

Цветовая характеристика мяса птицы, упакованной в модифицированной газовой среде

Курицына Ю.С., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье исследовали цвет мышц бедра индейки, упакованных в модифицированной атмосфере (МА) и хранившихся в условиях охлаждения. Была определена общая концентрация гемовых пигментов (КГП), относительные концентрации дезокси- (Mb), окси- (MbO₂) и метмиоглобина (MMb), параметров цвета L*, a*, b* и сенсорная оценка цвета. Время хранения ограничивалось общим количеством бактерий. Установлено, что мышцы индейки, упакованные под МА, могут храниться 15 суток, а на воздухе - только 4 суток. Концентрация КГП и трех форм миоглобина находились на одном уровне до 4 суток для образцов, хранившихся под МА и на воздухе. После этого периода они существенно изменялись. Относительные концентрации Mb, MbO₂, MMb в пробах, хранившихся при МА, и на воздухе находились на одном уровне в течение всего времени хранения. Сенсорная оценка цвета поверхности образцов, упакованных под МА, существенно изменилась на 8-е сутки хранения, а у контрольных образцов - на 4-е сутки. Среди показателей цвета только значения L* не изменились за 15 суток хранения в образцах, расфасованных под МА, и в контрольных образцах. Значения a* значительно снизились на 8-е сутки для образцов, хранившихся при МА, однако в контрольных образцах они не изменились вплоть до 4-х суток. Параметр b* значительно увеличивался на 4-е сутки как для образцов, хранившихся под МА, так и на воздухе.

Ключевые слова: цвет, гемпигменты, индейка, модифицированная атмосфера, микрофлора.

Для цитирования: Курицына Ю.С., Фролов Д.И. Цветовая характеристика мяса птицы, упакованной в модифицированной газовой среде // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 2. С. 15–18.

Color characteristics of poultry meat packaged in a modified atmosphere

Kuritsyna Yu.S., Frolov D.I.

Abstract. The article examined the color of turkey thigh muscles packaged in modified atmosphere (MA) and stored under refrigerated conditions. The total concentration of heme pigments (CHP), the relative concentrations of deoxy- (Mb), oxy- (MbO₂) and metmyoglobin (MMb), color parameters L*, a*, b* and sensory color assessment were determined. Storage time was limited by the total number of bacteria. It has been established that turkey muscles packaged under MA can be stored for 15 days, but in air - only 4 days. The concentrations of CGP and three forms of myoglobin remained at the same level for up to 4 days for samples stored under MA and in air. After this period they changed significantly. The relative concentrations of Mb, MbO₂, MMb in samples stored under MA and in air were at the same level throughout the entire storage period. The sensory assessment of the surface color of samples packaged under MA changed significantly on the 8th day of storage, and for control samples - on the 4th day. Among color indicators, only L* values did not change over 15 days of storage in samples packaged under MA and in control samples. The a* values decreased significantly on the 8th day for samples stored under MA, but in the control samples they did not change until the 4th day. The b* parameter increased significantly on the 4th day for both samples stored under MA and in air.

Keywords: color, pigments, turkey, modified atmosphere, microflora.

For citation: Kuritsyna Yu.S., Frolov D.I. Color characteristics of poultry meat packaged in a modified atmosphere. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 2. pp. 15–18. (In Russ.).

Введение

Качество мяса определяется рядом факторов. Один из них – цвет. Это очень важный фактор, который часто определяет, купит ли потребитель продукт или нет. Цвет мяса зависит, в том числе, от таких факторов, как: концентрация и химическое состояние пигментов, физическая структура мяса. Основным пигментом, отвечающим за характерный цвет свежего мяса, является миоглобин. К трем формам миоглобина относятся: ярко-красный оксимиоглобин (Mb), пурпурно-красный дезокси-миоглобин (MbO₂) и коричневый метмиоглобин (MMb), зависящие от парциального давления кислорода в атмосфере [1]. Первые две формы легко подвергаются смене одной в другую.

Для продления срока годности свежее охлажденное мясо и обеспечения его привлекательно внешнего вида можно использовать упаковку и хранение в модифицированной газовой среде (атмосфере с измененным соотношением углекислого газа, кислорода и азота, а также с использованием упаковочных материалов с достаточно высоким барьером для вышеперечисленных условий). упомянутые газы) [2].

Цель работы - охарактеризовать цвет мышц бедра индейки, упакованных в модифицированной атмосфере, состоящей из 75% CO₂, 20% N₂, 5% O₂, и хранившихся в условиях охлаждения [3].

Цель должна была быть достигнута путем определения общей концентрации гемопигментов, относительной концентрации Mb, MbO₂ и MMb, параметров цвета L*, a*, b* и сенсорной оценки цвета. Микробиологические исследования включали определение общего количества бактерий, *Pseudomonas* и *Lactobacillus*. Время хранения ограничивалось общим количеством бактерий.

Объекты и методы исследований

В качестве экспериментального материала использовали участки мышц бедра (без кожи и костей), вырезаемые через 24 ч после убоя от индеек. Эксперименты повторялись трижды. Каждый раз исследовались 30 мышц. Части бедра были упакованы в высокобарьерные пакеты (PA/ARE/PE - толщина: 60 мкм, паропроницаемость (см³/м²/24 ч/бар): кислород - 47, углекислый газ - 165 и азот - 28) и хранились в модифицированной атмосфере (МА) следующего состава: 75% CO₂, 20% N₂, 5% O₂. Пробы хранили в холодильнике при температуре +1°C и исследовали через 24 ч после убоя, а затем на 4, 8, 12 и 15 сутки хранения. Контрольные образцы упаковывали в полиэтиленовые пакеты и хранили на воздухе при той же температуре.

Относительные концентрации Mb, MbO₂ и MMb рассчитывались по уравнениям. Для измерения оптической плотности экстракта пигмента использовали спектрофотометр. Цвет мышц бедра индейки измеряли спектрофотометрическим методом в системе CIE L*, a*, b*.

Сенсорную оценку цвета проводила комиссия по шестибальной шкале: 1 балл – самая низкая, 6 баллов – высшая оценка (табл. 1).

Микробиологические исследования включали определение общего количества бактерий и лактобактерий в 1 г исследуемой пробы и наличие синегнойной палочки. Время хранения ограничивалось общим количеством бактерий. Полученные данные были обработаны статистически. Для установления различий между средними значениями использовался t-критерий Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

При хранении в холодильнике наблюдалось увеличение общего количества бактерий и лакто-

Таблица 1 - Критерии шестибальной шкалы органолептической оценки цвета бедрышек индейки

	Точки	Цвет
Желательный	6	Интенсивный розово-красный, равномерный, типичный
	5	Даже розово-красный
Терпимо	4	Розово-красный
	3	Местами заметно изменились на более светлые или темные розово-красные.
Нежелательно	2	Сильно измененные: светлые, кремовые или очень темные, коричневые.
	1	Полностью измененный, серый, коричневый, синий

Таблица 2 - Развитие бактерий в мышцах бедра индейки, хранившихся при охлаждении

Хранение	Контроль	Воздух	МА			
		24 часа	4 дня	8 дней	12 дней	15 дней
Общее количество бактерий (КОЕ/г)	3,5x10 ⁵	2,3x10 ³	3,7x10 ³	3,9x10 ⁴	6,9x10 ⁴	1,4x10 ⁵
Лактобактерии (КОЕ/г)	1,1x10 ³	2,2x10 ²	5,7x10 ²	2,6x10 ³	6,0x10 ⁴	1,5x10 ⁵
Псевдомонада	-	-	-	-	-	-

Данные представляют собой среднее значение по 18 тестам; Контроль - контрольный образец (4-е сутки хранения на воздухе); - отсутствующий

Таблица 3 - Концентрация гемопигмента в мышцах бедра индейки, упакованных в модифицированной атмосфере (МА) и на воздухе

Срок хранения	КГП		Mb			MbO ₂			MMb		
	Ср	СО	К	Ср	СО	К	Ср	СО	К	Ср	СО
КО воздух	2,27	0,25	0,33	0,75	0,02	0,45	1,02	0,03	0,22	0,5	0,03
24 часа МА	2,46	0,71	0,33	0,81	0,03	0,46	1,13	0,04	0,21	0,52	0,03
4 дня	2,36	0,37	0,32	0,76	0,02	0,48	1,13	0,06	0,2	0,47	0,04
8 дней	1,9	0,28	0,32	0,61	0,03	0,5	0,95	0,13	0,18	0,34	0,1
12 дней	1,71	0,08	0,3	0,51	0,02	0,49	0,84	0,07	0,21	0,36	0,06
15 дней	1,46	0,11	0,3	0,44	0,02	0,5	0,73	0,08	0,2	0,29	0,07

КО - контрольный образец (4-е сутки хранения на воздухе); Ср - средние значения 18 тестов (мг/1г ткани); СО - стандартное отклонение; К - относительная концентрация.

Таблица 4 - Оценка цвета мышц бедра индейки

Хранение	Контроль		Воздух		МА							
			24 часа		4 дня		8 дней		12 дней		15 дней	
	Ср	СО	Ср	СО	Ср	СО	Ср	СО	Ср	СО	Ср	СО
L*	45,61	1,71	45,25	1,45	44,63	1,88	44,73	1,59	45,23	1,33	45,48	1,82
a*	16,67	0,65	16,99	0,88	16,32	0,6	14,96	1,01	14,32	0,49	13,98	0,76
b*	4,39	0,98	3,29	0,71	4,96	0,89	5,38	0,78	5,69	0,32	5,37	1,1
SE (пункты)	4,39	0,15	5,47	0,19	5,26	0,09	4,7	0,33	4,53	0,27	4,13	0,31

Ср - средние значения по 18 тестам; SE - сенсорная оценка цвета; Контроль - контрольный образец (4-е сутки хранения на воздухе); СО - стандартное отклонение

бактерий (табл. 2). Обследованные мышцы характеризовались общим количеством бактерий на уровне $2,3 \times 10^3$ КОЕ/г и лактобактерий - на уровне $2,2 \times 10^2$ КОЕ/г через 24 ч после убоя. На 15-е сутки хранения под МА общее количество бактерий составило $1,4 \times 10^5$ КОЕ/г, лактобактерий - $1,5 \times 10^5$ КОЕ/г. В случае контрольных образцов общее количество бактерий было близко к допустимому значению - $3,5 \times 10^5$ КОЕ/г, а лактобацилл достигало $1,1 \times 10^3$ КОЕ/г уже на 4-е сутки хранения на воздухе.

На основании микробиологических исследований установлено, что мышцы индейки, упакованные под МА, могут храниться 15 суток, а упакованные на воздухе - всего 4 суток. По истечении этого времени общее количество бактерий превышало 5×10^5 КОЕ/г, но сенсорных симптомов порчи мяса, хранившегося в модифицированной атмосфере и на воздухе, не наблюдалось. *Pseudomonas*, ответственные за порчу охлажденного мяса, за все время хранения не выявлены (табл. 2).

Концентрация трех форм миоглобина сохранялась на одном уровне до 4 суток для мяса, хранившегося в условиях МА и на воздухе (табл. 3). После этого периода они существенно изменились. Концентрация гемовых пигментов через 24 ч находилась на уровне 2,46 мг/г, однако через 15 суток хранения снизилась до 1,46 мг/г. Для форм миоглобина изменения составили соответственно: Mb - с 0,81 до 0,44; MbO₂ - от 1,13 до 0,73; MMb - от 0,52 до 0,29 мг/г. Относительная концентрация образцов Mb, MbO₂, MMb, хранящихся под МА и на воздухе, находилась на одном уровне в течение всего времени хранения. Относительная концентрация Mb

составляла 30-33%, MbO₂ - 46-50%, MMb - 18-21% в мясе, хранящемся в модифицированной атмосфере, и соответственно 33%, 45% и 22% в контрольных образцах, хранящихся в модифицированной атмосфере.

Факт снижения концентрации гемовых пигментов (при неизменной относительной концентрации форм миоглобина), вероятно, свидетельствует о том, что Mb, MbO₂ и MMb в равной степени утилизировались микроорганизмами в качестве источника железа и/или бактериальные ферменты или метаболиты вступали в реакцию с этими формами миоглобина, создавая соединения, которые невозможно оценить обычными методами, используемыми для определения гемовых пигментов.

Цвет мышц бедра индейки определялся сенсорной панелью как интенсивный розово-красный (табл. 1). Органолептическая оценка цвета поверхности образцов, упакованных под МА, существенно изменилась на 8-е сутки хранения, а для контрольных образцов - на 4-е сутки, хотя по окончании хранения они были признаны желательными. Среди показателей цвета только значения L* не изменились за 15 суток хранения как в образцах, расфасованных под МА, так и в контрольных. Значения a* достоверно снизились на 8-е сутки для образцов, хранившихся при МА, а для контрольных образцов не изменились до 4-х суток. Параметр b* значительно увеличивался на 4-е сутки для образцов, хранившихся под МА и на воздухе (табл. 4). Сенсорная оценка цвета поверхности мышц отражалась при инструментальных измерениях. Значительное увеличение параметра b* - с 4-х суток

хранения под МА, а также снижение параметра а* на 8-е сутки вызвало достоверное снижение показателей сенсорной оценки цвета исследуемых мышц с 5,47 до 4,70 на 8-й день хранения. Цвет контрольных образцов получил те же органолептические оценки (без существенных различий), что и образцы, хранившиеся в МА в течение 12 дней (Таблица 4).

Можно предположить, что на полученные данные (содержание гемопигментов, Mb, MbO₂, MMb, параметры цвета и органолептическая оценка) большое влияние оказали измененный состав атмосферы, высокобарьерная пленка, используемая

для упаковки, а также температура хранения исследуемые образцы.

Выводы

Использование высокобарьерных пакетов PA/ARE/PE и упаковки под МА, состоящей из 75% CO₂, 20% N₂, 5% O₂, позволяет продлить срок хранения мышц бедра индейки до 15 дней, что примерно в 3-4 раза дольше, по сравнению с мышцами, хранящимися в воздухе, и способствует сохранению желаемого цвета хранящегося мяса.

Литература

- [1] Parra V. et al. Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured Iberian ham // Meat Science. 2010. Т. 84. №. 4. С. 760-768.
- [2] Orkusz A. et al. Influence of packaging materials on microbiological quality and odour of turkey thigh muscles packaged under modified atmosphere // Archiv für Geflügelkunde. 2012. Т. 76. №. 3. С. 208-213.
- [3] Иванова, Р. Н. Газовая среда как способ увеличения срока хранения полуфабрикатов / Р. Н. Иванова, М. Г. Терентьева // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1(8). С. 66-71. DOI 10.17022/bcgy-w054. EDN XDCPCR.

References

- [1] Parra V. et al. Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured Iberian ham // Meat Science. 2010. Т. 84. No. 4. pp. 760-768.
- [2] Orkusz A. et al. Influence of packaging materials on microbiological quality and odor of turkey thigh muscles packaged under modified atmosphere // Archiv für Geflügelkunde. – 2012. Т. 76. No. 3. pp. 208-213.
- [3] Ivanova, R. N. Gas environment as a way to increase the shelf life of semi-finished products / R. N. Ivanova, M. G. Terentyeva // Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy. 2019. No. 1(8). P. 66-71. DOI 10.17022/bcgy-w054. EDN XDCPCR.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Курицына Юлия Сергеевна студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail: ylianna180218.com@gmail.com</p>	<p>Kuritsyna Yulia Sergeevna student of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail: ylianna180218.com@gmail.com</p>
<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>