

## 탄산가스 포장에 의한 신선돈육의 저장성향상에 관한 연구

김용수 · 김윤지 · 유익종  
한국식품개발연구원

### Effect of CO<sub>2</sub> Gas Packaging on the Shelf-life of Refrigerated Pork Cuts

Yong-Su Kim, Yun-Ji Kim and Ick-Jong Yoo  
Korea Food Research Institute

#### Abstract

Shelf-life of pork packaged under CO<sub>2</sub> was observed and the optimal volume of CO<sub>2</sub> gas was determined. High gas barrier film, EVOH(CO<sub>2</sub> permeability; 1 cc/cm<sup>2</sup>·24 h·atm) was used as packaging material and the volume ratios of sample to CO<sub>2</sub> of 1 : 1, 1 : 3 and 1 : 5 were tried using the control of vacuum packaged pork. To evaluate quality of pork cuts, total plate counts, TBA, color and sensory score were monitored during the storage at 4±1°C for 31 days. TPC of vacuum packaged pork increased up to 4.6×10<sup>6</sup> CFU/cm<sup>2</sup> in 24 days while that of CO<sub>2</sub> gas packaged pork 4.5×10<sup>5</sup> CFU/cm<sup>2</sup> at the same storage period, and it took 7 days more for gas packaged pork to reach the same TPC count. There was no significant difference in TBA value between vacuum packaged and gas packaged pork. In the color L and a values were not affected by treatment but vacuum packaged pork cuts showed higher b value than gas packaged pork. According to sensory evaluation, gas packaged pork showed less off flavor, better flavor and freshness than vacuum packaged one (P<0.05).

Key words: shelf-life, CO<sub>2</sub> gas packaging, pork

## 서 론

오늘날 돈육의 소비는 육류소비량의 많은 부분을 차지하고 있으며 수출량도 점차 증가될 전망이다. 특히 냉장육은 선도 및 영양학적 측면에서 냉동육 보다 우수하여 소비자로부터 선호되고 있으며 일본에도 수출되고 있다. 그러나 주요 수출상대국인 일본의 지정학적 위치가 수출경쟁국인 호주 미국 또는 대만보다 유리한 조건에 있음에도 불구하고 국내 돈육의 대일 수출량이 일본 돈육 수입량의 2% 미만에 불과한 실정이다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 생산과정에서의 위생적인 처리와 포장방법의 개선으로 저장가능기간의 연장이 필요한 실정이다. 최근에 진행된 연구보고에 의하면 탄산가스는 미생물의 생육억제능력이 있어 저장기간의 연장에 많은 효과를 나타내고 있는 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 따라서 본 연구에서는 탄산가스에 의한 돈육의 저장기간연장의 효과를 확인하고 내부에 충전되는 탄산가스의 적절한 양을 결정하기 위하여 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 재료

시험에 사용된 돈육은 국내 J농장(주)에서 도축후 4°C에서 냉각처리된 등심부위(longissimus dorsi)를 사용하였으며 지방함량 2% 내외의 살코기로서 도축후 24시간 이내의 것을 사용하였다.

### 시험처리

시험에 사용된 포장재는 EVOH필름(Nylon/EVOH/PE, 두께; 80 μ, 탄산가스투과도; 1 cc/m<sup>2</sup>·24 hrs·atm, Y기업)을 이용하였다. 대조구는 진공포장을 하였고 가스포장처리구는 순도 99.9%의 CO<sub>2</sub>가스를 사용하였다. 각 처리구별 가스의 비율은 시료의 크기를 250g의 크기로 자른후 포장재의 크기를 달리하여 CO<sub>2</sub>가스의 부피를 1 : 1, 1 : 3, 1 : 5(돈육 : 가스)의 비율로 주입한 후 4°C의 냉장고에 저장하며 진공포장효과와 가스비율에 의한 효과를 비교 조사하였다.

### 실험방법

총균수는 육표면 미생물수로서 swab method<sup>2)</sup>에 의해 측정하였고 TBA value는 Salih 등<sup>3)</sup>의 extraction method에 의해 측정하였다. 또한 색도는 유 등<sup>4)</sup>의 방

Corresponding author: Yong Su Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Abs at 420 nm

법에 의하여 색차계(Color difference Meter, Model No 600 IV Yasuda Seika Co, Japan)를 사용하여 측정하였다. 이때 표준색판은  $L=89.2$ ,  $a=0.921$ ,  $b=0.78$ 로 하였다. 관능검사는 신선육 표준육색표집과 시판 신선육을 구매하여 색도와 냄새 및 신선도를 비교하면서 10명의 훈련된 관능검사 요원에 의하여 9 point hedonic scale에 의해 육색, 냄새 그리고 신선도의 3항목을 측정하였다. 또한 관능검사 결과 얻어진 자료의 통계처리는 SAS program<sup>(6)</sup>을 이용하여 5%에서 유의차 검정을 하였다.

## 결과 및 고찰

### 미생물 변화

가스비율별 충전에 의한 시험결과는 Table 1에서 나타난 바와 같이 대조구인 진공포장처리구는 저장 24일에 초기부패단계인  $4.6 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup>에 도달하였으며 1 : 1, 1 : 3, 1 : 5비율 가스충전처리구는 저장 31일에 초기부패단계에 도달하였다. 또한 가스충전비율에 따른 미생물 생육억제능력에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 결론적으로 가스충전에 의하여 포장된 처리구가 진공포장 처리구의 수준에 도달하는데 7일이 더 소요되어 CO<sub>2</sub> 가스는 세균의 생육억제에 효과가 있는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 돈육을 진공포장처리와 100% CO<sub>2</sub>에 의하여 포장한 후 -1.5°C에서 저장하며 총균수를 측정된 결과 진공포장의 경우 저장 2주후에  $5.2 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup>에 도달하였으나 가스충전포장의 경우에는 저장 6주후에  $1.5 \times 10^6$  CFU/cm<sup>2</sup>에 도달하였다는 Gill<sup>(6)</sup>의 보고와 *Listeria monocytogenes*를 계육에 접종하여 공기중에 저장된 시료와 100% CO<sub>2</sub> 충전처리구와의 비교시험에서 공기중에 저장된 시료보다 균의 성장속도가 1/10정도 감소되었다는 Hart 등<sup>(1)</sup>의 보고와 같은 경향을 나타내었다.

### 지방산패

가스충전포장에 의한 시료의 지방의 산패 정도는 Table 2에 나타난 바와 같다. 대조구인 진공포장처리구와 CO<sub>2</sub> 가스충전처리구 사이에 지방산패도의 차이는 없는 것으

로 나타났으며 처리구간의 차이도 인정되지 않았다. 또한 저장기간중 TBA가의 증가경향이 나타나지 않는 것은 냉장육으로서 냉동육보다 비교적 저장기간이 짧았으며 포장재에 의한 산소의 차단성에 기인하는 것으로 사료된다. 지방함량이 30%인 돈육을 -17°C에서 저장하며 TBA가를 측정된 결과 지방산패 정도를 0.2 mg malonaldehyde/kg 이하의 범위에서는 신선한 상태이며 4.0 mg malonaldehyde/kg 이상은 완전산패상태로 평가하는 Brewer 등<sup>(7)</sup>의 보고에 따라 실험결과를 비교해 보면 대조구와 처리구간에 지방산패차는 인정되지 않았다.

### 색도의 변화

색차계에 의하여 분석된 저장중의 색도는 Table 3에 나타난 바와 같이 L value는 대조구와 처리구 모두 저

**Table 2. The Changes in TBA value of refrigerated pork loin cuts during the storage at 4°C**  
(Unit: mg malonaldehyde/kg)

Storage time (Day)	Vacuum packaged	CO <sub>2</sub> packaged (Sample volume : Gas volume)		
		1 : 1	1 : 3	1 : 5
3	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01
10	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.00
13	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01
24	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01
27	0.09 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.08 ± 0.01
31	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.07 ± 0.01

**Table 3. The Changes in color of refrigerated pork loin cuts during the storage at 4°C**

Storage time (Day)	Hunter Color	Vacuum packaged	CO <sub>2</sub> packaged (Sample volume : Gas volume)		
			1 : 1	1 : 3	1 : 5
3	L	44.6 <sup>a*</sup>	45.3 <sup>a</sup>	45.1 <sup>a</sup>	45.2 <sup>a</sup>
	a	5.70 <sup>a</sup>	5.58 <sup>a</sup>	5.68 <sup>a</sup>	6.06 <sup>a</sup>
	b	7.80 <sup>b</sup>	8.13 <sup>b</sup>	7.93 <sup>b</sup>	8.64 <sup>a</sup>
10	L	43.8 <sup>b*</sup>	42.9 <sup>a</sup>	44.3 <sup>b</sup>	46.5 <sup>a</sup>
	a	6.24 <sup>a</sup>	5.82 <sup>a</sup>	6.16 <sup>a</sup>	5.78 <sup>a</sup>
	b	8.47 <sup>c</sup>	8.75 <sup>c</sup>	9.22 <sup>b</sup>	9.80 <sup>a</sup>
13	L	44.0 <sup>b*</sup>	42.6 <sup>a</sup>	45.3 <sup>ab</sup>	46.6 <sup>a</sup>
	a	5.92 <sup>a</sup>	5.79 <sup>a</sup>	6.26 <sup>a</sup>	5.91 <sup>a</sup>
	b	8.83 <sup>c</sup>	8.63 <sup>c</sup>	9.64 <sup>b</sup>	10.14 <sup>a</sup>
24	L	45.5 <sup>a</sup>	43.9 <sup>b</sup>	44.1 <sup>b</sup>	45.2 <sup>ab</sup>
	a	6.11 <sup>a</sup>	6.44 <sup>a</sup>	6.23 <sup>a</sup>	6.31 <sup>a</sup>
	b	8.80 <sup>d</sup>	9.27 <sup>c</sup>	9.75 <sup>b</sup>	10.29 <sup>a</sup>
27	L	45.2 <sup>a</sup>	46.2 <sup>a</sup>	45.8 <sup>a</sup>	45.5 <sup>a</sup>
	a	5.93 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	6.11 <sup>a</sup>	6.58 <sup>a</sup>
	b	8.73 <sup>c</sup>	9.46 <sup>b</sup>	9.56 <sup>b</sup>	10.82 <sup>a</sup>
31	L	48.0 <sup>a</sup>	49.7 <sup>a</sup>	48.0 <sup>a</sup>	48.1 <sup>a</sup>
	a	6.29 <sup>b</sup>	5.83 <sup>ab</sup>	5.29 <sup>b</sup>	5.11 <sup>b</sup>
	b	8.59 <sup>b</sup>	8.88 <sup>b</sup>	8.99 <sup>b</sup>	9.68 <sup>a</sup>

\*ab,c values with the same letter within a row are not significantly different (P<0.05).

**Table 1. Surface microbial count of refrigerated pork loin cuts during the storage at 4°C (unit: CFU/cm<sup>2</sup>)**

Storage time (Day)	Vacuum packaged	CO <sub>2</sub> packaged (Sample volume : Gas volume)		
		1 : 1	1 : 3	1 : 5
0	$2.2 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$
3	$9.6 \times 10^2$	$1.8 \times 10^2$	$3.4 \times 10^2$	$9.0 \times 10^2$
10	$4.0 \times 10^3$	$2.0 \times 10^4$	$9.2 \times 10^3$	$6.4 \times 10^3$
13	$8.6 \times 10^3$	$5.2 \times 10^4$	$7.0 \times 10^4$	$5.2 \times 10^4$
24	$4.6 \times 10^6$	$5.8 \times 10^5$	$4.9 \times 10^5$	$3.2 \times 10^5$
27	$6.5 \times 10^6$	$6.6 \times 10^5$	$5.5 \times 10^5$	$6.5 \times 10^5$
31	$7.2 \times 10^6$	$3.3 \times 10^6$	$2.8 \times 10^6$	$2.2 \times 10^6$

Table 4. Sensory scores of refrigerated pork loin cuts during the storage at 4°C

Storage time (Day)	Attribute	Vacuum packaged	CO <sub>2</sub> packaged(Sample volume : Gas volume)		
			1 : 1	1 : 3	1 : 5
3	Color	*6.8±1.5 <sup>***</sup>	6.7±1.4 <sup>a</sup>	7.2±1.5 <sup>a</sup>	7.3±1.3 <sup>a</sup>
	Odor	7.8±0.8 <sup>a</sup>	7.8±0.9 <sup>a</sup>	8.0±0.6 <sup>a</sup>	8.0±0.6 <sup>a</sup>
	Freshness	7.5±0.8 <sup>a</sup>	7.6±0.8 <sup>a</sup>	7.9±0.6 <sup>b</sup>	8.0±0.6 <sup>b</sup>
10	Color	6.7±1.3 <sup>a</sup>	7.0±1.1 <sup>a</sup>	6.5±1.4 <sup>a</sup>	6.8±1.2 <sup>a</sup>
	Odor	5.9±1.8 <sup>a</sup>	6.9±1.1 <sup>b</sup>	6.7±1.3 <sup>b</sup>	6.6±1.2 <sup>b</sup>
	Freshness	6.7±1.4 <sup>a</sup>	7.1±1.0 <sup>a</sup>	7.0±1.1 <sup>a</sup>	7.0±1.1 <sup>a</sup>
13	Color	4.8±1.7 <sup>a</sup>	5.1±1.1 <sup>ab</sup>	5.3±1.4 <sup>b</sup>	4.7±1.3 <sup>a</sup>
	Odor	5.7±1.4 <sup>a</sup>	5.8±1.6 <sup>a</sup>	5.5±1.5 <sup>a</sup>	5.7±1.6 <sup>a</sup>
	Freshness	4.9±1.6 <sup>a</sup>	5.5±1.5 <sup>a</sup>	5.5±1.3 <sup>bc</sup>	5.1±1.4 <sup>ab</sup>
24	Color	4.3±2.1 <sup>a</sup>	4.4±1.8 <sup>a</sup>	4.3±1.9 <sup>a</sup>	4.5±1.8 <sup>a</sup>
	Odor	4.5±2.2 <sup>a</sup>	4.9±1.4 <sup>a</sup>	4.5±1.8 <sup>a</sup>	4.9±1.5 <sup>a</sup>
	Freshness	4.6±2.2 <sup>a</sup>	4.9±1.9 <sup>a</sup>	4.7±2.2 <sup>a</sup>	4.7±2.1 <sup>a</sup>
27	Color	4.1±1.5 <sup>a</sup>	4.2±1.7 <sup>a</sup>	4.1±1.8 <sup>a</sup>	3.7±1.8 <sup>a</sup>
	Odor	3.0±1.2 <sup>a</sup>	4.1±1.8 <sup>b</sup>	4.4±1.7 <sup>b</sup>	4.3±1.6 <sup>b</sup>
	Freshness	3.4±1.8 <sup>a</sup>	4.1±1.9 <sup>b</sup>	4.4±1.7 <sup>b</sup>	4.2±1.6 <sup>b</sup>
31	Color	2.9±1.8 <sup>a</sup>	2.8±1.7 <sup>a</sup>	2.5±1.5 <sup>a</sup>	2.6±1.5 <sup>a</sup>
	Odor	2.4±1.4 <sup>a</sup>	2.5±1.6 <sup>a</sup>	3.0±1.4 <sup>a</sup>	2.6±1.5 <sup>a</sup>
	Freshness	2.3±1.3 <sup>a</sup>	2.5±1.2 <sup>a</sup>	2.5±1.2 <sup>a</sup>	2.3±1.2 <sup>a</sup>

\*Sensory scores were assessed on 9 point hedonic scale where 1=extremely bad, 9=extremely good.

\*\*a,b,c,d values with the same letter within a row are not significantly different (P<0.05).

장이 진행되면서 점차적인 증가경향을 나타내었으나 유의차는 인정되지 않았고 처리구간에도 유의차는 없었다 (P<0.05). 또한 a value는 대조구와 처리구 모두 저장 기간중 일정하게 나타나 증감을 나타내지 않았고 b value는 대조구와 가스포장처리구 모두 저장기간중 완만한 증가경향을 나타내었고 대조구인 진공포장처리구는 가장 낮은 값을 나타내었고 가스충전비율이 증가함에 따라 b value가 증가하였으며 대조구의 처리구 그리고 처리구간에 유의차가 발생하였다. 이러한 황색도의 변화는 탄산가스의 작용에 의하여 표면색이 변화된 것으로 사료되며 신선 우육을 CO<sub>2</sub> 가스포장후 4°C에서 저장하며 색도를 측정할 결과 저장 10일이 경과하여 부분적 갈변이 발생하였다는 김동훈 등<sup>(8)</sup>의 보고와 Laura 등<sup>(9)</sup>에 의한 가스조성별 저장시험결과 산소가 제한된 상태에서의 CO<sub>2</sub> 가스는 육표면의 변색을 촉진시킨다는 보고와 같은 경향을 나타낸다.

#### 관능검사

관능검사 요원에 의하여 평가된 시험결과는 Table 4에 나타난 바와 같다. 즉, 저장기간중 색도의 변화는 대조구와 처리구간에 유의차는 인정되지 않았으며 이는 가스에 의한 변색에서 적색도는 크게 영향을 받지 않았기 때문인 것으로 사료된다. 또한 냄새는 가스충전처리구가 대조구인 진공포장처리구 보다 다소 좋은 점수를 나타내었으나 유의차는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 처리구 내부에 존재하는 CO<sub>2</sub> 가스에 의한 미생물의 생육이 저해되어 단백질의 부패가 다소 억제된 것에 의한 것으로

사료되며 또한 전체적인 기호도에서도 가스충전처리구가 높은 점수를 나타내었으며 처리구간의 유의차는 없었다.

#### 요 약

본 연구에서는 돈육의 저장기간연장을 위한 방법으로 CO<sub>2</sub>를 이용하여 저장성을 연장시키고 포장내부에 충전되는 탄산가스의 적절한 양을 결정하기 위하여 수행되었다. 시험에 이용된 포장재는 가스투과도가 현저하게 낮은 필름(EVOH 필름; Nylon/EVOH/PE, 두께; 80 μ, 탄산가스투과도; 1 cc/m<sup>2</sup>·24 hrs·atm)을 이용하였으며 시료와 탄산가스의 부피를 각각 1:1, 1:3, 1:5의 비율로 주입하였다. 포장된 시료는 4±1°C의 냉장고에 보관하며 총균수, TBA, 색도, 관능검사 등을 분석하여 품질변화를 측정하였다. 시험결과 총균수의 경우 진공포장에서는 저장 24일만에 4.6×10<sup>6</sup> CFU/cm<sup>2</sup>까지 증가하였으나 가스포장용에서는 4.5×10<sup>6</sup> CFU/cm<sup>2</sup>에 도달하였으며 진공포장처리구와 동일한 수준까지 도달하는데 7일이 더 소요되었다. TBA는 가스포장에 의한 차이가 인정되지 않았고 L값 및 a값에서도 대조구와 처리구간에 유의차는 인정되지 않았다. 그리고 황색도는 가스포장처리구가 진공포장처리구 보다 높은 값을 나타내었다. 관능검사 결과 색도에서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 냄새 및 신선도에서 진공포장처리구 보다 가스포장처리구가 높은 점수를 나타내었다. 결론적으로 CO<sub>2</sub> 가스포장처리구는 진공포장 처리보다 미생물학적, 이화학적 그리고 관능적으로 양호하게 평가되었고 가스충

전비율에 의한 차이는 발생되지 않았다.

## 문헌

- Hart, C.D., Mead, G.C. and Norris, A.P.: Effects of gaseous environment and temperature on the storage behaviour of *Listeria monocytogenes* on chicken breast meat. *J. Appl Bacteriol.*, **70**, 40(1991)
- Kotura, A.W.: Variability in microbiological sampling of chickens by the swab method. *Poultry Sci.*, **45**, 233 (1966)
- Salih, A.M., Smith, D.M., Price, J.F. and Dawson, L.E.: Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. *Poultry Sci.*, **66**, 1483(1987)
- 유익중, 송인상, 송계원: 염지방법과 원료육의 부위 및 인산염의 첨가가 닭고기햄의 품질에 미치는 영향. *한축지*, **30**, 178(1988)
- SAS/STAT User's guide. release 6.03 edition SAS institute Inc. Cary, NC. USA.(1988)
- Gill, C.O.: Packaging meat for prolonged chilled storage the CAPtech process. *British Food Journal*, **91**(7), 11(1989)
- Brewer, M.S., Ikins, W.G. and Harbers, C.A.Z.: TBA values, sensory characteristics, and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J. Food Sci.*, **57**, 558(1992)
- 김동환, 김용곤, 이응영, 정연후: 축산물 가공 및 저장에 관한 연구농촌진흥청. 축산시험장 시험연구보고서. 414 (1990)
- Laura, B., Dryden, F.D. and Marchello, J.M.: Quality changes of beef steaks stored in controlled gas atmospheres containing high or low levels of oxygen. *J. Food Prot.*, **45**(10), 41(1982)

(1993년 11월 26일 접수)