

비육후기 사료의 에너지 수준이 '고체중' 출하돈의 성장효율 및 도체특성에 미치는 영향

이철영* · 김민호* · 하덕민* · 박재완* · 오관용* · 이제룡** · 하영주** · 박병철***
진주산업대학교 동물생명산업센터 *, 경상남도 첨단양돈연구소 **, CJ주식회사 ***

Effects of the Energy Level of the Finisher Diet on Growth Efficiency and Carcass Traits of 'High'-Market Weight Pigs

C. Y. Lee*, M. H. Kim*, D. M. Ha*, J. W. Park*, G. Y. Oh*, J. R. Lee**, Y. J. Ha** and B. C. Park***

Regional Animal Industry Center, Jinju National University *,
Gyeongnam Province Advanced Swine Research Institute **, CJ Corp. ***

ABSTRACT

The aim of the present study was to determine the effects of a low-energy finisher diet on feed and growth efficiencies and carcass traits of 'high'-market weight (MW) finishing pigs and thereby to extrapolate optimal dietary energy level for the high-MW swine. A total of 160 (Yorkshire × Landrace) × Duroc-crossbred finishing gilts and barrows weighing approximately 90 kg were fed a low-energy (3,200 kcal DE/kg) diet (LE) or control (3,400 kcal) diet (CON) *ad libitum* in 16 pens up to 135- and 125-kg live weights, respectively, at which the animals were slaughtered and their carcasses were analyzed [2 (sex) × 2 (diet) factorial experimental design]. Average daily gain, average daily feed intake and feed efficiency did not differ between the two sex or diet groups. Backfat thickness was less ($P<0.05$) in LE (22.4 mm) than in CON group (24.3 mm) in gilts, but not in barrows (24.4 ± 0.4 mm). The percentage of C- & D-grade carcasses was over 90% because of the 'over-weight' problem in gilts, whereas in barrows, percentages of A plus B grades and C plus D grades were 79% and 21%, respectively. The yield percentage of each trimmed primal cut per total trimmed cuts (w/w) did not differ between the two sex or diet groups. Physicochemical characteristics of *longissimus* muscle including color (lightness and redness), pH, drip loss and chemical composition, which overall were within the range of normal carcass, also did not differ between the two sex or diet groups. In conclusion, both LE and CON are judged to be adequate for the high-MW swine during the latter finishing period. If fat deposition of a given herd of high-MW pigs needs to be suppressed by a dietary treatment, the energy content of the diet will have to be reduced to a level lower than 3,200 kcal DE/kg.

(Key words : Pig, Market weight, Diet, Feed efficiency, Energy)

I. 서 론

비육돈의 출하체중은 생산자 측에서는 무엇보다도 수익에 크게 영향을 미치는 경제요인이고 소비자 혹은 도축·가공업자 측에서는 도체의 등급 혹은 품질을 결정짓는 주요 요인 중의

하나이다. 현실적으로 출하체중은 도체 품질에 맞춰 비교적 가변적으로 조절되거나 일정 한도 내에 출하체중을 정해놓고 도체품질 혹은 등급 판정 기준에 맞춰 비육돈의 유전적 특성과 사양방법 등을 선택 혹은 조절하는 방법이 있다. 실 예로 미국에서는 소비자 혹은 도축·가공업

Corresponding author : C. Y. Lee, Regional Animal Industry Center, Jinju National University, Jinju 660-758
Tel: 055-751-3285, FAX: 055-753-4422, E-mail: cylee@jinju.ac.kr

자의 요구에 맞춰 주에 따라 출하체중이 92 kg 부터 137 kg까지 광범위하게 조절되고(NASS, 2006) 국내에서는 주어진 등지방두께 및 도체중 범위 등을 기준으로 하여 설정된 도체등급 판정 기준을 맞추기 위하여 110 kg 내외의 좁은 범위에서 출하체중이 제한된다. 경제적으로 일정 생체중까지는 출하체중이 증가할수록 단위 중량당 돈육의 생산원가는 저하되나 생물학적으로는 생체중이 증가할수록 등지방 침적은 증가하는 반면 적육 축적은 줄어든다(Quijandria와 Robinson, 1971; Latorre 등, 2004; Kim 등, 2005). 따라서 주어진 시장조건 하에서 생체중 변화에 따른 돈육의 생산원가와 체지방 비율의 변화가 출하체중을 결정짓는 큰 요인으로 작용하게 된다.

비육돈 특히 거세돼지의 에너지 섭취량을 제한하면 생체중 증가에 따른 체지방 비율 증가를 저하시켜 출하체중을 증가시킬 수도 있다. 주어진 양의 사료만을 급여하는 제한사양은 계산된 만큼 에너지섭취량을 제한하기 때문에 필요한 만큼 효과적으로 지방침적을 억제할 수 있는 방법으로 잘 알려져 있으나(Leymaster와 Mersmann, 1991; 탁 등, 1994), 이 방법은 사료의 무게를 재기 위한 노동력이 소모되기 때문에 실용성이 낮다. 차선의 방법으로 저에너지 사료를 급여하면 실험 결과에 따라 다소간의 변이는 있지만 대체로 사료섭취량이 증가되나 총에너지섭취량은 어느 정도 저하될 수 있어 제한사양에 비해 효과는 낮으나 실용성은 높다(Coffey 등, 1982; 장과 정, 1985; 이 등, 2000; Lee 등, 2002).

국내 돈육 소비자는 구미의 소비자에 비해 지방 함량이 높은 돈육을 선호하고 국내 종돈은 대부분 구미로부터 유래된 적육형 계통이기 때문에 국내 출하체중은 구미에서의 수치 이상으로 높일 수 있는 가능성이 크나 실제로는 구미권 수치보다 5~20 kg 낮은 실정이다(Kim 등, 2005). 이러한 점과 사료의 에너지 수준을 낮추면 출하체중을 증가시킬 수도 있다는 점에 착안하여 본 연구진은 선행연구(이 등, 2006; 박 등, 2007)에서 경남 일원에서 가장 널리 사용되고 있는 계통의 비육돈을 NRC(1998)가 권

장한 사료의 에너지 함량 표준(3,400kcal DE/kg)에 비해 200kcal DE/kg이 낮은 사료를 생체중 90 kg부터 125~135 kg까지 무제한 급여한 후 도축하고 도체를 분석하였다. 이와 같은 선행 연구를 통하여 본 연구진은 현행 A & B 도체등급의 도체중 허용범위가 철폐되거나 고체중 도체를 수용할 수 있도록 상향조정되지만 한다면 암돼지와 거세돼지의 적정 출하체중은 각각 135 & 125 kg 수준이란 결론을 내린 바 있다. 본 연구는 선행연구의 후속연구로서 3,400kcal 대비 3,200kcal DE/kg의 사료의 에너지 함량이 고체중 비육돈의 사료효율, 지방 침적 및 도체 품질 특성에 과연 어느 정도의 영향을 미칠 것 인지를 조사하여 고체중 비육돈용 사료의 적정 에너지 수준을 유추하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 공시돈

경남 진주시에 소재하는 “S” 농장에서 생체중 약 90 kg 되는 적육형 계통의(Yorkshire × Landrace) × Duroc 3원 교잡종 암돼지와 거세돼지 각각 80두씩 총 160두를 선발하여 돈방당 10두씩 16돈방에 임의로 배치하였다. 공시돈은 2(성; 암 & 거세) × 2(사료; 2 종류) ‘factorial’ 실험설계 하에 각 성별 4돈방씩 NRC(1998) 사양표준에 따른 3,400kcal DE/kg의 에너지를 함유한 대조사료와 선행연구(이 등, 2006; 박 등, 2007)에서 ‘고체중’ 비육돈 사양실험의 공시사료로 사용했던 3,200kcal DE/kg을 함유한 저에너지사료를 출하 시까지 무제한으로 급여하였다. Table 1에 제시된 바와 같이 본 실험에 쓰인 두 개의 공시사료는 에너지 함량만 다르고 조단백질, lysine, Ca 및 P의 함량과 미량광물질 및 비타민 첨가량은 동일하도록 원료를 배합하였다.

2. 도체분석

생체중 약 135 kg에 달한 암돼지와 약 125 kg에 달한 거세돼지는 주당 1회씩 부경양돈농협 축산물공판장에 출하·도축하여 도체중과 등지

Table 1. Chemical composition of the control and low-energy diets (as-fed basis)

Item	Control diet	Low-energy diet
Ingredients (%)		
Corn	58.10	52.12
Wheat	15.00	10.00
Wheat bran	—	14.60
Soybean meal (40%)	14.52	7.80
Soybean meal (44%)	5.00	9.50
Limestone	0.74	0.97
Dicalcium phosphate (18%)	0.71	0.33
Salt	0.25	0.30
Vitamin premix ^a	0.10	0.10
Mineral premix ^b	0.10	0.10
Animal fat	1.31	—
Liquid molasses	4.00	4.00
L-lysine	0.18	0.18
Calculated chemical composition		
DE (Mcal/kg)	3.40	3.20
Crude protein (%)	15.5	15.5
Lysine (%)	0.90	0.90
Crude fat (%)	3.83	2.70
Crude fiber (%)	2.94	3.84
Crude ash (%)	4.31	4.39
Ca (%)	0.60	0.60
P (%)	0.45	0.45

^a Provided per kg of diet: 8,100IU vitamin A, 1,200IU vitamin D₃, 45IU vitamin E, 2.25mg vitamin K, 1.5mg thiamin, 0.6mg riboflavin, 2.55mg pyridoxine, 0.03mg vitamin B₁₂, 19.5mg pantothenic acid, 39mg niacin, 0.09mg biotin & 0.75mg folic acid.

^b Provided per kg of diet: 102.7mg FeSO₄, 0.442mg CoSO₄, 67mg CuSO₄, 54.18mg MnSO₄, 69mg ZnSO₄, 0.546mg CaIO₃ & 0.338mg Na₂SeO₃.

방두계 등의 측정 및 등급 판정을 받은 다음 도체는 4°C에서 24시간 냉장하였다. 임의로 선택된 날짜에 출하·도축된 24두의 공시돈에 대해서는 선행연구(이 등, 2006; 박 등, 2007)에서와 같이 냉도체로부터 7개의 부분육을 절단하여 무게를 재고 도체중 대비 총 부분육 수율과 총 부분육 중량 대비 각각의 부분육 중량 비율을 계산하였다. 배최장근 시료는 얼음에 채워 실험실로 운반하여 전술한 바(Lee 등, 2002)와 같이 색깔(CIE, 1978), pH, 육즙삼출율 및 조성분 함량(AOAC, 1990)을 측정하였다.

3. 통계분석

측정치는 General Linear Model Procedure (SAS, 1996)를 이용하여 분석하였다. 분석모델에는 성, 사료 및 성 × 사료 간의 상호작용을 삽입하였고, 사료섭취량과 사료효율을 제외한 모든 변수에 대해서 공시돈을 실험단위로 하였으며, 공시돈별 측정치가 없는 전자에 대해서는 돈방을 실험단위로 취급하였다. 등지방두계는 성별로 암퇘지와 거세돼지 각각 135 & 125kg 생체중에 보정(NSIF, 1997)한 후 분석하였다.

III. 결 과

본 사양실험의 암퇘지와 거세퇘지의 개시체중은 90 kg으로 하고 종료체중은 각각 135 & 125 kg로 계획되었는데 실제 개시체중은 암퇘지(93.3 kg)가 거세퇘지(89.9 kg) 보다 다소 컸으나($P<0.01$) 종료체중은 전자(135.4 kg)와 후자(124.4 kg) 공히 계획되었던 체중에 근접하였고 대조사료와 저에너지사료 구간 차이도 없었다(Table 2). 일당증체량은 암퇘지와 거세퇘지간 5% 수준의 유의차는 없었으나 전자가 후자보다 다소 높은 경향(0.81 vs. 0.77 kg; SE=0.015 kg; $P=0.09$)을 나타냈고, 대조사료(0.78 kg)와 저에너지사료(0.81 kg) 구간에 차이는 없었다($P=0.16$). 일당사료섭취량은 두 성 혹은 공시사료 간 차이가 없었으나, 사료효율은 암퇘지가 거세퇘지보

다 높은 경향(0.271 vs. 0.255; SE=0.005; $P=0.051$)을 나타냈으나 두 공시사료 구간 차이는 없었다($P=0.62$). 등지방두께는 성 혹은 사료에 대한 고정오차의 효과는 없었으나, 성 \times 사료 간 상호작용의 효과가 있었다($P<0.05$). 구체적으로 본 변수는 암퇘지에서는 저에너지사료 구(22.4 mm)가 대조사료 구(24.3 mm) 보다 낮았으나($P<0.05$) 거세퇘지에서는 두 사료 구간 차이가 없었다. 도체중은 암퇘지가 거세퇘지보다 컸으나(101.8 vs. 92.8 kg; SE=0.4 kg; $P<0.01$) 이는 전적으로 전자가 후자보다 출하체중이 11kg 컸기 때문이다. 도체율은 암퇘지가 거세퇘지보다 다소 높았으나(75.2% vs. 74.6%; SE=0.2%; $P<0.05$), 두 공시사료 구간의 차이는 없었다. 도체등급의 분포는 각 성내 두 공시사료 구간 가지적인 차이가 없었기 때문에 성별로 표시하

Table 2. Growth performance and carcass record of 'high'-market weight pigs

Item	Gilts		Barrows		Pooled SE	Significance (S, sex; D, diet)
	Control Diet ^a	Low-E Diet ^b	Control Diet ^a	Low-E Diet ^b		
Initial wt (kg)	93.0	93.6	89.7	90.2	0.94	S**
Final wt (kg)	135.5	135.3	124.8	124.1	0.7	S**
ADG (kg)	0.80	0.82	0.75	0.79	0.02	
ADFI ^c (kg)	2.94	2.91	2.90	3.03	0.10	
Gain:feed ^c	0.268	0.274	0.255	0.254	0.008	
Backfat ^d (mm)	24.3	22.4	24.0	24.7	0.6	SxD*
Carcass wt, (%)	102.3	101.3	92.9	92.6	0.6	S**
Dressing (%)	75.5	74.9	74.5	74.6	0.3	S*
Distribution of carcass grades ^e , %						
A-grade		1.3	43.8		—	N/A
B-grade		7.7	35.0		—	N/A
C-grade		15.4	17.5		—	N/A
D-grade		75.6	3.8		—	N/A

^{a,b} Contained 3,400 and 3,200 kcal DE/kg, respectively. Data are means of 40 animals, unless indicated otherwise.

^c Pen was the experimental unit (n=4 in each sex \times diet combination).

^d Adjusted for 135- and 125-kg live weights in gilts and barrows, respectively.

^e Data of the control and low-E diet groups were pooled in each sex, because there was no significant difference between the two diet groups within each sex.

N/A, not applicable.

* $P<0.05$; ** $P<0.001$.

였다. 암퇘지는 A & B 등급 비율이 9%에 불과하고 C & D 등급 비율이 91%에 달한 반면 거세돼지는 A & B 등급이 79%를 차지하였고 C & D 등급 비율은 21%에 불과하여 두 성간 9kg의 도체중 차이가 A, B, C & D 도체등급 분포에서는 큰 차이를 나타내었다. 7대 부분육의 총중량은 암퇘지가 거세돼지보다 훨씬 컸으나($P<0.01$) 이는 전자가 후자보다 출하체중이 컸기 때문으로서 도체중 대비 총부분육 중량 비율은 두 성간 차이가 없었다(Table 3). 총부분육 대비 각각 부분육의 중량 비율은 모든 부위에서 두 성 혹은 공시사료 구간 차이가 없었다. 배최장근(등심)의 이화학적 특성에 있어서도 명도(L*), 적색도(a*), 수소이온농도(pH) 및 육즙삼출을 뿐만 아니라 등심과 접한 등지방층의 명도 및 황색도(b*)까지 두 성 혹은 공시사료 구간 차이가 없었다(Table 4). 등심의 수분, 조지방 및 조단백질 함량 또한 두 성 혹은 공시사료 구간 차이가 없었고 수치상으로는 각각 약 73%, 2.2~2.7% 및 22% 내외의 값을 보였다.

IV. 고 찰

본 연구는 90kg 이상 고체중 비육돈에서 NRC(1998)가 권장한 3,400kcal DE/kg의 에너지를 함유한 기준(대조)사료와 3,200kcal DE/kg의 '저에너지'사료의 상대적인 효율을 조사하여 고체중 비육돈사료의 적정 에너지 수준을 추정하고자 수행되었다. 일당중체량, 일당사료섭취량 및 사료효율에 있어서 두 공시사료간 차이가 없었을 뿐만 아니라 이들 변수에 대한 결과는 본 연구의 저에너지사료를 공시사료로 썼던 선행연구(이 등, 2006; 박 등, 2007)의 결과와도 유사한 차이를 보이지 않았다. 다만 암퇘지에서는 대조사료 대비 저에너지사료 급여 구간 등지방두께가 낮는데 반해 거세돼지에서는 이와 같은 효과가 없었는데 이는 암퇘지에 비해 거세돼지의 사육기간이 짧았던 이유가 다소간의 설명이 될 수는 있을 것이나 근본적으로 본 연구의 결과만으로는 사료의 에너지 수준이 등지방 침적에 미치는 영향을 단정할 수는 없었

다. 이상을 종합하면 본 연구에 시험된 3,400 kcal 및 3,200kcal DE/kg의 에너지 함량을 가진 두 공시사료는 공히 본 연구에 쓰인 공시돈과 같은 적육형 계통의 비육후기용으로 적절한 사료인 것으로 판단된다. 즉 사료의 에너지 수준을 NRC(1998)의 권장량보다 200kcal DE/kg 정도 낮춰서는 사료 혹은 성장효율에 가시적인 영향을 미치지 않을 것으로 예측되며, 따라서 본 연구에 사용된 공시돈과 같거나 유사한 적육 축적 능력을 가진 거세돼지를 125 kg 이상 비육하고자 할 경우 혹은 본 연구의 공시돈보다 적육 대비 지방 축적 비율이 큰 돈군을 본 연구에서와 같이 고체중으로 비육하고자 할 때는 사료의 에너지 수준을 3,200kcal DE/kg 이하로 낮추어야 효과적일 것으로 예상된다.

Table 5는 고체중 비육돈의 성장효율과 도체 특성을 좀 더 포괄적으로 고찰하기 위하여 생체중 약 90 kg부터 125~135 kg까지 저에너지사료를 급여 받았던 본 연구의 공시돈 성적과 본 연구와 유전적 배경이 거의 같은 계통의 공시돈을 사용했던 선행연구(이 등, 2006; 박 등, 2007)의 성적을 농장, 성 및 농장 × 성의 상호작용을 고정오차로 삽입한 통계모델 하에서 분석한 결과이다. 일당중체량은 세 연구 각각의 결과는 물론 세 연구의 통합결과에서도 두 성간 차이가 없었고 농장간 차이도 없었다. 일당사료섭취량에 있어서는 본 연구와 2차 연구(박 등, 2007)에서는 두 성간 차이가 없었으나 1차 연구(이 등, 2006)에서는 거세돼지가 암퇘지보다 높아 통합결과에서도 거세돼지가 암퇘지보다 높았다($P<0.05$). 이러한 결과는 1차 연구에서는 공시두수(160두)가 본 연구(80두) 및 2차 연구(48두)에서 보다 많았고 후자에서와는 달리 암퇘지와 거세돼지의 출하체중이 공히 130 kg이었던 것이 주요 원인이었던 것으로 추정된다. 또한 일당사료섭취량은 저자들이 앞서 수행한 두 연구(각각 3.41 & 3.51 kg)에서보다 본 연구(2.97 kg)에서 현저히 낮았다($P<0.01$). 이같이 본 연구에서 사료섭취량이 낮았던 이유는 선행연구에서는 사료섭취량이 큰 늦가을~겨울철에 사양시험을 수행한 반면 본 사양시험은 가을에 수행했을 뿐만 아니라 각각의 사양시험

Table 3. Yields of primal cuts of the 'high'-market weight gilts and barrows

Item	Gilts		Barrows		Significance (D, diet; S, sex)
	Control Diet ^a	Low-E Diet ^b	Control Diet ^a	Low-E Diet ^b	
Total lean ^c (kg)	55.8±1.7	58.1±1.0	52.8±1.4	54.3±1.0	S*
Yield of lean ^d (%)	41.4±1.1	42.9±0.6	42.2±1.0	43.3±0.7	
Yield percentage of the primal cut					
Picnic	18.1±0.6	16.6±0.4	17.3±0.5	16.6±0.4	
Shoulder	8.7±0.5	8.4±0.3	8.9±0.4	8.3±0.3	
Loin	12.0±0.9	14.1±0.5	13.8±0.7	13.2±0.5	
Tenderloin	2.0±0.3	1.9±0.2	1.9±0.1	1.8±0.2	
Rib	8.0±0.3	8.2±0.2	8.3±0.3	7.9±0.2	
Belly	20.8±0.9	20.4±0.5	21.9±0.8	21.5±0.5	
Ham	30.4±1.4	30.3±0.8	28.8±1.2	30.7±0.9	
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	

^{a,b} Contained 3,400 and 3,200 kcal DE/kg, respectively. Data are means ± SE of 3, 9, 4 and 8 animals from the left to the right column.

^c Total weight of the seven trimmed primal cuts.

^d Total lean weight divided by carcass weight.

*P<0.05.

Table 4. Physicochemical characteristics of the *longissimus* muscle (loin) of the 'high'-market weight gilts and barrows

Item	Gilts		Barrows		Significance (S, sex; D, diet)
	Control Diet ^a	Low-E Diet ^b	Control Diet ^a	Low-E Diet ^b	
Muscle color					
CIE L*	56.0 ±2.8	57.5 ±1.6	57.8 ±2.4	59.4 ±1.7	
CIE a*	9.73±1.07	8.97±0.62	9.83±0.93	10.26±0.66	
Color of the backfat adjoining the <i>longissimus</i> muscle					
CIE L*	78.7 ±1.5	78.5 ±0.9	78.9 ±1.3	78.6 ±0.9	
CIE b*	5.29±0.60	5.29±0.35	4.45±0.52	4.76±0.37	
pH-24h	5.60±0.03	5.59±0.02	5.57±0.02	5.57±0.02	
Drip loss (%)	3.49±0.80	3.51±0.46	4.27±0.69	2.45±0.49	
Chemical composition					
Moisture	73.1 ±0.5	72.8 ±0.3	72.3 ±0.5	73.0 ±0.3	
Crude fat	2.16±0.33	2.65±0.19	2.19±0.28	2.65±0.20	
Crude protein	22.2 ±0.5	22.3 ±0.3	21.9 ±0.4	22.1 ±0.3	

^{a,b} Contained 3,400 and 3,200 kcal DE/kg, respectively. Data are means ± SE of 3, 9, 4 and 8 animals from the left to the right column.

Table 5. Growth performance, yields of primal cuts and physicochemical characteristics of the *longissimus* muscle (loin) of the 'high' market weight pigs: pooled results of three farms obtained from as many studies including the present one

Item	Gilts ^a		Barrows ^a		Significance (S & F ^b)
<u>Growth performance</u>					
Initial wt (kg)	91.5 ±0.6	(90.4 ~ 93.6)	90.3 ±0.6	(89.1 ~ 91.5)	S×F**
Final wt (kg)	132.1 ±0.5	(128.9 ~ 135.3)	126.8 ±0.6	(124.1 ~ 130.5)	S**, S×F**
ADG (kg)	0.81 ±0.01	(0.80 ~ 0.82)	0.81 ±0.01	(0.79 ~ 0.83)	
ADFI (kg)	3.21 ±0.05	(2.91 ~ 3.48)	3.38 ±0.05	(3.03 ~ 3.58)	S*, F**
Gain:feed	0.243±0.004	(0.221 ~ 0.274)	0.233±0.004	(0.220 ~ 0.254)	F**
Backfat depth ^c (mm)	21.9 ±0.4	(21.5 ~ 22.7)	24.8 ±0.4	(23.5 ~ 25.8)	S**
<u>Yields of total lean and major primal cuts</u>					
Carcass wt (kg)	99.6 ±0.4	(97.1 ~ 101.3)	94.9 ±0.4	(92.6 ~ 98.7)	S**, S×F**
Dressing (%)	75.3 ±0.2	(74.9 ~ 75.9)	74.8 ±0.2	(74.3 ~ 75.6)	S*, F*, S×F**
Total lean (kg)	57.6 ±0.4	(55.8 ~ 59.1)	54.5 ±0.4	(54.3 ~ 54.8)	S**, F*, S×F*
Yield of lean (%)	43.5 ±0.3	(42.8 ~ 44.9)	43.1 ±0.3	(42.3 ~ 43.8)	F**
Percentage of picnic	16.5 ±0.1	(15.9 ~ 17.0)	16.6 ±0.1	(16.0 ~ 17.3)	F**
Percentage of loin	13.6 ±0.2	(12.9 ~ 14.1)	13.0 ±0.2	(12.5 ~ 13.5)	S*, F**
Percentage of belly	20.5 ±0.2	(20.0 ~ 21.2)	21.2 ±0.2	(20.5 ~ 21.6)	S*, F**
Percentage of ham	31.0 ±0.3	(30.3 ~ 31.9)	31.0 ±0.3	(30.7 ~ 31.3)	
<u>Physicochemical characteristics of the <i>longissimus</i> muscle</u>					
CIE L* (lightness)	53.7 ±0.6	(48.5 ~ 57.5)	53.4 ±0.7	(49.2 ~ 59.4)	F**
CIE a* (redness)	7.87 ±0.26	(7.03 ~ 8.97)	8.49 ±0.27	(7.01 ~ 10.26)	F**
Moisture (%)	73.8 ±0.2	(72.8 ~ 74.6)	73.4 ±0.2	(72.7 ~ 74.6)	F**, S×F*
Crude protein (%)	22.4 ±0.1	(22.3 ~ 22.6)	22.4 ±0.1	(22.1 ~ 22.7)	
Crude fat (%)	2.39 ±0.09	(1.66 ~ 2.81)	2.47 ±0.10	(1.68 ~ 3.10)	F**

^a Data, which represent means ± SE, are pooled results of three farms involving a total of 288 animals which had received the low-energy diet containing 3,200 kcal DE/kg in three studies. Market weights were 135 and 125 kg in gilts and barrows, respectively, in this and companion [Park et al. (박 등), 2007] studies; in a previous study [Lee et al. (이 등), 2006] whose results also have been pooled in this table, market weight was 130 kg in both sexes. Indicated in each parenthesis is the range of means of the three farms.

^b S & F, sex and farm, respectively.

^c Adjusted for 130-kg live weight.

*P<0.05; ** P<0.01.

에서 비록 사료허실량을 계량하지는 않았으나 급이기의 구조상의 차이로 말미암아 본 연구에 비해 선행연구에서 사료의 허실량이 비정상적으로 많았기 때문이었다. 같은 이유로 사료효

율은 1, 2차 연구(각각 0.230 & 0.220)에서보다 본 연구(0.264)에서 훨씬 높았다(P<0.01). 한편 본 변수의 값은 세 연구 결과 및 통합결과에서 공히 두 성 간의 차이는 없었다. 130 kg 생체중

에 보정한 등지방두께는 본 연구(암: 거세 = 21.5:25.8 mm)와 1차 연구(암: 거세 = 21.6:25.1 mm)에서 거세돼지가 암돼지 보다 현저히 높아서($P<0.01$) 비록 2차 연구에서는 두 성간의 차이에 유의성이 없었지만(22.7:23.5 mm) 통합결과에서는 일반적으로 알려진 바(Latorre 등, 2004)와 같이 거세돼지가 암돼지보다 약 3 mm 높았다($P<0.01$).

도체중은 본 연구의 결과는 물론 통합결과에서도 두 성간 및 농장 × 성간 상호작용의 영향이 컸는데 이는 거의 전적으로 이 등(2006)이 보고한 선행연구에서는 암돼지와 거세돼지의 출하체중이 공히 130 kg인데 반해 본 연구와 박 등(2007)이 보고한 선행연구에서는 암돼지와 거세돼지의 출하체중이 각각 135 & 125 kg이었기 때문이다. 도체율에 있어서는 농장에 따라 성의 효과가 일치치 않았으나 본 연구 결과 및 통합결과에서 암돼지가 거세돼지보다 높은 수치를 보임으로써 Latorre 등(2004)이 보고한 결과와 일치하였다. 도체등급 분포에 있어서는 2차 연구(박 등, 2007)에서와 같이 생체중 약 125 kg에 출하된 거세돼지는 대부분 A & B 등급을 받았으나 135kg에 출하된 암돼지는 90% 이상 C & D 등급을 받아 현행 도체등급 판정 기준 하에서의 경제적인 한계체중은 125 kg 수준임을 시사하였다.

총 부분육 중량에 있어서 본 연구의 결과에서 나타난 성의 효과($P<0.01$) 및 통합결과에서 나타난 농장, 성 및 농장 × 성의 상호작용의 효과($P<0.01$)는 거의 전적으로 성별 출하체중이 세 연구에서 균일하지 않았기 때문이다. 총 부분육 대비 개별 부분육의 비율(w/w)은 본 연구에서는 모든 부위에서 두 성간 차이가 없었으나 통합결과에서는 앞다리, 등심, 삼겹살 및 뒷다리와 같이 비율이 큰 부분육중 뒷다리를 제외한 모든 부위의 비율이 농장 혹은 성에 따라 달랐다. 그러나 수치상으로 이들 부위의 성 혹은 농장간 차이는 크지 않아 부분육 비율에 관한 통계적 유의성이 경제적 손익에 미칠 수 있는 영향은 주목할만한 수준은 아니었다.

본 연구에서 등심의 명도(L^*)는 전 실험구에서 56~60의 높은 수치를 나타냈고, 저에너지

사료를 급여 받은 공시돈에 대한 본 연구에서의 평균값($L^*=58.4$)도 1, 2차 연구에서의 평균값(각각 $L^* = 54.9$ & 48.9)보다 높았다($P<0.01$). 명도만으로는 본 공시돈의 도체는 PSE(pale, soft and exudative) 이상육의 'pale'($L^*>50$)에 해당된다(Warner 등, 1997; Joo 등, 1999). 그러나 본 공시돈은 PSE 판정의 또 다른 기준이 되는 등심의 육즙삼출율과 수소이온농도에서 정상육의 수치(각각 $<5\%$ & $5.0<pH<6.0$)를 나타냈고, 적색도(9.62)는 1, 2차 연구 공시돈의 수치(각각 7.91 & 7.02) 보다 높았으며($P<0.01$), 타 기준에서도 '정상육' 평가를 받아 PSE 판정을 받은 도체는 한 개도 없었다. 본 연구에 사용된 공시돈 등심의 수분, 조지방 및 조단백질 함량의 수치는 Latorre 등(2004)이 보고한 결과와 유사하였고, 두 성간 이들 화학적인 성분상의 차이가 없었던 본 연구의 결과 역시 이들이 보고한 결과와 일치하였다. 한편 등심의 수분 및 조지방 함량에 있어서 농장간 차이가 있었는데 이는 세 연구에 사용된 공시돈의 모계는 동일하였으나 부계가 균일하지 않았던 데 그 원인이 있었던 것으로 추정된다.

V. 요 약

본 연구의 목적은 저에너지 비육돈사료가 '고체중' 출하돈의 사료효율, 성장효율 및 도체 특성에 미치는 영향을 구명하여 고체중 출하돈용 사료의 적정 에너지 수준을 유추하고자 함이었다. 생체중 약 90 kg의 (Yorkshire × Landrace) × Duroc 교잡종 암돼지와 거세돼지 총 160두를 16돈방에 임의로 배치하여 저에너지사료(3,200kcal DE/kg) 혹은 대조사료(3,400kcal)를 무제한으로 급여하고 성별로 각각 135 & 125 kg에 도살하여 도체를 분석하였다[2(성) × 2(사료) 'factorial' 실험설계]. 일당증체량, 일당사료 섭취량 및 사료효율은 두 성 혹은 사료 구간 차이가 없었다. 등지방두께는 암돼지에서는 저에너지사료 구(22.4 mm)가 대조사료 구(24.3 mm) 보다 낮았으나($P<0.05$), 거세돼지(24.4 ± 0.4 mm)에서는 두 사료 구간 차이가 없었다. 암돼지는 '과체중' 문제로 인하여 90% 이상 C & D 도체

등급 판정을 받은 반면 거세돼지는 A + B 등급과 C + D 등급을 각각 79% 및 21% 받았다. 총부분육 중량 대비 개별 부분육 비율은 두 성 혹은 사료 구간 차이가 없었다. 배최장근의 색깔(명도 및 적색도), pH, 육즙삼출율 및 화학적 조성을 포함한 이화학적 특성은 총괄적으로 정상도체의 범주에 속하였고 두 성 혹은 사료 구간 차이가 없었다. 이상을 종합하면 본 실험에 쓰인 저에너지사료와 대조사료는 모두 고체중 비육후기 돼지 사료로 적합할 것으로 판단된다. 만일 주어진 축군에서 사료를 통하여 지방 침적을 억제할 필요가 있을 경우는 사료의 에너지 수준을 3,200kcal DE/kg 수준 이하로 낮춰야 할 것이다.

VI. 사 사

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술평가원이 지원하는 진주산업대학교 동물생명산업센터의 사업비 지원으로 수행되었습니다.

VII. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
2. CIE. 1978. Recommendations on uniform color spaces-color difference equations, psychometric color terms. Supplement no. 2 to CIE Publication No. 15 (E-1.3.1) 1971/(TC-1-3). Commission Internationale de l'Eclairage, Paris.
3. Coffey, M. T., Seerley, R. W., Funderburke, D. W. and McCampbell, H. C. 1982. Effect of heat increment and level of dietary energy and environmental temperature on the performance of growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* 54:95-105.
4. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Park, G. B. 1999. The relationship of sarco-plasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Sci.* 52:291-297.
5. Kim, Y. S., Kim, S. W., Weaver, M. A. and Lee, C. Y. 2005. Increasing the pig market weight: world trends, expected consequences and practical considerations. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18:590-600.
6. Latorre, M. A., Lazaro, R., Valencia, D. G., Medel, P. and Mateos, G. G. 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits and meat quality characteristics of heavy pigs. *J. Anim. Sci.* 82:526-533.
7. Lee, C. Y., Lee, H. P., Jeong, J. H., Baik, K. H., Jin, S. K., Lee, J. H. and Sohn, S. H. 2002. Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein-3 in finishing barrows. *J. Anim. Sci.* 80:84-93.
8. Leymaster, K. A. and Mersmann, H. J. 1991. Effect of limited feed intake on growth of subcutaneous adipose tissue layers and on carcass composition in swine. *J. Anim. Sci.* 69:2837-843.
9. NASS. 2006. Agricultural Statistics. USDA. National Agricultural Statistics Service. US Government Printing Office, Washington, D.C., USA.
10. NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10th ed. National Academy Press, Washington, D.C., USA.
11. NSIF. 1997. Guidelines for Uniform Swine Improvement Programs. On-farm Programs. National Swine Improvement Federation, Raleigh, NC, USA.
12. Quijandria, B., Jr. and Robinson, O. W. 1971. Body weight and backfat deposition in swine: curves and correction factors. *J. Anim. Sci.* 33:911-918.
13. SAS. 1996. SAS User's Guide: Statistics, SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.
14. Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Greaser, M. L. 1997. Muscle protein changes *post mortem* in relation to pork quality traits. *Meat Sci.* 45:339-352.
15. 박만중, 하덕민, 신호원, 이상훈, 김원기, 하승호, 양한술, 정진연, 주선태, 이철영. 2007. '고체중'

- 출하돈의 성장효율, 도체 품질 특성 및 수익성. 한국동물자원과학회지 49:459-470.
16. 이철영, 권오천, 하덕민, 신호원, 이제룡, 하영주, 이진희, 하승호, 김원기, 김광위, 김두환. 2006. 110 kg 대비 130 kg에 도축된 비육돈의 성장효율, 도체 품질 특성 및 수익성. 한국동물자원과학회지 48:493-502.
17. 이철영, 이희포, 이진희, 박만중. 2000. 저에너지 사료 급여가 거세 비육돈의 성장과 도체 품질에 미치는 영향. 진주산업대학교 농업기술연구소보 13:199-205.
18. 장원경, 정숙근. 1985. 돼지의 사양기술 개선에 관한 연구. 1985년 농촌진흥청 축산시험장 시험연구보고서, pp. 286-296.
19. 탁태영, 정일병 외 양돈과 전직원, 조성근, 황의경, 윤순식, 신진호, 김상철, 박정운, 이종하, 안기홍, 변상천, 진길부, 김태봉, 김대성. 1994. 고품질 수출돼지 생산을 위한 종합 사양 기술 확립 연구. 1994년 농촌진흥청 축산시험장 시험연구보고서, pp. 401-410.
- (접수일자 : 2007. 4. 5. / 채택일자 : 2007. 8. 6.)