
ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

**Анализ показателей качества и безопасности мяса
при использовании разных типов упаковки**

**Анна Петровна Олесюк[✉], Ольга Игнатьевна Соловьева,
Надежда Алексеевна Сергеевкова, Роман Владимирович Яковлев**

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: olesyuk@rgau-msha.ru

Аннотация

Мясо является важнейшим продуктом питания человека. Общий объем его производства в мире в 2024 г. превысил 350 млн т, в нашей стране – более 16 млн т. Потребление мяса в России составляет 83 кг на 1 чел. в год, что на 10 кг выше рекомендуемой нормы. Однако мясная продукция имеет, как правило, ограниченный срок хранения при низких положительных температурах. Охлаждение не предотвращает развития микрофлоры, поскольку многие микроорганизмы порчи способны размножаться при низких температурах (от 0 до +4°C). Сохранение охлажденного продукта качественным и безопасным на всех этапах технологической цепи: от производства до потребителя – это немаловажная задача. Применение барьерных технологий – таких, как вакуумная упаковка или упаковка в модифицированной газовой среде, обеспечивающих высокие стандарты безопасности при производстве, позволяет заметно увеличить срок хранения охлажденного мяса, а также сформировать потребительское восприятие продукта. Исследования влияния различных типов упаковки на органолептические показатели мяса выявили, что самую высокую балльную оценку получил образец «Вырезка свиная» в вакуумной и модифицированной газовой среде – как на 1-е, так и на 15-е сутки хранения. По результатам физико-химических исследований можно отметить, что содержание влаги в образце мяса «Вырезка свиная в/у» на 15-е сутки хранения на 2,4 и на 1,21% выше, чем в образцах «Стейк на кости в/у» и «Шейка свиная в/у» соответственно. Показатели массовой доли жира и белка во всех образцах мяса варьируют в пределах нормы как в вакуумной, так и МГС-упаковке, и на время окончания срока хранения значительные различия не выявлены. Гистологический анализ образцов мяса показал, что на 15-е сутки хранения в образце «Шейка свиная», упакованной в модифицированную газовую среду, также видны четко выраженные мышечные волокна с характерной исчерченностью, что свидетельствует об отсутствии признаков порчи продукта. Микробиологические исследования свидетельствуют о том, что на 10-е сутки хранения показатель КМАФАнМ во всех образцах охлажденной свинины не превышал $2,7 \times 10^2$ КОЕ/г. К 15-м суткам хранения общая микробная обсемененность в образце «Шейка свиная» в вакуумной упаковке составила $4,3 \times 10^3$ КОЕ/г, в модифицированной газовой среде – $8,3 \times 10^3$ КОЕ/г.

Ключевые слова

Барьерные технологии, охлажденное мясо, свежесть, модифицированная газовая среда, вакуумная упаковка, КМАФАнМ

Для цитирования

Олесюк А.П., Соловьева О.И., Сергееenkova Н.А., Яковлев Р.В. Анализ показателей качества и безопасности мяса при использовании разных типов упаковки // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 4. С. 122–137.

LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

Analysis of meat quality and safety indicators affected by different types of packaging

Anna P. Olesyuk[✉], Olga I. Solovyova, Nadezhda A. Sergeenkova,
Roman V. Yakovlev

Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

[✉]Corresponding author: olesyuk@rgau-msha.ru

Abstract

Meat is the most important food product for humans. In 2024, worldwide meat production exceeded 350 million tons, with Russia accounting for over 16 million tons. Meat consumption in Russia averages 83 kg per person annually, exceeding the recommended intake by 10 kg. However, meat products typically have a limited shelf life, even when refrigerated. Refrigeration alone does not prevent microbial growth, as many spoilage microorganisms can proliferate at low temperatures (0 to 4°C). Maintaining the quality and safety of chilled meat throughout the supply chain, from production to consumption, is therefore critical. Barrier technologies, such as vacuum packaging and modified atmosphere packaging, can enhance safety standards and significantly extend the shelf life of chilled meat, while also influencing consumer perception. Our study of different packaging types and their impact on the organoleptic properties of meat showed that “Vacuum packaged pork tenderloin” and “Modified atmosphere packaged pork tenderloin” received the highest sensory scores on both the 1st and 15th days of storage. Physicochemical analyses revealed that the moisture content of “Vacuum packaged pork tenderloin” on the 15th day was 2.43% and 1.21% higher than in “Vacuum packaged bone-in steak” and “Vacuum packaged pork neck,” respectively. The fat and protein content of all meat samples remained within normal ranges, with no significant differences observed between vacuum and modified atmosphere packaging at the end of the shelf life. Histological examination of meat samples showed that “Modified atmosphere packaged pork neck” retained clearly defined muscle fibers with characteristic striations on the 15th day, indicating no signs of spoilage. Microbiological analyses showed that QMAFAnM levels in all chilled pork samples remained below 2.7×10^2 CFU/g on the 10th day. By the 15th day, total microbial counts in “Vacuum packaged pork neck” were 4.3×10^3 CFU/g and 8.3×10^3 CFU/g in “Modified atmosphere packaged pork neck”.

Keywords

Barrier technologies, chilled meat, freshness, modified gas environment, vacuum packaging, QMAFAnM

For citation

Olesyuk A.P., Solovyova O.I., Sergeenkova N.A., Yakovlev R.V. Analysis of meat quality and safety indicators affected by different types of packaging. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 4. P. 122–137.

Введение

Introduction

Мясо – важнейший продукт питания человека. В нем содержатся необходимые для нормальной жизнедеятельности организма элементы: белки, жиры, углеводы, витамины, макро- и микронутриенты. Белок мяса богат биологически полноценными аминокислотами: аргинин, лизин, гистидин, триптофан, тирозин, цистин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты [3]. Рациональное употребление мяса в сочетании с овощами, фруктами и злаками позволяет поддерживать состояние здоровья и получать необходимые питательные вещества в сбалансированном количестве.

В России наблюдается растущий спрос на охлажденное мясо, которое ценится за свои высокие питательные и вкусовые качества. В мировом производстве мяса основным источником животного белка по-прежнему является свинина, на долю которой в 2024 г. пришлось 41,4% от общего объема выпуска основных видов мяса [16]. Объемы производства свинины в стране ежегодно растут, превысив прирост в 500 тыс. т в убойном весе. Созревание мяса при температуре от 0 до +4°C способствует формированию нежной консистенции, сочности, выраженного вкуса и аромата [3, 5]. Технологии производства охлажденного мяса широко исследуются в России и за рубежом. Однако охлаждение не предотвращает развития микрофлоры (в частности, психрофильной), поскольку многие микроорганизмы порчи способны размножаться при низких температурах (от 0 до +4°C) [14, 15].

В настоящее время одним из самых эффективных подходов к обеспечению пищевой безопасности является внедрение признанной во всем мире системы НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points – анализ рисков и критические контрольные точки). Принятая в 1997 г. комиссией Кодекса Алиментариус и дополненная в 1999 г. система НАССР представляет собой научно обоснованный метод, который при правильном применении позволяет превентивно контролировать основные факторы риска в области пищевой безопасности, в том числе при производстве охлажденного мяса. Система НАССР ориентирована на анализ опасностей и управление ими в тех критических контрольных точках, которые выявлены на протяжении всей технологической цепочки производства мяса: от поставщика сырья до потребителя [4].

Действующий в нашей стране технический регламент Таможенного союза 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции» является важным документом, призванным обеспечивать защиту здоровья потребителей. Он устанавливает единые требования на территории Евразийского экономического союза (ЕАЭС) к безопасности мяса и мясной продукции включая микробиологические показатели, содержание остаточных количеств антибиотиков, пестицидов и других вредных веществ [17].

Во многих странах, в том числе Европейского союза, в Австралии, Аргентине и Бразилии, применение различных типов упаковки, в частности, с использованием барьерных технологий, обеспечивающих высокие стандарты безопасности при производстве, позволяет заметно увеличить объемы и пролонгировать срок хранения охлажденного мяса. Вакуумная упаковка или упаковка в модифицированной газовой среде представляются наиболее перспективным направлением в производстве охлажденного мяса. Упаковка в герметичных условиях, в вакуумную среду, снижает количество кислорода, необходимого для размножения аэробных бактерий, что замедляет их рост, а также минимизирует процессы окисления жиров, сохраняя вкус и аромат продукта [18]. Контроль температуры в сочетании с термоусадочной упаковкой, защищающей от резких перепадов условий хранения, помогает замедлить активность ферментов, что продлевает срок хранения мяса [4, 5]. Упаковывание в вакуум

позволяет полностью подавить рост аэробных бактерий в продукте (бактерии рода *Pseudomonas*, плесени, некоторые дрожжи) [2], однако не спасает от анаэробных микроорганизмов. Для их инактивации часто используются модифицированная атмосфера (МАР) или модифицированная газовая среда (МГС) [1]. Упаковывание мяса с использованием данной технологии продлевает срок хранения в 2–10 раз без изменения основных показателей качества [18]. Кроме того, концентрация кислорода 70–80% обеспечивает выработку оксимиоглобина в поверхностных слоях мяса, а красный цвет придает мясу свежий вид, что положительно влияет на потребительский спрос [2, 5].

Цель исследований: оценка влияния различных типов упаковки на качество и срок хранения охлажденной свинины.

Методика исследований

Research method

Исследования проводились на базе кафедры молочного и мясного скотоводства, морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», а также в ветеринарно-санитарном отделе и химико-микробиологической лаборатории АО «Останкинский мясоперерабатывающий комбинат». Для исследований было отобрано 6 образцов мяса с двумя разными видами упаковки: стейк на кости в/у; шейка свиная в/у; вырезка свиная в/у; стейк на кости МГС; шейка свиная МГС; вырезка свиная МГС (рис. 1).

Рекомендуемый срок хранения мясной продукции в вакуумной и МГС-упаковке составляет 15 суток. В наших исследованиях образцы хранились в течение рекомендуемого срока при температуре +4°C.

Органолептическую оценку выполняли в соответствии с ГОСТ 7269–2015 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести» [9] и ГОСТ 9959–2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки» [10].

Определение массовой доли влаги проводили по ГОСТ 33319–2015 «Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги» [8].

Определение pH проводили по ГОСТ Р 51478–99 «Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (pH)» [12].

Определение массовой доли белка проводили в соответствии с ГОСТ 25011–2017 «Мясо и мясные продукты. Методы определения белка [7]». Использовали метод Кьельдаля.

Определение массовой доли жира проводили по ГОСТ 23042–2015 «Мясо и мясные продукты. Методы определения жира» [6].



Рис. 1. Исследуемые образцы мяса

Figure 1. Meat samples under study

Для определения КМАФАнМ и других микробиологических показателей использовали ГОСТ Р 54354–2011 «Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа» [13].

Для изучения морфологии тканей и клеток использовали метод световой микроскопии в соответствии с ГОСТ Р 19496–2013 «Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования», по которому осуществляли подготовку образцов, их окраску и микроскопический анализ [11].

Все исследования проводились в 3-кратной повторности. Цифровой материал обрабатывали методами вариационной статистики с использованием программного пакета Microsoft Office Excel 2016.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

По органолептическим показателям все образцы мясной продукции, упакованной в вакуумную и модифицированную газовую среду, на 1-е и 15-е сутки хранения соответствовали требованиям ГОСТ 7269–2015 «Метод отбора образцов и органолептический метод определения свежести». Результаты представлены в таблице 1.

Затем проводили дегустационную оценку по 9-балльной шкале в соответствии с ГОСТ 9959–2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки» (рис. 2).

Таблица 1

Органолептические показатели образцов мяса на 1-е и 15-е сутки хранения

Table 1

Organoleptic properties of meat samples on the 1st and 15th day of storage

Показатель	Продукт					
	Шейка свиная		Стейк на кости		Вырезка свиная	
	на 1-е сутки хранения	на 15-е сутки хранения	на 1-е сутки хранения	на 15-е сутки хранения	на 1-е сутки хранения	на 15-е сутки хранения
Цвет поверхности	бледно-розовый					
Мышцы на разрезе	слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, цвет светло-розовый					
Консистенция	плотная, упругая, при надавливании пальцем быстро выпрямляется					
Запах	специфический, свойственный для свежего мяса					
Состояние жира	бледно-розового цвета, консистенция плотная, эластичная					
Состояние сухожилий	упругие, плотные, поверхность гладкая, блестящая					
Прозрачность и запах бульона	прозрачный, с выраженным запахом свежего, доброкачественного мяса					

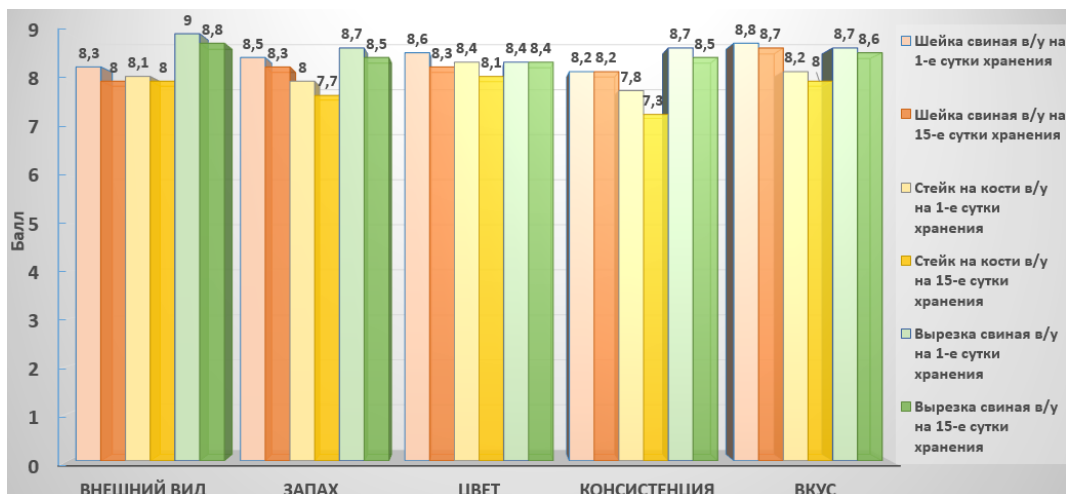


Рис. 2. Дегустационная оценка мяса, упакованного в вакуумную среду, на 1-е и 15-е сутки хранения

Figure 2. Tastings of vacuum packaged meat on the 1st and 15th day of storage

Упаковка мяса в вакуумную среду способствует увеличению срока хранения и сохранению качества продукта. Данная барьерная технология обладает рядом преимуществ, которые делают ее популярной. Удаление воздуха из упаковки замедляет процессы окисления и роста бактерий, что значительно увеличивает срок хранения продукции. Вакуумная упаковка помогает сохранить свежесть, вкус и питательные вещества мяса, предотвращая его высыхание и потерю аромата [1].

По результатам исследований можно отметить, что наибольшую оценку по всем органолептическим показателям на 15-е сутки хранения получил образец «Вырезка свиная в/у» (8,6 балла). Самую высокую оценку по показателю «Вкус» получил образец «Шейка свиная в/у», балл на окончание рекомендуемого срока хранения составил 8,7. Наименьшую оценку по показателю «Консистенция» на 15-е сутки хранения получил образец «Стейк на кости в/у» (7,3 балла).

Замена воздуха в упаковке на смеси газов (углекислый газ и азот) способствует замедлению процессов окисления и роста микроорганизмов, что значительно увеличивает срок хранения продуктов, а также отражается на органолептических показателях мяса. МГС помогает сохранить свежесть, вкус и текстуру мяса, предотвращая высыхание и потерю аромата.

По результатам исследований можно отметить, что самую высокую оценку на 15-е сутки хранения также получил мясной продукт «Вырезка свиная МГС», средний балл которого по всем показателям (внешний вид, цвет, запах, консистенция, вкус) составил 8,5. Самую высокую оценку по показателям цвета и вкуса получил образец «Шейка свиная МГС» – 8,6 и 8,7 балла соответственно. Наименьшую оценку получил образец «Стейк на кости МГС», балл которого по показателю «Консистенция» на конец срока хранения составил 7,2 (рис. 3).

Физико-химические показатели играют важную роль в обеспечении качества и длительности хранения мясной продукции. В таблицах 2, 3 представлены результаты определения массовой доли белка, жира, влажности, pH в образцах мяса в вакуумной и МГС-упаковках на 1-е и 15-е сутки хранения.

Изменения содержания белка и влажности в мясном сырье отражают биохимические процессы, что влияет на сочность и питательную ценность продукта. Окисление жира приводит к образованию токсичных веществ и ухудшению вкуса и запаха мяса.

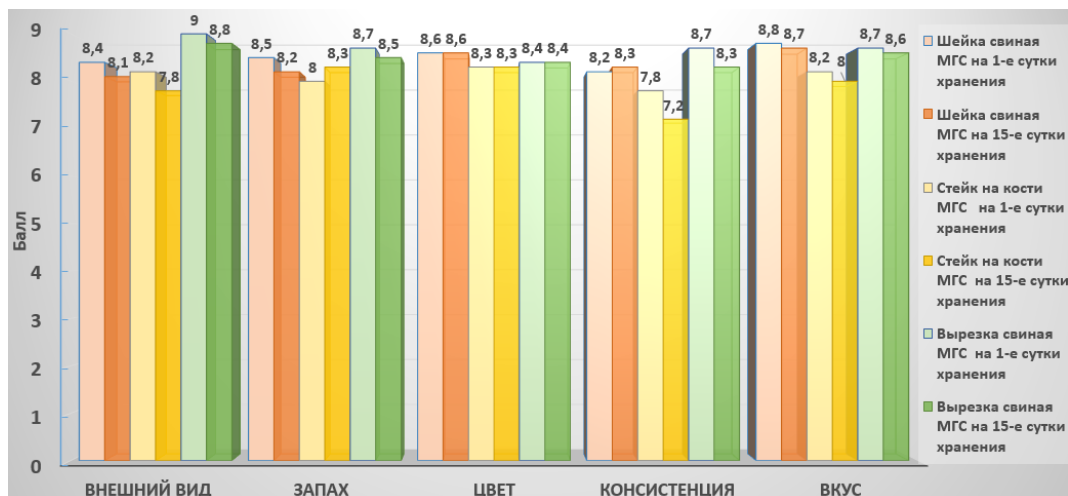


Рис. 3. Дегустационная оценка мяса, упакованного в МГС, на 1-е и 15-е сутки хранения

Figure 3. Tastings of modified atmosphere packaged meat on the 1st and 15th day of storage

Таблица 2

Физико-химические исследования мяса в вакуумной упаковке ($M \pm m$)

Table 2

Physicochemical studies of vacuum packaged meat, ($M \pm m$)

Показатель	Шейка свиная в/у		Стейк на кости в/у		Вырезка свиная в/у	
	на 1-е сутки хранения	на 15-е сутки хранения	на 1-е сутки хранения	на 15-е сутки хранения	на 1-е сутки хранения	на 15-е сутки хранения
Влажность, %	72,41±0,05	69,22±0,05	73,64±0,06	67,72±0,06	75,46±0,05	70,43±0,05
pH	5,60±0,06	4,92±0,06	5,80±0,07	5,12±0,07	5,70±0,08	4,91±0,08
Жир, %	14,24±0,08	14,72±0,08	10,43±0,08	10,98±0,08	8,31±0,07	8,79±0,07
Белок, %	18,86±0,07	18,89±0,07	18,60±0,07	18,72±0,07	19,07±0,05	19,17±0,05

По результатам исследований можно отметить, что самый высокий процент влажности имеет образец мясной продукции на 1-е сутки хранения «Вырезка свиная в/у» – 75,46%. Содержание жира на 15-е сутки хранения в образце «Шейка свиная в/у» составило 14,72%, что, соответственно, на 3,74 и 5,93% выше, чем в образцах «Стейк на кости в/у» и «Вырезка свиная в/у». Самый высокий процент белка имеет образец «Вырезка свиная в/у» (19,17% на 15-е сутки хранения).

Авторы связывают снижение pH в мясе, упакованном в вакуум, во время хранения с развитием факультативно анаэробных молочнокислых бактерий [2].

В наших исследованиях в образцах «Вырезка свиная в/у» и «Стейк на кости в/у» показатель рН на 15-е сутки хранения был на 5,8 и 2% ниже, чем в аналогичных образцах мяса, упакованных в МГС, соответственно. Гомоферментация и выработка молочной кислоты преобладают в анаэробных условиях. Выявлено, что уже на 15-е сутки хранения во всех исследуемых образцах мяса, упакованного в вакуум, количество молочно-кислых бактерий увеличилось, и в мясном продукте «Вырезка свиная в/у» составило $5,1 \times 10^2$ КОЕ/г, в то время как в модифицированной газовой среде данный показатель был в 1,6 раза ниже.

Анализируя физико-химические показатели мяса в конце срока хранения, можно отметить, что во всех образцах они варьируют в пределах нормы.

Самый высокий процент влажности в МГС-упаковке на конец срока хранения имеет образец «Вырезка свиная МГС» – 70,43%. Значение рН является важным показателем качества. По результатам наших исследований, на 15-е сутки хранения повышение рН не наблюдалось, следовательно, разложения белков не происходит. Наивысшая кислотность отмечается в образце «Стейк на кости МГС», показатель рН которого составил 5,22 (табл. 3).

Проведение физико-химических исследований позволяет выявить изменения в составе, структуре и свойствах продукта в процессе хранения, предотвратить признаки порчи, разрабатывать эффективные методы увеличения срока хранения, тем самым контролировать качество продукции, его потребительские свойства. Постоянный мониторинг изменений данных показателей способствует своевременному выявлению отклонений, что важно для поддержания высокого уровня качества мяса.

Гистологические исследования являются важным инструментом в оценке качества мясной продукции. Они позволяют изучить микроскопическую структуру изделий, что дает возможность диагностировать наличие патологий, нарушения технологии производства, а также определить ассортиментный состав и происхождение сырьевых компонентов.

Таблица 3

Физико-химические исследования мяса в МГС упаковке (M±m)

Table 3

Physicochemical studies of modified atmosphere packaged meat, (M±m)

Показатель	Шейка свиная МГС		Стейк на кости МГС		Вырезка свиная МГС	
	на 1-е сутки хранения	на 15-е сутки хранения	на 1-е сутки хранения	на 15-е сутки хранения	на 1-е сутки хранения	на 15-е сутки хранения
Влажность, %	72,41±0,05	69,22±0,05	73,64±0,06	67,72±0,06	75,46±0,05	70,43±0,05
рН	5,60±0,05	4,92±0,06	5,80±0,07	5,22±0,06	5,70±0,07	5,21±0,06
Жир, %	14,30±0,08	14,44±0,07	9,91±0,06	9,99±0,06	8,21±0,05	8,41±0,06
Белок, %	18,75±0,07	18,95±0,06	18,53±0,06	18,72±0,07	18,89±0,05	19,09±0,05

Структура мышечной ткани в мясной продукции зависит от режимов производства. В процессе технологической обработки мясной продукции происходят обязательные деструктивные изменения в элементах мышечной ткани. При этом могут наблюдаться набухание мышечных волокон, их фрагментация, частично – гомогенизация при распаде ядерных структур и сократительных фибриллярных белковых комплексов.

На срезе образца мышечных волокон «Шейка свиная МГС» на 1-е сутки хранения видны четко выраженные мышечные волокна с характерной исчерченностью (рис. 4).

Аналогичная картина наблюдается в мясе на конец срока хранения (рис. 5). Согласно проведенным гистологическим исследованиям данного образца установили, что в течение всего рекомендуемого срока хранения (15 суток) граница между мышечными волокнами не стерта, признаки порчи отсутствуют.

Гистологический анализ позволяет определять свежесть мяса и степень его созревания. Микробиальная контаминация мышц гнилостной микрофлорой и ее развитие в процессе длительного хранения мяса приводят к глубоким специфическим структурным изменениям мышечных тканей, характерным для порчи мяса. Это позволяет объективно оценивать степень его свежести по следующим микроструктурным показателям: локализация микрофлоры и глубина ее распространения в мясе; состояние клеточных ядер в мышечных волокнах; выраженность проявления исчерченности мышечных волокон; степень набухания и лизис структур мышечных волокон.

При исследовании микробиологических показателей мяса на протяжении 15 суток хранения не были обнаружены БГКП, *S. aureus*, сульфидредуцирующие клостридии, дрожжи, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, *L. monocytogenes*.

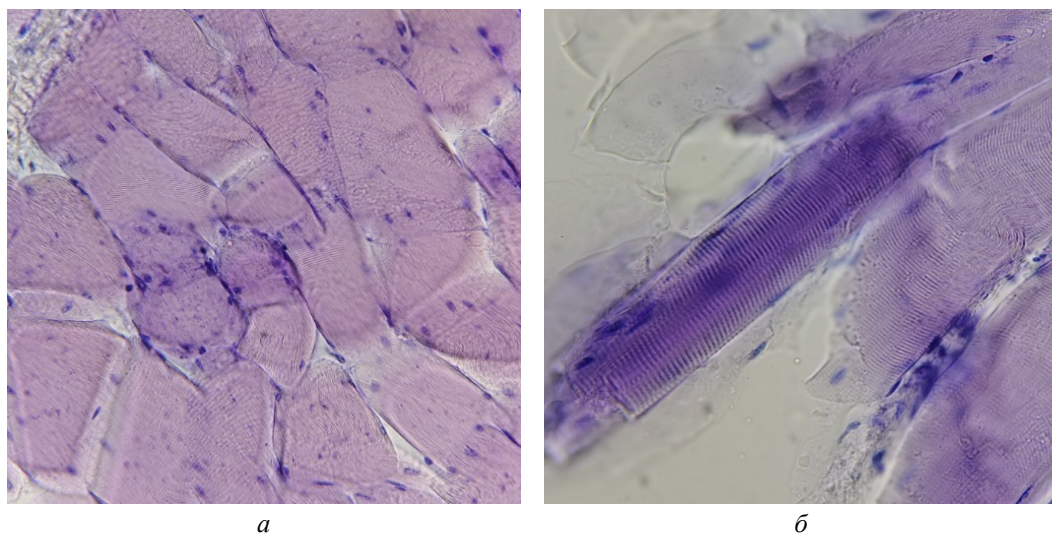


Рис. 4. Мышечные волокна образца мяса «Шейка свиная МГС» на 1-е сутки хранения, увеличение:
а – 20×10 ; б – 40×10

Figure 4. Muscle fibers of “Modified atmosphere packaged pork neck” sample on the 1st day of storage, magnification:
а – 20×10 ; б – 40×10

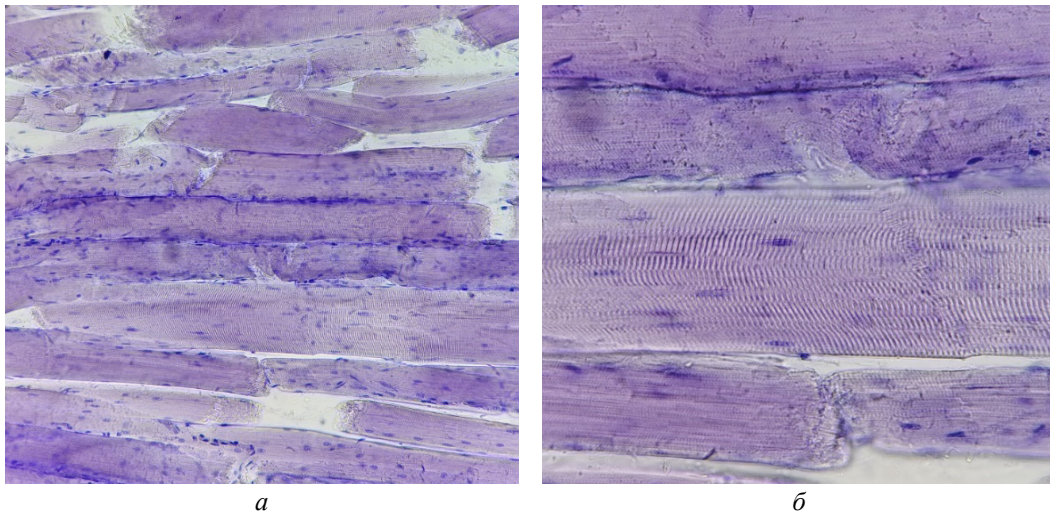


Рис. 5. Мышечные волокна образца мяса «Шейка свиная МГС» на 15-е сутки хранения, увеличение:
а – 20×10 ; б – 40×10

Figure 5. Muscle fibers of “Modified atmosphere packaged pork neck” sample on the 15th day of storage, magnification:
а – 20×10 ; б – 40×10

Полученные данные по микробиологическим показателям мяса представлены в таблицах 4, 5.

В процессе хранения на 10-е сутки показатель КМАФАнМ во всех образцах мяса не превышал $2,7 \times 10^2$ КОЕ/г. К 15-м суткам хранения общая микробная обсемененность мяса повысилась и составила в стейке на кости $3,7 \times 10^3$ КОЕ/г, в то время как в образце свиной шейки КМАФАнМ – $4,3 \times 10^3$ КОЕ/г. По-видимому, это связано с тем, что в мясокостном полуфабрикате размножение микроорганизмов происходит быстрее, так как бактерии распространяются по тканям, следуя вдоль костей, фасций и кровеносных сосудов, и, таким образом, костная ткань облегчает проникновение бактерий вглубь мяса. Скорость этого распространения определяется как характеристиками самих бактерий, так и внешними факторами, особенно температурой окружающей среды и ее газовым составом.

Молочнокислые бактерии составляли преобладающую часть общей популяции микроорганизмов в мясе, упакованном в вакуум. Авторами Kamenik, Salakova доказано, что к концу срока хранения охлажденной свинины наблюдается бактериальная популяция, состоящая почти поровну из рода *Pseudomonas*, *LAB* и *B. thermosphacta* [2]. Углекислый газ, являясь компонентом модифицированной газовой среды, подавляет рост и размножение многих видов микроорганизмов, в том числе молочнокислых, тем самым снижая их биологическую активность. Анализируя микробиологические показатели мяса в МГС, наблюдали похожую тенденцию (табл. 5).

Показатель КМАФАнМ начинает возрастать после 10 суток хранения. Вырезка свиная на 15-е сутки характеризуется наименьшей микробной обсемененностью $3,8 \times 10^3$ КОЕ/г, в то время как в образце свиной шейки к 15-м суткам хранения данный показатель в 2,2 раза был выше и составил $8,3 \times 10^3$ КОЕ/г. Значения по данному показателю для охлажденного мяса находятся ниже предельно допустимого уровня, установленного ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции», что свидетельствует о безопасности мясных продуктов.

Таблица 4

**Микробиологические показатели мяса в/у в процессе хранения
в течение 15 суток при температуре +4°C**

Table 4

**Microbiological indicators of vacuum packaged meat
stored at +4°C for 15 days**

Показатель	Опытные образцы		
	Шейка свиная в/у	Стейк на кости в/у	Вырезка свиная, в/у
На 5-е сутки			
КМАФАМ, не более 1×10^4 КОЕ/г	$2,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^1$
На 10-е сутки			
КМАФАМ, не более 1×10^4 КОЕ/г	$2,3 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$
На 15-е сутки			
КМАФАМ, не более 1×10^4 КОЕ/г	$4,3 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$
БГКП, не допускаются в 0,001 г	Не обнаружены в течение 15 суток хранения		
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, <i>L. monocytogenes</i> , не допускаются в 25 г			
Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в 0,1 г			
Дрожжи, не более 1×10^3 КОЕ/г			
<i>S.aureus</i> , в 1,0 г не допускается			

Сравнивая влияние вакуумной и МГС среды на микробиологические показатели мяса, можно отметить, что на 10-е сутки хранения все исследуемые параметры в опытных образцах находятся на одном уровне (от $1,8 \times 10^2$ до $2,7 \times 10^2$ КОЕ/г). Однако на 15-е сутки в стейке на кости, упакованном в МГС-среде, показатель КМАФАМ выше в 1,8 раза по сравнению со стейком, упакованным в вакуум.

**Микробиологические показатели мяса МГС
в процессе хранения в течение 15 суток при температуре +4°C**

Table 5

**Microbiological indicators of modified atmosphere
packaged meat stored at +4°C for 15 days**

Показатель	Опытные образцы		
	Шейка свиная МГС	Стейк на кости МГС	Вырезка свиная, МГС
На 5-е сутки			
КМАФАнМ, не более 1×10^4 КОЕ/г	$3,0 \times 10^1$	$5,0 \times 10^1$	$5,0 \times 10^1$
На 10-е сутки			
КМАФАнМ, не более 1×10^4 КОЕ/г	$2,5 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$
На 15-е сутки			
КМАФАнМ, не более 1×10^4 КОЕ/г	$8,3 \times 10^3$	$6,7 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$
БГКП, не допускаются в 0,001 г	Не обнаружены в течение 15 суток хранения		
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, <i>L. monocytogenes</i> , не допускаются в 25 г			
Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в 0,1 г			
Дрожжи, не более 1×10^3 КОЕ/г			
<i>S. aureus</i> , в 1,0 г не допускается			

**Выводы
Conclusions**

Упаковка мяса – это не просто защита продукта, но и стратегический инструмент, который влияет на его качество, сроки хранения и привлекательность для потребителей.

Проведенные комплексные исследования по влиянию вакуумной и МГС-упаковки позволили оценить органолептические, физико-химические,

гистологические и микробиологические показатели мяса при хранении на протяжении 15 суток в условиях низкой положительной температуры (+ 4°C) на АО «Останкинский мясокомбинат». Выявлено, что мясо сохраняет свои органолептические характеристики как в вакуумной упаковке, так и модифицированной газовой среде, на протяжении установленного срока хранения. Однако образец «Стейк на кости» в разных типах упаковки по показателю консистенции имеет наименьшую балльную оценку: в вакуумной упаковке – 7,5 балла, в МГС – 7,7 балла. Наивысшую балльную оценку по всем органолептическим показателям получил образец «Вырезка свиная» (8,6 и 8,5 балла в вакуумной и МГС-упаковке соответственно).

Физико-химические показатели мяса в конце срока хранения варьируют в пределах нормы. Самый высокий процент влажности в МГС упаковке имеет образец «Вырезка свиная МГС» – 70,43%. По результатам исследований, на 15-е сутки хранения повышение pH не наблюдалось, следовательно, разложения белков не происходит. Наивысшая кислотность отмечается в образце «Стейк на кости МГС»: показатель pH составил 5,22.

Гистологический анализ образцов мяса показал, что к 15-м суткам хранения в образце «Шейка свиная МГС» также видны четко выраженные мышечные волокна с характерной исчерченностью.

В процессе хранения на 10-е сутки показатель КМАФАнМ во всех образцах мяса не превышал $2,7 \times 10^2$ КОЕ/г. К 15-м суткам хранения общая микробная обсемененность в образце «Шейка свиная в/у» составила $4,3 \times 10^3$ КОЕ/г, в то время как в модифицированной газовой среде показатель КМАФАнМ был в 1,9 раза выше. Однако данные значения находятся ниже предельно допустимого уровня по показателю КМАФАнМ охлажденного мяса, упакованного под вакуумом или в модифицированную газовую атмосферу, согласно ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции», что свидетельствует о безопасности мясных продуктов, а также о соблюдении режимов упаковки и хранения мяса.

Сравнивая влияние вакуумной и МГС-среды на микробиологические показатели мяса, можно отметить, что на 15-е сутки в мясном продукте «Стейк на кости», упакованном в модифицированной газовой среде, показатель КМАФАнМ выше в 1,8 раза по сравнению со стейком, упакованным в вакуум.

Таким образом, вакуумная упаковка и МГС-упаковка играют ключевую роль в замедлении процессов порчи мяса, обеспечивая защиту от внешних факторов и создавая благоприятные условия для сохранения свежести продукта. Современные технологии упаковки позволяют эффективно бороться с основными причинами порчи, которые вызваны бактериальной обсемененностью, окислением жиров, усушкой и ферментативными процессами. В зависимости от вида мяса производитель определяет тип применяемых упаковочных решений, позволяющий сохранить без изменений показатели качества и безопасности продукта на протяжении всего срока хранения.

Список источников

1. Borkowski J., Matuszewski K. Evaluation of the Microbiological Quality of Vacuum-packed and Modified Atmosphere-packed Meat Products. *Food Control*. 2017;80:262-269
2. Kameník J., Saláková A., Pavlík Z. et al. Vacuum Skin Packaging and Its Effect on Selected Properties of Beef and Pork Meat. *European Food Research and Technology*. 2014;239(3): 395-402. <https://doi.org/10.1007/s00217-014-2233-9>
3. Гизатова Н.В., Гизатов А.Я., Газеев И.Р. и др. *Базовые технологии производства мясных продуктов*. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2022. 162 с. EDN: ZDRTSV

4. Батаева Д.С., Зайко Е.В., Юшина Ю.К. *Оценка микробиологической стабильности мясных крупнокусковых полуфабрикатов в процессе хранения* // *Все о мясе*. 2019. № 5. С. 24–27. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2019-5-24-27>
5. Боровков М.Ф., Фролов В.П., Серко С.А. *Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства: Учебник* / Под ред. М.Ф. Боровкова. Изд. 7-е, стер. Санкт-Петербург: Лань, 2025. 476 с.
6. *ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира*. Москва: Стандартинформ, 2019. 12 с.
7. *ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка*. Москва: Стандартинформ, 2018. 16 с.
8. *ГОСТ 33319-2015. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги*. Москва: Стандартинформ, 2019. 9 с.
9. *ГОСТ 7269-2015. Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести*. Москва: Стандартинформ, 2016. 13 с.
10. *ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки*. Москва: Стандартинформ, 2016. 24 с.
11. *ГОСТ Р 19496-2013. Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования*. Москва: Стандартинформ, 2014. 12 с.
12. *ГОСТ Р 51478-99. Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (pH)*. Москва: Стандартинформ, 2018. 7 с.
13. *ГОСТ Р 54354-2011. Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа*. Москва: Стандартинформ, 2013. 41 с.
14. Марченко А.А., Олесюк А.П. *Инновационные методы повышения качества и срока годности упакованного свежего красного мяса* // *Международный научный симпозиум «Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры»* (Москва, 14-17 ноября 2023 г.). Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2023. С. 64–68. EDN: DEMJFO
15. Батаева Д.С., Грудистова М.А., Юшина Ю.К., Стаханова О.А. *Оценка зависимости КМАФАнМ мяса и мясных полуфабрикатов от различных факторов* // *Все о мясе*. 2023. № 4. С. 51–55. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-4-51-55>
16. Цындрин Ю. *Российский рынок мяса: итоги 2024 г.* // *Животноводство России*. 2025. № 4. С. 8-11
17. *Технический регламент Таможенного союза 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции»*: принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 г. № 68. 48 с.
18. Ухарцева И.Ю., Гольдаде Е.А., Цветкова Е.А., Шаповалов В.М. *Упаковка пищевых продуктов: материалы, технологии, экология: Монография*. Минск: Белорусская наука, 2023. 286 с. EDN: YZKKMF

References

1. Borkowski J., Matuszewski K. Evaluation of the Microbiological Quality of Vacuum-packed and Modified Atmosphere-packed Meat Products. *Food Control*. 2017;80:262-269.
2. Kameník J., Saláková A., Pavlík Z. et al. Vacuum Skin Packaging and Its Effect on Selected Properties of Beef and Pork Meat. *European Food Research and Technology*. 2014;239(3):395-402. <https://doi.org/10.1007/s00217-014-2233-9>
3. Gizatova N.V., Gizatov A.Ya., Gazeev I.R., Yarmukhamedova E.I. et al. *Basic technologies for the production of meat products: a study guide*. Ufa, Russia: Bashkir State Agrarian University, 2022:162. (In Russ.)

4. Bataeva D.S., Zaiko E.V., Yushina Yu.K. Assessment of the microbiological stability of semi-finished meat products during storage. *Vsyo o Myase*. 2019;(5):24-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2019-5-24-27>
5. Borovkov M.F., Frolov V.P., Serko S.A. *Veterinary and sanitary examination with the basics of technology and standardization of livestock products: a textbook*. Ed. by M.F. Borovkov. 7th ed., reprint. St. Petersburg, Russia: Lan, 2025:476. (In Russ.)
6. *GOST 23042-2015. Meat and meat products. Methods of fat determination*. Moscow, Russia: Standartinform, 2019:12. (In Russ.)
7. *GOST 25011-2017. Meat and meat products. Protein determination methods*. Moscow, Russia: Standartinform, 2018:16. (In Russ.)
8. *GOST 33319-2015. Meat and meat products. Method for determination of moisture content*. Moscow, Russia: Standartinform, 2019:9. (In Russ.)
9. *GOST 7269-2015. Meat. Methods of sampling and organoleptic methods of freshness test*. Moscow, Russia: Standartinform, 2016:13. (In Russ.)
10. *GOST 9959-2015. Meat and meat products. General conditions of organoleptical assessment*. Moscow, Russia: Standartinform, 2016:24. (In Russ.)
11. *GOST R19496-2013. Meat and meat products. The method of histological investigation*. Moscow, Russia: Standartinform, 2014:12. (In Russ.)
12. *GOST R51478-99. Meat and meat products. Reference method for measurement of pH*. Moscow, Russia: Standartinform, 2018:7. (In Russ.)
13. *GOST R54354-2011. Meat and meat products. General requirements and methods of microbiological testing*. Moscow, Russia: Standartinform, 2013:41. (In Russ.)
14. Marchenko A.A., Olesyuk A.P. Innovative methods for improving the quality and shelf life of packaged fresh red meat. *Mezhdunarodniy nauchniy simpozium 'Dostizheniya zootekhnicheskoy nauki v reshenii aktualnykh zadach zhivotnovodstva i akvakul'tury'*. November 14-17, 2023. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2023:64-68. (In Russ.)
15. Bataeva D.S., Grudistova M.A., Yushina Yu.K., Stakhanova O.A. Evaluating the dependence of the quantity of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in meat and semi-finished meat products on various factors. *Vsyo o Myase*. 2023;(4):51-55. (In Russ.) <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-4-51-55>
16. Tsyndrina Yu. Russian meat market: results of 2024. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2025;(4):8-11. (In Russ.)
17. *Technical Regulation of the Customs Union 034/2013 "On the safety of meat and meat products"*. Adopted by the decision of the Council of the Eurasian Economic Commission of October 9, 2013 No. 68. (In Russ.)
18. Ukhartseva I.Yu., Goldade E.A., Tsvetkova E.A., Shapovalov V.M. *Food packaging: materials, technologies, ecology: a monograph*. Minsk, Belarus: Belaruskaya Navuka, 2023:286. (In Russ.)

Сведения об авторах

Анна Петровна Олесюк, канд. биол. наук, доцент кафедры молочно-го и мясного скотоводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: annakharkova58@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5902-7326>

Ольга Игнатьевна Соловьева, д-р с.-х. наук, профессор, исполняющий обязанности заведующего кафедрой молочного и мясного скотоводства, Федеральное государ-

ственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: milk-center@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6706-7491>

Надежда Алексеевна Сергееenkova, канд. биол. наук, доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: nsergeenkova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8769-951X>

Роман Владимирович Яковлев, студент магистратуры кафедры молочного и мясного скотоводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: yakovlevroman2021@mail.ru

Information about the authors

Anna P. Olesyuk, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Dairy and Meat Husbandry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: annakharkova58@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5902-7326>

Olga I. Solovyova, DSc (Ag), Professor, Acting Head of the Department of Dairy and Beef Cattle Breeding, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: milk-center@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6706-7491>

Nadehzda A. Sergeenkova, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Animal Physiology, Ethology and Biochemistry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: nsergeenkova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8769-951X>

Roman V. Yakovlev, Master's student of the Department of Dairy and Meat Husbandry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: yakovlevroman2021@mail.ru