

랜드레이스와 재래돼지육의 이화학적 특성

진상근·김철욱·송영민·장원혁*·김영보*·여정수**·김재우***·강근호****
진주산업대학교 국제축산개발학과, *경상북도 축산기술연구소, **영남대학교 축산학과,
영남대학교 생명공학연구소, *경상대학교 축산과학부

Physicochemical Characteristics of Longissimus Muscle between the Korean Native Pig and Landrace

S. K. Jin, C. W. Kim, Y. M. Song, W. H. Jang*, Y. B. Kim*, J. S. Yeo**,
J. W. Kim*** and K. H. Kang****

Department of International Livestock Industry, Chinju National University

**Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute*

***Department of Animal Science, Yeungnam University*

****Institute of Biotechnology, Yeungnam University*

*****Division of Animal Science, College of Agriculture, Gyeongsang National University*

Abstract

Comparisons in physicochemical characteristics of longissimus muscle between the Korean native pig (KNP: 75kg of slaughter weight and 240 days of age) versus Landrace (110kg of slaughter weight and 180 days of age) are as below. Compared with Landrace, KNP had a greater drip loss resulting from a lower muscle pH and water holding capacity, greater L* (lightness), a* (redness) and b* (yellowness) values in muscle color, and a greater L* value and smaller a* and b* values in attached backfat color. Tenderness were greater in the Korean native pig. Moreover, KNP had a greater number of muscle fibers and a smaller diameter of the fiber when examined by scanning electron microscopy. In sum, the Korean native pig, compared with Landrace, had a greater redness in meat color, a greater whiteness in fat color; the lower WHC and greater tenderness of the former apparently resulted from the lower slaughter weight rather than from a species difference.

Key words : Korean native pig, Landrace, pH, WHC, meat color, tenderness.

서 론

최근 국민소득의 증대와 더불어 소비자의 다양한 요구를 충족시키기 위하여 유통업자들은 등지방은 얇고 맛있는 돈육 생산을 요구하고 있다. 그리하여 과거 백색계통의 돈육 생산기술은 근육 축적과 등지방 축적억제를 위한 강도 높은 선발을 해 왔으며⁽¹⁾, 이러한 살코기형 돼지일수록 PSE (pale soft exudative) 육 출현율이 높고^(2,3), 지방이 견고하지 못하고, 피하지

방과 육 간의 분리현상, 육즙감량이 많고, 다즙성과 풍미가 나쁘다고 하였다⁽⁴⁾.

그러나 돼지의 성장발육상 근육내 지방이 적절하게 침착되기 위해서는 등지방두께가 적당하게 두꺼워져야 만이 가능하게 된다. Fjelkner-Modig와 Persson⁽⁵⁾는 등지방두께가 두꺼워 정육량이 적은 돼지가 근내지방도가 높아 관능특성도 뛰어나다고 하였다.

신선돈육의 품질에 영향을 미치는 중요한 특성으로 보수성, 다즙성, 육색, 연도, 풍미, 사후 pH의 저하 등이라고 하였고^(6,7), 소비자의 구매 기준 중 육색은 신선도와 관련한 소비자의 구매의욕에 많은 영향을 미친다고 하였으며⁽⁸⁾, 육색 중 명도를 나타내는 L*값이 58이상시 PSE

Corresponding author : S. K. Jin, Department of International Livestock Industry, Chinju National University, 150 Chilamdong, Chinju 660-758, Korea.

육, 52~58 정상육, 52이하시 DFD육으로 분류하였다⁽⁹⁾.

또한 식육의 최종 pH는 육질에 미치는 영향이 크며⁽¹⁰⁾, 낮은 pH일수록 마이오글로빈의 산화가 촉진되고⁽¹¹⁾, 단백질의 변성에 의해⁽¹²⁾ 염용성 단백질의 추출량은 감소하고⁽¹³⁾, 보수력은 낮아지고⁽¹⁴⁾, 드립발생량이 많아진다고 하였다⁽¹⁵⁾.

근내지방 함량은 pH 다음으로 관능평가에 영향을 미치며 연도와도 밀접한 관련이 있으며^(16,17), 나이가 많아질수록 육의 연도는 일반적으로 감소하고⁽¹⁸⁾, 적정 온도 이상에서 가열육의 씹힘성(chewing)이 낮아지는 것은 콜라겐이 가수분해에 의해 젤라틴으로 변하기 때문이다⁽¹⁹⁾.

이러한 좋은 육질에 대한 관심 고조로 최근 흑색돼지에 대한 식육으로서 선호도가 증대되고 있어 농가의 고소득 품종으로 관심을 끌고 있다. 그러나 흑색돼지는 등지방 두께가 두껍고 사료 효율이 낮아 성장이 늦으며, 산자수도 적어 전체적으로 생산성이 낮은 단점을 갖고 있다. 한편 현재 국내 대부분의 흑색돼지 사육농가는 품종에 대한 유전적 검증도 없이 무계획적으로 수입 또는 국내의 양돈장으로부터 종돈을 분양받아 생산하고 있어 흑돈이 갖고 있는 고유의 특성에 맞는 사육방법이 정립이 안된 상태에서 일반 백색계통의 돼지에 급여하는 배합사료를 주로 급여함으로써 생산성과 육질면에서 경제적 가치를 충분히 발휘하지 못하고 있다.

한편 재래돼지는 흑색돼지의 장점을 살리고, 일반 개량종 돼지보다도 생산성이 낮은 단점을 갖고 있으나 지방이 단단하고 백색이며, 고기는 쫄깃쫄깃하고 육즙이 풍부해 부드러우며 맛이 좋고 담백하여 한국 사람의 기호에 잘 맞는 것으로 알려지고 있다.

이러한 좋은 육질을 가진 재래돼지를 소비자에게 공급하기 위해서는 우선 재래돼지의 복원이 무엇보다도 중요하며, 정확한 육질특성 분석과 생산형질과 도체형질 관련 유전적 검증을 통해 재래돼지가 갖고 있는 고유의 육질을 유지하면서 생산형질을 개선시켜 생산자와 소비자 양쪽을 충족시킬 수 있는 방안 정립이 무엇보다도 필요한 시점이다.

따라서 본 연구에서는 개량종인 랜드레이스

와 비교하여 재래돼지의 육질특성을 구명하여 재래돼지 복원에 필요한 기초자료를 제공하는데 목적을 두었다.

재료 및 방법

사양실험

본 시험은 경남 거창육종 농장에서 사육된 Landrace와 경북 포항 송학농장의 재래돼지 거세돈 각각 30두씩을 공시돈으로 이용하였다. 사료급여는 일령 단계별로 공히 자돈, 육성돈, 비육후기사료로 구분하여 일반 배합사료를 급여하였다.

Landrace 경우 평균 180일령, 116 kg(등지방 두께 20.1 mm), 재래돼지는 240일령, 75 kg(등지방두께 13.4 mm)시 출하하여 도축하였다.

육질 분석

1) 공시재료

도축후 도축장 냉장실($2\pm 2^{\circ}\text{C}$)에서 24시간 냉각한 후 좌반도체의 등심(배최장근)을 분할 정형하여 랩포장한 후 $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 온도에서 24시간 경과 후 육질분석을 위한 공시재료로 이용하였다.

2) 조사항목 및 방법

(1) pH

근막, 지방 등을 제거한 후 세절한 시료 3g을 증류수 27ml와 함께 균질기(MSE, U.S.A.)로 14,000rpm에서 30초간 균질하여 pH-meter (Metrohm 632, Swiss)로 측정하였다.

(2) 보수력

육의 보수력은 Laakkonen⁽²⁰⁾의 방법에 따라 총 수분함량과 유리수분함량을 구한 뒤 아래와 같은 방식으로 산출하였다. 총 수분함량은 시료를 $100\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 건조오븐에서 24시간 건조 후 아래 식으로 구하였다. 유리수분은 튜브에 시료를 담아 항온수조($70^{\circ}\text{C}/30\text{min.}$)에서 가열 후 실온에서 30분간 방냉시킨 후 원심분리를 시켜(4°C 에서 3,000rpm으로 10분간) 아래 식으로 구하였다.

$$\text{총수분함량}(W\%) = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

$$\text{유리수분함량}(F\%) = \frac{(C-D)}{C} \times 100$$

$$\text{보수력}[W.H.C(\%)] = \frac{W\% - F\%}{W} \% \times 100$$

- A : 건조 전 sample 무게
 B : 건조 후 sample 무게
 C : 원심분리 전 sample 무게
 D : 원심분리 후 sample 무게

(3) 육즙손실

등심육을 근섬유와 수평방향으로 직경 3.5cm core로 쪼려 시료를 취한 후 무게를 측정하여 뚜껑이 있는 플라스틱 상자(18×15×10cm)에 매달아 48시간 동안 냉장온도(4°C)에서 보관 후 무게를 측정하여 보관 전후 무게 차이 즉 육즙의 감량을 보관 전 시료 무게에 대한 백분율로 육즙손실을 산출하였다.

(4) 조직감

신선육은 shearing cutting test로, 가열육은 mastication test로 측정하였고, Rheometer (Sun Scientific Co., Compac-100, Japan) 측정 조건은 다음 Table 1과 같다.

신선육은 전단력(shear force)을 측정하였으며, 가열육은 파쇄성(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 부착성(adhesiveness)을 조사하였다.

(5) 육색 및 지방색

육색은 Chromo meter(Model CR-210, Minolta Co. LTD, Japan)를 사용하여 동일한 시

Table 1. Condition of Rheometer for texture analysis

Classification	Fresh meat	Heated meat
Table speed	120 mm/min	120 mm/min
Sample speed	60 ms	50 ms
Load cell	10 kg	10 kg
Adapter area	30 mm ²	5 mm ²
Sample area	10 × 20 mm ²	25 × 25 mm ²

료를 3회 반복 측정하였으며, 이 때 표준색판은 L*=89.2, a*=0.921, b*=0.783으로 하였다. 등지방색도 동일한 방법으로 하였다.

(6) 미세조직 특성

Carroll과 Lee⁽²¹⁾의 방법에 따라 도축후 2일이 경과한 시료(5×5×5mm³)를 채취하여 0.1 M PSB(phosphate buffer solution, pH 7.5)로 희석한 2.5% glutaraldehyde(pH 7.5)로 3시간 고정한 후, PSB로 15분간 2회 반복 세척하였다. 0.1M PSB로 희석한 1% OsO₄용액을 시료의 30~40배 정도로 해서 1시간 재고정한 다음 PSB로 15분간 2회 반복 세척하였다. Ethylalcohol 30, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 100% 농도에서 각각 30분간 탈수시켰다. Isoamyl acetate로 30분간 2회 embedding한 후, 금으로 코팅한 후 Scanning Electron Microscope (CJSM/6400, Jeol Co.)를 통해 미세구조를 조사하였으며, 이 때 사용전압은 15kv였다.

통계분석

모든 시험에서 얻어진 성적은 GLM procedure(SAS)⁽²²⁾를 이용 ANOVA를 실시하여 유의성이 있는 것만 처리수가 적은 것은 T-test에 의해서 유의차를 검정하였고, 처리수가 많은 것은 Tukeys test에 의해서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

pH, WHC, drip loss

재래돼지와 Landrace 등심육의 pH, WHC, drip loss를 측정된 값은 Table 2와 같다. Landrace는 pH, WHC, drip loss가 각각 5.72, 75.09, 3.37이었으며, 재래돼지는 5.45, 73.31, 3.56로 Landrace에 비하여 재래돼지의 pH와 WHC이 낮았으며, 육즙손실은 많았다(p < 0.05). 이는 재래돼지가 Landrace에 비하여 출하일령은 많으나 체중이 낮고, 등지방두께도 얇아 살코기형 돼지가 갖는 단점인 PSE육 현상을 보이는 결과로 육즙손실이 증가한다는 보고^(2-4,17)와 일치하는 경향이였다. pH 5.44이하 시 돈육의 근원섬유 단백질 추출성이 낮고 PSE육 현상을 나타낸다는 보고⁽²³⁾에 비추어 볼 때 재래돼지의 pH와 거의 일치하는 수준이

Table 2. Comparison of pH, WHC and drip loss of longissimus muscle between Landrace and the KNP¹⁾

Treatment	pH	WHC ²⁾	Drip loss ³⁾
Landrace	5.72±0.16*	75.09±1.24*	3.37±0.14
KNP ¹⁾	5.45±0.06	73.31±4.24	3.56±0.24*

Data are means±S.D.

* P < 0.05.

¹⁾ KNP : Korean native pig.

^{2,3)} Unit : %

었다. 그러나 재래돼지도 유리육즙량이 5% 이상이면 비정상육이라고 한 범위⁽⁹⁾에는 포함되지 않았다.

육 및 지방색

재래돼지와 Landrace 등심육의 육 및 지방색에 대한 값은 Table 3과 같다. Landrace육은 명도를 나타내는 L*, 적색도를 나타내는 a*, 황색도를 나타내는 b*값은 각각 42.26, 5.55, 3.38로 나타났으며, 재래돼지는 45.35, 10.84, 4.83이었다. Landrace에 비하여 재래돼지육은 L*, a*, b*값 모두 높았다. 이는 Landrace에 비하여 재래돼지의 육색이 더 밝고 붉은 육색을 나타내는 결과였다. 일반적으로 나이가 들거나 체중이 늘어날수록 육색은 어두운 적색으로 변한다. 그러나 본 시험에 사용된 재래돼지는 Landrace에 비하여 출하일령은 많으나 근육성장이 낮음에도 불구하고 a*값이 높아 붉은 결과를 나타내었는데 이는 재래돼지가 갖고 있는

유전적 특성 때문인 것으로 사료된다. 또한 육색 L*값은 pH 및 보수력과 부의 상관관계라는 보고⁽²⁴⁾와도 일치하는 결과였다. Laack 등⁽⁹⁾은 L*값이 58 이상시 PSE에 속한다고 한 결과로 미루어 볼 때 재래돼지는 45.35수준으로 육색 면에서는 그 범위에 들지 않았다.

한편 Landrace육의 지방색 L*, a*, b*값은 각각 71.29, 3.16, 5.68로 나타났으며, 재래돼지는 74.89, 2.60, 4.45이었다. Landrace에 비하여 재래돼지의 L*값은 높았으나, a*와 b*값은 낮아(p < 0.05) 재래돼지의 지방색이 Landrace에 비하여 황색도가 낮은 더 밝은 백색을 나타내어 좋은 결과였다.

조직감

재래돼지와 Landrace 등심육의 조직감은 Table 4와 같다. Landrace에 비하여 재래돼지의 전단력, 경도, 부착성, 응집성, 탄력성, 점착성, 파쇄성 등 모든 조직감을 나타내는 항목에서 낮아 더 연한 결과였다. 이는 본 시험 결과 재래돼지가 Landrace에 비하여 근내지방 함량이 높아 육이 연하다고 한 보고^(16,17)와 나이가 많아질수록 육의 연도는 감소한다는 보고⁽¹⁸⁾와도 일치하는 경향으로 Landrace에 비하여 재래돼지는 출하일령은 많으나 체중이 낮아 아직 근육발달이 미흡하기 때문에 조직감에서 전반적으로 연하게 나타난 것으로 사료된다. 일반적으로 Landrace에 비하여 재래돼지육의 조직감은 더 쫄깃쫄깃하여 연하면서도 탄력성이 높은 것으로 알려지고 있는 데 이는 근섬유수와 근섬유의 굵기 등이 유전적으로 차이가 있는 것으로 사료된다.

Table 3. Comparison of meat and fat color of longissimus muscle between Landrace and the KNP¹⁾

Treatment	Meat color			Backfat color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Landrace	42.26±3.86	5.55±1.12	3.38±0.98	71.29±3.07	3.16±1.74*	5.68±1.46*
KNP ¹⁾	45.35±6.59*	10.84±1.83*	4.83±1.25*	74.89±4.37*	2.60±0.96	4.45±1.54

Data are means±S.D.

* P < 0.05.

¹⁾ KNP : Korean native pig.

Table 4. Comparison of texturizations of longissimus muscle between Landrace and the KNP¹⁾

Treatment	Shear force values	Hardness ²⁾	Adhesiveness ³⁾	Cohesiveness ⁴⁾	Springiness ⁵⁾	Gumminess ⁶⁾	Brittleness ⁷⁾
Landrace	10.15 ±1.41*	1135.47 ±151.76*	356.36 ±87.15*	35.19 ±7.38*	83.25 ±25.28*	857.27 ±272.54*	782.09 ±133.25*
KNP ¹⁾	7.10 ±1.29	972.34 ±200.01	206.84 ±87.71	26.13 ±8.88	71.03 ±10.81	507.98 ±149.20	660.25 ±104.21

Data are means±S.D.

* P < 0.05.

¹⁾ KNP : Korean native pig. ^{2,3)} Unit : g/cm², ^{4,5)} Unit : %, ^{6,7)} Unit : g

미세조직 특성

재래돼지와 Landrace 등심육의 전자현미경을 통한 미세조직 특성은 Fig. 1, 2와 같다. 5,000과 10,000배율 사진에서 공히 Landrace에 비하여 재래돼지는 근섬유수는 많고, 굵기는

가는 특성을 나타내었다. 일반적으로 소비자들이 선호하는 쫄깃쫄깃하고 탄력성이 있는 육일수록 가는 근섬유수가 많은 특징을 갖는다. 이러한 결과는 재래돼지육이 미세조직 사진에서 보는 바와 같이 형태학적 조직에 있어서도 소

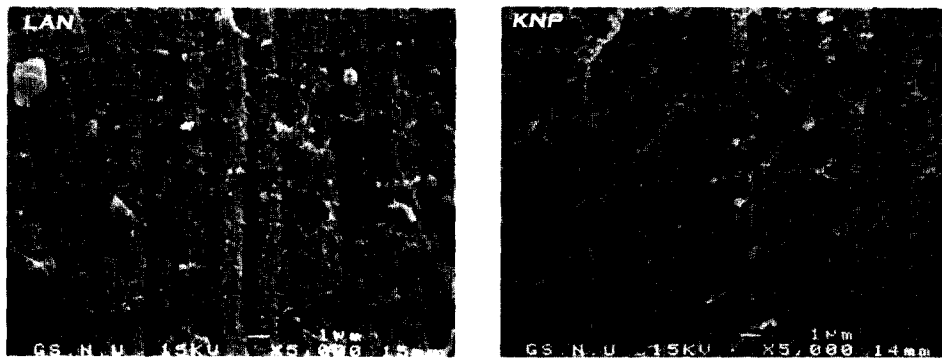


Fig. 1. Scanning electron microscope(SEM) micrograph at ×5,000 of longissimus muscle between Landrace and the KNP¹⁾. ¹⁾ LAN(Landrace), KNP(Korean native pig)

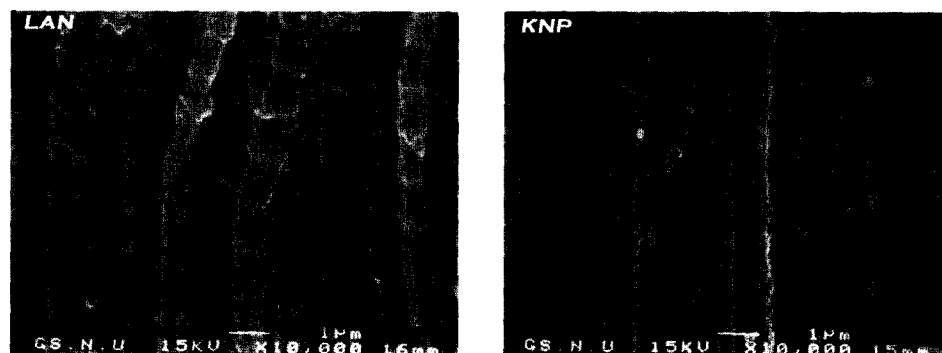


Fig. 2. Scanning electron microscope(SEM) micrograph at ×10,000 of longissimus muscle between Landrace and the KNP¹⁾. ¹⁾ LAN(Landrace), KNP(Korean native pig)

비자들이 좋아하는 저작감을 줄 것으로 사료된다. 물론 저작감에 미치는 영향은 품종, 성별, 연령 및 지방량 등에 종합적으로 영향을 받기도 한다.

요 약

재래돼지(출하체중 75kg, 출하일령 240일)와 Landrace(출하체중 110kg, 출하일령 180일) 등심육의 이화학적 특성을 비교한 결과는 다음과 같다.

Landrace에 비하여 재래돼지육의 pH와 WHC이 낮아 육즙손실은 많았다. 한편 육색은 L*(명도), a*(적색도), b*(황색도)값 모두 높았으며, 지방색은 L*값은 높았으나, a*와 b*값은 낮았다.

Landrace에 비하여 재래돼지육은 전자현미경을 통한 미세조직에서 근섬유수는 많고, 굵기는 가늘어 더 연했다.

종합적으로 볼 때 축종간에 있어서는 재래돼지육이 Landrace육보다 pH와 WHC이 낮아 육즙손실이 많았으나, 육색은 붉고, 지방색은 하얀색을 띄며 조직은 근섬유수는 많고, 굵기는 가늘어 더 연한 특성을 보였다.

감사의 글

본 연구는 1999년 농림수산기술개발사업의 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Ollivier, L., Lagant, H., Gruand, J. and Molnat, M. : Genetic progress in Large White and French Landrace pigs from 1977 to 1987. *J. Rech Porcine France.*, 23, 389 (1991).
2. Kauffman, R. G., Warner, R. D. and Joo, S. T. : One step closer to providing ideal pork quality for consumers in 1994. *Pork Chain Quality Audit*. National Pork Producers Council Publication. U.S.A. p. 143 (1994).
3. McKeith, F., Meeker, D. and Buege, D. :

Pork chain quality audit. *Proc. Recip. Meat Conf.*, 47, 73 (1994).

4. Wood, J. D., Enser, M. and Moncrieff, C. B. : Effects of carcass fatness and sex on the composition and quality of pigmeat. *Proc. 34th ICoMST*, p. 562 (1988).
5. Fjelkner-Modig, S. and Persson, J. : Carcass properties as related to sensory properties of pork. *J. Anim. Sci.*, 63, 102 (1986).
6. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Park, G. B. : The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Sci.*, 52, 291 (1999).
7. Van der Wal, P. G., Engel, B. and Hulsegge, B. : Causes for variation in pork quality. *Meat Sci.*, 46, 319 (1997).
8. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. : Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J. Food Sci.*, 63, 763 (1998).
9. Laack, R. L. J. M., Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., El-ikelenboom, 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).
10. Maribo, H., Olsen, E. V., Patricia, B. G., Anders, J. N. and Anders, K. : Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs. *Meat Sci.*, 50, 115 (1998).
11. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. : Metmyoglobin reducing capacity of fresh normal, PSE and DFD pork during retail display. *J. Food Sci.*, 63, 390 (1998).
12. Offer, G. : Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat-Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.*, 30, 157 (1991).
13. Den Hergog-Meischke, M. J. A. : Het waterhoudend vermogen van vers vlees, met speciale aandacht voor de invloed

- van processing endistributie. Ph. D. thesis, University of Utrecht, The Netherlands (1997).
14. Joo, S. T., Kauffman, R. L. J. M., van Laack, S. and Kim, B. C. : Variation in rate of water loss as related to different types of post-rigor porcine musculature during storage. *J. Food Sci.*, 64, 865 (1999).
 15. 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 (1997).
 16. Hodgson, R. R., Belk, K. E., Savell, J. W., Cross, H. R. and Williams, F. L. : Development of a quantitative quality grading system for mature cow carcasses. *J. Anim. Sci.*, 70, 1840 (1992).
 17. Eikelenboom, G., Hoving-Bolink, A. H. and Van-der Wal, P. G. : The eating quality of pork. The influence of intramuscular fat. *Fleischwirtschaft.* 31, 8 (1996).
 18. Shourthose, W. R. and Harris, P. V. : Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J. Food Sci.*, 55, 1 (1990).
 19. Nishimura, T., Liu, A., Hattori, A. and Takahashi, K. : Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during postmortem aging of beef. 1998. *J. Anim. Sci.*, 76, 528 (1998).
 20. Laakkonen, E., Wellington G. H. and Skerbon, J. W. : Low temperature long-time heating of bovine. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. *J. Food Sci.*, 35, 175 (1970).
 21. Carroll, R. J. and Lee, C. M. : Meat emulsions : Fine structure relationships and stability. Scanning Electron Microscopy. p. 447 (1981).
 22. SAS. SAS user's Guide : Statistics, SAS Inst. Inc., Cary, NC., U.S.A., (1995).
 23. Sung, S. K., Ito, T. and Fukazawa, T. : Relationship between contractility and some biochemical properties of myofibrils prepared from normal and PSE porcine muscle. *J. Food Sci.*, 41, 102 (1976).
 24. Ye, B. W., Lee S., Kim, B. C., Joo, S. T. and Park, G. B. : Effects of postmortem temperature on color and water-holding capacity of pork loin. 45th ICoMST, p. 402 (1999).

(2001년 3월 29일 접수)