

Lypide- und Farbstoffoxydation beim unter Vakuum oder in Gasatmosphären verpackten Fleisch

R.K.SMIRNOWA und N.N.SCHISCHKINA

Allunions-Forschungsinstitut für Fleischindustrie, Moskau, UdSSR

Es wurde eine direkte Korrelation zwischen der Metmyoglobinansammlung und der Oxydationsgeschwindigkeit bei Lypiden des unter Vakuum oder in Gasatmosphären verpackten Kühlrindfleisch während der Lagerung bei +4°C festgestellt.

Es wurde keine sichtbare Metmyoglobinansammlung bei der Abnahme von Kohlendruck in der Verpackung beobachtet, während beim in der Stickstoffatmosphäre verpackten Fleisch die Druckabnahme die Bildung von grülicher Farbe und grosser Menge von Malonaldehyden verursachte.

Die Fleischfarbe wurde nach dem relativen Farbstoffgehalt mit Hilfe von Standardtabellen, der K/S-Verhältnisse (Schneider-Methodik) und die Oxydationsgeschwindigkeit von Lypiden - nach der Veränderung des Gehaltes an TBS-Aktivstoffen (Tarladgis-Methodik) bestimmt.

The oxidation of the lipids and pigments of meat packed under vacuum or in gas atmospheres

R.K.SMIRNOVA and N.N.SHISHKINA

The All-Union Meat Research Institute, Moscow, USSR

A direct correlation was recorded between methmyoglobin accumulation and lipid oxidation rate of chilled beef, packed under vacuum or in a gas atmosphere, during storage at 4°C. These processes are typically much more active in case of vacuum-packing.

No marked accumulation of methmyoglobin was found under reduced pressure of carbon dioxide in a package whereas the nitrogen-packed meat became greyish and contained much malonic aldehyde when gas pressure was decreased.

Meat colour was determined by the relative proportion of pigments, using standard tables for K/S ratio (Schneider's method); the lipid oxidation rate was followed by the TBA-values of the active substances (Tarladgis' method).

C 6:2

Oxydation des lipides et des pigments de la viande emballée sous vide ou en atmosphère gazeuse

R.K.SMIRNOVA et N.N.CHICHKINA

Institut de recherches scientifiques de l'Industrie de Viande de l'URSS, Moscou, URSS

On a noté une corrélation directe entre l'accumulation de la méth-myoglobine et la vitesse d'oxydation des lipides du boeuf réfrigéré emballé sous vide ou en atmosphère gazeuse au cours de conservation à 4°C. Ce qu'il y a de particulier, c'est que ces processus se passent d'une manière plus active dans l'emballage sous vide.

Une accumulation visible de méth-myoglobine n'est pas trouvée au cours de la diminution de la pression du gaz carbonique dans l'emballage pendant que la viande, emballée au milieu azoteux ait "une teinte grisâtre" et une grande quantité d'aldéhyde malonique au cours de la diminution de pression.

La couleur de la viande était déterminée selon la teneur relative en pigments à l'utilisation des tables standardisées K/S des relations (méthode Schneider), la vitesse d'oxydation des lipides - selon la modification de la teneur en TBA des substances actives (méthode Tarladgis).

Окисление липидов и пигментов мяса, упакованного под вакуумом и в газовых атмосферах

Р.К.СМИРНОВА, Н.Н.ШИШКИНА

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, г.Москва, СССР

Отмечена прямая корреляция между накоплением метмиоглобина и скоростью окисления липидов охлажденной говядины, упакованной под вакуумом и в газовых атмосферах в процессе хранения при 4°C. Характерно, что эти процессы значительно активнее протекают в вакуумной упаковке.

Не установлено заметного накопления метмиоглобина при снижении давления углекислого газа в упаковке, в то время как мясо, упакованное в среде азота, при снижении в ней давления имело "сероватый оттенок" и большое количество малонового альдегида.

Цвет мяса определяли по относительному содержанию пигментов с использованием стандартных таблиц K/S отношений (методика Шнайдера), скорость окисления липидов - по изменению содержания ТБК активных веществ (методика Турнер).

Окисление липидов и пигментов мяса, упакованного под вакуумом или в газовых атмосферах

Р.К. СМЕРНОВА, Н.Н. ШИШКИНА

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, г.Москва, СССР

Исследования, проведенные в последние годы /1,2,3,4/, показали, что газовая среда на основе азота и углекислого газа - важный фактор для стабилизации цвета мяса при хранении, являющегося определяющей характеристикой для потребителя.

По мнению ряда авторов /5,6,7/, состав газовой среды в упаковке оказывает влияние на скорость образования ММВ и его способность к восстановлению под действием ферментов.

Важное значение также имеют окислительные процессы в мышечной ткани, протекающие при хранении мяса. Имеются данные /8,9,10/, что гематиновые соединения могут катализировать окисление липидов мяса. Исследователями /10,11/ также установлено, что анаэробные условия хранения предохраняют липиды от окисления.

В связи с вышесказанным представляло интерес изучить изменения цвета и окисление липидов при хранении мяса, упакованного в газонепроницаемые материалы под вакуумом и в газовых атмосферах.

Материалы и методы исследования. Для исследования использовали упакованную охлажденную говядину I категории упитанности через 48 ч после убоя.

Для эксперимента были отобраны охлажденные полутуши бычков-кастратов симментальской породы в возрасте 18-24 месяцев средней массой 180 кг, выращенных в одном хозяйстве.

Подготовленную мышцу *longissimus dorsi* разделяли на образцы массой 0,5-0,6 кг и упаковывали на машине Мультивак АГ под вакуумом или в газовой среде в полиамид-полиэтиленовую пленку толщиной 0,08 мм.

При вакуумной упаковке (тип А) остаточное давление в пакете 5 мм рт.ст. При упаковке образцов в газовых средах проводили предварительное вакуумирование с последующим наполнением пакета углекислым газом - P_{CO_2} - 150 мм рт.ст. (тип В₁) и P_{CO_2} - 260 мм рт.ст. (тип В), а также азотом - P_{N_2} - 150 мм рт.ст. (тип С₁) и P_{N_2} - 260 мм рт.ст. (тип С). Для эксперимента использовали углекислый газ и азот чистотой 99,5 и 99,7%, соответственно.

Упакованные образцы хранили при температуре $4 \pm 0,5^{\circ}C$ и относительной влажности воздуха 80-85%.

Интенсивность окраски мяса определяли измерением отражения поперечного среза мышечной ткани на регистрирующем спектрофотометре СФ-10 в видимой области спектра при волне длиной от 400 до 750 нм по методике Снайдер /12/, Стеварт и др. /13/.

Коэффициенты отражения при волне длиной 474, 525 и 572 нм переводили в соответствующие значения K/S - отношение коэффициента поглощения (K) и коэффициента рассеивания (S), после чего, используя отношения $\frac{K/S_{572}}{K/S_{525}}$ и $\frac{K/S_{474}}{K/S_{525}}$, устанавливали по калибровочному графику процентное содержание метмиоглобина (ММб) и восстановленного миоглобина (Мб⁺). Для построения калибровочного графика были получены следующие данные K/S отношений:

$\frac{K/S_{572}}{K/S_{525}}$ - $0,63 \pm 0,011$ и $1,37 \pm 0,029$ для 100% ММб и 0% ММб;

$\frac{K/S_{474}}{K/S_{525}}$ - $0,59 \pm 0,011$ и $0,96 \pm 0,010$ для 100% Мб⁺ и 0% Мб⁺.

Содержание МбО₂ вычисляли - $\% \text{МбО}_2 = 100 - (\% \text{Мб}^+ + \% \text{ММб})$.

Окисление липидов в образцах мяса характеризовали по изменению тиобарбитурового числа (ТБК), используя дистилляционный метод Гирладгиса /14/. Оптическую плотность малонового альдегида определяли на спектрофотометре СФ-10 при волне длиной 538 нм в кювете толщиной 1 см. Число ТБК вычисляли, используя фактор 7,8, для перевода величин оптической плотности в мг ТБК на 1000 г мяса.

Результаты исследований. Полученные нами данные по изучению изменений цвета мяса, упакованного под вакуумом, в среде азота и углекислого газа в процессе хранения приведены в табл. I.

Table 1

Таблица 1

Изменение содержания производных миоглобина на поверхности мяса в процессе хранения в зависимости от способа упаковки
 Changes in myoglobin derivatives content on meat surface during storage as related to packing method

Тип упаковки Kind of packing	Сроки хранения, сутки Storage time, days	Содержание пигмента на поверхности мяса, % к общему пигменту Surface pigment, % of the total pigment					
		в упаковке ^{x)} packed			после вскрытия упаковки ^{xx)} after pack opening		
		Mb ⁺	MbO ₂	MMb	Mb ⁺	MbO ₂	MMb
	Перед упаковкой Prior to packing	5,8	87,0	7,2	5,8	87	7,2
A	5	97,0	0,8	2,2	6,4	83,8	9,8
	12	96,5	1,1	2,4	6,8	80,4	12,8
	21	96,9	0,1	3,0	7,8	77,5	14,7
	27	96,0	0,3	3,7	11,3	73,0	15,7
	33	95,0	0,3	4,7	12,4	71,0	16,6
B	5	98,0	0,5	1,5	6,0	85,0	9,0
	12	97,5	0,5	2,0	5,6	83,2	11,2
	21	97,0	0,8	2,2	7,3	80,0	12,5
	27	97,0	0	3,0	9,1	78,1	12,8
	33	96,0	1,0	3,0	13,0	74,0	13,0
C	5	97,0	0,6	2,4	7,3	83,2	9,5
	12	96,5	0,7	2,8	5,9	81,1	12,0
	21	95,0	0,6	4,4	10,7	75,1	14,2
	27	94,0	0,6	5,4	11,7	72,0	15,3
	33	93,0	0,5	6,5	14,7	69,0	16,3

x) Спектры отражения мясных образцов (n = 7) записаны непосредственно в упаковке.
 xx) После выдержки образцов на воздухе в течение 40 мин.

Как показали исследования, на поверхности мяса в упаковке под вакуумом и в газовой атмосфере преобладает Mb⁺, содержание которого составляет ~90% на протяжении всего срока хранения. После удаления мяса из упаковки и выдержки его на воздухе происходит восстановление естественной ярко-красной окраски мяса.

С увеличением времени хранения наблюдается увеличение MMb на поверхности мяса и к концу хранения содержание этого пигмента в упаковке под вакуумом составляет ~16,6%, а в упаковке с азотом и углекислым газом 16,3 и 13,0% соответственно.

Время, необходимое для восстановления ярко-красной окраски мяса, также увеличивается с увеличением срока хранения мяса, независимо от типа упаковки (рис.1).

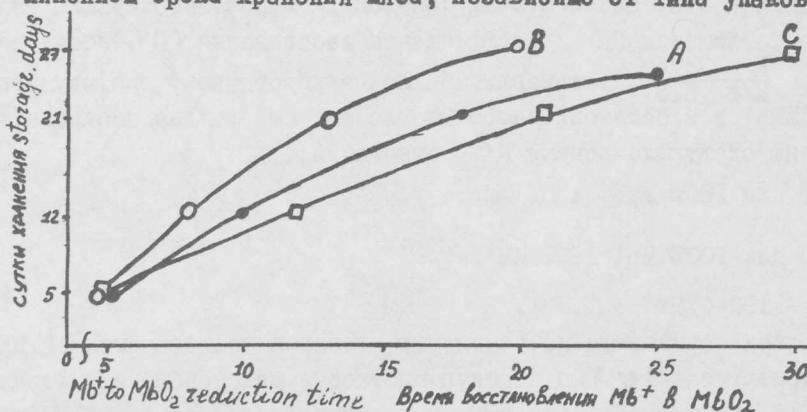


Рис.1. Время восстановления Mb⁺ в MbO₂ после вскрытия упаковки, в зависимости от типа упаковки
 A - упаковка под вакуумом
 B - упаковка в среде CO₂
 C - упаковка в среде азота

Fig.1. Mb⁺ to MbO₂ reduction time after opening packs as related to the kind of packing
 A - under vacuum;
 B - in CO₂; C - in N₂

Характер наклона кривых показывает, что при вскрытии упаковки конверсия Mb⁺ в MbO₂ в образцах при хранении в среде углекислого газа и под вакуумом несколько выше, чем в образцах, хранившихся в среде азота.

Нами были проведены исследования по выявлению влияния времени аэробной выдержки мяса перед упаковкой (что не исключается при упаковке мяса в производственных условиях) на изменение пигментов мяса в упаковке в начальный период хранения в течение 48 ч после упаковки. Результаты этих исследований приведены в табл.2.

Table 2

Таблица 2

Изменение содержания пигментов на поверхности упакованного мяса в процессе хранения в зависимости от времени аэробной выдержки перед упаковкой

Changes in pigments content on the surface of packed meat during storage as related to aerobic holding time prior to packing

Время аэробной выдержки, час. Aerobic holding time, hr	Наименование пигмента Pigment	Относительное содержание пигмента мясных образцов (n=3), % Relative content of pigments of meat samples	Relative content of pigments of meat samples												
			перед упаковкой prior to packing	упаковка А pack A				упаковка В pack B				упаковка С pack C			
				время хранения, час. Storage time, hr											
			время хранения, час. Storage time, hr												
			I	4	24	48	I	4	24	48	I	4	24	48	
2	МЬ ⁺	4	76	95	95	97	75	94	96	98	69	90	93	95	
	МЬО ₂	94	10	3	3	2	11	3	1	1	15	6	4	3	
	ММЬ	2	14	2	2	1	14	3	3	1	16	4	6	2	
8	МЬ ⁺	8	70	86	88	91	71	88	93	94	61	80	85	90	
	МЬО ₂	86	13	6	8	3	10	5	3	2	16	10	9	3	
	ММЬ	6	17	8	4	6	19	7	4	4	23	10	6	7	
24	МЬ ⁺	8	60	70	76	81	64	74	80	86	55	70	73	78	
	МЬО ₂	80	17	10	8	6	15	11	11	4	20	13	9	6	
	ММЬ	12	23	20	16	13	21	15	9	10	25	17	18	15	

Приведенные экспериментальные данные показывают, что метмиоглобино-восстановительная активность (MRA) мяса была достаточно высокой после выдержки мяса на воздухе в течение 2-8 ч. Через 4 ч хранения цвет мяса во всех типах упаковки после такой выдержки был характерным для МЬ⁺ и содержание этого пигмента составляло 93-96%.

Содержание МЬ⁺ в мясных образцах, упакованных после аэробной выдержки в течение 24 ч, к этому же сроку хранения составляло лишь 70-74%, а к 24 ч - 73-86%. Эти данные свидетельствуют о частичном снижении MRA мяса при увеличении выдержки мяса перед упаковкой.

Нами отмечено "первичное" накопление ММЬ в упаковках с увеличением аэробной выдержки мяса перед упаковкой. Характерно, что в образцах мяса, упакованных в среде азота и под вакуумом, концентрация этого пигмента на поверхности мяса была несколько больше, чем в упаковках с углекислым газом. Результаты исследований окислительных изменений липидов мяса, упакованного под вакуумом и в газовых средах, при различном давлении газа в упаковке представлены в табл.3.

Table 3

Таблица 3

Динамика окислительных изменений липидов мяса при хранении в зависимости от способа упаковки

Dynamics of the oxidative changes of meat lipids in storage as related to packing method

Тип упаковки Method of packing	Величина pH pH-value	ТБК, мг ТЕР/1000 г мяса TBA, mg TER/1000 g meat					
		Исходное Initial	Сроки хранения, сутки Storage time, days				
			5	12	21	27	33
A	5,85	0,46	0,66	0,78	0,85	0,89	0,93
B	5,89	0,42	0,53	0,63	0,70	0,73	0,73
B _I	5,89	0,42	0,54	0,66	0,72	0,75	0,77
C _I	5,91	0,45	0,56	0,68	0,76	0,78	0,80
C _{II}	5,91	0,45	0,59	0,71	0,79	0,84	0,90

Анализ экспериментальных данных показывает, что увеличение числа ТБК в образцах мяса, упакованных под вакуумом и в газовых средах, было очень незначительным. Нами не установлено заметных различий в накоплении ТБК при снижении давления в упаковках с углекислым газом (тип В_I), в то время как снижение давления в упаковках с азотом (тип С_I) способствовало увеличению ТБК и к концу хранения разница в значении ТБК составила 0,1 мг ТЕР/1000 г мяса.

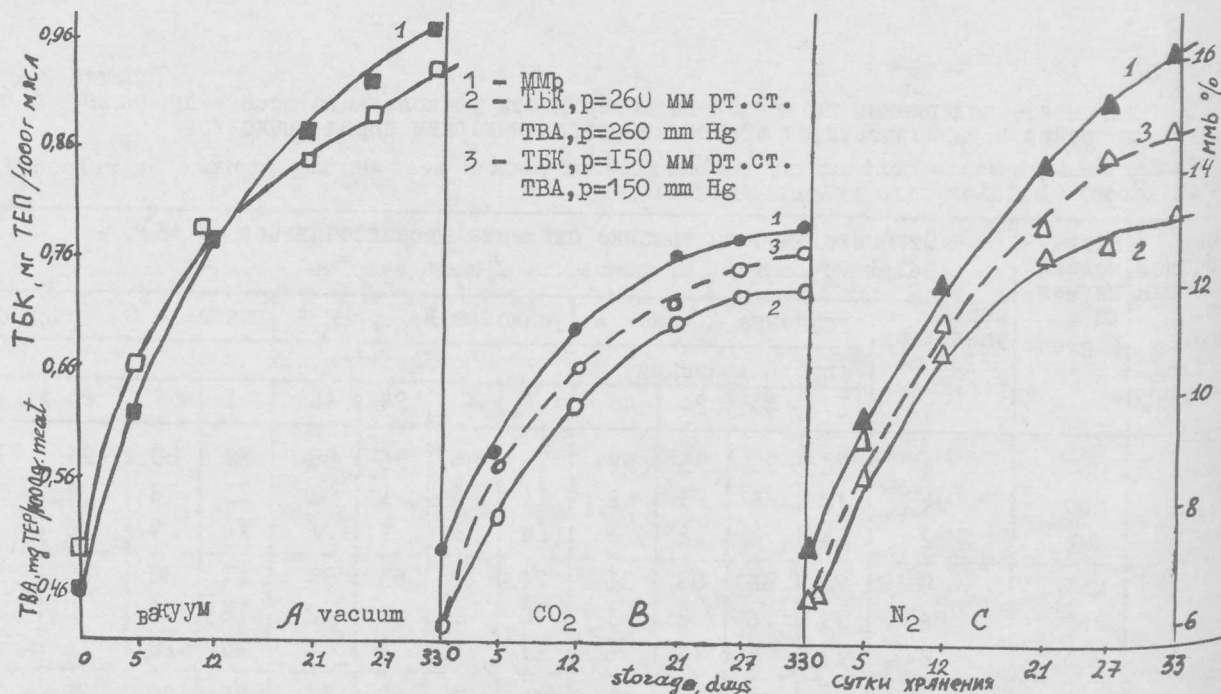


Рис.2. Зависимость между накоплением ММб и ТБК упакованного мяса
 Fig.2. MMb accumulation as related to the TBA number of packed meat

На рис.2 представлены полученные зависимости между накоплением метмиоглобина и числом ТБК в упакованном мясе при хранении. При упаковке в среде азота и под вакуумом прослеживается прямая зависимость между накоплением ММб и увеличением окисления липидов мяса, что не так характерно для упаковок в среде углекислого газа.

Выводы

На поверхности мяса, упакованного в газовых средах, преобладает пурпурно-красный восстановленный миоглобин, что характерно для упаковок в анаэробных условиях. Скорость восстановления ярко-красной окраски мяса, а также содержание оксимиоглобина в мясных образцах снижается с увеличением сроков хранения мяса во всех исследуемых упаковках. При увеличении времени аэробной выдержки мяса перед упаковкой отмечено снижение "метмиоглобино-восстановительной" активности мяса.

Упаковка мяса под вакуумом и в газовых средах предохраняет липиды от окисления. Характер увеличения содержания метмиоглобина и малонового альдегида в образцах, упакованных под вакуумом и в газовых средах, практически одинаков. Тем не менее, отмечено накопление малонового альдегида в образцах, упакованных в среде азота при снижении давления в упаковке, что не наблюдалось в упаковках с углекислым газом.

Литература

1. Baran W., Kraft A., Walker H. Effect of carbon dioxide and vacuum packaging on color and bacterial count of meat. "J.Fd.Sci.", 1970, 33, 3, 77-82.
2. Tändler K., Heinz G. Frischfleischreifung im vakuumbeutel. "Die Fleischwirtschaft", 1971, 51, 1, 56-62, 64.
3. Partman W., Frank H.K. Observation on the storage of meat in controlled gaseous atmospheres. Reprinted from the "Proceedings of XIIIth International Congress of Refrigeration", Washington, 1971, v.3, 13.
4. Huffman D., Davis K., Marple D., McGuire I. Effect of gas atmospheres on microbial growth, color and pH of beef. "J.Fd.Sci.", 1975, 40, 6, 1229-1231.
5. Ledward D., Metmyoglobin Formation in Beef Stored in Carbon Dioxide-Enriched and Oxygen-Depleted Atmospheres. "J.Fd.Sci.", 1970, 35, 1, 33-37.
6. Tändler K. Verfahren für verlustarme Prindfleischreifung "Die Fleischwirtschaft", 1973, 53, 11, 1563-1566, 1569-1570, 1573-1574.
7. O'Kuffe M., Hood D., Harrington M. Gas packaging. The effect of various gas atmospheres on colour of fresh beef. "XXth European Meeting of Meat Research Workers", 15-20 September, 1974, Dublin, v.2, 47.
8. Jounathan M. Relation of Meat pigments to lipid oxidation. "Fd.Res.", 1959, 24, 6, 728-734.
9. Hutchins B., Liu T., Watts B. Effect of Additives and Refrigeration on Reducing Activity, Metmyoglobin and Malonaldehyde of Raw Ground Beef. "J.Fd.Sci.", 1967, 32, 2, 214-217.
10. Green B. "Lipid Oxidation and Pigment Changes in Raw Beef." "J.Fd.Sci.", 1969, 34, 2, 110-113.
- 11.
12. Snyder H.E. Analysis of Pigments at the Surface of Fresh Beef with Reflectance Spectrophotometry. "J.Fd.Sci.", 30, 3, 1965, 457-463.
13. Stewart M.R., Lipser M.W., Watts B.M. The Use of Reflectance Spectrophotometry for the Assay of Raw Meat Pigments. "J.Fd.Sci.", 1965, 30, 3, 464-469.
14. Tarladgis B., Watts B., Jounathan M., Dugan L. A Distillation Method for the Quantitative Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods. "J.Am.Oil Chemists' Soc.", 1960, 37, 1, 44-48.