

돈육의 부위, 저장 방법 및 저장시간이 지방산화와 지방산화물의 생성에 미치는 영향

박성용 · 진구복* · 유승석¹

전남대학교 동물자원학부, ¹호남대학교 조리과학과

서 론

식육과 육제품들은 미생물에 의한 부패를 감소시키고 저장성을 증진 시키기 위해 저온에서 보관한다. 그러나 식육과 육제품들이 비록 낮은 온도에서 보관된다 하더라도 식육내 존재하는 지방의 산화와 지방분해와 같은 생화학적 변화 때문에 안전성이 제한을 받게 된다. 따라서 지방으로 인한 산화는 그들의 기호성과 품질을 저하시키는 원인이 되기도 한다. 지방산화를 측정하는 방법으로 과산화물가 (Peroxide value, POV)와 thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) 값은 지방산화의 수준을 평가하기 위한 지표로써 사용되어져 왔다. 그러나 TBARS 값은 오직 이중결합이 세 개 이상인 지방산을 함유한 유지에서 과산화물가와 연관성이 있으며⁽¹⁾, 하나 또는 두개의 이중결합을 갖는 불포화지방산의 산화 정도를 측정하지 못한다고 Decker 등⁽²⁾은 보고하였다. 따라서 이러한 불포화지방산을 많이 포함한 돈육에서는 지방산화의 지표로써 사용하기가 부적절하다고 판단된다. 과산화물가는 저장기간이 증가함에 따라 그 값이 최고치에 도달된 후 감소되기 때문에 저장기간이 오래된 식육의 경우 지방산화의 정도를 측정할 수가 없고 지방분해의 정도를 평가하기 위한 유리지방산 (Free fatty acid, FFA) 함량은 과산화물가와 마찬가지로 적정에 의해 측정되어지기 때문에 측정자의 주관성을 배제할 수 없다. 따라서 지방산화의 정도를 평가하기 위한 좀더 객관적인 방법이 필요하다. 본 연구의 목적은 돈육의 부위별(삼겹 vs 등심) 지방산화를 측정함에 있어서 포장방법에 따른 영향을 조사하고, 지방산화의 정도를 평가하기 위한 지표로써 지방산화로 생성되는 휘발성 화합물을 정량하여 지방산패와의 연관성을 살펴보기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

신선한 돈육 등심과 삼겹살은 도매점에서 구입하였고 포장방법 별로 8℃에서 냉장 저장하여 pH, 일반성분, TBARS, 유리지방산 및 산화 생성물을 분석하였다. 화학적 조성은 AOAC⁽³⁾ 방법에 따라 측정하였으며, pH는 pH-meter로 측정하였다. 지방 추출은 Folch 등⁽⁴⁾의 방법에 따라 시행하였으며, 추출된 지방은 건조시키고 분석을 위해 사용되기 전까지

4℃에서 저장하였다. 유리지방산과 TBARS 값은 각각 AOCS⁽⁶⁾ 그리고 Witte⁽⁶⁾의 방법에 의해서 측정하였다. 지방산화물을 추출하기 위한 동시연속증류 추출법(simultaneous distillation and extraction, SDE)은 Heath 와Reineccius⁽⁷⁾의 변형된 방법으로 추출하였다. 화합물의 정량과 정성분석은 gas chromatograph (GC) 와 mass spectrometer (MS)로 수행하였다. 미생물 균수 측정은 총균수와 대장균을 측정하기 위해 plate count agar 와 violet red bile agar를 각각 이용하였고 37℃에서 2일간 배양하여 균수를 측정하였으며, log cfu/g으로 나타내었다. 본 실험은 3회 반복을 실시하였으며, 통계처리는 SPSS를 이용하여 돈육 부위와 포장방법 그리고 저장기간을 요인으로 하는 이원배치분산분석 (Two-way ANOVA)으로 실시하였고 Duncan's multiple range test로 사후검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석결과 삼겹부위의 수분, 지방 그리고 단백질 함량은 각각 48.4, 38.5 그리고 10.2%였으며, 등심부위는 각각 73.5, 3.60 그리고 19.8%로 삼겹이 등심보다 지방이 10배 가량 높았으며 ($P<0.05$), 수분과 단백질 함량은 등심이 삼겹보다 각각 1.5 그리고 1.9배 높았다 ($P<0.05$). 저장기간과 처리구 (진공삼겹, 합기삼겹, 진공등심, 합기등심)간 상호작용의 통계처리결과 모든 매개변수에서 유의적 차이가 나타났으며 ($P<0.05$), 결과는 Table 2와 같이 종합하였다. Table 2에서 볼 수 있듯이 pH는 저장기간에 따른 차이는 없었고 ($P>0.05$) 삼겹이 등심보다 높았다 ($P<0.05$). TBARS 값은 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였고 ($P<0.05$) 부위에 따른 차이는 저장 후반부에 갈수록 삼겹이 등심보다 TBARS 값이 높았다 ($P<0.05$). 유리지방산가는 저장기간이 경과할수록 증가하였고 ($P<0.05$), 등심이 삼겹보다 높은 유리지방산가를 나타냈다 ($P<0.05$). 하지만 포장방법에 따른 TBARS와 유리지방산가의 차이는 나타나지 않았다 ($P<0.05$). 삼겹과 등심부위의 지방산화물을 분석한 결과 총 23가지의 화합물이 동정되었으며, 이중 지방 산화에 의한 2차 생성물인 알데하이드(6), 케톤(3), 알코올(3) 그리고 지방산계통(2)의 화합물이 주로 동정되었다. 알데하이드 계통 화합물중에는 hexanal도 포함되어있는데, 일반적으로 solid phase microextraction (SPME) 방법에 의해 검출된 hexanal은 저장기간이 경과할수록 그 함량이 증가하여 지방산화물의 지표로서 언급되었지만^(8,9) 본 실험의 결과는 이와는 반대로 감소하는 ($P<0.05$) 경향을 보여 추출방법에 따라 차이가 있음을 시사하였다. Table 1에서 볼 수 있듯이 hexadecanoic acid (palmitic acid)의 경우 삼겹부위에서는 저장기간에 따른 차이는 없었으나 ($P>0.05$), 등심부위에서는 저장기간이 경과할수록 hexadecanoic acid 함량이 증가하는 것을 볼 수 있었고($P<0.05$). 부위에 따른 차이는 저장 후반부에 갈수록 등심이 삼겹보다 많은 양의hexadecanoic acid를 생성하는 것으로 나타났다 ($P<0.05$). 그리고 등심부위에 있어서 hexadecanoic acid와 유리지방산 ($P<0.01$) 그리고 TBARS ($P<0.01$)와의 상관관계가 높게 나타나 새로운 산화지표로서의 이용이 가능할 것으로 사료된다. Fig. 1에서 진공포장한 삼겹과 합기포장한 삼겹의 총균수는 각각 7일 그리고 14일 정도에 107 cfu/g수준에 도달하였고 진공포장한 등심과 합기포장한 등심의 총균수는 각각14일 그리고 21일 정도에 107 cfu/g수준에 도달하여 삼겹이 등심보다 빨리 부패되는 것을 알 수 있었고 진공포장이 합기포장에 비하여 저장성을 증진 시킬 수 있었다. 이는 진공포장이 식육 또는 육제품의 저장성을 증진시킨다는 여러 연구자들의 연구결과와 일치하였다^(10,11).

Table 1. Proximate composition(%) of belly and loin from pork.

	Belly	Loin
Moisture	48.4 ±6.02	73.5 ±0.68
Crude fat	38.5 ±9.89	3.60 ±0.65
Crude protein	10.2 ±3.05	19.8 ±0.66
Total	97.1	96.9

Table 2. Change of pH, thiobarbituric acid reactive substance(TBARS), free fatty acid(FFA) and hexadecanoic acid(HA) as affected by meat cut, packaging method and storage time at 8°C.

Parameters	Parts	Packaging	Storage time (days)					
			0	3	7	14	21	28
pH	Belly	Vacuum	6.09 ^A	6.11 ^A	5.97 ^{AB}	5.91 ^{AB}	5.96 ^{AB}	6.11 ^A
		Aerobic	6.05 ^{bA}	6.18 ^{abA}	6.22 ^{abA}	6.10 ^{bA}	6.24 ^{abA}	6.39 ^{aA}
	Loin	Vacuum	5.57 ^B	5.56 ^B	5.52 ^C	5.48 ^C	5.45 ^C	5.44 ^B
		Aerobic	5.63 ^B	5.63 ^B	5.76 ^{BC}	5.62 ^{BC}	5.58 ^{BC}	5.74 ^B
TBARS ^a (MDA mg/kg)	Belly	Vacuum	0.17 ^b	0.37 ^{ab}	0.49 ^{ab}	0.56 ^{ab}	0.39 ^{abAB}	0.84 ^{aAB}
		Aerobic	0.13 ^b	0.53 ^{ab}	0.84 ^{ab}	0.72 ^{ab}	0.83 ^{abA}	1.23 ^{aA}
	Loin	Vacuum	0.07	0.16	0.15	0.24	0.18 ^B	0.23 ^B
		Aerobic	0.07 ^b	0.16 ^{ab}	0.24 ^{ab}	0.31 ^a	0.26 ^{abB}	0.36 ^{ab}
FFA ^b (%)	Belly	Vacuum	1.18 ^{abB}	1.03 ^{abB}	0.93 ^{bb}	1.18 ^{abc}	1.57 ^{abB}	1.82 ^{ab}
		Aerobic	1.09 ^{cB}	1.09 ^{cB}	1.22 ^{cB}	1.57 ^{bcBC}	2.15 ^{bb}	3.17 ^{aAB}
	Loin	Vacuum	4.40 ^{bA}	3.57 ^{bA}	4.67 ^{bA}	3.87 ^{bb}	7.25 ^{aA}	7.57 ^{aAB}
		Aerobic	3.56 ^{cA}	4.33 ^{abA}	5.12 ^{abA}	6.92 ^{bA}	7.48 ^{bA}	13.0 ^{aA}
HA ^c (μg/g)	Belly	Vacuum	0.22	0.58	0.35	0.72 ^{AB}	0.41 ^C	0.36 ^B
		Aerobic	0.05	0.16	0.28	0.31 ^B	0.74 ^{BC}	0.48 ^B
	Loin	Vacuum	0.31 ^c	0.47 ^c	0.77 ^{bc}	1.21 ^{AB}	2.27 ^{aA}	1.71 ^{abA}
		Aerobic	0.18 ^c	0.44 ^c	0.63 ^{bc}	1.60 ^A	2.00 ^{abAB}	3.07 ^{aA}

^aTBARS = thiobarbituric acid reactive substance; ^bFFA = free fatty acid; ^cHA = hexadecanoic acid; ^{a-c}Means with a same superscript within a row are not significantly different (P>0.05).
^{A-C}Means with a same superscript within a column are not significantly different (P>0.05).

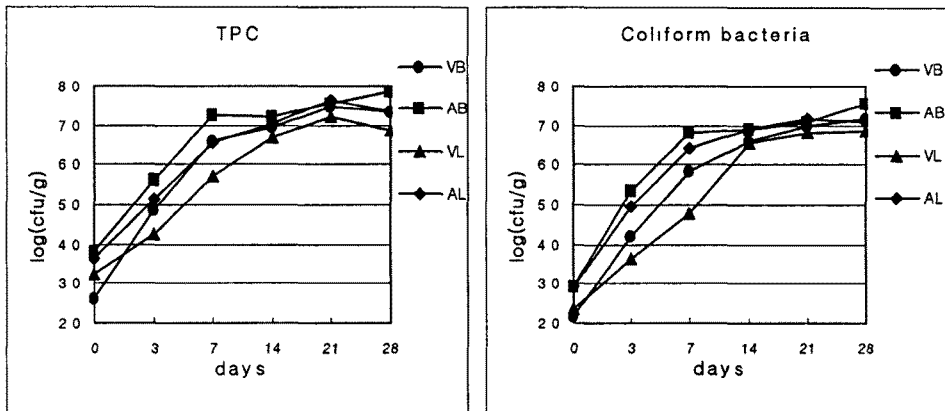


Fig. 1. Microbiological changes of pork belly and loin cuts as affected by meat cut, packaging method and storage time at 8°C.

요 약

본 연구의 목적은 돈육의 부위, 포장방법 및 저장기간이 지방산패에 미치는 영향을 측정하기 위하여 실시하였다. pH는 삼겹이 등심보다 높았고 저장후반부에 갈수록 TBARS 값은 삼겹이 등심보다 높은 반면 유리지방산가는 저장기간이 경과할수록 증가하였고 등심이 오히려 삼겹보다 높았다. 냉장저장중 지방산화물을 검출한 결과 알데하이드, 케톤, 알코올, 지방산등이 동정되었고 냉장저장중 특히 등심부위에서 hexadecanoic acid 함량이 증가하는 경향을 보여 새로운 산화지표로써 사용이 가능할 것으로 판단된다. 미생물 측정결과 삼겹이 등심보다 빨리 부패하였고 진공포장이 합기포장에 비해 저장성을 증진시켰다.

참 고 문 헌

1. Gray, J. I. (1978). *Journal of the American Oil Chemists's Society*, 55, 539-546.
2. Decker, E. A. et al. (1998). *American meat science association*. pp. 66.
3. AOAC. (1990). *Association of official analytical chemists*, Washington, DC.
4. Folch, J. et al. (1957). *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
5. AOCS. (1987). *Am. Oil Chem. Soc.*, BS 684, 1.5.
6. Witte, V. C. et al. (1970). *J. Food Sci.*, 35, 582-585.
7. Health, H. B. and Reineccius, G. (1986). *In flavour chemistry and technology*, pp. 6.
8. Beltran, E. et al. (2003). *J. Meat Sci.*, 64, 19-25.
9. Sanches-Silva, A. et al. (2004). *J. Chromatogr. A.*, 1046, 75-81.
10. Duffy, G. et al. (2000). *Food Microbiol.*, 17, 571-578.
11. Sachindra, N. M. et al. (2005). *Food Contr.*, 16, 31-35.