

## ГІСТОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ ПРИ КУТЕРУВАННІ ТА СОЛІННІ

**О. М. Щебенцовська**, к.вет.н., Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, м. Львів

*У статті представлені результати морфологічних досліджень м'яса свиней після кутерування та соління. Встановлено, що у процесі кутерування проходить тонке подрібнення структури м'язових волокон, рівномірно змішується жирова та пухка сполучна тканини. Подрібнена тканина, при цьому, стає безформною, практично однорідною масою, в якій формується безліч кульок жиру, а також менш подрібнених частинок сировини. Механічне руйнування структури м'язових волокон спричиняє інтенсивний вихід міофібрилярних білків, які, взаємодіючи із сольовими розчинами, легко вбирають воду, набухають і формують пористу структуру, що підвищує стабільність готового фаршу. Мікроскопічно виявляли дрібнозернисту однорідну масу з чисельними, різними за розмірами, округлої або видовженої форми вакуолями, заповненими білково-жировою субстанцією. У процесі соління м'яса розвивається складний комплекс структурно-функціональних змін, пов'язаних із фізико-хімічною дією сольових розчинів на м'язові структури. Підвищується проникність клітинних мембран, розчинення та вихід білків, локальний протеоліз м'язів, що і спричиняє зміну структури та консистенції м'яса, формування його специфічного смаку, аромату і відповідних технологічних властивостей, необхідних для виготовлення з цієї сировини готових м'ясних виробів. Гістологічно при солінні м'яса відзначали зміни як у поверхневих, так і глибоких шарах м'язових волокон. На поперечному зрізі виявляли чисельні мікротріщини, розшаровані м'язові волокна набухли, а між ними чітко проглядалась дрібнозерниста білкова маса.*

**Ключові слова:** м'язова тканина, кутерування, міофібрилярні білки, жир, мікротріщини, фрагментація волокон.

**Актуальність проблеми.** Сучасні темпи виробництва та обсяг випуску м'ясної продукції з характерними споживчими властивостями пов'язані з удосконаленням і розвитком нових технологій, комплексним використанням тваринницької сировини тощо. За технологічної обробки м'яса відбуваються складні хімічні та біохімічні процеси, що супроводжуються структурними змінами, які можна виявляти на мікроскопічному та субмікроскопічному рівні.

Для виготовлення ковбас або напівфабрикатів м'ясо необхідно подрібнити. Під впливом леза ножа м'язова тканина сильно руйнується і, відповідно, змінюється: у першу чергу руйнуються міофібрили, які перетворюються на аморфну, безструктурну масу [1].

Кутерування – один з найшвидших методів подрібнення м'яса, під час якого вивільняється м'ясний білок і утворюється м'ясо-жирова суміш. Під час перших хвилин кутерування відбувається механічне пошкодження м'язової тканини, її інтенсивне набухання та вихід білків. При цьому утворюється однорідна матриця, в структурі якої утримуються напівзруйновані м'язові волокна, фрагменти сполучної тканини, жирові клітини тощо. Формується безліч кульок жиру, а також частинки сировини, які були менше подрібнені [2].

**Завдання дослідження.** Вивчити морфологічні зміни м'язової тканини при кутеруванні та особливості поверхні м'язових волокон при солінні.

**Матеріали і методи дослідження.** Для вивчення морфологічних особливостей м'ясної сировини після кутерування відбирали готовий

ковбасний фарш зразу після його вивільнення із кутера. Вивчення структурних змін м'язових волокон свиней проводили після їх охолодження та сухого методу засолювання упродовж двох діб.

Морфологічні зміни м'язових волокон вивчали, застосовуючи гістологічні методи дослідження, а особливості поверхні м'язових волокон, що піддавались солінню – за допомогою скануючого електронного мікроскопа JEOL-T220A [3]. Для гістологічного дослідження зрізи кутерованого фаршу та шматочки засоленої м'язової тканини фіксували у 10 % нейтральному розчині формаліну. Після цього проводили зневоднення у ряді розчинів спирту з висхідними концентраціями (70°, 80°, 90°, 96°), ущільнювали у двох порціях хлороформу та заливали в парафін. На санному мікроскопі виготовляли зрізи, завтовшки від 5 до 15 мкм, які фарбували гематоксиліном та еозинном [4]. Світлову мікроскопію і мікрофотографування гістопрепаратів здійснювали за допомогою мікроскопа OLYMPUS CX 41 та фотокамери OLYMPUS C-5050.

**Результати дослідження.** Із технологічної точки зору, під час кутерування проходять процеси, які можуть бути позитивними і негативними. Позитивним є збільшення вмісту подрібненої сировини, яка, в свою чергу, зумовлена зростанням кількості абсорбованої води. Крім того, подрібнення спричиняє руйнування структури м'язових волокон і виділення з них міофібрилярних білків, які легко вбирають додану воду, набухають і створюють пористу структуру, що сприяє підвищенню стабільності фаршу. З небажаних проце-

сів є зростання температури кутерованої сировини, що веде до локальної денатурації білків, змін водоохолодження фаршу і вивільнення поперечно зв'язаної води. Ще одним негативним наслідком є плавлення жиру та утруднене або неможливе зв'язування води за допомогою білків [5].

При гістологічному дослідженні кутерованого фаршу структура м'язових волокон не визначається. При цьому проходить тонке подрібнення і перемішування жиру зі шматочками м'язової та пухкої сполучної тканини, а також клітинними ферментами і сольовими інгредієнтами. У процесі витримки і осадження фаршів проходить, у певній мірі, розвиток автолітичних процесів, пов'язаних із дією клітинних ферментів, сольових розчинів і молочнокислих бактерій [6, 7, 8]. Дрібнозерниста однорідна маса з численними, різними за вели-

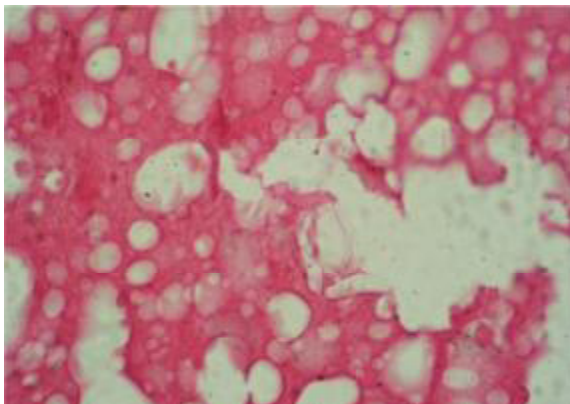


Рис. 1. М'ясо, яке піддавалось кутеруванню. Утворення бульбашок, заповнених білково-жировою субстанцією. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 100

При зменшенні вмісту дрібнодисперсного білка м'язової тканини (внаслідок заміни його важкодисперсним білком сполучної тканини або жиром), частина жиру не зв'язується з білковою фракцією, що призводить до утворення різної форми вакуоль та щілин. Вакуолі, при цьому, поділяють на: найдрібніші – до 2 мкм, дрібні – від 3 до 50 мкм, середні – від 50 до 150 мкм і великі – понад 150 мкм. Після таких маніпуляцій, під мікроскопом вдається виявляти масу світло-рожевої речовини із фрагментами збережених м'язових волокон і жирових елементів (рис. 2).

У м'ясній промисловості одним із методів консервування м'яса є соління, який у поєднанні з іншими (варінням, копченням, сушінням), застосовують при виготовленні м'ясних продуктів (ковбас, копченостей). Під засолюванням розуміють обробку м'ясної сировини кухонною сіллю і витриманням її упродовж певного часу з метою рівномірного просякнення між м'язовими волокнами [9].

Сухий метод соління широко застосовують при виробництві м'ясних продуктів із жирної сировини (шпик солоного тощо), при виготовленні сиров'ялених і сирокочених ковбас. Мокрий посол використовують при виробництві солоних

чиною вакуолями округлої, овальної або видовженої форми, як правило, заповнена жировою субстанцією або м'ясним соком (рис. 1). Вони зв'язані з дисперсним середовищем, представленим водними розчинами електроліту різних низькомолекулярних органічних і неорганічних речовин, а також невеликою кількістю розчинних білків. Безструктурна тканина, як правило, щільно прилягає до структурованих м'язів (рис. 2). При виготовленні кутерованих фаршів враховують співвідношення між м'язовою, сполучною та жировою тканинами. Жир при кутеруванні виходить із роздавлених жирових клітин і розміщується у фарші у вигляді жирових крапель. Збільшення його вмісту призводить до зменшення однорідності фаршу і зростання його пористості.

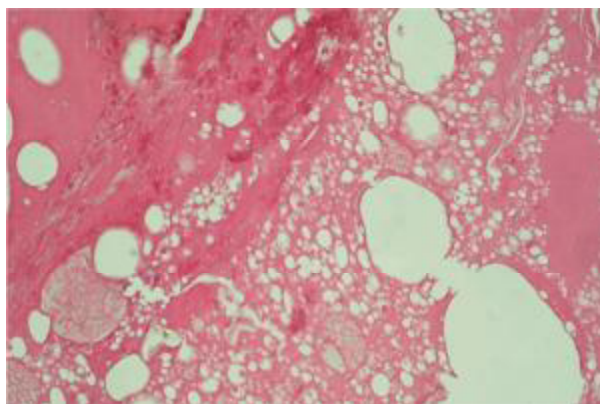


Рис. 2. Безструктурна тканина, яка щільно прилягає до структурованих м'язів. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 20

м'ясопродуктів (копченостей). При всіх методах консервування (засолювання) дифузійний обмін відбувається приблизно однаково [10].

У процесі соління відбувається зміна структури і консистенції м'яса, розвивається характерне забарвлення, формується специфічний смак і аромат. При короткотривалому солінні (24–48 годин за температури 0 °С), яке застосовують при виготовленні варених ковбасних виробів, фаршу надають потрібних технологічних властивостей, а саме: вологозв'язуючої здатності та липкості, які залежать, головним чином, від стану м'язових білків.

До речовин, які традиційно використовують при солінні м'яса, відносять натрію хлорид, натрію нітрит, цукор, аскорбінову кислоту або її натрієву сіль (натрію аскорбінат). Кількість натрію хлориду, що додається до м'яса, залежить від виду готового продукту і коливається від 2 до 3,5 % до маси сировини. При виробництві ковбасних виробів сіль вноситься до подрібненого м'яса, як правило, у сухому вигляді [11].

У момент зіткнення солі з поверхнею м'ясної сировини, між ними виникає обмінна дифузія, яка призводить до перерозподілу розсолу, води і розчинних компонентів продукту. Іони натрію, хлору

і нітриту проникають у м'ясо, а розчинні компоненти виводяться в навколишнє середовище. Вода, залежно від концентрації розсолу, або потрапляє в розсіл, або поглинається з розсолу продуктом. Швидке і рівномірне проникнення розсолу між м'язовими волокнами залежить від багатьох факторів, зокрема від різниці концентрацій солі в системі «розсіл-продукт». Процес розподілу розсолу залежить від властивостей сировини: тканиного складу, розміру, проникності тканин.

Поряд з цим, натрію хлорид, що накопичується у м'ясі в результаті соління (2-3 % до маси м'яса), сприяє створенню відповідної концентрації тканинної рідини, яка підвищує розчинність білків актоміозинової фракції, що позитивно впливає на клейкість ковбасного фаршу.

Натрію хлорид прискорює окиснювальні процеси, м'язова тканина втрачає природне забарвлення і набуває різних відтінків сірвато-коричневого кольору. На практиці, під час соління

м'ясопродуктів, для запобігання небажаних змін забарвлення, сировину обробляють натрію нітритом. У результаті взаємодії пігменту міоглобіну з окисом азоту, джерелом якого є натрію нітрит, утворюється яскраво-червоний нітрозоміоглобін (НОМв), який і створює стійке забарвлення солоного м'яса як у сирому продукті, так і у вареному [9].

При гістологічному дослідженні посоленого м'яса відбувається набухання м'язових волокон і сполучної тканини, послаблення або зникнення поперечної посмугованості, хроматоліз ядер, поява мікротріщин і зернистої маси всередині та між м'язовими волокнами (рис. 3). Виявляють також розшарування та набубнявіння м'язових волокон, нагромадження блідо-рожевої білкової маси між ними (рис. 4). У менш деформованих волокнах виявляють під сарколемою темно-сині овальної форми ядра.



Рис. 3. Набухання, фрагментація та утворення мікротріщин м'язових волокон. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

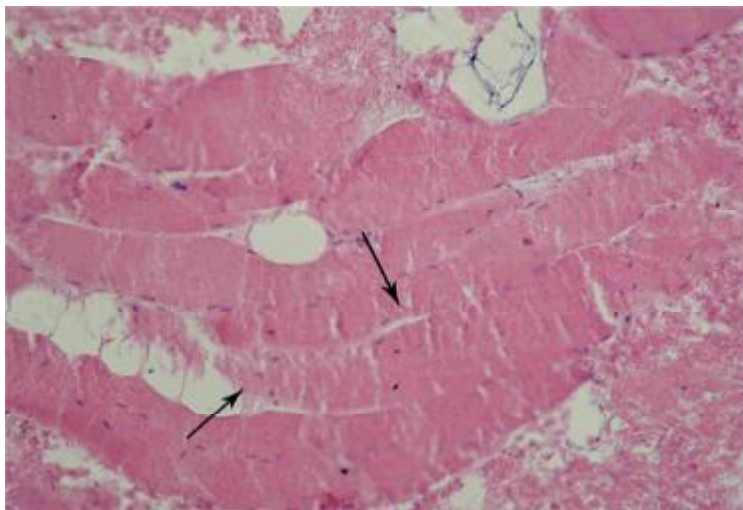


Рис. 4. Солоне м'ясо. Зернистий розпад окремих м'язових волокон, численні мікротріщини (показано стрілками). Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

Так, через добу після посолу, відбуваються зміни у структурі м'язових волокон. Найбільш виражені вони у поверхневих шарах м'язів [12, 13]. М'язові волокна із полігональних набувають округлих форм і з'являються мікротріщини (рис. 5), тоді, як у глибоких шарах вони стають гомогенними (рис. 6). У наступні дві доби під дією сольо-

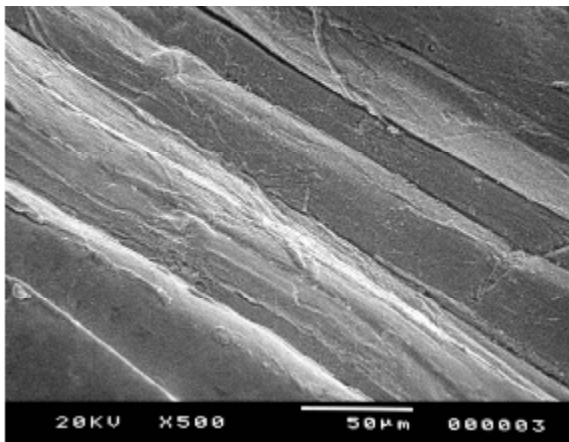


Рис. 5. Поверхня м'язових волокон, що піддавались солінню (1 доба). М'язові волокна з поодинокими мікротріщинами. SEM. X 500

Отже, при дослідженні морфологічної поверхні засоленого м'яса за допомогою SEM (скануючого електронного мікроскопу) встановлено, що внаслідок набубнявіння м'язових волокон, руйнування саркоплазми і просочування білкової маси між волокнами, поверхня зрізу набуває горбистого рельєфу, контури м'язових волокон не проглядаються, а пучки м'язових волокон стають одно-рідно-гомогенними.

Тривале засолювання спричиняє деструкцію м'язових волокон, які мікроскопічно визначаються у вигляді сильно набубнявілих, слабо контурованих та дрібно посічених волокон, які розміщуються в слабоокисфільній зернистій білковій масі.

#### ВИСНОВКИ

При кутеруванні відбувається руйнування

вого розчину м'язові волокна і сполучнотканинні волокнисті елементи набухають, між м'язовими волокнами глибоких шарів нагромаджується дрібнозерниста білкова маса, збільшується кількість поперечних мікротріщин, проходить фрагментація волокон, підвищується ніжність м'яса.

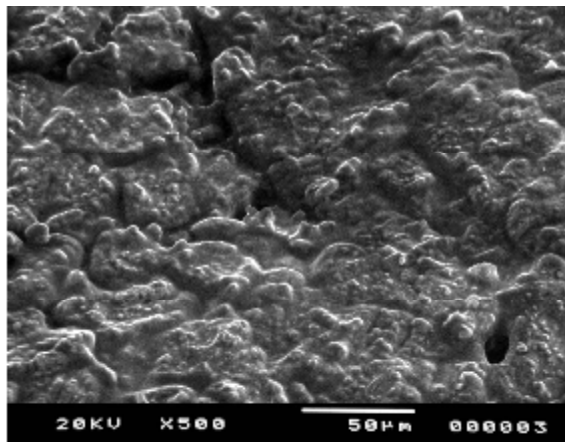


Рис. 6. Гомогенізація та набухання глибоких шарів м'язів при засолюванні (2 доби). SEM. X 500

структури м'язової тканини, фрагментація сполучнотканинних волокон, вихід міофібрилярних білків, які вбирають додану у процесі кутерування воду, набухають і створюють мережеву структуру, що оточує жир.

При засолюванні м'яса розвивається складний комплекс структурних змін, пов'язаний із фізико-хімічною дією сольових розчинів на м'язові структури (зміна осмотичного тиску, підвищення проникності клітинних мембран, розчинення та вихід білків), природним та специфічним автолізом м'язів, локальним протеолізом м'язів із нагромадженням продуктів життєдіяльності та розпаду молочнокислих бактерій. Разом всі ці процеси формують смак, аромат і ніжність посоленого м'яса.

#### Список використаної літератури:

1. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва / О. М. Якубчак, В. І. Хоменко, С. Д. Мельничук // К.: Біопром, 2005. — 799 с.
2. Зонин В. Г. Современное производство колбасных и солено-копченых изделий / В. Г. Зонин. — СПб.: Профессия, 2006. — 224 с.
3. Количественный электронно-зондовый микроанализ: Пер. с англ. / Под ред. В. Скотта, Г. Лава. — М.: Мир, 1986. — 352 с.
4. Меркулов Г. А. Курс патологической техники / Г. А. Меркулов. — Л.: Медицина, 1969. — 423 с.
5. Ехлакова Н. В. Качество и безопасность мясопродуктов / Н. В. Ехлакова // Эффективное птицеводство. — 2008. — № 8. — С. 28–31.
6. Коцюмбас Г. І. Мікроструктурна характеристика фаршу пельменів в аспекті контролю якості харчових продуктів / Г. І. Коцюмбас, П. П. Урбанович, О. В. Мисів // Науковий вісник ЛНАВМ імені С. З. Гжицького. — 2004, Т-6 (№1). — Ч. 2. — С. 37–43.
7. Коцюмбас Г. І. Мікроструктурне дослідження сировини у м'ясних фаршах / Г. І. Коцюмбас, І. Ю. Бісюк, О. М. Щербентовська // Методичні рекомендації. — Львів: «Афіша», 2006. — 48 с.
8. Бём Р. Микроскопия мяса и сырья животного происхождения / Р. Бём, В. М. Плева // Пищевая промышленность, 1964. — 336 с.
9. Гистологические изменения мяса при посоле на различных стадиях автолиза / Н. А. Налетов, А. С. Больша-

ков, В. Е. Симаков, А. К. Фомин // Мясная индустрия СССР. – 1963. – №32. – С. 19–21.

10. Кудряшов Л. С. Биохимические и физико-химические изменения при созревании и посоле мяса / Л. С. Кудряшов // Мясная индустрия. – 2007. – № 10. – С. 35–38.

11. Якубчак О. М. Функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини / О. М. Якубчак // Мясной бизнес. – 2006. – № 4. – С. 82–83.

12. Хвыля С. И. Практическое применение гистологического метода в целях идентификации мясных продуктов / С. И. Хвыля, Я. А. Донскова, Н. В. Менухов // Мясная индустрия. – 2006. – № 12. – С. 32–34.

13. Хвыля С. И. Оценка качества мясного сырья и готовой продукции на основе государственных стандартов / С. И. Хвыля, В. А. Пчелкина // Мясная индустрия. – 2007. – № 8. – С. 9-12.

### **Щебентовская О.Н. ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРИ КУТТЕРОВАНИИ И СОЛЕНИИ**

*В статье представлены результаты морфологических исследований мяса свиней после куттерования и соления. Установлено, что в процессе куттерования происходит тонкое измельчение структуры мышечных волокон, равномерно смешивается жировая и рыхлая соединительная ткани. Измельченная ткань, при этом, становится бесформенной, практически однородной массой, в которой формируется множество шариков жира, а также менее измельченных частиц сырья. Механическое разрушение структуры мышечных волокон вызывает интенсивный выход миофибриллярных белков, которые, взаимодействуя с соевыми растворами, легко впитывают воду, набухают и формируют пористую структуру, повышают стабильность готового фарша. Микроскопически обнаруживали мелкозернистую однородную массу с многочисленными, округлыми вакуолями, заполненными белково-жировой субстанцией. В процессе соления мяса развивается сложный комплекс структурно-функциональных изменений, связанных с физико-химическим воздействием солевых растворов на мышечные структуры. Повышается проницаемость клеточных мембран, отмечается локальный протеолиз мышц, изменяются структура и консистенция мяса, формируется его специфический вкус и аромат. Гистологически при солении мяса, отмечали изменения как в поверхностных, так и глубоких слоях мышечных волокон. На поперечном срезе проявлялись многочисленные микрощели, мышечные волокна набухали, а между ними четко просматривалась мелкозернистая белковая масса.*

**Ключевые слова:** мышечная ткань, куттерование, миофибриллярные белки, жир, микрощели, фрагментация волокон.

### **Shchebentovska O.M. THE HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MUSCLE TISSUES UNDER GRINDING AND SALTING**

*The article presents the results of morphological tests of pig meat after grinding and salting. It was determined that in the process of grinding we observe the decomposition of muscle tissue structure, uniform mixing of fat and connective tissues. The crushed tissue becomes amorphous and practically endogenous mass where many fat globules and also crushed raw material particles. Mechanical destruction of muscle fibre structure causes intensive appearance of myofibrillar proteins that absorb water, swell and form porous structure that enhance the stability of finished forcemeat. The microscopic test detected fine-grained homogenous mass with numerous round or elongated vacuoles of different size that are thick with protein-fat substance. In the process of meat salting we observe complex of structural functional changes connected with physical chemical action of saline solutions on muscle structures. The permeability of cellular membranes, solution and appearance of proteins, local muscle proteolysis are increasing that causes change of structure and consistency of meat, creation of its specific taste, smell and appropriate technological peculiarities necessary for manufacture of finished meat products. During the process of meat salting we observed changes in surface and deep layers of muscle fibres. The cross cuts showed numerous microclefts, swollen lamellar muscle tissues and fine-grained protein mass.*

**Key words:** muscle, kuteruvannya, miofibrilarni protein, fat, cracks, fragmentatsiya fibers.

Дата надходження до редакції: 10.06.2014 р.

Рецензент: кандидат с.-г. наук, професор М.І.Машкін