

Научная статья  
УДК 591.4  
EDN XNLJCM

### **Морфология мышечной ткани при охлаждении**

**Наталья Степановна Кухаренко<sup>1</sup>,** доктор ветеринарных наук, профессор  
**Элла Константиновна Кондрашина<sup>2</sup>,** студент

<sup>1, 2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [sudvetexpert@mail.ru](mailto:sudvetexpert@mail.ru)

**Аннотация.** В работе приводятся результаты морфологического исследования динамики нативной мышечной ткани, полученные без предварительной фиксации, непосредственно сразу после убоя кроликов. Впервые представлен анализ изменения размеров мышечного волокна, межмышечного пространства и состояния мышечного сока в зависимости от понижения температуры до замерзания.

**Ключевые слова:** мышечная ткань, морфологическая оценка, динамика отклонений, морфометрия

**Для цитирования:** Кухаренко Н. С., Кондрашина Э. К. Морфология мышечной ткани при охлаждении // Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии сельскохозяйственных животных : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 20 марта 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 138–144.

Original article

### **Morphology of muscle tissue during cooling**

**Natalia S. Kukharenko<sup>1</sup>,** Doctor of Veterinary Sciences, Professor  
**Ella K. Kondrashina<sup>2</sup>,** Student

<sup>1, 2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[sudvetexpert@mail.ru](mailto:sudvetexpert@mail.ru)

**Abstract.** The paper presents the results of a morphological study of the dynamics of native muscle tissue obtained without prior fixation, immediately after the slaughter of rabbits. For the first time, an analysis of changes in the size of muscle fiber, intermuscular space and the state of muscle juice, depending on a decrease in temperature to freezing, is presented.

**Keywords:** muscle tissue, morphological assessment, dynamics of deviations, morphometry

**For citation:** Kukharenko N. S., Kondrashina E. K. Morphology of muscle tissue during cooling. Proceedings from Problems of animal husbandry, veterinary medicine and biology of farm animals: *Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 138–144), Blagoveshchensk, Dalnevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

**Введение.** В судебных ветеринарных экспертных исследованиях органы юстиции перед экспертами ставят вопросы об оценке мышечной ткани животных после одно- или многократной заморозки. Ответов на эти вопросы в доступной литературе нет, очевидно, потому, что ответы на них можно получить при исследованиях нативной мышечной ткани. Только в этом случае, за короткий временной промежуток снижения температуры мяса до замерзания (период охлаждения) можно увидеть и оценить динамику морфологических отклонений в мышцах. Поэтому перед сотрудниками научной лаборатории встал вопрос оценки мяса при различных сроках его замораживания и размораживания. Этап оценки мяса в период охлаждения – это первый начальный момент анализа изменения мышечных волокон при общепринятой методике хранения мяса (заморозке).

Холодильная обработка мяса и его хранение при соответствующих низких температурах – один из наиболее современных приемов предупреждения или замедления его порчи. Этим достигается наибольшее сохранение первоначальных свойств мяса. Хранение на холоде обеспечивает минимальное изменение пищевой ценности и вкуса мяса. Обработка холодом обусловливает замедление химических и биохимических процессов, происходящих в продукте под действием собственных ферментов, кислорода воздуха, тепла и света [1]. После убоя животного прекращается обмен веществ, приток кислорода и питательных компонентов к клеткам тканей. В мясе происходят биохимические процессы, связанные с изменением азотистых веществ, которые влияют на нежность, вкус и аромат мяса. Все изменения происходят под действием ферментов, которые после гибели еще работают какое-то время [2].

При изучении источников выявлено, что для оценки мышечной ткани

---

применяются общепринятые методики, предполагающие уплотнение тканей с применением 10-процентного раствора формалина и окрашивания [3–5], при которых субстанция мышечного волокна моментально подвергается денатурации и отследить динамику поэтапных изменений в мышечных волокнах практически невозможно.

**Цель исследования – морфологическая оценка нативного мышечного волокна от убоя до его заморозки (период охлаждения).** Для выполнения поставленной цели поставлены и решены следующие задачи:

1. Провести визуальную оценку мышечного блока на понижение температуры перед заморозкой.
2. Изучить динамику линейных показателей мышечных волокон и пространства между ними.
3. Представить количество и состояние мышечного сока и сосудистой реакции в мышечной ткани до заморозки.

**Методика исследований.** В эксперименте участвовали три кролика (половозрелые самцы). Умерщвление, разделка кроликов проводились по общепринятым методам [6, 7]. Для исследования была отобрана бедренная группа мышц (слабо работающая). Морфологическое изучение проводили на нативной мышечной ткани (сразу после убоя животного), то есть нефиксированной и неокрашенной [8].

Для проведения морфологических исследований были разработаны и использованы тест-карты (12 показателей, 41 признак). Оценку состояния морфологической картины мышц проводили под микроскопом «МИКМЕД-6». Линейные показатели получали с помощью окуляр-микрометра «МОВ-15». Биометрическая обработка полученного цифрового материала проведена по общепринятой методике [9]. Учет результатов проводился в течении трех часов каждые 30 минут. Для анализа результатов исследований использованы фото-рисунки и табличный материал.

**Результаты исследований.** Для морфологической оценки были отпрепарированы два блока мышц тазовой группы: один – стационарный, другой – для получения тонких срезов. Результаты оценки стандартного блока и мышечных волокон представлены в таблицах 1, 2.

**Таблица 1 – Визуальная оценка мышечного блока на понижение температуры перед заморозкой (n=3)**

Температура, °С	Общая масса, г	Длина, см	Ширина, см	Толщина, см
от 25 до 20	154,4±5,60	11,3±0,08	10,2±0,020	3,2±0,036
от 20 до 15	154,1±6,40	10,9±0,02	9,7±0,004	2,8±0,040
от 15 до 10	151,1±2,40	10,7±0,06	9,2±0,016	2,7±0,048
от 10 до 5	148,5±0,40	9,8±0,02	9,2±0,02	2,6±0,048
от 5 до нуля 0	145,3±1,32	9,8±0,04	8,5±0,024	2,5±0,052
минус 18	142,3±4,70	9,76±0,01	8,3±0,044	2,3±0,048

**Таблица 2 – Динамика линейных показателей мышечных волокон и пространства между волокнами (n=10)**

Время, мин.	Толщина мышечных волокон, мкм	Пространство между волокнами, мкм
30	0,16±0,005	0,09±0,001
60	0,20±0,008	0,08±0,001
90	0,21±0,008	0,08±0,002
120	0,17±0,012	0,07±0,001
150	0,13±0,008	0,06±0,002
180	0,12±0,008	0,05±0,002

Анализируя данные общей массы мышечного блока (табл. 1), прослеживаем тенденцию к его уменьшению за каждые 30 минут наблюдений: масса мышечного блока уменьшилась на 7,8 %. Подобные уменьшения отслеживаются и в других линейных показателях: длина на 13,6 %, ширина на 18,1 %, толщина на 28,1 %.

Кроме того, цвет мышечного блока от розово-серого к концу наблюдений изменился до красно-серого с коричневатым оттенком, а консистенция – из умеренно упругой стала плотной.

Как видно из результатов таблицы 2, прослеживается уменьшение толщины мышечного волокна (на 25 %) и сужение пространства между волокнами (на 44,5 %). Эти изменения указывают на уплотнение мышечной ткани.

## *Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция*

Окраска волокон с желто-коричневой становится красно-коричневой с синюшным оттенком из-за хорошо выраженной застойной венозной гиперемии.

Количество и состояние мышечного сока и сосудов оценивали крестами. Результаты представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Количество и состояние мышечного сока и сосудов (n=3)**

Показатели	Фон	30 мин.	60 мин.	90 мин.	120 мин.	150 мин.	180 мин.
Количество сока	–	0,98±0,0002	1,20±0,0003	0,96±0,0001	0,81±0,0002	0,08±0,0001	0,08±0,0002
Сосуды	–	–	+	++	++	–	–
Реакция вокруг сосудов:							
отек	–	–	+	++	+++	+++	+++
клетки	–	–	+	++	+++	+++	+++
кровоизлияния	–	–	–	+	++	++	+++
Мышечный сок	–	–	+	++	+++	++	+
Вспенивание	–	–	+	+	+++	+++	++

Примечание: +++ активная реакция; ++ выраженная реакция; + слабая реакция;  
– реакция отсутствует.

Их анализ показал, что количество мышечного сока активно выделяется в первые 1,5–2 часа наблюдений; затем уменьшается и, в конечном счете, сок перестает выделяться. Также вокруг хорошо просматривающихся кровеносных сосудов на 3–4 наблюдении стали появляться отек, слабая пестроклеточная инфильтрация.

**Заключение.** Таким образом, изучение мышечного волокна на нативном препарате позволило четко отследить реакцию мышечного симпласта на холодовое воздействие, то есть до заморозки – период охлаждения. При этом во всех трех исследованиях наблюдалось:

1. Уменьшение показателей мышечного блока: длины на 13,6 %, ширины на 18,1 %, толщины на 28,1 % и массы на 7,8 %.
2. Уменьшение линейных показателей мышечных волокон и пространства между ними – на 25 и 44,5 % соответственно.
3. Изменение количества и состояния мышечного сока: сначала увеличе-

ние, с выраженной реакцией вокруг кровеносных сосудов, а затем его уменьшение до полного исчезновения.

*Обнаруженные изменения характеризуют уплотнение мышечного блока и деструктивно-дегенеративные процессы, формирующиеся в мышечных волокнах от убоя животного до заморозки ткани, то есть в период охлаждения.*

### **Список источников**

1. Машанов А. И., Матюшев В. В., Величко Н. А. Основы консервирования пищевых продуктов : учебное пособие. Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2019. 270 с.
2. Павлова Е. В. Характеристика убойных животных и птиц : методические указания. Саратов : Саратовский государственный аграрный университет, 2010.
3. ГОСТ 31796–2012. Мясо и мясные продукты. Ускоренный гистологический метод определения структурных компонентов состава. М. : Стандартинформ, 2019. 5 с.
4. ГОСТ 19496–2013. Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования. М. : Стандартинформ, 2019. 9 с.
5. ГОСТ 27747–2016. Мясо кроликов (тушки кроликов, кроликов-бройлеров и их части). Технические условия. М. : Стандартинформ, 2019. 11 с.
6. Ковалевский К. Л. Лабораторное животноводство : учебное пособие. М. : Медгиз, 1958. 322 с.
7. Сысоев В. С., Александров В. Н. Кролиководство : учебное пособие. М. : Агропромиздат, 1985. 270 с.
8. Анисимова О. О., Морылева О. Н. Микроскопия нативной крови : атлас. М. : Российский университет дружбы народов, 2010. 103 с.
9. Стефанов С. Б., Кухаренко Н. С. Ускоренный способ количественного сравнения морфологических признаков. Благовещенск : Амурупрполиграфиздат, 1988. 28 с.

### **References**

1. Mashanov A. I., Matyushev V. V., Velichko N. A. *Fundamentals of food preservation: a textbook*, Krasnoyarsk, Krasnoyarskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2019, 270 p. (in Russ.).
2. Pavlova E. V. *Characteristics of slaughter animals and birds: methodological guidelines*, Saratov, Saratovskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2010, (in Russ.).

- 
3. Meat and meat products. Accelerated histological method for determining the structural components of the composition. (2012) *GOST 31796–2012 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200100067> (Accessed 10 February 2024) (in Russ.).
  4. Meat and meat products. The method of histological examination. (2013) *GOST 19496–2013 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200107317> (Accessed 10 February 2024) (in Russ.).
  5. Rabbit meat (rabbit carcasses, broiler rabbits and parts thereof). Technical conditions. (2016) *GOST 27747–2016 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200140382> (Accessed 10 February 2024) (in Russ.).
  6. Kovalevsky K. L. *Laboratory animal husbandry: a textbook*, Moscow, Medgiz, 1958, 322 p. (in Russ.).
  7. Sysoev V. S., Alexandrov V. N. *Rabbit breeding: a textbook*, Moscow, Agropromizdat, 1985, 270 p. (in Russ.).
  8. Anisimova O. O., Moryleva O. N. *Microscopy of native blood: atlas*, Moscow, Rossiiskii universitet druzhby narodov, 2010, 103 p. (in Russ.).
  9. Stefanov S. B., Kukharenko N. S. *Accelerated method of quantitative comparison of morphological features*, Blagoveshchensk, Amuruprpoligrafizdat, 1988, 28 p. (in Russ.).

© Кухаренко Н. С., Кондрашина Э. К., 2024

Статья поступила в редакцию 04.03.2024; одобрена после рецензирования 15.03.2024; принята к публикации 17.05.2024.

The article was submitted 04.03.2024; approved after reviewing 15.03.2024; accepted for publication 17.05.2024.