



고에너지 수준의 사료급여가 돈육 품질에 미치는 영향

이제룡* · 하승호¹ · 도창희 · 이중동 · 하영주 · 정재두 · 이진우 · 이정일 · 이진희¹
경상남도 첨단양돈연구원, ¹부산경남양돈조합

Effects of High Energy Density Diet on Pork Quality

Jae-Ryong Lee*, Seung-Ho Hah¹, Chang-Hee Do, Jeoung-Dong Lee, Young-Joo Hah, Jae-Doo Jung, Jin-Woo Lee, Jeong-Ill Lee, and Jin-Hee Lee¹

Gyeongnam Province Advanced Swine Research Institute, ¹Pusan-Kyungnam Pigfarmers Co-operative

Abstract

In a trial involving 120 pigs, the growth performance of finishing pigs and proximate composition, physico-chemical properties and fatty acid composition of loin muscle were investigated by feeding the high-energy density diet and low-energy density diet. The treatments included feeding 1) the low-energy density diet (3,290 cal/kg DE, 14.50% CP, 0.70% lysine and 0.78% Ca) for 38 days and 2) the high-energy density diet (3,350 cal/kg ME, 15.0% CP, 0.70% lysine and 0.78% Ca) for 27 days. The average daily gains were significantly higher for pigs fed the high-energy density diet than those fed the low-energy density diet, but average daily feed intake and feed conversion rate were significantly lower than those fed the low-energy density diet ($p < 0.05$). The cooking loss and yellowness of pork were significantly ($p < 0.05$) lower for pigs fed the low-energy density diet than those fed the high-energy density diet. There were no significant differences in carcass characteristics, proximate composition and fatty acid composition of pork. In conclusion, the results of the experiment suggested that the high-energy density diet for pigs tended to improve the growth performance, but the cooking loss and yellowness of pork were higher for pigs fed the high-energy density diet than those fed the low-energy density diet.

Key words : growth performance, finishing pigs, high-energy density diet, cooking loss

서 론

우리나라 대부분의 농가들은 돼지고기 가격이 높을 때, 빠른 시일 내에 출하해서 농가 소득을 극대화 하기 위하여 고영양소의 사료를 급여하여 출하하고 있다. 이러한 현상은 상당수의 양돈 농가가 사육기간을 단축시킴으로서 소득을 증대 할 수 있다는 기대감에 의한 것으로 보여진다. 결국 육성기와 비육기 사료로 사육해야 할 시기에 라이신 함량 등이 높은 사료 가격이 비싼 자돈 또는 육성돈 사료를 사용하는 것이다. 이렇게 육성용 사료로 육성 비육하여 출하되는 돈육

은 내수용이든 수출용이든 사료 내에 항생제나 설파제 등으로 인한 돈육내 잔류문제를 일으킬 수 있다(Vanbelle, 1989; Kim et al., 1999). 또한 전체 생산비의 60% 이상이 사료비에 해당된다는 점을 감안해 보면 비육돈 사료에 비하여 가격이 비싼 자돈 또는 육성돈 사료로 사육한다는 것은 양돈산업의 경쟁력을 약화시키는 주된 원인이 되고 있다(Kim et al., 1992).

돼지 체조성의 변화는 돼지의 품종, 성, 사양시 영양 조건, 사양 환경 및 건강 상태 등의 요인에 의해 영향을 받는다. Lawrence(1977)는 에너지 함량이 증가될수록 도체의 지방함량도 증가된다고 하였으며, Davey와 Bereskin(1978)은 20%의 단백질 함량을 함유한 사료를 섭취하였을 때는 14%의 단백질을 함유한 사료를 섭취하였을 때보다 도체의 지방함량이 적었다고 보고하였다. 또한 Robinson과 Lewis(1964)는 비육기

* Corresponding author : Jae-Ryong Lee. Gyeongnam Province Advanced Swine Research Institute, 15-1 Sancheong-gun Snam-men Gyeongnam 666-962, Korea. Tel: 82-55-970-7480, Fax: 82-55-970-7479, E-mail: asjylee@hanmail.net

사료에 에너지 함량이 높으면 육질은 좋지 않았으나 단백질 함량을 높여 줌으로서 육질은 개선되었다고 보고하였고, 사료내 지방 함량 및 지방산의 구성 비율은 동물 체내 지방산 조성에 변화를 초래하는 요인으로 잘 알려져 있다(Larick et al., 1992; Sterling et al., 1994).

고품질 돈육 생산을 위해서는 생산의 시작단계인 사육환경이 중요하다. 현재까지 국내에서는 출하체중을 기준으로 돼지를 출하하고 있는데, 영양소 수준과 출하일령에 따른 도체 및 육질 특성에 관한 연구는 많지 않은 실정이다. Choi 등 (2000)은 도체 특성, 육질 특성 및 PSE육 발생에서 출하 체중을 110 kg으로 할 때 출하 일령을 170일령으로 하는 것이 가장 바람직하며, 그 다음이 180일, 160일령 순으로 성별에 따라 출하일령도 고려할 필요가 있다고 보고하였다.

따라서 본 시험은 고에너지 수준의 사료를 급여한 돼지의 사양 성적, 도체 특성, 돈육의 일반 성분, 이화학적 특성 및 지방산 조성에 미치는 영향을 비교하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험 동물 및 시험설계

김해시 상동면 K농장에서 150±3일령의 80±3 kg인 삼원 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 120두를 공시하여 2003년 7월부터 9월까지, 2처리에 처리당 3반복, 반복당 20마리씩 완전임의 배치하여 고에너지 사료는 27일, 저에너지 사료는 38일간 사양실험하였다. 사양시험 돈방의 크기는 3×4×1.5 m이며, 바닥은 콘슬랫 바닥이었다.

육질시험은 107 kg 내외에서 도축하여 24시간 냉각한 다음 등심부위(longissimus dorsi)를 공시하여 조사하였다.

시험사료

시험에 사용된 사료는 부산경남양돈농협 사료공장에서 개발한 사료를 이용하였다. 대조구는 저에너지 사료 DE 3,290 kcal/kg, CP 14.5%, Lysine 0.70%, Ca는 0.78%, 고에너지 사료 DE 3,350 kcal/kg, CP 15.0%, Lysine 0.70%, Ca는 0.78%로 배합하였다. 시험에 사용한 사료의 배합비율과 영양소 함량은 Table 1과 같다.

시험에 사용한 사료의 지방산 조성은 Table 2와 같다.

사양관리

사료는 각 처리구마다 자유 채식토록 하였으며, 물은 자동 급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 체중 및 사료섭취량은 시험개시와 종료시에 측정하여 일당 증체량, 일당 사료섭취량 및 사료요구율을 계산하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of the experiment diets

	Low energy density	High energy density
Ingredients		
Corn, ground	45.38	49.56
Wheat	15.00	15.00
Wheat bran	4.00	4.00
Rice bran	4.00	4.00
Soybean meal	11.60	15.86
Rapeseed meal	4.00	1.00
Palm kernel meal	5.00	2.00
Cotton seed meal	3.00	0.00
Limestone	1.38	1.39
Tricalcium phosphate	0.28	0.28
Salt	0.25	0.25
Vitamin premix ¹	0.30	0.30
Mineral premix ²	0.26	0.26
Tallow	1.46	2.00
Molasses	4.00	4.00
Lysine-HCl	0.09	0.10
Total	100	100
Chemical composition		
Crude protein	14.5	15.0
Ca	0.78	0.78
P	0.50	0.50
Lysine	0.70	0.70
DE (kcal/kg)	3,290	3,350

¹ Supplied per kg diets : vit A, 4,000 IU ; vit D₃, 800 IU ; vit E, 15 IU ; vit K, 2 mg ; thiamin, 8 mg ; riboflavin, 2 mg ; vit B₁₂, 16 mg, pantothenic acid, 11 mg ; niacin, 20 mg ; biotin, 0.02 mg.

² Supplied per kg diet : Cu, 130 mg ; Fe, 175 mg ; Zn, 100 mg ; Mn, 90 mg ; I, 0.3 mg ; Co, 0.5 mg ; Se, 0.2 mg.

Table 2. Fatty acids composition of experimental diet

Item	Low energy density	High energy density
C14:0	0.67±0.03*	0.56±0.02
C16:0	17.44±0.02	18.33±0.03
C16:1	1.30±0.02	0.83±0.03
C18:0	6.70±0.04	5.04±0.02
C18:1	42.55±0.05	40.29±0.02
C18:2	31.34±0.02	34.95±0.08

조사방법

1) 도체 특성

시험종료시 전 처리구의 전 두수를 돼지 도체 등급 판정 기준에 따라 등급판정사가 도체 중량, 등지방 두께, 외관 및 육질 등을 고려하여 돼지 도체 등급 판정을 실시하였다.

2) 일반성분

일반성분 분석은 AOAC(1995)방법에 준하였으며, 수분함량은 Oven 건조법, 조단백질은 조단백질 증류장치(Buchi 339, Germany), 조지방은 Soxhlet 추출법(Büchi B-811, Switzerland), 조회분은 회화로(JR11-402, Korea)에서 800℃로 5시간동안 회화시킨 후 그 함량을 측정하여 백분율(%)로 나타내었다.

3) pH

도축 24시간 후에 등심 부위의 pH값을 pH_u로 하였으며 측정기기는 pH*K21(pH*K21, NWK Binar Co., Germany)을 사용하였다.

4) 육즙감량 (Drip loss)

직경 50 mm 코어를 이용하여 시료를 채취한 후 무게를 측정하고, 뚜껑이 있는 플라스틱 상자(18×15×10 cm)에 매달아 48시간 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 저장 후 육즙의 감량을 백분율로 산출하였다.

5) 가열감량 (Cooking loss)

늑골 부위의 배최장근을 스테이크 모양으로 절단하여 무게를 측정하고 육심부 온도 70℃에서 10분 가열한 다음 냉각시켜 감량된 무게를 백분율로 산출하였다.

6) 전단력

조직감은 배최장근을 코어를 이용하여 지름 5 cm 높이 5 cm로 절단한 다음 80℃의 항온수조에서 육심부 온도 70℃에서 10분간 가열하였다. 실온에서 30분간 냉각시킨 후 근섬유 방향과 평행하게 원통형 절편기(직경 1.27 cm)로 시료를 채취하여 인스트론 기기(Model 4443, Instron, USA)를 이용하여 시료의 근섬유 방향과 직각으로 절단하여 측정하였다. 이때의 조건은 V-blade를 이용하였으며, compression load cell 50 kg, crosshead speed는 100 mm/min, chart speed는 20×10 mm/min으로 실시하였다.

7) 육 색

도축 24시간 후에 제 5~6늑골 사이의 등심근을 절개하여

Chromameter(CR-301, Minolta, Japan)로 CIE L*, a*, b*값을 측정하였다. 육색 측정에 사용된 표준색도판의 색도값은 Y=92.03, x=.3138, y=.3196이었다.

8) 지방산 조성

지질은 Folch 등(1957)의 방법으로 시료 50 g을 Folch 용액(CHCl₃ : CH₃OH = 2 : 1) 250 mL와 BHT 100 uL를 넣고 25,000 rpm에서 2분간 균질화시킨 후 여과하여 0.88% NaCl 150 mL을 첨가한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 상층액은 aspirator로 제거하고 하층은 sodium sulfate를 첨가하여 여과한 다음 농축시키고(EYELA, USA) N₂ gas로 남은 용매를 제거한다. Methylation은 Folch 등(1957)의 방법으로 추출한 지질 0.1 mg을 teflon-lined screw-cap tube(20 mL)에 넣고 4% H₂SO₄(in methanol) 2 mL를 첨가한 후 90℃ water bath에서 10분간 methylation하였으며 상온에서 냉각 후 hexane 2 mL와 증류수 1 mL를 넣고 혼합한 다음에 층분리가 일어나면 하층액을 제거하고 상층 1 mL를 회수하여 GC(Gas Chromatography, Agilent 6890⁺, USA)로 분석하였다.

통계 분석

실험결과와 통계적 분석은 SAS package(1997)를 이용하여 실시하였으며, GLM(General Linear Model) Procedure를 적용하여 각 요인의 least square means를 구하여 요인간의 유의성(growth performance, cooking loss, b*)을 검정하였다.

결과 및 고찰

사양성적

에너지 수준을 달리 하여 비육 시킨 돼지의 일당 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 Table 3에 나타내었다. 고에너지 사료를 급여한 돼지의 일당 증체량은 저에너지 사료를 급여한 돼지에 비해 높았으며, 사료 섭취량과 사료 요구율은

Table 3. Effect of high-energy density diet on growth performance in finished pigs

Item	Low energy density	High energy density
Average daily gain (g)	762.30±10.68 ^{*B}	887.30±4.91 ^A
Average daily feed intake (g)	3,037.00±29.44 ^A	2,815.00±17.32 ^B
Feed/Gain	3.44±0.03 ^A	2.80±0.02 ^B

*Means±SE.

^{A-B} Means in the row with different superscripts differ (p<0.05).

현저히 낮았다($p < 0.05$). 이는 고에너지 사료는 사료량을 적게 섭취하고도 증체량이 높은 것을 나타낸다. Yoo and Han(1982)은 사료의 단백질 또는 에너지 수준이 낮아짐으로써 일당 증체량과 사료효율은 감소되었고 출하 체중까지의 도달일수도 길어졌다는 보고와 본 시험 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

도체성적

에너지 수준을 달리 급여하여 비육 시킨 돼지의 도체 특성은 Table 4에서 보는 바와 같다. 도체중, 등지방 두께 및 도체등급은 저에너지와 고에너지 사료를 급여한 돼지간에 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 고에너지 사료 급여가 사양 성적(Table 3)이 좋은 반면 도체 특성은 차이가 없었지만 등지방 두께가 얇고 도체 등급이 낮은 경향에 대해서는 향후 체계적인 연구를 통해 적절한 대안이 제시되어야 할 것으로 사료된다. 도체 등급에서 저에너지 사료를 38일간 급여한 돼지에서 좋은 등급을 나타내는 경향을 보였다. Yoo and Han(1982)은 사료의 단백질과 에너지 수준에 따라 등지방 두께는 차이는 없었지만 단백질 수준과 에너지 수준이 낮을수록 얇은 경향이었다는 보고와 Kornegay 등(1973)의 사료의 단백질 함량에 따라 등지방 두께 및 도체율은 영향을 받지 않는다는 보고와 본 시험 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 Candek-Potokar 등(1998)은 돼지의 출하일령이 증가함에 따라 도체중량, 지육율 및 등지방 두께가 증가한다고 보고하였는데 이는 본 시험 결과와 다소 차이를 보였다. 이는 출하일령보다 급여되는 사료에 의해 체조성이 달라지는 것으로 사료된다.

이화학적 특성

1) 일반성분

도체 등심의 일반성분 결과는 Table 5에 나타내었다. 근육의 수분함량은 근육이 물리적 성숙도와 지방 함량에 따라 차이가 있으며 약 70~75%로 구성된다(Honikel, 1987). 저에

Table 4. Effect of high-energy density diet on carcass characteristics in finished pigs

Item	Low energy density	High energy density
Carcass weight (kg)	80.10±0.69*	80.13±1.81
Backfat thickness (cm)	19.50±0.82	19.13±1.52
Carcass grade ¹⁾	1.10±0.10	1.63±0.26

*Means±SE..

¹⁾ 1: A grade, 2: B grade.

Table 5. Effect of high-energy density diet on proximate composition of pork¹⁾

Item	Low energy density	High energy density
Moisture	74.02±0.32*	71.92±0.32
Crud protein	22.17±0.30	22.15±0.13
Crud fat	1.68±0.15	2.98±0.41
Crud ash	1.35±0.02	1.15±0.01

¹⁾ *M. longissimus dorsi*.

*Means±SE..

너지와 고에너지 사료를 급여한 돈육의 수분 함량은 71.92%~74.02%, 단백질 22.15%~22.17%, 지방 1.68%~2.98% 및 회분 1.15%~1.35%를 나타냈으며, 급여 구간에 현저한 차이를 보이지 않았다. Han 등(1973)은 사료의 에너지와 단백질 수준이 증가할수록 돈육의 수분 함량은 감소하고 지방 및 단백질 함량은 증가되는 경향이었다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다. Hodgson 등(1991)은 수분을 많이 함유한 돈육은 지방 함량이 낮았다고 보고하여 본 실험의 결과를 뒷받침하고 있다. 그러나 Candek-Potokar 등(1998)은 돼지의 출하 일령이 증가함에 따라 수분 함량이 감소되었고 지방 함량이 증가되었다는 보고와 차이를 보였는데, 이는 출하 일령보다 급여되는 에너지 수준이 체조성에 영향을 미친 것으로 사료된다.

2) 이화학적 특성

돈육의 이화학적 특성은 Table 6에 나타내었다. pH는 육의 보존성(Keepability), 가열 감량 등 많은 기술적인 특질들에 영향을 미치기 때문에 가장 중요한 육질 특성 중 하나이며(Girard et al., 1986), 근육의 pH가 단백질의 등전점인 pH 5.00에 근접할수록 보수력은 감소하게 된다(Hamm, 1982). 저에너지 사료와 고에너지 사료를 급여한 돈육간의 pH_u와

Table 6. Effect of high-energy density diet on pH, drip loss, cooking loss and shear-force of pork¹⁾

Item	Low energy density	High energy density
pH _u	5.62±0.01*	5.61±0.01
Drip loss	2.43±0.65	3.07±0.57
Cooking loss	31.62±0.96 ^B	35.74±1.71 ^A
Shear force	3.92±0.22	4.42±0.43

¹⁾ *M. longissimus dorsi*.

*Means±SE.

^{A-B} Means in the row with different superscripts differ ($p < 0.05$).

Drip loss는 차이를 나타내지 않았고, 가열 감량은 저에너지 사료를 급여한 돈육이 31.62%에 비해 고에너지 사료를 급여한 돈육이 35.42%로 현저하게 높았다($p < 0.05$). Palnsky와 Nosal(1991)은 pH와 가열 감량과의 관계를 설명하면서 pH가 높음으로서 가열 감량이 작다고 보고하였는데, 본 실험에서도 그와 유사한 경향을 나타내었다. 돈육의 연하고 질긴 정도를 측정하는 전단력은 저에너지 사료를 급여한 돈육이 3.92, 고에너지 사료를 급여한 돈육이 4.42로 통계적으로 차이를 나타내지 않았지만 저에너지 사료를 급여한 돈육이 낮은 경향을 나타내었다.

육 색

돈육의 육색은 Table 7에 보는 바와 같다. 육색은 돼지고기 품질과 관련하여 오랫동안 많은 연구들이 수행되어 왔으며 보수력 및 근육구조와 관련되어져 왔다고 보고하고 있다 (Warriss and Brown, 1987). 육색에서 저에너지 사료를 급여한 돈육과 고에너지 사료를 급여한 돈육사이 명도(L*)값은 50.04~55.09의 범위로 이 범위는 Kauffman 등(1986)이 보고한 정상육의 색깔 범위 내에 있었다. Kauffman 등(1986)은 육색에 있어서 PSE 육은 명도가(L*) 60.5, 정상육은 55.4 정도 및 DFD 육은 47.8 정도였다고 보고하였다. 적색도(a*)는 현저한 차이는 없었고, 황색도(b*)값은 고에너지 사료를 급여한 돈육이 현저히 높게 나타났었다($p < 0.05$).

지방산 조성

돈육의 지방산 조성은 Table 8에 나타내었다. 단위동물의 경우 근육 내 지방산 조성은 사료를 통해서 바꿀 수 있다 (Larick et al., 1992; Miller et al., 1990). 저에너지 사료를 급여한 돈육과 고에너지 사료를 급여한 돈육의 주요 지방산의 구성은 C18:1이 37.72~39.14%로 가장 높았고, C18:2 20.24~21.09%, C16:0 19.24~20.08% 및 C18:0의 함량은 10.49%~12.01% 순으로 대부분을 차지하였다. 이는 Hilditch 등(1984)과 Kim 등(1998)은 돈육 지질의 조성에 관한 연구에서 주요 포화지방산에는 C16:0, 불포화지방산에는 C18:1의

Table 8. Effect of high-energy density diet on fatty acid compositions of pork¹⁾ (%)

Item	Low energy density	High energy density
Myrstic acid (C14:0)	1.00±0.09*	0.96±0.09
Palmitic acid (C16:0)	19.24±0.47	20.08±0.21
Palmitoleic acid (C16:1)	2.68±0.13	2.50±0.24
Stearic acid (C18:0)	12.01±1.03	10.49±0.72
Oleic acid (C18:1)	39.14±1.26	37.72±2.21
Linoleic acid (C18:2)	20.24±1.22	21.09±2.02
Arachidonid acid (C20:4)	5.69±0.49	7.16±1.14
Total	100	100
Total SFA ²⁾	32.25±0.86	31.52±0.76
Total MUFA ³⁾	41.81±1.34	40.22±2.43
Total PUFA ⁴⁾	25.93±1.69	28.25±3.10
MUF/SFA	1.30±0.05	1.27±0.05
PUFA/SFA	0.81±0.07	0.91±0.12

¹⁾ *M. longissimus dorsi*. ²⁾ Saturated fatty acid.

³⁾ Monounsaturated fatty acid. ⁴⁾ Polyunsaturated fatty acid.

*Means±SE..

함량이 가장 높았다는 보고와 일치하였다. 저에너지 사료를 급여한 돈육과 고에너지 사료를 급여한 돈육 사이 지방산 조성에서 차이를 보이지 않았다. 고에너지 사료내의 지방산 조성이 그대로 돈육에 전이가 되어 차이는 없었지만 등심에서 PUFA 함량이 높았으며, 등심의 PUFA 함량이 등급(Table 4)에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났었다. 사료 요구율 및 일당 증체량은 지방 또는 지방산 조성과의 일정한 관계를 보이지 않는다고 Overland 등(1996)이 보고하였다. 본 연구에서 돈육의 PUFA 함량과 상관없이 사료의 에너지 수준이 사양성적(Table 3)에 영향을 미친 것으로 사료된다.

요 약

본 시험은 고에너지 수준의 사료를 급여한 돼지의 사양성적, 돈육의 도체 특성, 일반성분, 이화학적 특성 및 지방산 조성에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다. 80±3 kg의 삼원교잡종 120두를 공시하여 비육돈 사료 변화의 영양소 수준에 따라 저에너지 DE 3,290 kcal/kg, CP 14.5%, Lysine 0.70%, Ca 0.78로 배합한 사료를 38일간 급여하였고, 고에너지 DE 3,350 kcal/kg, CP 15.0%, Lysine 0.70%, Ca 0.78%로 배합한 사료를 27일간 급여하였다. 저에너지와 고에너지 사료를 급여한 돼지의 종료체중이 107 kg내외에 도달했을 때 도축하여 시험에 공시하였다. 고에너지 사료를 급

Table 7. Effect of high-energy density diet on meat color¹⁾

Item	Low energy density	High energy density
L*	53.04±0.70*	55.09±0.74
a*	6.94±0.23	7.17±0.41
b*	4.79±0.33 ^B	5.98±0.31 ^A

¹⁾ *M. longissimus dorsi*.

*Means±SE.

^{A-B} Means in the row with different superscripts differ ($p < 0.05$).

여한 돼지가 일당 증체량이 높았고, 사료섭취량과 사료요구율은 낮았다($p<0.05$). 도체특성과 일반성분은 차이를 보이지 않았다. 이화학적 특성 중 고에너지 사료를 급여한 돈육의 가열 감량과 황색도는 저에너지 사료를 급여한 돈육에 비해 현저히 높게 나타내었다($p<0.05$). 지방산 조성에서는 저에너지와 고에너지 사료를 급여한 돈육에서 차이를 보이지 않았다.

이상에서 고에너지 사료를 27일간 급여한 돼지는 저에너지 사료를 38일간 급여한 돼지에 비해 성장률이 향상되었고, 돼지의 도체 특성, 물리적 특성 및 지방산 조성에는 미치지 않았지만 돈육의 가열 감량과 황색도가 높았다.

참고문헌

1. AOAC (1995) Official method of analysis, 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
2. Candek-Potokar, M., Zlender, B., Lefaucheur, L., and Bonneau, M. (1998) Effects of age and/or weight at slaughter on *longissimus dorsi* muscle: Biochemical Traits and Sensory Quality in Pigs. *Meat Sci.* **48(3)**, 287-300.
3. Choi, Y. I., Kim, Y. T., Lee, C. L., and Han, I. K. (2000) Carcass and pork quality characteristics by sex and marketing day. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* **42(6)**, 933-940.
4. Davey, R. V. and Bereskin, S. (1978) Genetic and nutritional effects on carcass chemical composition and organ weight of market swine. *J. Anim. Sci.* **46**, 992-1000.
5. Folch, J., Lees, G., and Sloan-Stantly, N. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
6. Girard, J. P., Goutefongea, R., Monin, G., and Touraille, C. (1986) In: Le proc et son elevage. Perez, J. M., Mornet, P., and Rerat, A. (eds), Maloigne, Paris, pp. 461.
7. Hamm, R. (1982) Post-mortem changes in muscle with regard to processing of hot-boned beef. *Food Tech.* **37**, 86-91.
8. Han, I. K., Chee, S. H., Ku, N. W., and Kim, D. K. (1973) The effect of level of dietary energy and protein on the drylot performance, carcass characteristics and nutrient utilization by growing-finishing swine. *Kor. J. Anim. Sci.* **15(1)**, 1-9.
9. Hilditch, T. P., Jones, E. C., and Rhead, A. J. (1984) The body fats of the han. *J. Biochem.* **28**, 786-792.
10. 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.
11. Honikel, K. O. (1987) How to measure the water holding capacity of meat quality in pigs. Martinus Nijhoff Publisher.
12. Kauffman, R. G., Eikelenboom, G., van der Wel, P. G., Merkus, G., and Zaar, M. (1986) The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature. *Meat Sci.* **18**, 191-200.
13. Kim, I. S., Min, J. S., and Lee, M. (1998) Comparison of TBA, VBN, fatty acid composition, and sensory characteristics of the imported and domestic frozen pork bellies. *Kor. J. Anim. Sci.* **40(5)**, 507-516.
14. Kim, J. D., Ko, T. G., Han, Y. K., and Han, I. K. (1999) Study on the development of antibiotic-free diet for growing-finishing pigs. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* **23(4)**, 283-287.
15. Kim, K. H., Myung, K. H., Sun, S. S., Kim, S. J., and Kim, J. P. (1992) Effect of phase feeding on the productivity of growing-finishing swine. *Kor. J. Anim. Sci.* **34(1)**, 53-58.
16. Kornegay, E. T., Thomas, H. R., and Garter, J. H. (1973) Evaluation of dietary protein levels for well-muscled hogs. *J. Anim. Sci.* **36**, 79-85.
17. Larick, D. K., Turner, B. E., Schoenherr, W. D., Correy, M. T., and Pilkington, D. H. (1992) Volatiled compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *J. Anim. Sci.* **70**, 1397-1402.
18. Lawrence, T. L. J. (1977) The effect of dietary nutrient density on growth of the pig. *Animal Prod.* **25**, 261-269.
19. Miller, M. F., Shackelford, S. D., Hayden, K. D., and Reagan, J. O. (1990) Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed dldvated levels of monounsaturated fats in the diet. *J. Anim. Sci.* **68**, 1624-1631.
20. Overland, M., Taugbol, O., Haug, A., and Sundstol, E. (1996) Effect of fish oil on growth performance, carcass characteristics, sensory parameters, and fatty acid composition in pig. *J. Anim. Sci.* **46(1)**, 11-16.
21. Palansky, O. and Nosal, V. (1991) Meat quality of bulls and heifers of commercials cross breeds of the improved

- slovak spotted cattle with the limousine breed. *Vedecke prace Vyskumneho Ustaru Zivocisnej Vyrohy Nitre (CSFR)*, **24**, 59-66.
22. Robinson, D. W. and Lewis, D. (1964) Protein and energy nutrition of the pig. II. The effect of diets of finishing. *J. Agric. Sci.* **63**, 185-190.
23. SAS (1997) SAS User's Guide. SAS Institute, Gray, NC, USA.
24. Sterling, L. G., Fader, G. M., Gutowski, B. H., and Halbrecht, C. K. (1994) The effect of source and level of dietary fat on the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in swine. *Proc. Anim. Sci.* **10**, 11-17.
25. Vanbelle, M. (1989) The European perspective on the use of animal feed additives. In: A world without antibiotics. anabolic agents or growth hormone? Lyons, T. P. (ed.), Biotechnology in the feed industry. Proc. of Alltech's 5th Annu. Symp. Alleth Tech. Publ., Nicholasville, KY, pp. 191.
26. Warriss, P. D. and Brown, S. N. (1987) The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Sci.* **20**, 235-252.
27. Yoo, M. I. and Han, I. K. (1982) Studies on the determining protein and energy requirements of swine. III. studies on the determining protein and energy requirements of finishing swine. *Kor. J. Anim. Sci.* **24(2)**, 167-177.
-
- (2003. 11. 26. 접수 ; 2004. 7. 12. 채택)