

포장방법이 냉장 쇠고기의 이화학적 성질 변화에 미치는 영향

김대곤* · 이신호** · 김수민*** · 석영수**** · 성삼경

영남대학교 식품가공학과, *신일전문대학 식품영양과
대구효성가톨릭대학교 식품공학과, *경산대학교 식품과학과
****대구축산업협동조합

Effects of Packaging Method on Physico-chemical Properties of Korean Beef

Dae-Gon Kim*, Shin-Ho Lee**, Soo-Min Kim***, Young-Soo Seok**** and Sam-Kyung Sung

Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea

*Dept. of Food Science and Nutrition, Shinil Junior College, Taegu 706-022, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, Catholic University Taegu Hyosung, Hayang 713-702, Korea

***Dept. of Food Science and Nutrition, Kyungsan University, Kyongsan 712-240, Korea

****Taegu Livestock Co., Taegu 701-014, Korea

Abstract

The purpose of our study is to investigate the changes of physico-chemical properties according to packaging methods(vacuum packaged with polyamide/polyethylene, air packaged with polyvinyl-chloride) and illumination on the properties of Hanwoo beef. pH value in vacuum packaged beef tended to be decreased, but pH value in air packaged beef tended to be increased during storage for 21 days, irrespective of illumination. Contents of volatile basic nitrogen(VBN) and thiobarbituric acid(TBA) values were increased, regardless of packaging methods. However, vacuum packaged beef showed lower VBN, TBA values than those of air packaged beef. Red color(CIE a value) was also decreased. Regardless of packaging method, saturated fatty acids(SFAs) were increased, but unsaturated fatty acids(UFAs) were relatively decreased. And in the ratio of the UFA/SFA, vacuum packaged beef had lower UFA/SFA ratio than that of air packaged beef. In this study, the effect of illumination did not change on physico-chemical properties in Hanwoo beef. In conclusion, the results indicate that the vacuum packaging treatment was more important to prolong the shelf-life of Hanwoo beef than air packaging method.

Key words: beef, vacuum package, physico-chemical properties, fatty acids

서 론

식생활 양식의 고급화로 국내 쇠고기 소비량은 급격히 증가하여 1980년에 국민 1인당 연간 2.6kg 소비하던 것이 1994년에는 6.1kg으로 크게 늘어났음에도 쇠고기 자급도는 1994년 현재 54.6%에 불과하다(1). 이와같이 늘어나는 쇠고기의 소비량을 충당하기 위하여 외국으로 부터의 쇠고기 수입량은 증가할 것이며, 또한 우루과이 라운드 농산물 협상의 타결은 국내 쇠고기 산업에 나쁜 영향을 미칠 것으로 생각된다. 여기에 대응하기 위한 대책으로 최근 국내에서는 한우육의 우

수성 입증과 고급 한우육 생산을 위한 연구가 수행되고 있다.

이러한 고급육을 생산에서 부터 최종 소비단계까지 품질을 유지시키는 것은 고급 한우육의 생산 못지않게 중요한 과제로 대두되고 있다. 식육의 저장기간을 연장하기 위한 방법으로는 온도의 조절, 포장방법의 선정, 보존료 처리 등이 있으며, 저장 중 식육의 품질은 이화학적, 미생물학적, 관능적 변화 등에 좌우된다.

온도 조절에 의한 저장성 증진방안으로는 동결처리가 가장 널리 이용되고 있지만, 이는 식육 단백질의 변성을 초래하여 품질 저하를 일으킨다고 알려져 있다

† To whom all correspondence should be addressed

(2-4). 더우기 1997년도 부터 냉장육 수입이 허용되므로 수입육에 대한 한우육의 경쟁력 제고를 위하여 냉장육으로 장기 저장 방안을 확립하는 것이 매우 중요하다.

포장방법에 의한 저장성 증진방안으로는 Young 등(5), Gill과 Harrison(6), Hart 등(7)이 가스치환포장에 의한 미생물 생육 억제효과를 검토하였고, Brewer와 Harbers(8), Brewer 등(9)은 식육을 냉동저장할 경우 부패취의 생성은 공기 투과성이 높은 PVC포장에서 가장 먼저 발생한다고 하였다.

국내에서의 연구로는 박 등(10,11)이 저장기간에 따른 우육의 선도변화 및 지방산 조성변화를 보고하였으며, 유(12-14)는 냉장닭고기의 저장성 증진 방안 및 포장방법에 따른 닭고기의 저장성 변화에 대하여 보고하였고, 임 등(15)은 수입육에 대한 포장재 종류와 미생물생육과의 관계를 조사하였으며, 김 등(16)도 수입우육을 포장재 및 저장온도별로 구분하여 이화학적 성분변화를 조사하였다.

이와같이 외국에서는 포장방법에 의한 쇠고기의 저장성 증진에 관한 연구가 많이 진행되어 실제 현장에서 적용하고 있으나, 국내에서는 아직 한우육을 대상으로 포장방법에 따른 저장성 증진 방안에 관한 연구가 거의 이루어져 있지 않은 상태이다. 따라서 본 연구는 외국산 냉장쇠고기의 국내 수입에 따른 한우 쇠고기의 경쟁력 제고와 고급 한우육의 유통 중 품질변화 억제책을 강구하고, 유통기간을 연장하기 위하여 포장방법에 따른 고급 한우 쇠고기의 이화학적 품질변화를 살펴 보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 재료는 축협공판장에 출하된 한우 가운데, 도축 24시간 경과 후 도체등급 심사에서 1등급 판정을 받은 암소의 등심부위를 채취하여 이용하였으며, 채취한 등심은 2.5cm의 두께로 잘라 약 300g씩 포장하였다. 포장은 진공포장(포장재: polyamide/polyethylene, 50ml/m² · 24h · atm)과 일반포장(포장재: polyvinyl-chloride, 80~320ml/m² · 24h · atm)을 하였으며, 포장된 각군은 다시 형광등 조사군(소매점 진열 simulation)과 암실 보존군(소매점 냉장실내 암실 simulation)으로 나누어 4±2°C에서 21일간 저장하면서 pH, TBA값, VBN값, 육색변화, 지방산 함량변화 등을 일정기간마다 조사하였다. 이때 육색 측정 외에는 시료육을 3mm plate가 장착된 grinder를 2회 통과시키고, 잘 혼합하

여 사용하였다.

pH

pH 측정은 시료 5g에 증류수 50ml를 가하여 균질기(Nihon Seiki, Ace, Japan)로 9,000rpm에서 2분간 균질시킨 후, pH meter(Corning ion-analyzer 150, USA)로 측정하였다.

VBN(Volatile basic nitrogen)과 TBA(Thiobarbituric acid)가 측정

휘발성 염기태 질소 함량(VBN)은 高板(17)의 방법에 따라 측정하였으며, TBA는 Tarladgis 등(18)의 방법을 이용하여 측정하였다.

육색 측정

육색은 색차계(Color difference meter, Minolta CR-200, Japan)를 이용하여 시료의 포장을 제거하고 30분간 공기 중에 노출시켜 발색시킨 후, 육색을 측정하여 Hunter scale에 의한 L, a, b값을 측정하고 a값을 표시하였다. 이때의 표준색은 L값 97.69, a값 +0.37, b값 +1.96의 백색 calibration plate를 사용하였다.

지방산 분석

지방산의 분석은 Morrison과 Smith(19)의 방법에 의하여 분석하였다. 즉 분쇄된 시료 1g당 chloroform과 methanol 2 : 1 용액 60ml를 가한 후 균질기로 3,000 rpm에서 3분간 교반하고 Whatman No.2 filter paper로 여과하여 지질을 추출하는 조작을 3회 반복 실시하였다. 추출된 여액의 1/3에 해당하는 증류수를 가하여 3,000rpm에서 30분간 원심분리시킨 후 상등액을 제거하고, 하층용액을 30~40°C의 온도에서 감압 농축시켜 용매를 제거하였다.

얻어진 지방 5~10mg에 boronfluoride 25%, benzene 20%, methanol 55%의 혼합용액을 1ml 가하여 30분간 끓인 다음 실온까지 냉각한 후, pentane 2ml와 증류수 1ml를 가하여 1,500rpm에서 5분간 원심분리하여 30분간 정지 후, 상등액을 취하여 Gas Chromatography(DS-6200, Donam, Korea)에 주입하였다. 이때 사용된 column은 FFAP(30m length × 0.53mm i.d. J & W, U.S.A.)였으며, injector 온도 250°C, detector(FID) 온도 270°C, carrier gas는 H₂(10psi)로 oven 온도는 초기 120°C에서 5분간 머무른 후 250°C 까지 2°C/min. 승온시켜 이 온도에서 머무름 시간은 10분으로 하였다. 각 지방산의 동정은 표준지방산(Altech, U.S.A.)을 사용하여 머

무름 시간과 비교하였다.

통계처리

본 실험의 통계처리는 SAS(20)를 이용하여 일반선형모델에 의한 분산분석을 하고 유의성은 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

pH의 변화

포장방법에 따른 저장기간별 pH값의 변화는 Table 1에 나타내었다.

진공포장군의 pH값은 저장 초기 pH값 5.61에서 저장 12일째와 15일째에 형광등 조사군은 각각 5.55와 5.49로 낮아졌으며, 암실 보존군은 저장 15일째에 5.51로 낮아졌다. 이에 반하여 일반포장군은 저장 9일째에 5.50으로 낮아졌으나 12일째 이후 부터는 급격히 상승하여 형광등 조사군은 5.87, 암실보존군은 5.86으로서 포장방법에 따른 pH의 차이는 저장 9일째 부터 나타나기 시작하였다. 그러나 진공포장군과 일반포장군 모두 형광등 조사여부에 따른 pH의 차이는 없었다.

냉장쇠고기의 pH 변화에 대하여 김(21)은 우육을 11일간 저장하였을 때 저장 초기 pH값 5.5에서 점차 상승한다고 하여 본 실험의 결과와는 차이가 났는데, 이것은 저장육의 미생물 생육상태와 관련이 있을 것으로

생각되었으나(22), 본 실험에서는 미생물검사를 하지 않아 정확히 알 수는 없었다.

휘발성 염기태질소 함량변화

포장방법과 저장기간에 따른 휘발성 염기태질소 함량의 변화는 Table 2에 나타내었다. 진공포장군은 저장 초기 5.62mg%에서 저장기간에 따라 점차 증가하여 형광등 조사군과 암실 보존군은 저장 12일째에 각각 9.70과 8.62mg%로서 유의하게 증가하였다. 그러나 형광등 조사군과 암실 보존군간의 유의차는 전 저장기간 동안 인정되지 않았다.

일반포장군은 저장 9일째에 형광등 조사군이 12.13, 암실 보존군이 11.85mg%로서 저장 초기에 비하여 유의하게 증가하기 시작하였으며, 형광등 조사유무에 따른 휘발성 염기태질소 함량 차이는 15일째와 18일째에 각각 암실보존군이 높은 것으로 나타났다.

휘발성 염기태질소 함량과 식육 저장성과의 관계에 대하여 高坂(17)는 육류의 변패가 진행됨에 따라 육단백질은 아미노산과 암모니아태 질소로 분해된다고 하였다. 변 등(23), 김 등(16)은 육류의 저장기간이 증가함에 따라 휘발성 염기태질소 함량이 증가한다고 하였고, 변 등(23)과 박 등(10)은 휘발성 염기태질소 함량이 15mg% 이상에서 부패취를 느낄 수 있으며, 저장 7일째에 16.1~19.1mg%에 도달한다고 하였다. 본 실험에서는 일반포장군의 경우 저장 9일째 부터 부패취와 점질

Table 1. pH changes of fresh Korean beef stored at 4°C with different packaging methods

Treatment	Storage day							
	0	3	6	9	12	15	18	21
VL ¹⁾	5.61±0.02 ^a	5.59±0.01 ^a	5.56±0.00 ^b	5.65±0.06 ^{abA}	5.55±0.02 ^{bA}	5.49±0.06 ^{cA}	5.50±0.00 ^{cA}	5.41±0.05 ^{cA}
VD ²⁾	5.61±0.02 ^a	5.57±0.01 ^a	5.62±0.04 ^a	5.57±0.04 ^{aA}	5.55±0.02 ^{abA}	5.51±0.03 ^{ba}	5.54±0.06 ^{ba}	5.41±0.02 ^{abA}
AL ³⁾	5.61±0.02 ^a	5.53±0.03 ^a	5.55±0.01 ^{ab}	5.50±0.10 ^{bb}	5.87±0.11 ^{ab}	5.88±0.01 ^{ab}	5.90±0.01 ^{cb}	6.68±0.02 ^{cb}
AD ⁴⁾	5.61±0.02 ^a	5.59±0.02 ^a	5.59±0.01 ^a	5.50±0.04 ^{bb}	5.86±0.03 ^{ab}	5.93±0.05 ^{cc}	6.03±0.01 ^{cb}	6.87±0.01 ^{db}

¹⁾Vacuum pack and light, ²⁾Vacuum pack and dark, ³⁾Air pack and light, ⁴⁾Air pack and dark
^{a,b,c,d}Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)
^{A,B,C}Means in the same column with different superscripts are significantly different(p<0.05)

Table 2. VBN changes of fresh Korean beef stored at 4°C with different packaging methods

Treatment	Storage day							
	0	3	6	9	12	15	18	21
VL ¹⁾	5.62±0.02 ^{ab}	6.62±0.00 ^{ab}	8.02±0.47 ^a	7.88±0.14 ^{abA}	9.70±0.45 ^{bcA}	10.18±0.49 ^{bcA}	10.94±0.47 ^{cA}	13.02±1.80 ^{dA}
VD ²⁾	5.62±0.02 ^a	6.56±0.02 ^a	6.61±0.00 ^a	6.60±0.01 ^{aA}	8.62±0.53 ^{ba}	9.23±0.32 ^{ba}	11.72±0.32 ^{ba}	11.40±0.00 ^{ba}
AL ³⁾	5.62±0.02 ^a	7.51±0.59 ^a	7.90±0.60 ^a	12.13±0.48 ^{bb}	15.18±0.55 ^{bbc}	17.82±0.62 ^{bb}	28.95±1.97 ^{cb}	27.10±3.96 ^{cb}
AD ⁴⁾	5.62±0.02 ^a	7.07±0.47 ^a	7.53±0.58 ^a	11.85±0.49 ^{bb}	17.98±3.32 ^{bc}	19.38±2.02 ^{bc}	30.92±1.26 ^{cc}	32.67±5.16 ^{cb}

¹⁾Vacuum pack and light, ²⁾Vacuum pack and dark, ³⁾Air pack and light, ⁴⁾Air pack and dark
^{a,b,c,d}Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)
^{A,B,C}Means in the same column with different superscripts are significantly different(p<0.05)

물질이 형성되기 시작하였고, 휘발성 염기태질소 함량은 위 연구자들의 결과에 비하여 약간 낮은 것으로 나타났으나, 그 경향은 일치하는 것으로 나타났다.

포장방법별 휘발성 염기태질소 함량의 변화를 비교하여 보면, 일반포장군이 진공포장군 보다 저장 9일째 부터 유의하게 높아져 진공포장군이 일반포장군에 비하여 단백질 변패방지에 크게 유리한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 수입우육의 변패억제에는 진공포장군이 PVC랩 포장군 보다 더욱 유리하다고 한 김 등(16)의 결과 및 개스투과성이 없는 진공포장이 일반포장에 비하여 육류의 유통기간 연장에 유리하다고 한 Jaye 등(24), Eagan과 Shay(25) 및 임 등(15)의 결과와 같은 경향이였다.

TBA가의 변화

Table 3은 포장방법 및 형광등 조사 여부에 따른 지방산패의 정도를 알아보기 위하여 TBA가의 변화를 나타낸 도표이다. 진공포장군과 일반포장군 모두 저장기간이 길어짐에 따라 TBA가는 점차 상승하였는데, 진공포장군은 저장 6일째와 12일째에 각각 유의하게 증가하여 외관상 부패 초기라고 판단되는 저장 21일째의 TBA가는 진공포장군이 1.38, 암실보존군이 1.28이였다.

일반포장군은 저장 3일째와 9일째에 각각 유의하게 증가하여 저장 9일째 형광등 조사군이 1.23, 일반포장군이 1.24였으며, 이때부터 외관상으로 초기부패 현상이 나타나기 시작하였다. 또한 저장 9일째 부터 일반포장군의 TBA가가 진공포장군 보다 유의하게 높아지기 시작하여 전 저장기간 동안 계속 높은 상태를 유지하였다. 그러나 형광등 조사유무에 따른 TBA가의 차이는 뚜렷하지 않았으며, 이에 대한 연구는 더욱 상세하게 이루어져야 할 것으로 본다. 저장기간이 증가함에 따라 TBA가가 상승한 것은 Witte 등(26), 박 등(10) 및 김 등(16)의 결과와 일치하였으며, Demeyer 등(27)은 식육이 숙성됨에 따라 지방은 지방분해효소에 의해

가수분해되고, 미생물에 의한 산화가 이루어져 알콜, 케톤 및 알데히드 등의 카보닐화합물이 생성되어 맛과 냄새에 영향을 미친다고 하였다. 또한 진공포장군이 일반포장군에 비하여 저장기간 중 TBA가가 유의하게 낮은 결과는 돈육을 각종 포장재로 포장하여 저장 중 TBA가의 변화를 측정된 결과 진공포장의 경우가 가장 변화가 적었으며, 산소투과성이 높은 PVC포장재를 사용하였을 경우 가장 크게 증가하였다는 Brewer와 Harbers(8)의 보고, 수입우육을 포장할 때 산소투과성이 낮은 포장재를 이용할수록 지방의 산화정도가 낮다고 한 김 등(16)의 연구결과 및 진공포장이 냉동저장 돈육의 지질산화를 지연시킨다고 한 Bhattacharya 등(28)의 결과와 같은 경향이였다.

이상의 여러 연구자들의 보고와 본 실험의 결과로 보아 진공포장이 일반포장 보다 지방산패를 억제하는데 훨씬 유리한 것으로 판단되었다.

육색의 변화

Table 4에는 적색도의 변화를 나타내었다. 진공포장군의 경우 형광등 조사군과 암실 보존군 모두 15일째의 값이 가장 낮게 나타났으며, 저장기간이 증가함에 따라 적색도는 점차 감소하는 것으로 보였다. 그러나 일반포장군은 저장 초기에 비하여 저장 6일째 부터 적색도가 유의하게 낮아지기 시작해서 전저장기간 동안 계속하여 낮은 값을 나타내었다.

또한 형광등 조사여부에 따른 적색도 차이를 비교하여 보면, 진공포장군의 경우 형광등 조사군이 전체적으로 높게 나타났으나 저장 18일째를 제외하고 유의차는 인정되지 않았다. 일반포장군은 저장 3일째와 6일째에 형광등 조사군이 약간 높았고, 그 이후는 암실 보존군이 높았으나 역시 유의성은 인정되지 않았다.

일반포장군은 진공포장군에 비하여 전 저장기간 동안 대체로 적색도가 높게 나타났는데, 특히 저장 9일째 이후 부터는 유의하게 낮아지기 시작하였다.

이러한 육색변화에 대하여 Brewer와 Harbers(8)가

Table 3. TBA values changes of fresh Korean beef stored at 4°C with different packaging methods

Treatment	Storage day							
	0	3	6	9	12	15	18	21
VL ¹⁾	0.43±0.09 ^a	0.54±0.01 ^{ab}	0.62±0.06 ^b	0.66±0.02 ^{bA}	0.83±0.04 ^{cA}	0.99±0.05 ^{dA}	1.07±0.02 ^{deA}	1.38±0.09 ^{eA}
VD ²⁾	0.43±0.09 ^a	0.56±0.01 ^{ab}	0.61±0.05 ^b	0.67±0.02 ^{bA}	0.95±0.05 ^{cB}	0.99±0.08 ^{cA}	1.03±0.01 ^{cA}	1.28±0.01 ^{dA}
AL ³⁾	0.43±0.09 ^a	0.59±0.03 ^b	0.67±0.07 ^b	1.23±0.04 ^{cB}	1.37±0.01 ^{dC}	1.46±0.01 ^{eB}	1.87±0.02 ^{fB}	2.21±0.03 ^{gB}
AD ⁴⁾	0.43±0.09 ^a	0.57±0.06 ^b	0.69±0.06 ^b	1.24±0.03 ^{cB}	1.36±0.05 ^{dC}	1.40±0.11 ^{dB}	1.85±0.01 ^{eB}	2.00±0.02 ^{cC}

¹⁾Vacuum pack and light, ²⁾Vacuum pack and dark, ³⁾Air pack and light, ⁴⁾Air pack and dark

^{a,b,c,d}Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)

^{A,B,C}Means in the same column with different superscripts are significantly different(p<0.05)

Table 4. Red color changes of fresh Korean beef stored at 4°C with different packaging methods

Treatment	Storage day							
	0	3	6	9	12	15	18	21
VL ¹⁾	19.91±0.77 ^a	17.61±0.73 ^{bc}	18.55±0.43 ^{ab}	17.63±0.59 ^{bcA}	18.21±1.09 ^{abA}	15.33±0.80 ^{cA}	17.67±0.65 ^{abcA}	17.78±2.06 ^{abcA}
VD ²⁾	19.91±0.77 ^a	16.44±0.65 ^{abc}	16.35±0.59 ^{bc}	17.50±0.72 ^{abA}	16.69±1.74 ^{abA}	14.13±1.32 ^{bcA}	14.58±1.47 ^{CB}	15.18±0.91 ^{bcA}
AL ³⁾	19.91±0.77 ^a	18.31±1.13 ^{ab}	16.94±1.26 ^b	11.73±0.20 ^{dB}	8.31±0.31 ^{dB}	8.99±0.68 ^{dB}	7.71±0.48 ^{dB}	8.63±0.30 ^{dB}
AD ⁴⁾	19.91±0.77 ^a	16.95±0.67 ^{ab}	16.75±1.25 ^b	14.85±1.18 ^{bcC}	12.41±0.64 ^{cdC}	9.01±0.35 ^{EB}	9.94±1.88 ^{deC}	9.50±0.42 ^{deB}

¹⁾Vacuum pack and light, ²⁾Vacuum pack and dark, ³⁾Air pack and light, ⁴⁾Air pack and dark

^{a,b,c,d}Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)

^{A,B,C}Means in the same column with different superscripts are significantly different(p<0.05)

Table 5. Fatty acids changes of fresh Korean beef stored at 4°C with different packaging methods

Fatty acid	Vacuum light					Airpack light				
	Storage day					Storage day				
	0	6	12	18	21	0	6	12	18	21
14:0	4.30±0.11 ^a	5.47±0.77 ^b	5.65±0.92 ^b	5.96±0.64 ^{bc}	6.12±0.23 ^c	4.30±0.11 ^a	6.71±0.35 ^b	6.95±0.76 ^b	7.02±0.38 ^c	7.99±0.78 ^c
15:0	0.72±0.21	0.71±0.15	0.70±0.32	0.66±0.10	0.75±0.05	0.72±0.21	0.69±0.33	0.80±0.47	0.75±0.17	0.76±0.47
16:0	24.40±0.96 ^a	26.37±1.91 ^{ab}	27.39±1.36 ^{ab}	28.41±1.27 ^b	28.99±1.83 ^b	24.40±0.96 ^a	28.37±2.55 ^b	29.61±3.06 ^b	30.08±2.98 ^b	31.57±1.29 ^b
16:1	6.30±0.74 ^a	4.01±1.23 ^b	3.97±1.25 ^b	3.17±1.06 ^b	3.33±2.06 ^b	6.30±1.74 ^a	5.08±1.16 ^b	3.82±1.36 ^b	3.00±0.76 ^b	2.54±0.35 ^c
17:0	0.42±0.13 ^a	0.52±0.16 ^{ab}	0.58±0.13 ^{ab}	0.58±0.15 ^{ab}	0.64±0.16 ^b	0.42±0.13 ^a	0.63±0.15 ^b	0.62±0.17 ^b	0.59±0.09 ^b	0.71±0.12 ^b
17:1	0.52±0.16 ^a	0.59±0.20 ^a	0.49±0.42 ^a	0.53±0.33 ^a	0.44±0.20 ^b	0.52±0.16 ^a	0.42±0.10 ^a	0.46±0.07 ^a	0.32±0.14 ^a	0.37±0.21 ^{ab}
18:0	12.61±2.56	13.57±2.30	13.86±1.48	14.11±2.51	15.58±2.15	12.61±2.56 ^a	14.75±2.24 ^a	16.77±1.09 ^{ab}	18.71±0.78 ^{ab}	19.25±0.66 ^b
18:1	43.72±2.50	41.27±2.96	40.64±2.40	39.94±3.50	39.66±2.04	43.72±2.50 ^a	38.05±4.52 ^{ab}	36.01±2.26 ^b	33.73±1.06 ^{bc}	32.41±2.52 ^c
18:2	5.62±1.24	5.70±1.65	5.16±1.06	4.63±1.83	4.18±1.06	5.62±1.24 ^a	4.01±1.58 ^{ab}	4.00±0.06 ^b	3.34±0.25 ^b	3.27±0.43 ^b
18:3	0.68±0.14 ^a	0.68±0.41 ^a	0.52±0.37 ^a	0.35±0.17 ^a	0.28±0.14 ^b	0.68±0.14 ^a	0.49±0.11 ^b	0.35±0.14 ^b	0.26±0.11 ^b	0.15±0.05 ^c
20:0	0.05±0.01	0.00±0.01	0.03±0.04	0.05±0.07	0.03±0.04	0.05±0.01 ^a	0.05±0.03 ^a	0.00±0.01 ^a	0.64±0.16 ^b	0.52±0.15 ^b
22:0	0.66±0.24 ^a	1.11±0.62 ^a	1.01±0.45 ^a	1.61±0.16 ^a	0.00±0.02 ^b	0.66±0.24 ^a	0.75±0.25 ^a	0.61±0.21 ^a	1.56±0.45 ^b	0.46±0.15 ^b
SFA ¹⁾	43.16±3.56 ^a	47.75±4.65 ^a	49.22±3.21 ^{ab}	51.38±1.75 ^b	52.11±1.68 ^b	43.16±3.56 ^a	51.95±2.83 ^b	55.36±3.16 ^b	59.35±2.59 ^c	61.26±3.01 ^c
UFA ²⁾	56.84±3.56 ^a	52.25±4.65 ^{ab}	50.78±3.21 ^{ab}	48.62±1.75 ^b	47.89±1.68 ^b	56.84±3.56 ^a	48.05±2.83 ^b	44.64±3.16 ^b	40.65±2.59 ^c	38.74±3.01 ^c
SFA/UFA	1.32±0.10 ^a	1.09±0.27 ^a	1.03±0.11 ^a	0.95±0.24 ^b	0.92±0.37 ^b	1.32±0.10 ^a	0.92±0.11 ^b	0.81±0.20 ^b	0.68±0.23 ^b	0.63±0.17 ^c

¹⁾Saturated fatty acids

²⁾Unsaturated fatty acids

^{a,b,c}Means in the same subclass and the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)

분쇄돈육을 냉동저장하였을 경우 시간이 지남에 따라 적색도는 약간씩 감소하였다고 한 보고와 일치하였다. 또한 이들은 TBA값과 적색도 사이에 높은 상관관계가 있다고 하면서 지방의 자동산화 진행됨에 따라 oxy-myoglobin에 의한 적색도는 감소한다고 하였다.

한편 진공포장군의 저장기간에 따른 적색도 감소는 metmyoglobin의 환원력 감소(28,29)에 기인하는 것으로 생각되었다.

지방산 조성의 변화

Table 5는 진공포장군과 일반포장군의 지방산 조성 변화를 나타낸 것이다. 저장 초기의 지방산 조성을 보면, 포화지방산으로는 myristic acid와 palmitic acid 및 stearic acid가 불포화지방산으로는 palmitoleic acid, oleic acid, linoleic acid가 대부분이었다. 이러한 지방산 조성은 박 등(11)의 보고와 일치하였다.

Myristic acid, palmitic acid, stearic acid 및 총 포화 지방산 함량은 저장기간 동안 계속해서 증가하였던 반면, palmitoleic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid와 총 불포화지방산 함량은 점차 감소하였다. 또한 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율도 저장기간이 증가함에 따라 점차 감소하였다.

일반포장군에 대한 지방산 조성 변화를 보면, 포화 지방산과 불포화지방산의 비율 변화 양상은 진공포장에서와 같은 경향으로 myristic acid, palmitic acid, stearic acid 등의 포화지방산은 점차 증가하였으며, palmitoleic acid, oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid는 저장기간이 경과함에 따라 감소하였다. 또한 불포화지방산의 포화지방산에 대한 비율은 진공포장군에서와 같이 저장기간이 경과함에 따라 감소하였는데, 진공포장군에 비하여 일반포장군은 그 감소추세가 큰 폭으로 진행되어 이미 저장 6일째에 1.0 이하로 낮아졌으나, 진공포장군은 저장 18일째에 비로소 1.0 이하로

낮아지기 시작하였다.

박 등(11)은 한우육의 저장기간에 따른 지방산 조성 변화에 관한 연구에서 oleic acid의 비율은 저장기간에 따라 점차 감소하고, palmitic acid 및 stearic acid의 비율은 증가한다고 하였으며, 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율도 점차 감소한다고 하여 본 실험의 결과와 같은 경향을 나타내었다. 이와같이 불포화지방산의 비율이 저장기간에 따라 감소하는 것은 근육지방의 산화(30)에 기인하는 것으로 생각된다. Moerck와 Ball(31)도 저장 중 불포화지방산이 감소하면서 지방산화가 일어났다고 하여, 본 실험의 결과에서 불포화지방산 비율 감소는 TBA가의 증가 형태로 나타난 것이라 할 수 있다.

요 약

본 연구는 외국산 냉장쇠고기의 국내 수입에 따른 한우쇠고기의 경쟁력 제고와 저장성 증진을 위하여 한우 암소 1등급의 등심을 재료로 포장방법에 따른 냉장 저장 중 이화학적 성질 변화를 조사하였다. 시료는 진공포장(포장재: polyamide/polyethylene, 50ml/m² · 24h. atm)과 일반포장(포장재: polyvinylchloride, 80~320 ml/m² · 24h. atm)을 하였으며, 포장된 각군은 다시 형광등 조사군과 암실 보존군으로 나누었다. pH 변화는 저장 21일 동안 진공포장군의 경우 형광등 조사 여부에 관계없이 점차 감소하는 경향이었으나, 일반포장군은 점차 상승하는 경향을 보였다. VBN값은 진공포장군과 일반포장군 모두 저장기간에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 진공포장군이 일반포장군에 비하여 저장 15일째 이후부터 유의하게 낮았다. TBA 값은 저장 초기에 비하여 저장 전기간 동안 진공포장군이 일반포장군에 비하여 낮게 유지되었다. 적색도에서는 진공포장군과 일반포장군 모두 저장기간에 따라 점차 감소하는 경향이었으며, 진공포장군은 일반포장군에 비하여 전저장기간 동안 높은 값을 나타내었다. 지방산 조성 변화를 보면, 저장기간에 따라 포화지방산의 함량은 점차 증가하는 반면, 불포화지방산의 함량은 감소하였는데, 그 변화정도는 진공포장군이 일반포장군에 비하여 크게 낮았다. 본 연구에서 형광등 조사군과 암실 보존군간에는 이화학적 성질의 차이가 뚜렷하지 않았다.

감사의 글

이 논문은 1994년도 농림수산부 현장애로기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 연구의 일부이며, 연구비지원에 감사드립니다.

문 헌

1. 축협중앙회 : 축산물가격 및 수급자료. p.104(1995)
2. Winger, R. J. and Fennema, O. : Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at -3 or 15°C. *J. Food Sci.*, **41**, 1433(1976)
3. Yamamoto, K. and Samejima, K. : A comparative study of the change in hen pectoral muscle during storage at 4°C and -20°C. *J. Food Sci.*, **42**, 1642(1977)
4. Miller, A. J., Ackerman, S. A. and Palumbo, S. A. : Effect of frozen storage on functionality of meat for processing. *J. Food Sci.*, **45**, 1466(1980)
5. Young, L. L., Reviere, R. D. and Cole, A. B. : Fresh red meats : A place to apply modified atmosphere. *J. Food Tech.*, **9**, 65(1988)
6. Gill, C. O. and Harrison, J. C. L. : The storage life of chilled pork packaged under carbon dioxide. *Meat Sci.*, **26**, 313(1989)
7. Hart, C. D., Mead, G. C. and Norris, A. P. : Effects of gaseous environment and temperature on the storage behavior of *Listeria monocytogenes* on chicken breast meat. *J. Appl. Bacteriol.*, **70**, 40(1991)
8. Brewer, M. S. and Harbers, C. A. Z. : Effect of packaging on color and physical characteristics of ground pork in long-term frozen storage. *J. Food Sci.*, **56**, 362(1991)
9. 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 : Effect of packaging. *J. Food Sci.*, **57**, 558(1992)
10. 박구부, 김영직, 이한기, 김진성, 김영환 : 저장기간에 따른 육의 선도변화. II. 우육의 선도변화. 한국축산학회지, **30**, 672(1988)
11. 박구부, 이재숙, 이한기, 송도준 : 저장기간에 따른 한우육 및 돈육의 지방산 조성변화. 한국축산학회지, **31**, 254(1989)
12. 유익중 : 냉장닭고기의 저장성 연장에 관한 연구. I. Potassium sorbate와 acetic acid 처리가 닭고기의 미생물 및 관능적 품질에 미치는 영향. 가금학회지, **17**, 115(1990a)
13. 유익중 : 냉장닭고기의 저장성 연장에 관한 연구. II. Potassium sorbate와 acetic acid 처리가 닭고기의 이화학적 품질에 미치는 영향. 가금학회지, **17**, 193(1990b)
14. 유익중 : 포장방법이 닭고기의 저장에 미치는 영향. 가금학회지, **17**, 203(1990c)
15. 임상동, 김수민, 박우문, 김영수, 강동삼 : 포장방법별 수입쇠고기의 유통기한 설정에 관한 연구. 한국축산학회지, **32**, 422(1990)
16. 김수민, 임상동, 박우문, 김영수, 김영봉, 강동삼 : 포장방법별 수입쇠고기의 유통기한 설정에 관한 연구. 한국축산학회지, **32**, 413(1990)
17. 高坂和久 : 肉製品の鮮度保持と測定. *食品工業*, **18**, 105(1975)
18. Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugan, L. R. : A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J. Am. Oil Chemist's Society*, **37**, 44(1960)
19. Morrison, W. R. and Smith, L. M. : Preparation of fatty

- acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.*, **5**, 600 (1964)
20. SAS : Procedure guide for personal computers. version 6 edition. SAS Institute INC., Cary. NC. USA(1985)
21. 김천제 : 한우육의 고품질화를 위한 냉장 냉동저장에 관한 연구 I. 냉동냉장에 따른 육색, 근절길이, 연도의 변화. 한국축산식품학회지, **14**, 151(1994)
22. 김창환, 김대곤 : 유산균이 돈육의 저장성에 미치는 영향. 한국식육연구회지, **4**, 3(1983)
23. 변명우, 권중호, 조한옥, 이미경, 김종근 : 감마선조사에 의한 닭고기의 이화학적 특성 변화. 한국식품과학회지, **17**, 186(1985)
24. Jaye, M., Kittaka, R. S. and Ordal, Z. J. : The effect of temperature and packaging material on the storage life and bacterial flora of ground beef. *Food Technol.*, **16**, 95(1962)
25. Eagan, A. F. and Shay, B. J. : Significance of lactobacilli and film permeability in the spoilage of vacuum-packaged beef. *J. Food Sci.*, **47**, 1119(1982)
26. Witte, V. C., Krause, G. F. and Baile, M. E. : A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.*, **35**, 582(1970)
27. Demeyer, D., Hooze, J. and Meadom, H. : Specificity of lipolysis during dry sausage ripening. *J. Food Sci.*, **39**, 293(1974)
28. Bhattacharya, M., Hanna, M. A. and Mandigo, R. W. : Lipid oxidation in ground beef patties as affected by time-temperature and product packaging parameters. *J. Food Sci.*, **53**, 714(1988)
29. MacDougall, D. B. : Changes in the color and opacity of meat. *Food Chem.*, **9**, 75(1982)
30. Lee, W. T. and Dawson, L. E. : Chicken lipid changes during cooking in fresh and reused cooking oil. *J. Food Sci.*, **38**, 1231(1983)
31. Moerck, K. E. and Ball, H. R. Jr. : Lipid autooxidation on mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.*, **39**, 876(1974)

(1996년 9월 2일 접수)