

Наталья Владимировна Донкова^{1✉}, Алена Александровна Ганцгорн²,
Ирина Эдуардовна Менчикова³, Сергей Александрович Донков⁴

^{1,2,3,4}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

^{1,2,3,4}dnv-23@mail.ru

МИКРОСТРУКТУРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТКАНЕВОГО СОСТАВА МЯСОПРОДУКТОВ

Цель исследования – проведение идентификации тканевого состава образцов мясопродуктов методом микроструктурного (гистологического) анализа с учетом технологии переработки мясного сырья и применения растительных пищевых добавок. Исследование выполнено на базе гистологической лаборатории кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» в 2023 г. Объект исследования – мясопродукты различных товаропроизводителей, реализуемые в торговой сети г. Красноярск (образцы № 1, № 2, № 3). Для гистологического исследования образцы фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина с последующей стандартной гистологической проводкой через спирты возрастающей концентрации и парафины. На микротоме изготавливали срезы толщиной 5 мкм, которые после депарафинизации и просветления окрашивали гематоксилином и эозином и просматривали под микроскопом Levenhuk. Установлено, что в образцах № 1 и № 2 определяются гомогенные (бесструктурные) оксифильные массы с большим количеством вакуолей, что свидетельствует о значительном воздействии механических и термических факторов на мясное сырье. В образце № 1 выявлены добавки растительного происхождения – каррагинан и мука, используемые при изготовлении мясопродуктов (колбас) в качестве формообразующих веществ. В образце № 2 выявлено незначительное количество соединительной ткани и углеводные добавки (крахмала и каррагинан), используемые при изготовлении мясопродуктов в качестве влагоудерживающих и структурообразующих компонентов. В образце № 3 идентифицированы скелетные мышечные и соединительнотканые волокна и растительные углеводные (крахмал, каррагинан) и белковые добавки (соевый белок). Проведенные гистологические исследования образцов мясопродуктов показывают, что в процессе их изготовления используется не только мясное сырье, но и углеводные и белковые добавки. Степень воздействия на исходное мясное сырье в процессе изготовления мясопродуктов отражается на гистологической картине и варьирует в разных образцах.

Ключевые слова: микроструктура мяса и мясопродуктов, гистология углеводных и белковых пищевых добавок

Для цитирования: Микроструктурная идентификация тканевого состава мясопродуктов / Н.В. Донкова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 11. С. 251–257. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-251-257.

Natalya Vladimirovna Donkova^{1✉}, Alena Alexandrovna Ganzgorn², Irina Eduardovna Menchikova³,
Sergei Alexandrovich Donkov⁴

^{1,2,3,4}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

^{1,2,3,4}dnv-23@mail.ru

MICROSTRUCTURAL IDENTIFICATION OF MEAT PRODUCTS TISSUE COMPOSITION

The purpose of the study is to identify the tissue composition of meat product samples using microstructural (histological) analysis, taking into account the technology of processing raw meat and the use of herbal food additives. The study was carried out on the basis of the histological laboratory of the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery of the Institute of Applied Biotechnology and Veterinary Medicine of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University in 2023. The object of the study was meat products from various producers sold in the retail chain of Krasnoyarsk (samples № 1, № 2, № 3). For histological examination, samples were fixed in a 10 % solution of neutral formalin, followed by standard histological processing through alcohols of increasing concentrations and paraffins. Sections 5 µm thick were prepared on a microtome, which, after deparaffinization and clearing, were stained with hematoxylin and eosin and viewed under a Levenhuk microscope. It has been established that in samples № 1 and № 2 homogeneous (structureless) oxyphilic masses with a large number of vacuoles are determined, which indicates a significant impact of mechanical and thermal factors on raw meat. In sample № 1, additives of plant origin were identified – carrageenan and flour, used in the manufacture of meat products (sausages) as formative substances. Sample № 2 revealed a small amount of connective tissue and carbohydrate additives (starch and carrageenan), used in the production of meat products as moisture-retaining and structure-forming components. In sample № 3, skeletal muscle and connective tissue fibers and vegetable carbohydrate (starch, carrageenan) and protein additives (soy protein) were identified. Histological studies of samples of meat products show that in the process of their production, not only raw meat, but also carbohydrate and protein additives are used. The degree of impact on the original meat raw materials during the manufacturing process of meat products is reflected in the histological picture and varies in different samples.

Keywords: microstructure of meat and meat products, histology of carbohydrate and protein food additives

For citation: Microstructural identification of meat products tissue composition / N.V. Donkova [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(11): 251–257. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-251-257.

Введение. Основным компонентом мяса является поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань, в значительно меньшем объеме в состав мяса входит рыхлая волокнистая соединительная ткань (РВСТ), кровеносные сосуды, нервы, а также жировая ткань. В зависимости от вида животного мясо отличается не только по морфологическому составу, но и по химическому составу и органолептическим показателям. Кроме того, тканевый состав мяса зависит от возраста и пола животного [1, 2].

В процессе технологической обработки мяса при изготовлении мясопродуктов происходят характерные структурные изменения в тканях мяса. Механические, термические и иные воздействия приводят к изменению исходных характеристик мяса, кроме того, добавление в продукт формообразующих компонентов (гелеобразующих полисахаридов), таких как каррагинан, камедь, крахмал, мука, растительные белки, значительно изменяет микрокартину его тканевого состава. В Российской Федерации разработаны национальные стандарты по определению этих компонентов в мясных продуктах гистологическим ме-

тодом, однако в производственных условиях эти исследования проводятся выборочно. Также необходимо учитывать фактор возможной фальсификации мясопродуктов в процессе их изготовления, когда используется мясное сырье более низкого сорта (мясо старых или диких животных), происходит его замена субпродуктами и растительными компонентами, водой и другими наполнителями в различных количествах [3–5]. Поэтому установление качественных характеристик мясопродуктов путем проведения микроструктурной идентификации их тканевого состава, позволяющей выявить не только компоненты, входящие в состав мясопродукта, но и установить степень воздействия технологических факторов на структуру тканей и клеток исследуемых образцов, определяет актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – провести идентификацию тканевого состава образцов мясопродуктов методом микроструктурного (гистологического) анализа с учетом технологии переработки мясного сырья и применения растительных пищевых добавок.

Объекты и методы. Работа выполнена на базе гистологической лаборатории кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» в 2023 г.

Объектом исследования являлись мясопродукты различных товаропроизводителей, реализуемые в торговой сети г. Красноярск.

Материалом для исследования послужила колбаса вареная «Докторская» (образец № 1) и ветчина вареная «Княжеская» (образец № 2) (производитель «Дымов»), карбонат «Боярский» (образец № 3) (производитель «ВЕЛЕС»).

Для гистологического исследования отобранные образцы фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина с последующей стандартной гистологической проводкой через спирты возрастающей концентрации и парафины. На микротоме изготавливали срезы толщиной 5 мкм, которые после депарафинизации и просветления окрашивали гематоксилином и эозином и просматривали под микроскопом Levenhuk.

Результаты и их обсуждение. При микроскопии гистологических препаратов, изготовленных из образца № 1, установлено, что микроструктура скелетных мышечных волокон исходного сырья (мяса) не сохранена: отсутствуют характерные для этих волокон составляющие – саркоlemma, палочковидные ядра и миофибриллы, определяющие поперечно-полосатую исчерченность мышечных волокон. В поле зрения обнаруживаются гомогенные бесструктурные массы – оксифильные образования различной формы и размеров, которые занимают до 50 % препарата, что идентифицировано нами как измельченное, подвергнутое механической и термической обработке мясное сырье. Достоверно дифференцировать наличие мышечных волокон, свойственных мышцам продуктивных животных (говядина, свинина и пр.), не представляется возможным. Вместе с тем на гистологическом препарате определяется большое количество диффузно расположенных вакуолей, преимущественно округлой или овальной формы, которые могут образовываться при технологическом воздействии на мясной продукт (интенсивное перемешивание, взбивание, добавление воды, молока) (рис. 1). В поле

зрения гистологического препарата также видны диффузно-расположенные частицы неправильной «кляксоподобной» формы, размерами от 80 до 100 мкм, стеклоподобной структуры лилово-сиреневого цвета с характерной сотоподобной структурированностью, что свойственно структуре растительной добавке углеводной природы – каррагинану, используемому в изготовлении мясопродуктов в качестве формообразующего вещества (рис. 2). Кроме того, на микроструктурном уровне в исследуемом образце выявлена мука, морфологическими признаками которой являются округлой формы образования из мелких неокрашенных частиц (рис. 3).

Следует отметить, что растительные компоненты (каррагинан и мука) не заявлены на этикетке товаропроизводителя, где указан следующий состав: свинина, говядина, вода, яичный меланж, молоко питьевое, соль поваренная пищевая, сахар-песок, регулятор кислотности (пирофосфат натрия), стабилизатор (полифосфат калия), антиокислитель (аскорбат натрия), пряности (мускатный орех), усилитель вкуса и аромата (глутамат натрия), фиксатор окраски (нитрит натрия).

Таким образом, микроструктурным методом в образце № 1 определяются гомогенные (бесструктурные) оксифильные массы с большим количеством вакуолей, что свидетельствует о значительном воздействии механических и термических факторов на мясное сырье, что исключает достоверную идентификацию тканей мяса; при этом в мясопродукте хорошо идентифицируются добавки растительного происхождения – каррагинан и мука, используемые при изготовлении мясопродуктов (колбас) в качестве формообразующих веществ.

При микроскопии гистологических препаратов, изготовленных из образца № 2, установлено, что исходное мясное сырье подвергнуто высокой степени гомогенизации, что не позволяет выявить микроструктуру скелетных мышечных волокон: отсутствуют оболочки мышечных волокон, палочковидные ядра и миофибриллы, определяющие поперечно-полосатую исчерченность. В поле зрения обнаруживаются гомогенные бесструктурные массы – оксифильные образования различной формы и размеров, которые занимают до 50 % препарата, идентифицированные нами как измельченное, подвергнутое механической и термической обработке мясное сырье (рис. 4). На гистологическом препарате

определяются в большом количестве диффузно расположенные вакуоли, различных размеров и формы, которые могут образовываться при технологическом воздействии на мясной продукт (интенсивное перемешивание, взбивание, добавление воды, молока). Производитель указывает на этикетке, что в состав данного продукта входит: филе кур, эмульсия шкуры, вода, крахмал (картофельный), декстроза, краситель (кармин), нитритно-посолочная смесь (соль пищевая, фиксатор окраски (нитрит натрия), регулятор кислотности (трифосфат), антиокислитель (аскорбиновая кислота), пшеничные волокна, мальтодекстрин, загуститель (каррагинан), животный белок (свиной), усилитель вкуса и аромата (глутамат натрия), ароматизатор. На гистологическом препарате в поле зрения видны следующие структурные компоненты: крах-

мал, каррагинан, соединительнотканное волокно. Крахмал представляет собой неокрашенный субстрат, по форме напоминающий свернутый жгут. Каррагинан представляет собой частицы неправильной «кляксоподобной» формы, размерами от 80 до 100 мкм, стеклоподобной структуры лилово-сиреневого цвета с характерной сотоподобной структурированностью (рис. 5). Соединительнотканное волокно представлено коллагеновыми волокнами с характерной для них толщиной и извилистостью, их сохранение в образце можно объяснить большей устойчивостью к механическим и термическим воздействиям в процессе изготовления мясoproducta. Следует отметить, что все заявленные производителем компоненты обнаружены в исследуемом образце при гистологическом исследовании.

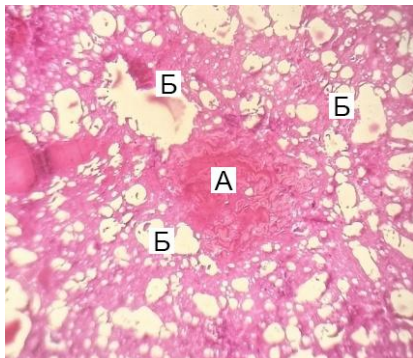


Рис. 1. Образец № 1: А – оксифильные бесструктурные образования; Б – вакуоли; окраска: гематоксилин и эозин; об. 4х; ок. 10х

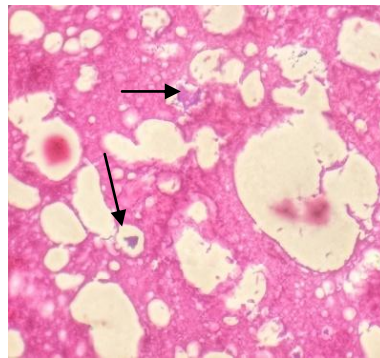


Рис. 2. Образец № 1. Частицы неправильной «кляксоподобной» формы лилово-сиреневого цвета с характерной для каррагинана сотоподобной структурированностью; окраска: гематоксилин и эозин; ок. 10х; об. 10х

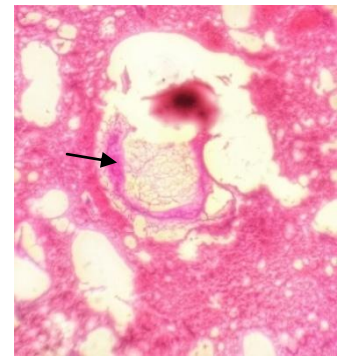


Рис. 3. Образец № 1. Образования округлой формы из мелких неокрашенных частиц – крахмал; окраска: гематоксилин и эозин; ок. 10х; об. 10х

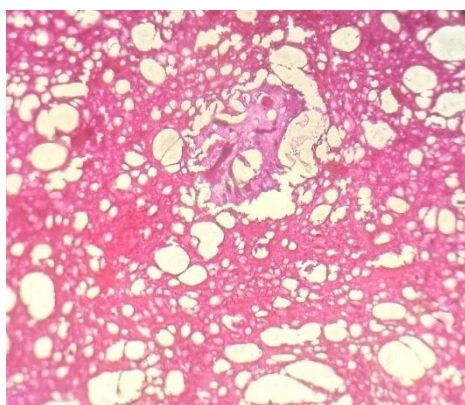


Рис. 4. Образец № 2. Гомогенизированная структура мясного продукта с большим количеством вакуолей; окраска гематоксилин и эозин; ок. 10х; об. 10х

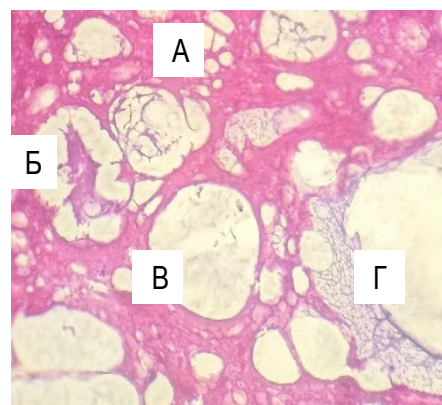


Рис. 5. Образец № 2: А – вакуоли; Б – каррагинан; В – крахмал; Г – соединительная ткань; окраска: гематоксилин и эозин; ок. 10х; об. 40х

Таким образом, в образце № 2 на микро-структурном уровне определяется в высокой степени гомогенизированное мясное сырье и большое количество вакуолей, что свидетельствует об интенсивном воздействии на мясное сырье механических и термических факторов при его обработке, кроме того в составе мясо-продукта выявляется незначительное количество соединительной ткани и углеводные добавки, такие как крахмал и каррагинан, используемые в процессе изготовления мясопродуктов в качестве влагоудерживающих и структурообразующих компонентов.

При микроскопии гистологических препаратов, изготовленных из образца № 3, установлено, что в мясопродукте в значительной степени сохранена структура скелетных мышечных волокон, в межмышечных пространствах просматриваются соединительно-тканые прослойки с примесью жировой ткани, занимающие умеренный объем, что свойственно тканевой структуре мышцы (рис. 6). Вместе с тем на препарате в структуре мясопродукты выявляются иные ингредиенты,

такие как: соевый белок, каррагинан (рис. 7) и крахмал (рис. 8). Соевый белок на гистологическом препарате представляет собой образования округлой или овальной формы с отверстием внутри, напоминая бублик или гантелю. Эти структуры окрашиваются ярко-оксифильно, достигая размеров 100 мкм. Каррагинан на препарате представляет собой характерные частицы неправильной «кляксоподобной» формы, размерами от 80 до 100 мкм, стеклоподобной структуры лилово-сиреневого цвета, имеющие сотоподобную текстуру. Кроме того, между участками мышечной ткани выявляется значительное количество крахмала, представляющего собой неокрашенные вытянутой формы образования в виде свернутого жгута (см. рис. 8). Производитель на этикетке указывает: длиннейшая спинная мышца свиной туши. Гистологический анализ образца № 3 устанавливает в составе исследуемого мясопродукта не только мышечные и соединительные ткани, свойственные мышцам, но и растительные углеводные (крахмал, каррагинан) и белковые добавки (соевый белок).

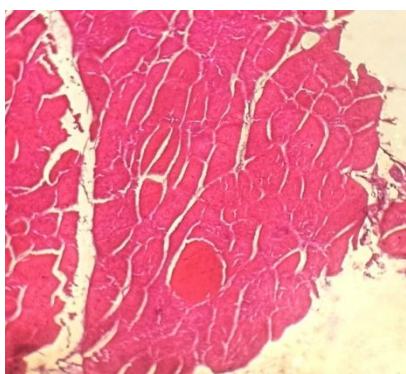


Рис. 6. Образец № 3. Мышечные волокна в продольном разрезе; окраска: гематоксилин и эозин; ок. 10×; об. 10×

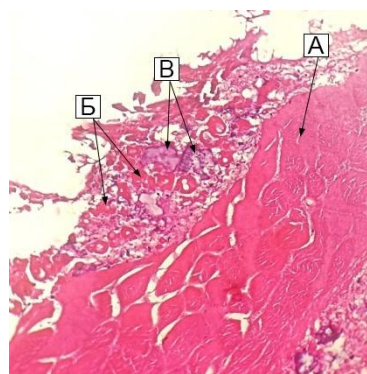


Рис. 7. Образец № 3: А – мышечные волокна; Б – соевый белок; В – каррагинан; окраска гематоксилин и эозин; ок. 10×; об. 4×

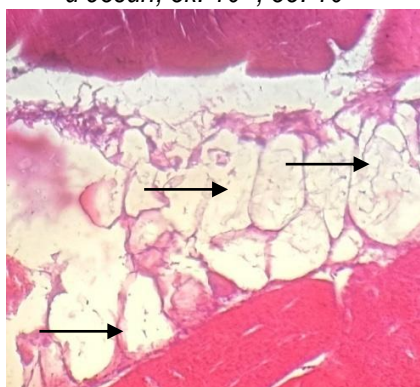


Рис. 8. Крахмал в образце № 3; окраска: гематоксилин и эозин; ок. 10×; об. 40×

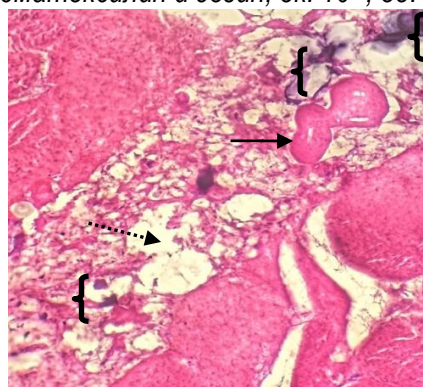


Рис. 9. Белковые и углеводные добавки в образце № 3; —> соевый белок; { каррагинан;> крахмал

Заключение. Проведенные гистологические исследования образцов мясopодуKтов показывают, что в процессе их изготовления используется не только мясное сырье, но и различные растительные добавки: углеводные (крахмал, каррагинан) и белковые (соевый белок). Структура этих компонентов имеет характерные морфологические признаки, что позволяет их идентифицировать на микроструктурном уровне. Кроме того, степень воздействия на исходное мясное сырье в процессе изготовления мясopодуKтов также отражается на гистологической картине и варьирует в разных образцах от гомогенизированной бесструктурной массы с большим количеством вакуолей до отчетливо выявляемых скелетных мышечных волокон, свойственных тканям мяса.

Список источников

1. Хвыля С.И., Гиро Т.М. Микроструктурный анализ мяса и мясных продуктов. Саратов: СГАУ, 2008. 132 с.
2. Малышева Е.С., Овчаренко Н.Д., Мезенцев С.В. Оценка видовой принадлежности мышечной ткани на основе микроструктурного анализа // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (126). С. 84–88.
3. Гогоцкий В.А., Олесюк С.В., Хвыля С.И. Структура рубленых полуфабрикатов из мяса кур родительской формы // Мясные технологии. 2015. № 11. С. 46–47.

4. Микроструктура вареных колбас, содержащих комплекс животных белков / Л.С. Кудряшов [и др.] // АПК России. 2017. Т. 24, № 3. С. 706–709.
5. Хвыля С.И., Пчелкина В.А. Качество и состав мясных продуктов: как научиться методам оценки // Все о мясе. 2012. № 4. С. 48–50.

References

1. Hvylya S.I., Giro T.M. Mikrostrukturnyj analiz myasa i myasnyh produktov. Saratov: SGAU, 2008. 132 s.
2. Malysheva E.S., Ovcharenko N.D., Mezencev S.V. Ocenka vidovoj prinadlezhnosti myshechnoj tkani na osnove mikrostrukturnogo analiza // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 4 (126). S. 84–88.
3. Gogockij V.A., Olesyuk S.V., Hvylya S.I. Struktura rublennyh polufabrikatov iz myasa kur roditel'skoj formy // Myasnye tehnologii. 2015. № 11. S. 46–47.
4. Mikrostrukтура varenyh kolbas, soderzhaschih kompleks zhivotnyh belkov / L.S. Kudryashov [i dr.] // APK Rossii. 2017. T. 24, № 3. S. 706–709.
5. Hvylya S.I., Pchelkina V.A. Kachestvo i sostav myasnyh produktov: kak nauchit'sya metodam ocenki // Vse o myase. 2012. № 4. S. 48–50.

Статья принята к публикации 09.10.2023 / The article accepted for publication 09.10.2023.

Информация об авторах:

Наталья Владимировна Донкова¹, заведующая кафедрой анатомии, патологической анатомии и хирургии, доктор ветеринарных наук, профессор

Алена Александровна Ганцгорн², ассистент кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии, кандидат биологических наук

Ирина Эдуардовна Менчикова³, врач-патологоанатом, ассистент кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии

Сергей Александрович Донков⁴, доцент кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Natalya Vladimirovna Donkova¹, Head of the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Doctor of Veterinary Sciences, Professor

Alena Alexandrovna Ganzgorn², Assistant at the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Candidate of Biological Sciences

Irina Eduardovna Menchikova³, pathologist, assistant at the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery

Sergei Alexandrovich Donkov⁴, Associate Professor at the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Candidate of Biological Sciences

