

버크셔 계통조성돈의 육질 특성비교

박범영* · 조수현 · 김진형 · 성필남 · 강근호 · 정다운 · 김철욱¹ · 박화춘² · 정종현² · 최종순³ · 김동훈
농촌진흥청 국립축산과학원, ¹진주산업대학교 동물소재공학과, ²다산종돈, ³한국기초과학지원연구원

Comparison of Pork Quality by Different Berkshire Line

Beom-Young Park*, Soo-Hyun Cho, Jin-Hyoung Kim, Pil-Nam Seong, Geun-Ho Kang, Dawoon Jeong, Chul-Wook Kim¹, Hwa-Chun Park², Jong-Hyun Jeong², Jong-Soon Choi³, and Dong-Hun Kim

National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea

¹Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

²Dansan Pig Breeding Co., Namwon 590-831, Korea

³Korea Basic Science Institute, Daejeon 305-333, Korea

Abstract

Objective of this study was to develop a Korean Berkshire line produced using organized management techniques. A total of 448 pigs divided into five line groups were slaughtered and analyzed for their meat quality. pH₄₅ values were significantly higher in lines 1~4 (pH 6.08). However, pH₂₄ values were lower in line 1 (pH 5.69) and line 3 (pH 5.65) ($p < 0.05$) than in the other lines. Moisture contents were significantly higher in line 5, and the intramuscular fat contents (3.07%) were significantly higher in the other four lines. Water holding capacity (WHC) was higher for line 3 (58.36%) while Warner-Bratzler shear force (WBS) values were significantly higher for line 4 (2.84 kg/0.5inch²) than in the other lines ($p < 0.05$). For meat color properties, L values (CIE L) were 51.59 for line 5, and this value was higher than the other lines. There were no significant differences in a* values and b* values among the five lines ($p > 0.05$). Therefore, line 5 was selected as the growth type, whereas line 4 was selected as the Korean Berkshire line that produced pork significantly higher in pH and significantly lower in meat color (lightness), drip loss, and WBS.

Key words: Berkshire, pH, water holding capacity, meat color, meat quality

서 론

식육의 섭취형태는 그 나라의 식문화에 따라 결정된다. 유럽 등 서구에서는 돼지고기를 대부분 가공육으로 섭취를 하고 있으나, 우리나라에서는 신선육을 많이 소비하고 있다. 이는 돼지고기 생산대비 육가공품 생산 비율로 짐작 할 수 있는데, 2006년 현재 우리나라는 약 15% 수준으로 일본의 30%, 유럽의 70% 등 주요 선진국에 크게 못 미치고 있다(김 등, 2008). 가공육 보다 신선육의 소비가 발달한 나라에서는 고기의 품질이 매우 중요한 역할을 한다.

신선육을 소비하는 소비자는 육색이 선명하며 근내지방 함량이 높고 백색의 경지방의 특징을 가진 돈육을 선호한다. 돼지고기의 관능 특성에 영향을 미치는 요인으로는 품

종(Lan 등, 1993), 근내지방함량(Goransson 등, 1992; De Vol 등, 1988), 할로탄 유전자 보유 유무(Leach 등, 1996), 사후관리(Asghar와 Pearson, 1980), 조리온도 및 고기의 두께(Crawford 등 2010; Prestat 등, 2001) 등이 알려져 있다. Warris 등(1995)과 van der Wal(1995)은 그 외에도 돼지가 가지고 있는 유전적 특성이나 도축 전 계류, 도축방법과 같은 도축 전후의 취급도 중요한 요인이라고 하였다. 돼지는 소에 비하여 연령이 어리고 출하일령도 유사하여 근내지방은 결체조직의 양보다 큰 영향을 미치며, 근내지방 함량은 pH 다음으로 관능특성에 영향을 미치며, 전단력과 밀접한 관계에 있다(De Vol 등, 1988). 근내지방 함량과 기호성에 대하여 Ramsey 등(1990)은 돈육에 있어 비율정도 또는 근내지방 함량이 연도 및 전반적인 기호도에 는 상관 없이, 상관이 있다고 하더라도 기호도의 특성에 따라 미소한 부분일 것이라고 하였지만, Eikelenboom 등(1996)과 Park 등(1999) 및 Fortin 등(2005)은 돈육의 관능특성은 근내지방 함량과 밀접한 관계가 있다고 하였다.

*Corresponding author: Beom-Young Park, National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea. Tel: 82-31-290-1701, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: byp5252@korea.kr

일반적으로 돼지의 품종 중 유색종이 백색종에 비하여 근내지방도가 높고 육질이 좋은 것으로 알려져 있으며, 그 중에서 버크셔 혈통을 가진 돼지는 육질이 우수한 것으로 알려져 일본내에서는 약 28,000두의 모돈이 사육되고 있으며, 일반 비육돈에 비하여 50% 이상 고가에 거래되고 있다(Suzuki *et al.*, 2003). 그러나 같은 품종에서도 계통간 육질과 성장 등에서 차이를 보이는 것으로 알려져 있어 육질과 성장이 우수한 계통육성에 노력하고 있다. 국내에서도 버크셔의 품질에 관한 연구(Hah *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2005; Ryu *et al.*, 2008)가 진행되었지만, 계통조성에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았으며, 종돈의 대부분 수입에 의존하고 있는 현실을 감안 할 때 우리나라 환경에 적합한 계통조성이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 계통간 육질 및 산육특성을 비교하여 육질이 우수한 한국형 버크셔 계통조성을 위한 기초 자료를 제시하기 위해서 수행하였다.

재료 및 방법

체계적인 개량으로 종돈의 특성을 확립하고 고유의 브랜드를 확립하기 위해서는 우수한 유전자를 고정된 균일한 종돈생산이 필요하며, 그 한 방법으로 계통조성을 하

고 있다. 본 연구에서는 공시한 계통구분은 미국의 종돈 사육농장(GGP)에서 종돈을 도입하여 유전적인 교류유무에 따라 교류가 있었던 농장간은 묶어 단일계통으로 하고, 유전적 교류가 없었던 농장은 단일계통으로 하여 5개 계통으로 분류하였다(Table 1). 공시축은 D 종돈장에서 비육돈을 공급한 협력농장에서 P사료를 제조사에서 정한 흑돼지 사육프로그램에 따라 성장단계별로 단백질 수준 등을 달리 급여하였다. 공시한 448두 버크셔의 계통별 두수와 도체중, 등지방층 두께는 Table 2에서 보는 바와 같다. 공시된 돼지는 국내의 N 도축장에서 도축하고, pH 측정은 도체 pH 미터(pH*K21, NWK-Binr GmbH Co., Germany)를 사용하여 도체 냉각실 입고전 도축 후 45분 pH(pH_{45min})를 제 10늑골부위에서 3회 측정하여 평균값으로 하였다. 도축 후 18시간 동안 냉장 한 다음 좌반도체의 등심 전량을 시료로 채취하여 국립축산과학원으로 운반하고 시료를 전처리하여 도축 후 2일 차에 육질 특성을 조사하였다.

분석항목별 시료의 채취부위와 측정위치는 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

사후 24시간의 pH(pH_{24hr})는 pH_{45min} 측정에 사용한 동일한 pH측정기로 제7늑골, 제12늑골, 제3요추골 부위의 배최장근에서 각각 3회 측정한 값을 평균하여 사용하였다.

배최장근의 수분, 단백질, 지방 및 콜라겐 조성은 제9늑

Table 1. Classification of breeding pig lines from GGP(grand grand parents stock) farms

Terms	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4	Line 5
Gland gland parents stock farm	Iowa State University	Phenotypic Acres farm Oakhill farm	Shady brook farm Conover (AJC) farm W.K.F (Dustin C) farm	Goodwin Family farm	Tut Hill farm

Table 2. Carcass weight (kg) and backfat thickness (mm) by the line of animals used in the experiment

Terms	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4	Line 5
Heads of animals	61	221	71	79	16
Carcass weight (kg)	87.33 ±5.66	86.01 ±6.16	84.87 ±6.26	86.59 ±5.04	87.56 ±4.70
Backfat thickness (mm)	26.33 ^a ±6.45	25.15 ^{ab} ±4.92	25.01 ^{ab} ±5.13	25.00 ^{ab} ±4.76	23.81 ^b ±5.96

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

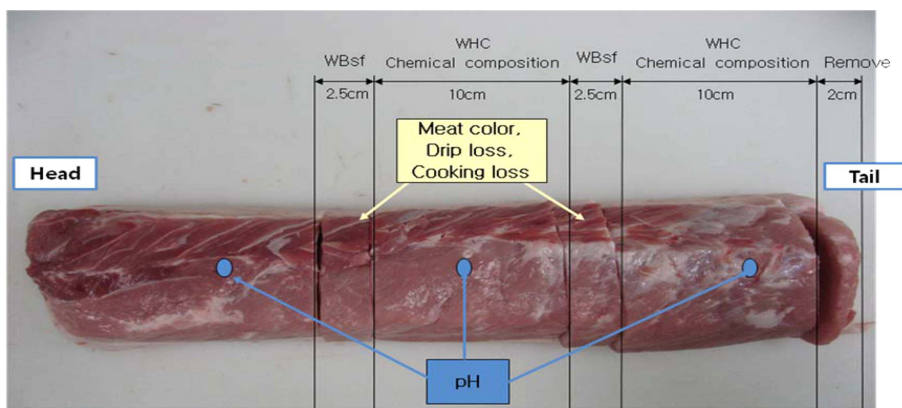


Fig 1. Sample location of *M. longissimus dorci* for quality analysis.

꿀~11늑꿀부위 등심근과 제1요추~제4요추까지의 등심근을 2반복 시료로 Anderson 등(2007)의 방법에 따라 Foodscan (Foss co., Food scan™ Lab, Type 78810, Denmark)을 이용하여 분석하였으며, 육색은 제 8늑꿀부위와 제12늑꿀 부위의 배최장근을 절단하여 절단면을 공기 중에 30분 노출시킨 후 색차계(Minolta Co. CR 400, Japan)로 CIE(Commission Internationale de Leclairage) L*, a*, b* 값을 9반복으로 측정하였으며, 이때의 표준편차는 Y=92.40, x=0.3136, y=0.3196의 백색 타일을 사용하였다. 보수력(Water holding capacity; WHC)은 Laakkonen 등(1970)의 방법을 약간 변형한 Park 등(2001)의 방법에 따라 측정하였고, 육즙감량은 등심을 진공포장 하여 4°C 냉장고에 24시간 저장하여 전후의 중량차로 계산하였고, 가열감량과 전단력은 제 8늑꿀부위와 제12늑꿀 부위의 등심근을 절단하여 2개의 시료를 채취하여 항온수조(Dehan Scientific Co. Model WSB-45, Korea)를 사용하여 심부온도 70°C에서 10분간 가열한 후 가열감량은 가열전후 중량차로 계산하였고, 전단력은 시료를 근섬유방향으로 원통형 코어(Ø13 mm)로 채취하여 전단력측정기(Instron Universal Testing Machine, Model 5543, USA)을 이용하여 load cell, 50 kg, cross-head speed 150 mm/min의 조건으로 측정된 값을 kg나타내었다.

시험결과는 SAS(1996) 시스템을 이용하여 처리구간 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 통하여 버크셔 계통별 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

계통별 등심근의 일반 조성을 비교한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 지방함량은 계통1, 2, 3, 및 4는 유

의성이 없었으나 계통 4는 3.07%로, 계통5에 2.32%에 비하여 유의적으로 높았다($p<0.05$). 반면 단백질 함량은 계통1에서 4까지는 23.75%~23.87%로 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), 계통 5는 24.18%로 계통1에서 4까지에 비하여 유의적으로 높았다($p<0.05$). Ramsey 등(1990)은 교잡종 돈육의 경우, 지방 함량이 증가할수록 단백질의 양이 감소하였다고 하였으며, Batcher 등(1962)은 근육의 종류에 따라 차이가 있으나 일반적으로 근내지방도가 높은 도체일수록 근내지방 함량이 높고 수분함량(%)은 낮아서 근내지방도가 낮은 도체는 높은 수분함량(%)을 가진 것으로 추측할 수 있다고 하였는데 이는 본 연구와 일치하는 결과이었다. 콜라겐 함량은 계통간에 0.87%에서 0.91% 범위에 있었으며, 계통간에 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$).

Table 3은 계통별 사후 pH45와 pH24 및 육색을 비교한 결과로서 pH45는 계통 5가 6.08로 계통 1의 5.94와, 계통 3의 5.96에 비하여 유의적으로 높았으며, 계통 2와 3은 다른 계통들간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. pH24는 계통1과 계통5가 다른 계통 2, 3, 4에 비하여 유의적으로 낮았다($p<0.05$).

육색 명도는 계통1, 2, 3 및 4는 48.05에서 48.98로서 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 계통5는 51.59로서 계통 1, 2, 3, 및 4에 비하여 유의적으로 높은 값을 보였다. 이러한 결과는 Honikel(1987)은 높은 pH 감소율은 육색을 더 창백하게 만들 수 있다고 한 보고와 Park 등(2002)이 도축후 24시간 pH가 낮을수록 명도값이 낮다고 한 보고와 일치하는 결과이다. 적색도와 황색도는 계통간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 채도 값은 계통 2, 3, 4가 계통5의 5.89에 비하여 유의적으로 높은 6.84에서 6.99를 나타내었다($p<0.05$). 색조(Hue)에 있어서도 계통5가

Table 3. Chemical compositions (%) of loin muscles from Berkshire by different line conditions

Terms	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4	Line 5
Fat	2.62 ^{ab} ±1.21	2.78 ^{ab} ±1.20	2.75 ^{ab} ±1.20	3.07 ^a ±1.09	2.32 ^b ±1.24
Protein	23.87 ^b ±0.66	23.79 ^b ±0.70	23.77 ^b ±0.65	23.75 ^b ±0.70	24.18 ^a ±0.71
Moisture	75.62 ^{ab} ±0.98	75.56 ^{ab} ±0.83	75.68 ^{ab} ±0.89	75.31 ^b ±0.81	75.75 ^a ±0.76
Collagen	0.91 ±0.11	0.89 ±0.13	0.91 ±0.12	0.89 ±0.14	0.87 ±0.11

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

Table 4. pH and meat color properties of loin muscles from Berkshire by different line conditions

Terms	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4	Line 5
pH _{45min}	5.94 ^b ±0.26	5.99 ^{ab} ±0.26	5.96 ^b ±0.24	6.00 ^{ab} ±0.32	6.08 ^a ±0.20
pH _{24hr}	5.69 ^b ±0.18	5.78 ^a ±0.18	5.80 ^a ±0.20	5.80 ^a ±0.21	5.65 ^b ±0.16
CIE L*	48.81 ^b ±3.48	48.45 ^b ±2.75	48.05 ^b ±2.98	48.98 ^b ±3.29	51.59 ^a ±2.81
CIE a*	5.89 ±1.29	6.13 ±1.12	6.10 ±1.08	6.34 ±1.02	6.07 ±0.78
CIE b*	2.424±1.12	2.66 ±0.97	2.67 ±0.99	2.89 ±0.99	2.73 ±1.12
Chroma	6.68 ^{ab} ±1.56	6.84 ^a ±1.30	6.84 ^a ±1.27	6.99 ^a ±1.24	5.89 ^b ±0.68
Hue	23.89 ^a ±8.40	24.24 ^a ±8.56	23.92 ^a ±5.26	24.24 ^a ±6.00	18.48 ^b ±2.08

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

Table 5. Water holding capacity (WHC), drip loss, cooking loss and Warner-Bratzler shear force (WBS) of loin muscles from Berkshire by different line conditions

Terms	Line 1	Line 2	Line 3 ^{oo}	Line 4 ^{oo}	Line 5
WHC (%)	56.93 ^b ±2.54	57.13 ^b ±2.28	58.36 ^a ±2.57	57.84 ^{ab} ±2.53	55.62 ^c ±1.37
Drip loss (%)	5.17 ^b ±1.86	4.69 ^b ±2.09	4.70 ^b ±1.85	4.92 ^b ±2.34	6.33 ^a ±1.98
Cooking loss (%)	26.93 ^b ±3.52	27.55 ^{ab} ±3.23	27.95 ^{ab} ±2.93	27.83 ^{ab} ±2.88	28.99 ^a ±2.34
WBS (kg)	3.20 ^a ±0.59	2.99 ^a ±0.71	3.03 ^{ab} ±0.77	2.84 ^b ±0.68	3.30 ^a ±0.68

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

18.48로 계통1, 2, 3 및 4의 23.89~24.24보다 유의적으로 낮은 값을 보였다($p>0.05$). 이에 대한 이전의 연구결과로 van der Wal 등(1988)은 세가지 최종 pH 범위(<5.5, 5.5~6.0, >6.4)에 대해 육색 특성을 조사한 결과, pH<5.5 범위의 육은 다른 두 범위에서 보다 CIE L*, a*, b*값이 유의적으로 더 높고 a값에서는 일정한 경향이 나타나지 않는다고 보고 본 실험의 결과와 유사한 결과를 보였다.

Table 5는 계통별 물리적 특성을 비교한 결과로서 보수력은 계통 3이 58.36%로 유의적으로 가장 높았으며, 계통 4는 57.84%, 계통 2는 57.13%, 계통 1이 56.93% 순으로 높았고, 계통5는 55.62%로 가장 낮았다($p<0.05$). 드립감량은 계통5가 6.33%로 계통1, 2, 3 및 4의 4.69%에서 5.17% 수준에 비하여 유의적으로 높은 경향을 보였다($p<0.05$). 가열감량은 계통 1이 26.93%로 가장 낮았고 계통 5가 28.99%로 유의적으로 높은 결과를 보였다($p<0.05$). 계통별 보수력과 드립 및 가열감량은 24시간 pH가 높을수록 보수력은 높고, 드립감량과 가열감량이 낮아, 사후 24시간의 pH와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 전단력가는 계통 5가 3.30 kg, 계통 1이 3.20 kg, 계통 2와 3이 각각 2.99 kg, 3.03 kg으로 나타나 계통 4의 2.84 kg에 비하여 유의적으로 높은 결과를 보였다($p<0.05$).

전체적인 결과를 볼 때 pH와, 근내지방도가 높고, 육색 명도와 드립감량 및 전단력가가 낮게 나타난 계통 4는 육질형, 등지방층이 얇고, 도체중이 높은 계통 5는 성장형(육량형) 한국형 버크셔 계통조성에 활용성이 높을 것으로 판단되었다.

요 약

체계적인 종돈관리와 우리의 식문화 특성을 고려하여 육질이 우수한 버크셔 계통조성을 위하여 총 8농장에서 종돈을 구입하여 유전적인 교류 유무에 따라 총 448두의 버크셔를 가계에 따라 5계통으로 분류하고 도축하여 육질을 비교한 결과 도축 후 45분 pH(pH_{45 min})는 성장계통이 6.08로 육질 1계통과 3계통에 비하여 유의적으로 높았지만, 사후 24시간 pH(pH_{24 h})는 육질 1계통과 계통5가 각각 5.69, 5.65로 유의적으로 낮았다. 수분함량은 계통5가 가장 높았고, 근내지방 함량은 계통 4가 3.07%으로 높았다. 보수력은 계통 3이 58.36%로 가장 높았고, 전단력은 계통 4가

2.84 kg로 가장 낮았다($p<0.05$). 육색 명도(CIE L) 값에서는 계통5가 51.59로 다른 계통들에 비하여 유의적으로 높았고, 적색도(a)와 황색도(b)는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 전반적인 결과를 볼 때 육질 측면에서 계통 4가 근내지방 함량과 pH가 높고, 육색 명도, 드립감량, 전단력가가 낮아 육질형, 계통 5는 성장형으로서의 한국형 버크셔 계통조성에 활용성이 높을 것으로 판단되었다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 바이오그린 21사업(과제번호 : PJ007047)의 지원에 의해서 이루어진 것임.

참고문헌

- Anderson, S., Aldana, S., Beggs, M., Birkey, J., Conquest, A., Conway, R., Hemminger, T., Herrick, J., Hurley, C., Ionita, C., Longbind, J., McMaignal, S., Milu, A., Mitchell, T., Nanke, K., Perez, A., Phelps, M., Reitz, J., Salazar, A., Shinkle, T., Strampe, M., Van Horn, K., Williams, J., Wipperfurth, C., Zelten, S., and Zerr, S. (2007) Determination of fat, moisture, and protein in meat and meat products by using the FOSS FoodScan™, Near-Infrared Spectrophotometer with FOSS artificial neural network calibration model and associated database: collaborative study. *J. AOAC International*. **V90**, 1073-1082.
- Asghar, A. and Pearson, A. M. (1980) Influence of ante- and postmortem treatments on muscle composition and meat quality. *Adv. Food Res.* **26**, 53-61.
- Batcher, O. M., Dawson, E. H., Gilpin, G. L., and Eisen, J. N. (1962) Quality and physical composition of various cuts of raw and cooked pork. *Food Tech.* **14**, 104-109.
- Crawford, S. M., Moeller, S. j., Zerby, H. N., Irvin, K. M., Kuber, P. S., Velleman, S. G., and Leeds, T. D. (2010). Effects of cooked temperature on pork tenderness and relationships among muscle physiology and pork quality traits in loins from Landrace and Berkshire swine. *Meat Sci.* **84**, 607-612
- De Vol, D. L., McKeith, F. K., Bechtel, P. J., Novakofski, J., Shanks, R. D., and Carr, T. R. (1988) Variation in composition and palatability traits and relationships bet muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcass. *J. Anim. Sci.* **66**, 385-392.

6. Eikelenboom, G., Hoving-Bolink, A. H., and Vander Wal, P.G. (1996) The Eating Quality of Pork - The influence of intramuscular fat. *Fleischwirtschaft*. **3**, 18-20.
7. Fortin, A., Robertson, W. M., and Tong, A. K. W. (2005) The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. *Meat Sci*. **69**, 297-305.
8. Goransson, A., Von Seth, G., and Tornberg, E. (1992) The influence of intramuscular fat content on the eating quality of pork. *Proc. 38th Int. Congress of Meat Sci. and Technol.*, **2**, 4.07, INRA, Theix, France. France: Clermont-Ferrand.
9. Hah, K. H., Kim, I. S., Jin, S. K., Nam Y. W., and Cho, J. H. (2007) Proximate Composition and Physico-chemical Characteristics of Berkshire Pork by Gender. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour*. **27**, 137-141
10. Honikel, K. O. (1987) Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In Evaluation and Control of Meat quality of Pigs. eds. P. V. Tarrant, G. Eikelenboom, G. Monin. Martinus Nijhof Publishers. pp. 273.
11. Laakkonen. E., Wellington, G. H., and Skerbon, J. W. (1970) Low temperature longtime heating of bovine. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. *J. Food Sci*. **35**, 175-177.
12. Lan, Y. H., McKeith, F. K., Novakofski, J., and Carr, T. R. (1993) Carcass and muscle characteristics of Yorkshire, Meishan, Yorkshire x Meishan, Meishan x Yorkshire, Fengjing x Yorkshire, and Minzhy x Yorkshire pigs. *J. Anim. Sci.*, **71**, 3344-3347.
13. Leach, L., Ellis, M., Sutton, D. S., McKeith, F. K., and Wilson, E. R. (1996) The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of Halothane carrier and negative pigs. *J. Anim. Sci*. **74**, 934-943.
14. Lee, J. R., Hur, T. Y., Seo, K. H., Nam, K. Y., Lee, J. W., Lee, J. I., and Kwack, S. J. (2005) Effect of Slaughter Weight on the Blood Profile and Pork Qualities if Japan Berkshire. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour*. **25**, 409-414.
15. Lee, J. R., Joo, Y. K., Shin, W. J., Cho, K. J., Lee, J. W., Lee, J. I., Lee J. E., and Do, C. H. (2004) Comparison of Carcass and Pork Physical Characteristics by Market Weight and Gender of Berkshire. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour*. **24**, 108-114.
16. Park, B. Y., Cho, S. H., Yoo, Y. M., Kim, J. H., Chae, H. S., Ahn, J. N., Kim, Y. K., Lee, J. M., and Yoon, S. K. (2002) Studies on pork quality by different pH₂₄ values. *J. Anim. Sci. Technol(Kor)*. **42**, 233-238.
17. Park, B. Y., Cho, S. H., Yoo, Y. M., Ko, J. J., Kim, J. H., Chae, H. S., Ahn, J. N., Lee, J. M., Kim, Y. K., and Yoon, S. K. (2001) Animal products and processing : Effect of carcass temperature at 3 hr postmortem on pork quality. *J. Anim. Sci. Technol(Kor)*. **43**, 949-954.
18. Park, B. Y., Yoo, Y. M., Kim, J. H., Cho, S. H., Kim, S. T., Lee, J. M., and Kim, Y. K. (1999) Effect of intramuscular fat contents on meat qualities of pork loins. *Kor. J. Anim. Sci*. **41**, 59-64.
19. Prestat, C., Schlikau, J., Brewer, M. S., and McKeith, F. K. (2001) Cooking method and endpoint temperature on sensory and color characteristics of pumped pork loin. *Meat Sci*. **60**, 321-434.
20. Ramsey, C. B., Tribble, L. F., Wu, C., and Lind, K. D. (1990) Effects of grams, marbling, and sex on pork tenderness and composition. *J. Anim. Sci*. **68**, 148-154.
21. Ryu, Y. C., Choi, Y. M., Lee, S. H., Shin, H. G., Choe, J. H., Kim, J. M., Hong, K. C., and Kim, B. C. (2008) Comparing the histochemical characteristics and meat quality traits of different pig breeds. *Meat Sci*. **80**, 363-369
22. SAS. (1996) SAS/STAT user's guide, 8th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
23. Suzuki, K., Shibata, T., Kadowaki, H., Abe, H., and Toyoshima, T. (2003) Meat quality comparison of Berkshire, Duroc and crossbred pigs sired by Berkshire and Duroc. *Meat Sci*. **64**, 35-42.
24. van der Wal, P. G. (1995) Oorzaken voor variatie in varkensvleesk waliteit. *Resultaten van Nederlands onderzoek. Vleeswetenschap*. **1**:20-25.
25. van der Wal, P. G., Bolink, A. H., and Merkus, G. S. M. (1988) Research note: Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. *Meat Sci*. **24**, 79-84.
26. van der Wal, P. G., Engel, B., and Hulsegge, B. (1997) Causes for variation in pork quality. *Meat Sci*. **46**, 319-327.
27. Warris, P. D., Brown, S. N., Edwards, J. E. and Knowles T. G. (1995) Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. *proc. EU-Seminar: New information on welfare and meat quality of pig related to handling, transport and lairage conditions. Mariensee, Germany*. pp. 163-170.
28. 김경량, 최윤상, 김기현, 정해동, 홍성현, 박민지, 최윤숙. 2008. 육가공산업의 장기적 발전 방안에 관한 연구-1부 경제분야. 강원대학교, (사)한국육가공협회. p. 21.

(Received 2010.3.22/Revised 1st 2010.9.14, 2nd 2010.10.13/Accepted 2010.10.19)