



## 옻나무 급여기간이 한우육의 냉장저장 중 품질특성에 미치는 영향

강선문 · 김용선<sup>1</sup> · 양성운<sup>2</sup> · 송영한<sup>3</sup> · 이성기\*

강원대학교 동물식품응용과학과, <sup>1</sup>유한대학 식품영양과,  
<sup>2</sup>중국 연변농학원 식품과학과, <sup>3</sup>강원대학교 동물자원과학전공

### Effect of Feeding Periods of Dietary *Rhus verniciflua* Stokes on the Quality Characteristics of Hanwoo Beef during Refrigerated Storage

Sun Moon Kang, Yong Sun Kim<sup>1</sup>, Cheng Yun Liang<sup>2</sup>, Young Han Song<sup>3</sup>, and Sung Ki Lee\*

Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Yuhan College, Buchon 422-749, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Engineer, Yanbian National University, Longjing 133-400, P. R. China

<sup>3</sup>Department of Animal Resources Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the effect of feeding periods of dietary *Rhus verniciflua* Stokes (RVS) on the quality characteristics of Hanwoo beef during refrigerated storage. Hanwoo steers were fed a 4% RVS-contained diet for 0 (control), 3, 4, 5, or 6 mon prior to slaughter (28 mon of age). The *M. semitendinosus* from carcasses were stored at 3±0.2°C for 7 d. The crude fat content was lower in the 4 and 5 mon groups than in the other groups ( $p<0.05$ ), however the crude protein content and water-holding capacity (WHC) were higher in the 4 and 5 mon groups than in the other groups ( $p<0.05$ ). The monounsaturated fatty acid (MUFA) content was higher in the 3, 4, and 5 mon groups than in the other groups ( $p<0.05$ ). During storage, the TBARS content was reduced in the RVS groups, and the MetMb content showed slower accumulation in the 3, 4, and 5 mon groups than in the other groups. With regard to meat color, the 3, 4, and 5 mon groups had higher L, a, and C values than the other groups until 7 d, and in particular, the a value at 7 d was the highest in the 4 mon group ( $p<0.05$ ). Consequently, the beef from 4% RVS-fed Hanwoo for 4-5 mon was effective at improving the WHC, MUFA content, and color stability relative to the other beef.

**Key words :** *Rhus verniciflua* Stokes, feeding period, Hanwoo beef

#### 서 론

지방산화는 고기의 풍미, 조직감, 영양가, 안전성에 직접적으로 악영향을 끼치며(Buckley *et al.*, 1995), 자유라디칼을 생성함으로써 OxyMb을 MetMb으로 산화시켜 고기의 변색을 일으킨다(Faustman *et al.*, 1990). 따라서 고기의 품질을 유지하고 향상시키기 위해서는 가축에게 항산화 물질을 급여함으로써 근육 내 축적시켜야 하며, 이에 대해서는 현재까지 비타민 E의 급여 효과에 관한 연구(Lanari *et al.*, 1993; O'Grady *et al.*, 1998)가 많이 이루어

어져 왔다. 이외에도 항산화 성분이 풍부하게 함유된 천연식물(Daly *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2002)을 급여하는 방법이 있으며, 최근에는 전 세계적으로 청초 급여를 많이 시도하고 있는 실정이다(Yang *et al.*, 2002).

국내에서는 고유의 식물자원(Jung, 1998)인 옻나무(*Rhus verniciflua* Stokes)를 가축에게 급여하여 고기의 품질을 증진시키는 연구가 수행되어 왔으며, 이 옻나무에는 butein, butin, fustin, gallic acid, sulfuretin 및 quercetin 등의 항산화 성분이 함유되어 있다(Kim *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2002). 옻나무 급여에 따른 육질에 관한 연구로서 Kim 등(2006)은 22개월령 거세한우에게 도축전 4개월 동안 옻나무를 기초사료의 0, 2, 4 및 6%로 급여한 다음 쇠고기를 냉장저장하여 품질을 비교하였다. 그 결과, 옻나무 급여에 의해 대조군보다 쇠고기의 육색 및 지방산화 안정성, 보수력 및 불포화지방산이 증가하였으며, 특히, 4% 급여수

\*Corresponding author : Sung Ki Lee, Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8646, Fax: 82-33-251-7719, E-mail: skilee@kangwon.ac.kr

준이 가장 높은 산화 안정성을 보여 주었다고 보고하였다. 옷나무 급여 시험은 돈육에서도 수행되었으며, Kang 등 (2006)이 생체중 80 및 65 kg인 돼지에게 각각 도축전 5 및 8주 동안 옷나무를 기초사료의 0, 2 및 4%로 급여한 다음 돈육의 냉장저장 중 품질을 비교하였다. 옷나무 급여에 의해 돈육의 보수력 및 지방산화 안정성이 증가하였고, 특히, 4% 급여시 조지방 함량이 감소하였다. 또한 5주 동안 급여 시 가장 높은 안정성을 보였으며, 8주 동안 급여 시 PUFA 함량이 가장 높았다고 하였다.

이와 같이 돈육에서는 옷나무 급여수준과 함께 급여기간에 관한 연구가 보고되었으나, 쇠고기에서는 아직까지 급여기간에 관한 연구가 보고된 바 없다. 따라서 본 연구는 옷나무 급여기간이 한우육의 냉장저장 중 품질특성에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 시험동물 및 사료

22개월령 거세한우 15두를 경기도 가평군에 있는 농가에서 28개월령까지 옷나무 급여시험을 실시하였다. 급여기간에 따라 5개의 처리구로 나누어 한 처리구 당 3두씩 배치하여 사육하였으며, 기초사료의 4% 수준으로 배합된 옷나무 사료를 각각 도축전 0(대조구), 3, 4, 5 및 6개월 동안 급여하였다. 기초사료의 성분 및 화학적 조성은 Table 1과 같으며, 농후사료와 조사료(볏짚)는 자유채식시켰다.

사료용 옷나무 분말은 강원도 원주에서 8년 동안 재배된 옷나무를 절단하고 자연건조시킨 다음 수목과 수피를 목재칩 제조기(Poonglim Co., Korea)와 분말기를 이용하여 순차적으로 분쇄하여 제조하였다. 옷나무 분말의 일반성분 함량은 수분 24.03%, 조지방 0.23%, 조단백질 0.73% 및 조회분 1.32%이었다.

### 공시재료

비육완료된 시험동물들을 도축하고 2°C에서 48시간 동안 예냉한 다음 발골하여 얻은 우둔(*M. semitendinosus*) 부위를 본 실험의 재료로 이용하였다. 우선, 4°C 저온실에서 등지방, 결체조직 및 혈액을 위생적으로 제거한 후 살코기를 1.5 cm 두께로 절단하였다. 표면육색 및 MetMb 함량 측정용 시료는 선상 저밀도 폴리에틸렌 랩(Oxygen transmission rate=35,273 cc/m<sup>2</sup>·24 hr·atm, 0.01 mm thickness, 3M Co., Korea)으로 포장하였으며, TBARS 측정용 시료는 식품포장용 저밀도 폴리에틸렌 지퍼백(LDPE clean-wrap zipper bag, Cleanwrap Co., Ltd., Korea)에 넣었다. 준비된 시료들은 3±0.2°C에서 7일 동안 저장하면서 품질을 비교·분석하였다.

Table 1. The formula and chemical composition of a basal diet

| Ingredient                          | Nutrient composition (%) |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Fresh corn grain                    | 27.99                    |
| Corn grain                          | 18.50                    |
| Wheat grain                         | 4.00                     |
| Wheat bran                          | 10.00                    |
| Wheat flour                         | 4.00                     |
| Corn gluten feed                    | 10.00                    |
| Soybean meal                        | 2.00                     |
| Distiller grain                     | 2.00                     |
| Cotton seeds meal                   | 2.00                     |
| Palm meal                           | 5.00                     |
| Coconut meal                        | 5.78                     |
| Molasses                            | 6.00                     |
| Limestone                           | 1.34                     |
| Salt dehydrated                     | 0.50                     |
| Vitamin mixture                     | 0.10                     |
| Mineral mixture and other           | 0.10                     |
| Calculated chemical composition (%) |                          |
| Dry matter                          | 83.27                    |
| Crude protein                       | 11.46                    |
| Crude fat                           | 2.81                     |
| Crude fiber                         | 4.39                     |
| Crude ash                           | 6.21                     |
| Ca                                  | 0.77                     |
| P                                   | 0.41                     |

### 일반성분 함량

일반성분 함량은 AOAC(1995) 방법에 의해 측정하였으며, 한 반복당 3회씩 실시하였다. 수분은 105°C dry oven을 이용한 상압 가열건조법, 조지방은 diethyl ether에 의한 Soxhlet 추출법, 조단백질은 Kjeltac system(2200 Kjeltac Auto Distillation Unit, Foss Tecator Co., Sweden)에 의한 micro-Kjeldahl법, 조회분은 550°C 회화로에 의한 건식회화법을 이용하였다.

### pH 및 보수력

pH는 시료 10 g과 증류수 100 mL를 ACE homogenizer (Nissei AM-7, Nihonseiki Kaisha Ltd., Japan)로 10,000 rpm에서 1분 동안 균질한 다음 pH meter(F-12, Horiba Ltd., Japan)로 측정하였으며, 한 반복당 3회씩 실시하였다.

보수력(water-holding capacity, WHC)은 Hofmann 등 (1982)의 여지압착법에 의해 측정하였으며, 한 반복당 3회씩 실시하였다. 우선, plexi-glass plate(11.5×5.0×0.8 cm) 위에 놓인 여과지(No. 2, Whatman International Ltd., England)의 중앙에 시료 0.3 g을 올려놓고 나머지 plexi-glass plate로 덮은 다음 동일한 힘으로 나사를 조여 5분 동안 방치하였다. 이후 digitizing area-line meter(Super PLANIX-a, Tamaya Technics Inc., Japan)를 이용하여 내부의 시료면적과 총면적을 측정한 다음 백분율(%)로 산출하였다.

**지방산 조성**

시료의 지질은 Folch 등(1957)의 방법에 의해 추출하였으며, 한 반복당 3회씩 실시하였다. 우선, 시료 6 g과 chloroform/methanol(2/1, v/v) 용액 30 mL를 homogenizer (DiAx 6000, Heidolph Co., Germany)로 13,500 rpm에서 1 분 동안 균질하였다. 0.88%(w/v) KCl 용액 6 mL를 넣고 3,000 rpm에서 10분 동안 원심분리(GS-6R Centrifuge, Beckman Co., USA)하였다. 하층액을 40°C에서 질소가스 농축기(MGS-2200, EYELA Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Japan)로 완전히 농축시킨 다음 순수 지질을 Sukhija와 Palmquist(1995)의 방법에 의해 fatty acid methyl ester (FAME)로 전환시켰다. 시료의 FAME는 지방산 standard (47015-U, PUFA No. 2, Supelco Co., Bellefonte, PA, USA)를 이용하여 GC(ACME 6000, Younglin Instrument Co., Ltd., Korea)에 의해 분석하였다. 이때 GC의 분석 조건은 Table 2와 같다.

**지방산화**

지방산화는 Sinnhuber와 Yu(1977)의 TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substances) 방법을 이용하여 측정하였으며, 한 반복당 5회씩 실시하였다. 시료 0.4 g과 항산화제(54% propylene glycol-40% Tween 20-3% BHT-3% BHA, w/w) 3방울, 1%(w/v) TBA-0.3%(w/v) NaOH 용액 3 mL, 0.25%(w/v) TCA-3.6 mM HCl 용액 17 mL를 혼합하고 98°C water bath(OB-25E, Jeio Tech Co., Korea)에서 30분 동안 가열한 후 얼음물에 담가 10분 동안 냉각하였다. 반응액 5 mL를 원심분리용 glass tube에 옮기고 chloroform 3 mL를 넣은 다음 3,000 rpm에서 30분 동안 원심분리(GS-6R Centrifuge, Beckman Co., USA)하였으며, 상등액의 흡광도를 UV-vis spectrophotometer(UV-mini-1240, Shimadzu Co., Japan)로 532 nm에서 측정하였다. 최종수치는 시료 1 kg당 mg MA(malonaldehyde)로 산출하였으며, 대조구는 증류수 0.4 mL를 이용하였다.

**Table 2. Analysis method of fatty acid composition using GC**

| Instrumentation                |  |
|--------------------------------|--|
| Inlet                          | Split/splitless  |
| Detector                       | FID  |
| Chromatographic system         | ACME 6000 (Younglin Instrument Co., Ltd., Korea)                                       |
| Column                         | HP-FFAP (30 m length×0.32 mm id×0.25 µm film thickness, Agilent Technologies Co., USA) |
| Experimental conditions GC/FID |  |
| Inlet temperature              | 250°C  |
| Injection volume               | 1 µL   |
| Split ratio                    | 10:1   |
| Carrier                        | N <sub>2</sub> , 1 mL/min  |
| Oven temperature               | 180-250°C at 0.5°C/min   |
| FID temperature                | 250°C  |

$$TBARS(mg MA/kg meat) = \{(S-B) \times 46\} / \{시료무게(g) \times 5\}$$

S : 시료의 흡광도  
B : 대조구의 흡광도

**MetMb 함량**

시료 표면의 MetMb 함량은 Krzywicki(1979)의 방법에 의해 측정하였으며, 한 반복당 25회씩 실시하였다. 시료 표면의 반사율을 reflectospectrophotometer(UV-2401PC, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 525, 572 및 730 nm에서 측정하였으며, 이때 측정된 반사율은 2-log(% reflectance)로 변환하여 Demos 등(1996)의 방법에 의해 백분율(%)로 산출하였다.

$$MetMb(\%) = [1.395 - \{(A572 - A730) / (A525 - A730)\}] \times 100$$

**표면육색**

시료의 표면육색은 chroma meter(CR-310, Konica Minolta Sensing, Inc., Japan)를 이용하여 CIE L(lightness), a (redness), b(yellowness), C(chroma=[a<sup>2</sup>+b<sup>2</sup>]<sup>1/2</sup>) 및 H°(hue-angle=tan<sup>-1</sup>[b/a])를 측정하였으며, 한 반복당 25회씩 실시하였다. 이때 사용한 calibrate plate(2° observer)의 illuminant C는 Y=93.7, x=0.3129, y=0.3194이었다.

**통계처리**

본 실험을 통해 얻은 결과는 SAS(1999) program의 General Linear Model procedure에 따라 처리되었으며, 각 처리구들 간의 유의성 검증을 위해 분산분석을 실시한 후 Duncan's multiple range test로 유의성 차이를 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분 함량, pH 및 보수력**

옫나무 급여기간이 한우육의 기본 육질에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 일반성분 함량은 옫나무 4 및 5개월 급여구들과 대조구의 수분이 3 및 6개월 급여구들보다 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 조지방은 4 및 5개월 급여구들이 3 및 6개월 급여구들과 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났던 반면(p<0.05), 조단백질은 4 및 5개월 급여구들이 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 하지만 조회분에서는 처리구들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Kang 등(2006)은 생체중이 80 및 65 kg인 돼지에게 각각 도축전 5 및 8주 동안 옫나무를 기초사료의 0, 2 및 4%로 급여한 결과, 4% 급여구의 조지방 함량이 2% 급여구와 대조구보다 낮았으며, 동일한 급여수준 내에서 8주 급여구가 더 낮은 경향을 보였다고 보고하였다. 단위동물인 돼지와는 달리, 본 실험결과에서는 반추동물인 한우에게

**Table 3. Effect of feeding periods of dietary *Rhus verniciflua* Stokes on the proximate composition, pH, and water-holding capacity (WHC) of Hanwoo beef**

| Trait                     | Feeding period (mon) |                    |                    |                    |                    | SEM <sup>1)</sup> |
|---------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                           | 0 (control)          | 3                  | 4                  | 5                  | 6                  |                   |
| Proximate composition (%) |                      |                    |                    |                    |                    |                   |
| Moisture                  | 71.70 <sup>a</sup>   | 70.51 <sup>b</sup> | 71.51 <sup>a</sup> | 71.56 <sup>a</sup> | 70.91 <sup>b</sup> | 0.15              |
| Crude fat                 | 6.26 <sup>a</sup>    | 7.02 <sup>a</sup>  | 5.03 <sup>b</sup>  | 4.87 <sup>b</sup>  | 6.59 <sup>a</sup>  | 0.24              |
| Crude protein             | 21.03 <sup>b</sup>   | 21.47 <sup>b</sup> | 22.44 <sup>a</sup> | 22.56 <sup>a</sup> | 21.49 <sup>b</sup> | 0.15              |
| Crude ash                 | 1.01                 | 1.00               | 1.02               | 1.01               | 1.01               | 0.01              |
| pH                        | 5.56 <sup>a</sup>    | 5.42 <sup>b</sup>  | 5.41 <sup>b</sup>  | 5.39 <sup>b</sup>  | 5.55 <sup>a</sup>  | 0.01              |
| WHC (%)                   | 40.21 <sup>b</sup>   | 38.51 <sup>b</sup> | 43.70 <sup>a</sup> | 44.38 <sup>a</sup> | 33.03 <sup>c</sup> | 0.31              |

<sup>a-c</sup> Means within the same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup> SE of the mean.

웃나무를 4-5개월 동안 급여 시 쇠고기의 지방 함량이 감소하는 것으로 나타났다.

pH(Table 3)는 3, 4 및 5개월 급여구들이 6개월 급여구와 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 보수력(Table 3)은 4 및 5개월 급여구들이 가장 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 3개월 급여구와 대조구가 6개월 급여구보다 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 일반적으로 고기의 pH가 높을수록 보수력도 높아진다(Hamm, 1982). 하지만 본 실험결과에서 4 및 5개월 급여구들의 pH가 낮았음에도 불구하고, 보수력이 높게 나타난 이유는 수분을 보유하는 기질인 단백질의 함량이 높았기 때문으로 사료된다.

### 지방산 조성

웃나무 급여기간이 한우육이 지방산 조성에 미치는 영향은 Table 4와 같다. Myristic acid(C14:0), palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0), linoleic acid(C18:2n6), 포화지방산(SFA) 및 불포화지방산(UFA) 함량은 처리구들 간에

유의적인 차이를 보이지 않았다. 하지만 palmitoleic acid(C16:1n7) 및 oleic acid(C18:1n9)에서는 3, 4 및 5개월 급여구들이 6개월 급여구와 대조구보다 높은 경향을 보였으며, arachidonic acid(C20:4n6) 및 linolenic acid(C18:3n3)에서는 3, 4 및 5개월 급여구들이 낮은 경향을 보였다. 특히, linolenic acid(C18:3n3)의 경우 웃나무 급여구들이 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 단가불포화지방산(MUFA)은 3, 4 및 5개월 급여구들이 6개월 급여구와 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). Cameron 과 Enser (1991)의 보고에 따르면, MUFA는 SFA와 함께 고기의 풍미에 긍정적인 영향을 미친다고 보고한 바 있어 웃나무를 급여한 쇠고기에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

### 지방산화(TBARS) 및 MetMb 함량의 변화

웃나무 급여기간이 한우육의 냉장저장 중 TBARS에 미치는 영향은 Fig. 1과 같다. 저장 5일째부터 웃나무 급여구들이 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났으나( $p < 0.05$ ),

**Table 4. Effect of feeding periods of dietary *Rhus verniciflua* Stokes on the fatty acid composition (%) of Hanwoo beef**

| Trait                      | Feeding period (mon) |                     |                     |                    |                    | SEM <sup>1)</sup> |
|----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                            | 0 (control)          | 3                   | 4                   | 5                  | 6                  |                   |
| C14:0 (Myristic acid)      | 2.74                 | 3.05                | 2.59                | 2.81               | 2.41               | 0.23              |
| C16:0 (Palmitic acid)      | 25.20                | 25.30               | 25.35               | 24.75              | 25.19              | 0.80              |
| C16:1n7 (Palmitoleic acid) | 5.31 <sup>ab</sup>   | 6.83 <sup>a</sup>   | 6.49 <sup>ab</sup>  | 6.61 <sup>ab</sup> | 5.08 <sup>b</sup>  | 0.51              |
| C18:0 (Stearic acid)       | 13.31                | 12.12               | 10.17               | 9.83               | 12.27              | 1.03              |
| C18:1n9 (Oleic acid)       | 45.60 <sup>b</sup>   | 46.98 <sup>ab</sup> | 48.79 <sup>ab</sup> | 49.76 <sup>a</sup> | 45.64 <sup>b</sup> | 1.10              |
| C18:2n6 (Linoleic acid)    | 5.46                 | 4.30                | 4.65                | 4.43               | 6.72               | 0.70              |
| C18:3n3 (Linolenic acid)   | 0.42 <sup>a</sup>    | 0.18 <sup>c</sup>   | 0.26 <sup>bc</sup>  | 0.22 <sup>c</sup>  | 0.32 <sup>b</sup>  | 0.03              |
| C20:4n6 (Arachidonic acid) | 1.96 <sup>ab</sup>   | 1.24 <sup>b</sup>   | 1.69 <sup>ab</sup>  | 1.58 <sup>ab</sup> | 2.37 <sup>a</sup>  | 0.26              |
| SFA <sup>2)</sup>          | 41.25                | 40.48               | 38.11               | 37.39              | 39.86              | 1.22              |
| UFA <sup>3)</sup>          | 58.75                | 59.52               | 61.89               | 62.61              | 60.14              | 1.22              |
| MUFA <sup>4)</sup>         | 50.91 <sup>b</sup>   | 53.80 <sup>a</sup>  | 55.29 <sup>a</sup>  | 56.37 <sup>a</sup> | 50.73 <sup>b</sup> | 1.30              |

<sup>a-d</sup> Means within the same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup> SE of the mean.

<sup>2)</sup> Saturated fatty acids.

<sup>3)</sup> Unsaturated fatty acids.

<sup>4)</sup> Monounsaturated fatty acids.

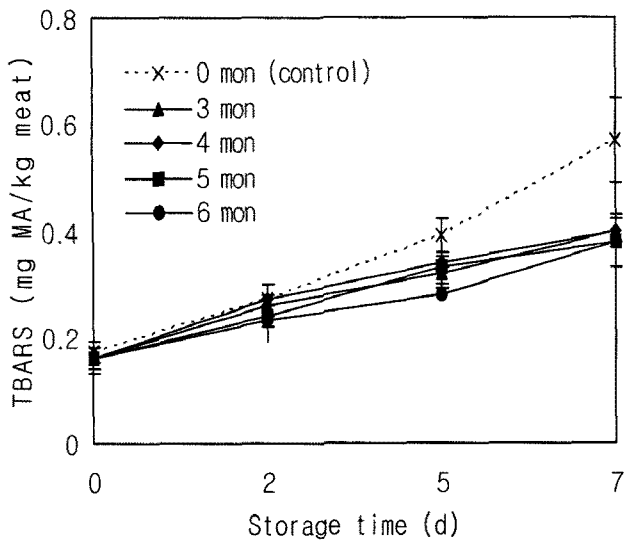


Fig. 1. Effect of feeding periods of dietary *Rhus verniciflua* Stokes on the TBARS content of Hanwoo beef during refrigerated storage. Values are means±SD.

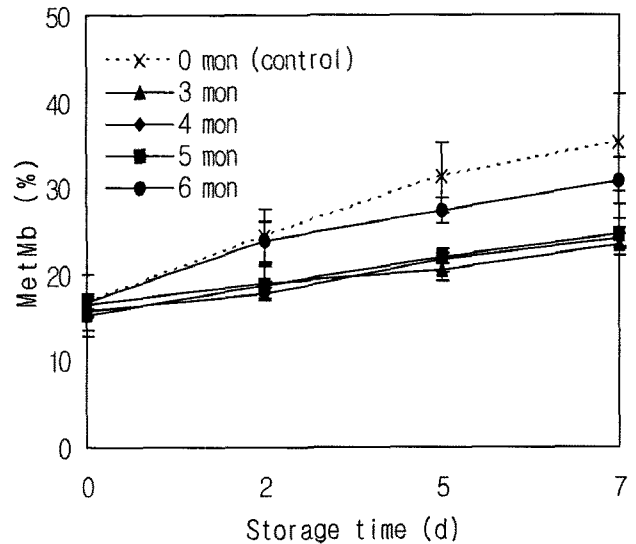


Fig. 2. Effect of feeding periods of dietary *Rhus verniciflua* Stokes on the MetMb content of Hanwoo beef during refrigerated storage. Values are means±SD.

옷나무 급여구들간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 특히, 저장 7일째에는 3, 4, 5 및 6개월 급여구들이 각각 0.40, 0.40, 0.38, 0.38로 대조구의 0.57보다 현저하게 낮게 나타났다. Turner 등(1954)은 고기의 TBARS가 0.46 이하일 때 가식권이라고 보고하였는데, 옷나무 급여구들은 0.46 미만으로 가식권 내에 속하였으나, 대조구는 가식권을 벗어난 것으로 나타났다. 또한 본 실험결과는 옷나무 급여에 의해 고기의 냉장저장 중 TBARS가 억제되었다는 Kang 등(2006) 및 Kim 등(2006)의 보고와 동일하였다. 이러한 이유는 옷나무 내에는 butein, butin, fustin, gallic acid, sulfuretin 및 quercetin 등의 강력한 항산화 성분들이 함유되어 있기 때문이다(Kim et al., 1999; Lee et al., 2002). 따라서 한우에게 옷나무를 급여함으로써 고기의 풍미, 조직감, 영양가, 안전성 및 색깔에 악영향을 미치는 지방산화(Buckley et al., 1995)를 억제시킬 수 있는 것으로 나타났다.

옷나무 급여기간이 한우육의 냉장저장 중 MetMb 함량에 미치는 영향은 Fig. 2와 같다. 저장 2일부터 3, 4 및 5개월 급여구들이 6개월 급여구와 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). MetMb은 고기에서 변색의 원인이며(Faustman and Cassens, 1990), 신선육의 표면에 MetMb이 40% 이상이 되면 소비자들은 고기를 구매하지 않게 된다(Greene et al., 1971). 하지만 본 실험결과에서는 저장 7일째까지 모든 처리구들의 MetMb이 40% 미만의 수준을 나타내었다.

표면육색의 변화

옷나무 급여기간이 한우육의 냉장저장 중 표면육색에 미치는 영향은 Table 5와 같다. L 값(명도)은 저장기간 동안 3, 4 및 5개월 급여구들이 다른 급여구들에 비해 높게 유

지하는 경향을 보였다. 하지만 6개월 급여구의 경우 저장기간 동안 대조구보다 낮게 유지하는 경향을 보였으며, 저장 0, 2 및 7일째에 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). a 값(적색도) 및 C 값(chroma) 역시 저장기간 동안 3, 4 및 5개월 급여구들이 다른 급여구들에 비해 높게 유지하는 경향을 보인 반면, 6개월 급여구는 저장기간 동안 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 특히, 신선육의 색택과 가장 관련 깊은 a 값의 경우 저장 7일째에 4개월 급여구가 가장 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). b 값(황색도)은 저장 5일까지는 a 값 및 C 값과 동일하게 3, 4 및 5개월 급여구들이 다른 급여구들보다 높게 유지하는 경향을 보였으나, 저장 7일째에는 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 6개월 급여구는 저장기간 동안 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). H° 값(hue-angle)은 옷나무 급여구들이 저장기간 동안 대조구에 비해 서서히 증가하는 경향을 보였다. 따라서 본 실험결과에서 한우에게 옷나무를 4-5개월 동안 급여하면 쇠고기의 저장 중 색깔 품질이 다른 급여구들보다 향상되었다. 하지만 6개월 동안 급여하면 오히려 대조구보다 저하되는 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 옷나무 급여기간이 한우육의 냉장저장 중 품질특성에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 거세한 우들에게 옷나무가 4% 첨가된 사료를 도축전 0(대조구), 3, 4, 5 및 6개월 동안 급여하여 모두 동일하게 28개월령에 도축하였다. 공시재료는 우둔(*M. semitendinosus*) 부위를  $3 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 에서 7일 동안 저장하였다. 조지방 함량은 4 및 5개월 급여구들이 다른 급여구들에 비해 낮았으나( $p < 0.05$ ), 조단백질 함량 및 보수력은 높았다( $p < 0.05$ ). 지방산 조성

Table 5. Effect of feeding periods of dietary *Rhus verniciflua* Stokes on the meat color of Hanwoo beef during refrigerated storage

| Trait             | Storage time (d) | Feeding period (mon) |                     |                     |                     |                    | SEM <sup>1)</sup> |
|-------------------|------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
|                   |                  | 0 (control)          | 3                   | 4                   | 5                   | 6                  |                   |
| L<br>(Lightness)  | 0                | 42.65 <sup>a</sup>   | 40.51 <sup>b</sup>  | 42.74 <sup>a</sup>  | 41.94 <sup>ab</sup> | 40.47 <sup>b</sup> | 0.53              |
|                   | 2                | 41.51 <sup>b</sup>   | 43.61 <sup>a</sup>  | 43.98 <sup>a</sup>  | 42.14 <sup>b</sup>  | 41.58 <sup>b</sup> | 0.47              |
|                   | 5                | 43.29 <sup>a</sup>   | 43.73 <sup>a</sup>  | 43.93 <sup>a</sup>  | 42.60 <sup>ab</sup> | 41.56 <sup>b</sup> | 0.47              |
|                   | 7                | 43.88 <sup>b</sup>   | 44.86 <sup>ab</sup> | 45.93 <sup>a</sup>  | 44.41 <sup>ab</sup> | 41.69 <sup>c</sup> | 0.59              |
| a<br>(Redness)    | 0                | 22.52 <sup>a</sup>   | 19.39 <sup>b</sup>  | 22.63 <sup>a</sup>  | 23.30 <sup>a</sup>  | 19.60 <sup>b</sup> | 0.43              |
|                   | 2                | 20.92 <sup>b</sup>   | 19.47 <sup>c</sup>  | 22.05 <sup>a</sup>  | 22.20 <sup>a</sup>  | 18.01 <sup>d</sup> | 0.40              |
|                   | 5                | 17.92 <sup>b</sup>   | 20.08 <sup>a</sup>  | 21.31 <sup>a</sup>  | 20.94 <sup>a</sup>  | 16.56 <sup>c</sup> | 0.47              |
|                   | 7                | 17.14 <sup>c</sup>   | 18.97 <sup>b</sup>  | 20.00 <sup>a</sup>  | 18.34 <sup>b</sup>  | 16.13 <sup>d</sup> | 0.40              |
| b<br>(Yellowness) | 0                | 12.27 <sup>a</sup>   | 10.47 <sup>c</sup>  | 12.18 <sup>a</sup>  | 11.43 <sup>b</sup>  | 10.62 <sup>c</sup> | 0.25              |
|                   | 2                | 11.86 <sup>ab</sup>  | 11.29 <sup>b</sup>  | 12.11 <sup>a</sup>  | 11.68 <sup>ab</sup> | 10.49 <sup>c</sup> | 0.23              |
|                   | 5                | 11.19 <sup>b</sup>   | 11.58 <sup>ab</sup> | 12.11 <sup>a</sup>  | 11.45 <sup>ab</sup> | 10.19 <sup>c</sup> | 0.28              |
|                   | 7                | 11.53 <sup>a</sup>   | 11.66 <sup>a</sup>  | 11.83 <sup>a</sup>  | 11.31 <sup>a</sup>  | 9.82 <sup>b</sup>  | 0.29              |
| C<br>(Chroma)     | 0                | 25.64 <sup>a</sup>   | 22.04 <sup>b</sup>  | 25.70 <sup>a</sup>  | 25.95 <sup>a</sup>  | 22.25 <sup>b</sup> | 0.47              |
|                   | 2                | 24.05 <sup>a</sup>   | 22.51 <sup>b</sup>  | 25.15 <sup>a</sup>  | 25.09 <sup>a</sup>  | 20.73 <sup>c</sup> | 0.43              |
|                   | 5                | 21.14 <sup>b</sup>   | 23.18 <sup>a</sup>  | 24.52 <sup>a</sup>  | 23.87 <sup>a</sup>  | 19.43 <sup>c</sup> | 0.52              |
|                   | 7                | 20.67 <sup>b</sup>   | 22.25 <sup>a</sup>  | 23.24 <sup>a</sup>  | 21.81 <sup>a</sup>  | 18.74 <sup>c</sup> | 0.51              |
| H°<br>(Hue-angle) | 0                | 28.60 <sup>a</sup>   | 28.37 <sup>a</sup>  | 28.22 <sup>a</sup>  | 26.04 <sup>b</sup>  | 28.43 <sup>a</sup> | 0.38              |
|                   | 2                | 29.51 <sup>ab</sup>  | 30.12 <sup>a</sup>  | 28.67 <sup>bc</sup> | 27.73 <sup>c</sup>  | 30.38 <sup>a</sup> | 0.40              |
|                   | 5                | 32.03 <sup>a</sup>   | 29.96 <sup>b</sup>  | 29.52 <sup>b</sup>  | 28.64 <sup>b</sup>  | 31.57 <sup>a</sup> | 0.45              |
|                   | 7                | 33.80 <sup>a</sup>   | 31.56 <sup>b</sup>  | 30.53 <sup>b</sup>  | 31.69 <sup>b</sup>  | 31.56 <sup>b</sup> | 0.49              |

<sup>a-d</sup> Means within the same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup> SE of the mean.

은 3, 4 및 5개월 급여구들의 단가불포화지방산 함량이 다른 급여구들보다 높았다( $p < 0.05$ ). 저장 중 TBARS는 옷나무 급여구들에서 억제되었으며, MetMb은 3, 4 및 5개월 급여구들이 다른 급여구들에 비해 서서히 축적되었다. 표면육색은 3, 4 및 5개월 급여구들이 저장 7일까지 다른 급여구들보다 L 값, a 값 및 C 값을 높게 유지하였으며, 특히, 저장 7일째의 a 값은 4개월 급여구가 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 결론적으로 한우에게 옷나무 4% 사료를 4-5개월 동안 급여했을 때 다른 급여기간들보다 쇠고기의 보수력, 단가불포화지방산 함량 및 색택 향상에 효과적이었다.

### 감사의 글

본 연구는 2003년도 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 연구과제(KRF-03-005-F00004)로 수행된 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
2. Buckley, D. J., Morrissey, P. A., and Gray, J. I. (1995) Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J. Anim. Sci.* **71**, 3122-3130.
3. Cameron, N. D. and Enser, M. (1991) Fatty acid composition of lipid in *longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Sci.* **29**, 295-307.
4. Daly, C. C., Young, O. A., Grafhuis, A. E., and Moorhead, S. M. (1999) Some effects of diet on beef and fat attributes. *New Zealand J. Agric. Res.* **42**, 338-347.
5. Demos, B. P., Gerrard, D. E., Mandigo, R. W., Gao, X., and Tan, J. (1996) Mechanically recovered neck bone lean and ascorbic acid improve color stability of ground beef patties. *J. Food Sci.* **61**, 656-659.
6. Faustman, C. and Cassens, R. G. (1990) The biochemical basis for discoloration in fresh meat : a review. *J. Muscle Foods* **1**, 217-243.
7. Folch, J., Lees, M., and Stanley, G. H. S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
8. Greene, B. E., Hsin, I., and Zipser, M. W. (1971) Retardation of oxidative color changes in raw ground beef. *J. Food Sci.* **36**, 940-942.
9. Hamm, R. (1982) Über das wasserbindungsvermögen des fleisches. *Fleischerei* **33**, 590-599.
10. Hofmann, K., Hamm, R., and Blüchel, E. (1982) Neues über die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpressmethode. *Fleischwirtsch.* **62**, 87-

- 92.
11. Howe, L., Gullett, E. A., and Osborne, W. R. (1982) Development of pink color in cooked pork. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* **15**, 19-23.
  12. Jung, N. S. (1998) Biological activity of urushiol and flavonoids from Lac tree (*Rhus verniciflua* Stokes). Ph. D. thesis, Chonnam National University, Kwang-ju, Korea.
  13. Kang, S. M., Kim, D. W., and Lee, S. K. (2006) Effect of feeding levels and periods of dietary *Rhus verniciflua* Stokes at finishing stage on the meat quality of pigs during refrigerated storage. *Korean J. Anim. Sci. & Technol.* **48**, 727-738.
  14. Kim, L. W., Shin, D. H., and Baek, N. L. (1999) Identification of antioxidative components from ethanol extract of *Rhus verniciflua* Stokes. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 1654-1660.
  15. Kim, Y. S., Liang, C. Y., Song, Y. H., and Lee, S. K. (2006) Effects of dietary *Rhus verniciflua* Stokes supplementation on meat quality characteristics of Hanwoo (Korean cattle) beef during refrigerated storage. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **19**, 113-118.
  16. Krzywicki, K. (1979) Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin, and metmyoglobin at the surface of the beef. *Meat Sci.* **3**, 1-10.
  17. Lanari, M. C., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., and Scheller, K. K. (1993) Dietary vitamin E enhances color and display life of frozen beef from Holstein steers. *J. Food Sci.* **58**, 701-704.
  18. Lee, J. C., Kim, J., Lim, K. T., Yang, M. S., and Jang, Y. S. (2002) Identification of *Rhus verniciflua* Stokes compounds that exhibit free radical scavenging and anti-apoptotic properties. *Biochim. Biophys. Acta* **1570**, 181-191.
  19. Murray, A. C. (1989) Factors affecting beef color at time of grading. *Can. J. Anim. Sci.* **69**, 347-355.
  20. NRC (1988) Designing foods. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC, USA.
  21. O'Grady, M. N., Monahan, F. J., Baily, J., Allen, P., Buckley, D. J., and Keane, M. G. (1998) Colour-stabilising effect of muscle vitamin E in minced beef stored in high O<sub>2</sub> packs. *Meat Sci.* **50**, 73-80.
  22. SAS (1999) SAS/STAT software for PC. Release 8.01, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
  23. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jap. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
  24. Sukhija, P. S. and Palmquist, D. L. (1988) Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. *J. Agric. Food Chem.* **36**, 1202-1206.
  25. Turner, E. W., Paynter, W. D., Montie, E. J., Basserk, M. W., Struck, G. M., and Olson, F. C. (1954) Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity of frozen pork. *Food Technol.* **8**, 326-330.
  26. Yang, A., Lanari, M. C., Brewster, M., and Tume, R. K. (2002) Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Sci.* **60**, 41-50.
  27. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. (1998) Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J. Food Sci.* **63**, 763-767.

(2008. 4. 18 접수/2008. 8. 25 수정/2008. 8. 26 채택)