KOREAN J. FOOD SCI. ANI. RESOUR.
Vol. 21. No. 1, pp. 47~55 (2001)

근내지방도와 성숙도가 저장기간에 따른 한우육의 이화학적 특성 변화에 미치는 영향

문성실* · 주선태 · 이정일 · 박구부
경상대학교 축산학과부, *축산물등급판정소

Effects of Marbling and Maturity on Physico-Chemical Properties of Hanwoo Meat during Cold Storage

S. S. Moon*, S. T. Joo, J. I. Lee and G. B. Park

Division of Animal Science, College of Agriculture, GyeongSang National University
**Animal Products Grade Service*

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of marbling and maturity on physico-chemical properties of Hanwoo meat during cold storage. A total of 18 carcasses were collected by marbling and maturity score at the commercial slaughter house. Loins of carcasses were selected and moved to laboratory and used to measure physico-chemical characteristics during 7 weeks storage at 0℃. The pH of samples was tended to be increased until 3 weeks storage. The water holding capacity of samples was not affected by marbling and maturity score. Lightness value of all samples was not changed, whereas redness value of high marbling samples was significantly($p<0.05$) higher than that of low marbling samples. Purge loss of high marbling samples was significantly($p<0.05$) lower than that of low marbling samples. These results indicate that high marbling and low maturity has better meat quality than low marbling and high maturity in Hanwoo.

Key words : marbling, maturity, Hanwoo, aging, meat quality.

서 론

국민 소득 수준의 향상과 더불어 외식 산업이 발전함에 따라 쇠고기의 소비가 급격히 증가하고 있다. 1980년 1인당 육류 소비량 중 쇠고기가 차지하는 양이 2.6kg에서 1990년에는 4.1kg으로 10년간 57.7%의 증가를 보였으며, 1999년에는 8.4kg으로 계속적인 증가 추세에 있다[1]. 이러한 쇠고기의 소비 증가는 소비자들로 하여금 양적인 것보다는 질적인 것을 중요시하는 고급화 경향을 두드러지게 하였다.

UR협상 이후 1995년부터 수입쿼터를 통해 반입되는 냉동 수입육이 국내 쇠고기 시장의 절반 이상을 차지하여 현재 국내의 쇠고기 자급률은 50% 정도에 불과한 실정이며, 특히 2001년부터 외국산 쇠고기의 수입이 전면 자유화됨에 따라 국내산 쇠고기의 생존이 위협받고 있는 실정이다. 그러므로 외국산 고품질 냉장육과의 경쟁력에서 우위를 차지하기 위해서는 한우육의 고품질화와 냉장육 유통으로의 전환이 조속히 요구된다.

일반적으로 식육은 도살 후 사후강직이 경과하면 단백질 분해효소에 의하여 근원섬유 및 결체조직 단백질이 분해되어 육의 연화가 이루어진다. 숙성 정도는 품종, 성별, 연령, 사양방식, 근육의 형태 뿐 만 아니라 도살 전 · 후의 처리, 저장조건 등에 의해 상당히 차이가 나는 것으로 알려져 있다[2]. 숙성 과정에서 식육은 pH, 육색, 보수성, 연도, 풍미 등 많은 변화가 일어나며, 이러한 변화는 상호 밀접한 관련성을 가진다. Chae[3]는 사후 pH가 저하됨으로써

Corresponding author : Gu, Boo Park, Meat Science Laboratory, Division of Animal Science, College of Agriculture, Gyeongsang National University, 660-701 Chinju, Korea.

세균 번식의 억제력을 주어 식육의 저장성을 좋게 하지만 식육의 풍미에는 좋지 않은 영향을 미치고, 육 단백질의 변성이 일어나게 하는 요인이 되며 보수성에도 영향을 준다고 보고하였다. Watanabe 등[4]은 사후 높은 pH는 세균 번식을 용이하게 하고 풍미를 감소시키지만, 육의 연화를 증가시킨다고 보고하였다. Bouton 등[5]은 사후 강직이 진행됨에 따라 육의 pH가 떨어지고 보수성이 나빠진다고 보고하였다.

따라서 본 연구는 근내지방도와 성숙도 차이에 따른 한우육의 냉장 숙성기간 동안 이화학적 특성 변화를 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 시험구설정

공시축은 경남 양산시 어곡동 소재 (주)부광산업에서 도축 후 도체중이 270±10kg인 한우 암소육을 0℃에서 24시간동안 냉각하여 냉도체를 만든 다음, 축산물 등급판정 기준에 의해 등급판정을 받은 후, 근내지방도가 No. 1인 개체 중 성숙도가 No. 1, 2, 3인 것과 근내지방도가 No. 5인 개체 중 성숙도가 No. 1, 2, 3인 것을 각 3두씩 총 18두를 선발하였다. 채끝 부위를 발골 정형한 다음 경상대학교 축산가공연구실로 운송하여 결체조직, 근막 및 지방을 완전히 제거하고 Cryovac 진공수축필름(PE/EVA PVDC/EVA, 60μ m, 30ml/m^2 · 24hr · atm)으로 400g씩 진공포장한 후, 0℃에서 7주간 냉장 저장하면서 이화학적인 특성을 분석하기 위한 공시재료로 사용하였다.

조사항목 및 분석방법

1) 이화학적인 특성

(1) pH

근막, 지방 등을 제거한 후 세절한 시료 10g을 증류수 90ml와 함께 homogenizer (MSE, U.S.A.)로 14,000rpm에서 1분간 균질하여 pH meter(Metrohm 632, Swiss)로 측정하였다.

(2) 보수성

분쇄한 시료 2g을 미리 무게를 잰 tube에 취한 다음 70℃의 water-bath에서 30분간 가열 후 냉각하여 1000rpm에서 10분간 원심분리하여 그 무게를 측정하였다. 또 다른 동일한 시료에 대하여 수분함량을 dry oven 110℃에서 24시간 건조시켜 측정하였다.

$$\text{보수력}(\%) = \frac{\text{수분함량}\% \times (\text{시료의 채취량 g} - \text{탈수량 g})}{\text{수분함량}\% \times \text{시료의 채취량 g}} \times 100$$

(3) 육 색

시료를 상온에 30분 방치한 후 육색을 측정하였다. 육색 측정시 절단한 단면을 chroma meter(Minolta CR 301, Japan)를 사용하여 동일한 시료를 5회 반복하여 Hunter L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다. 이때 표준색판은 L=89.2, a=0.921, b=0.783으로 하였다.

(4) 저장감량율

포장된 시료를 7주간 냉장 저장하면서 각 주마다 시료를 취하여 상온에서 30분 방치한 다음 포장을 개봉한 다음 중량을 측정하여 저장전과 저장 후의 중량 차이로 저장 감량율을 계산하였다.

$$\text{Purge loss}(\%) = \frac{\text{저장전 무게} - \text{저장후 무게}}{\text{저장전 무게}} \times 100$$

2) 통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS/PC[6]을 이용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

냉장저장 동안 근내지방도와 성숙도에 따른 pH의 변화는 Table 1에서 보는 바와 같다. 저장기간에 따른 모든 처리구의 비교에서 저장 2, 3주의 pH가 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 이러한 결과는 김 등[7]과 최 등[8]이 저장기간이 경과할수록 식육의 pH가 상승하였다는 보고와 유사한 경향을 보였다. pH가 상승하는 원인에 대해 Deymer와 Vandekerckhove[9]는

Table 1. Changes in pH of Hanwoo meat by marbling and maturity during storage at 0℃

Treat[1)]	Storage periods							
	2 day	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week	7 week
L1	5.25^{Df}	$5.41B^{d}$	5.44^{Bf}	5.50^{Ae}	5.32^{Ce}	5.34^{Cd}	5.52^{Ac}	5.21^{De}
	(0.01)	(0.03)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.03)	(0.01)	(0.03)
L2	5.46^{DCd}	5.49^{Cbc}	5.56^{Bd}	5.76^{Ab}	5.42^{Ed}	5.42^{Ec}	5.58^{Bb}	5.43^{DEc}
	(0.03)	(0.01)	(0.02)	(0.02)	(0.02)	(0.02)	(0.01)	(0.04)
L3	5.61^{Db}	5.43^{Fcd}	5.77^{Ab}	5.74^{Ab}	5.71^{Cb}	5.73^{BCa}	5.53^{Ec}	5.30^{Gd}
	(0.02)	(0.02)	(0.02)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.02)
H1	5.30^{Ee}	5.51^{Bb}	5.51^{Be}	5.64^{Ad}	5.40^{Dd}	5.30^{Ed}	5.45^{Cd}	5.20^{Fe}
	(0.02)	(0.05)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.02)	(0.03)	(0.02)
H2	5.82^{Aa}	5.62^{Ca}	5.85^{Aa}	5.81^{Aa}	5.79^{Ba}	5.65^{Db}	5.70^{Ca}	5.69^{Ca}
	(0.01)	(0.07)	(0.03)	(0.02)	(0.02)	(0.05)	(0.02)	(0.03)
H3	5.56^{Cc}	5.47^{Ebcd}	5.62^{Bc}	5.70^{Ac}	5.55^{Bc}	5.64^{Bb}	5.55^{Cc}	5.51^{Db}
	(0.01)	(0.01)	(0.02)	(0.01)	(0.02)	(0.02)	(0.02)	(0.02)

^{A,B,C,D,E} : Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

^{a,b,c,d,e} : Means with different superscript in the same column are significantly different ($p<0.05$).

[1)]L1 : marbling standard model No.1, maturity No. 1
L2 : marbling standard model No.1, maturity No. 2
L3 : marbling standard model No.1, maturity No. 3
H1 : marbling standard model No.5, maturity No. 1
H2 : marbling standard model No.5, maturity No. 2
H3 : marbling standard model No.5, maturity No. 3

숙성 중에 단백질 완충물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아의 생성 등에 의해 pH가 상승하며, Bartholmew와 Blumer[10]는 pH가 상승하는 것은 아미노산이 분해되어 염기성기가 노출되기 때문이라고 하였다.

근내지방도 No. 1에 해당하는 그룹에서 성숙도가 No 1, 2, 3인 L1, L2, L3 처리구에서 L1처리구가 저장 6주를 제외한 전 저장기간 동안 L3처리구보다 유의적으로 낮게 나타났다 ($p<0.05$). 근내지방도 No. 5에 해당하는 그룹에서 H1처리구가 H3 처리구보다 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 이러한 결과는 나이가 적은 것이 나이가 많은 것에 비해 glycogen의 함량이 적기 때문에 사후 저장동안 낮은 pH를 가진다는 것으로 사료된다. 동일한 성숙도에서 근내지방도 함량이 다른 L1와 H1 처리구에서 H1처리구가 저장 4주까지는 유의적으로 높은 pH값을 보였으나($p<0.05$), 저장 5주부터는 비슷한 경향을 보였다. 그리고 L2와 H2 처리구의 비교에서 전 저장기간 동안 L2처리구에 비해 H2처리구가 유의적으로 높은 경향을 보였다. 그러나 성숙도가 높은 L3와 H3 처리구에서는 근내지방도에 따른 pH값의 차이는 나타나지 않았다. 이는 나이가 어린 그룹에서는 김 등[6]이 한우육의 등급별, 성별에 따라 pH의 차이가 없었다는 결과와는 다르게 나타났으나, 나이가 많은 그룹에서는 유사한 경향을 보였다.

전체적으로 근내지방도가 높을수록 pH가 높게 나타났는데, 이는 육의 보수성과 연도와도 깊은 관계가 있는 것으로 사료된다. 또한 성숙도 지수가 높을수록 pH가 높게 나타나는 경향을 보였는데, 이는 나이가 증가할 수록 glycogen 함량이 증가하기 때문인 것으로 사료된다.

냉장저장 동안 근내지방도와 성숙도에 따른 보수성(water holding capacity)의 변화는 Table 2에서 보는 바와 같다.

보수성에 대하여 Asghar와 Pearson[11]은 강직 전의 고기는 함유수분이 높은데, 이것은 높은 수준의 ATP 존재하에서 actin과 myosin의 해리가 가능하기 때문이며, 강직육의 연도에도

Table 2. Changes in water holding capacity(%) of Hanwoo meat by marbling and maturity during storage at 0℃

Treat[1)]	Storage periods							
	2 day	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week	7 week
L1	61.30 (3.51)	55.70 (7.41)	62.40 (10.2)	60.28 (0.76)	59.30^{b} (0.68)	59.8b (4.11)	58.20^{bc} (3.22)	54.50^{c} (1.81)
L2	62.21 (3.12)	63.31 (8.73)	55.20 (1.86)	59.91 (3.13)	58.02^{bc} (1.24)	64.64^{a} (1.80)	57.52^{c} (1.81)	60.07^{a} (1.94)
L3	57.43^{BC} (3.54)	60.71^{AB} (3.41)	53.30^{C} (2.47)	59.94^{AB} (4.00)	59.75^{ABabc} (1.02)	57.38^{BCbc} (2.98)	62.85^{Aa} (4.23)	59.15^{ABa} (1.76)
H1	58.90 (2.54)	55.10 (6.66)	54.76 (4.40)	56.30 (4.77)	61.59a (1.18)	53.57^{c} (2.03)	63.91^{a} (5.07)	58.89^{a} (3.99)
H2	62.69^{A} (6.18)	58.09^{ABC} (5.44)	53.09^{DE} (1.50)	54.90^{BCD} (1.37)	57.08^{ABCc} (0.98)	49.07^{DEd} (1.79)	60.76^{ABb} (3.52)	47.41^{Ed} (2.27)
H3	58.23^{B} (3.67)	59.10^{AB} (4.10)	49.47^{CD} (1.74)	53.92^{BC} (2.67)	48.80^{CDd} (3.11)	45.08^{Dd} (1.01)	63.73^{Aa} (4.17)	57.33^{Bb} (2.18)

^{A,B,C,D,E} : Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).
^{a,b,c,d,e} : Means with different superscript in the same column are significantly different ($p<0.05$).
$^{1)}$: Treatments are the same as Table 1.

관계된다고 보고하였다.

Kauffman 등[12]은 보수성이 육의 물리적 특성 중 가장 중요한 것 중의 하나이며, 그 중요성은 가공제품의 수율과 관계가 깊고 영양소의 손실, 진열중의 외관, 조리육의 다즙성과 연도에도 밀접한 관계가 있다고 보고하였다. Fennema[13]는 육의 보수성은 도살 전 동물의 취급, 품종, 성, 나이, 근육의 형태 그리고 지방의 정도에 따라 차이가 있다고 보고하였다.

보수성은 전 처리구에서 저장 2일에 비해 낮아지는 경향을 보였다. 저장 2일에서는 성숙이 어느 정도 진행된 L2와 H2 처리구에서 L2 처리구가 수치적으로 높은 경향을 보였다. 그리고 근내지방도 함량에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 과 숙성이 되기 전인 저장 6주에서는 성숙이 많이 진행된 L3와 H3 처리구에서 저장 2일에 비해 증가하는 경향을 보였다. 그러나 나머지 처리구들은 저장기간에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 이는 육의 보수력이 저장기간에 따라 유의적인 차이가 없다는 한 등[14]의 결과와 유사하였으며, Gregory 등[15]이 우육의 등심근에서 저장 21일 까지 보수성이 수치적으로 증가하였다는 보고와는 다른 결과를 보였다. 또한 근육내 지방함량이 높을수록 보수력이 높다고 보고한 채 등[16]의 결과와도 다른 결과를 보였다.

냉장저장동안 근내지방도와 성숙도에 따른 육의 명도(lightness)의 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다.

육의 명도는 저장기간에 따라 전 처리구에서 유의적인 차이가 크게 인정되지 않았으나, 저장 4주에서 H2 처리구를 제외한 나머지 처리구에서 저장 2일에 비해 유의적인 차이는 없었으나 수치상으로는 다소 감소하는 경향을 보였으며, 저장 4주 이후에서는 육의 명도가 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 Gregory 등[15]이 저장기간에 따른 육의 명도가 유의적인 차이는 없었지만 증가하는 경향을 보였다는 보고와 유사하였다.

처리구간의 육의 명도는 근내지방도 No. 1에 해당하는 L1, L2, L3 처리구에서 저장 2주부터 성숙도 지수가 낮은 L1 처리구가 성숙도 지수가 높은 L3 처리구 보다 유의적으로 높은 경향을 보였고($p<0.05$), 근내지방도 함량이 낮은 L1, L3 처리구와 근내지방도 함량이 높은 H1, H3 처리구간의 비교에서 전 저장기간 동안 유의적인 차이가 크게 인정되지 않았지만, 성숙이 40~50개월 정도 진행된 L2와 H2 처리구의

Table 3. Changes in lightness of Hanwoo meat by marbling and maturity during storage at 0℃

Treat[1)]	Storage periods							
	2 day	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week	7 week
L1	31.80^{a}	30.44^{a}	31.68^{a}	30.53^{a}	28.91^{b}	33.01^{a}	32.42^{a}	31.80^{ab}
	(0.68)	(0.42)	(0.13)	(1.33)	(0.24)	(0.87)	(0.36)	(1.56)
L2	30.32^{a}	30.38^{a}	30.09^{bc}	30.66^{a}	28.42^{c}	27.55^{cd}	30.31^{c}	28.60^{d}
	(1.09)	(0.98)	(0.85)	(0.41)	(0.22)	(0.28)	(1.48)	(0.54)
L3	30.13^{Aa}	30.14^{Aa}	29.89^{ABbc}	28.83^{ABb}	28.88^{ABb}	28.42^{Bc}	30.17^{Ac}	30.58^{Abcd}
	(0.79)	(0.58)	(0.29)	(1.63)	(0.21)	(1.08)	(0.05)	(1.36)
H1	30.32^{a}	30.80^{a}	30.51^{ab}	31.26^{a}	29.26^{a}	30.95^{b}	32.96^{a}	32.75^{a}
	(1.49)	(0.48)	(1.04)	(0.25)	(1.22)	(0.56)	(0.23)	(1.42)
H2	27.67^{b}	27.82^{b}	28.55^{c}	27.01^{c}	29.42^{a}	26.91^{d}	27.86^{d}	29.46^{cd}
	(0.48)	(1.09)	(0.83)	(0.28)	(0.62)	(0.56)	(0.88)	(0.48)
H3	31.84^{a}	30.94^{a}	30.60^{ab}	31.79^{a}	28.16^{c}	31.99^{ab}	31.34^{ab}	31.49^{abc}
	(0.64)	(0.74)	(1.78)	(0.70)	(1.15)	(0.66)	(1.00)	(0.55)

^{A,B,C} : Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

^{a,b,c,d} : Means with different superscript in the same column are significantly different ($p<0.05$).

$^{1)}$: Treatments are the same as Table 1.

비교에서는 저장 4주를 제외한 전 저장기간동안 근내지방도 함량이 높은 H2 처리구가 낮은 경향을 보였다($p<0.05$).

냉장저장동안 근내지방도와 성숙도에 따른 적색도(redness)의 변화는 Table 4에서 보는 바와 같다.

육의 적색도는 근내지방도가 No. 5이고 성숙도가 No. 1인 H1 처리구가 근내지방도 No. 1이

Table 4. Changes in redness of Hanwoo meat by marbling and maturity during storage at 0℃

Treat[1)]	Storage periods							
	2 day	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week	7 week
L1	12.95^{Ccd}	15.48^{ABb}	15.50^{ABc}	14.55^{Be}	16.32^{Ac}	16.43^{Ab}	14.50^{Bc}	16.27^{Ac}
	(0.04)	(0.73)	(0.15)	(0.25)	(0.72)	(0.38)	(0.89)	(0.51)
L2	12.14^{Dd}	17.52^{Aa}	16.37^{ABCbc}	15.27^{Cde}	15.63^{BCc}	17.59^{Aa}	16.76^{ABCb}	17.05^{ABbc}
	(0.98)	(0.36)	(0.30)	(0.66)	(0.72)	(0.21)	(0.01)	(1.93)
L3	14.81^{Fa}	16.38^{Eb}	16.81^{DEab}	18.80^{ABa}	17.78^{CDb}	17.68^{CDa}	19.07^{Aa}	17.87^{BCbc}
	(0.18)	(0.85)	(0.31)	(0.31)	(0.36)	(0.53)	(0.67)	(0.76)
H1	14.38^{Bab}	17.68^{Aa}	18.07^{Aa}	17.86^{Aab}	19.15^{Aa}	17.87^{Aa}	17.62^{Aab}	18.42^{Aab}
	(0.57)	(0.35)	(1.15)	(1.49)	(0.67)	(0.98)	(1.50)	(0.34)
H2	13.38^{Dbc}	15.28^{Cb}	17.72^{Aa}	15.92^{BCdc}	16.20^{BCc}	17.18^{ABab}	16.41^{ABC}b	17.23^{Abc}
	(0.65)	(0.62)	(0.87)	(0.49)	(0.39)	(0.16)	(1.33)	(0.76)
H3	14.45^{Eab}	18.08^{BCa}	17.09^{CDab}	16.63^{Dbc}	19.18^{ABa}	17.89^{CDa}	17.86^{CDab}	19.60^{Aa}
	(0.94)	(0.52)	(0.65)	(0.34)	(1.09)	(0.50)	(0.66)	(0.46)

^{A,B,C,D,E,F} : Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

^{a,b,c,d} : Means with different superscript in the same column are significantly different ($p<0.05$).

$^{1)}$: Treatments are the same as Table 1.

고 성숙도가 No. 1인 L1 처리구 보다 전 저장기간 동안 유의적으로 높은 경향을 보였다($p<0.05$). 이는 근내지방도의 함량이 높으면 육의 적색도가 높게 나타난다는 것을 의미한다. 저장기간에 따른 비교에서 저장 2일에 비해 전 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 육의 적색도가 유의적으로 높아지는 경향을 보였는데($p<0.05$), 이와 같은 결과는 Gregory 등[15]이 저장초기에 비해 저장기간이 길어질수록 육의 적색도가 유의적으로 높아진다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 저장기간이 경과함에 따라 육의 적색도가 증가하는 것은 육의 육색이 선홍색에서 점차 붉은 적색으로 변한다는 것을 의미하며, 저장기간 동안 육의 숙성으로 근육내의 효소나 미생물이 분비한 효소들에 의해서 주로 단백질이 분해되어 유리아미노산 및 비단백질소화합물들을 증가시키며, 급격히 증가한 단백질 분해산물들이 육의 적색도에 영향을 미친다는 Fu 등[17]과도 유사한 결과를 보였다.

근내지방도 No. 1에 해당하는 그룹에서 성숙도가 낮은 L1 처리구가 전 저장기간 동안 성숙도 지수가 높은 L3 처리구 보다 유의적으로 낮은 경향을 보였는데($p<0.05$), 이는 나이가 증가할수록 근육중에 존재하는 육색소인 myoglobin의 함량이 증가하기 때문인 것으로 사료되며, 이러한 결과는 나이가 증가할수록 육색소인 myoglobin의 함량이 증가한다는 Livingston 등[18]의 보고와 유사하였다. 식육의 색소는 근육중에 존재하는 myoglobin 과 적혈구내에 존재하는 hemoglobin의 조합에 의해서 나타나는데, 근육 중에 있는 hemoglobin의 대부분은 식육처리 공정중의 방혈처리에 의하여 줄어들게 되므로 도축 후 근육 중에는 myoglobin 함량이 80~90%, hemoglobin과 시토크롬 효소가 10~20%를 차지하므로서 myoglobin이 근육의 육색을 결정하는 주체가 된다고 보고하였다[19].

전체적으로 저장기간이 경과함에 따라 적색도는 증가하며, 근내지방도가 높은 그룹이 낮은 그룹보다 높은 적색도를 보이며, 근내지방도가 낮은 그룹에서 성숙도가 높은 것이 적색도가 높게 나타났으나, 근내지방도가 높은 그룹에서는 성숙도간의 차이는 인정되지 않았다.

냉장저장동안 근내지방도와 성숙도에 따른 한우육의 황색도(yellowness)의 변화는 Table 5에서 보는 바와 같다.

육의 황색도는 모든 처리구에서 저장 2일에 비해 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향

Table 5. Changes in yellowness of Hanwoo meat by marbling and maturity during storage at 0℃

Treat[1)]	Storage periods							
	2 day	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week	7 week
L1	4.94^{Dc}	6.60^{BCbc}	6.39^{Cb}	6.38^{Ccd}	6.87^{ABCb}	7.15^{ABb}	6.78^{ABCab}	7.38^{Aab}
	(0.18)	(0.57)	(0.36)	(0.30)	(0.19)	(0.26)	(0.46)	(0.30)
L2	5.16^{Ebc}	6.10^{Dbc}	7.42^{ABa}	6.53^{CDc}	6.84^{BCb}	7.57^{Aa}	6.56^{CDb}	5.97^{Dc}
	(0.33)	(0.36)	(0.39)	(0.21)	(0.24)	(0.03)	(0.19)	(0.68)
L3	5.91^{Cab}	6.65^{Bb}	6.35^{Bb}	6.57^{Bc}	5.81^{Cd}	6.35^{BCd}	7.47^{Aa}	7.15^{Aab}
	(0.10)	(0.52)	(0.29)	(0.30)	(0.24)	(0.07)	(0.20)	(0.51)
H1	5.69^{Cabc}	5.55^{Cd}	6.98^{ABab}	7.17^{ABab}	7.74^{Aa}	6.64^{Bcd}	7.22^{ABab}	7.64^{Aa}
	(0.54)	(0.55)	(0.68)	(0.30)	(0.14)	(0.32)	(0.56)	(0.17)
H2	5.19^{Dbc}	5.60^{CDcd}	5.58^{CDc}	5.80^{BCDd}	6.05^{BCc}	6.81^{Acd}	5.62^{CDc}	6.36^{ABbc}
	(0.42)	(0.58)	(0.33)	(0.19)	(0.28)	(0.33)	(0.38)	(0.15)
H3	6.01^{Da}	7.28^{ABCa}	6.89^{Cab}	7.46^{ABCa}	7.74^{ABa}	7.06^{BCbc}	7.37^{ABCa}	7.90^{Aa}
	(1.10)	(0.22)	(0.15)	(0.53)	(0.13)	(0.20)	(0.31)	(0.66)

^{A,B,C,D} : Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

^{a,b,c,d,e} : Means with different superscript in the same column are significantly different ($p<0.05$).

$^{1)}$: Treatments are the same as Table 1.

을 보였고, 근내지방도가 낮은 그룹에서 성숙도 No. 1인 L1처리구가 성숙도 No. 3인 L3처리구보다 저장 2일에서 유의적으로 낮게 나타났으나($p<0.05$), 1주 후부터는 저장기간에 따라 통계적 유의성이 인정되지 않았다. 근내지방도가 높은 그룹에서 성숙도가 낮은 H1 처리구와 성숙도가 높은 H3 처리구의 비교에서 전 저장기간동안 유의적인 차이는 없었으나 저장 1주에는 H1 처리구가 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 이는 저장초기에는 성숙도가 육의 황색도에 영향을 미치지만, 저장후기에서 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 사료된다.

.근내지방도의 함량에 따른 비교에서 전 저장기간 동안 유의적인 차이는 크게 나타나지 않았지만, 저장 3주와 4주에 근내지방도가 높은 H1, H3 처리구가 근내지방도가 낮은 L1, L3 처리구 보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 성숙도에 따른 비교에서는 성숙도가 가장 낮은 L1, H1 처리구가 성숙도가 가장 높은 L3, H3 처리구 보다 저장 1주에 황색도가 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$).

냉장저장 동안 근내지방도와 성숙도에 따른 저장감량(purge loss)의 변화는 Table 6에서 보는 바와 같다.

육의 저장감량율(purge loss)은 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 유의적으로 증가하였고($p<0.05$), 같은 성숙도에서 근내지방도가 높은 H1, H2, H3 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 근내지방도가 낮은 L1, L2, L3 처리구 보다 유의적으로 낮은 저장감량율(purge loss)을 보였는데($p<0.05$), 이는 근내지방도가 높을수록 상대적으로 낮은 수분함량으로 인해 밖으로 유출되는 수분의 양이 낮기 때문인 것으로 사료된다.

근내지방도 No. 1에 해당하는 그룹에서 성숙도가 낮은 L1 처리구가 성숙도가 높은 L3 처리구보다 저장 2일과 저장 3주를 제외한 나머지 저장기간 동안 유의적으로 낮은 경향을 보였다($p<0.05$).

근내지방도 No. 5에 해당하는 그룹에서 성숙도가 낮은 H1 처리구가 성숙도가 높은 H3 처리구보다 저장 1주와 저장 3주를 제외한 나머지 저장기간 동안 유의적으로 낮은 경향을 보였다($p<0.05$).

전체적으로 근내지방도가 높고 성숙도가 낮을수록 육의 저장감량율은 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 저장 7주에서 근내지방도 함량이 낮은 L1, L2, L3 처리구의 저장감량율이

Table 6. Changes in purge loss(%) of Hanwoo meat by marbling and maturity during storage at 0℃

Treat[1)]	Storage periods							
	2 day	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week	7 week
L1	0.40^{Hb}	0.73^{Gb}	1.37^{Fb}	2.76^{Ea}	3.25^{Dc}	4.05^{Cc}	4.46^{Bb}	5.00^{Ac}
	(0.01)	(0.02)	(0.02)	(0.03)	(0.03)	(0.01)	(0.02)	(0.02)
L2	0.45^{Ha}	0.61^{Gf}	1.16^{Fe}	2.03^{Ee}	3.31^{Db}	4.07^{Cb}	4.41^{Bc}	5.18^{Aa}
	(0.01)	(0.02)	(0.02)	(0.03)	(0.02)	(0.02)	(0.03)	(0.03)
L3	0.38^{Hc}	0.77^{Ga}	1.55^{Fa}	2.18^{Ec}	3.34^{Da}	4.27^{Ca}	4.56^{Ba}	5.10^{Ab}
	(0.02)	(0.01)	(0.05)	(0.02)	(0.03)	(0.02)	(0.02)	(0.03)
H1	0.27^{Hf}	0.66^{Gc}	1.17^{Fed}	2.33^{Eb}	3.07^{Df}	3.72^{Cf}	4.33^{Bf}	4.80^{Ae}
	(0.03)	(0.05)	(0.05)	(0.03)	(0.05)	(0.04)	(0.04)	(0.04)
H2	0.30^{He}	0.63^{Gd}	1.18^{Fd}	2.01^{Ef}	3.13^{De}	3.91^{Ce}	4.39^{Bd}	5.00^{Ac}
	(0.02)	(0.03)	(0.03)	(0.08)	(0.02)	(0.00)	(0.01)	(0.02)
H3	0.35^{Hd}	0.62^{Ge}	1.19^{Fc}	2.14^{Ed}	3.18^{Dd}	4.00^{Cd}	4.37^{Be}	4.833^{Ad}
	(0.02)	(0.05)	(0.01)	(0.05)	(0.04)	(0.04)	(0.05)	(0.0)

^{A,B,C,D,E,F,G,H} : Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

^{a,b,c,d,e} : Means with different superscript in the same column are significantly different ($p<0.05$).

[1)] : Treatments are the same as Table 1.