

성별에 따른 버크셔 돈육의 일반성분 및 이화학적 특성

하경희 · 김일석^{1,2} · 진상근^{1,2*} · 남영욱¹ · 조주현¹

농촌진흥청 축산연구소, ¹진주산업대학교 동물소재공학과

²진주산업대학교 동물생명산업지역협력연구센터

Proximate Composition and Physico-chemical Characteristics of Berkshire Pork by Gender

Kyung-Hee Hah, Il-Suk Kim^{1,2}, Sang-Keun Jin^{1,2*}, Young-Wook Nam¹, and Ju-Hyun Cho¹

National Livestock Research Institute, Suwon 441-350, Korea

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

²Regional Animal Industry Research Center, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the proximate composition and physico-chemical characteristics of Berkshire pork by gender. A total of 40 pigs (60 kg) were divided into 2 groups (gilt and barrow) and raised to 110 kg of live weight. Pigs were conventionally slaughtered, and then chilled overnight. Pork loin (*longissimus dorsi*) muscle was removed from each left side and meat qualities were evaluated. The proximate composition was no different between genders, and the pH was higher in the barrow group ($p < 0.05$). The water holding capacity, cooking loss, shear force, and cholesterol content were no different between genders. With regard to meat color, the L^* value was higher in the barrow group ($p < 0.05$), but the a^* and b^* values were no different between genders. The fat color was also no different between genders. The texture properties, brittleness, hardness, and gumminess of the gilt group were higher than those of barrow group ($p < 0.05$), but cohesiveness, springiness, and chewiness were no different. In conclusion, the pH and L^* values of the barrow group were higher than those of gilt group, and tenderness was higher in the barrow group.

Key words : Berkshire, proximate composition, physico-chemical characteristics, gender

서 론

오늘날의 양돈산업은 소비량 증가와 더불어 안전성, 위생성, 품질, 신선도 등 고품질 돼지고기 생산기술 개발 구조로 발전되고 있어 이러한 경쟁에서 우위를 확보하기 위해서는 소비자의 요구에 적합한 고품질·고기능성 안전돈육 생산이 필수적이라 할 수 있다. 최근 들어 브랜드 돼지고기를 생산하는 업체 및 양돈 농가는 이런 소비자의 요구에 부응하기 위한 일환으로 흑색계통의 브랜드 돼지고기를 생산하기에 이르렀으며, 소비자는 육질측면에서 차별화된 흑돼지고기를 선호하는 경향이 증가하고 있어 사육두수도 지속적으로 증가할 것으로 예측된다.

버크셔종(Berkshire)은 피부와 피모가 전부 흑색인데 얼굴, 네다리 끝, 꼬리 끝부분이 흰색으로 되어 있어 육백이라 하며, 얼굴은 조금 패어 있고 귀는 직립해 있으며, 몸통은 그다지 길지 않은데 폭과 깊이가 충실하고, 사지는 비교적 짧고 강건하다. 또한 조사료의 이용성이 우수하고 육질은 섬유질이 아주 부드럽고 우수하고 정육·가공에 적합한데 특히 정육으로서 높이 평가되고 있다(Lee *et al.*, 2004). 버크셔종을 비롯한 이러한 흑돼지의 일반적인 특징은 백색계통돼지와 비교하였을 때 등지방 두께가 두껍고, 살코기 중체량이 적으며(Jin *et al.*, 2001), 출하일령이 백색계 돼지보다 늦어 생산성이 낮은 편이나 국내 유통시장에서 흑돼지는 백색계통에 비하여 높은 가격으로 거래되고 있기 때문에 생산성은 떨어지지만 경제성에서는 크게 차이가 나기 때문에 사육두수가 점점 증가하고 있는 실정이다.

흑돈 생산에 있어 중요한 문제 중의 하나가 균일화된

*Corresponding author : Sang-Keun Jin, Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea. Tel: 82-55-751-3283, Fax: 82-55-751-3280, E-mail: skjin@jinju.ac.kr

돈육을 공급하는 것인데, 이런 문제를 해소하기 위해서 공급되고 있는 사료가 흑돈 성장에 필요한 영양소를 충분히 함유하고 있는지 검증되어야 할 것이며, 흑돈의 영양소 요구율이 국내 사육조건에 맞는지 검토해야 될 것이다(Lee, 2002). 그동안 흑돈을 사육하고 있는 양돈농가는 흑돈 적정 영양소 수준을 무시한 채 일반 백색계와 동일한 조건에서 사육하고 있어 흑돈의 등지방 두께가 두꺼워지고 살코기 증체량이 적으며 또한 사육일수가 백색계 돼지보다 길어 생산성이 낮은 등의 문제점이 발생하고 있는데(Jin *et al.*, 2001), 흑돈용으로 시판되는 배합사료가 전무하여 백색계통용 배합사료를 급여하고 있는 실정으로서 생산성과 육질면에서 경제적 가치를 충분히 발휘하지 못하는 문제점이 발생하고 있다. 최근에는 출하체중에 따른 육질 특성(Lee *et al.*, 2004)과 영양소 수준이 육질에 미치는 영향(Ha *et al.*, 2005) 등 흑돈에 관한 연구가 진행되고 있지만 더 많은 연구들이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구는 버크셔의 성별에 따른 육질특성을 비교 평가하여 고급육 생산을 위한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

공시시료

시험돼지는 60 kg 일령의 Berkshire 총 40두를 2 돈방에 암돼지와 거세돼지 각각 20두씩 배치하여 출하 시(약 110 kg)까지 약 70일 동안 일반 비육후기 배합사료를 급여하였다. 육질 분석용 공시재료는 각 처리구별로 도체등급 B인 10두씩을 도축 후 1일 냉장실(0-1±2°C)에서 냉각한 후 좌반도체의 등심(배최장근)을 분할 정형하여 랩포장한 후 0±1°C 온도에서 1일 경과 후 이용하였다.

실험방법

일반성분은 AOAC(1990) 방법에 따라 수분은 건조법, 조단백질 함량은 Micro kjeldahl 방법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법 및 조회분 함량은 전기회화로를 이용하여 측정하였고, pH는 근막, 지방 등을 제거한 후 세절한 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였으며, 보수력

Table 1. Conditions of Instron for texture analysis

Items	Shear force	Texture
Table speed	200 mm/min	200 mm/min
Sample speed	80 m/s	60 m/s
Load cell	10 kg	10 kg
Adapter area	30 mm ²	28 mm ²
Sample size	Ø18×20 mm	Ø18×20 mm

(Jin *et al.*, 2007)은 마쇄한 시료를 70°C의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하여 (시료 무게 - 유리수분 무게)/시료 무게 × 100의 식으로 계산하였다. 가열감량은 시료(Ø1.8 cm × 2 cm)를 일정하게 절단하여 무게를 측정한다. 전기오븐 200°C에서 전면 90초 후면 60초 가열하여 식힌 후 시료의 무게를 측정하여 가열 전 무게에 대한 백분율로 계산하였고, 전단가 및 조직감(Jin *et al.*, 2007)은 Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 전단가(kg/cm²)는 비가열 시료를 가로로 놓혀 knife형 plunger로 측정하였으며, 조직감은 가열한 시료를 식힌 후 세로로 세워서 plunger No. 3으로 측정하였고 이때 분석 조건은 Table 1과 같다. 콜레스테롤은 AOAC(1990) 방법에 따라 시료 1 g에 ethanol을 사용하여 추출한 후, 50% KOH용액으로 비누화시킨 후 Toluene을 넣어 재추출한 후, 0.5 M KOH와 증류수를 사용하여 Toluene층을 여러 번 세척한 후, 용액을 감압하여 3 mL DMF시약에 녹여서 GC(HP 6890, Agilent Co., USA)를 이용하여 Table 2와 같은 조건으로 분석하였다. 육색은 등심근 단면적의 전 부위를 균일하게 측정하였고, 지방색은 등심에 붙어있는 등지방 부위를 Chromameter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 동일한 시료를 9회 반복 측정하였다. 이때 표준색판은 L*=89.2, a*=0.921, b*=0.783으로 하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고, 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 multiple range test를 이용하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

Table 2. Conditions of GC for cholesterol analysis

Items	Conditions
Instrument	GC (HP 6890, Agilent Co., USA)
Column	Phenomenex, 30 m, 5% Phenyl Polysiloxane 0.25 mm I.D × 0.25 µm film, Cat. No.: ZB-5
Injector temp.	250°C
Detector temp	300°C
Oven temperature	190°C (2 min hold) → 20°C/min climb, 230°C (3 min hold) → 40°C/min climb, 255°C (25 min hold)

결과 및 고찰

일반성분

성별에 따른 돈육의 일반성분에 대한 분석결과는 Table 3에 나타내었다. 일반적으로 돈육에서 수분 함량이 높으면 단백질 함량은 높지만 지방 함량이 낮다고 하였다(Hodgson *et al.*, 1991). 본 연구 결과 성 간에 일반성분의 차이는 나타나지 않았는데($p>0.05$), Shields 등(1983)은 암퇘지가 거세돼지보다 단백질 함량이 높고 지방 함량이 낮다고 하였으며, 또한 Barton-Gade(1987)는 랜드레이스×요크셔 F1에 요크셔 또는 듀록 또는 햄프셔로 삼원교잡 시 암퇘지에 비해 조단백질 함량은 많고 수분과 조지방 함량은 적었다고 하였다. 한편 Beattie 등(1999)은 랜드레이스와 대요크셔 교잡종의 암퇘지가 수퇘지에 비해 조단백질 및 조지방 함량이 많았다고 하였으나 Friesen 등(1994)은 돈육의 성 간에 지방과 회분 함량에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 이러한 결과들에 비추어 볼 때 돼지 품종에 따라 성 간에 육의 일반성분이 차이를 보이는 것으로 판단된다.

pH, 보수력, 가열감량, 전단가 및 콜레스테롤

성별에 따른 돈육의 pH, 보수력, 가열감량, 전단가 및 콜레스테롤에 대한 분석결과는 Table 4에 나타내었다. pH는 육색, 보수성, 단백질 용해도, 미생물 변패의 속도에 영향을 미치게 되는데 본 연구 결과 pH가 6.14-6.35로 높았으며, 암퇘지보다 거세돼지가 높은 pH를 나타내어($p<0.05$) 버크셔종의 돈육 pH는 5.5-5.6을 나타내며, 암퇘지보다 거세돼지가 pH가 높게 나타났다고 한 Ha 등(2005)의 결과와 일치하였으나 Lee 등(2004)은 버크셔의 암퇘지보다 거세돼지가 낮은 pH를 나타낸다고 하여 돼지 품종에 따라 성 간에 육의 pH는 차이를 보이는 것으로 판단된다. 본 연구 결과 pH가 높게 나타났는데 이는 도축 전 절식, 스트레스 및 냉각실 온도 등에 의해 돈육의 pH가 많은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Henckel *et al.*, 2002). 본 연구 결과 보수력은 성 간에 유의적인 차이를 보이지 않

았다($p>0.05$). 일반적으로 식육의 보수력은 pH와 밀접한 관계가 있으며 근육의 pH가 myosin과 actomyosin 단백질의 등전점이 pH 5.0에 근접할수록 보수력이 가장 낮은 것으로 알려져 있으며(Pearson and Young, 1989), 식육의 단백질 구조 변화와 이온강도 변화 등에 따라 보수력이 증가한다고 보고하였다(Wu and Smith, 1987). 본 연구 결과 가열감량은 성 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). Beattie 등(1999)은 랜드레이스와 대요크셔 교잡종 돈육의 pH, drip loss 및 가열감량은 성 간에 차이를 보이지 않았고, 도체중에 따라 차이가 나타난다고 하였으며, Malmfors와 Nillson(1978)은 수퇘지는 암퇘지에 비해 drip loss와 가열감량이 높다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 본 연구 결과 전단가는 성별에 따른 차이를 나타내지 않았는데($p>0.05$), Beattie 등(1999)은 랜드레이스와 대요크셔 교잡종의 암퇘지가 수퇘지에 비해 전단가가 높았다고 한 반면, Barton-Gade(1987)는 랜드레이스×요크셔 F1에 요크셔 또는 듀록 또는 햄프셔로 삼원교잡 시 수퇘지가 암퇘지에 비해 전단가가 높았다고 하였고, Malmfors와 Nillson(1978)은 성별에 따른 연도 차이는 나타나지 않는다고 하여 돼지 품종에 따라 성 간에 육의 전단가는 차이를 보이는 것으로 판단된다. 본 연구 결과 콜레스테롤 함량은 성 간에 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 일반적으로 돈육의 콜레스테롤 함량은 62-140 mg 정도인데(Chung *et al.*, 1998; Kim *et al.*, 2004), 본 실험에서는 39-44 mg으로 매우 낮았으며, 이에 대해 Chung 등(1998)은 고도 불포화지방산이 혈액 및 조직의 콜레스테롤 농도를 저하시키나 그 기전에 관해서는 아직까지 확실하게 밝혀져 있지 않다고 보고하였다.

육 및 지방색

성별에 따른 돈육의 육 및 지방색에 대한 분석결과는 Table 5에 나타내었다. 육색은 식육의 품질 평가에 있어 중요한 요인으로 작용하고 있으며, 소비자들이 식육을 구입에 있어서 외관 형질 즉 육색을 기초로 하여 구매한다(Zhu and Brewer, 1998). 본 연구 결과 육색의 밝기를 나타내는 명도(L*)는 암퇘지보다 거세돼지가 높게 나타났으나($p<0.05$), 적색도(a*)와 황색도(b*)는 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$). Ha 등(2005)과 Lee 등(2004)도 성별에 따른 버크셔종의 육색은 차이를 나타내지 않는다고 하여 본 연구 결과와 일치하는 결과였다. 돈육의 지방색도 육색과 마찬가지로 성 간에 차이를 보이지 않았으나

Table 3. Proximate compositions (%) of longissimus dorsi muscle in finishing pigs as affected by gender

Treatments	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Gilt	71.84±0.67	22.74±0.54	1.68±0.48	1.14±0.11
Barrow	71.56±0.60	22.89±0.39	1.44±0.30	1.15±0.09

Table 4. Physico-chemical characteristics of longissimus dorsi muscle in finishing pigs as affected by gender

Treatments	pH	WHC (%)	Cooking loss (%)	Shear force (kg/cm ²)	Cholesterol (mg/100 g)
Gilt	6.14±0.16 ^B	78.91±7.99	15.81±4.12	10.90±2.37	43.94±9.74
Barrow	6.35±0.17 ^A	80.10±6.61	20.74±7.28	10.52±2.52	39.82±9.83

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

Table 5. Meat and fat color of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by gender

Treatments	Meat color			Fat color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Gilt	51.40±4.00 ^B	7.42±2.22	3.45±1.78	78.84±1.57	3.29±1.46	3.75±0.76
Barrow	53.74±4.00 ^A	7.50±2.22	4.00±1.78	78.75±1.57	2.94±1.46	3.42±0.76

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

Ha 등(2005)이 보고한 지방색의 황색도는 4.06-6.99로 다소 높게 나타난 반면 본 실험에서는 3.42-3.75로 낮게 나타났다. Jin 등(2001)은 랜드레이스에 비해 재래돼지가 지방색의 황색도가 낮아 더 밝은 백색 지방을 가진다고 하였다. 일반적으로 지방의 황색도는 급여사료의 지방질원에 영향을 받을 수가 있으며, 황색도가 높은 연지방이나 황색지방은 산화·변패하기 쉬우며, 가공에 이용하였을 때 가열 처리 시 지방의 유리가 현저하게 높아 결착력이 결여된 제품의 생산으로 경제적인 손실을 가져올 수 있다고 하였다(Ha et al., 2005).

조직특성

성별에 따른 돈육의 조직특성에 대한 분석결과는 Table 6에 나타내었다. 육의 조직특성 측정은 육질을 평가하는데 있어 중요한 방법 중 하나이며, 육류의 조직은 소비자들이 육의 맛을 평가하는데 중요한 기준이 된다. 표면경도(brittleness), 경도(hardness) 및 검성(gumminess)은 암퇘지보다 거세돼지가 낮게 나타나 조직은 더 연하면서 쫄깃한 것으로 나타났다($p<0.05$). 그동안은 암퇘지가 수퇘지에 비해 조직이 연하고 탄력적이라는 연구가 많았는데 이에 대해 Lee 등(2004)은 버크셔의 암퇘지가 수퇘지에 비해 탄력성, 파쇄성이 현저하게 높다고 하였고, Lee(2002)도 가고시마 돼지의 암퇘지가 수퇘지에 비해 탄력성이 높았다고 하여 본 연구결과와 차이를 보이고 있는데 이는 돼지 품종과 수퇘지라 하더라도 거세 유무에 따라 성 간에 육의 조직감은 차이를 보이는 것으로 판단된다.

종합적으로 볼 때 암퇘지에 비해 거세돼지 육이 pH와 명도가 높고 표면경도, 경도 및 검성이 낮아 부드러운 조직을 나타내었다.

Table 6. Texture properties of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by gender

Items	Gilt	Barrow
Brittleness (kg)	1.34± 0.32 ^A	1.13± 0.32 ^B
Hardness (kg)	1.39± 0.32 ^A	1.17± 0.33 ^B
Cohesiveness (%)	40.81± 9.89	39.15± 7.75
Springiness (mm)	0.24± 0.16	0.67± 0.32
Gumminess (kg)	52.80±16.04 ^A	44.37±14.47 ^B
Chewiness (kg*mm)	12.30±10.18	10.41± 5.10

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

요 약

본 연구는 버크셔종의 성별에 따른 육질 특성을 파악하고자 실시되었으며, 60일령의 Berkshire 40두를 2 돈방에 암퇘지와 거세돼지 각각 20두씩 배치하여 출하 시(약 110 kg)까지 비육한 후 도축하여 실험에 공시하였다. 일반성분은 성 간에 차이를 보이지 않았고, pH는 암퇘지보다 거세돼지가 높게 나타났다($p<0.05$). 보수력, 가열감량, 전단가 및 콜레스테롤 함량은 성 간에 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 육색의 밝기를 나타내는 명도는 암퇘지보다 거세돼지가 높게 나타났으나($p<0.05$), 적색도와 황색도는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 지방색도 성 간에 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 돈육의 물리적인 특성 중 표면경도, 경도, 검성은 암퇘지보다 거세돼지가 더 낮게 나타났으나($p<0.05$), 응집성, 탄력성 및 씹힘성은 성 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$). 종합적으로 볼 때 암퇘지에 비해 거세돼지 육이 pH와 명도가 높고 표면경도, 경도 및 검성이 낮아 부드러운 조직을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부/한국산업기술평가원 지정 진주산업대학교 동물생명산업지역협력연구센터의 연구비 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. AOAC (1990) Official Method of Analysis 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
2. Barton-Gade, P. A. (1987) Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livestock Production Sci.* **16**, 187-196.
3. Beattie, V. E., Weatherup, R. N., Moss, B. W., and Walker, N. (1999) The effecting of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.* **52**, 205-211.
4. Chung, C. S., Lee, J. J., Jung, Y. C., Kang, C. S., Park, H. Y., and Kim, C. J. (1998) Effect of high oil corn on carcass traits, meat quality, and fatty acid composition and cholesterol contents of pork in growing-finishing pigs. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **40**, 373-380.
5. Friesen, K. G., Nelssen, J. L., Unruh, J. A., Goodband, R. D., and Tokach, M. D. (1994) Effects of the interrelationship

- between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pig fed to either 104 or 127 kilograms. *J. Anim. Sci.* **72**, 946-954.
6. Ha, Y. J., Lee, J. I., Lee, J. Y., Lee, J. W., Jung, J. D., Kwack, S. J., Song, Y. M., and Do, C. H. (2005) Interaction between nutrient density diets and sex on carcass and quality characteristics in finishing pigs. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 57-72.
 7. Henckel, P., Karlsson, A. H., Jensen, M. T., Oksbjerg, N., and Petersen, J. S. (2002) Metabolic condition in porcine *longissimus* muscle immediately pre-slaughter and its influence on per-and post mortem energy metabolism. *Meat Sci.* **62**, 145-155.
 8. 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.
 9. Jin, S. K., Kim, C. W., Song, Y. M., Jang, W. H., Kim, Y. B., Yeo, J. S., Kim, J. W., and Kang, K. H. (2001) Physicochemical characteristics of *longissimus* muscle between the Korean native pig and Landrace. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**, 142-148.
 10. Jin, S. K., Kim, I. S., Kim, S. J., Jeong, K. J., Ko, B. S., Nam, Y. W., and Moon, S. S. (2007) Comparison of physicochemical and sensory properties of branded pork by feeding probiotics and crossbred between Korean native and wild pigs. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **49**, 99-108.
 11. Kim, B. K., Hong, K. J., Park, J. H., and Kim, H. S. (2004) Effects of supplementation of microbes additive on the fatty acid composition and cholesterol production in meat of pig and chicken broiler *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 399-404.
 12. Lee, J. R., Joo, Y. K., Shin, W. J., Cho, K. J., and Lee, J. W. (2004) Comparison of carcass and pork physical characteristics by market weight and gender of Berkshire. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 108-114.
 13. Lee, S. D. (2002) Effects of carcass and pork quality characteristics by marketing day of Kagoshima Berkshire. *MS thesis*, Jinju National Univ., Jinju, Korea.
 14. Malmfors, B. and Nilsson, R. (1978) Meat quality traits of boars in comparison with castrates and gilts. *Swedish J. Agri. Research* **8**, 209-217.
 15. Pearson, A. M. and Young, R. B. (1989) *Muscle and Meat Biochemistry*. Academic Press, San Diego.
 16. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, USA.
 17. Shields, R. G., Mahan, D. C., and Graham, P. L. (1983) Changes in swine body composition from birth to 145. *J. Anim. Sci.* **57**, 43-51.
 18. Wu, F. Y. and Smith S. B. (1987) Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. *J. Anim. Sci.* **65**, 597-601.
 19. 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.

(2006. 7. 5. 접수/2007. 3. 8. 채택)