

Список літератури

1. Рябець О. Ю. Технологія аналогу ікри чорної з використанням альгінату натрію : дис. ... канд. техн. наук / Рябець О. Ю. – Х., 2008. – 284 с.

Отримано 01.02.2013. ХДУХТ, Харків.

© Є.О. Коротаєва, П.П. Пивоваров, О.П. Неклеса, 2013.

УДК 637.5.037

М.О. Янчева, канд. техн. наук

О.О. Гринченко, д-р техн. наук

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР У ТЕХНОЛОГІЯХ ПЕРЕРОБКИ М'ЯСА

Наведено результати аналітичних досліджень щодо вивчення фізико-хімічних та біохімічних основ використання низьких температур у технологіях переробки м'яса з метою максимальної реалізації потенціалу м'ясної сировини та забезпечення її технологічної стабільності за умов реалізації ланцюга «заморожування–холодильне зберігання–розморозжування».

Освещены результаты аналитических исследований, касающихся изучения физико-химических и биохимических основ использования низких температур в технологиях переработки мяса с целью максимальной реализации потенциала мясного сырья и обеспечения его технологической стабильности при реализации цепочки «замораживание–холодильное хранение–размораживание».

The results of analytical investigations concerning the research of physical-chemical and biochemical grounds of using low temperatures in the technologies of meat processing with the purpose of realizing raw meat potential and provision of its technological stability during the realization of the chain "freezing–refrigeration–defrosting" are elucidated in this work.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сучасні тенденції в харчуванні населення все більш орієнтовані на розвиток ринку швидких і легких у приготуванні продуктів, які одночасно були б високо поживними та економічно прийнятними. У виробників м'ясних напівфабрикатів виникає велика кількість проблем, пов'язаних із використанням сировини з нестабільними якісними показниками, забезпеченням стабільних показників їх якості під час зберігання, подовженням термінів придатності тощо.

Високий потенціал заморожування як одного з найбільш безпечних та ефективних способів консервування не повинен створювати ілюзію повної безпеки продукту та скасовувати необхідність прояву обачності в ланцюзі постачань замороженої продукції. Хоча заморожування суттєво уповільнює псування харчових продуктів, багато фізичних та біохімічних реакцій в заморожених продуктах продовжують перебігати, хоча і з меншою інтенсивністю.

Сучасні технології заморожування і холодильного зберігання м'яса мають у своєму розпорядженні широкий арсенал технічних засобів і великі можливості реалізації різних технологічних режимів. Проте, не дивлячись на величезні техніко-технологічні можливості холодильної обробки, під час заморожування незворотно відбувається низка небажаних змін, що згодом негативно впливають на технологічні властивості розмороженого м'яса і, в першу чергу, виражаються в значних втратах м'ясного соку і в зниженні споживчих характеристик готових продуктів - зовнішнього вигляду, кольору, консистенції, соковитості та інших характеристик [8].

Вибір способів і режимів заморожування визначається завданням найбільш високого рівня збереження початкової якості харчових продуктів за максимального скорочення витрат на його забезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Заморожування забезпечує тривале низькотемпературне зберігання м'яса за рахунок запобігання розвитку мікробіологічних процесів і істотного уповільнення швидкості біохімічних і фізико-хімічних реакцій. Будучи одним з найбільш поширених методів консервування, заморожування забезпечує високий ступінь збереження харчової цінності продуктів і їх смакових переваг.

Проте, під час заморожування і холодильного зберігання відбувається кристалоутворення, що супроводжується руйнуванням цілісності м'язових волокон, окисленням та розпадом жирів і білків, знебарвленням і усиханням м'яса, вплив якого необхідно нівелювати.

У цьому контексті сучасні технології заморожування м'ясної сировини вимагають забезпечення технологічної стабільності продукції за реалізації ланцюга «заморожування-холодильне зберігання-розморожування», що дозволить інтенсифікувати технологічний процес, розширити асортимент та сформувати нові споживні властивості продукції.

Для вдосконалення процесів заморожування необхідно знати їх динаміку. Труднощі аналітичного дослідження цих процесів

полягають у тому, що предметом обробки є біологічна сировина тваринного походження, яка є гетерогенною за хімічним, фізичним та колоїдним станом, функціонально-технологічними властивостями, які можуть змінюватися залежно від умов обробки, особливостей вирощування тварини тощо [3].

За останні роки потреба в енергозбереженні привела до зростання зацікавлення щодо використання більш ефективних температур заморожування та зберігання. Аналітичне доведено, що не завжди найкращі якісні показники продукту забезпечуються низькою температурою та підвищеною швидкістю холодильної обробки. Режими заморожування залежать від багатьох чинників (властивостей сировинних компонентів, їх співвідношення та способів підготовки), а режими зберігання частіше характеризуються нелінійними прямими «температура–тривалість» [7]. Тому виникає необхідність наукового обґрунтування параметрів та режимів заморожування для кожного окремого продукту, які в межах технічної характеристики апаратів варіюють у достатньо широких межах.

Мета та завдання статті. Метою роботи було проведення аналітичних досліджень щодо вивчення фізико-хімічних та біохімічних основ використання низьких температур у технологіях переробки м'яса для максимальної реалізації потенціалу м'ясної сировини та забезпечення її технологічної стабільності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналітичними дослідженнями встановлено, що зміну властивостей біологічних об'єктів під час заморожування зумовлено, головним чином, процесами кристалізації води [1-9]. За зниження температури, зменшується інтенсивність броунівського руху і під час досягнення криоскопічної температури починається процес кристалоутворення і виморожування вологи. У харчових продуктах, зокрема м'ясі і м'ясопродуктах, формуються гетерогенні кристали льоду. Утворення та зростання кристалів льоду залежить від умов тепловідведення. Так, за мінус 7°C виявляється висока швидкість збільшення кристалів води, яка складає 50мм/сек. Причому молекули води з рідкої фази прикріплюються до сформованих ядер кристалів і таким чином здійснюється процес їх зростання. Молекули води з термодинамічної точки зору віддають перевагу цьому процесу над процесом формування нових кристалів. Окрім цього в процесі кристалізації молекули води рухаються від рідкої фази до стабільного стану на поверхні кристала, а молекули розчинених речовин дифундують у зворотному напрямі. Наскільки інтенсивно перебігатимуть ці процеси, залежить від умов відведення тепла [7].

Під час заморожування тваринних тканин центри кристалізації спочатку починають утворюватися в міжклітинному просторі, оскільки міжклітинна рідина має меншу концентрацію розчинених речовин і, отже, вищу криоскопічну точку (за якої починає виморожуватися вода), чим внутрішньоклітинна. Але як тільки вони утворюються, концентрація міжклітинної рідини і її осмотичний тиск зростають. Виникає перенесення води з клітин в міжклітинний простір. Якщо швидкість відведення теплоти кристалізації нижча за рівень, відповідний швидкості цього перенесення, зростання кристалів відбувається лише в міжклітинному просторі, а в клітках вони не утворюються.

Під часи заморожування об'єм води збільшується на 10%. Уразі утворення великих кристалів і збільшення об'єму відбувається розширення міжклітинного простору і руйнування сполучнотканних прошарків гострими гранями кристалів. Тканина розпушується, м'язові волокна деформуються, а іноді й руйнуються. У тканинах, утворених клітинами з менш міцною оболонкою, ніж сарколема м'язових волокон, руйнувань, що викликаються виникненням великих кристалів, ще більше [8]. Заморожування, таким чином, супроводжується істотною зміною структури тваринних тканин.

Розмір, форма і розподіл кристалів льоду в м'ясі залежать від умов заморожування, його початкових властивостей. Стан мембран і клітинних оболонок, іонна і молярна концентрація розчинених речовин окремих морфологічних утворень м'язового волокна, ступінь гідратації білків зумовлюють особливості локалізації льоду в системі, розмір і форму кристалів льоду [1; 5; 6].

Кількість і величина кристалів льоду, що утворюються під час замерзання рідини, а також рівномірність розподілу льоду між клітинами і міжклітинною рідиною і товщиною продукту, що заморожується залежать від швидкості тепловідведення у зовнішнє середовище (чим вона вище, тим більша кількість кристалів утворюється, і менші розміри кожного з них).

Проте, швидкість заморожування, під якою, відповідно до рекомендацій Міжнародного інституту холоду, розглядається як відношення відстані від поверхні до термічного центра об'єкта до часу досягнення температури на поверхні 0°C і в термічному центрі на 10°C нижче за криоскопічну температуру, різна не лише для різних об'єктів, але і для одного виду продукту [7].

Під час заморожування великих шматків м'яса в різних шарах кристали льоду утворюються по-різному, оскільки швидкість тепловідводу і швидкість заморожування неоднакові. Крім того, якщо

м'ясо зберігати за температури вищої, ніж температура заморожування, то може відбуватися зростання кристалів льоду завдяки вторинної кристалізації.

У працях [1-9] відзначено, що для м'ясного соку, який є сольовим розчином білка, початкова температура замерзання (кріоскопічна точка) складає 0,6...1,2°C. За цієї температури з тканинних рідин починає виморожуватися вода й утворюються гіпертонічні розчини, концентрація яких весь час збільшується зі зниженням температури. Виморожування води сприяє кращому контакту білкових частинок, створює сприятливі умови для взаємодії активних груп білкових макромолекул із утворенням міцних зв'язків між ними. Денатурація та агрегація білків під час заморожування пов'язані з пошкоджувальною дією підвищених концентрацій солей в тканинних розчинах і зумовлені послабленням водневих зв'язків, що визначають нативну структуру макромолекул. Дія гіпертонічних розчинів зумовлює денатурацію і розпад білкових структур, перш за все ліпопротеїдів, а потім інших білкових комплексів. Ступінь вказаних змін залежить від тривалості дії гіпертонічного середовища під час заморожування і тривалості зберігання в замороженому стані. Добрі результати якості м'яса і м'ясних продуктів забезпечуються у тому випадку, коли тривалість критичних температур (мінус 5...8°C) не перевищує 30 хв. [7].

Під час заморожування можливе також механічне руйнування білкових ланцюжків за рахунок напруг, що виникають у тканинах у разі утворення і зростання кристалів та перевищують енергію ковалентного зв'язку.

Залежно від режимів заморожування, денатураційні зміни в білкових структурах відбуваються по-різному. Порушення просторової структури макрочасток білків пов'язані з денатурацією, а її зовнішнім проявом є виділення тканинного соку під час розморожування. Розвиток цих процесів сприяє підвищенню концентрації електролітів у рідкій фазі. Зона максимального розвитку денатураційних змін співпадає з температурною зоною максимальної кристалізації тканинного розчину.

Зниження температури заморожування м'яса відбувається на міцності хімічних зв'язків, що визначають нативну конформацію білкових макромолекул і міжмолекулярну взаємодію. Важливим чинником, що впливає на збереження нативної структури білків, є зв'язана вода. Проте це стосується лише води, пов'язаної з білками тих груп, в яких енергія зв'язків вище за енергію, що вивільняється за умов переходу в кристалічну структуру льоду. Білкові речовини з нижчою

енергією зв'язку втрачають воду, яка виморожується, а молекули білка агрегуються. Стабільні білкові речовини утримують воду, що дозволяє їм зберегти нативну структуру і після розморожування.

Доведено, що зміна нативного стану м'язових білків залежить від структурної організації макромолекул. Підвищення концентрацій солей під час кристалізації вологи в тканинах не приводить до значної денатуруючої дії на глобулярні білки саркоплазми. Для них характерна стабільність властивостей у широкому діапазоні температур заморожування. На відміну від глобулярних білків, білки міофібрил оточені двома-трьома шарами води на відміну від монослойної оболонки саркоплазматичних білків та під час заморожування м'яса піддаються денатураційним змінам, з подальшою агрегацією [2; 5-7].

Під час заморожування та зберігання м'язів зменшується екстрагування білків актоміозинового комплексу (навіть за високого вмісту АТФ), реактивність тиолових груп міозину, зменшується реактивність кислих і основних груп у всіх білках (інтенсивніше для м'яса, яке дозріло перед заморожуванням). Екстрагованість міозину в процесі холодильної обробки м'яса у різних видів м'язів неоднакова, що пояснюється різним ступенем агрегаційних взаємодій унаслідок не лише особливостей структурних змін, але й і специфічності структури міофібрил. Відбувається зменшення водоутримуючої здатності в процесах заморожування та зберігання в мороженому стані, що відповідає змінам реактивності кислих і основних груп у білках м'язів і, зокрема, реактивності сульфгідрильних груп у міозині [1; 9].

За умов тривалого зберігання заморожених м'язів відбувається подальше (після заморожування) зниження екстрагування міозину і білків саркоплазми, причому помітніше зі збільшенням часу зберігання. Причиною таких змін є, окрім виморожування води, і структурні зміни, що сприяють агрегаційним взаємодіям. Доведено [5;

6], що тривале зберігання м'язів у замороженому стані супроводжується такими внутрішньомолекулярними і міжмолекулярними взаємодіями міозину, у результаті яких навіть після обробки сечовиною реактивність (доступність) сульфгідрильних і дисульфідних груп цього білка різко знижується.

Зміна якості білків у продукті може відбуватися також у результаті їх гідролізу під дією тканинних ферментів, які звільняються у разі пошкодження кліток у процесі кристалоутворення [1; 9].

Зміна кислотності у м'ясі, значною мірою, зумовлена особливостями змін білків. У період найбільших структурних змін білків виявляється міцніше зв'язування водневих іонів і зменшення їх у

середовищі, що особливо чітко спостерігається в процесі зберігання мороженого м'яса.

Дослідники [1-9] стверджують, що у жировій тканині розвиваються процеси окислювального псування і накопичуються продукти окислення ліпідів. Зміна запаху і смаку м'яса в процесі зберігання зумовлені, головним чином, саме цим.

Швидкість заморожування впливає на процеси масообміну, що призводять до усихання продукту. Втрати маси продукту під час заморожування можуть коливатися в широких межах від 0,3 до 3,5%.

Колір м'яса зі збільшенням термінів зберігання стає темнішим у результаті концентрації пігментів у підсушеному верхньому шарі м'яса, а також унаслідок окислення міоглобіну й оксиміоглобіну в метміоглобін [1].

Заморожування супроводжується зниженням концентрації та активності мікроорганізмів без їх повного знищення та інактивації ферментів. Стійкість мікробної клітини до заморожування залежить від виду і роду мікроорганізмів, стадії їх розвитку, швидкості та температури заморожування, складу середовища [1].

Відомо, що загибель мікроорганізмів за низьких температур відбувається внаслідок зміни структури клітинної протоплазми і порушення обміну речовин [2; 3; 8]. Поки температура залишається вищою за криоскопічну точку протоплазми, життєдіяльність мікроорганізмів може припинитися лише внаслідок зміни температури. У цьому випадку гальмуються всі процеси обміну речовин і порушується нормальне співвідношення швидкостей цих процесів. Якщо температура протоплазми нижча за криоскопічну, то її дія посилюється вимерзанням води в навколишньому середовищі і в самій клітині. Допоки температура залишається вищою за евтектичну точку середовища (температура, за якої замерзає весь розчин), мікроби витискаються в рідку частину, що залишилася, концентрація якої збільшується зі зниженням температури. Коли температура стає нижчою за евтектичну точку середовища, мікробні клітини вмерзають у евтектичну суміш, що твердіє.

Отже, крім впливу зміни температури, мікробна клітина виявляється під впливом зневоднення навколишнього середовища і протоплазми, підвищеної концентрації незамерзлої рідкої фази, перенесення вологи всередині самої клітини і з клітини в зовнішнє середовище у зв'язку з утворенням кристалів і, нарешті, під механічною дією кристалів. Усі ці чинники або деякі з них за відомих умов призводять до загибелі більшості клітин мікроорганізмів.

Найбільш згубно на мікроорганізми діють температури в інтервалі від мінус 6 до мінус 12°C. За мінус 20°C швидкість відмирання зменшується. Більшість цвілі витримують температуру мінус 18 °C, хоча більшість клітин гинуть уже за мінус 8°C [9]. За температури -20...-25° C повністю припиняються ферментативні процеси в клітинах і сповільнюється денатурація клітинних колоїдів. Із цієї причини за низьких температур швидкість загибелі мікроорганізмів менше, ніж за -8...-12° C [1]. Таким чином, заморожування за низьких температур знищує мікрофлору не повністю і у разі порушення умов заморожування та зберігання мікроорганізми будуть і надалі розвиватися.

Крім негативної дії живих мікроорганізмів небезпечною є дія ферментів, що зберігаються в продукті після загибелі мікроорганізмів, які синтезують їх. Так, унаслідок активності ліпази гідроліз жирів може продовжуватися навіть за температури мінус 20°C [1; 5; 6]. Зі зниженням температури заморожування активність ферментів зменшується.

Під час холодильного зберігання також можливе деяке погіршення якості харчових продуктів, що пов'язано з конформаційними перетвореннями білків, гідролітичними й окислювальними процесами ліпідної фракції, мікробіологічними процесами [1; 2; 9].

Висновки. Таким чином, процес кристалоутворення супроводжується змінами фізико-хімічних, біохімічних і морфологічних властивостей м'яса. У зв'язку з цим, найважливішим технологічним завданням є мінімізація небажаних змін та регулювання технологічних властивостей м'ясної сировини, які відбуваються за реалізації ланцюга «заморожування-холодильне зберігання-розморожування».

Необхідні експериментальні дослідження щодо вивчення оптимальних параметрів заморожування індивідуальної для кожного виду сировини з урахуванням її теплофізичних та функціональних характеристик для різних цільових функцій.

Список літератури

1. Янчева М. О. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса і м'ясопродуктів : навч. посібник / М. О. Янчева, Л. В. Пешук, О. Б. Дроменко. – Харків : ХДУХТ, 2007. – 221 с.
2. Кудряшов Л. С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов / Л. С. Кудряшов. – М. : ДеЛи принт, 2008. – 160 с.

3. Эванс Дж. А. Замороженные пищевые продукты: производство и реализация / Дж. А. Эванс ; пер. с англ. – СПб. : Профессия, 2010. – 440 с.

4. Данилова Н. С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов : учеб. пос. / Н. С. Данилова. - М. : КолоС, 2008. – 28 с.

5. Месхи А. И. Биохимия мяса, мясопродуктов и птицепродуктов / А. И. Месхи. – М. : Легкая и пищевая пром-ть, 1984. – 280 с.

6. Физико-химические и биохимические основы технологи мяса и мясопродуктов : справочник. – М. : Пищевая пром-сть, 1973. – 494 с.

7. Яблоненко Л. А. Исследование влияния глубокого замораживания на качество рубленых мясных полуфабрикатов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 : защищена 29.05.08 : утв. 26.09.08 / Л. А. Яблоненко. – Улан-Уде, 2008. – 98 с.

8. Холодов Ф. В. Разработка композиций пищевых добавок криопротекторного действия для сохранения качества мясных полуфабрикатов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 : защищена 19.05.11 : утв. 23.09.11 / Ф. В. Холодов. – М., 2011. – 106 с.

9. Рогожин В. В. Биохимия мышц и мяса : учеб. пос. / В. В. Рогожин – СПб. : ГИОРД, 2006. – 240 с.

Отримано 01.02.2013. ХДУХТ, Харків.

© М.О. Янчева, О.О. Гринченко, 2013.

УДК 639.64

К.В. Свідло, канд. техн. наук, доц. (*ХТЕІ КНТЕУ, Харків*)

М.І. Пересічний, д-р техн. наук, проф. (*КНТЕУ, Київ*)

ОВОЧЕВІ СТРАВИ ГЕРОДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Розглянуто проблему розширення асортименту кулінарної продукції для геродієтичного харчування. Наведено аналіз харчової та біологічної цінності розроблених овочевих страв геродієтичного призначення, побудована модель їх конкурентоспроможності.

Рассматривается проблема расширения ассортимента кулинарной продукции для геродиетического питания. Приводится анализ пищевой и биологической ценности овощных блюд геродиетического назначения, построена модель их конкурентоспособности.

In the article the problem of expansion of assortment of culinary gerodietetic products is examined for a gerontology feed. The analysis of increase of food and biological value of vegetable dishes gerodieticheskogo purpose, a model of competitiveness.