

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

Факультет харчових технологій та біотехнологій
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр
(освітній ступінь)

на тему: Удосконалення технології заморожених посічених
напівфабрикатів

Виконав: студент(ка) 6-го курсу
групи № 1
напряму підготовки (спеціальності)
181 Харчові технології
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Поповняк Андрій
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н. Драчук У. Р.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Сучасні технології заморожування та холодильного зберігання замороженого м'яса мають в своєму розпорядженні широкий арсенал технічних засобів та великі можливості реалізації різних технологічних режимів. Проте, не зважаючи на величезні техніко-технологічні можливості холодильної обробки, в процесі заморожування необоротно відбувається ряд небажаних змін, викликаних кристалоутворенням. Виникнення в міжклітинному просторі кристалів льоду в результаті заморожування приводить до розриву м'язових волокон, що згодом негативно впливає на технологічні властивості розмороженого м'яса в першу чергу помітно в значних втратах м'ясного соку і в зниженні споживчих характеристик готових продуктів - зовнішнього вигляду, кольору, консистенції, соковитості та інших характеристик.

Найбільш принципове значення це негативні зміни мають в. першу чергу для забезпечення якості замороженого м'яса, що реалізовується в нарізаному вигляді, тобто для кускових м'ясних напівфабрикатів. У зв'язку з цим, найважливішим технологічним завданням є мінімізація небажаних змін, що відбуваються в м'ясі в процесі заморожування, холодильного зберігання і розморожування.

Дослідження по нівеляції негативних наслідків заморожування вперше за основу вивчали застосування кріопротекторів - харчових добавок, здатних перешкоджати утворенню кристалів льоду.

На різних групах продуктів харчування було показано, що застосування кріопротекторів за рахунок створення аморфної структури за всім обсягом продукту, що оберігає його цілісність при кристалоутворення, приводить до зменшення втрат в результаті виморожування вологи та при розморожуванні, поліпшенню споживчих характеристик, зниженню інтенсивності протікання багатьох біохімічних процесів - деструктивних, зокрема денатурації, змін білків, знебварвлення пігментів, окислення жирів та інше. Попит на заморожені напівфабрикати визначається сукупністю чинників, серед яких основними є тривалі терміни придатності та можливість

транспортування продукції на великі відстані. На сьогодні тенденції споживачів на якість замороженої продукції координально міняються. Напівфабрикати позиціонуються на ринку м'ясопродуктів як дорогі вироби. Це підтверджується тим, що у вартісному виразі сегмент напівфабрикатів росте швидше чим в натуральному. За прогнозами аналітиків передбачається річне зростання ринку напівфабрикатів 10-12%. У цих умовах споживачі хочуть бачити якість замороженої продукції на рівні охолодженої продукції. Величезного значення набуває пошук нових технологічних рішень які сприяють випуску заморожених напівфабрикатів з покращуваними споживчими характеристиками. У зв'язку з цим, актуальною проблемою є вплив харчових добавок кріопротекторної дії на якість м'яса в процесі холодильного зберігання і заморожування.

Мета нашої роботи - вивчення функціонально-технологічних властивостей харчових добавок та інгредієнтів кріопротекторної дії та розробка композиції на їх основі для збереження якості м'ясних напівфабрикатів в процесі холодильної обробки і зберігання.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні **завдання**:

- досліджувати кріопротекторні властивості харчових добавок та інгредієнтів,
- вивчити їх вплив на фізико-хімічні та органолептичні характеристики м'яса та обґрунтувати вибір компонентів для створення композиції кріопротекторної дії;
- розробити рецептури композицій кріопротекторної дії, призначені для введення в м'ясні напівфабрикати у складі розсолу та вивчити їх вплив на зміну якості м'ясних напівфабрикатів в процесі заморожування, холодильного зберігання і розморожування;
- досліджувати можливість застосування композицій кріопротекторної дії для зниження температури зберігання та збільшення термінів придатності м'ясних напівфабрикатів;
- на підставі комплексу досліджень науково обґрунтувати рецептури композиції кріопротекторної дії;
- провести розрахунок показників економічної ефективності та

розробити технічну документацію на виробництво та застосування комплексних харчових добавок кріопротекторної дії.

Розділ 1. Огляд літератури.

Вплив заморожування на якість м'яса

Заморожування — один з найважливіших процесів, обумовлюючих функціонально-технологічні властивості м'яса та споживчі характеристики готового продукту. Він забезпечує тривале низькотемпературне зберігання м'яса за рахунок запобігання розвитку мікробіологічних процесів та суттєвого сповільнення швидкості біохімічних та фізико-хімічних реакцій. Будучи одним з найбільш поширених методів консервації, заморожування за оптимальних умов здійснення процесу забезпечує високий ступінь збереження поживної цінності продуктів і їх смакових переваг [1].

Відповідно до ДСТУ замороженим вважається м'ясо, яке має температуру в товщі м'язів, мінус 8°C та нижче.

При заморожуванні м'яса та його зберіганні при низьких температурах в ньому відбувається цілий ряд фізико-хімічних явищ: виморожування води, кристалоутворення і структурні зміни в тканинах [2].

Процесом вимерзання води є процес перетворення, рідини в кристалічний стан, а його суть виражається в переході від структури рідини до структури твердої кристалічної речовини. Для такої багатокomпонентної системи, який є тканинна рідина, подібний процес дуже складний [3]. На відміну від чистої води температура почала замерзання такого розчину нижче 0°C, та відповідає його іонній та молекулярній концентрації. М'ясний сік починає замерзати при температурі мінус 0,5°C мінус 1,2°C [4]. Виморожування води з міжклітинної рідини приводить до утворення гіпертонічних розчинів, концентрація яких весь час збільшується у міру пониження температури [5]. Цей процес продовжується до тих пір, поки концентрація розчинених в рідкій фазі речовин не досягне концентрації найнижчої крапки - так званої евтектичної точки замерзання.

Характер кристалоутворення залежить від полягання клітинних оболонок, концентрації розчинених речовин в клітках, ступені гідратації білків та інших властивостей продукту. Але найбільше значення має швидкість заморожування [6].

Вибір способів та режимів заморожування визначається завданням

найбільш високого рівня збереження початкової якості харчових продуктів при максимальному скороченні витрат на його забезпечення.

Стосовно різних видів продуктів, залежно від виду продукту, складу, властивостей, форми та розмірів, а також характеру зміни показників якості в даний час розроблені раціональні способи заморожування, конкретні варіанти режимів і технічних засобів їх здійснення [7].

Залежно від швидкості заморожування розрізняють декілька способів заморожування:

- дуже повільне заморожування до 0-2 см/год;
- повільне заморожування від 0,2 до 1 см/год;
- швидке заморожування від 1 до 5 см/год;
- дуже швидке заморожування до 5 см/год.

Чим вище швидкість заморожування, тим менше пошкоджень структури м'язової тканини і вище якість замороженого продукту [8].

Прискорення процесу заморожування може досягаться шляхом зменшення товщини продуктів, пониження температури середовища, що охолоджує, збільшення коефіцієнта тепловіддачі від продукту до середовища [9].

При повільному заморожуванні вода спочатку замерзає в позаклітинних рідинах і там концентрується осмотичний активний матеріал. Для відновлення рівноваги вода дифундує з кліток в позаклітинні простори до тих пір, поки вихід її не виявиться неможливим. Крупні кристали льоду, що утворюються, тиснуть на клітки, викликаючи розтягування та часткові руйнування їх структур. Оскільки при повільному заморожуванні кристали льоду утворюються між пучками волокон та в міжклітинних просторах, відбувається стиснення волокон і сполучних утворень в пучки [10].

При швидкому заморожуванні утворюються дрібні кристали льоду, оскільки швидкість їх утворення вище швидкості переміщення вологи. Тому велика частина рідини виявляється замороженою там, де вона знаходилася до заморожування. В результаті цього кристали рівномірно розподіляються в клітинах та міжклітинному просторі. Проте усередині волокна кристали часто знаходяться не в центрі, а ніби відтиснені до периферії, але в межах

сарколеми [10]. Завдяки тому, що при швидкому заморожуванні виходять дрібні кристали льоду, рівномірно розподілені по всій поверхні, віддзеркалення та розсіювання світла від такої поверхні і додає м'ясу блідочервоний колір [10].

При заморожуванні крупних шматків м'яса в різних шарах кристали льоду утворюються по-різному, оскільки швидкість тепловідводу та швидкість заморожування неоднакові. Крім того, якщо швидкозаморожене м'ясо зберігати при температурі вище, ніж при температурі заморожування, то може відбуватися зростання кристалів льоду в результаті вторинної кристалізації. При заморожуванні тваринних тканин центри кристалізації спочатку починають утворюватися в міжклітинному просторі, оскільки міжклітинна рідина має меншу концентрацію розчинених речовин а, отже, вищу криоскопічну точку ніж внутріклітинна. Але як тільки вони утворюються; концентрація міжклітинної рідини та її осмотичний тиск зростають. Виникає перенесення води з клітин в міжклітинний простір. Якщо швидкість відведення теплоти кристалізації нижче рівня, відповідного швидкості цього перенесення, зростання кристалів відбувається тільки в міжклітинному просторі, а в клітках вони не утворюються [11].

На характер кристалоутворення впливає також глибина автолізу м'яса, що поступило на заморожування. Залежно від стану м'яса застосовують одно- і двофазне заморожування.

При однофазному методі заморожування м'яса, туші, напівтуші та відруби після первинної переробки поступають безпосередньо на заморожування до температури в товщі продукту нижче мінус 8°C.

При двофазному методі заморожування туші, напівтуші та відруби після первинної переробки спочатку охолоджують до температури плюс 4°C в камерах охолодження, а потім заморожують в морозильних камерах до температури не вище мінус 8°C [11].

До переваг однофазного способу відносять: скорочення тривалості процесу, зменшення втрат маси, вища якість м'яса, скорочення витрат праці, ефективніше використання виробничих площ [12].

Заморожування м'яса на ранніх стадіях автолізу приводить до утворення

дрібних кристалів льоду, оскільки висока гідратація білків та низька проникність сарколеми перешкоджає переміщенню вологи з кліток. На пізніших стадіях автолізу гідратація білків зменшується, а проникність сарколеми збільшується, в результаті утворюються крупні кристали льоду між м'язовими волокнами [13].

Утворення крупних кристалів льоду в практиці заморожування м'яса і інших продуктів забою — явище небажане. При заморожуванні об'єм води збільшується на 10%. При утворенні крупних кристалів і збільшенні об'єму відбувається розширення міжклітинного простору і руйнування сполучнотканинних прошарків гострими гранями кристалів. Тканина розпушується, м'язові волокна деформуються, а іноді навіть руйнуються. У тканинах, утворених клітками з менш міцною оболонкою, чим сарколема м'язових волокон, руйнувань крупних кристалів, що викликаються виникненням, ще більше. Заморожування, таким чином супроводжується істотною зміною структури тваринних тканин.

Різні методи заморожування викликають різні зміни гідратації і заряду м'язових білків, характер яких в значній мірі залежить від об'єму автолітичних змін, що були. Для збереження природних властивостей білків найбільш ефективно швидке заморожування [14].

Збільшення концентрації тканинного соку при заморожуванні обумовлює денатурацію та коагуляцію м'язових білків. Більшою мірою цим змінам піддаються міофібрилярні білки, в першу чергу, міозин.

При заморожуванні можливе механічне руйнування білкових ланцюжків за рахунок натягу, що виникає в тканинах при утворенні та зростанні кристалів що перевищують енергію ковалентного зв'язку. Денатурація та агрегаційні перетворення білків при заморожуванні зберіганні м'яса приводять до пониження їх розчинності, зміни заряду та маси білкових фракцій. Вказані перетворення білків впливають на їх гідратацію, вологозв'язуючу здатність м'яса, його консистенцію, соковитість і можуть відбитися на стійкості білків до дії травних ферментів.

Ступінь зниження гідрофільності білків залежить: від швидкості заморожування м'яса, глибини автолізу м'яса перед заморожуванням, умов та

тривалості зберігання м'яса. У максимальному ступені нативні властивості білків м'яса зберігаються при швидкому заморожуванні парного м'яса [15].

Процес заморожування не приводить до різких змін властивостей білків саркоплазми, при цьому не відбувається істотних змін їх розчинності.

Розчинність білків саркоплазми знижується при тривалому зберіганні м'язів в замороженому вигляді, оскільки для цього процесу характерні сильні агрегаційні взаємодії. Різні м'язи відрізняються інтенсивністю таких змін, а зменшення розчинності більш виражене після 2-4 місяців зберігання м'яса в замороженому вигляді.

Неоднакова розчинність окремих фракцій білків саркоплазми. Помітним змінам піддаються білки фракцій міоальбуміну та глобуліну Х. Білки фракцій міогенової групи найбільш стійкі до дій холодильної обробки м'язів.

Повільне заморожування, зберігання м'яса в замороженому вигляді та розморожування викликають зміну молекулярних структур міофібрилярних білків, що найчіткіше виявляється в різкій зміні, реактивності їх хімічних груп та ферментативної активності [7].

В процесі холодильної обробки м'яса найбільшим змінам піддається міофібрилярні білки в першу чергу міозин [8].

При розморожуванні м'язів екстрагованість міозину помітно знижується навіть при високому вмісті АТФ. Зменшення розчинності міозину в значній мірі відбувається за рахунок міжмолекулярної взаємодії, якій сприяє виморожування води. При тривалому зберіганні заморожених м'язів відбувається подальше зниження розчинності міозину причому все більш помітне із збільшенням тривалості зберігання.

Різниця парціального тиску водяної пари над поверхнею продукту і в навколишньому середовищі приводить до випаровування вологи (сублімації льоду) з поверхневих шарів. Це супроводжується втратою маси усиханням і зниженням якості м'яса. Величина усихання м'яса залежить від його властивостей та умов заморожування і зберігання.

Існують шляхи зниження всихання при заморожуванні та зберіганні замороженого м'яса: підвищення швидкості заморожування м'яса; використання паронепроникних пакувальних матеріалів, щільно прилеглих

до продукту; заморожування упакованого м'яса в блоках; використання крижаних екранів при штабелюванні м'ясних напівтуш для тривалого зберігання.

Хімічна взаємодія компонентів м'яса з киснем повітря приводить до суттєвих змін якості м'яса. Глибина цих змін в значній мірі визначається умовами та тривалістю зберігання м'яса. Окислення міоглобіну киснем, а також збільшення концентрації пігментів в поверхневому шарі унаслідок його пересихання супроводжуються потемнінням поверхні напівтуш та появою сіро-коричневого забарвлення, характерного для метміоглобіну [10].

При швидкому заморожуванні хімічні зміни менш інтенсивні: зміна рН менше, зменшується механічне розділення фаз при льодоутворення, унаслідок чого досягається велика оборотність процесу при розморожуванні. Здатність набухання білків м'язової тканини при заморожуванні зменшується зміна рН у бік кислотності зменшує здатність набухання і впливає, таким чином, на витікання тканинного соку при розморожуванні. Деякі зміни азотистих речовин при заморожуванні є результатом дії ферментів, хоча і дуже повільної [7].

Зміна запаху і смаку м'яса в процесі зберігання обумовлені головним чином, окислювальними змінами ліпідів. Що утворюється на поверхні м'яса губчастий зневоднений шар сприяє збільшенню ступеня контакту м'яса з киснем повітря. В ході окислювальних реакцій утворюються первинні і вторинні продукти окислення жирів, що негативно позначається на органолептичних показниках, його біологічній цінності. При тривалому зберіганні м'яса можливе утворення токсичних продуктів окислення жирів. У зв'язку з цим зміни які відбуваються у жировій тканині м'яса під дією кисню повітря грають вирішальну роль для термінів придатності м'яса. Оскільки інтенсивність цих змін визначається температурою і видом жиру, допустима тривалість зберігання замороженого м'яса також залежить від цих чинників [18].

Тривалість зберігання замороженого м'яса обмежується окислювальними змінами ліпідів під дією кисню повітря. Понизити ступінь цих небажаних змін можна шляхом пониження температури зберігання

замороженого м'яса, застосування вакуум-упаковки, використання пакувальних матеріалів з низькою газопроникністю.

Кристалізація вологи є однією з причин загибелі мікроорганізмів при заморожуванні. Заморожування не забезпечує стерильності продукту, оскільки деякі мікроорганізми пристосовуються до низької температури, переходячи в стан анабіозу [8].

При заморожуванні і подальшому зберіганні відбувається відмирання 90 — 99% мікроорганізмів. Найнесприятливіше діють температури в інтервалі від мінус 6 до мінус 12°C. При мінус 20°C швидкість відмирання зменшується. Багато цвілі витримують температуру мінус 18 °C впродовж 10-12 місяців, хоча більшість клітин гинуть вже при мінус 8°C. При заморожуванні до мінус 7°C разом з клітинами *E coli*, поряд з фрагментами що збереглися виявляють фрагменти їх оболонок і протоплазми, але при заморожуванні в рідкому повітрі зміни були незначні. Якщо заморожування проводиться дуже швидко та до низьких температур, близько 10% кліток залишаються живими [9].

Існує дві взаємозв'язані причини примусового припинення життєдіяльності і відмирання мікроорганізмів: порушення обміну речовин і пошкодження структури клітки [8]. Поки температура залишається вищою за кріоскопічну точку протоплазми, життєдіяльність мікроорганізмів може припинитися тільки унаслідок зміни температури. В цьому випадку гальмуються всі процеси обміну речовин та порушується нормальне співвідношення швидкостей цих процесів [15].

Якщо температура нижча за кріоскопічну температуру протоплазми, то її дія посилюється вимерзанням води в навколишньому середовищі та в самій клітині. Поки температура залишається вищою за евтектичну точку середовища, мікроби витісняються в рідку частину, що залишилася, концентрація якої росте у міру зниження температури. Коли температура стає нижчою за евтектичну точку середовища, мікробні клітини вмерзають в евтектичну суміш, що твердіє.

Отже, крім впливу зміни температури, мікробна клітка виявляється під впливом обезводнення навколишнього середовища та протоплазми,

підвищеної концентрації незамерзлої рідкої фази, перенесення вологи усередині самої клітки та з клітки в зовнішнє середовище у зв'язку з утворенням кристалів а також під механічною дією кристалів. Всі ці чинники або деякі з них за відомих умов приводять до загибелі більшості кліток мікроорганізмів [9].

Узагальнюючи розглянутий вище матеріал, необхідно підкреслити наступне. При заморожуванні та подальшому холодильному зберіганні м'яса необоротно відбуваються глибокі структурні і біохімічні зміни в тканинах, якості м'яса, що призводять до зниження, і втратам м'ясної сировини при розморожуванні втрати.

Зниження споживчої якості м'яса при заморожуванні та подальшому зберіганні відбувається: за рахунок втрат поживних речовин (білків, вітамінів) внаслідок витікання м'ясного соку при розморожуванні; погіршення органолептичних показників якості (колір, запах, смак) внаслідок окислення пігментів, ліпідів м'яса; зниження переварюваності білків травними ферментами внаслідок агрегації білків, утворення ліпопротеїдних комплексів, утворення токсичних сполук при глибокому окисленні ліпідів м'яса [8].

Втрати м'ясної сировини обумовлені головним чином: усиханням м'яса унаслідок випаровування вологи та сублімації льоду з поверхні м'яса; руйнуванням морфологічних елементів тканин кристалами льоду; зниженням ступеня гідратації білків як наслідок, зниження вологозв'язуючої здатності м'яса та збільшенням втрат м'ясного соку при подальшому заморожуванні м'яса.

Поняття «Кріопротектор». В даний час все більш активно розвиваються наукові напрями, досліджень в області збереження біологічних об'єктів в незмінному вигляді, засновані на зниженні швидкості біохімічних реакцій під впливом різних чинників. Найбільш відомі в цьому аспекті це кріобіології. Кріобіологія розділ біології, який вивчає дію на живі системи низьких і наднизьких температур. Як новий науковий напрям сформувалася всього декілька десятиліть тому. Основні завдання кріобіології — вивчення протікання біологічних процесів в умовах холоду, з'ясування причин стійкості тканин до переохолодження та замерзання, дослідження ушкоджувальної дії негативних температур та способів захисту клітин і тканин при заморожуванні [13, 19].

Кріобіологія - розгалужена наука, кінцевою метою якої є збереження людей та тварин при наднизьких температурах.

Кріоніка — це область науково-практичної діяльності, яка об'єднує в собі кріобіологію, кріогенну інженерію та практику клінічної медицини з метою розробки і застосування кріостазу. Під кріостазом розуміють збереження в незмінному стані біологічних об'єктів шляхом їх заморожування до ультранизьких (кріогенних) температур.

Обидва нові напрями кріобіологія та кріоніка розглядають як шляхи мінімізації пошкоджень біооб'єктів створення молекулярних відновних механізмів, заснованих на введенні кріопротекторів [19].

Кріопротектори — речовини, що запобігають або уповільнюють зростання кристалів льоду при заморожуванні та нівелюють дію при заморожуванні двох ушкоджувальних чинників: формування внутріклітинного льоду та зневоднення тканин [20].

Кріопротектори здатні до створення водневих зв'язків з молекулами води, що перешкоджає їх утворенню в лід [21]. Вони послаблюють ефект кристалізації, змінюючи її характер, перешкоджають злипанню та денатурації макромолекул, сприяють збереженню цілісності мембран кліток [83].

Існує велика кількість речовин, що володіють кріопротекторними властивостями. Проте в даний час накопичений науково практичний досвід

використання не більше десятка сполук, основні з яких розглянуті нижче. Розрізняють кріопротектори двох типів: проникаючі та непроникаючі.

До проникаючих відносять кріопротектори, здатні проникати всередину клітки. Проникаючі кріопротектори перешкоджають формуванню кристалів льоду за рахунок утворення водневих зв'язків з молекулами води, що містяться в клітинних структурах. Найбільш вивчені властивості наступних проникаючих кріопротекторів: гліцерину, пропіленгліколя, - етилгліколя, диметилсульфоксиду.

До непроникаючих відносять кріопротекторів, не здатні проникати всередину кліток. Принцип дії непроникаючих кріопротекторів до кінця не ясний. Вірогідна їх дія полягає в зниженні швидкості росту кристалів і захисті кліток від осмотичних перепадів. До непроникаючих кріопротекторів відносять дві групи речовин: олігосахариди (найбільш відомі сахароза і трегалоза) і високомолекулярні сполуки (найбільш відомі фікол, альбумін, плазма крові, полівінілпіролідон). Використання непроникаючих кріопротекторів у відсутність проникаючих неефективно, тобто непроникаючі кріопротектори є додатковими компонентами в розчинах проникаючих кріопротекторів [21].

Кріопротектори значно знижують збиток, що заподіюється кріоконсервацією тканин, а ефективна виртифікація («склоутворення») може повністю запобігти утворенню льоду [18].

Наочну дію кріопротекторів показав японський дослідник, який замінив кров в мозку кішки на гліцерин з метою зменшення утворення льоду і охолодив його до мінус 20°C. Мозок пробув при цій температурі у відсутності кровообігу 45 днів, після чого був жвавий та демонстрував нормальну електроенцефалограму [22]. Разом з тим до вибору харчових кріопротекторів повинен бути особливий підхід з урахуванням їх повної безпеки як харчових компонентів, напрями їх використання та специфіка пов'язана з технологічною обробкою продуктів харчування.

У природі можна знайти безліч таких прикладів, коли личинки комах, молюски, амфібії та рептилії переживають холодний період в замороженому стані з повним відновленням після відігрівання [21, 22]. Дослідження

механізмів кріобіологічного захисту, виготовлено живими організмами в ході еволюції, дозволяє вченим сьогодні відкривати нові речовини, що володіють кріопротекторною дією.

Харчові добавки та інгредієнти, що володіють проникаючими кріопротекторними властивостями

Сорбіт є твердими білими кристалами без запаху або дрібним гігроскопічним порошком з приємним холодним солодким смаком, добре розчинний у воді, гарячому і холодному спирті [23].

Як хімічна сполука сорбіт відомий давно, проте практичне застосування він отримав після того, як був здійснений його хімічний синтез та було виявлено багато цікавих властивостей. Сорбіт — цукрозамінник, вологоутримуючий агент, комплексоутворювач, текстуратор, емульгатор, диспергуєча речовина та стабілізатор кольору [19].

Солодкість сорбіту складає близько 60% від солодкості сахарози. Це речовина практично повністю засвоюється організмом.

Сорбіт відрізняється сильною гігроскопічністю та здатний притягати вологу з повітря, внаслідок цього він пом'якшує продукти і запобігає їх висиханню і затвердінню [18].

Харчовий сорбіт знаходить застосування в кондитерській промисловості. Його використовують замість цукру в печиві, вафлях та інших продуктах, призначених для хворих цукровим діабетом. Висока гігроскопічність сорбіту, його здатність утримувати воду дуже цінна в кондитерському виробництві для збереження свіжості виробів. Завдяки властивості затримувати воду сорбіт є прекрасним стабілізатором вологості в продуктах харчування за різних кліматичних умов впродовж тривалого часу [80].

Сорбіт знаходить широке застосування в багатьох харчових продуктах. Він стабільний до дії кислот при нагріванні, на відміну від інших сахарів не вступає в реакцію Майяра. Сорбіт дозволений для прямого продажу населенню, а так само при виробництві всіх видів харчових зокрема м'ясних.

Як кріопротекторна добавка сорбіт використовується у виробництві сурими - рибної пасти, яка найчастіше виготовляється з судака або минтаю. Сорбіт зменшує кількість кристалів льоду, роблячи продукт м'якшим і одноріднішим, підвищує вологоутримуючу здатність [19,62].

Гліцерин

Гліцерин (E422) — безбарвна, в'язка, гігроскопічна рідина, необмежено розчинна у воді. Солодкий на смак, від чого і отримав свою назву (глікос — солодкий). Добре розчиняє багато речовин. Відомо, що розчинення гліцерину у воді порушує водневі зв'язки між молекулами води і значно знижує температуру замерзання отриманого розчину, так наприклад 60% розчин гліцерину замерзає при мінус 36°C. Ці властивості гліцерину дозволяють використовувати його як кріопротектора. Гліцерин застосовується в харчовій промисловості як зволожувач, розчинник, підсолоджувач, часто гліцерин використовується як наповнювач в продуктах з пониженим вмістом жирів. Так само гліцерин використовується як кріопротектор при виготовленні сурими [24]. Гліцерин використовують при виробництві лікерів та горілки, кондитерських виробів.

Харчові добавки та інгредієнти, що володіють не проникаючими, кріопротекторними властивостями

Трегалоза - це дисахарид природного походження, що не відновлюється, утворений 1, 1-глюкозидним зв'язком з двох залишків α-глюкози і отриманий з крохмалю шляхом ферментативного процесу [41,30].

Трегалоза забезпечує здатність рослин і тварин протистояти тривалим періодам засухи. Запобігає пошкодженням викликані обезводненням і перегідратацією, дозволяє зберігати життєздатність в критичних умовах та відроджуватися після засухи та заморожування. Додаткова перевага трегалози — вона є сильним антиоксидантом.

Трегалоза була прийнята як новий харчовий інгредієнт відповідно до умов GRAS в США та ЄС. Вона володіє властивостями, які не характерні для інших цукрів та тим самим, охоплює широкий спектр споживання, основним з яких є її використання в харчових технологіях [25]. У харчовій промисловості широко використовуються її властивості як

вологоутримуючого агента для збереження структури продуктів і їх захисту від висихання та заморожування, а також для підтримки якості вуглеводів, білків та жирів. Трегалоза здатна подавити гіркоту, різкі аромати та супутні небажані запахи.

У медицині широко використовуються властивості трегалози, для збереження тканин і білка життєздатними в критичних ситуаціях, що застосовується для захисту органів при трансплантації, а також в безлічі терапевтичних препаратів [86].

Як кріопротектор трегалоза, гліцерин та інші речовини давно використовуються в процесі заморожування сперми та ембріонів різних тварин [16]. А в даний час зріс інтерес до трегалози як кріопротектору, який можна використовувати в процесі заморожування, м'ясопродуктів.

Трегалоза як і більшість дисахаридів при швидкому охолодженні здатна набувати аморфної форми «скла», що запобігає утворення кристалів льоду в продукті і робить його менш крихким і пластичнішим, оберігаючи тим самим клітинні стінки від руйнування і запобігаючи втратам м'ясного соку [22].

Фосфати

Фосфати - це велика група різних солей фосфорних кислот. Найбільш широкого поширення набули моно- або ортофосфати - натрієві солі ортофосфорної кислоти одно- і двозаміщені, ди- або пірофосфати - натрієві солі пірофосфорної кислоти (кислі, середні), поліфосфати - натрійтриполіфосфат ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), поліфосфати, що конденсують [19].

Фосфати - одні з традиційних та широко використовуваних в переробці м'яса вологозв'язуючих агентів. Вони є білим порошком, іноді їх випускають у вигляді гранул.

При додаванні в м'ясопродукти фосфатів з кухонною сіллю досягають розчинення, солюбілізації або активації м'язових білків. Білки набувають здатності зв'язувати більше вологи і емульгувати більше жиру [19].

Встановлено, що комбінування кухонної солі і триполіфосфату набагато покращує органолептичні показники, чим використання тільки

триполіфосфата або тільки куховарській солі [24].

Практично всі фосфати та їх суміші, використовувані при переробці м'яса, мають лужну реакцію. Додавання лужних фосфатів до слабокислого м'яса (PSE) приводить до зростання рН м'ясної сировини та як наслідок, до збільшення вологозв'язуючої здатності білків.

Кислі фосфати використовуються для розм'якшення та набухання сполучно-тканинних білків та покращення кольороутворення.

Останніми роками до фосфатів виявлена особлива цікавість з причини їх кріопротекторних властивостей. Було зазначено, що поліфосфати, які зазвичай використовуються в м'ясній промисловості, в процесі заморожування риби зменшували пошкодження її структури.

Завдяки вищеперерахованим властивостям, зокрема кріопротекторним, фосфати збільшують вологозв'язуючу здатність що емульгує здібності м'язової тканини навіть піддану заморожуванню та тим самим, підвищують вихід готової продукції, скорочують втрати та міграцію вологи при розморожуванні, термічній обробці, скорочують тривалість засолу, покращують структуру і консистенцію, колір і смак готових м'ясопродуктів, уповільнюють згіркнення жирів [26].

Фосфати як харчові добавки традиційно використовують в м'ясній промисловості в кількості до 0,5% до маси м'ясної сировини [25].

Цитрат натрію (E331) — це натрієва сіль лимонної кислоти, що отримується взаємодією лимонної кислоти та гідроокису натрію. Вона є білим порошком або безбарвними кристалами без запаху із злегка солоновато-гіркуватим присмаком, добре розчинна у воді та слабозчинна в спирті [16].

Цитрат натрію застосовується в харчовій промисловості як регулятор кислотності, комплексоутворювач, диспергуючий агент, буферна та смакова речовина, емульгатор, сіль-плавитель.

У м'ясній промисловості тринатрій цитрат додають до м'ясних продуктів, щоб змінити іонну силу м'язової тканини. Зазвичай використовується дозування 3-5 г на 1 кг готового продукту.

Аналогічно фосфатам, цитрати сприяють придушенню зростання

небажаної мікрофлори, гальмуванню окислювального псування та як наслідок, підвищенню тривалості зберігання, вони позитивно впливають на утворення забарвлення і стабільність забарвлення, перешкоджають окисленню жирів, зберігають смак та аромат м'ясопродуктів [22,27].

Цитрати на відміну від фосфатів, не надають специфічної дії на білки. Вони не руйнують зв'язку між актином і міозином та не покращують розчинність білків, а тільки сприяють набуханню м'язових волокон, тобто зв'язуванню доданої води. Оскільки цитрат має лужну реакцію, його внесення підвищує рН продукту, що сприяє збільшенню вологозв'язувальної здатності білків [96].

Кухонна сіль (хлорид натрію) — основний інгредієнт, використовуваний при засолюванні м'яса.

При виробництві м'ясопродуктів куховарська сіль виконує наступні основні завдання: надає пряму та непряму консервуючу дію на м'ясо під час засолу та оберігає від псування готовий продукт; в період засолу грає роль однієї з умов направленої розвитку біохімічних процесів мікробіального та автолітичного походження, які обумовлюють утворення специфічних якісних ознак солоних м'ясопродуктів; впливає на влагосвязывающую здатність; грає роль чинника, що формує смак кінцевого продукту.

Утворення смаку та аромату солоних м'ясопродуктів є результатом спільної діяльності тканинних ферментів і мікроорганізмів у присутності кухонної солі [76, 92].

Консервуюча дія куховарської солі викликана частково високим осмотичним тиском в її розчинах, який приводить до більшого або меншого обезводнення кліток мікроорганізмів, зміни їх розмірів, форми та порушенню водного обміну.

Першорядне значення при виробництві м'ясопродуктів має вплив кухонної солі на вологозв'язуючу здатність м'ясної сировини. Дія кухонної солі на білки м'язового волокна стає можливою лише після того, як необхідна кількість кухонної солі проникне всередину його. В процесі засолу білки

м'яса адсорбують переважно іон хлора, внаслідок чого відбувається збільшення їх заряду. При повному насиченні білків іонами хлора ізоелектрична крапка зміщується з 5,3 до 4,8. В результаті цього відбувається збільшення частки адсорбційно-зв'язаної вологи. Хлорид натрію, що накопичується в м'ясі в, результаті засолу, сприяє створенню концентрації тканинної рідини, близької до розчинювальної білки актоміозинової фракції. Роста вологозв'язувальна здатність. Зрушення ізоелектричної точки білків в кислу сторону, що викликається їх взаємодією з іонами електроліту, зберігає на більш високому рівні вологозв'язуючу здатність білків та після їх теплової денатурації [98, 99].

Кухонна сіль знижує криоскопічну температуру тканинної рідини, і тим більше, чим вища її концентрація, усуваючи, таким чином, механічний чинник пошкодження клітин при кристалоутворенні, до тих пір, поки не почнеться вимерзання води [75].

Плазма крові. Кров складається з клітин — формених елементів і та рідкої міжклітинної речовини — плазми. Співвідношення плазми та формених елементів у складі крові різних тварин неоднакове: у крові великої рогатої худоби плазми 63%, формених елементів 37%; у дрібної рогатої худоби 72% і 28%, відповідно, у свиней - 56% і 44%.

Плазма крові має солом'яно-жовтий колір, наявність в ній еритроцитів в зваженому стані додає крові червоний колір.

У плазмі крові міститься 90-91% води і 9-10% сухої речовини.. Велику частину сухої речовини в плазмі крові складають білки, а решту частини - азотисті та безазотисті екстрактні речовини, ліпіди, вуглеводи і мінеральні солі. Основними білками плазми крові є сироватковий альбумін, сироваткові глобуліни і фібриноген [75].

Плазма є великою цінністю в порівнянні з сироваткою унаслідок вищого вмісту повноцінних білків та сприятливого впливу на консистенцію і забарвлення готового продукту [24].

Білки плазми крові великої рогатої худоби використовуються у виробництві паштетів, сосисок, ковбас і м'ясного хліба. Встановлено що введення білків плазми переважно альбуміну в рецептури варених м'ясних

виробів в концентраціях 13%, а в рецептуру ковбас від 4 до 20%, суттєво підвищує вихід готових виробів за рахунок зменшення втрат при тепловій обробці та покращує консистенцію виробів [21].

Науково підтверджено, що плазма крові володіє також кріопротекторними властивостями. Дослідженнями підтверджено вплив кріозахисних агентів, що включають 1,4% білкового ізоляту з плазми крові великої рогатої худоби + 0,4% альгінату натрію або 1,4% білкового ізоляту з плазми крові великої рогатої худоби + 0,4% карагінану, на стійкість білків замороженої свинини. Було зазначено, що додавання випробовуваних сумішей, що особливо містять білковий ізолят плазми крові, підвищує температуру теплової денатурації міозину і саркоплазмових білків, уповільнює зниження змісту розчинних білків, істотно обмежує втрати маси під час теплової обробки [25].

Мальтодекстрин. Мальто декстрином є проміжний продукт ферментного розщеплювання рослинного крохмалю, внаслідок чого молекули крохмалю діляться на фрагменти - декстрин. Мальтодекстрин складається з суміші мальтози і декстрину, різних моно- ди- і полісахаридів. Ступінь гідролізу мальтодекстрину може бути різним. [28].

Використання мальтодекстрину дозволяє змінювати ступінь в'язкості продукту, так само мальтодекстрин володіє ефектами згущування і емульгування. Гальмує процес природної зміни кольору. Залежно від ступеня деполімеризації може виступати як формоутворювач або як розпушувач. Легко засвоюється в кишковому тракті.

Мальтодекстрин широко застосовується в харчовій промисловості: у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, при виготовленні приправ і соусів, продуктів швидкого приготування, у виробництві напоїв, в молочній промисловості, при виготовленні морозива, в дитячому харчуванні, дієтичному харчуванні та інші. Мальтодекстрин додають в продукти з метою поліпшення їх консистенції, використовують для збереження та перенесення властивостей смакових та ароматизуючих добавок як інтенсифікатор смаку. Мальтодекстрин покращує і полегшує процес розчинення білків. Використовується як загусник і наповнювач в пудингах, супах, заморожених

продуктах. Покращує смакові якості і зовнішній вигляд хлібобулочних та кондитерських виробів [18, 19].

Як кріопротектор в харчовій промисловості мальтодекстрин застосовується достатньо тривалий час, найширше він застосовується при виробництві морозива і сурими [17]. Вода в продуктах з використанням мальтодекстрину при заморожуванні набуває аморфної форми, відбувається процес склування [15]. Додавання мальтодекстрину до м'ясопродуктів практично не впливає на їх смак [18].

Альгінати. Альгінова кислота та її солі є полісахаридами. Широке використання морських полісахаридів пов'язане з такими їх властивостями, як в'язкість, здібність до набухання, взаємодія з певними структурами [18].

Альгінова кислота є довгими ланцюгами поліуронової кислоти, створюючих водоростеві рослинні волокна. Вони складаються з двох різних мономерних одиниць (маннууронової і гулууронової кислоти) в різних пропорціях. Довгі ланцюги цих кислот можуть перехресний зшиватися в тривимірні ланцюги, які своїми карбоксильними групами захоплюють іони двовалентних металів. Рослинні волокна водоростей не перетравлюються організмом людини та виводяться назовні кишечником. Як і інші природні полімери, альгінова кислота нерозстворима у воді і в більшості органічних розчинників.

Трохи інакше поведуться деякі солі альгінової кислоти. Так, альгінати калію, натрію та магнію добре розчинні у воді. Не розчиняються у воді в основному солі двовалентних та полівалентних металів. Розчинні солі утворюють в'язкі розчини. Саме цю властивість визначає їх практичне використання як загусники, стабілізатори та харчові продукти, що пов'язують у виробництві й лікарські препарати. При додаванні в розчин альгінату натрію, іонів кальцію легко утворюється гель. Альгінова кислота володіє чудовою здатністю адсорбувати воду вагою майже в 300 разів більше власного [53].

Альгінова кислота володіє іонообмінними властивостями. Встановлені ряди катіонів в порядку зростання їх спорідненості до альгінової кислоти, тобто якщо з нею міцніше зв'язується якийсь катіон, то інший катіон

витісняється із сполуки. Так, катіони свинцю, міді, барію, стронцію мають більшу спорідненість до альгінової кислоти, чим, наприклад, катіони кальцію. Тому катіони свинцю витіснятимуть з альгінату кальцію катіони кальцію й самі міцно зв'язуються з альгіновою кислотою [23].

В даний час єдиним сировинним джерелом для отримання альгінової кислоти є солі та бурі морські водорості. Щорічно в світі проводиться і споживається 25 тисяч тонн альгінової кислоти. Кислота та її похідні знайшли застосування в текстильній, винарі, харчовій, медичній, парфюмерно-косметичній та інших галузях промисловості.

Альгінат натрію — сіль альгінової кислоти. Альгінат натрію зареєстрований в харчовій промисловості як харчова добавка E401, отримав велике застосування в харчовій промисловості за рахунок своїх властивостей додавати структуру і в'язкість рідким розчинам, що емульгують і що стабілізує властивості. Альгінат натрію використовують в різних галузях промисловості: у харчовій, фармакології і косметичній. За допомогою альгінату натрію стабілізуються олійно-водні емульсії, такі як майонез або кетчуп, широко застосовується як загусник і гелеутворення в десертах, плавлених сирах, сирних виробках, овочевих, м'ясних консервах. Напрями використання та кількості внесення альгінату натрію не обмежені з медико-біологічної позиції.

Альгінат натрію використовують як стабілізатор емульсій в кремах і лосьйонах, як середовище для приготування кремів, мазів, помад і так далі. Альгінат натрію активно виводить з організму людини важкі метали [25]. Також альгінат натрію застосовують як кріопротектор для інкапсулювання мікробних клітин при холодильному зберіганні різних мікроорганізмів [23].

Розділ 2. Матеріали та методи досліджень.

Відповідно до мети і завдань роботи нами було проведено ряд досліджень на кафедрі технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів та ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького та у лабораторії безпеки харчових продуктів Держпродслужби у Львівській області.

Об'єктами дослідження були обрані харчові добавки та інгредієнти, використані для приготування розчинів, зокрема:

- сорбіт харчовий (E420) із вмістом основної речовини не менше 90%; фосфат харчовий (E450, E451) із вмістом P_2O_5 55% та рН 1% розчину- 8,8; цитрат натрію (E331), із вмістом основної речовини 99 % та рН 1 % розчину 8,40; мальтодекстрин з декстрозним еквівалентом не більше 10; плазма крові;
- трегалоза із вмістом основної речовини не менше 98%;
- гліцерин (E422) із вмістом основної речовини не менше 94%
- сіль кухонна харчова; цукор; розчини кріопротекторів для шприцювання м'ясної сировини; м'ясна сировина.

Довгий м'яз спини від охолоджених свинячих напівтуш обирали як початкову сировину — з рН рівним 5,8. Посолене м'ясо після введення розчину кріопротекторів в кількості 10 % до маси м'яса, витримане в посолі при температурі від 2 до 4°C протягом 24 годин та готовий продукт, а саме готові великокускові напівфабрикати до і після термічної обробки. Для проведення експерименту розсоли готували простим додаванням інгредієнтів у воду при інтенсивному перемішуванні уручну. При складанні розчину частину води замінювали на лід для зниження температури розсолу. Температура готових розчинів складала 4°C.

Сирі напівфабрикати, заздалегідь упаковані у вакуум пакети готували у водяній бані при температурі 80°C впродовж 30 хвилин, після чого напівфабрикати охолоджували.

Визначення температури замерзання і активності води здійснювали за допомогою кріометра АWK-20. Для цього в спеціальну тубу закладався заздалегідь вирізаний зразок з температурою не менше 10°C, після чого в

тубу вводився термальний щуп.

Потім тубу із зразком поміщали в холодильник, на вимірювальній частині приладу вибирали тип зразка рідкий або твердий, після чого зразок охолоджується до початку процесу кристалоутворення, прилад визначає температуру замерзання зразка та заздалегідь запрограмованій формулі проводить розрахунок показника активності води; визначення втрат маси при розморожуванні та втрат маси при кулінарній обробці ваговим методом.

Дослідження структурно-механічних показників. Даний показник визначали за допомогою універсальної випробувальної машини.

Стандартну напругу проколу визначали проколюванням зразків тупою голкою з діаметром 7 мм. з постійною реєстрацією виникаючих опорів.

Розрахунок стандартної напруги проколу проводили за формулою:

$$\sum_n = \frac{P_{cp}}{F_n}, \text{Па}$$

де: P_{cp} - середнє значення всіх зусиль що виникають у момент проколювання, Н

F_n - площа поперечного перетину голки, м^2 ;

Визначення масової частки вологи. Показник масової частки вологи здійснювали висушуванням при температурі 103°C до постійної маси.

Вміст вологи є важливим показником якості м'ясних продуктів. Від вмісту вологи у продукті залежить його поживна цінність (чим більший вміст вологи, тим менша сумарна кількість поживних речовин), термін зберігання (у продуктах з високим вмістом вологи частіше розвивається шкідлива та патогенна мікрофлора), а також органолептичні властивості. Міжнародні стандарти щодо визначення вмісту вологи в м'ясі і м'ясних продуктах передбачають такий максимально допустимий вміст вологи у ковбасах: для варених ковбас – 53-75 %; копчено-варених – 38-43 %; напівкопчених – 35-45 %; сирокочених – 27-30 %, для посічених напівфабрикатів 53-75%

Визначення вмісту вологи у м'ясі та м'ясопродуктах здійснюють такими методами: висушуванням в пристрої Я10-ФВУ; висушуванням в сушильній шафі при температурі $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$; висушуванням в сушильній шафі при температурі $(150 \pm 2)^\circ\text{C}$; висушуванням в сушильному апараті САЛ з нагрівом лампами інфрачервоного випромінювання.

На кафедрі технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів визначення вмісту вологи у м'ясі та м'ясних продуктах проводять відповідно до методики, що викладено нижче.

Матеріальне забезпечення: м'ясорубка побутова або електром'ясорубка з діаметром отворів 4 мм, шафа сушильна, електрична з терморегулятором, сушильний апарат САЛ, терези лабораторні загального призначення 2-го класу точності, з найбільшою межею зважування 200 г і похибкою зважування $\pm 0,001\text{г}$; баня водяна; стаканчики для зважування або бюкси металеві діаметром 50 мм, заввишки 25-35 мм, ексикатор 2-140, 2-190, 2-250, палички скляні, сита з діаметром отворів 0,3 мм і 1,5 мм, пісок річкової або кварцовий, оброблений наступним чином: пісок, який просівається через сито діаметром отворів 1,5 мм і залишається на ситі діаметром отворів 0,3 мм, промивають водопровідною водою до тих пір, доки вода перестане каламутніти. Потім пісок заливають подвійним об'ємом розбавленої 10 соляної кислоти (1:1) і витримують впродовж доби, періодично перемішуючи. Після обробки кислотою пісок повторно промивають водою до нейтральної реакції промивної води на лакмус, висушують при $(155 \pm 5)^\circ\text{C}$ і зберігають у закритій склянці.

Реактиви: спирт етиловий ректифікований, кислота соляна.

Проведення аналізу. В бюкс поміщають пісок, в кількості яка приблизно у 2-3 рази перевищує наважку продукту, скляну паличку і висушують в сушильній при температурі $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ до постійної маси. Потім бюкс закривають кришкою, охолоджують в ексикаторі до кімнатної температури і зважують. В зважений бюкс з піском вносять наважку продукту від 4 до 5 г і повторно зважують. До вмісту бюкса додають 5 см^3 етилового спирту і перемішують скляною паличкою. Поміщають бюкс на водяну баню $(80-90^\circ\text{C})$ і помішуючи паличкою, нагрівають до зникнення запаху етилового спирту. Потім пробу

висушують впродовж 2 год. в сушильній шафі при температурі $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$, охолоджують в ексікаторі та зважують. Висушування продовжують до постійної маси (результати двох послідовних зважувань не повинні відрізнятися більш ніж на 0,1% маси наважки). Кожне повторне зважування проводять після висушування протягом 1 год. при температурі $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$. Вміст вологи (В, %) у досліджуваному зразку розраховують за формулою:

$$B = (m_1 - m_2 / m_1 - m_0) \times 100$$

Визначення водоутримуючої здатності (ВВЗ) проводили за такою методикою.

Наважку масою 2 г гідратували в дистильованій воді в співвідношенні 1: 5 протягом 1 год в скляних хімічних склянках при температурі 20°C . Далі склянки поміщали в термостат з температурою $74 \dots 76^\circ\text{C}$ і витримували 15 хв. Вміст склянок переносили в центрифужні комірки з сітчастими вставками і центрифугували 15 хв. при 1000 об / хв для відділення незв'язаної води. Зважували вміст сітчастих вставок і розраховували водоутримуючу здатність

Кількість незв'язаної води визначали за формулою:

$$\text{ВУС} = \frac{M_r - M_c}{M_c}, \text{ г/г}$$

де M_r – маса гідратованого текстурату, г;

M_c – маса сухого текстурату, г.

Результати досліджень проводили три рази. Остаточних результат визначали по абсолютній похибці.

Проведення аналізу органолептичних показників.

Матеріальне забезпечення: Набір посуду: столові прибори, дерев'яні або металеві голки, термометри з діапазоном $0-100^\circ\text{C}$, водяна баня, електрична плитка.

Проведення дослідження. Для проведення органолептичних досліджень необхідно дотримання умов відповідних рекомендацій до умов і оснащення приміщень.

Органолептична оцінка проводиться для встановлення відповідності органолептичних показників якості продуктів до вимог нормативних документів, а також для визначення показників нових видів м'ясної продукції при впровадженні її у виробництво.

Органолептична оцінка проводиться для визначення зовнішнього вигляду, кольору, смаку, аромату, консистенції та інших показників, за які відповідають органи чуття.

При проведенні органолептичної оцінки необхідно користуватися нормативно-технічною документацією.

Органолептична оцінка посічених напівфабрикатів котлет проводять після термічного оброблення. Порядок їх представлення визначається також ступенем вираження аромату і смаку.

Органолептичну оцінку здійснюють а десятибальною шкалою.

Проведення дослідження: В першу чергу продукт оцінюють цілий, нерозрізаний, потім розрізаний продукт.

Візуально проводять оцінку зовнішнього вигляду, колір, стан поверхні, фіксують запах на поверхні продукту.

Консистенцію визначають шляхом надавлювання шпателем. За допомогою гострого ножа розрізають продукти на тоненькі шматочки, щоб визначити характерний для даного продукту рисунок на розрізі. Колір, вид і рисунок визначають візуально на поперечному і поздовжніх розрізах продукції. Запах і аромат, смак і соковитість оцінюють куштуванням м'ясного продукту, нарізавши його на шматочки. При цьому визначають специфічний запах, аромат, смак; відсутність по сторонніх запахів, присмаків; ступінь вираженості аромату пряності, солоність. Консистенцію визначають надавлюванням, розрізанням, розжовуванням. При визначенні консистенції встановлюють щільність, рихлість, ніжність, крихкість, прудність, при потребі однорідність маси.

В процесі органолептичної оцінки кожний учасник дегустаційної комісії вносить свої оцінки і зауваження у дегустаційний лист запропонованої форми.

Дослідження мікробіологічної безпеки варених ковбасних виробів.

Безпека харчової продукції для здоров'я визначається відповідністю її мікробіологічних нормативів, до встановлених Санітарних правил.

Мікробіологічні показники м'ясної продукції характеризують дотримання технологічних та санітарно-гігієнічних вимог при її виготовленні, умови зберігання, реалізації та транспортування.

Гігієнічні нормативи за мікробіологічними показниками включають контроль за 4 групами мікроорганізмів:

- санітарно-показові, до яких належать мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми (МАФАНМ) та бактерії групи кишкових паличок - БГКП;
- потенційно-патогенні мікроорганізми, бактерії роду *Proteus*;
- патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду *Salmonella*;
- мікроорганізми, що викликають псування продукту - в основному це дріжджі та плісневі гриби.

Виявлення підвищеної кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів свідчить про порушення температурних режимів в процесі виготовлення або зберігання харчового продукту, незадовільний санітарний стан виробництва.

Наявність бактерій групи кишкових паличок, *E.coli*, коагулазопозитивних стафілококів в масі продукту, яка нормується, вказує на незадовільні санітарні умови під час виготовлення продукту або вторинне інфікування його (за рахунок обладнання, рук та носоглотки працівника, санітарного одягу та ін).

Виявлення бактерій роду *Proteus* свідчить про порушення умов, термінів зберігання як сировини, так і готової продукції, незадовільний санітарно-гігієнічний режим виробництва.

Суворі вимоги до відсутності бактерій роду *Salmonella* в харчових продуктах введені в зв'язку із здатністю цих мікроорганізмів викликати не тільки харчові токсикоінфекції при їх масивному розмноженні в продукті, а й інфекційні захворювання при малій дозі інфікування.

2.2. Методи мікробіологічного аналізу

1. Методи відбору, доставки і підготовки проб до аналізу

Відбір проб, підготовку їх до мікробіологічного аналізу, а також культивування мікроорганізмів проводять відповідно до ГОСТ загального призначення: ГОСТ 26668-85, ГОСТ 26669-85, ГОСТ 26670-91.

Приготування розчинів реактивів, фарб, індикаторів та поживних середовищ здійснюють за ГОСТ 10444.1-84.

2. Методи аналізу

При контролі мікробіологічної якості і безпеки м'ясної продукції, що швидко псується, визначають такі групи мікроорганізмів: мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії групи кишкових паличок (коліформи), *E.coli*, коагулазопозитивні стафілококи, бактерії роду *Salmonella*, бактерії роду *Proteus*, а також, дріжджі та плісняві гриби.

Визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів

Аналіз виконують у відповідності до вимог ГОСТ 10444.15-94.

Метод заснований на кількісному підрахунку колоній мікроорганізмів, що виростають в глибині і на поверхні щільного поживного агару при посіві глибинним методом і інкубації при температурі (30 $\pm$ 1) град.С протягом 72 ($\pm$ 3) год. в аеробних умовах.

Визначення бактерій групи кишкових паличок (коліформ)

До бактерій групи кишкових паличок віднесені аеробні та факультативно-анаеробні, грамнегативні, не утворюючі спор палички, які ферментують лактозу з утворенням кислоти та газу. Включають слідуючі роди з родини *Enterobacteriaceae*: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*. Термін "бактерії групи кишкових паличок (БГКП) ідентичний прийнятому у міжнародній практиці терміну "coliformes" (коліформні бактерії).

Аналіз по визначенню вмісту БГКП в кулінарних стравах та виробих виконують у відповідності з ГОСТ 7702.2.2-93.

Метод заснований на використанні рідкого середовища збагачення, яке містить лактозу, для визначення здатності ферментувати її з утворенням

кислоти та газу і збільшенням росту з наступним виділенням їх на твердих диференційно-діагностичних середовищах.

Визначення *Escherichia coli*

E.coli - грамнегативні безспорові палички, що не утилізують цитрат, і входять до групи колиформ. Вони є індикатором відносно свіжого фекального забруднення, здатні рости і ферментувати лактозу при температурах вище температури тіла людини і теплокровних тварин (44,0 $\pm$ 1) град.С.

Метод заснований на властивості *E.coli* ферментувати лактозу з утворенням кислоти і газу при температурі (44 $\pm$ 1) град.С протягом 24-48 годин. Ідентифікацію *E.coli* проводять за ознаками: утворення індолу, позитивна реакція з метиловим червоним, негативна реакція Фогес-Проскауера (утворення ацетилметилкарбінолу), та відсутність здатності утилізувати цитрати.

Наважку продукту 1 г або 10 куб.см із розведення 10 засівають в середовище Кеслер у співвідношенні 1 : 9, інкубують при (44 $\pm$ 1) град.С 24 години. При відсутності росту посіви залишають ще на добу в термостаті. Якщо в посівах газ відсутній, то дають відповідь про відсутність в продукті *E.coli*.

Посіви, в яких виявлений газ або інші ознаки росту (помутніння середовища), підлягають подальшому дослідженню. Проводять висів на чашки Петрі з підсушеним середовищем Ендо або Левіна так, щоб отримати ізольовані колонії. Посіви інкубують при (37 $\pm$ 0,5) град.С протягом 24 годин. Ешеріхії на середовищі Ендо утворюють колонії червоні з металевим блиском або без нього, рожеві, на агарі Левіна - темно-фіолетові з металевим блиском або без нього. Якщо при фарбуванні за Грамом в мазках виявляються грамнегативні безспорові палички, то всі типові колонії підлягають ідентифікації за ІМАЦ-тестами (реакція на індол, реакція з метиловим червоним, реакція Фогес-Проскауера, утилізація цитратів).

Реакція з метиловим червоним

В пробірки з залишками середовища Кларка додають по 5 крапель метилового червоного. Червоне забарвлення вказує на позитивну реакцію.

Визначення бактерій роду *Proteus*

До роду *Proteus* належать грамнегативні безспорові поліморфні, в основному рухливі палички родини Enterobacteriaceae, які дають характерні біохімічні тести. Ці бактерії можуть відігравати суттєву роль серед етнологічних факторів харчових токсикоінфекцій.

Визначення бактерій роду *Proteus* проводять згідно з ГОСТ 28560-90. Метод заснований на властивості бактерій роду *Proteus* давати повзучий вуглеподібний ріст на м'ясо-пептонному агарі ("роїння"), характерний ріст на селективних поживних середовищах.

Проведення досліджень. Для визначення присутності протeya вносять 0,1 см³ витяжку в конденсаційну воду скошеного м'ясо - пептонного агару, і поміщають в термостат 18-24 год і вивчають одержану культуру.

Для підтвердження наявності протeya у Н- формі в 5 см³ досліджуваної витяжки вносять в конденсаційну воду свіжоскошеного м'ясо-пептонного агару, який розливають у широкі пробірки не торкаючись поверхні середовища (метод Шукевича). Пробірки поміщають у термостат за температури 37 °С вертикально. Через 18-24 год. проводять огляд посівів. Звертають увагу на утворення вуглеподібного нальоту з голубим відтінком: на скошеному агарі культура піднімається із конденсаційної рідини вгору по поверхні середовища. При появі характерного росту мікробів роду *Proteus* зафарбовані за Грамом мазки досліджують під мікроскопом і вивчають рухомість мікробів у роздавленій і висячій краплі.

Для виявлення О-форм можна проводити дослідження на середовищі Плоскірева. О- форма протeya проростає на цьому середовищі у вигляді прозорих колоній. Середовище злегка підлужнюють і забарвлення стає жовтим. Після пересівання на середовище Крумвіде- Олькеницького в модифікації Ковальчука при наявності бактерій із групи протeya середовище зафарбовується в яскраво-червоний колір (внаслідок розщеплення сечовини) і може утворювати червоний осад з можливим розривом агарового стовпця (внаслідок утворення сірководню).

Виявлення в середовищі поліморфних грам негативних палочок, які утворюють характерний ріст на на середовищах В Н-формі (рухомі) і О-формі

(нерухомі), ферментують глюкозу і сечовину і не ферментують лактозу і манніт, вказують на наявність бактерії роду *Proteus*.

Визначених бактерій роду *Salmonella*

Сальмонели - великий рід родини ентеробактерій, який включає понад 2000 сероварів, більшість яких має патогенні властивості. До сальмонел належать аеробні та факультативно-анаеробні грамнегативні, переважно рухливі палички (*S.pullorum* та *S.gallinarum* - нерухливі), які добре ростуть на звичайних поживних середовищах і харчових субстратах.

Визначення бактерій роду *Salmonella* проводять згідно з ГОСТ 7702.2.3-93, а також у відповідності з "Инструкцией о порядке расследования, учета и проведения лабораторных исследований в учреждениях санитарно-эпидемиологической службы при пищевых отравлениях" N 1135-73. Метод аналізу заснований на використанні збагачувальних середовищ для накопичення патогенних мікроорганізмів, їх виділенні на селективних агарових середовищах з наступним проведенням біохімічної та серологічної ідентифікації.

Проведення досліджень.

Наважку продукту 25 г, вносять у флакони Сокслета, які містять 100см³ збагаченого середовища Мюлера. Рідина у флаконі повинна піднятися до позначки 125 см³. Флакони ретельно стряхують і поміщають в термостати при температурі 37°C. Через 16-24 год після ретельного перемішування з допомогою бактеріологічної петлі, або пастерівської піпетки проводять висів із збагаченого середовища у чашки Петрі з попередньо підсушеним середовищем Ендо, або Плоскірева.

Чашки з посівами поміщають в термостат температурою 37 °C. Посіви вирощують на середовищах Ендо, Плоскірева, оглядають через 24-48 год.

На середовищі Ендо бактерії роду сальмонелл утворюють безколірні або з рожевим відтінком колонії. На середовищі Плоскірева сальмонели ростуть у вигляді безколірних колоній, але вони більш щільні і менші ніж на середовищі Ендо.

Визначення величини рН - методом потенціометра за допомогою портативного вимірника.

Розділ 3. Експериментальні дослідження та виклад результатів.

Порівняльне дослідження кріопротекторних властивостей харчових добавок та інгредієнтів

Одними з найважливіших показників, які обумовлюють кріопротекторну дію харчових добавок є активність води та температура замерзання. З фізичної точки зору, температура замерзання характеризує здатність системи чинити опір утворенню льоду, під дією зниження температури нижче 0°C. А активність води показує частку води, зв'язаної в продукті розчиненими в ній речовинами.

Вивчення впливу різних концентрацій кріопротекторів на температуру замерзання та активність води.

Для вивчення впливу кріопротекторних добавок та інгредієнтів на температуру замерзання та активність води в м'ясну сировину вводили кріопротектори у вигляді розчинів тих, що забезпечують наступні концентрації речовин у водних зразках:

- сорбіт, гліцерин, мальтодекстрин, трегалоза — 2%, 4%, 6%;
- фосфат - 0,2 і 0,5%;
- цитрат - 0,2% і 0,6%;
- плазма крові - 1% і 2,5%;
- альгінат натрію - 1%;

У розчини кріопротекторів вводили кухонну сіль з розрахунку 1% до маси м'ясної сировини.

Результати досліджень, подані на рисунку 3.1 та 3.2 показали, що найбільш вираженим кріопротекторними властивостями володів сорбіт. При внесенні його в кількості 6% активність води знижувалася на 0,03 та складала 0,958, а температура замерзання - до мінус 5,08°C.

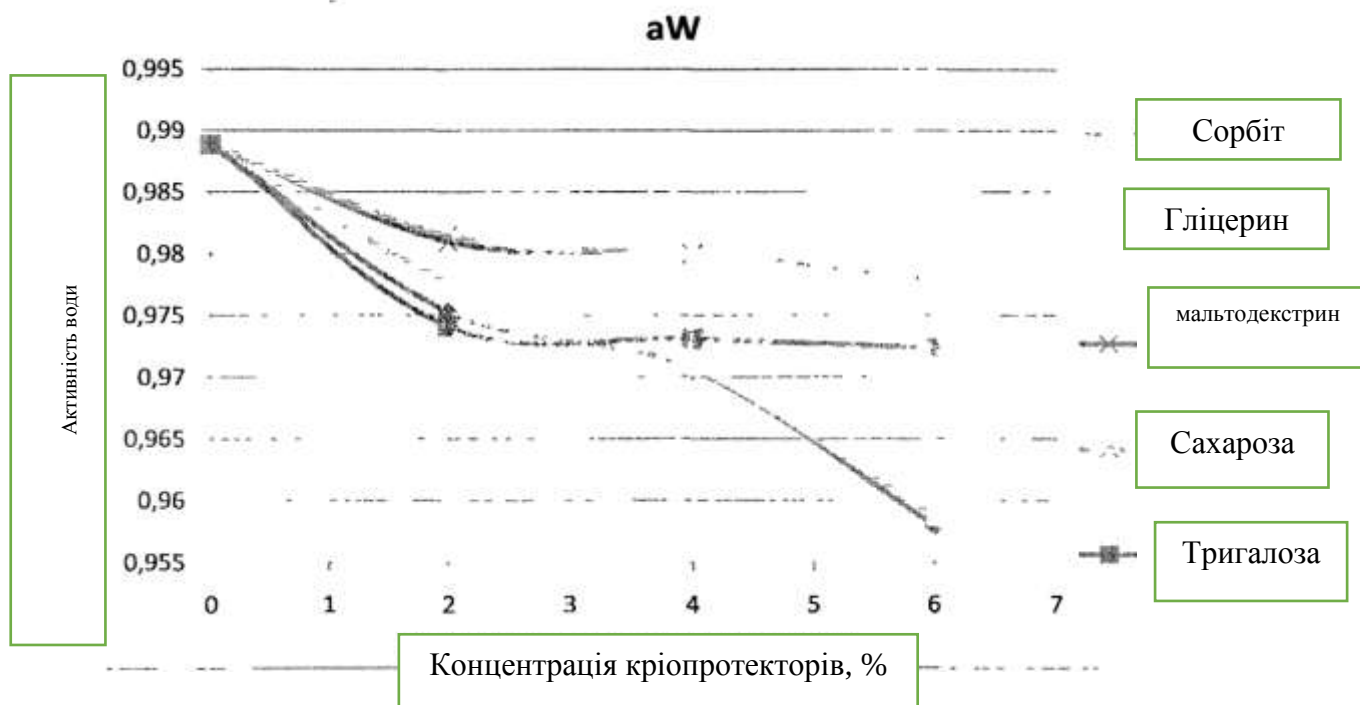


Рис. 3.1 - Вплив концентрації харчових добавок та інгредієнтів на активність води модельних зразків м'ясної сировини у присутності 1% кухонної солі.

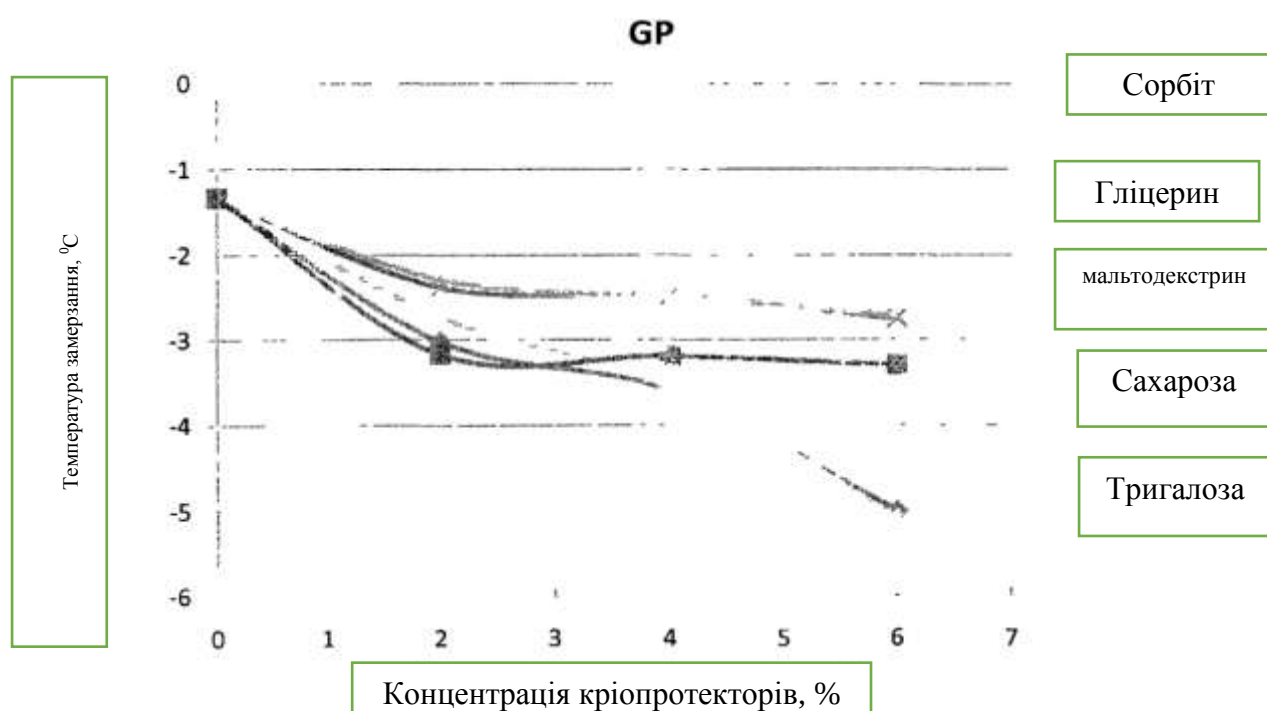


Рис. 3.2. Вплив концентрації харчових добавок та інгредієнтів на температуру замерзання модельних зразків м'ясної сировини у присутності солі

Найбільш слабкі кріопротекторні властивості були зафіксовані для сахарози та мальтодекстрину. При внесенні 4% цих речовин в зразки активність води склала 0,9799 і 0,98 відповідно, а температура замерзання - мінус 2,5°C та мінус 2,55°C. Встановлено, що збільшення дози внесення у

зразки мальтодекстрину та сахарози з 4 % до 6 % практично не впливало на значення активності води та кріоскопічної крапки. При внесенні до зразків 6% трегалози активність води склала 0,9723, температура замерзання мінус 3,35°C. Внесення гліцерину в кількості 6% знижувало значення активності води до 0,9587, а температуру замерзання до мінус 5,08°C.

Дослідження температури замерзання та активності води в зразках м'яса, які містять, цитрат та фосфат, показали що ці харчові добавки володіють вираженими кріопротекторними властивостями в кількостях, технологічно прийнятих для використання в м'ясній промисловості. Так, внесення фосфату в кількості 0,3 % знижувало температуру замерзання до мінус 2,6°C. Під дією збільшення концентрації цитрату зниження температури і активності води проходило менш динамічно, порівняно з введенням фосфату. Так, збільшення вмісту цитрату до 0,6 % знижувало температуру замерзання до мінус 2,7°C.

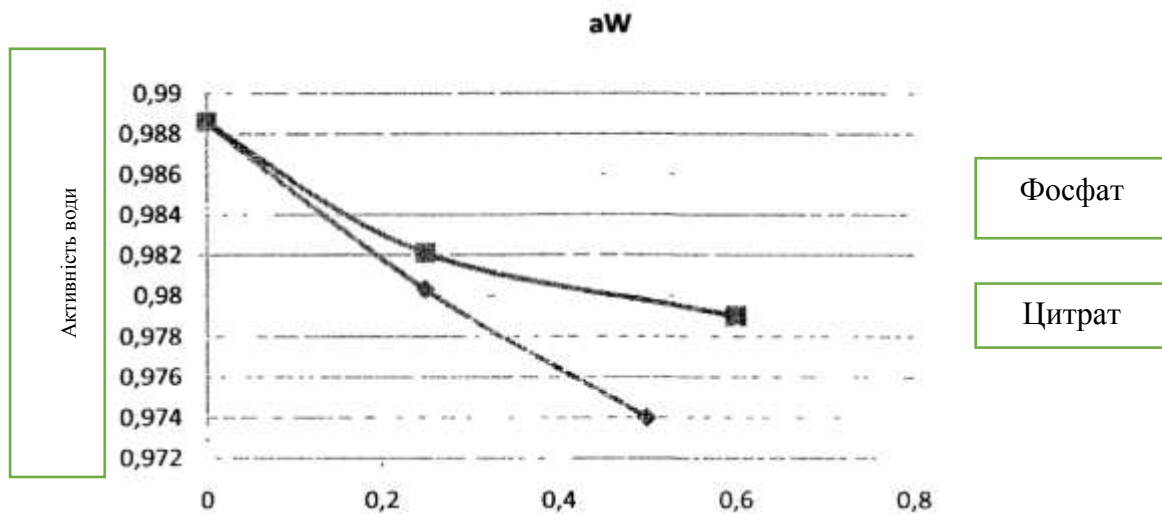


Рис. 3.3 Вплив концентрації фосфату і цитрату на активність води

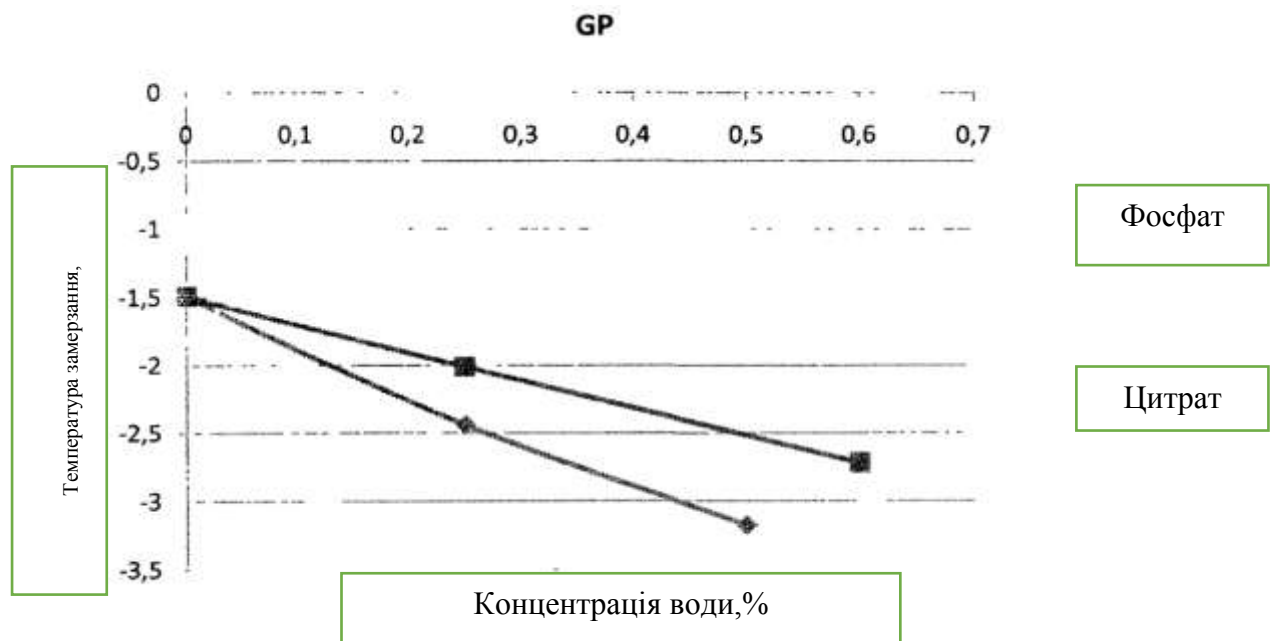


Рис.3.4 Температура замерзання модельних зразків м'ясної сировини у присутності 1 % кухонної солі.

Результати досліджень впливу альгінату натрію та плазми крові на температуру замерзання та активність води показали, що введення плазми крові в кількості 2,5% знижувало активність води до 0,98, а температуру замерзання до мінус 2,48°C, введення 1% альгінату натрію практично не змінювало активність води дослідного зразка і склало 0,9886, а температура замерзання мінус 1,5°C. Таким чином найбільш неефективними кріопротекторними речовинами були визнані альгінат натрію та плазма крові, введення даних речовин в дослідні зразки практично не впливало на активність води і температуру замерзання, у зв'язку з цим було ухвалено рішення відмовитися від подальшої роботи з даними речовинами.

Вивчення впливу кріопротекторів, що володіли солодким смаком, на органолептичні властивості напівфабрикатів зі свинини. •

Сахароза, мальтодекстрин, гліцерин, сорбіт, трегалоза відносяться до харчових добавок та інгредієнтів, солодким смаком, що володіє (підсолоджувачам).

Проте, якщо відносно цукру та мальтодекстрину, була практика, що склалася, по застосуванню та кількості даних харчових добавок, що вносилися, особливо при виробництві сиркопчених ковбас та делікатесної продукції, то відносно трегалози, гліцерину та сорбіту така практика була

відсутня.

У зв'язку з цим, для вивчення впливу кріопротекторів, що володіють солодким смаком, на органолептичні властивості напівфабрикатів зі свинини готувалися дослідні зразки напівфабрикатів з різним вмістом кріопротекторів. Результати досліджень показали, що внесення кріопротекторів в кількостях, необхідних для їх ефективної роботи, після доведення їх до кулінарної готовності в цілому, не впливало на зовнішній вигляд і запах зразків. Введення гліцерину, сорбіту і трегалози в кількості більше 2% до маси м'яса приводило до погіршення органолептичних властивостей за рахунок надання надмірному солодкому смаку відміченому дегустаторами як нетипового для м'ясних виробів. В таблиці нижче подані зразки м'ясних напівфабрикатів до яких застосовували гліцерину, сорбіту і трегалози.

Таблиця

Результати органолептичної оцінки м'ясних напівфабрикатів з різними
концентраціями кріопротекторів.

Зразки	Оцінка, бал					
	Зовнішній вигляд	Колір	Смак	Запах	Консистенція	Загальна оцінка
№1 (контрольний)	4,4	5,0	4,9	4,9	4,3	4,5
№2 (2% сорбіту)	4,9	5,0	4,7	4,9	4,5	4,7
№3 (3% сорбіту)	4,8	5,0	3,0*	4,9	4,8	3,5
№4 (4% сорбіту)	4,8	5,0	2,4*	4,9	4,9	3,1
№5 (2% гліцерину)	4,8	5,0	4,6	4,9	4,5	4,7
№6 (3% гліцерину)	4,8	5,0	3,2*	4,9	4,7	3,5
№ 7 (4% гліцерину)	4,8	5,0	2,5*	4,9	4,8	3,2
№8 (2% трегалоз)	5,0	5,0	4,8	4,9	4,5	4,8
№9 (3% трегалоз)	4,9	5,0	3,8*	4,9	4,9	3,8
№ 10 (4% трегалоз)	4,9	5,0	2,6*	4,9	4,9	3,3

Оцінки нижче 3 х балів були виставлені дегустаторами за неприйнятно

солодкий смак зразків. максимальне середньоквадратичне відхилення склало 0,12 для оцінок нижче 5,0. Найбільш високу дегустаційну оцінку отримали зразки, що містили 2% сорбіту, 2% гліцерину та 2% трегалоз. При цьому дегустаторами не були відмічені недоліки смаку, що очікувалися в цих зразках унаслідок значної, щодо технологічних рівнів внесення сахарози, концентрації підсолоджувачів. Так само було відмічено, що всі дослідні зразки володіли кращою (монолітнішою і соковитішою) консистенцією.

За наслідками органолептичної оцінки було визначено, що дози застосування які широко не використовувалися в м'ясній промисловості гліцерину, сорбіту і трегалози — понад 2% - були не прийнятні з позиції суттєвого зниження споживчої якості продукції. Таким чином вказана доза застосування була обґрунтована як не погіршуюча органолептичні показники готового продукту і як достатня для досягнення потрібної кріопротекторної дії

Розробка технології кріопротекторних композицій

На підставі результатів дослідження окремих харчових добавок та інгредієнтів були розроблені оптимальні рівні внесення куховарської солі та кріопротекторів на 100 кг м'ясної сировини. Для апробації були вибрані рецептури композицій, величина рН 10%-х розчинів яких не перевищувала 9,0 (табл. 3.3 і 3.4). Рівень рН вище 9,0 був не бажаний з погляду зрушення рН м'ясної сировини і його підвищення до рівня, здатного надавати негативну дію на мікробіологічну безпеку продукту, а так само надати небажані зміни на органолептичні характеристики напівфабрикатів при кулінарній обробці.

Розробка технології кріопротекторних композицій та дослідження їх властивостей.

На підставі результатів дослідження окремих харчових добавок і інгредієнтів були розроблені оптимальні рівні внесення куховарської солі та кріопротекторів на 100 кг м'ясної сировини. Для апробації були вибрані рецептури композицій, величина рН 10%-х розчинів яких не перевищувала

9,0. Рівень рН вище 9,0 був не бажаний з погляду зміни рН м'ясної сировини і його підвищення до рівня, здатного надавати негативну дію на мікробіологічну безпеку продукту, а так само чинити небажаний вплив на органолептичні характеристики напівфабрикатів при кулінарній обробці

В таблиці нижче подано композиції зразків кріопротекторних добавок.

Таблиця

Дози внесення харчових добавок та інгредієнтів при розробці та апробації рецептур експериментальних кріопротекторних композицій

Назва показника/компоненту	Кількість, кг на 100 кг м'яса				
	Зразки композицій				
	№1	№2	№3	№4	№5
Кухонна сіль	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Сорбіт харчової	2,0	1,5	1,5	-	-
Гліцерин	-	-	-	1,5	1,5
Трегалоза	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Фосфат харчовий	-	0,3	-	0,3	- •
Цитрат натрію	-	-	0,6	-	0,6 '

Запропонувавши низку кріопротекторних композицій ми дослідили їх органолептичні характеристики та подали у таблиці запропонованій нижче.

Характеристики кріопротекторних композицій

Назва показника	Зразки композицій				
	№1	№2	№3	№4	№5
рН 10%-го розчину композиції	7,69±0,02	8,88±0,02	7,75±0,02	8,93±0,02	7,78±0,02
Зовнішній вигляд	Сипкий, кристалічний порошок білого кольору з включеннями крупніших частинок.			Пастоподібна маса, з включеннями не розчинених компонентів, світложовтого кольору	
Запах	Без сторонніх запахів				
Смак	Солоно-солодкий смак.				

Композиції №1, №2 і №3 на основі сорбіту і трегалози були порошками білого кольору. з включеннями крупніших частинок, композиції №4 і №5 на основі трегалози та гліцерину були пастоподібною масою, з включеннями компонентів, що не розчинилися, світложовтого кольору. Всі композиції були без запаху і мали солоно-солодкий смак. Найбільше значення рН було зазначене в зразках №2 і №4 що містили харчовий фосфат, і складало 8,88 і 8,93, відповідно. Найменше, значення рН було зазначено в зразку №1, що не містить фосфат і цитрат та склало 7,69.

Вивчення впливу комплексних кріопротекторних добавок на температуру замерзання та активність води напівфабрикатів

З метою вивчення сумісного впливу кухонної солі та композицій кріопротекторів на фізико-хімічні та органолептичні показники м'яса в процесі зберігання при температурі не вище мінус 18°C були виготовлені дослідні зразки напівфабрикатів.

Для цього готували рросоли в кількості 10% до маси м'ясної сировини. У необхідній кількості води розчиняли фосфат або цитрат і кухонну сіль. Після додавання кріопротекторів перемішували до повного розчинення всіх компонентів.

Отриманий розсіл охолоджували до температури 4°C та ін'єктували в

заздалегідь підготовлене м'ясо. Потім зразки масажували впродовж однієї години при температурі не вище 4°C та витримували в засолі при температурі від 2°C до 4°C. Через 24 години зразки заморожували і зберігали при температурі не вище мінус 18°C впродовж 30 діб.

Використання формули $y = \frac{1}{(a+b \cdot x^c)}$ дозволило спрогнозувати вплив кріопротекторів у складі композицій на зниження значень температури замерзання та активності води зразків напівфабрикатів.

* -x – концентрація кріопротектора

a,b,c, - коефіцієнти для різних кріопротекторних речовин.

Порівняння очікуваних значень температури замерзання зразків напівфабрикатів, розрахованих по формулі (вище) виходячи з гіпотези можливого підсумовування кріопротекторного ефекту, з фактичними значеннями цього показника в дослідних зразках, показало, що такий сумарний ефект спостерігався для композицій №4 і №, які містять як основу гліцерин та трегалозу.

Найменш ефективною виявилася композиція №1 її використання дозволило знизити температуру замерзання мінус 3,5°C, а активність води до 0,9668. Найбільш ефективною виявилася композиція №5, що містить цитрат натрію, трегалозу і гліцерин, її введення понизило температуру замерзання до мінус 5,77°C.

Дослідження впливу комплексних кріопротекторних добавок на вологоутримуючу здатність напівфабрикатів

Важливим фізико-хімічним показником, пов'язаним з консистенцією м'яса і м'ясопродуктів, є вологозв'язуюча здатність. Дослідження влагозв'язуючої здатності проводили методом пресування. Результати визначення впливу кріопротекторів на величину вологозв'язуючої здатності модельних зразків м'яса показали, що всі дослідні зразки володіли, вологозв'язуючою здатністю - 100 %, тоді як її значення в контрольному зразку складало лише - 90,3 %.

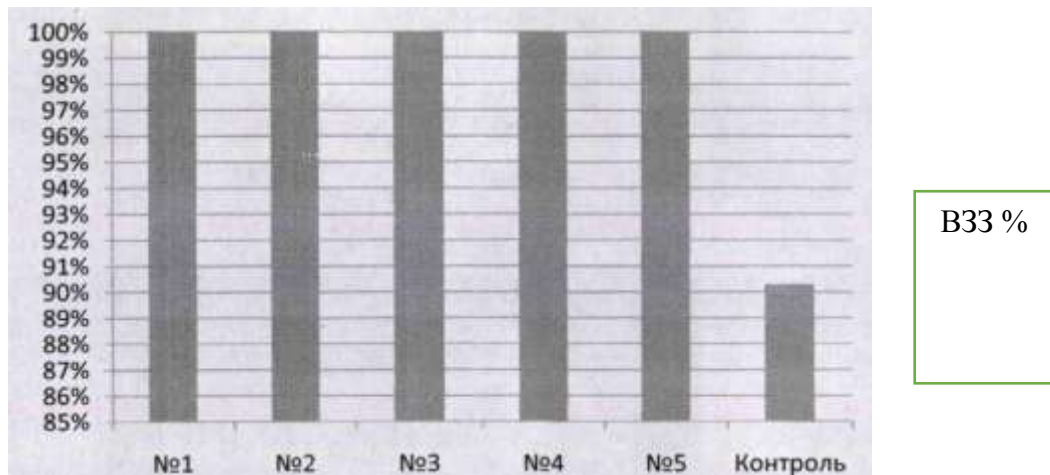


Рис. 3.5 Вологозв'язуюча здатність в % до загальної вологи напівфабрикатів, що містять композиції кріопротекторів № 1 -5

Виявлений позитивний вплив всіх композицій на значення вологоутримуючої здатності м'яса пояснювався за рахунок підвищення іонної сили в результаті введення кухонної солі, фосфату та цитрату натрію, а так само вологоутримуюча здатність агентів - трегалози, сорбіту та гліцерину. Максимальні значення вологоутримуючої здатності свідчили про зміну форм зв'язку між білками м'яса і води, що також підтверджували стійкість зразків до процесів кристалоутворення.

Вивчення впливу комплексних кріопротекторних добавок на втрати маси напівфабрикатів при розморожуванні

Втрати харчового білка при розморожуванні м'яса можуть досягати до 10%. Визначення впливу композицій кріопротекторів на величину втрат при розморожуванні крупнокускових напівфабрикатів має важливе значення з економічної позиції, а також харчової цінності продукції.

Розморожування проводили в стандартних умовах при температурі повітря 20-22°C до досягнення температури не вище плюс 1°C.

Вивчення впливу кріопротекторних композицій на втрати маси зразків при розморожуванні показало, що їх введення сприяло зниженню втрат маси при розморожуванні на 34,5 % - 51,4% в порівнянні з контрольним зразком.

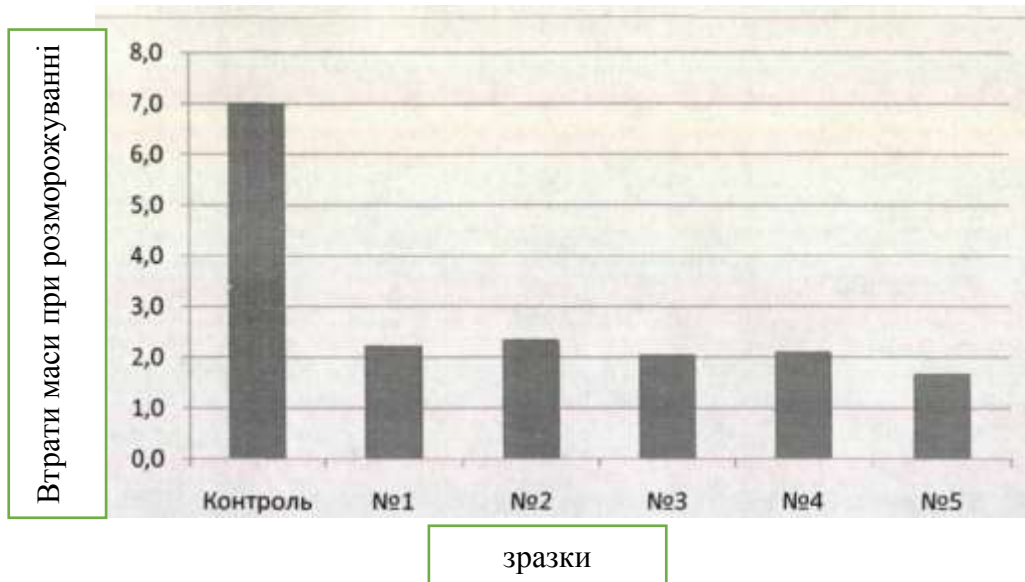


Рис. 3.6 Втрат маси при розморожуванні зразків після зберігання при температурі не вище мінус 18°C протягом 30 діб

Найменші втрати були у зразків №3 з сорбітом і №5 з гліцерином - 2,0 % і 1,7 % відповідно, найбільші втрати були у контрольного зразка і склали 7% (рис. 3.6).

З погляду споживача, колір є однієї з найважливіших характеристик, що визначає перевагу при виборі продукції, а відносно м'яса і м'ясної продукції - також характеристикою, що асоціюється зі свіжістю продукту. У зв'язку з цим важливим є, щоб розроблені композиції не тільки не викликали негативної зміни кольорних характеристик м'яса, але і зберігали колір характерний для свіжого м'яса.

Вивчення впливу комплексних кріопротекторних добавок на органолептичні характеристики напівфабрикатів після розморожування.

Для органолептичної оцінки сирі напівфабрикати розморожували, як було описано вище. Потім пакували в пакети з полімерних матеріалів і варили при температурі 80-85°C до досягнення температури в центрі продукту 70-72°C. По різниці між масою сирого та вареного продукту визначали втрати при варінні. Готовий продукт звільняли від упаковки і піддавали дегустації. Дегустаційна комісія була представлена складом з 7 дегустаторів - фахівців.

Вивчення впливу кріопротекторних композицій на органолептичні

властивості напівфабрикатів зі свинини показало, що внесення композицій №2, №3, №4, №5 в цілому, не впливало на зовнішній вигляд, запах і смак зразків. Введення композиції №1 приводило до погіршення смаку за рахунок додання зразкам солодкого смаку. Результати подано в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Результати органолептичної оцінки готових напівфабрикатів після зберігання при температурі мінус 18 °С протягом 30 діб

Зразки	Оцінка, балл*					
	Зовнішній вигляд	Колір	Смак	Запах	Консистенція	Загальна оцінка
Контроль	4,4	5,0	4,9	5,0	4,0	4,5
№1	4,7	5,0	3,7	5,0	4,5	3,8
№2	4,8	5,0	4,9	5,0	4,8	4,9
№3	4,9	5,0	4,9	5,0	4,9	4,9
№4	4,81	5,0	4,9	5,0	4,8	4,9
№5	5,0	5,0	4,9	5,0	5,0	4,9

По консистенції всі дослідні зразки володіли монолітнішими, декілька ущільненою структурою, найбільш високі оцінки, вище за контрольний зразок отримали дослідні зразки з внесенням композицій №2 і №5. При кулінарній обробці всі дослідні зразки втрачали на 15-20% менше вологи, по відношенню до контрольного зразка, так найменші втрати були відмічені в зразках №2 і №4 і склали 12% і 11% відповідно, тоді як в контрольному зразку втрати при кулінарній обробці досягали 18%. Грунтуючись на результатах комплексу проведених досліджень, були відібрані суміші №3 і №5, що володіють найбільш яскраво вираженими кріопротекторними властивостями. Внесення цих композицій дозволяло досягти якнайкращого збереження дослідних зразків при заморожуванні, холодильному зберіганні. Ці композиції були відібрані та використані для проведення експерименту по зберіганню крупнокускових напівфабрикатів температури яких перевищують їх температуру замерзання - від мінус 4°C до мінус 5°C з метою вивчення

можливості тривалішого збереження якості та безпеки у цій продукції за рахунок введення кріопротекторів.

Вивчення впливу композицій кріопротекторного дії на показники якості напівфабрикатів при температурі зберігання від мінус 4°C до мінус 5°C. Для проведення дослідження по зберіганню зразків при температурі від мінус 4 до мінус 5°C, були підготовлені кріопротекторні композиції склад і характеристики яких подані на таблицях 3.7 і 3.8.

Для введення кріопротекторних композицій в м'ясну сировину готували розсоли в кількості 10% до маси м'ясної сировини. Розсіл готували простим, перемішуванням, до повного розчинення всіх компонентів. Отриманий розсіл охолоджували до температури 4°C та ін'єктували в заздалегідь підготовлене м'ясо. Потім зразки масажували протягом однієї години при температурі не вище 4°C та витримували в засолюванні при температурі від 2°C до 4°C. Через 24 години зразки поміщали в морозильну камеру з температурою повітря від мінус 4°C до мінус 5°.

Таблиця 3.7

Рецептури кріопротекторних композицій

Назва компонента	Кількість, кг на 100 кг м'яса	
	Зразки композицій	
	№3	№5
Кухонна сіль	1,0	1,0
Сорбіт харчової	1,5	-
Гліцерин	-	1,5
Трегалоза	1,5	1,5
Фосфат харчової	-	-
Цитрат натрію	0,6	0,6

Таблиця 3.8

Характеристики кріопротекторних композицій

Назва показника	Зразки композицій	
	№3	№5
pH 10%-го розчину композиції	7,75±0,02	7,78±0,02
Зовнішній вигляд	Сипкий, кристалічний порошок білого кольору з включеннями крупніших частинок.	Пастоподібна речовина, з включеннями не розчинених компонентів, ясно-жовтого кольору
Органолептичні характеристики	Без сторонніх запахів, солоно-солодкий смак.	

Всі контрольні та дослідні зразки зберігали в однакових умовах в температурному інтервалі від мінус 4°C до мінус 5°C протягом 27 діб. Дослідні зразки з композиціями №3 і №5 при зберіганні не замерзали, - вони зберігали пружну структуру, характерну для свіжого охолодженого м'яса: при натисканні утворювалася ямка, яка потім зникала.

Вивчення впливу добавок кріопротекторної дії на фракційний склад білків напівфабрикатів при температурі від мінус 4 до мінус 5°C

Дослідження зміни фракційного складу білків в процесі зберігання зразків м'яса при температурі від мінус 4 до мінус 5°C проводили методом в 10% ПААТ. Як стандарт були використані білки з відомими молекулярними масами.

При внесенні 5 мкл - зразка були виділені фракції білків представлені в таблиці 3.8. Було відмічено, що спостерігалася вища екстрагованість білка контрольного зразка, чим в зразках з сумішами кріопротекторів №3 і №5, проте з дослідного зразка з кріопротекторної композицією №3 було виділено 2 фракції з молекулярною вагою понад 100 кДа, фракції. Фракції з молекулярною вагою менш 25кДа були відсутні у всіх зразках.

Таблиця 3.8

Фракційний склад білків на першому тижні зберігання

№ Зразка	Кількість білкових фракцій				
	>100 кДа	100-70 кДа	56 до Да	40-25 кДа	25 кДа
Контрольний зразок	1 значна фракція 100 кДа	4	1	2	1
Композиція №3	1	5	1	2	1
Композиція №5	2	4	1	2	1

В процесі зберігання при малих негативних температурах у всіх зразках спостерігався розпад білків, властивий процесам автолізу так на другому тижні зберігання у всіх зразках було відмічено відсутність білкових фракцій з молекулярними масами більше 100 кДа (табл. 3.9). Також зазначили що в зразку №5 збільшувалася кількість низькомолекулярних фракцій білка, що свідчило про розвиток автолітичних змін.

Таблиця 3.9'

Фракційний склад білків на другому тижні зберігання

№ Зразка	Кількість білкових фракцій				
	>100 кДа	100-70 кДа	56 до Да	40-25 кДа	<25 до Да
Контрольний зразок	-	1	1	2	1
Композиція №3	-	1 (мінор) -100 кДа	1	2	2
Композиція №5	-	2 (мінор) 100 кда 1-70кДа	1	2	4

На третьому тижні дослідні та контрольні зразки практично не відрізнялися між собою за фракційним складом білків, у всіх зразках було виділено по 4 фракції з молекулярними масами менше 25 кДа, тільки у контрольного зразка була виділена фракція з молекулярною масою 100 кДа (табл 3.10).

Таблиця 3.10

Фракційний склад білків на третьому тижні зберігання

№ Зразка	Кількість білкових фракцій				
	>100 кДа	100-70 кДа	56 до Да	40-25 кДа	<25 кДа
Контрольний зразок	-	1 і 1 мінор 1-70кДа	1	2	4
Композиція №3	-	3 (мінор) - 100 кДа 1 -70кДа	1	2	4
Композиція №5		3(мінор) 100кДа 1-70кДа			

Як видно з результатів досліджень в дослідних зразках зміна фракційного складу білків відбувалася швидше. Це пояснювалося тим, що при таких температурах зразки не замерзали, а залишалися в змозі близькому до охолодженого м'яса, що дозволяло протікати автолітичним процесам швидше, ніж в контролі.

Дослідження впливу добавок кріопротекторної дії на мікробіологічні показники напівфабрикатів при температурі від мінус 4 до мінус 5°C

Мікробіологічні дослідження контрольного та дослідних зразків з кріопротекторними композиціями в процесі зберігання при температурах мінус 4°C; —5°C показали наступне. В процесі зберігання зразків на першому тижні спостерігалось незначне зростання мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів. Так, до кінця 1-го тижня загальна кількість мікроорганізмів склала $1 \cdot 10^4$ КУО/г для дослідних і $2 \cdot 10^4$ КУО/г для контрольного зразка. На другому тижні зберігання продовжувалося незначне зростання мікроорганізмів у всіх зразках. Так для дослідних зразків до кінця другого тижня зберігалися значення Кмафанм та складали $2 \cdot 10^4$ КУО/г, а в контрольному $1 \cdot 10^5$ КУО/г. На третьому тижні зберігання зростання кількості мікроорганізмів було відсутнє у всіх зразках, на 27 добу зберігання значення Кмафанм всіх зразків не перевищувало максимально допустиме у нормативних документах.

За мікробіологічними показниками кріопротекторні суміші повинні відповідати вимогам, які подані в нормативних документах. Дослідження мікробіологічних показників зразків з кріопротекторними добавками подано в таблиці.

Таблиця 3. 11

Назва показника	Значення показника
Кмафанм, КУО/Г, не більш	$5 \cdot 10^4$
Маса продукту (г), БГКП (коліформи)	1,0
в якій не Патогенні мікроорганізми	25
допускаються: зокрема сальмонели	
Дріжджі, КОЄ/Г, не більш	50,0
Цвіль, КОЄ/Г, не більш	$1 \cdot 10^2$

Склад кріопротекторних сумішей приведений в таблиці

Таблиця

Назва комплексної харчової добавки	Склад комплексної харчової добавки
«КРІОПРОТЕКТ-1»	цитрат натрію (Е 331), сорбіт харчової (Е 420), трегалоза
«КРІОПРОТЕКТ-2»	цитрат натрію (Е 331), гліцерин харчової (Е422), трегалоза

Дослідження фізико-хімічних показників запропонованих добавок подано в таблиці нижче.

Таблиця 3

Найменування показника (характеристика)	Значення показника для кріопротекторних сумішей	
	«КРІОПРОТЕКТ-1»	«КРІОПРОТЕКТ-2»
рН 10%-го розчину	7,8	7,8
Масова частка вологи %, не більш	24,0	30,0

Аналіз таблиці показує що рН запропонованих кріопротекторів складає 7,8. Також масова частка вологи є в межах 24-30.

Дослідження впливу добавок кріопротекторної дії на . структурно-механичні характеристики напівфабрикатів при температурі від мінус 4

до мінус 5°C

Для вивчення впливу добавок кріопротекторної дії на структурно-механіческие характеристики напівфабрикатів, що зберігалися при температурі від мінус 4 до мінус 5°C, були проведені дослідження за визначенням максимальної напруги зсуву на універсальній випробувальній установці.

Результати структурно-механічних досліджень показали що в процесі холодильного зберігання відбувалося зниження значення напруги зрізу у всіх експериментальних зразків.

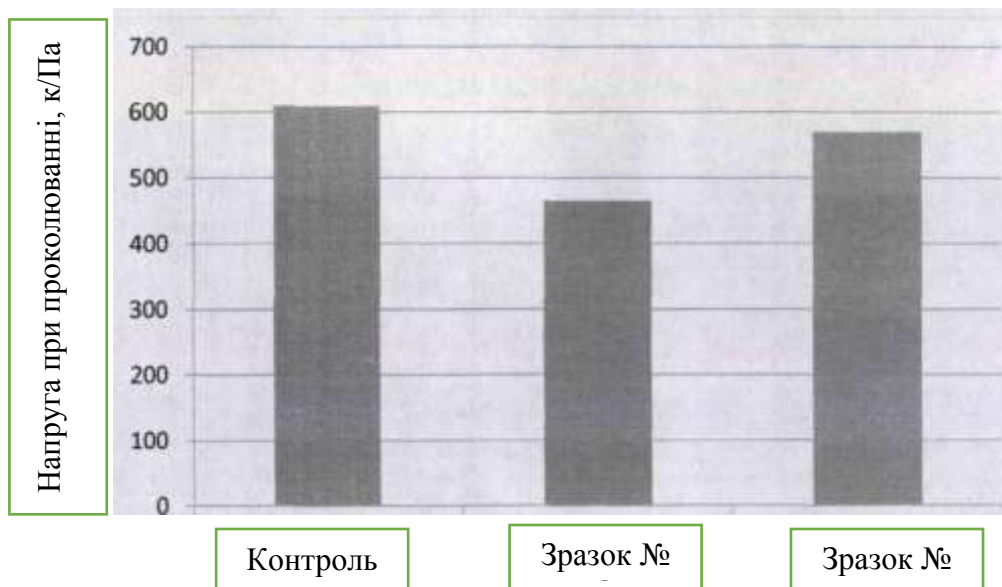


Рисунок. Напруга руйнування модельних зразків напівфабрикатів без і з введенням композицій кріопротекторів

Найменше значення показника напруги зрізу - 460,8 кПа було у дослідних зразків з композиціями №3 і №5, що на 25 % нижче в порівнянні з контрольним зразком. Зразок з композицією №5 за своїх щільними властивостях трохи поступався контролю.

Як висновок можемо сказати що добавки кріопротекторної дії мають досить позитивний вплив на готовий продукт.

Розділ 4. Визначення економічної ефективності застосування кріопротекторних добавок при виробництві ціЛЬНОМЯЗОВИХ напівфабрикатів зі свинини.

Розрахунок економічної ефективності від застосування кріопротекторної, добавки в процесі виробництва великокускових заморожених напівфабрикатів, проводиться порівняно із замороженими великокусковими напівфабрикатами без добавок на прикладі довгого м'яза спини.

Розрахунки собівартості проводилися відповідно до вживаних в м'ясній галузі продуктів.

У таблиці 4.1 приведений розрахунок норм витрати сировини і матеріалів на основі рецептур використовуваних напівфабрикатів.

Таблиця 4.1

Розрахунок норм витрати сировини і матеріалів

Сировина і матеріали. Ціна в грн. за 1 кг	Рецептура, кг		Норми витрати, на 1 т готового продукту, з урахуванням виходу	
	Проект Вихід 110%	Аналог Вихід 100%	Проект	Аналог
Сировина і основні матеріали				
Довгий м'яз спини свинини охолоджений в/г	1000	1000	908,2	1052,6
Допоміжні матеріали				
Сорбіт харчовий	15	-	13,6	-
Сіль кухонна	10	-	9	-
Трегалоза	15	-	13,6	-
Цитрат натрію	6	-	5,4	-

У таблиці 4. 2 приведений розрахунок вартості сировини та матеріалів.

Таблиця 4.2

Розрахунок собівартості сировини і матеріалів

Сировина і матеріали	Ціна в грн. за 1 кг	Норма витрати на 1т готової продукції, кг		Сума, тис. грн	
		Проект	Аналог	Проект	Аналог
Сировина і основні матеріали					
Карбонат свинячий охолоджений в/г	200	908,2	1052,6	181,640	210,4
Разом сировини і основних матеріалів				181,64	210,4
Допоміжні матеріали					
Сорбіт харчовий	25	13,6	0,00	0,34	0,00
Сіль кухонна	5	9	0,00	0,045	0,00
Трегалоза	11	13,6	0,00	0,1496	0,00
Цитрат натрію	60	5,4	0,00	0,324	0,00
Разом допоміжні матеріали				0,8586	0,00
Допоміжні матеріали з урахуванням транспортних витрат				1,03	0,00
Разом сировини, основних і допоміжних матеріалів				182,67	210,4

При використанні кріопротекторної добавки у виробництві заморожених великокускових напівфабрикатів з довгого м'яза спини свинини прибуток на 1 тонну продукції збільшується з 22,2 тис. грн до 53 тис. грн.

В даний час виробляється порядка 50 тисяч тонн заморожених свинячих напівфабрикатів. За умови виготовлення великокускових заморожених напівфабрикатів із застосуванням кріопротекторних добавок в об'ємі 20 тисяч тонн загальна сума збільшення прибутку складе порядка 600 тисяч грн в рік.

Висновки

1. Досліджені кріопротекторні властивості гліцерину, сорбіту, трегалози, сахарози, цитрату натрію, суміші пірофосфату і трифосфату натрію.
2. На підставі вивчення їх впливу на фізико-хімічні та органолептичні характеристики м'яса обґрунтований вибір компонентів для створення композиції, кріопротекторної дії.
3. Досліджено залежність змін температури замерзання і активності води від концентрації кріопротекторів.
4. Досліджено та встановлено ефективні дози їх застосування.
5. Розроблені та апробовані 5 рецептур композицій кріопротекторної дії, призначені для введення в м'ясні напівфабрикати у складі розсолу.
6. Досліджено вплив кріопротекторів на зміну якості м'ясних напівфабрикатів в процесі заморожування, холодильного зберігання та розморожування. Встановлено, що введення композицій кріопротекторів знижує деструктивні зміни м'язовій тканині при холодильній обробці та зберіганні, скорочує втрати при розморожуванні в 4 рази.
7. Досліджено, що втрати при кулінарній обробці на 15-20%, сприяє збереженню фракційного, складу м'язових білків, стабілізації колірних і структурно-механічних характеристик у напівфабрикатах із застосуванням кріопротекторних добавок..
8. На підставі проведених досліджень науково обґрунтовані склади комплексних харчових добавок «Кріопротект-1» і «Кріопро-тект-2», що включають сорбіт, трегалозу і цитрат натрію.
9. Проведений розрахунок показників економічної ефективності комплексних харчових добавок.

Список використаної літератури

1. Клименко М.М. та ін. Технологія м'яса та м'ясних продуктів.- К.: Вища освіта, 2006.
2. Смоляр І.В. Харчова експертиза. Київ. «Здоров'я» 205. 448 с.
3. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е- коди. Будова. Одержання. Властивості. Львів. Центр Європи, 2009.- 836 с.
4. Віннікова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов – К.:2006.
5. Капрельянс Л.В., Іоргачова К.І. Функціональні продукти. Одеса. 2003. 312с.
6. Черевко О. І. Поперечний ., А. М «Процеси і апарати харчових виробництв»: підручник О. І. Черевко,А. М. Поперечний. — 2-е видання, доп. та випр. — Х.: Світ Книг, 2014. — 495 с
7. Марценюк О.С., Мельник Л.М. Процеси і апарати харчових виробництв: - К.: НУХТ, 2011 – 407 с.
8. Малежик І. Ф. Процеси і апарати харчових виробництв, К.: „НУХТ”, 2003 – 380 с.
9. Рябов К.Є., Павлюк Р.Ю., Лосева С.М. Нові кріодобавки з абрикос у формі замороженого пюре в нанорозмірній формі з рекордним вмістом БАР.
https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/22314/1/tk1_08.04.21-90.pdf
10. Артамонова М. В., Шматченко Н. В., Дьяков О. Г. Вплив рослинних кріодобавок на реологічні характеристики та рухомість води в мармеладі желеино-фруктовому. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2016. Вип. 2(24). С. 321-330.
11. Sutton, A., Harrison, B. E., Carr, T. E., and Barltrop, D. Reduction in the absorption of dietary strontium in children by an alginate derivative. Int.J.Radiat.Biol.Relat Stud.Phys.Chem.Med. 19. 79-85. 2001
12. .T. Novel functions and applications of trehalose. Pure Appl. Chern. 74(7):1263-1269. 2002.
13. .T.G. Uijttenboogaart, T.L. Trziszka, F.J.G. Schreurs “Cryoprotectant

- Effects during Short Time Frozen Storage of Chicken Myofibrillar Protein Isolates” *Journal of Food Science* Volume 58, Issue 2, pages 274-277, March 2003
14. Terada T.; Ashizawa K.; Maeda T.; Tsutsumi Y. Efficacy of Trehalose in Cryopreservation of Chicken Spermatozoa. - *Japan. J. anim. Reprod*, 1999; T. 35. N 1.-p. 20-25 |
 15. Tomaniak, A. (1995/96) Krioprotektanty w mrozonym miesie. Artykut przeglądowy. *Roczniki Instytutu Przemysłu Miesnego i Tłuszczowego*, 32/33, 135-144.
 16. Uijttenboogaarl, T.G., Trziszka, T.L. and Schreurs, F.J.G. (1993) Cryoprotectant effects during short-time frozen storage of chicken myofibrillar protein isolates. *Journal of Food Science* 58(2), 274-277.
 17. Verma, M. M., Alarcon Rojo, A. D., Lendward, D. A. & Lawrie, R. A. (1985). *Meat Set.*, 12, 125.
 18. Vutyavanich T, Piromlertamom W, Nunta S (April 2010). "Rapid freezing versus slow programmable freezing of human spermatozoa". *Fertil. Steril.* 93 (6): 1921-8
 19. Wagner, J. R. & Anon, M. C. (1986). *J. Food Tech.*, 21, 547.
 20. Washing and cryoprotectant effects on frozen storage of spent hen surimi. *Poultry Science*, Vol 79, Issue 6, 913-920 Copyright © 2000 by Poultry Science Association
 21. Yang S.Y., Kim Y. H., Lee M.H. 1990 - The effect of cryoprotectants on the quality changes of chicken meat during frozen storage - *Korean Journal of Food Science and Technology* 33, 2, 163-169.
 22. Yoon K.S, Lee CM. 2009 - Cryoprotectant effect in surimi /mince-based extrude products-*J.Food.Sci.* 55, 5, 1210-1221.
 23. <https://frios.ua/tehnologiya-shokovoyi-zamorozki-m-yasa>
 24. <https://pigua.info/uk/post/vpliv-zamorozuvanna-rozmorozuvanna-na-akist-masa>
 25. Семенюк Д.П. Способи заморожування м'яса птиці https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/22714/1/tk1_08.04.21-199.pdf

26. Баль-Прилипко Л.В.. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса: Підручник. – К., 2010 – 469 с.
27. Цехмістренко С.І. Цехмістренко О.С.. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: С.І. Біла Церква, 2014. – 192 с.
28. Пономарьов П.Х. , Сирохман І.В.. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини К.: Лібра, 1999. – 270 с.
29. 12.Сирохман І.В. Товарознавство м'яса і м'ясних товарівК.: Центр учбової літератури, 2009. – 378 с.

