

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗМІНИ У М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ ПРИ ШВИДКОМУ ТА ПОВІЛЬНОМУ ЗАМОРОЖУВАННІ, ХОЛОДИЛЬНОМУ ЗБЕРІГАННІ ТА РОЗМОРОЖУВАННІ

Щебентовська О. М., к. вет. н.

muf2006@rambler.ru

Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, м. Львів

Коцюмбас Г. І., д. вет. н., професор

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

Анотація. У статті представлені результати морфологічних досліджень м'ясної сировини, яка піддавалась повільному та швидкому заморожуванню, з наступним розморожуванням. Встановлено, що під час заморожування м'яса, внаслідок вимерзання вологи і кристалоутворення у м'язах, відбувається процес перерозподілу води між структурними елементами, порушується цілісність м'язових волокон, відбувається часткова агрегація і денатурація м'язових білків, знижується їх розчинність, розпушуються сполучнотканинні утворення, що призводить до зниження вологоутримуючих властивостей, погіршення консистенції і смаку м'яса, втрати м'ясного соку після розморожування.

Ключові слова: м'язова тканина, замороження, кристалоутворення, деструкція, автоліз, дефростація.

Актуальні проблеми. Тенденції світової практики щодо реалізації м'ясної продукції свідчать про те, що, на сьогоднішній день, 85 % м'яса реалізується в замороженому стані. Проте, зміни, які відбуваються при тривалому зберіганні такого м'яса, а саме його біологічна цінність, морфологічні показники, недостатньо вивчені.

Якість м'ясних виробів залежить від швидкості процесу автолізу, що в подальшому визначає такі показники, як соковитість м'яса, його консистенцію, смак і аромат, а в кінцевому результаті – засвоюваність готового продукту. Швидкість автолітичних змін, у свою чергу, визначається способом холодильної обробки м'яса після забою тварин. Переваги охолодженого м'яса є незаперечні, але виробництво його утруднено сезонністю і порівняно короткими термінами зберігання. Слід пам'ятати, що глибоке заморожування знижує поживну цінність і смакові якості м'яса [5]. Одним із методів подовження термінів зберігання охолодженого м'яса є застосування субкріоскопічної температури, за якої уповільнюються ферментативні процеси, відбувається часткове кристалоутворення, але структури тканин не руйнуються [1, 8].

Найраціональнішим методом охолодження м'яса є двохетапне надшвидке охолодження, що забезпечує скорочення тривалості процесу, зниження втрат м'яса. Крім того, при швидкому охолодженні ріст бактерій на поверхні м'яса після забою худоби і обробки туш гальмується [2–4]. На заморожування направляють м'ясо, яке призначене для довгострокового зберігання чи транспортування на великій відстані.

Проте у процесі тривалого зберігання замороженого м'яса втрачаються вітаміни, розвиваються гідролітичні й окисні процеси, м'ясо усухає, змінює свій колір, на поверхні туш з'являються знебарвлені або світлі ділянки холодного опіку. Вибір раціональних режимів заморожування і зберігання, дозволяє зменшити негативні наслідки низькотемпературної обробки, що впливає на якість м'яса [4, 6].

Завдання дослідження. Вивчити морфологічні зміни та особливості поверхні м'язових волокон найдовшого м'яза спини свиней при швидкому та повільному заморожуванні, зберіганні та дефростації.

Матеріали і методи дослідження. Для вивчення морфологічних особливостей м'ясної сировини відбирали шматочки м'яса свиней (найдовший м'яз спини) зразу після охолодження, заморожування та розморожування. Структурні зміни м'язових волокон вивчали, застосовуючи гістологічні методи дослідження, а особливості поверхні м'язових волокон – за допомогою скануючого електронного мікроскопа. Для гістологічного дослідження взірці м'язової тканини фіксували у 10 % нейтральному розчині формаліну з наступним зневодненням у висхідному ряді

розчинів спиртів (70°, 80°, 90°, 96°), ущільнювали у двох порціях хлороформу та заливали в парафін. На санному мікротомі виготовляли зрізи, завтовшки від 5 мкм до 15 мкм, фарбували гематоксиліном та еозином [8, 11]. Світлову мікроскопію і мікрофотографування гістопрепаратів здійснювали за допомогою мікроскопа OLYMPUS CX 41 та фотокамери OLYMPUS C-5050. Дослідження поверхонь м'язової тканини проводили на скануючому електронному мікроскопі JEOL-T220A [7, 10].

Результати дослідження. Враховуючи те, що криоскопічна точка свіжого м'яса знаходиться в діапазоні від мінус 0,8 до мінус 1,2 °С, кристали льоду в м'язовій тканині утворюються залежно від швидкості відведення тепла. Швидкість заморожування при цьому визначається, як швидкість просування лінії льодоутворення від поверхні до центру заморожуваного зразка м'яса. Як свідчать результати досліджень, центри кристалізації в м'ясі при заморожуванні утворюються спочатку у прошарках між м'язовими волокнами, що призводить до підвищення концентрації солей в міжклітинній рідині та збільшення осмотичного тиску, в результаті чого виникає рух води від м'язових волокон до міжклітинного простору. В момент, коли температура всередині волокна досягає криоскопічної точки, починається утворення кристалів льоду у волокні. Із збільшенням швидкості заморожування нерівномірність розподілу кристалів між клітинами і міжклітинним простором зменшується.

При мікроскопічному дослідженні повільно замороженої м'язової тканини виявляли достатньо великі кристали льоду, розміром від 150 до 290 мкм, які локалізувались між пучками м'язових волокон і окремими волокнами. М'язові волокна при цьому були різко здавлені та деформовані.

Слід відзначити, що замороження м'яса призводить до мікро- та ультраструктурних змін не тільки поверхневих, але й глибоких шарів м'язової тканини. На місці локалізації кристалів льоду доводиться виявляти значну кількість невеликих пустот, але морфологічна структура такого м'яса, все ж таки, зберігається. Мікроскопічно виявляли порожнини на місцях розміщення кристалів льоду, а також дрібнозернисту білкову масу, яка їх частково заповнювала (рис. 1).

У розмороженому м'ясі (після повільного заморожування), утворювались овальної форми порожнини між деформованими м'язовими волокнами. Паралельно відзначали розпушення міжм'язової сполучної тканини, набухання і гомогенізацію ядер клітин, відокремлення їх та зкупчення у дрібнозернистій білковій масі (рис. 2).

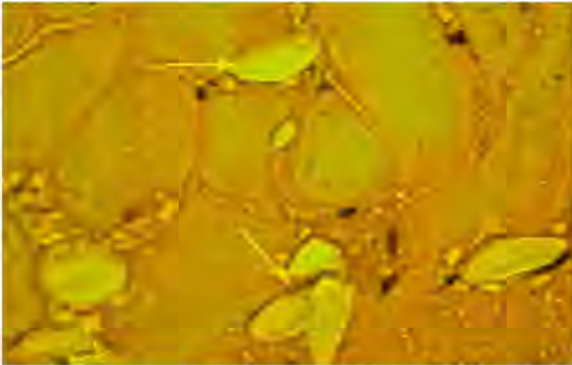


Рис. 1. Кристали льоду між м'язовими волокнами при повільному замороженні. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 100

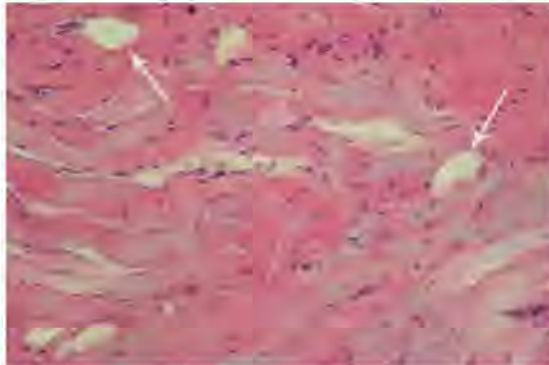


Рис. 2. Утворені кристали льоду між м'язовими волокнами (показано стрілками). Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

У розмороженому м'ясі, яке було заморожене не зразу після охолодження, виявляли розриви окремих волокон, збільшення проникності між м'язовими пучками і, як наслідок, вихід великої кількості білкової маси (рис. 3). Крім того, між м'язовими волокнами з'являлась значна кількість мікроорганізмів.

У швидко замороженому м'ясі після розмороження зберігається більша кількість порожнин всередині самих м'язових волокон. У поверхневих шарах також з'являється внутрішньом'язова кристалізація. Утворення кристалів льоду також спричиняє розриви м'язів, збільшуються простори між волокнами і частково руйнуються сполучнотканинні прошарки, що призводить до втрати м'ясного соку, а при розморожуванні – виходу білкової субстанції м'язів (рис. 4). При елементному аналізі поверхні замороженого м'яса в скануючому електронному мікроскопі виявляли неправильної

форми м'язові волокна між пучками, і, рідше, між окремими м'язовими волокнами, на місці кристалів льоду, формування множинних щілин та порожнин. Сарколема відшаровувалась від саркоплазми. Внаслідок цього, м'язова тканина значно розпушувалась, практично по всьому об'єму м'язів.

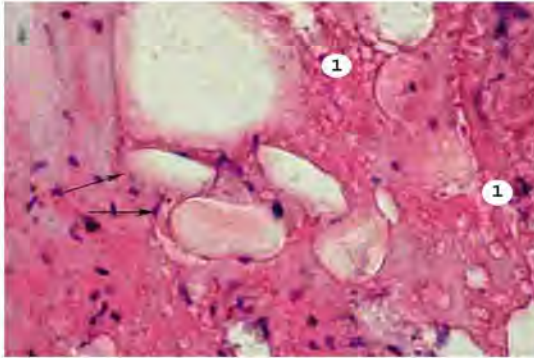


Рис. 3. Білково-зерниста маса (1) в ділянках утворення кристалів льоду (показано стрілками). Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 100

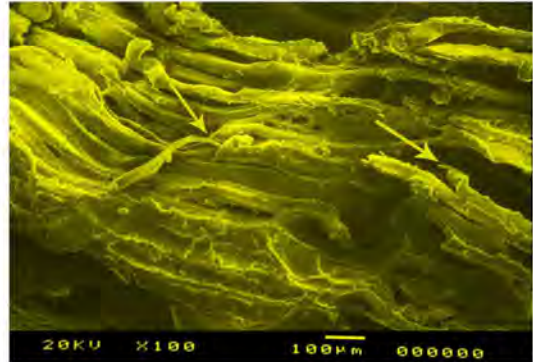


Рис. 4. Поверхневі розриви м'язових волокон у місцях утворення кристалів льоду (показано стрілкою). SEM. x 100

Відмінності в структурі поверхневих і глибоких шарів м'яса ставали помітніші. Проте, деформація та розриви глибоких шарів м'яса були значно меншими, ніж на поверхні. Між волокнами виявляли великі пустоти, а самі волокна набували округліших форм.

При швидкому заморожуванні розміри кристалів були значно менші але кількість їх збільшувалась і вони розподілялись рівномірніше, ніж при повільному. Надшвидке заморожування також спричиняє множинну кристалізацію але всередині волокон, з розмірами кристалів від 5 до 50 мкм. У зразках м'яса, витриманих при 0 °C упродовж 24 годин і заморожених надшвидким способом, проходить процес внутрішньо-волоконної кристалізації, де крижані утворення формуються не тільки навколо окремих м'язових волокон але і всередині сполучнотканинних прошарків між пучками м'язових волокон (рис. 5, 6).

Тривале зберігання замороженого м'яса (2 роки) призводить до утворення більшої кількості кристалів льоду. У поверхневих шарах відбувається виділення кристалізованої і зв'язаної з клітинними структурами вологи, внаслідок чого деформовані м'язові волокна сильно стискаються, звужуються і дещо скручуються. У глибоких шарах тканини відбувається різка деформація м'язових волокон.

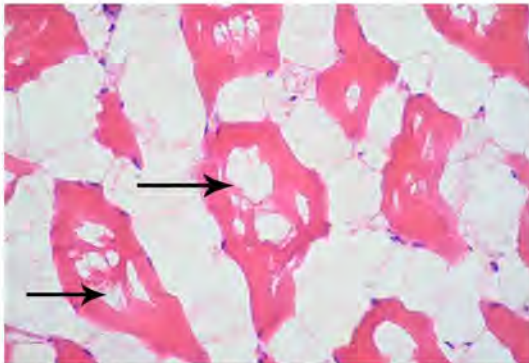


Рис. 5. Надшвидке заморожування. Множинна кристалізація всередині м'язових волокон (показано стрілкою). Сильне розширення міжволоконних просторів. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

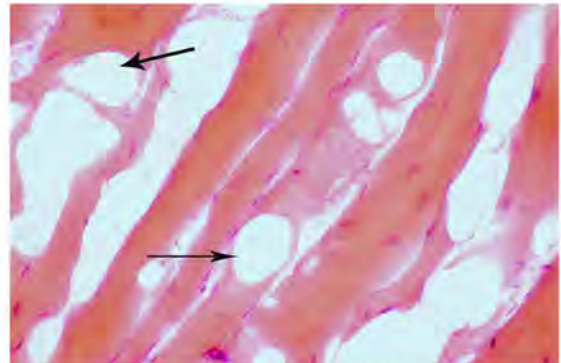


Рис. 6. Поздовжній зріз м'язових волокон. Надшвидке заморожування. Пустоти в ділянках утворення кристалів льоду (показано стрілками). Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

Тривале зберігання замороженого м'яса спричиняє ущільнення поверхні зовнішнього шару з компакним розміщенням волокон, утворення невеликої кількості порожнин, а у глибоких шарах клітин – внутрішньом'язову кристалізацію. В окремих ділянках перимізію відзначали його розпушення (рис. 7), тоді як у глибоких шарах м'язової тканини відбувалось об'єднання волокон з утворенням нечіткої, гомогенної маси (рис. 8).

Виявлені мікроструктурні зміни розмороженого м'яса дозволяють, за кристалоутворенням, якістю дрібнозернистої білкової маси, нагромадженням м'ясного соку, визначати в якому стані було заморожене м'ясо, а також стверджувати про швидкість його заморожування, що є важливим аспектом як для технологічного контролю даного процесу, так і для експертного дослідження.

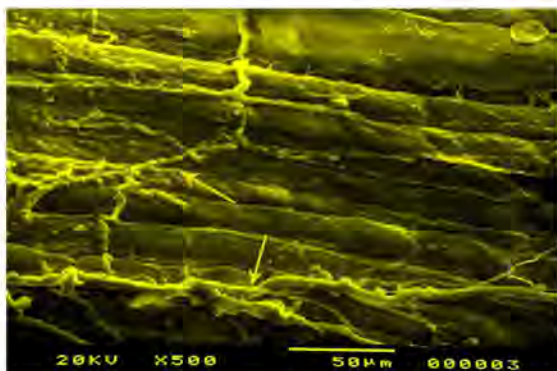


Рис. 7. Волокна перимізію розпушені, відшаровані від м'язових пучків (показано стрілками). М'язові волокна щільно прилягають одні до одних. SEM. x 500

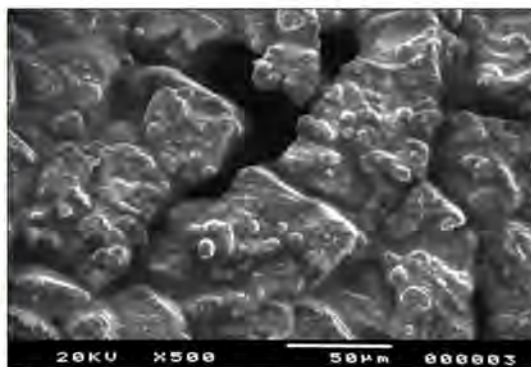


Рис. 8. Поперечний зріз глибоких шарів м'язової тканини. Злиття окремих ділянок м'язових волокон, деформація первинних пучків. SEM. x 500

Висновки

У замороженому м'ясі, внаслідок вимерзання вологи і кристалоутворення, в м'ясі відбувається процес перерозподілу води між структурними елементами, порушується цілісність м'язових волокон, відбувається часткова агрегація і денатурація м'язових білків, знижується їх розчинність, розпушуються сполучнотканинні утворення, що призводить до зниження вологостійкості властивостей м'яса, погіршується його смак і консистенція, втрачається м'ясний сік після розморожування. Товарна цінність розмороженого м'яса вища, якщо воно перед замороженням швидко охолоджувалось. Вибір раціональних режимів заморожування і зберігання дозволяє зменшити негативні наслідки низькотемпературної обробки, що впливає на якість м'яса.

Література

1. Адуцкевич В. А. Микроскопические изменения в мясе в процессе его замораживания и хранения / В. А. Адуцкевич // Мясная индустрия, 1960. – № 6. – С. 28–30.
2. Брыкля О. А. Проблемы повышения качества продукции животноводства / О. А. Брыкля // Мясная индустрия, 2006. – № 1. – С. 23–27.
3. Горбатов В. М. Применение холода при обработке мяса и мясопродуктов / В. М. Горбатов, Г. Д. Кончаков. – 72 с.
4. Гурьева К. Б. Биологическая ценность белков замороженного мяса после хранения / К. Б. Гурьева, Е. В. Иванова // Мясные технологии. – 2012. – № 3 (111). – С. 46–49.
5. Желіба Ю. О. Дослідження процесів охолодження яловичини в напівтушах / Ю. О. Желіба, С. В. Харченко, В. П. Оніщенко // Холодильная техника и технология. – 2008. – № 114 (4). – С. 54–58.
6. Клименко М. М. Технологія м'яса та м'ясних продуктів / М. М. Клименко, Л. Г. Віннікова, І. Г. Береза. – К: Вища освіта, 2006. – 638 с.
7. Количественный электронно-зондовый микроанализ: Пер. с англ. / Под ред. В. Скотта, Г. Лава. – М.: Мир, 1986. – 352 с.
8. Меркулов Г. А. Курс патологической техники / Г. А. Меркулов. – Л.: Медицина, 1969. – 423 с.
9. Оніщенко В. П. Збірник технологічних інструкцій з холодильного оброблення та зберігання м'яса та м'ясопродуктів / В. П. Оніщенко, Ю. О. Желіба, С. В. Харченко та ін. – Київ, 2012. – 68 с.
10. Поваркова А. В. Компьютерный анализ изображений в медицине / А. В. Поваркова // Морфология, 1997. – № 5. – С. 103–106.
11. Хвыля С. И. Микроструктурный анализ мяса и мясных продуктов / С. И. Хвыля, Т. М. Гиро. –

Саратов, 2008. – 132 с.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРИ БЫСТРОМ И МЕДЛЕННОМ ЗАМОРАЖИВАНИИ, ХОЛОДИЛЬНОМ ХРАНЕНИИ И РАЗМОРАЖИВАНИИ

Щебенцовская О. Н., к.вет. н., muf2006@rambler.ru

Государственный научно-исследовательский институт ветеринарных препаратов и кормовых добавок, г. Львов

Коцюмбас Г. И., д. вет. н., профессор

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого

Аннотация. В статье представлены результаты морфологических исследований мясного сырья, которое поддавалось медленному и быстрому замораживанию с последующим размораживанием. Установлено, что при замораживании мяса, вследствие вымерзания влаги и кристаллообразования, в мясе происходит процесс перераспределения воды между структурными элементами, нарушается целостность мышечных волокон, происходит частичная агрегация и денатурация мышечных белков, снижается их растворимость, разрыхляются соединительнотканые образования. Это приводит к снижению влагоудерживающих свойств мяса, ухудшается его вкус и консистенция, высвобождается обильная масса мясного сока после размораживания.

Ключевые слова: мышечная ткань, замораживание, деструкция, кристаллообразование, автолиз, дефростация.

STRUCTURALLY FUNCTIONAL CHANGES IN MUSCLE TISSUE UNDER CONDITIONS OF RAPID AND SLOW FREEZING, REFRIGERATOR STORAGE AND THAWING

Shchebenctovs'ka O.M., muf2006@rambler.ru

State scientific research control institute of veterinary medicinal products and feed additives, Lviv

Kotsiumbas H.I., Doctor of Veterinary Sciences, professor

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

after S.Z. Gzhyts'ky

Summary. The article presents the results of morphological tests of meat raw material that was exposed to rapid and slow freezing followed by thawing. It was determined that during meat freezing following moisture congealing and crystal formation, water repartition between structural elements in meat is observed, muscle fibre integrity is disturbed, partial aggregation and denaturation of muscle proteins are observed, their dissolubility is decreasing, connective formations are scarified that results in decrease of moisture retaining meat peculiarities, consistency deterioration and meat taste, meat juice losses after thawing.

Key words: muscle tissue, freezing, crystal formation, destruction, autolysis, defrosting

УДК 637.12.07

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ МОЛОКА ПИТНОГО УКРАЇНСЬКИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ ВИРОБНИКІВ

Яценко І.В., д.вет.н., професор, академік АНВО України

Сесінгонг Т.В., магістрант ФВМ

Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків

Анотація. Розглянуто сучасну проблему якості та безпечності молока питного українських виробників та імпортованого. Охарактеризовано досліджені показники якості та безпечності та порівняно їх з українськими та міжнародними стандартами. Визначаючи показники якості та безпечності молока питного наголошено, що з усіх досліджуваних проб молока питного, ДСТУ 2661:2010 відповідає лише одна проба молока питного. Щодо міжнародних стандартів, то жодна з досліджуваних проб не відповідає вимогам цих документів.

Ключові слова: молоко питне, якість, безпечність, ветеринарно-санітарна експертиза.

Актуальність проблеми. Найбільш значущим за впливом на здоров'я людини є молоко - продукт, супроводжуваний від народження до останніх днів життя всіх нас, громадян різних держав.