



포장방법에 따른 한우 극상근(*Supraspinatus* Muscle)의 냉장 저장 중 품질 변화

정구용* · 정의룡 · 이현정¹

상지대학교 생명자원과학대학 동물생명자원학부, ¹한국식품연구원 전통식품연구단

Quality Changes of *Supraspinatus* M. of Hanwoo by Packaging Methods during Chilled Storage

Ku-Young Chung*, Eui-Ryung Chung, and Hyun Jung Lee¹

Division of Animal Science and Biotechnology, College of Life Science and Natural Resource, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

¹Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the quality changes in *Supraspinatus* muscle of Hanwoo with different packaging methods, such as wrapped packaging (C), vacuum packaging (V) and modified atmosphere packaging (MA). These samples were stored for 25 days under 5°C. Each sample was evaluated for pH, volatile basic nitrogen (VBN) value, purge loss, hardness, meat color and microbial counts. From the results obtained, no significant differences were observed among treatments at the pH. The VBN values of MA were significantly lower than those of C. Also, MA was enhanced stability of meat color compared with other packaging methods during storage days. The purge loss was the most in the V samples, followed by the C and the MA was the lowest. Total bacteria counts of MA sample were significantly lower than those from C. Therefore, it has been concluded that MA could be used as an effective packaging since it extends the shelf life and improve the quality of Hanwoo *supraspinatus* m.

Key words : *Supraspinatus* m., packaging method, quality, cold storage

서 론

한우의 앞다리살은 꾸리살, 부채살, 앞다리살 및 갈비덧살로 구성되어 있으며, 이 중 꾸리살은 견갑부위의 근육으로서 가시위근 또는 극상근(棘上筋, *Supraspinatus* muscle)이라 한다(동물근육도감, 2001). 극상근은 전체 지육의 약 1.1% 정도를 차지하며, 그 모양이 안심부위와 비슷하여 외국의 경우 안심 대체육으로 사용되기도 하나, 앞다리 근육이 운동성이 많은 까닭에 대체로 지방의 침착이 적고 타 근육에 비하여 근육의 결이 굵어 극상근을 도축 직후 사용할 경우 안심에 비하여 질기기 때문에 기호성이 낮은 단점이 있다. 그러나 극상근을 일정 기간 숙성 하면 연도가 좋아질 뿐만 아니라 안심보다 콜라겐 함량이 높기 때

문에 “졸깃하다”는 관능평가를 얻을 수 있다.

쇠고기에 있어 식육의 연도는 소비자 기호성을 결정하는 중요한 특성이다. 빙결점 이상의 온도에서 저장함으로써 식육을 연화시키는 숙성은 연도가 좋은 식육을 얻기 위한 중요한 과정이다(Smith 등, 1978). 한우의 비인기 부위육인 극상근을 일정기간 숙성시켜 연도를 증진 시키면 소비자에게 기호도가 높은 안심 대체육으로 제공될 수 있을 것으로 사료되나 국내에서는 극상근과 같은 비인기 부위육을 특성화 또는 고급화하기 위한 품질 증진 방안에 대한 연구가 아직 이루어지고 있지 않다.

식육의 저장을 위한 포장에는 랩포장, 진공포장 및 가스치환포장의 세 가지 형태가 있으며, 일반적으로 산소투과도가 높은 랩필름으로 포장하는 방법이 가장 많이 사용되고 있다. 냉장 저장에서 저온성 미생물의 증식에 따른 랩포장의 저장기간이 짧은 단점을 개선하여 저장성을 연장시킬 목적으로 진공포장과 가스포장이 개발되어 사용되고 있다. 진공포장은 포장용기 내 산소를 제거함으로써 미생물의 증식과 지방산화를 억제하여 저장성을 높여주는

*Corresponding author : Ku-Young Chung, Division of Animal Science and Biotechnology, College of Life Science and Natural Resource, Sang-Ji University, #660, Wonju, 220-702, Korea. Tel: 82-33-730-0534, Fax: 82-33-744-6118, E-mail: kychung@sangji.ac.kr

반면 저장기간이 경과됨에 따라 육색이 적자색으로 변하고, 유리육즙의 양이 증가되는 결점이 있는 것으로 알려져 있다(Grau, 1983; Seidemam 등, 1976). 가스치환포장은 포장용기 내 공기를 모두 제거한 뒤 인위적으로 조성된 가스를 채워 넣는 방법으로서, 육색을 그대로 유지하면서, 미생물의 증식이 억제되어 저장성이 향상되나 포장 단가 상승과 부피가 증가하는 단점이 있다(Hoffman, 1975).

본 연구에서는 포장 방법에 따른 한우 앞다리살 부위육 인 극상근의 육질의 차이 및 저장성을 살펴보고자 극상근을 랩포장, 진공포장 및 가스포장하여 냉장 저장 중 품질 변화를 측정하였다.

재료 및 방법

공시 재료 및 포장 방법

시료는 황성지역에서 사육되고 도축 후 24시간 동안 예냉 시킨 후 1+등급판정을 받은 한우 3두의 앞다리 부위 중 극상근(*Supraspinatus m.*)을 황성축협으로부터 공여 받아 사용하였다.

시료는 각 포장 방법에 따라 PVC(polyvinyl-chloride) 필름을 사용한 랩포장(C), PA/PE(polyamide/polyethylene)을 사용하여 공기를 제거한 진공포장(vacuum packaging)을 하였으며, 가스포장(MA, modified atmosphere packaging)에는 시료를 19×14×5.8 cm 크기의 tray(LDPE, low density pensity polyethylene)에 담아 PP(polypropylene)로 sealing 한 후, 산소 70%, 이산화탄소 20%, 질소 10%로 공기 조성을 바꿔 가스포장(one vacuum chamber system, 신도정 밀기계사, Korea)하였으며, 3종류의 포장방법에 따라 포장한 총 9개 시료를 5±1°C(CA-D17DC, 170 kg, LG사, Korea)에서 25일 동안 저장하면서 3회 반복실험을 실시하였다.

pH

pH는 Eikelenboom 등(1974)의 방법을 응용하여 실시하였다. 즉, 시료 10 g을 증류수 90 mL에 취하여 2분간 균질 시킨 후 pH meter(pH meter 420A, Orion, USA)를 사용하여 측정하였다.

VBN (Volatile basic nitrogen)

VBN가는 高坂(1975)의 방법으로 다음과 같이 측정하였다. 즉, 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 혼합하여 균질 후 100 mL로 정용하였다. 여과 후 conway 용기 외실에 여과액 3 mL을 넣고, 내실에 0.02 N boric acid 1 mL 넣었다. 외실에 K₂CO₃용액 1 mL를 빠르게 주입 후 내실에 혼합지시약 50 μL를 첨가하였다. 37°C에서 120분간 배양 후 0.02 N H₂SO₄로 적정하여 다음 공식에 의하여 계산하였다(단, 공시료는 증류수를 사용하였다).

$$\text{VBN (mg\%)} = \frac{(a-b) \times F \times 0.02 \times 14.007}{S} \times 100 \times 100$$

S: sample weight

a: sample mL(0.02 N H₂SO₄ amount)

b: blank mL(0.02 N H₂SO₄ amount)

F: 0.02 N H₂SO₄ Factor value

포장 감량

시료의 포장감량은 포장 전 무게(A)와 포장 개봉 후 무게(B)를 측정하여 계산하였다.

$$\text{Purge loss (\%)} = (A - B) \times 100/A$$

육색

육색은 시료를 냉장고에서 꺼낸 후 즉시 포장을 개봉하여 30분 동안 공기 중에 노출시켜 발색 시킨 후 색차계(Chroma Meter, DP-310, CR-310, Japan)를 이용하여 L, a, b값을 측정하였다. 이때의 표준색으로는 Y=94.40, x=0.3131, y=0.3194의 백색판을 사용하였다.

경도

시료를 근섬유와 평행하게 3×3×3 cm의 일정한 두께로 절단한 다음, 70°C의 water bath에서 시료의 심부온도(Internal temperature)가 70±1°C가 될 때까지 가열한 후, Texture analyser(TA-TX2, Stable Micro systems, England)를 사용하여 측정하였다. 이때의 분석 조건은 speed: 2 mm/sec, distance: 40 mm, force: 20 g, time: 40 sec.으로 하였다.

미생물 검사

각 포장구의 포장재를 70% 에탄올로 살균시킨 다음 무균적으로 시료 10 g을 절취하고 균질 한 다음 멸균 peptone water로 단계 희석하였다. 총균수는 plate count agar(Difco Laboratories, USA)를 사용하여 35°C에서 48시간 배양하였다. 대장균균수는 MPN(most probable number)법에 의하여 시료 40 g에 BPD(buffer phosphate dilution, Difco, Laboratories, USA)용액 360 mL을 희석 후 멸균된 lactose broth(Difco)용액에 접종하여 35±1°C에서 48±3시간 배양하여 가스의 생성 유무를 확인한 후 최확수법을 이용하여 검증하였다.

통계 처리

통계처리는 Statistical Analysis System 8.02 ver. Win 5.1 (2001)을 적용하고, 처리간의 유의성은 Duncan의 다중검정을 사용하였다.

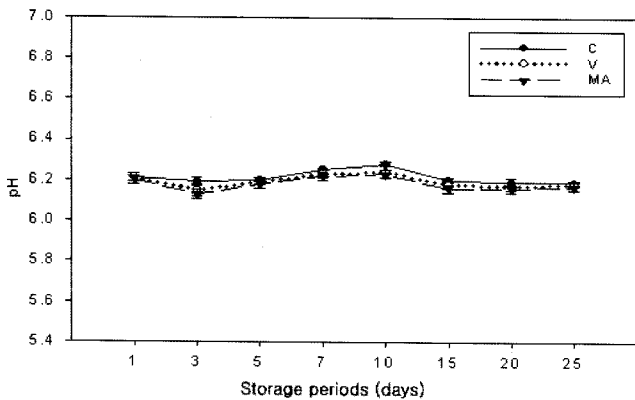


Fig. 1. Changes in pH value of Hanwoo *Supraspinatus m.* with different packaging method during chilled storage. C: wrapped packaging, V: vacuum packaging, MA: modified atmosphere packaging.

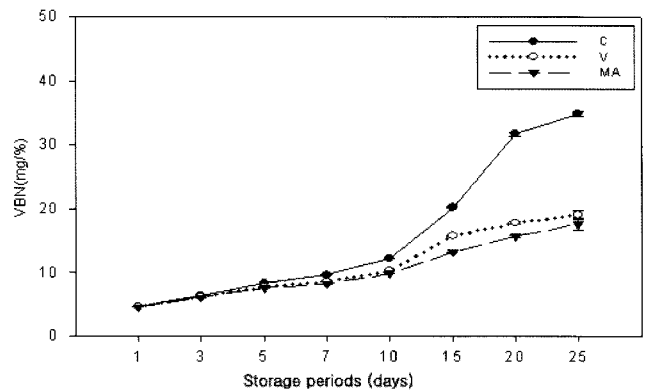


Fig. 2. Changes in VBN value of Hanwoo *Supraspinatus m.* with different packaging method during chilled storage. C: wrapped packaging, V: vacuum packaging, MA: modified atmosphere packaging.

결과 및 고찰

pH

한우의 극상근을 랩포장, 진공포장 및 가스포장한 후 냉장 저장하면서 pH를 측정하고 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 저장 초기에 각 처리구가 6.20-6.21의 값으로 포장방법에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다. 그러나 저장 7일째에는 미세한 pH 증가를 나타내었으며, 15일째는 각 처리구가 전체적으로 pH의 값이 약간 감소하는 경향을 보였다.

저장 전반에 식육은 사후장식 후 서서히 강직의 해제과정을 거치면서, 근육 내의 효소나 미생물이 분비한 효소에 의해 단백질이 분해되어 생성된 유리 아미노산과 비단백질 질소화합물들이 pH를 증가시켰으며, 저장 기간이 경과 하면서 증식된 유산균에 의해 생성된 유산 때문에 식육의 pH는 낮아진다(Choi 등, 1995). 포장방법에 따른 pH의 차이는 없었으며, 이는 Kim 등(2002)이 양념 갈비를 포장방법에 따라 진공, 합기 및 가스치환포장으로 저장기간 동안 pH 변화를 살펴 본 결과 유의적인 차이가 없었다는 보고와 유사하였다. 또한 한우 우둔살육의 랩포장과 진공포장 간에 차이가 없는 것으로 보고한 Oh(1997)의 보고와도 일치하는 결과였다.

VBN가

저장기간에 따른 각 포장별 극상근의 식육단백질 분해에 의한 변패 정도를 나타내는 VBN 함량 변화를 살펴보고 Fig. 2에 나타내었다. 모든 포장구에서 저장기간이 증가할수록 VBN 또한 점차 증가하였다. 특히, 랩포장구는 저장 10일에 12.15 mg%, 25일에는 34.93 mg%으로 급격히 증가하였다. VBN은 미생물 증식 정도와 밀접한 관계가 있어 미생물에 의한 초기부패까지는 증가폭이 적다가 저장 후기에 미생물의 급격한 증식이 일어나면 VBN 또한 급속히 증가한다(Park 등, 1988). 식육의 저장 중에는

근육 내 단백질 분해효소와 미생물이 분비하는 효소에 의하여 근육 단백질이 아미노산으로 분해되고, 다시 아미노산이 저분자의 무기태질소로 분해되는데, 특히 미생물 오염도가 높을수록 VBN이 증가하게 된다. 따라서 VBN은 육류의 신선도를 평가하는 지표가 되고 있다(이와 성, 1996).

Byun 등(1985)과 Park 등(1988)은 VBN이 각각 18 mg%, 15 mg% 이상에서 관능적인 부패를 느낄 수 있다고 하였는데, 본 실험에서도 랩포장구의 경우 저장 15일에 VBN 값이 20.26 mg%로서 부패취와 점질물질이 형성되기 시작하였다. 진공포장구와 가스포장구는 저장 25일에 VBN 값이 각각 19.11 mg%과 17.65 mg%로서 가식권 범위 내 수준이었다. 축산물의 가공기준 및 성분규격(수의과학검역원, 2007)에서는 식육제품의 VBN 값을 20 mg% 이하로 제한하고 있으며, 생육의 판정에서 VBN 10 mg% 이하는 신선, 10-20 mg%는 보통, 20-30 mg%는 초기부패, 30 mg% 이상은 부패로 구분하고 있다(高板和久, 1975). 이러한 기준으로 볼 때 진공포장구와 가스포장구는 저장 10일까지 신선 수준을 유지하였으며, 저장 25일까지도 보통 수준을 유지하였다.

포장 감량

포장육의 육즙 삼출량이 많으면 외관상 상품성을 저하시키고, 포장 개봉 후 육색이 나빠지며 판매 중량을 감소시키기 때문에 포장 감량을 줄이는 것은 경제적으로 중요하다. 따라서 포장방법을 달리한 극상근의 저장 기간 별 포장감량을 조사하였다. Fig. 3에 나타난 바와 같이 진공포장구가 가장 높아 저장 10일에 5.11%, 저장 25일에는 7.84%이었다. Kauffman 등(1986)은 근육 내 존재하는 물은 화학적으로 다른 분자와 매우 단단하게 결합되어 있기도 하며, 다른 분자에 느슨하게 결합하거나 외부환경에 따라서 세포 외 공간에 자유롭게 이동하기도 하는데 물리적 처리에 의해 보수력에 영향을 받는다고 한다. 또한

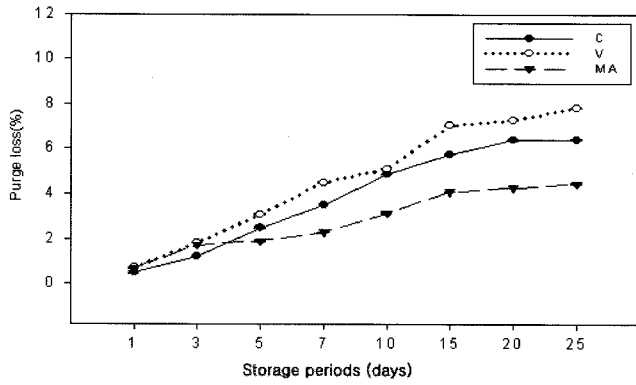


Fig. 3. Changes in purge loss value of Hanwoo *Supraspinatus* m. with different packaging method during chilled storage. C: wrapped packaging, V: vacuum packaging, MA: modified atmosphere packaging.

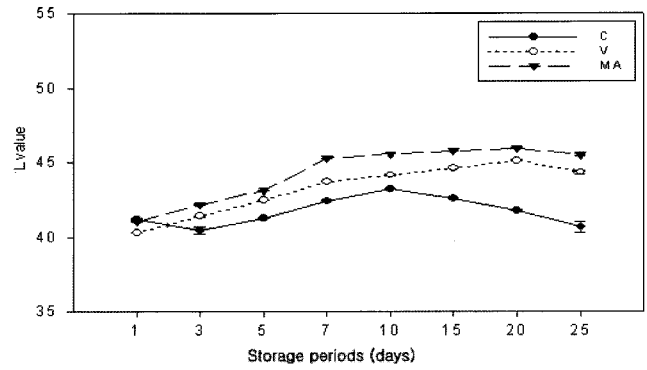


Fig. 4. Changes in L* value of Hanwoo *Supraspinatus* m. with different packaging method during chilled storage. C: wrapped packaging, V: vacuum packaging, MA: modified atmosphere packaging.

Taylor(1985)는 진공포장에서 육즙이 증가하는 원인이나 기작은 아직 밝혀지지 않았으나, 다만 진공에 의한 물리적인 힘에 의해 육즙의 유리가 증가한다고 하였다.

처리구 중 포장감량이 가장 적었던 것은 가스포장구로서 저장 10일에는 3.14%, 25일에는 4.76%로 전 저장기간 동안 급격한 변화를 보이지 않았다. 랩포장구는 저장 1일에 0.5%이었으며 그후 급속히 증가하여 20일에는 6.4%이었다. 랩포장구의 저장 후기에 포장 감량이 급증한 것은 미생물의 급속한 증식으로 인해 육단백질이 변성되었기 때문이다(Ko and Yang, 2001). 따라서 저장 기간 중 육즙 삼출량을 줄이기 위해서는 가스포장 처리가 효과적으로 사료되었다.

육색

포장 방법에 따른 극상근의 육색의 변화를 살펴보고 Fig. 4-Fig. 6에 나타내었다. Fig. 4에 나타낸 바와 같이 명도(L*)는 랩포장구에서 저장 초기에 41.23에서 저장기간이

증가함에 따라 점점 증가하여 저장 10일에는 43.22이었으나 저장 15일에는 42.58로 낮아졌다. 이것은 저장 기간 동안 육표면 건조로 인한 염 농도 증가로 육의 산화가 촉진되어 변색이 일어났기 때문이다(James and Bailey, 1990; Lawrie, 1979). 이에 비해 진공포장구는 저장 20일까지 명도 값이 서서히 증가하였다. 가스포장구는 저장 초기에는 증가하다가 저장 7일부터 44.29-45.50 범위로 비교적 안정적인 명도 값을 유지하였다.

적색도(a*)의 변화는 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 랩포장구는 15일부터 급격히 하강하여 육안으로 보기에 저장 기간이 길어질수록 갈색화되는 것을 볼 수 있었다. 그러나 진공포장구와 가스포장구는 저장기간이 경과 후에도 유의적 차이 없이 서서히 증가하였다. Lee와 Lee(1988)는 한우 채끝 부위 진공포장구의 적색도 값이 저장 90일까지도 변화 없었다고 보고하였으며, 또한 Choi 등(1995)도 진공포장 식육은 저장 기간 중 변색되지 않았다는 보고와 유사한 결과라고 사료된다.

Fig. 6에 나타낸 바와 같이 황색도(b*)는 모든 처리구에서 저장기간이 증가함에 따라 증가하였다. 랩포장구에서

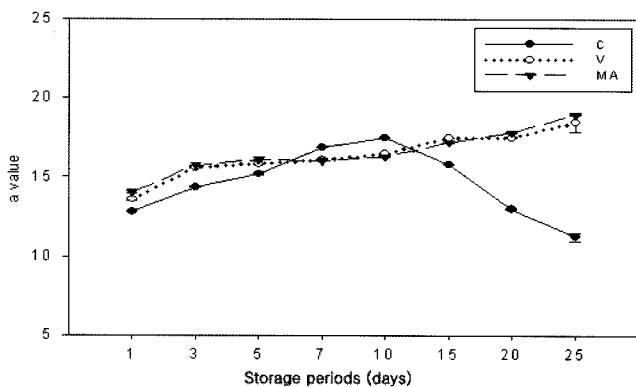


Fig. 5. Changes in a* value of Hanwoo *Supraspinatus* m. with different packaging method during chilled storage. C: wrapped packaging, V: vacuum packaging, MA: modified atmosphere packaging.

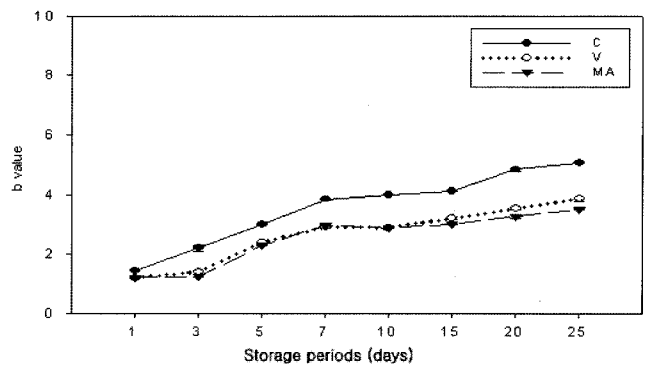


Fig. 6. Changes in b* value of Hanwoo *Supraspinatus* m. with different packaging method during chilled storage. C: wrapped packaging, V: vacuum packaging, MA: modified atmosphere packaging.

는 급격하게 증가한 반면 진공포장구와 가스포장구는 서서히 증가 하였으며 두 포장구 간에 큰 차이는 보이지 않았다. 진공포장구와 가스포장구가 육색에서 랩포장구보다 비교적 안정성을 유지하는 것으로 사료되었다.

경도

냉장 저장 중 포장 방법에 따른 극상근의 경도를 측정하고 Table 1에 나타냈다. 모든 포장구에서 저장기간이 증가할수록 경도가 감소하여 손으로 만져 보아도 육이 부드럽게 변하는 것을 확인할 수 있었다. 랩포장구는 저장 15일에 2.57이었고 진공포장구와 가스포장구는 각각 1.92와 1.73이었다. 극상근의 경도는 저장기간이 경과됨에 따라 감소하여 25일에는 각각 1.52와 1.46이었다. 포장처리구 중 가스포장구의 경도가 가장 낮았다. Johnson(1974)은 식육의 연도의 증가는 사후 숙성과 관련되며, 일반적으로 사후 pH와 온도가 근육의 고기질과 최종 연도에 영향을 미친다고 하였으며, Yates 등(1983)은 근육 내 효소에 의한 근원섬유단백질의 분해가 식육 연화의 원인이라고 하였다.

미생물수 변화

저장기간에 따른 총균수의 변화를 Fig. 7에 나타내었다.

Table 1. Changes in hardness value of Hanwoo *Supraspinatus* m. with different packaging method during chilled storage (unit: Kg)

Packaging method	Storage day		
	15	20	25
C	2.57±0.01 ^a	2.0 ±0.01 ^a	1.99±0.01 ^a
V	1.92±0.01 ^b	1.69±0.01 ^b	1.52±0.02 ^b
MA	1.73±0.01 ^c	1.54±0.08 ^c	1.46±0.02 ^c

C: wrapped packaging, V: vacuum packaging, MA: modified atmosphere packaging.

^{a, b, c} : Means in the same column significantly different in the treatment $p < 0.05$.

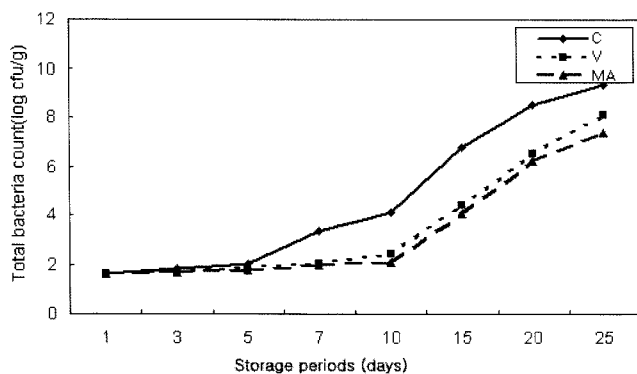


Fig. 7. Changes in total bacterial count of Hanwoo *Supraspinatus* m. with different packaging method during chilled storage. C: wrapped packaging, V: vacuum packaging, MA: modified atmosphere packaging.

Table 2. Changes of Coliforms of Hanwoo *Supraspinatus* m. with different packaging method at 25 day (unit : MPN/100 mL)

Packaging method	Coliforms
C	1100 ^a
V	240 ^b
MA	160 ^c

C: wrapped packaging, V: vacuum packaging, MA: modified atmosphere packaging.

^{a, b, c} : Means in the same column significantly different in the treatment $p < 0.05$.

각 포장구의 저장 1일에 총균수는 1.62 log CFU/g이었으며 저장기간이 경과함에 따라 증가하여 저장 7일부터 포장 방법에 따른 차이를 보이기 시작하였다($p < 0.05$). 랩포장구는 저장 10일부터 급격히 증가하여 저장 25일에는 9.30 log CFU/g에 달하였으며 이취와 점액질이 생성되었다.

Egan와 Shay(1982)는 식육의 관능적 변패시기를 8 log CFU/g이라고 하였는데, 이 기준에 따르면 랩포장구는 저장 15일 이후부터는 총균수가 8 logCFU/g 이상으로 가식권에서 벗어났다. 반면 진공포장구와 가스포장구는 저장 10일까지 낮은 수준을 보이다가 10일 이후부터 급속히 증가하여 25일에는 각각 8.11 log CFU/g과 7.42 log CFU/g로 랩포장구에 비하여 일반 생균의 수가 낮았다.

육류 처리 시 위생수준의 지표가 되는 대장균군의 검사는 저장 25일째 실시하였으며, Table 2에 나타낸 바와 같이 랩포장구가 1,100 MPN/100 mL로 가장 높았고, 가스포장구가 160 MPN/100 mL로 낮았다.

요 약

본 연구에서는 한우 앞다리살 부위육인 극상근(*Supraspinatus* m.)의 포장방법(랩포장, 진공포장 및 가스포장)에 따른 냉장 저장 중 품질변화를 살펴보았다. 포장방법에 따른 pH 변화는 차이가 없었으며, VBN기는 가스포장구의 경우 저장 25일에도 17.65 mg%로 다른 포장구에 비해 낮은 수준이었다. 포장감량은 진공포장구, 랩포장구, 가스포장구의 순으로 높았으며, 육색은 가스포장구가 저장기간 동안 안정적 육색 값을 나타내었다. 경도는 포장구 중 가스포장구의 경도가 저장 15일에 1.74 kg으로 랩포장구의 2.57 kg 보다 낮았다. 총균수는 랩포장구에서 저장 20일에 8.50 log CFU/g로 가식권에 벗어났으나, 가스포장구의 경우 저장 25일에도 7.41 log CFU/g로서 다른 포장구에 비해 다소 저장성이 지연됨을 알 수 있다. 또한 진공포장구와 가스포장구는 랩포장구에 비하여 낮은 대장균군수를 나타내었다. 따라서 한우 극상근을 냉장 저장할 경우 가스포장하는 것이 극상근의 품질 변화 없이 연도를 증진시키는 방법이라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 상지대학교 교내 연구비의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Byun, M. W., Kwon, J. H., Cho, H. O., Lee, M. K., and Kim, J. C. (1985) Physicochemical changes of gamma-irradiated chicken. *Korean J. Food. Sci. Technol.* **17**, 186-191.
- Choi, Y. I., Kim, Y. K., and Lee, C. L. (1995) Effects of packaging methods and aging temperature on color, tenderness and storage characteristics of Korean beef. *Korean J. Anim. Sci.* **37**, 639-650.
- Egan, A. F. and Shay, B. J. (1982) Significance of lactobacilli and film permeability in the spoilage of vacuum-packaged beef. *J. Food. Sci.* **47**, 1119-1122.
- Eikelenboom, G. C., Campion, D. R., Kauffman, R. G., and Cassens, R. G. (1974) Earlypostmortem methods of detecting ultimate porcine muscle quality. *J. Anim. Sci.* **39**, 303-308.
- Grau, F. H. (1983) Microbial growth on fat and lean surfaces of vacuum-packaged chilled beef. *J. Food. Sci.* **48**, 326-328.
- Hoffman, D. L., Davis, K. A., Marple, D., N., and McGuire, J. A. (1975) Effect of gas atmospheres on microbial growth, color, and pH of beef. *J. Food. Sci.* **40**, 1229-1231.
- James, S. J. and Bailey, C. (1990) In: Chilling of beef carcasses. Gormley, T.R. (ed), Elsevier Applied Science, London and N.Y., pp. 159.
- Johnson, B. Y. (1974) Chilled vacuum-packaged beef. *CSIRO Food Res. Quart.* **34**, 14.
- Kim, C. J., Jeong, J. Y., Lee, E. S., and Song, H. H. (2002) Studies on the improvement of quality and shelf-life of traditional marinated beef (Galbi) as affected by packaging method during storage at -1°C. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 792-798.
- Kauffman, R. G., Carpenter, Z. L., Bray, R. W., and Hoekstra, W. G. (1964) Interrelationships of gross chemical components of pork muscle. *J. Agr. Food Chem.* **12**, 102-105.
- Ko, M. S. and Yang, J. B. (2001) Effects of wrap and vacuum packaging on shelf life of chilled pork. *Korean J. Food and Nutr.* **14**, 255-262.
- Lawrie, R. (1979) *Meat Science* 3rd ed, Pergamon Press, Oxford, pp. 203.
- Lee, K. T. and Lee, K. J. (1998) Quality changes of vacuum packaged Hanwoo beef during cold storage. *Korean J. Anim. Sci.* **40**, 651-660.
- Oh, D. H. (1997) Effects of packaging method and storage temperature on meat color of Korean native cattle. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **17**, 212-217.
- Park, G. B., Kim, Y. J., Lee, H. G., Kim, J. S., and Kim, Y. H. (1988) Changes in freshness of meats during postmortem storage. II. Changes in freshness of beef. *Korean. J. Anim. Sci.* **30**, 627-671.
- SAS (2002) JMP User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Seideman, S. C., Carpenter, Z. L., Smith, G. C., and Hoke, K. E. (1976) Effect of degree of vacuum and length of storage on the physical characteristics of vacuum packaged beef wholesale cuts. *J. Food Sci.* **41**, 732-737.
- Smith, G. C., Culp, G. R., and Carpenter, Z. L. (1978) Post-mortem aging of beef carcasses. *J. Food Sci.* **43**, 823-826.
- Trylor, A. A. (1985) Packing fresh meat. In: *Developments in Meat Science*, Lawrie, R. A. (ed), Elsevier Applied Science, London, pp. 89-113.
- Yates, L. D., Dutton, T. R., Caldwell, J., and Carpenter, Z. L. (1983) Effect of temperature and pH on the post-mortem degradation of myofibrillar proteins. *Meat Sci.* **9**, 157-159.
- 동물근육도감(소돼지편) (2001) 농림부, 축산물등급판정소. pp. 9.
- 이유방, 성삼경 (1996) 식육과 육제품의 분석 실험. 선진문화사. pp. 144.
- 高板和久 (1975) 肉製品の 鮮度保持と 測定. 食品工業. **18**, 105.
- 축산물의 가공기준 및 성분규격 (2007) 수의과학검역원. pp. 43.

(2007. 12. 4. 접수/2007. 12. 18. 채택)