Н., Доманова Е. В. Исследование остаточного содержания танина в колбасных оболочках и изделиях // Теория и практика инновационного развития кооперативного образования и науки: междунар. науч.-практ. конф. проф.-препод. состава и асп., 14–16 апреля 2010 г.: матер. Белгород: ОУВПО «Белгородский университет потребительской кооперации», 2010. Ч. 4. С. 85–91.

207. Шубина Л. Ю., Онищенко В. М., Ниценко Н. І. Результати дослідження змін паро- та водопроникності свинячих черев, підданих рослинному дубленню // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2008. № 2 (120). С. 374–378.

208. Онищенко В. М., Янчева М. О., Островерх І. С. Дослідження вологопроникності натуральних ковбасних оболонок // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: Міжнар. наук.-практ. конф., 19 травня 2011 р.: тези доп. Х.: ХДУХТ, 2011. Ч. 1. С. 26–27.

209. Шубина Л. Ю., Ниценко Н. І., Онищенко В. М. Дослідження впливу дублення натуральних оболонок на їх водопроникність // Соціально-економічний розвиток сучасного суспільства: Міжнар. наук.-практ. конф. науковців, викладачів, спеціалістів, 12–14 листопада 2008 р.: матер. Х.: ХТЕІ КНТЕУ, 2008. С. 190–191.

210. Шубина Л. Ю., Онищенко В. М., Ниценко Н. І. Вплив додаткової обробки натуральних оболонок на їх бар'єрні властивості // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Міжнар. наук.-практ. конф., 19 листопада 2008 р. Х.: ХДУХТ, 2008. Ч. 1. С. 311–312.

Наукове видання

МИХАЙЛОВ Валерій Михайлович
ОНИЩЕНКО В'ячеслав Миколайович
ПАК Андрій Олегович
ІНЖИЯНЦ Самвел Тигранович

**ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
СКЛЕСНИХ КИШКОВИХ КОВБАСНИХ ОБОЛОНОК,
АРМОВАНИХ ТЕПЛОВОЮ КОАГУЛЯЦІЄЮ І ДУБЛЕННЯМ**

Монографія

За авторською редакцією

План 2022 р., поз. /

Підп. до друку 24.06.2022 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсет.

Ум. друк. арк. 6,5. Тираж 300 прим.