

Hunter L 값에 따른 돈육의 육질 특성 연구

박범영 · 유영모 · 조수현 · 채현석 · 김진형 · 안종남 · 이종문 · 윤상기
축산기술연구소

Studies on Quality Characteristics of Pork Classified by Hunter L Value

B. Y. Park, Y. M. Yoo, S. H. Cho, H. S. Chae, J. H. Kim,
J. N. An, J. M. Lee, and S. K. Yun

National Livestock Research Institute

Abstract

Meat quality of the domestic pork carcasses(n=330) classified in 3 groups according to the Hunter L values postmortem (≤ 50 , 50.1~55.0 and ≥ 55.1) was investigated. The carcass temperature(3, 5, 10 and 15hr postmortem) and temperature falling rate of postmortem increased as the Hunter L value increased. The pH postmortem(pH_{0hr}, pH_{24hr}) decreased as the Hunter L value decreased. In physical traits, the water holding capacity(WHC) increased and the purge loss decreased as the Hunter L value increased. However, shear force, cooking loss and fat hardness were not significantly different among different Hunter L value groups(p<0.05). The meat color indices(CIE L*, a*, b*, chroma, hue and ΔE) increased as Hunter L value increased. The sensory characteristics had no significant difference among different Hunter L value groups(p<0.05). In conclusion, the results suggested that Hunter L values were related with pork quality such as temperature, pH, physical traits and color.

Key words: Hunter L, WHC, pH, meat quality.

서 론

지난 수십년 동안 국내 돈육산업은 육질적인 면에는 거의 관심을 가지지 않고, 최저의 비용으로 많은 돈육을 생산하는 육량 위주의 발전을 거듭해 왔으나, 소비자들의 기호가 바뀌어서 고품질 돈육생산을 위해 사육업자들은 육질이 좋은 돼지를 선발해 왔다. 또한 육 가공업자들은 도축후 일어나는 육질변화를 가공 전에 정확하고 신속하게 그리고 경제적으로 판단할 수 있는 방법을 강구해 왔으나⁽³⁾, 도체의 냉각전, 즉 사후 초기에 육질을 평가할 수 있는 방법은 아직 명확하게 확립되어 있지 않다.

돈육의 육질 평가는 사후 24시간에 냉각된

근육 절단면에서의 육색, 육즙삼출, 조직감, 근내지방도에 의해 결정되지만 소비자들은 구매시 다른 육질특성들 보다 육색을 중요하게 여기며, 신선돈육의 육색이 붉은 선홍색(redish pink color)이기를 기대한다. 육색에 영향을 미치는 요인에는 스트레스, 연령, pH⁽⁷⁾, 영양상태, 지육의 온도조건 등이 있으며, 근내 조건으로는 사후 해당물, 근내 지방함량, 육색소의 함량(myoglobin)과 육색소 산화상태 등이 있다⁽¹²⁾.

돈육의 육색은 다른 육질특성들 특히 보수성과 관계가 있으며⁽⁸⁾, 종종 다른 육질특성을 예측하는 방법으로도 이용되었다. 그 예로 창백한 육색은 근장단백질의 변성으로 침전된 단백질이 근장단백질의 붉은 색을 덮어버리기 때문이며⁽⁶⁾, 이런 근장단백질의 침전은 육즙삼출의 원인이 될 수 있어⁽⁴⁾ 궁극적으로는 육의 보수력을 잃게 한다. 또한 여러 논문에서 정해진 기준은 없으나, PSE(pale, soft, exudative) 돈육

Corresponding author : B. Y. Park, National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea. E-mail : byp5252@rda.go.kr

의 육질특성을 조사하기 위하여 등심근의 CIE L*값을 그 기준으로 사용하였다^(2,3,14). 반면 육색 측정에 의한 육질 예측은 그 정확성이 낮으며, 측정부위에 따라 결과가 달라질 수 있다는 주장도 제기되고 있다⁽¹⁾.

따라서 본 실험에서는 돈육의 육색 특성 중 Hunter L 값에 따른 정확한 육질특성을 파악하기 위하여 Hunter L 값을 세 범위(≤ 50 , $50.1 \sim 55.0$, ≥ 55.1)로 나누어 이화학적 특성과 관능적 특성을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

공시재료는 국내산 돼지 330두를 2000년 10월부터 2001년 4월에 걸쳐 축산기술연구소 도축장에서 도축하여 24시간 냉장 후 늑골 10~11 부위의 배최장근에서 Chroma meter (CR-300, minolta co, Japan)를 이용하여 육색을 측정할 다음 육색명도(Hunter L)에 따라 세 범위(≤ 50 , $50.1 \sim 55.0$, ≥ 55.1)로 구분하여 결과를 분석하였다.

사후 도체온도는 우둔 부위에서 도체심부온도계(DeltaTrack Flash Link electronic logger, Model 20209, U.S.A.)로 도축 후 3, 5, 10, 15시간에 측정하였으며, pH는 등심부위에서 도체심부 pH meter(pH*K21, NWK-Binär GmbH Co., Germany)로 측정하였다.

보수력(water holding capacity; WHC)은 원심 분리법으로 측정하였고, 가열감량(cooking loss)은 등심근의 가열전후 중량차로 계산하였다. 전단력은 전단력 측정기(Warner-Bratzler shear meter, G-R Elec. Mfg. Co., U.S.A.)로 측정하였으며, 육즙감량(purge loss)은 진공포장된 배최장근을 냉장고(4°C)에서 2시간 보관한 후 무게 차이로 계산하였다.

육색은 근육을 절단하여 절단면을 공기 중에 30분 노출시킨 후 Chroma meter(Minolta Co. CR 300, Japan)로 CIE L*, a*, b* 값을 측정하였으며, $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ 로 Hue angle을 구하였고, $\{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$ 로 ΔE (total color difference)를 구하였다.

Hardness, Springiness, Cohesiveness, Chewiness는 배최장근을 3cm 두께로 절단한 후 육심부 온도 70°C에서 10분간 가열한 다음 가로×세로×높이를 1.8cm 두께로 절단하여 Ins-

tron(Instron Universal Testing Machine, Model 4465, USA)을 이용하여 측정하였다. 지방경도도 동일 기계를 사용하여 측정하였다. 이때 측정 조건은 Sample height(18mm), Puncture diameter(ϕ 8mm), Load cell(5kg), Cross head speed(120mm/min)이었다.

관능 검사는 10명의 관능검사 요원들이 6점법으로 측정하였다(연도: 1=매우 질기다. 6=매우 연하다., 풍미, 다즙성: 1=매우 나쁘다. 6=매우 좋다.).

시험 성적의 통계분석은 SAS(1996) 프로그램의 GLM procedure를 이용하여 Duncan test의 다중검정으로 각 요인간의 유의성을 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

사후 온도와 pH 변화

도축 후 3, 5, 10과 15시간에 도체온도를 측정할 결과, 도축 후 3시간에는 Hunter L ≥ 55.01 범위에서 가장 높은 온도를 나타내었고, 도축 후 5, 10, 15시간에는 Hunter L 범위 $50.01 \sim 55.0$ 와 ≥ 55.01 에서 유의적으로 높은 도체온도를 나타내었다($p < 0.05$). 또한 Hunter L 범위 ≥ 55.01 와 $50.01 \sim 55.0$ 에서는 15시간까지의 도체온도 저하율이 Hunter L ≤ 50.0 범위에서 보다 유의적으로 낮았다($p < 0.05$) (Table 1).

또한, Hunter L 범위에 따른 돈육의 사후 pH를 측정할 결과에서도 도축 직후의 pH는 Hunter L ≥ 55.01 범위에서 유의적으로 낮았고($p < 0.05$), 사후 24시간의 pH는 Hunter L 값이 낮을수록 유의적으로 낮은 결과를 보여(Table 2), 결과적으로 본 실험의 결과에서 육색명도 ≥ 55.01 범위에서는 사후 초기(3시간) 도체온도가 다른 육색명도 범위에서 보다 더 높고, pH는 낮아 근육내 단백질 변성이 일어난 것으로 사료된다. 이에 대해 Maribo 등⁽⁵⁾은 사후 초기 높은 도체온도가 근장단백질과 근형질단백질 변성의 요인이라고 하였으며, Swatland⁽¹¹⁾는 강직 전 도체는 높은 온도를 유지하기 때문에 신속하게 냉각시키지 않을 경우 매우 빠른 대사활동으로 인하여 glycogen이 젖산으로 축적되면서 pH가 많이 저하된다고 보고하였다. 김 등⁽¹⁵⁾은 CIE L*값을 기준으로(CIE L* ≥ 50 , CIE L* < 50) 도축 후 시간별 pH 특성을 조사한

Table 1. Temperature of pork carcass classified by Hunter L value

Traits	Hunter L values		
	≤50.0	50.1~55.0	≥55.01
No. of animals	237	79	14
3hr Temperature(°C)	30.23±0.13 ^b	30.45±0.20 ^b	31.43±0.52 ^a
5hr Temperature(°C)	23.95±0.13 ^b	25.35±0.24 ^a	25.55±0.51 ^a
10hr Temperature(°C)	12.87±0.10 ^b	13.99±0.18 ^a	14.36±0.37 ^a
15hr Temperature(°C)	7.10±0.10 ^b	7.97±0.20 ^a	8.36±0.50 ^a
Temperature falling rate 3~15hr(%)	76.62±0.30 ^a	73.89±0.65 ^b	73.40±1.75 ^b

^{a-b} Means having different letters in the same row are significantly different ($p<0.05$).

Table 2. pH of pork carcass classified by Hunter L value

Traits	Hunter L values		
	≤50.0	50.1~55.0	≥55.01
No. of animals	237	79	14
pH 0hr	6.35±0.02 ^a	6.27±0.04 ^a	6.01±0.08 ^b
pH 24hr	5.63±0.01 ^a	5.53±0.01 ^b	5.47±0.01 ^c

^{a-c} Means having different letters in the same row are significantly different ($p<0.05$).

결과, pH_{1hr}과 pH₀에서 고도의 유의차가 있었고($p<0.001$), 두 시간대 모두 CIE L*≥50 범위에서 도축 후 24시간까지의 pH가 더 낮았다고 보고해 본 결과와 유사한 경향을 보였으며, Offer와 Knight⁽⁹⁾는 근육내 사후 빠른 해당과정인 pH를 근육 단백질의 등전점에 근접하도록 감소시켜 근원섬유들 사이의 단절을 넓어지게 하여, 근육 섬유들의 빛 투과율 감소와 고기 표면에서의 빛 산란을 증가시키는 결과를 가져온다고 하였다.

육질 특성

Table 3은 Hunter L 범위에 따른 육의 물리적 특성을 조사한 결과로 전단력, 가열감량, 지방경도에서는 Hunter L 범위에 따른 유의적인 차이가 없었으나($p<0.05$), 보수성에서는 Hunter L 값이 높아질수록 유의적으로 낮았고, Purge loss에서는 유의적으로 높은 결과를 보였다($p<0.05$). Offer⁽⁸⁾의 보고에 따르면, 육의 보수력 감소는 도살 후 1시간 이내의 낮은 pH와 높은 온도에 의해 근육내 단백질이 변성되기 때문이며, 이러한 단백질 변성은 창백한 육색의 원인이라고 하였다. 이 실험의 결과에서

도 육색명도가 높은 육, 특히 Hunter L≥55.01 범위에서는 사후 초기 pH가 낮고(Table 2), 도체온도는 높아(Table 3), 근육 단백질이 변성되어 육의 보수력이 낮아진 것으로 사료된다. 또한 Offer와 Knight⁽⁹⁾는 근육내 드립발생에 대한 보고에서 근육단백질의 변성이 근원섬유 다발을 싸고 있는 막에 손상을 입히고, 근육에 있는 근원섬유 망조직의 수축을 유발시켜 근섬유 다발 사이에 드립을 축적시킨다고 보고하였다. 하지만 van Laack 등⁽¹³⁾은 육의 L*값과 보수성을 pH 45와 비교했을 때, 보수성과 사후 45분의 pH는 이상성의 관계를 보였으나, L*값과는 그렇지 않아 보수성과 육색명도가 사후 강직전 독립적인 생물학적 현상에 의해 결정된다는 것을 확인해, 육색명도가 보수성의 지표로써 확실히 믿을만한 것이 아니라는 논쟁을 강하게 하는 결과를 보고했다.

Hunter L 범위에 따른 육색특성을 조사한 결과(Table 4), CIE L*, a*, b*, chroma, ΔE는 Hunter L 범위가 ≤50.0에서 ≥55.01로 높아짐에 따라 유의적으로 높은 수치를 나타내었고, Hue 값은 Hunter L≤50.0 범위에서 유의적으로 높았다($p<0.05$). 이처럼 Hunter L 값과 다

Table 3. Physical traits of pork carcass classified by Hunter L value

Traits	Hunter L values		
	≤50.0	50.1~55.0	≥55.01
No. of animals	237	79	14
Shear value(kg/0.5 inch ²)	3.46±0.08	3.17±0.17	3.33±0.33
Water holding capacity(%)	61.86±0.28 ^a	58.37±0.48 ^b	55.87±0.70 ^c
Cooking loss(%)	34.06±0.29	35.11±0.77	35.07±1.99
Purge loss(%)	2.33±0.10 ^b	3.41±0.27 ^a	3.91±0.57 ^a
Fat hardness(kg)	16.28±0.35	16.45±0.66	14.59±1.10

^{a-c} Means having different letters in the same row are significantly different (p<0.05).

Table 4. Meat color characteristics of pork carcass classified by Hunter L value

Traits	Hunter L values			
	≤50.0	50.1~55.0	≥55.01	
No. of animals	237	79	14	
CIE	L*	52.71±0.32 ^c	58.92±0.16 ^b	63.71±0.30 ^a
	a*	8.46±0.15 ^c	9.95±0.27 ^b	11.09±0.48 ^a
	b*	6.55±0.13 ^c	8.50±0.20 ^b	9.72±0.42 ^a
Chroma	10.74±0.18 ^c	13.11±0.32 ^b	14.79±0.57 ^a	
Hue	52.28±0.41 ^a	49.30±0.44 ^b	48.71±1.15 ^b	
ΔE	53.84±0.32 ^c	60.42±0.19 ^b	65.44±0.32 ^a	

^{a-c} Means having different letters in the same row are significantly different (p<0.05).

Table 5. Sensory properties of pork carcass classified by Hunter L value

Traits*	Hunter L value		
	≤50.0	50.1~55.0	≥55.01
No. of animals	237	79	14
Juiciness	3.96±0.06	3.72±0.14	3.50±0.50
Tenderness	4.09±0.08	3.87±0.15	3.45±0.75
Flavour	4.44±0.05	4.35±0.12	4.50±0.30

* Based on 6-point evaluation(Juiciness, 1=very dry, 6=very juicy; Tenderness, 1=very tough, 6=very tender; Flavor, 1=very objectionable, 6=very acceptable).

른 육색 특성들은 서로 연관성을 가지며, 다른 실험들 중에서도 기계적 육색 측정으로 정확한 육색을 규명하려고 시도하였다⁽¹²⁾.

Table 5는 Hunter L 범위에 따른 육의 관능적 특성을 조사한 결과로, 다즙성, 연도, 풍미에 있어서 Hunter L 범위에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 육색 명도 값이 낮을수록 관능적 평가에서 대체로 높은 경향을 보였다. 김 등⁽¹⁵⁾도 CIE L*값이 50이상인 그룹과 50 이하인 그룹의 관능적 특질을 조사한 결과, 50

이하인 그룹의 다즙성이 유의적으로 높았으며, 유의적 차이는 인정되지 않았지만 연도도 높은 경향을 보였다고 보고하였다.

요 약

본 연구에서는 육색에 따른 돈육의 육질특성을 파악하기 위하여 육색특성중 대표적인 Hunter L 값을 기준으로 설정하여 육의 이화학적 특성 및 관능특성을 분석하였다. 도축후 3, 5,

10, 15시간에 측정된 도체온도와 도축후 15시간까지의 온도 저하율은 Hunter L 값의 증가에 따라 유의적으로 낮았으며($p < 0.05$), 도축 직후와 24시간에 측정된 pH의 경우에도 명도가 증가할수록 유의적으로 낮았다. 물리적 특성에서 전단력은 L 값의 세 범위간에 유의성이 인정되지 않았으나, 보수성은 명도가 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 조리감량에서는 유의적인 차이가 없었지만, 드립의 경우 명도가 높을수록 드립량이 증가되었다. 육색의 경우 CIE L*, a*, b*와 chroma, Hue 및 ΔE 값은 육색명도가 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 결론적으로 다른 육에 비해 육색명도(Hunter L) 값이 높은 육은 사후온도가 높고, pH와 보수성이 낮으며, 드립이 많이 발생하여 소비측면에서 보면, 좋지 못한 외관으로 소비자가 구입을 기피할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 관능적 특성에 유의적인 차이가 인정되지 않아 보다 폭넓은 연구가 이루어져야 될 것으로 사료된다.

인용문헌

- Irie, M. and Swatland, H. J. : Prediction of fluid losses from pork using subjective and objective paleness. *Meat Sci.*, 33, 277 (1993).
- Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Kim, C. J. : The relationship between color and water-holding capacity in post-rigor porcine longissimus muscle., *J. Muscle Food*, 6, 211 (1995).
- Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., Eikelenboom, G., Engel, B., van Laack, R. L. J. M., Hoving-Bolink, A. H., Sterrenburg, P., Nordheim, E. V., Walstra, P. and van der Wal, P. G. : The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. *Meat Sci.*, 34, 283 (1993).
- Lopez-Bote, C., Warriss, P. D. and Brown, S. N. : The use of muscle protein solubility measurements to assess pig lean meat quality. *Meat Sci.*, 26, 167 (1989).
- Maribo, H., Olsen, E. V., Barton-Gade, P., Moller, A. J. and Karlsson, A. : Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs. *Meat Sci.*, 50(1), 115 (1998).
- McLoughlin, J. V. and Goldspink, G. : Post-mortem changes in the colour of pig longissimus dorsi muscle. *Nature*, 198, 584 (1963).
- McVeigh, J. M. and Tarrant, P. V. : Effect of propranolol on muscle glycogen metabolism during social regrouping of young bulls. *J. Anim. Sci.*, 56, 71 (1983).
- Offer, G. : Modeling of the formation pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.*, 30, 157 (1991).
- Offer, G. and Knight, P. : The structural basis of water-holding in meat part 2: drip losses. In *Developments in Meat Science-4*, ed. Lawrie, R. Elsevier Applied Science, London p. 173(1989).
- SAS: SAS/STAT user' guide, 8th ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA(1996).
- Swatland, H. J. : Growth physiology and post-mortem metabolism in porcine muscle. P. 115-139. In: *Pork Quality: Genetic and Metabolic Factors*. Edit. E. Puolanne, D. I. Demeyer, M. Ruusunen, and S. Ellis. CAB International (1993).
- Van Oeckel, M. J., Warnants, N. and Boucque, Ch. V. : Measurement and prediction of pork colour. *Meat Sci.*, 52, 347 (1999).
- Van Laack, R. L. J. M., Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., Eikelenboom, G. and Pinheiro, J. C. : Is colour brightness(L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle?. *Meat Sci.*, 38, 193 (1994).
- Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Greaser, M. L. : Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Sci.*, 45, 339-352 (1997).
- 김동훈, 이무하, 김일석, 김태현, 이영창, 채현석, 김웅배, 정일병: CIE L* 기준에 의한

PSE육과 정상육의 육질 및 도체특성에 관한 연구. 한국축산학회지, 40, 643 (1998).

(2001년 7월 29일 접수)