



돼지 품종의 교배조합간 육질특성 비교

오하식 · 김현열 · 양한술¹ · 이정일^{2*} · 주영국² · 김철욱³

가야육종, ¹경상대학교 동물자원과학부, ²경상남도 축산진흥연구소, ³진주산업대 동물소재공학과

Comparison of Meat Quality Characteristics between Crossbreeds

Ha-Sik Oh, Hyun-Youl Kim, Han-Sul Yang¹, Jeong-Il Lee^{2*}, Young-Kuk Joo², and Chul-Uk Kim³

Kaya Health Breeding Co., Ltd.

¹*Department of Animal Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea*

²*Livestock Promotion Research Institute, Gyeongnam Province, Jinju 660-985, Korea*

³*Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea*

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the meat quality characteristics of pork loin in 3 crossbred groups (30 pigs/group). The crossbreeds were LY ♀×D ♂, Y ♀×B ♂ and L ♀×B ♂ (L: Landrace, Y: Yorkshire, B: Berkshire, D: Duroc). Pork loins were collected from animals (110~120 kg body weight) slaughtered in a commercial slaughter house and stored at -3°C. Samples were analyzed for general composition, physico-chemical properties, meat and fat color, texture characteristics, sensory evaluation and fatty acid composition at 24 hrs postmortem, and TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) values were determined at various storage times. The LYD pigs showed a higher back fat thickness than the YB and LB pigs. There were no significant differences in intramuscular fat, intermuscular fat, subcutaneous fat and springiness among the 3 crossbreeds. In addition, there were no significant differences in general composition, pH, drip loss, cooking loss and cooked sensory evaluation among the 3 crossbreeds ($p>0.05$). The shear force value of LB pork was significantly lower than other crossbreeds ($p<0.05$). Total heme pigment was significantly higher in YB pork compared to LYD and LB pork ($p<0.05$). The TBARS value of YB pork was significantly lower than that of LYD pork, except after the 1 day of storage ($p>0.05$). TBARS values increased significantly during storage for all three crossbreeds. The lightness (CIE L) of YB pork was significantly lower, while the redness (CIE a) was significantly higher in YB pork relative to the other crossbreeds. With regard to textural properties, the hardness and adhesiveness values were significantly lower in YB pork compared to LB pork. In fresh meat, the color of YB pork was significantly higher than the other breeds ($p<0.05$). The content of myristic acid (C14:0) was significantly lower, while the content of arachidonic acid (C20:4) was significantly higher in LB pork ($p<0.05$). These results show that the YB breed has the highest quality meat of the three crossbreeds.

Key words : meat quality, mating system, pork loin

서 론

양돈산업은 외형적으로 성장세를 지속하면서 사육두수도 증가하고 있는 추세이다. 그러나 고도 성장기를 거치면서 국내 양돈산업은 돈육의 질적인 향상 보다는 육량위주의 고에너지 사육과 같은 최저의 비용으로 최대의 돈육을 생산하는데 주력해 왔다. 그 결과 돼지고기의 탄력성

저하, 드립량 증가, 근내지방 함량 부족 및 PSE 발생율의 증가 등 육질 저하를 초래하는 문제점 등이 발생되고 있다. 특히 수입 자유화와 유통시장 개방에 따라 외국의 질 좋은 육류가 들어와 소비자 선택의 폭이 확대된 반면, 국내 산 돈육에 대한 소비자의 신뢰가 결여된 상태에서 품질과 가격 경쟁을 해야 되는 여건에 처해있다. 따라서 앞으로의 양돈산업은 돈육 품질을 고급화하여 소비자의 기호성을 만족시켜 소비를 확대해야만 생산자와 소비자가 공생할 수 있는 방법이라 생각한다.

돈육의 품질은 돼지의 품종, 사양방법, 영양 및 도축가공 등에 의해 영향을 받으며, 특히 품종은 육질에 결정적

*Corresponding author : Jeong-Il Lee, Livestock Promotion Research Institute, Gyeongnam 666-962, Korea. Tel: 82-55-211-6514, Fax: 82-55-211-6511, E-mail: leeji0429@empal.com

인 영향을 미친다(Martel *et al.*, 1988; Martens, 1998). 그리고 도축 후 돼지고기의 이화학적 특성은 돼지의 품종과 유전적 특성, 급여 사료의 종류 및 사육방법에 따라 차이를 나타내며, 도축 전 계류방법, 도축방법과 같은 도축 전·후의 취급은 돼지고기의 품질에 중요한 요인이 된다(Warriss *et al.*, 1995). 따라서 비육돈 생산에 있어 육량과 육질의 부의 상관관계를 극복하면서도, 각 품종이 가지고 있는 장점은 살리고 단점은 줄이기 위하여 품종간 교배를 이용한다(Uttaro *et al.*, 1993). 현재 국내의 비육용 돼지는 Landrace, Yorkshire 및 Duroc 종을 교배하여 생산하는 삼원교잡종(LY×D)이 가장 널리 이용되고 있는데, 이는 다른 교잡종에 비해 산자수가 높고, 성장이 빠르며, 육 생산량이 높기 때문이다(Hong *et al.*, 2001; Jin *et al.*, 2006). 품종이 도체특성에 미치는 영향을 조사한 결과 랜드레이스, 라이지 화이트, 듀록, 햄프셔, 삼원교잡종 사이의 도체율과 거래 정육량에서 유의적인 차이가 없다고 보고하였으며(최 등, 1996), Sather 등(1991)은 돼지 품종에 따라 도체특성은 유의적인 차이가 없었고, 적육, 지방, 뼈 비율도 성별에 관계없이 유사하다고 보고하였다.

본 연구에서는 일반적으로 사육되고 있는 삼원교잡종(LY×D)과 Landrace와 Yorkshire 순종에 미국의 NPPC(National Pork Producers Council)에서 제시하고 있는 후대평가 시 육질형질에 가장 적합한 Berkshire 종을 종료용돈(Terminal Sire)으로 이용하여 생산된 L×B, Y×B 간의 육질특성을 비교 조사하여 새로운 육질개량 방법을 찾고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시동물, 급여사료 및 사양관리

고성군 하이면 소재 가야육종 II농장에서 생산한 Yorkshire×Berkshire(48두), Landrace×Berkshire(22두) F1은 경상남도 첨단양돈연구소의 Berkshire 정액을 공급받아 처리구당 생산된 모든 돼지를 공시하였으며, 삼원교잡종(LY×D; 28두)은 의령군 대의면 소재 대의농장에서 생산된 돼지를 이용하였다. 시험농장의 돈사구조는 개방식 돈사이고 돈방 바닥재는 콘크리트 슬라트(concrete slate), 사료 급여 방법은 75 kg 사료가 들어갈 수 있는 원형사료 급여기를 사용하여 습식으로 자유 급식시켰으며, 급수방법은 사료통에 부착되어 있는 니플(nipple)을 이용하여 자유롭게 급수하였다. 본 시험에 사용된 사료의 조성은 Table 1과 같다.

시험설계

교배조합을 달리하여 3 처리구로 설정하였으며, 대조구(LY×D), Y×B, L×B 처리구는 출하시(체중: 110-120 kg)까지 성장단계 별 사료를 달리하여 부경양돈 배합사료를 급

Table 1. Ingredients and chemical composition of basal diet for feeding trial

Items	Basal diets for			
	Growing pig		Finishing pig	
	Early periods	Late periods	Early periods	Lat periods
Ingredients (%)				
Yellow corn	47.57	58.90	67.32	69.25
Soybean meal	31.20	30.85	23.60	14.68
Wheat bran	-	-	-	5.65
Wheat	10.00	-	-	-
Wheat flour	3.00	-	-	-
Rapeseed meal	-	-	-	3.00
Limestone	0.49	0.74	0.43	1.00
Tricalcium phosphate	1.59	1.39	1.92	0.84
Salt	0.10	0.25	0.30	0.30
Vitamin*	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral**	0.10	0.10	0.10	0.10
Animal fat	4.70	4.47	2.16	1.00
Molasses	0.50	3.00	4.00	4.00
L-Lysine HCl	0.20	0.10	0.07	0.08
DL-Methionine	0.15	-	-	-
Antibiotic	0.30	0.10	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical Composition				
Crude protein (%)	19.50	18.50	16.00	14.00
Lysine (%)	1.20	1.10	0.90	0.75
Methionine (%)	0.36	0.33	0.27	0.23
DE (kcal/kg)	3,515.00	3,500.00	3,400.00	3,300.00

*Vitamin : vit A, 4,000 IU; vit D3, 800 IU; vit E, 15 IU; vit K3, 2 mg; thiamin, 8 mg; riboflavin, 2 mg; vit B12, 16 mg, pantothenicacid, 11 mg; niacin, 20 mg; biotin, 0.02 mg.

**Mineral : Cu, 130 mg; Fe, 175 mg; Zn, 100 mg; Mn, 90 mg; I, 0.3 mg; Co, 0.5 mg; Se, 0.2 mg.

여한 후 일괄적으로 부경양돈농협 김해 공판장에서 도축하여 24시간동안 -3°C의 예냉실에서 냉도체를 만든 후 돈육의 등심부위(5번 늑골-3번 요추사이)를 발골·정형하여 처리구당 개체 5반복하여 wrap으로 함기포장한 후 냉장온도(4°C)가 유지되는 박스에 담아 경상대학교 식육가공연구실로 운반하여 도축 후 30-32시간이 경과된 돈육의 일반성분, 이화학적 특성 분석(pH, 전단가, 육즙 손실, 가열감량), 육색과 지방색, 조직감, 지방산화, 관능적 특성 분석 및 지방산 조성 등을 조사하여 교배조합 간 돈육 등심의 품질 특성을 구명하고자 실시하였다.

조사항목 및 분석방법

도체 특성 및 육질 평가

공시 가축은 출하 12시간 전부터 절식을 실시하고, 도축장으로 이송하였으며(이송시간 1시간 20분/70 km), 도

축전 2-3시간 계류를 실시한 후 도축하고 등지방 두께 및 도체 등급판정은 육류 등급 기준에 따라 실시하였으며, 김해 공판장에서 실시하고 있는 자체 육질평가(근내지방, 근간지방, 피하지방, 탄력성)를 실시하였다.

일반성분

일반성분 분석은 AOAC(1995)방법에 준하였으며, 수분 함량은 oven 건조법, 조단백질은 조단백질 증류장치(2200 Kjeltac Auto Distillation, Switzerland), 조지방은 Folch 등 (1957)의 방법으로 Soxhlet추출법(Soxtec system HT6, Switzerland), 조회분 함량은 electric muffle furnace(Naberphrem®, Germany)를 이용하여 800°C로 5시간동안 회화시킨 후 그 함량을 측정하여 백분율(%)로 나타내었다.

pH

마쇄한 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 polytron homogenizer(IKA labortechnik T25-B, Malaysia)로 14,000 rpm에서 1분간 균질하여 pH-meter(Mettler Toledo Co., MP 230, Switzerland)로 측정하였다.

육즙감량

Honikel(1987)의 suspension 방법을 이용하여 돈육 등심 근을 직경 4 cm의 core를 이용하여 50 g 내외로 시료를 채취한 후 보관용기(20×15×15 cm)에 매달아 4°C의 냉장 온도에서 48시간 동안 저장한 후 무게를 측정하여 중량법에 의하여 감량을 환산하였다.

가열감량

가열감량은 직경이 4 cm인 core를 이용하여 시료의 무게가 평균 70 g 내외가 되도록 일정하게 절단하여 무게를 측정하고(A), 시료를 지퍼백에 넣은 후 물의 온도가 90°C인 항온수조에서 심부 온도가 70°C에 도달할 때까지 가열한 후 일정시간 식힌 다음 시료의 무게를 측정하여(B) 산출하였다.

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

총 육색소 함량

총 육색소 함량은 Hornsey(1956)에 의한 방법으로 측정하였으며, 분쇄 돈육을 2 g 취하여 냉장고에 보관중인 Hornsey 시약 9 mL을 넣은 후, 13,000 rpm에서 1분간 균질화(Model T-25 Basic, IKA, Malaysia) 하였다. 균질액을 냉암소에서 1시간 방치한 후 Whatman No. 42 여과지로 여과한 후 Spectrophotometer(Model Genesys 5, Spectronic, USA) 640 nm에 각각 흡광도를 측정하여 다음과 같은 계산식으로 산출하였다.

$$\text{Total heme pigment (ppm)} = 640 \text{ nm} \times 680$$

육색 및 지방색

육색 및 지방색은 시료의 절단면을 이용하여 측정하였다. 육색 및 지방색 측정시 절단한 단면을 Chromameter (Minolta Co., CR 301, Japan)를 사용하여 동일한 시료를 3회 반복하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE(Commission Internationale de Leclairage) L 값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b 값을 측정하였다. 이때 표준화 작업은 표준색판을 이용하여 Y=93.5, x=0.3132, y=0.3198 값으로 표준화시킨 후 육색을 측정하였다.

전단가

전단가는 내부 온도가 70°C가 되도록 가열한 다음 실온에서 15분간 방치한 후 지름 1.5 cm의 core를 이용하여 근섬유 방향과 같은 방향으로 시료를 채취한 후, Instron Universal Testing Machine(Model 4443)에 Warner-Bratzler shear device를 장착하여 시료의 근섬유 방향과 직각으로 절단하여 측정하였다. Instron의 조건은 transducer 50 kg, crosshead speed 100 mm/min, load range 20 kg으로 실시하였다. 최대 peak를 전단력(kg/cm²)으로 나타내었다.

조직감

Test type은 Mastication test에서 하였고, computer와 rheometer 조건은 Table 2와 같다.

지방산화

Beuge와 Aust(1978) 등의 방법을 이용하여 신선육의 산

Table 2. Conditions of computer and Rheo meter for texture analysis

Items	Conditions
Computer conditions	
Table speed	120 mm/m
Sample speed	60 ms
Load cell	10 kg
Adapter area	∅ 5 mm
Sample area	∅ 10 mm
Sample move	15 mm
Sample length	10 mm
Force unit	g/cm ²
X axis unit	time (sec)
Rheometer conditions	
Mode	21
R/H	Real
R/T	Press
Rep.	2
Max.	10
15.0	mm
120	mm/m
1	sec

화정도는 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μ L와 증류수 15 mL를 가해 polytron homogenizer(IKA labortechnik T25-B, Malaysia)로 14,000 rpm에서 30초간 균질화시킨 후 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 여기에 2 mL thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90°C의 항온수조에서 15분간 열처리한 후 냉각시켜 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 spectrophotometer(Model Genesys 5, Spectronic, USA) 531 nm에서 흡광도를 측정했다.

TBARS(Thiobarbituric acid reactive substances)

= 흡광도 수치 \times 5.88

관능평가

관능검사는 잘 훈련된 관능검사요원 8명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 신선육의 관능적 특성평가는 육색, 육즙 감량, 마블링 스코어(marbling score), 향 및 전체적인 기호성의 항목으로 관능검사를 실시하였으며, marbling score는 대조구를 5점으로 기준하여 각 처리구마다 상대적인 평가를 하여 얻어진 값이다. 가열육 관능적 특성평가는 육색, 향, 조직감, 전체적인 기호성의 항목으로 관능검사를 실시하였다.

지방산 조성

지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 25 g에 Folch 용액(CHCl_3 : CH_3OH = 2:1) 180 mL와 BHA 50 μ L를 넣고 균질기(2,500 rpm)로 1분간 균질화시킨 다음 0.08% NaCl 50 mL을 첨가하여 30초간 흔들어 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 상층은 aspiration을 통하여 제거하고 하층은 funnel filter paper에 sodium anhydrous sulfate를 첨가하여 filtering 하였다. 추출물은 rotary evaporator에서 농축시키고 N_2 하에서 남은 용매를 제거하였다.

메틸레이션은 Folch 방법으로 추출한 지질 80 mg를 screw-capped test tube에 넣고 질소충전 하에서 용매를 제거한 후 0.5 N NaOH(in methanol) 1 mL을 넣고 90°C에서 7분 동안 가수분해시킨 다음 실온에서 5분 동안 냉각시켰다. 유리 지방산은 14% boron trifluoride(in methanol) 1 mL을 첨가하여 90°C에서 10분간 methylation 시킨 후 30분간 실온에서 냉각시켰다. Hexane 2 mL, 증류수 2 mL을 넣고 GC 분석을 위하여 상층에서 1 mL을 회수하여 GC로 분석전까지 냉동고에서 보관하였다.

Total fatty acid의 함량을 구하기 위해 회수한 sample 0.5 μ L를 split injection port에 injection 하였고, 이때의 GC 조건은 Table 3과 같다.

Table 3. GC conditions for analysis of total fatty acids compositions

Items	Conditions
Instrument	Hewlett Packard 6890 Gas chromatography
Column	Supelcowax 10 fused silica capillary column 60 m \times 0.32 i.d
Detector	Flame ionization detector (FID)
Initial temperature	50°C
Initial time	1 min
Final temperature	200°C
Final time	40 min
Injector temperature	250°C
Detector temperature	250°C
Oven temperature	180°C (6 min hold) \rightarrow 5°C/min climb, 220°C (2 min hold) \rightarrow 2°C/min climb, 240°C (20 min hold)
Carrier gas	N_2
Split ratio	10 : 1

통계분석

본 실험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System, 1999)를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구 평균간의 유의성 검정($p < 0.05$)은 Duncan의 다중검정법(multiple range test, Snedecor and Cochran, 1980)으로 처리구 간에 유의적인 차이를 비교하였다.

결과 및 고찰

도체 특성

교배조합 별 평균 체중이 110-120 kg 범위인 시험축을 도축하여 예냉실에서 24시간 보관한 후 도체중, 등지방 두께를 조사한 결과는 Table 4와 같다.

교배조합 간 도체중은 YB 그룹이 평균 92.6 kg으로 LYD 그룹과는 비슷하였지만 LB 그룹 보다는 높은 도체중을 보였는데, 이는 LB 그룹을 출하시 생체중량이 다소 작은 평균 114 kg을 출하하였기 때문에 그룹 간에 도체중량 차이를 보였다. 도살 체중이 증가함에 따라 도체중은 증가하는 것으로 알려져 있으며(Cisneros *et al.*, 1996; Eggert *et al.*, 1996; Ellis *et al.*, 1996), 본 연구에서는 출하시 평균 체중이 다르기 때문에 도체중량에 차이가 있으나, 모든 교배조합 간 평균 생체중이 110 kg이 넘기 때문에 육질 분석시 시료 간의 차이는 없을 것으로 사료된다. Sather 등(1991)도 돼지 품종에 따라 도체특성은 유의적인 차이가 없었고, 적육, 지방 및 뼈의 무게도 성별에 관계없이 유사하였다고 보고하였으며, Beattie 등(1999)도 수돼지와 미경산 암돼지 간에 도체중은 차이가 없다고 보고하였다.

등지방 두께는 교배조합 간에 유의적인 차이는 없었지만 LYD 그룹이 평균 27.00 mm로 YB 22.80 mm, LB 그룹 20.88 mm에 비하여 등지방 두께가 두껍게 나타났다.

Table 4. Comparison of carcass traits among crossbreeds

Items	Treatment ¹⁾		
	LY×D	Y×B	L×B
Carcass weight (kg)	91.00±5.34 ^{AB}	92.60±2.30 ^A	85.60±4.16 ^B
Backfat Thickness (mm)	27.00±8.72	22.80±2.28	20.80±2.39

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

^{A,B} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $p < 0.05$.

LYD 그룹은 평균 출하체중이 121 kg이며, YB 그룹은 123 kg으로 LYD 그룹이 다소 낮았지만 품종간 특성 상의 차이로 등지방 두께가 두꺼운 것으로 나타났다.

육질 평가

도축 후 24시간 동안 4±1°C의 예냉실에서 냉도체를 만든 후 부경양돈농협에서 자체적으로 실시하고 있는 육질 검사 항목인 근내지방, 근간지방, 피하지방 및 탄력성에 대한 평가를 실시한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Comparison of meat quality traits among crossbreeds

Items ²⁾	Treatment ¹⁾		
	LY×D	Y×B	L×B
Intramuscular fat	1.80±0.45	2.00±0.00	1.80±0.45
Intermuscular fat	1.20±0.45	1.00±0.00	1.00±0.00
Subcutaneous fat	1.80±0.84	2.00±0.00	1.40±0.55
Springiness	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

²⁾ Very good : 4 grade, good : 3 grade, moderate : 2 grade, bad : 1 grade.

근내지방은 냉도체의 배최장근 단면에서 마블링 상태를 점검하는 것으로 마블링 상태가 가장 충실한 것은 4점, 미약한 것은 1점으로 나타내었는데, 교배조합간에 유의적인 차이는 없었지만 YB 그룹이 약간 높은 점수를 받았다. 이와 같은 결과는 교배조합간 도축 체중이 110-120 kg이며, 수태지는 거세를 하였기 때문에 마블링 상태가 거의 비슷한 것으로 사료된다. 근간지방은 전각단면 복근 사이의 지방 함량을 나타내는 것으로 교배조합간에 유의적인 차이가 없었다. 피하지방은 흉부쪽 배면근과 피하지방 사이의 지방 함량을 나타내는데, 피하지방 두께가 10 mm 정도일 때 4점을 주었다. 교배조합 간에 유의적인 차이가 없었으

며 거의 비슷한 수준이었다. 육탄력성은 배최장근 단면의 육색 차이와 전체 탄력을 측정하는 것으로 탄력이 좋을 경우 4점으로 나타내었다. 교배조합 간에 동일한 2.00의 탄력성을 보였다. 이상의 결과를 종합해 보면 도축시 교배조합간 평균체중과 출하일령이 비슷하기 때문에 육질평가 4가지 항목에서 유의적인 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

육질 특성

교배조합을 달리하여 비육시킨 공시 가축은 도축장에서 관행적인 방법으로 도축한 다음 24시간 동안 예냉실에 보관한 후 좌도체로부터 등심(배최장근, *Longissimus dorsi* muscle)을 채취하여 4±1°C에서 보관하면서 육질특성 분석용 공시재료로 이용하였다.

일반성분 변화

교배조합에 따른 돈육 등심의 일반성분 분석 결과는 Table 6에 나타내었다. 수분함량은 교배조합 간에 차이를 보이지 않았으며, 전체적으로 69.01-69.23%의 함량을 보였다. Hodgson 등(1991)은 수분함량이 높으면 상대적으로 지방함량이 낮아진다고 하였는데, 본 연구에서는 교배조합간에 수분함량과 조지방 함량이 거의 유사한 수준을 보였다. 조단백질 함량은 교배조합 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그리고 교배조합 간에 단백질 함량이 25% 수준으로 높은 단백질 함량을 보였다. 근내지방 함량 (Intramuscular fat, IMF)을 나타내는 조지방 함량은 교배조합간에 유의적인 차이를 보이지는 않았지만 평균 함량은 LYD>YB>LB 순으로 나타났다. 근내지방도(IMF)는 돼지고기의 품질(Lee and Joo, 1999) 및 맛을 결정하며 (Steinberg *et al.*, 1996), Kirchheim 등(1996)은 근내지방도 최소치를 2%로 제시하였다. 또한 근내지방도는 돈육의 명

Table 6. Comparison of chemical composition of pork loin among crossbreeds

Treatments ¹⁾	Chemical composition (%)			
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
LY×D	69.01±1.93	25.73±1.47	2.35±0.34	1.33±0.11
Y×B	69.23±1.86	25.15±1.23	2.20±0.42	1.28±0.03
L×B	69.10±0.69	25.83±0.59	1.80±0.48	1.29±0.04

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

Table 7. Comparison of physico-chemical properties of pork loin among crossbreeds

Treatments ¹⁾	Physico-chemical properties				
	pH	Shear force value (kg/cm ²)	Drip loss (%)	Cooking loss (%)	Total heme pigment (ppm)
LY×D	5.49±0.13	4.20±0.66 ^A	3.52±1.89	32.46±4.58	30.85±3.02 ^B
Y×B	5.51±0.06	4.22±0.99 ^A	1.84±0.46	31.04±5.94	42.50±6.54 ^A
L×B	5.43±0.04	3.18±0.48 ^B	3.31±1.33	31.88±2.95	34.18±2.77 ^B

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

^{A,B} Means with different superscript in the same column are significantly differ at $p < 0.05$.

도, pH 및 drip loss와 높은 상관관계를 가진다(Lee and Joo, 1999). 조희분 함량은 교배조합 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

일반성분 분석결과 교배조합을 달리하여 비육시킨 돼지를 출하일령과 출하체중이 비슷한 것을 선발하여 도축하였기 때문에 일반성분에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

이화학적 특성 변화

교배조합 별 pH, 전단가, 육즙감량, 가열감량 및 총 육색소 함량은 Table 7에서 나타내었다. 육의 물리화학적 성질 중에서 가장 기본적이며 중요한 성질인 pH는 육의 보수성에 영향을 미치며, pH의 고·저 차이가 보수성 및 연도에 영향을 미친다. 근육의 pH 저하는 방혈할 때부터 시작되어 최종 pH에 도달하는데, 온도와 pH가 감소하는 것은 대사/효소작용을 하는 동안 산화적 대사작용에서 혐기적 대사작용으로 전환되면서 근육 내 글리코젠 함량이 감소(Maribo *et al.*, 1998)하기 때문이라고 보고하였다. 교배조합별 pH 비교에서 모든 품종이 정상적인 pH 범위를 보였으며, 교배조합 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 전단가는 LYD와 YB 그룹이 LB 그룹에 비하여 유의적으로 높은 전단가를 보였다($p < 0.05$). 저장 시 삼출되는 육즙감량, 식육을 가열하였을 때 삼출되는 가열감량 및 myoglobin, hemoglobin과 cytochrome 함량을 나타내는 총 육색소 함량은 YB 그룹이 LYD와 LB 그룹에 비하여 유의적으로 높은 함량을 보였다($p < 0.05$). 전체적으로 YB 그룹이 pH, 전단가 및 총 육색소 함량은 높고, 육즙감량, 가열감량은 낮아 LYD와 LB 그룹에 비하여 육의 품질특성이 우수하다고 평가할 수 있다.

근육과 적육의 육색은 myoglobin, hemoglobin 및 cytochrome C에 의해 결정되는데, 보통 이러한 heme protein 들을 heme pigment라고 하며(Francis, 1985; Hedrick *et al.*, 1994), 적색 근섬유인 돈육이나 우육에서는 myoglobin이 백색 근섬유인 계육에서는 cytochrome C에 의해 육색이 좌우된다(Han, *et al.*, 1994). 특히 각각의 축종에 따른 육색소(heme pigment) 함량은 각각 다르며(Hood, 1980), 연령별도 달리 나타난다. 특히 Renner(1990)에 따르면 내적

요인인 근육타입, 축종, 연령, 품종 및 사료급여 등에 따라서도 육색소에 영향을 미친다고 하였다.

육색 및 지방색 변화

육색 및 지방색 측정 결과인 L, a, b 값은 Table 8에서 나타내었다. 육색의 밝기 정도를 나타내는 명도(lightness: L) 값은 YB 그룹이 LYD와 LB 그룹에 비하여 유의적으로 낮은 값을 보였다($p < 0.05$). 적색도(redness)를 나타내는 a 값은 명도의 결과와는 반대로 YB 그룹이 LYD 그룹에 비하여 유의적으로 높은 값을 보였으며($p < 0.05$), LB 그룹과는 유의적인 차이는 없었지만 다소 높은 값을 보였다. 황색도(yellowness)를 나타내는 b 값은 교배조합간에 차이가 나타나지 않았다. 소비자들의 관점은 식육 구입에 있어서 외관 형질 즉, 육색을 기초로 하여 구매한다(Zhu and Brewer, 1998). 또한 육색은 돈육의 품질을 좌우하게 되고, 냉장돈육에서 정상적인 육색은 돈육산업에 있어서 대단히 중요하다(Warner *et al.*, 1993).

지방색 측정 결과, 명도를 나타내는 L 값은 YB 그룹이 LYD와 LB 그룹에 비하여 유의적으로 높은 명도 값을 보였다($p < 0.05$). 적색도(a)는 명도의 결과와는 반대로 YB 그룹이 LYD와 LB 그룹에 비하여 유의적으로 낮은 값을 보였다($p < 0.05$). 황색도(b)는 교배조합 간에 차이를 나타내지 않았다.

Table 8. Comparison of CIE L value (lightness), CIE a value (redness) and CIE b value (yellowness) of pork loin and backfat among crossbreeds

Treatments ¹⁾	Color		
	L	a	b
	Meat color		
LY×D	53.81±3.70 ^A	7.80±1.43 ^B	4.75±1.52
Y×B	48.95±2.12 ^B	8.84±1.19 ^A	4.49±1.05
L×B	53.99±1.30 ^A	8.57±0.91 ^{AB}	5.08±0.69
	Backfat color		
LY×D	79.09±1.04 ^B	3.28±1.22 ^A	3.94±0.65
Y×B	80.52±0.98 ^A	2.27±0.36 ^B	3.99±0.36
L×B	79.41±1.06 ^B	3.55±0.74 ^A	3.61±0.69

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

^{A,B} Means with different superscript in the same column are significantly differ at $p < 0.05$.

Table 9. Comparison of texture property of pork loin among crossbreeds

Treatments ¹⁾	Hardness (g/cm ²)	Adhesiveness (g)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
LY×D	1003.48±223.62 ^{AB}	58.40±37.39 ^B	37.02±4.01 ^A	48.36±5.24	675.21±190.51	352.43±135.62
Y×B	907.07±146.95 ^B	54.40±31.39 ^B	35.78±3.14 ^{AB}	47.91±4.91	581.09±133.32	306.97±104.77
L×B	1105.28±132.86 ^A	96.40±34.64 ^A	33.19±3.07 ^B	50.11±4.04	651.81±118.90	327.60±73.02

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

^{A,B} Means with different superscript in the same column are significantly differ at $p < 0.05$.

조직감 변화

교배조합에 따른 돈육 등심의 조직감 분석 결과는 Table 9에 나타내었다. 물질을 변형시킬 때 필요한 힘을 나타내는 경도(hardness)는 LB 그룹이 YB 그룹에 비하여 유의적으로 높은 값을 보였으며($p < 0.05$), LYD 그룹보다는 다소 높은 값을 보였다. 물체의 표면과 표면에 부착되어 있는 것을 분리시키는데 필요한 힘을 나타내는 부착성(adhesiveness)은 경도의 결과와 유사한 경향을 보였으며, LB 그룹이 LYD와 YB 그룹에 비하여 유의적으로 높은 값을 보였다($p < 0.05$). 제품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘을 나타내는 응집성(cohesiveness)은 LYD 그룹이 YB나 LB 그룹에 비하여 높은 값을 보였다($p < 0.05$). 제품의 외부로부터 힘을 가한 후 생긴 변형이 힘을 제거 시 원상복귀하는 성질을 나타내는 탄력성(springing), 제품을 삼킬 수 있을 정도로 씹는데 필요한 에너지를 나타내는 껌성(gumminess)과 제품을 부수는데 필요한 힘을 나타내는 파쇄성(brittleness)은 교배조합 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

지방산화

교배조합에 따른 돈육 등심의 지방산화 분석 결과는 Table 10에 나타내었다. 저장 1일에는 교배조합간의 비교에서 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 저장 5일 이후에는 YB 그룹이 LYD 그룹에 비하여 유의적으로 낮은 지방산화를 보였다($p < 0.05$). 저장기간에 따른 비교에서는 모든 품종에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 지방의 산화는 1차 산화생성물질인 hydroperoxide가 최종 분해산물인 케톤, 알코올, 카아보닐 화합물 및 알데하이드 등을 생성하기 때문인데, 특히 알데하이드는 이취를 생성하는 물질로 알려져 있다. Du

Table 10. Comparison of TBARS (mg MDA/kg) of pork loin among crossbreeds

Treatments ¹⁾	Storage (days)		
	1	5	8
LY×D	0.15±0.03 ^C	0.22±0.03 ^{Ba}	0.33±0.01 ^{Aa}
Y×B	0.14±0.06 ^B	0.18±0.02 ^{Bb}	0.26±0.01 ^{Ab}
L×B	0.15±0.03 ^B	0.19±0.01 ^{Bab}	0.26±0.02 ^{Ab}

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

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

^{a,b} Means with different superscript in the same column are significantly differ at $p < 0.05$.

등(2000)이 저장기간이 경과함에 따라 계육 패티의 TBARS 값이 상승한다는 보고와 일치하였고, 이는 저장기간 동안 지질 산화의 진행에 의한 것이라고 보고하였다.

신선육 관능검사

교배조합 별 신선육의 관능검사 결과는 Table 11에 나타내었다. 신선육 관능검사 평가항목 중 육색은 YB 그룹이 LYD 그룹에 비하여 유의적으로 높은 육색을 보였는데($p < 0.05$), 이와 같은 결과는 Chromameter로 CIE L, a 값을 측정하였을 때 YB 그룹이 다른 교배조합에 비하여 명도 값은 가장 낮고 적색도 값은 가장 높게 나타났기 때문에 관능검사시에도 같은 결과가 나타난 것으로 사료된다. 육즙감량, 마블링함량, 향 및 전체적인 기호성은 교배조합 간에 유의적인 차이가 없었으나 YB 그룹이 다른 교배조합에 비하여 관능검사시 높은 점수를 받은 것으로 나타났다.

일반적으로 근내지방이 관능적 특성에 영향을 주는 기작에 대한 이론은 아직 정립되지 않았으나, 여러 연구결과들에서 몇 가지 가능한 요인들이 보고되고 있다. 지방

Table 11. Comparison of sensory evaluation of fresh pork loin among crossbreeds

Treatments ¹⁾	Color	Drip loss	Marbling score	Aroma	Overall acceptability
LY×D	5.20±0.53 ^B	4.84±1.05	5.00±0.00	4.43±1.72	5.29±0.49
Y×B	6.20±0.79 ^A	4.90±0.93	5.50±0.76	5.29±0.76	6.27±1.07
L×B	6.00±0.82 ^{AB}	5.73±1.88	4.79±1.07	4.14±1.07	5.10±1.53

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

^{A,B} Means with different superscript in the same column are significantly differ at $p < 0.05$.

세포의 분화 및 성장이 결체조직 사이에서 일어나므로 (Nishimura *et al.*, 1999), 육내 결체조직 수가 상대적으로 줄어들고 씹힘 작용에서 유효작용과(Miller, 1994), 침샘을 자극하여(Thompson, 2001) 다즙성이 높은 느낌을 받게 한다고 믿어지고 있다.

가열육 관능검사

교배조합별 가열육의 관능검사 결과는 Table 12에 나타내었다. 육색, 향 및 조직감은 교배조합 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 YB 그룹이 다른 두 그룹에 비하여 다소 높은 점수를 받았다. 전체적인 기호성은 교배조합 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 LB>YB>LYD 그룹 순으로 평가 점수가 나타났다.

지방산 조성 변화

교배조합 별 지방산 조성은 Table 13에 나타내었다. 일반적으로 육류의 근육내 지방산 조성에서 돈육은 급여 사료의 질에 영향을 받으나, 소나 양과 같은 반추동물의 경우는 반추위의 대사기능에 연유되어 영양물질이 제 1위

내의 미생물에 의해 분해되기 때문에 급여 지방산 수준이 근육내 지방산 조성에 큰 영향을 미치지 않는다. 교배조합 간에 2가지 지방산 조성이 변하였는데 myristic acid(14:0) 함량은 LB 그룹이 LYD나 YB 그룹에 비하여 유의적으로 낮은 함량을 보였으며, 반면에 arachidonic acid(14:0) 함량은 가장 높은 함량을 보였다($p<0.05$). 포화지방산/불포화 지방산 함량비는 교배조합이 영향이 미치지 않았다.

일반적으로 포화지방산 함량이 높으면 육내 지방산화 안정성(Du *et al.*, 2000; Sim, 1997) 및 육색 안정성에 도움을 준다(Joo *et al.*, 2002). 그러나 인체 건강과 관련한 지방산 조성면에서 동맥경화증, 고혈압 예방 등과 같은 건강에 유익한 지방산은 불포화지방산 비율이 높고, 포화지방산 비율이 낮을수록 좋다고 보고하였다(Engler *et al.*, 1991; Decker and Shantha, 1994). 일반적으로 단위가축은 반추가축과는 달리 급여하는 사료의 지질원 조성에 영향을 많이 받는데, 본 연구에서는 급여되는 지질원이 같기 때문에 체내 지방산 조성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

요 약

비육돈 생산에 있어 교배조합이 육질특성에 미치는 영향을 알아보려 LY×D, Y×B 및 L×B 품종을 이용하여 조사하였다. 교배조합별 30두씩 공시, 출하평균 체중은 110-120 kg이며, 일괄적으로 부경양돈농협 김해공판장에서 도축하여 24시간동안 -3°C의 예냉실에서 냉도체를 만든 후 돈육의 등심부위(5번 늑골-3번 요추사이)를 발골·정형하여 처리구당 개체 5반복하여 wrap으로 합기포장한 후 냉장온도(4°C)가 유지되는 boxer에 담아 경상대학교 식육가공연구실로 운반하여 돈육의 일반성분, 이화학적 특성분석(pH, 전단가, 육즙손실, 가열감량), 육색과 지방색, 조직감, 지방산화, 관능적 특성분석 및 지방산 조성 등을 조사하여 교배조합간 돈육 등심의 품질특성을 구명하고자 실시하였다.

등지방두께는 LYD 그룹이 YB나 LB 그룹에 비하여 두꺼웠다. 육질평가에서 근내지방, 근간지방, 피하지방 및 탄력성은 교배조합간에 차이가 없었다. 육질특성에서 일반성분, pH, 육즙감량, 조리감량 및 가열육의 관능검사는 교배조합간에 유의적인 차이가 없었다. 전단가는 LB 그룹이 LYD나 YB 그룹에 비하여 유의적으로 낮은 값을 보였다($p<0.05$). 총 육색소 함량은 YB 그룹이 LYD와 LB 그룹에 비하여 유의적으로 높은 함량을 보였다($p<0.05$). 지방산화(TBARS)는 YB 그룹이 저장 5일과 8일에 LYD 그룹에 비하여 유의적으로 낮은 값을 보였으며, 저장기간이 경과함에 따라 모든 교배조합이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 육색 중 L 값은 YB 그룹이 가장 낮았으며, a 값은 가장 높았다. 지방색은 반대로 L 값은 YB 그룹이 가

Table 12. Comparison of sensory evaluation of cooked pork loin among crossbreeds

Treatments ¹⁾	Color	Aroma	Texture	Overall acceptability
LY×D	5.32±1.18	5.50±1.52	6.00±1.10	5.75±0.52
Y×B	5.72±0.92	5.68±1.15	6.32±1.18	6.20±1.20
L×B	5.68±1.23	6.02±0.87	5.05±2.31	6.96±1.21

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

Table 13. Comparison of fatty acid composition (%) of pork loin among crossbreeds

Fatty acid	Treatments ¹⁾		
	LY×D	Y×B	L×B
C14:0	1.69±0.07 ^A	1.60±0.11 ^A	1.46±0.08 ^B
C16:0	24.92±1.33	24.78±0.97	23.93±1.10
C16:1	3.80±0.60	3.90±0.28	3.26±0.34
C18:0	12.33±1.36	12.14±0.93	12.01±0.66
C18:1	44.00±1.04	44.70±1.07	44.12±0.46
C18:2	10.20±2.13	9.86±0.88	11.62±1.95
C18:3	0.47±0.12	0.46±0.07	0.50±0.08
C20:0	0.19±0.04	0.28±0.26	0.18±0.02
C20:1	0.83±0.11	0.74±0.06	0.75±0.04
C20:4	1.58±0.00 ^B	1.54±0.22 ^B	2.16±0.44 ^A
SSFA ²⁾	39.13±2.70	38.80±1.90	37.58±1.81
SUFA ³⁾	60.87±2.70	61.20±1.90	62.42±1.81

¹⁾ L (Landrace), Y (Yorkshire), D (Duroc), B (Berkshire).

^{A,B} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $p<0.05$.

²⁾ SFA : saturated fatty acid (C14:0, C16:0, C18:0, C20:0).

³⁾ UFA : unsaturated fatty acid (C16:1, C18:1, C18:2, C18:3, C20:1, C20:4).

장 높았으며, a 값은 가장 낮았다. 조직감 중 경도와 부착성은 LB 그룹이 가장 높았으며($p < 0.05$), 응집성은 LYD 그룹이 가장 높았다($p < 0.05$). 신선육의 관능검사 중 육색은 YB 그룹이 LYD나 LB 그룹에 비하여 높은 점수를 받았다($p < 0.05$). 지방산 조성중 myristic acid(14:0) 함량은 LB 그룹이 가장 낮았으며, 반면에 arachidonic acid(20:4) 함량은 가장 높았다. 전체적으로 고찰하면 교배조합간의 육질 특성을 비교하였을 때 YB 품종이 가장 우수한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC., USA
2. Beattie, V. E., Weatherup, R. N., Moss, B. W., and Walker, N. (1999) The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.* **52**, 205-211.
3. Buege, J. A. and Aust, S. D. (1978) Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* **52**, 302-303.
4. Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F. K., McCawm J., and Fernando, R. L. (1996) Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality barrows and gilts from two genotype. *J. Anim. Sci.* **74**, 925-933.
5. Decker, E. A. and Shantha, N. C. (1994) Concentrations of the anticarcinogen, conjugated linoleic acid in beef. *Meat Focus Int.* **3**, 61.
6. Du, M., Ahn, D. U., and Sell, J. L. (2000) Effect of dietary conjugated linoleic acid(CLA) and linoleic/linolenic acid ration on polyunsaturated fatty acid status in laying hens. *Poultry Sci.* **79**, 1749-1756.
7. Eggert, J. M., Sheiss, E. B., Schnickel, A. P., Forrest, J. C., Grant, A. L., Mills, S. E., and Watkins, K. F. (1996) Effects of genotype, sex, slaughter weight, and dietary fat on pig growth, carcass composition and pork quality. 1996. Purdue Swine Day.
8. Ellis, M., Webb, A. J., Avery, P. J., and Brown, I. (1996) The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime, and slaughterhouse on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. *J. Anim. Sci.* **62**, 521-530.
9. Engler, N. M., Karanian, J. W., and Salem, J. M. (1991) Influence of dietary polyunsaturated fatty acids on aortic and plate fatty acid composition in the rat. *Nutr. Res.* **11**, 753.
10. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-507.
11. Francis, F. J. (1985) Pigment and other colorants. In: Food Chemistry, 2nd. ed. Fennema, O. R. (ed), Marcel Dekker, New York, pp. 545.
12. Han, D., Mcmillin, K. W., and Godber, J. S. (1994) Hemoglobin, Myoglobin and Total pigments in beef and chicken muscle; chromatographic determination. *J. Food Sci.* **59**, 1279-1282.
13. Hedrick, H. B., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Judge, M. D., and Merkel, R. A. (1994) Principles of Meat Science, 3rd ed. Kendall/Hent Publishing Co., Dubuque.
14. Hodgson, R. R., Davis, G. W., Smith, G. C., Savell, J. W., and Cross, H. R. (1991) Relationship between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops. *J. Anim. Sci.* **69**, 4858-4865.
15. Hong, K. C., Kim, B. C., Son, Y. S., and Kom, B. K. (2001). Effects of the mating system on fattening performance and meat quality in commercial pigs. *J. Anim. Sci. Technol.* **43**, 139-148.
16. Honikel, K. O. (1987) How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In P. V. Tarrant, G. Eikelenboom, and G. Monin(Eds.), Evaluation and control of meat quality in pigs(pp. 129-142). Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhof.
17. Hood, D. E. (1980) Factors affecting the rate of metmyoglobin accumulation in pre-packaged beef. *Meat Sci.* **4**, 247-265.
18. Hornsey, H. C. (1956) The colour of cooked cured pork. 1. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food and Agri.* **7**, 534-541.
19. Jin, S. K., Kim, I. S., Hur, S. J., Kim, S. J., and Jeong, K. J. (2006) The influence of pig breeds on qualities of loin. *J. Anim. Sci. Technol.* **48**, 747-758.
20. Joo, S. T., Lee, J. I., Ha, Y. L., and Park, G. B. (2002) Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color and water-holding capacity of pork loin. *J. Anim. Sci.* **80**, 108-112.
21. Kirchheim, U., Schoene, F., Rechartdt, W., and Greiling, A. (1996) Einfluß des intramuskulären Fettes auf Parameter der Fleischbeschaffenheit IMF. Kolloquium der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft jena (Willhelmsthal).
22. Lee, J. G. and Joo, S. T. (1999) Effects of slaughter weight on backfat thickness, intramuscular fat and physical properties of pork loin from barrow. *Kor. J. Anim. Sci.* **41**, 207-214.
23. Maribo, H., Olsen, E. V., Patricia, B. G., Anders J. N., and Anders K. (1998) Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs.
24. Martel, J., Minvielle, F., and Poste, L. M. (1988) Effects of crossbreeding and sex on carcass and pork quality traits in Duroc and Landrace pig I: Breed effects. *J. Anim. Sci.* **66**, 41-46.
25. Martens, H. (1998) Physiologie der Muskulature und das MHS-Gen des Schweines: Zur Diskussion umeine Eliminierung des mutierten Ryanodin Rezeptors aus der deutschen Schweinezucht. *Arch. Tierzucht. Dummerstorf.* **41**, 179-192.
26. Miller, R. K. (1994) Quality characteristics. In: Muscle Food; Meat Poultry and Seafood Technology. Kinsman, D. A., Kotula, D. A., and Breidenstein, B. C. (eds), New York, Chapman and hall.
27. Nishimura, T., Hattori, A., and Takahashi, K. (1999) Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of japanese black cattle: Effect of marbling on beef

- tenderization. *J. Anim. Sci.* **77**, 93.
28. Renner, M. (1990) Review: Factors involved in the discoloration of beef meat. *Int. J. Food Sci. Technol.* **25**, 613-630.
 29. SAS. (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute., Cary, NC, USA.
 30. Sather, A. P., Jones, S. D. M., Tong, A. K. W., and Murray, A. C. (1991) Halothane genotype by weight interactions on pig meat quality. *Can. J. Anim. Sci.* **71**, 645-653.
 31. Sim, J. S. (1997) Designer eggs and their nutritional and functional significance. *World Rev. Nutr. Diet.* **83**, 89.
 32. Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. (1980) *Statistical Methods* (7th ed.). Iowa State University Press. Ames, IA.
 33. Steinberg, M., Bergfeld, U., and Schoeberlein, L. (1996) Untersuchung zum Einfluß des IMF Gehaltes auf die physikalisch-technologischen Parameter der Fleischbeschaffenheit und die sensorischen Eigenschaften von Schweinefleisch IMF. Kolloquium der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft jena (Willhelmsthal).
 34. Thompson, J. (2001) The relationship between marbling and sensory traits. In proc. Marbling Symposium, Coffs Harbour, Australia. pp. 30-35.
 35. Uttaro, E., Ball, R. O., Dick, P., Rae, W., Vessie, G., and Jeremiah, L. E. (1993) Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. *J Anim Sci.* **71**, 2439-2449.
 36. Warner, R. D., Kauffman, R. G., and Russell, R. L. (1993) Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with *longissimus lumborum*. *Meat Sci.* **33**, 359-372.
 37. Warriss, P. D., Brownm S. N., Edwards, J. E. and Knowles, T. G. (1995) Effect of lagging time on levels of stress and meat quality in pigs. Proceeding of EU-Seminar. New information on welfare and meat quality of pigs a related to handling transport and lagging conditions. Mariensee. Germany, pp. 163-170.
 38. 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.
 39. 최재관, 전광주, 이준현, 김동훈, 김종복. (1996) 돼지의 도체 형질에 미치는 환경요인의 추정. *농업논문집.* **38**, 763-771.

(2007. 10. 23 접수/2008. 3. 19 수정/2008. 3. 31 채택)