

사료의 영양소 수준과 성별이 도체 및 육질특성에 미치는 영향

하영주* · 이정일* · 이재룡* · 이진우* · 정재두* · 곽석준* · 송영민** · 도창희*

경상남도 첨단양돈연구소*, 진주산업대학교 동물소재공학과**

Interaction between Nutrient Density Diets and Sex on Carcass and Quality Characteristics in Finishing Pigs

Y. J. Ha*, J. I. Lee*, J. Y. Lee*, J. W. Lee*, J. D. Jung*, S. J. Kwack*, Y. M. Song** and C. H. Do*

Advanced Swine Research Institute, Gyeongnam Province*

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University**

ABSTRACT

The present study was undertaken to investigate the effects of nutrient density diets and sex on carcass and pork quality characteristics in finishing pigs. A total of 96 pigs(58.04 ± 6.85 kg) were divided into 2 groups(gilts and barrows), each sex group was assigned to 3 nutrient density(high : 18.5 %, middle : 16.0 % and low : 14.0 % CP, respectively) and raised up to 110 kg live weight. Each treatment had four replicates with three or five pigs per replicate. The treatments comprised the feeding regimes of 1) the low density diet for 60 days, 2) the middle nutrient density diet for the 30 days followed by a low nutrient density diet for the remaining 30 days and 3) the high nutrient density diet for the 30 days followed by a middle nutrient density diet for the remaining 30 days. Pigs were conventionally slaughtered, and then chilled overnight. Carcass characteristics and grades were determined on those carcasses, and pork loin muscle was removed from each left side at 5th to 13th rib for quality evaluation were evaluated. There were no differences in the carcass weight between sex and nutrient density. Dressing percent of L-L(gilts) treatment was significantly higher than that of other treatments(P < 0.05). Barrows showed a thicker back fat thickness than gilts. There were no difference in intramuscular fat, subcutaneous fat and springiness between sex and nutrient density. Intermuscular fat of barrows groups was significantly higher than the gilts groups(P < 0.05). In the meat quality characteristics, there were no difference in general composition, meat and fat color between sex and nutrient density. pH of L-L(gilts) treatment was significantly higher than that of other treatments(P < 0.05). Cooking loss and shear force value of H-M(barrows) treatment were significantly higher than those of other treatments(P < 0.05). Purge loss of barrows groups was significantly higher than the gilts groups(P < 0.05). Myoglobin content of H-M treatment was significantly lower than L-L and M-L treatments(P < 0.05). Texture of H-M treatment was higher than L-L and M-L treatments. The content of myristic, palmitic, palmitoleic and oleic acid were significantly higher in the barrows groups(P < 0.05). However, stearic, linoleic and arachidonic acid were significantly higher in the gilts(P < 0.05). Amino acid content of L-L treatment was significantly higher than M-L and H-M treatments(P < 0.05). In conclusion, carcass and pork quality characteristics were affected by sex and nutrient density.

(Key words : Nutrient density, Sex, Meat quality, Carcass)

I. 서 론

돼지고기 소비패턴은 과거 양적인 개념을

탈피하여 well-being 개념으로 변하고 있으며 육류 소비량도 꾸준히 증가하고 있다. 국내의 육류소비 경향을 보면 국민 1인당 연간 육류

Corresponding author : Young-Ju Ha, Gyeongnam Province Advanced Swine Research Institute, Shinan-Meon, Sanchung-Gun, GyeongNam 666-962, Korea. Tel : 055-970-7481, Fax : 055-970-7479, E-mail : hayoung@gsnd.net

소비량이 1995년 27.45 kg에서 2003년에는 33.30 kg으로 증가하였으며, 이중 돼지고기가 17.3 kg으로 주종을 이루고 있다(농림부, 2004). 또한 값싸고 품질 좋은 돼지고기 수입이 완전 개방되어 국내 돼지고기 시장은 외국산 돼지고기와 무한 경쟁이 본격화되어진 상태이다. 이러한 시점에 소비자의 질적·심리적 욕구에 적합한 돼지고기 생산만이 경쟁력을 가질 수 있을 것이다. 현재는 생산자, 육가공업체, 유통업체, 사료회사 및 지방자치단체에 이르기까지 대부분의 돼지고기가 각자의 브랜드를 걸고 유통시장에서 거래되고 있으며, 브랜드 수가 급격히 증가하여 현재 240 개가 넘는 브랜드가 돼지고기 시장에 출시되어 있다. 이러한 브랜드들의 특징적인 것은 위생적인 측면을 강조한 생산자 돼지고기 브랜드와 기능성 물질이 축적된 기능성 돼지고기 브랜드가 공존하고 있으며, 각각의 브랜드는 고유의 사양 방법·출하시기 등을 확립하여 생산의 차별화는 물론 도축·가공·유통의 차별화를 통해 돼지고기의 부가가치를 높이고 있다.

최근 들어 브랜드 돼지고기를 생산하는 업체 및 양돈농가는 이런 소비자의 요구에 부응하기 위한 일환으로 흑색계통의 브랜드 돼지고기를 생산하기에 이르렀으며, 소비자는 육질면에서 차별화된 흑돼지고기를 선호하는 경향이 증가하고 있어 사육두수도 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 흑돼지를 사육하고 있는 양돈농가는 흑돼지 성장단계별 적정 영양소 수준(Cromwell 등, 1993), 출하체중·출하일령(Friesen 등, 1994; Siemens 등, 1990; Choi 등, 2000; Candek-Potokar 등, 1998) 등을 무시한 채 일반 백색계통의 돼지와 동일한 조건에서 사육하고 있는 것이 현실이다. 흑돼지의 특징은 일반 백색계통과 비교하였을 때 등지방 두께가 두꺼워지고, 살코기 증체량이 적으며(진 등, 2001), 또한 출하일령이 백색계 돼지보다 늦어 생산성이 낮은 편이나 국내 유통시장에서 흑돼지는 백색계통에 비하여 높은 가격으로 거래되고 있기 때문에 생산성은 떨어지지만 경제성에는 크게 차이

가 나기 때문에 사육 두수가 점점 증가하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 버크셔 비육기 급여사료의 영양소 수준과 성별이 도체 및 육질특성 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

(1) 공시가축

경남 산청군 소재 경상남도 첨단양돈연구소에서 사육중인 버크셔(Berkshire) 96 두를 공시하여 Table 1과 같이 미경산 암돼지와 거세 수돼지를 분리하여 각 돈방당 3~5 두씩 배치하고 처리구별로 4반복 실시하였다. 공시가축의 평균 개시체중은 58.04 ± 6.85 kg이고, 평균 종료체중은 110 kg에 도달한 공시가축을 김해시 어방동 소재 부경양돈농협 도축장에서 도축하였다.

Table 1. Experimental design

	L-L ¹⁾		M-L		H-M	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Sex						
Pig/group	5	3	5	3	5	3
Replicate	4	4	4	4	4	4
Total pigs	20	12	20	12	20	12

¹⁾ L-L : Low nutrient density diet for 60 days.

M-L : Middle nutrient density diet for the 30 days followed by a low nutrient density diet for the remaining 30 days.

H-M : High nutrient density diet for the 30 days followed by a middle nutrient density diet for the remaining 30 days.

(2) 시험사료

시험사료는 일반 양돈 전문사료공장에서 활용하고 있는 단백질 수준을 기준하여 조단백질 함량이 18.5%인 고영양사료, 16.0%인 중영양사료, 14.0%인 저영양사료를 각각 구입하여 급여하였다.

본 시험에 이용한 시험사료의 영양소 및 원료 혼합비는 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Composition of the experimental diets(as-fed basis)

Item	Experiment diets		
	High Nutrient Density	Middle Nutrient Density	Low Nutrient Density
Ingredients			
Yellow corn	59.95	66.82	69.25
Soybean meal	29.80	24.10	14.68
Wheat bran	-	-	5.65
Rapeseed meal	-	-	3.00
Limestone	0.74	0.43	1.00
Tricalcium phosphate	1.39	1.92	0.84
Salt	0.25	0.30	0.30
Vitamin*	0.10	0.10	0.10
Mineral**	0.10	0.10	0.10
Animal fat	3.97	2.16	1.00
Molasses	3.50	4.00	4.00
L-Lysine · HCl	0.10	0.07	0.08
Antibiotics(CTC)***	0.10	-	-
Total	100.00	100.00	100.00
Chemical Composition			
DE(kcal/kg)	3,500.00	3,400.00	3,300.00
Crude protein(%)	18.50	16.00	14.00
Lysine(%)	1.10	0.90	0.75

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

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

*** Antibiotics : Nincomycin, 44ppm; Carbadox, 50ppm; Penicillin, 50ppm; Sulfathiazole, 100ppm; CTC, 100ppm.

2. 사료급여 및 사양관리

사료급여는 평균체중 60kg까지는 모든 공시축에게 동일한 사료를 무제한 급여하였고, 체중 60~90kg까지, 90~110kg까지 처리구 별로 대조구는 저영양소 사료를 60일간 급여하였으며, 처리구 1은 중영양소 사료를 30일간 급여한 후 저영양소 사료를 30일간 급여하였

고, 처리구 2는 고영양소 사료를 30일간 급여한 후 중영양소 사료를 30일간 급여하였다.

돈사구조는 개방식 돈사이고 돈방 바닥은 1/3 부분 콘슬랏으로 돈방 면적은 5.34 m²(200 × 290 cm)이며, 두당 1.07~1.78 m²이고, 돈방당 거세 수태지 3 두, 미경산 암태지 5 두를 수용하여 사육하였으며, 돈사 환기는 슬러리 피트로 최소환기팬을 이용하여 환기를 실시하였고, 낮 시간에는 돈사 회전창을 개폐하여 돈사 환기를 실시하였다. 사료급여 방법은 75kg이 들 어갈 수 있는 스텐레스 5구용 사각 급여기를 사용하여 건식으로 자유급식토록 하였으며, 급수방법은 돈방 벽에 부착되어 있는 니플을 이용하여 자유롭게 음수하도록 하였다.

3. 도체특성 및 육질분석

(1) 공시가축

공시가축은 출하 6시간 전부터 절식을 실시하고, 도축장으로 이송하였으며(이송시간 1시간 20분/70km), 도축전 3~4시간 계류를 실시한 후 도축하고 등지방 두께 및 도체 등급판정은 육류등급기준에 따라 실시하였으며, 김해 공판장에서 실시하고 있는 자체 육질평가(근내지방, 근간지방, 피하지방, 탄력성)를 실시하였다.

(2) 공시재료

공시재료는 도축 후 24시간 동안 예냉실에 보관하고 좌등심(5th~13th 배최장근)을 정형한 후에 냉장상태로 경상남도 첨단양돈연구소 육질분석 연구실로 이송하여 4±1℃에서 보관하면서 육질분석용 공시재료로 이용하였다.

(3) 조사항목 및 방법

1) 일반성분

일반성분 분석은 AOAC(1995) 방법에 준하였으며, 수분 함량은 oven 건조법, 조단백질은 조단백질 증류장치(2200 Kjeltec Auto Distillation, Switzerland), 조지방은 Soxhlet 추출법(Soxtec system HT6, Switzerland), 조회분 함량은 electric muffle furnace(Naberphrem[®], Germany)를 이용하여 800℃로 5시간동안 회화시킨 후 그 함량을

측정하여 백분율(%)로 나타내었다.

2) pH

pH는 근막, 지방 등을 제거한 후 세절한 시료 10 g을 증류수 90ml로 homogenizer(IKA model T-25Basic, Malaysia)로 14,000 rpm에서 10초간 균질하여 filter로 여과한 여액을 pH-meter (MP 230, Mettler Toledo Co., Swarzenbach, Switzerland)로 측정하였다.

3) 육 및 지방색

육색은 시료의 절단면을 이용하여 육색을 측정하였다. 육색 측정시 절단한 단면을 Chromameter (Minolta Co. CR 301, Japan)를 사용하여 동일한 시료를 3회 반복하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE(Commision Internationale de Leclairage) L* 값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a* 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b* 값을 측정하였다. 이때 표준화 작업은 표준색판 No 12633117을 이용하여 Y=93.5, x=0.3132, y=0.3198 값으로 표준화시킨 후 육색을 측정하였다.

4) 가열감량

가열감량(Cooking loss)은 돈육 등심근을 직경 5 cm의 core를 이용하여 60 g 내외로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고(A), 시료를 지퍼백에 담은 후 100 °C의 water bath에서 심부 온도가 70 °C에 도달할 때까지 가열한 후 실온에서 식힌 다음 시료의 무게를 측정하여(B) 산출하였다.

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

5) 육즙손실

Honikel(1987)의 suspension 방법을 이용하여 돈육 등심근을 직경 5 cm의 core를 이용하여 60 g 내외로 시료를 채취한 후 보관용기(20 × 15 × 15 cm)에 매달아 4 °C의 냉장온도에서 48시간 동안 저장한 후 무게를 측정하여 중량법에 의하여 감량을 환산하였다.

6) 조직감 측정

조직감은 시료를 70 mm 두께로 절단하고 85 °C 물에서 시료의 중심온도가 70 °C에 도달할 때까지 가열한 후에 냉각시킨 시료를 10 mm로 절단하여 분석에 이용하였다.

Test type은 Mastication test에서 하였고, Rheometer (Shimadzu, Japan)를 이용하여 hardness(경도, kg/cm²), gumminess(검성, g), cohesivness(응집성, %), 및 springiness(탄력성, %), Adhesiveness(점착성, g/cm²), Brittleness(파쇄성, g)를 측정하였다. Rheometer 분석 조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Conditions of computer and rheometer 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)
Rheo meter conditions	
Mode	21
R/H	Real
R/T	Press
Rep.	2
Max.	10 kg
15.0	mm
120	mm / m
1	sec

7) 전단가

전단가는 90 °C에서 15분간 가열된 시료를 실온에서 30분간 방치한 후 지름 1.5cm의 core를 이용하여 근섬유 방향의 원통형 절편으로 시료를 채취한 후, Instron Univeral Testing Machine (Model 4443, U.S.A)에 Warner-Bratzler shear device(칼날형)를 장착하여 시료의 근섬유 방향과

직각으로 절단하여 수행하였다. Instron의 조건은 transducer 50 kg, crosshead speed 100 mm/min, load range 20 kg으로 실시하였다. 최대 peak를 전단가(kg/cm²)으로 나타내었다.

8) Myoglobin 함량

Myoglobin 함량 측정은 Fleming(1970)의 방법으로 측정하였고, 분쇄 돈육을 2 g 취하여 4 °C 냉장고에 보관중인 phosphate buffer(pH 6.8, ionic strength 0.04)를 10 ml 넣은 후 13,000 rpm에서 10초간 균질화(IKA model T-25Basic, Malaysia) 하였다. 이때 Mb 추출은 Warriss(1979)의 방법으로 추출하였고, 균질액을 냉암소에서 1시간 방치한 후 5,000 g에서 30분간 원심분리(Hanil Union 5kr, Korea)시켰다. 상층액을 Whatman No. 3 여과지로 여과한 후 추출한 상층액 1 ml에 potassium ferricyanid(0.6 mM) 100 µl과 potassium cyanid(0.8 mM) 900 µl를 넣은 뒤 540 nm에서 측정하였다. 측정된 값은 다음과 같은 계산식에 의해서 나타내었다.

$$Mb(mg / g) = \frac{O.D.}{11,300} \times \frac{17,000 \times 0.25 \times 1,000}{Sample(g)}$$

* O.D. = A540 nm - 700 nm

9) 지방산 분석

지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 25 g에 Folch 용액(CHCl₃ : CH₃OH = 2 : 1) 180 ml와 BHA 500 µl를 넣고 균질기(2,500 rpm)로 1분간 균질화시킨 다음 0.08 % NaCl 50 ml를 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 rotoevaporator에서 농축시키고 N₂ 하에서 남은 용매를 제거하였다.

메틸레이션은 Folch 방법으로 추출한 지질 80 mg과 0.4 mg의 tricosanoic acid methyl esters (0.4 mg/ml hexane, internal standard)를 screw-capped test tube에 넣고 질소충전 하에서 용매를 제거한 후 0.5N NaOH(in methanol) 1 ml을

넣고 90 °C에서 7분 동안 가수분해시킨 다음 실온(22 °C)에서 5분 동안 냉각시켰다. 유리 지방산은 14 % boron trifluoride(in methanol) 1 ml을 첨가하여 90 °C에서 10분간 methylation 시킨 후 30분간 실온에서 냉각시켰다. Hexane 2 ml과 증류수 2 ml을 넣고 GC 분석을 위하여 상층에서 1 ml을 회수하여 GC로 분석전까지 냉동고에서 보관하였다. 지방산 분석을 위한 GC 조건은 Table 4와 같다.

Table 4. 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 × 0.32 i.d
Temperature program	5 °C / min
Detector	Flame Ionization Detector (FID)
Initial temperature	50 °C
Initial time	1 min
Final temperature	200 °C
Final time	40 min
Injector temperature	270 °C
Detector temperature	270 °C
Carrier gas	He
Split ratio	90 : 1

10) 구성 아미노산 분석

시료 100 mg을 13 ml tube에 첨가하고 6N-HCl 3 ml을 첨가 후 N₂ gas 주입 후 밀봉하여 110 °C heating block에서 24시간 동안 가수분해한 후 용액을 여과하고 감압 농축기(EYELA, U.S.A)로 농축하였고, N₂ gas로 Cl gas를 제거한 다음 pH 2.2 sodium citrate buffer 5 ml을 첨가하였으며, 0.2 µm membrane filter로 여과한 시료를 아미노산 분석기(Biochrom 20, England)로 분석하였다.

4. 통계분석

통계분석은 SAS(1999) program를 이용하여 분산분석 하였고, 시험구간의 평균간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 5% 수준에서 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 도체 특성

버크셔(Berkshire) 96 두를 미경산 암퇘지와 거세 수퇘지를 분리하여 비육기 영양수준이 다른 사료급여 사양시험을 실시한 후 평균 체중이 110 kg 내·외일 때 도축하여 예냉실에서 24시간 보관한 후 도체중, 지육율 등 지방 두께, A등급 출현율을 조사한 결과는 Table 5와 같다.

도살 체중이 증가함에 따라 도체중은 증가하는 것으로 알려져 있으며(Cisneros 등, 1996; Eggert 등, 1996; Ellis 등, 1996), 본 연구에서는 출하시 평균 체중이 110 kg으로 처리구간에 출하체중이 거의 차이가 없기 때문에 영양소 수준과 성별에 따른 도체중에는 차이가 없는 것으로 나타났다. Sather 등(1991)도 돼지 품종에 따라 도체특성은 유의적인 차이가 없었고, 적육, 지방 및 뼈의 무게도 성별에 관계없이 유사하였다고 보고하였다. Beattie 등(1999)은 수퇘지와 미경산 암퇘지간에 도체중은 차이가 없

다고 보고하였는데, 본 연구의 결과와 일치하였으며, 전체적으로 82.33 ~ 84.67 kg의 범위를 보였다. 지육율은 M-L 처리구의 암퇘지가 76.45%로 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높았으며 (P<0.05), 다른 처리구간에는 유의적인 차이가 없었다. 지육율은 급여사료의 영양소 수준과 성별에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 등지방 두께는 급여되는 사료의 영양소 수준보다는 성별에 영향을 많이 받는 결과를 보였는데, L-L 처리구내에서 미경산 암퇘지와 거세 수퇘지간에는 유의차가 없었지만 M-L과 H-M 처리구에서는 미경산 암퇘지에 비하여 거세 수퇘지가 유의적으로 높았다(P<0.05). 모든 처리구내에서 미경산 암퇘지는 17.00 ~ 20.17 mm, 거세 수퇘지는 23.00 ~ 25.17 cm의 범위를 보였다. Nikitenko 등(1990)은 미경산 암퇘지가 수퇘지에 비하여 등지방 두께가 높다고 보고하였다. 본 연구에서는 L-L 처리구를 제외하고 전체적으로 미경산 암퇘지에 비하여 거세 수퇘지가 유의적으로 높은 등지방 두께를 보였다(P<0.05). 육량과 등지방 두께를 지표로 하여 측정하는 도체 육량등급은 급여되는 사료의 영양소 수준과 성별보다는 적정 출하 체중이 등급에 중요한 역할을 하는 것으로 판단되며, 전 처리구가 유의적인 차이가 없었는데, 이는 출하시 적정 체중인 110 kg 내외의 돼지를 출하하였기 때문인 것으로 사료된다. 미경산 암퇘지 그룹이 거세 수퇘지에 비하여 등급이 다소 낮은 것은 현행 돼지 도체등급기준에서 탕박시 등지방 두께가

Table 5. Carcass traits of finishing pigs as affected by nutrients and sex

Items	L-L ¹⁾		M-L		H-M	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Carcass weight(kg)	82.83 ± 3.37	82.33 ± 3.98	82.33 ± 3.20	83.67 ± 1.21	84.67 ± 2.42	83.33 ± 1.03
Dressing(%)	74.50 ± 1.03 ^B	74.72 ± 1.01 ^B	76.45 ± 1.25 ^A	75.15 ± 0.85 ^B	75.03 ± 0.90 ^B	74.75 ± 0.80 ^B
Backfat Thickness(mm)	19.50 ± 3.39 ^{BC}	23.00 ± 2.37 ^{AB}	17.00 ± 3.40 ^C	25.17 ± 1.72 ^A	20.17 ± 4.26 ^{BC}	24.83 ± 1.72 ^A
Grade ²⁾	1.33 ± 0.52	1.00 ± 0.00	1.50 ± 0.55	1.17 ± 0.41	1.33 ± 0.52	1.33 ± 0.52

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

²⁾ 1 : A grade, 2 : B grade, 3 : C grade.

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

15~25 mm의 범위를 벗어난 15 mm 이하로 나타나기 때문에 등급이 다소 낮은 것으로 나타났다.

2. 육질평가

도축 후 24시간동안 4±1 °C의 예냉실에서 냉도체를 만든 후 부경양돈농협에서 자체적으로 실시하고 있는 육질검사 항목인 근내지방, 근간지방, 피하지방 및 탄력성에 대한 평가를 실시한 결과는 Table 6과 같다.

근내지방은 냉도체의 배최장근 단면에서 마블링 상태를 점점하는 것으로 마블링 상태가 가장 충실한 것은 4점, 미약한 것은 1점으로 나타내었는데, 모든 처리구간에는 유의차가 없는 것으로 나타났으며, 이와 같은 결과는 모든 처리구가 도축 일령이 비슷하고 수태지는 거세를 하였기 때문에 마블링 상태가 거의 비슷한 것으로 사료된다. 유사한 연구에서 Beattie 등(1999)은 암퇘지가 수태지에 비해 근내지방 함량이 높았다고 보고하였다. 근간지방은 전각단면 복근 사이의 지방 함량을 나타내는 것으로 M-L 처리구와 H-M 처리구의 미경산 암퇘지가 다른 처리에 비하여 유의적으로 낮은 근간지방을 보였다(P<0.05). 처리구간에 유의적인 차이가 있었지만 이는 급여되는 사료의 영양수준이 미치는 영향보다는 개체간의 차이로 사료된다. 피하지방은 흉부쪽 배면근과 피하지방 사이의 지방 함량을 나타내는데, 피하지방 두께가 10 mm 정도일 때 4점을 주었다. M-L 처리구와 H-M 처리구의 거세 수태지가 다른 처리에 비하여 유의적으로 낮은 피하지방을

보였다(P<0.05). 전체적으로 L-L 처리구가 다른 처리구에 비하여 높은 피하지방 함량을 보여 급여사료의 영양 수준이 피하지방의 함량에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 육탄력성은 배최장근 단면의 육색 차이와 전체탄력을 측정하는 것으로 탄력이 좋을 경우 4점으로 나타내었다. 모든 처리구간에 유의차가 없었으며 2.00~2.33의 탄력성을 보여 급여 사료의 영양수준과 성별이 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 보면 도축시 처리구들의 평균체중과 출하일령이 비슷하기 때문에 육질평가가 4가지 항목에서 유의적인 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

3. 육질특성

급여되는 영양소 수준을 달리하여 비육시킨 공시가축은 도축장에서 관행적인 방법으로 도축한 다음 24시간 동안 예냉실에 보관한 후 좌 등심(배최장근, *longissimus dorsi* muscle)을 채취하여 4±1 °C에서 보관하면서 육질특성 분석용 공시재료로 이용하였다.

(1) 일반성분 분석

급여되는 사료의 영양소 수준을 달리하여 생산된 돈육 등심의 일반성분 분석 결과는 Table 7과 같다.

함유수분 함량은 L-L 처리구의 미경산 암퇘지가 M-L 처리구의 암·거세와 H-M 처리구의 미경산 암퇘지에 비하여 유의적으로 높은 함량을 보였다(P<0.05). 조단백질 함량은 영양소

Table 6. Meat quality traits of finishing pigs as affected by nutrients and sex

Treatment \ Items ²⁾	L-L ¹⁾		M-L		H-M	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Intramuscular fat	1.83 ± 0.41	1.83 ± 0.41	2.00 ± 0.00	2.00 ± 0.63	2.17 ± 0.41	2.00 ± 0.00
Intermuscular fat	1.67 ± 0.52 ^{AB}	2.00 ± 0.63 ^A	1.33 ± 0.52 ^{BC}	1.83 ± 0.41 ^{AB}	1.17 ± 0.41 ^C	2.00 ± 0.00 ^A
Subcutaneous fat	1.83 ± 0.41 ^A	1.67 ± 0.52 ^{AB}	1.50 ± 0.55 ^{ABC}	1.17 ± 0.41 ^{BC}	1.67 ± 0.52 ^{AB}	1.00 ± 0.00 ^C
Springness	2.00 ± 0.63	2.33 ± 0.52	2.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

²⁾ Very good : 4 grade, Good : 3 grade, Moderate 2 grade, Bad : 1 grade.

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

Table 7. Chemical composition of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by nutrients and sex(%)

Items	Treatments		L-L ¹⁾		M-L		H-M	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Moisture	75.54 ± 2.13 ^A	74.52 ± 0.63 ^{AB}	74.21 ± 0.32 ^B	73.85 ± 0.88 ^B	73.80 ± 0.74 ^B	74.38 ± 0.28 ^{AB}		
Crude protein	22.14 ± 1.74	22.45 ± 0.63	22.74 ± 0.53	22.21 ± 0.62	22.82 ± 0.43	22.37 ± 0.27		
Crude fat	2.01 ± 0.45 ^B	2.39 ± 0.20 ^{AB}	2.23 ± 0.38 ^{AB}	2.82 ± 0.83 ^A	2.22 ± 0.58 ^{AB}	1.99 ± 0.51 ^B		
Crude ash	1.24 ± 0.17 ^B	1.71 ± 0.30 ^A	1.56 ± 0.35 ^{AB}	1.34 ± 0.33 ^B	1.51 ± 0.26 ^{AB}	1.41 ± 0.26 ^{AB}		

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

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

급여 수준과 성별에 간에 유의적인 차이가 없었으며, 전체적으로 22.14~22.82%의 범위를 보였다. Beattie 등(1999)과 Candek-Potokar 등(1998)은 출하시 체중의 증가는 근육에 있어서 수분 함량은 감소되었고, 상대적으로 단백질 함량은 높았다고 보고하였는데, 본 연구에서는 출하시 체중이 거의 비슷하였기 때문에 조단백질 함량은 거의 차이가 없는 것으로 나타났지만 수분 함량은 처리구간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났는데, 조지방 함량이 높은 처리구가 수분 함량이 낮은 결과를 보였다. 조지방 함량은 M-L 처리구의 거세 수태지가 L-L 처리구의 미경산 암태지와 H-M 처리구의 거세 수태지에 비하여 유의적으로 높은 함량을 보였으며, 유의적인 차이는 없었다. Hodgson 등

(1991)은 수분을 많이 함유한 돈육은 지방 함량은 낮았다고 보고하여 본 실험의 결과를 뒷받침하고 있다. 일반적으로 돈육의 조지방 함량은 2~2.5% 수준이라고 보고되고 있는데, 본 연구에서도 1.99~2.82%의 조지방 함량을 보여 정상적인 범위라고 할 수 있다. 조회분 함량은 L-L의 경우 성별간의 뚜렷한 차이가 있었다. Unruh 등(1996)은 출하체중과 체중의 증가는 근육에 있어 조회분 함량에 유의적인 차이가 없다고 하였는데, 본 연구의 결과와 유사하였다.

(2) 이화학적 특성분석

급여되는 사료의 영양소 수준을 달리하여 생산된 돈육 등심의 이화학적 특성분석 결과는 Table 8과 같다.

Table 8. Physicochemical properties of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by nutrients and sex

Items	Treatments		L-L ¹⁾		M-L		H-M	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
pH	5.51 ± 0.03 ^C	5.63 ± 0.06 ^A	5.59 ± 0.05 ^{AB}	5.56 ± 0.06 ^{BC}	5.56 ± 0.06 ^{BC}	5.51 ± 0.05 ^C		
Cooking loss(%)	37.48 ± 0.98 ^B	36.84 ± 0.90 ^{BC}	35.73 ± 2.44 ^C	37.30 ± 1.41 ^B	35.53 ± 1.31 ^C	39.05 ± 2.26 ^A		
Purge loss(%)	2.17 ± 0.46 ^B	2.44 ± 1.24 ^B	1.04 ± 0.62 ^C	3.83 ± 0.35 ^A	1.56 ± 0.73 ^{BC}	3.84 ± 0.73 ^A		
Myoglobin content (mg)	1.51 ± 0.07 ^B	1.67 ± 0.26 ^{AB}	1.54 ± 0.10 ^B	1.76 ± 0.17 ^A	1.10 ± 0.16 ^C	1.17 ± 0.16 ^C		
Shear force value (kg)	3.62 ± 0.50 ^D	4.02 ± 0.81 ^{CD}	3.98 ± 0.73 ^{CD}	4.60 ± 0.95 ^B	4.25 ± 1.02 ^{BC}	5.05 ± 1.15 ^A		

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

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

육의 물리화학적 성질 중에서 가장 기본적인 것이며 중요한 성질인 pH는 육의 보수성에 영향을 미치며, pH의 고·저 차이에 의하여 보수성 및 연도에 영향을 미친다. 급여되는 사료의 영양수준과 성별이 pH의 변화에 미치는 영향인데, 처리구간의 비교에서 L-L 처리구의 거세 수퇘지가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높은 pH를 보였다($P < 0.05$). 본 연구에서 pH의 측정은 도축 후 30시간이 지난 다음 측정하였기 때문에 돈육의 최종 pH인 5.5 수준과 같은 결과를 보였다. 일반적으로 돼지는 도축전 다른 집단과의 혼합수송 등과 같은 장기적인 스트레스 요인은 DFD와 관련이 있고, 계류장에서 도축장으로 이동하는 방법과 같은 단기적인 스트레스 요인으로 PSE 육과 관련이 있는 것으로 보고되고 있으며(Rosenvold와 Anderson, 2003), 또한 도축 전 절식, 스트레스 및 냉각실 온도 등이 돈육의 pH에 많은 영향을 미치는데(Henckel 등, 2002), 본 연구에서는 도축전 3시간 이상 계류하여 충분히 안정시킨 후 도축하였기 때문에 모든 처리구가 정상적인 최종 pH를 보였다.

가열 감량은 이화학적인 성질중의 하나인 pH에 많은 영향을 받는데, pH가 가장 낮은 처리구인 H-M 처리구의 거세 수퇘지가 유의적으로 가장 높은 가열감량 나타내었다. L-L 처리구의 미경산 암퇘지의 pH도 H-M 처리구의 거세 수퇘지와 같이 최종 pH가 5.51로 가장 낮았는데, 가열 감량의 결과도 H-M 처리구의 거세 수퇘지 다음으로 높은 가열 감량을 보였다.

육즙 감량 결과는 가열 감량 결과와 일치하는 경향이었는데, 전체적으로 가열 감량이 높은 처리구(H-M 처리구의 거세 수퇘지) 높은 육즙 감량을 보였다. Candek-Potokar 등(1998)과 이(2002)는 출하시 체중이 증가하여도 최종 pH와 육즙 감량에는 차이를 보이지 않았다고 보고하였는데, 본 연구에서는 출하시 체중이 동일하여도 약간의 차이가 있는 것으로 나타났다. 사후강직시간에 따라서도 육즙 감량에 영향을 받는데, Iversen 등(1995)

은 사후 1, 6, 24시간 동안 육즙 감량을 측정한 결과 강직이 진행되는 동안 육즙 감량이 유의적($P < 0.05$)으로 증가하였다고 보고하였다. 일반적으로 육즙 손실은 중량의 2% 정도가 발생하는데, 소비자들의 신선육 구매실태 조사에서 포장육 선택시 육즙 유출액의 존재 유·무에 따라 선택여부를 가린다는 주부가 47%로 나타난 것과 같이 구매기호 자체에 영향을 미치는 요인이 되는 것으로 보고되었다(김과 이, 1986).

총 myoglobin 함량은 급여되는 사료의 영양수준과 성별이 영향을 미치는 것으로 나타났는데, L-L 처리구와 M-L 처리구가 H-M 처리구에 비하여 유의적으로 높은 총 myoglobin 함량을 보였으며($P < 0.05$), 처리구내에서는 미경산 암퇘지에 비하여 거세 수퇘지가 다소 높은 함량을 보였다. 소비자가 식육을 구매할 때 가장 먼저 육색으로 그 상품의 신선도를 판단하게 된다. 이런 육색은 heme protein인 myoglobin에 의해서 좌우되는데 일반적으로 붉은 빛을 띠는 적육에서는 80%~90%의 함량으로 존재하고 있다. 이런 육색을 좌우하는 myoglobin의 함량은 동물의 종류, 연령, 성별, 근육, 운동성 및 부위에 따라 다르다. 다시 말하면 같은 종내에서도 나이, 성별, 근육의 종류, 운동량에 따라서 myoglobin 함량은 차이를 나타낸다는 것이다. 적육은 백색육 보다는 육내의 myoglobin 함량이 높다. 이것은 근육의 조성과 생화학적 성질 및 근섬유의 종의 분포에 따라 차이가 생기면서 myoglobin의 함량의 차이를 가져와 육색의 차이를 보이기 때문이라고 할 수 있다.

전단가는 급여되는 사료의 영양수준과 성별이 많은 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 처리구 간에는 H-M 처리구, M-L 처리구, L-L 처리구 순으로 전단가가 높았다. 처리구내에서 미경산 암퇘지와 거세 수퇘지간에는 거세 수퇘지가 미경산 암퇘지에 비하여 높은 전단가를 보였다. 한편, Beattie 등(1999)은 암퇘지가 수퇘지에 비해 전단력이 높았다고 보고하였다.

(3) 육 및 지방색

급여되는 사료의 영양소 수준을 달리하여 생산된 돈육 등심의 육색 및 지방색을 조사한 결과는 Table 9와 같다.

소비자들의 관점은 식육 구입에 있어서 외관 형질 즉, 육색을 기초로 하여 구매한다(Zhu와 Brewer, 1998). 또한 육색은 돈육의 품질을 좌우하게 되고, 냉장돈육에서 정상적인 육색은 돈육산업에 있어서 대단히 중요하다(Warner 등, 1993).

급여되는 영양소 수준과 성별이 육색에 미치는 영향 중 처리구간의 명도를 비교하면 처리구간에 뚜렷한 경향이 없어 영양소 수준과 성별이 육색중 명도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 처리구간에 뚜렷한 경향은 없지만 유의적인 차이가 인정되는 것은 개체간에서 오는 차이라고 사료된다. 적색도와 황색도는 처리구간에 유의적인 차이가 없어 급여되는 사료의 영양수준과 성별이 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. Matsuoka 등(1991)도 수태지, 거세돼지 및 미경산 암돼지간 육색은 차이가 없다고 보고하였으며, Beattie 등(1999)은 수태지와 미경산 암돼지간에 명도 값과 황색도 값은 차이가 없었다고 보고하였는데 본 연구의 결과와 유사하였다.

Jeremiah 등(1999)은 품종에 따른 육색 또는 세부적 외관에서의 차이를 조사한 결과, 품종에 따른 차이가 없었다고 보고하였다.

급여되는 영양소 수준과 성별이 지방색에 미치는 영향 중 처리구간의 명도를 비교하면 처리구간에 뚜렷한 경향이 없어 급여되는 사료의 영양소 수준이 지방색중 명도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 처리구간에 뚜렷한 경향은 없지만 유의적인 차이가 인정되는 것은 개체간에서 오는 차이라고 사료된다. 특히 전체적으로 명도 값이 70~80 정도를 보여 정상적인 범위에 속한 것으로 판단된다. 적색도와 황색도는 처리구간에 유의적인 차이가 있었지만 급여되는 사료의 영향보다는 개체간에서 오는 차이라고 사료된다.

일반적으로 지방의 황색도는 급여사료의 지질원에 영향을 받을 수가 있는데, 불포화지방산이 많이 포함된 어유와 어분 등은 등지방을 연지방이나 황색지방으로 만들 수가 있다. 이 같은 연성지방이나 황색지방은 산화·변패하기 쉬우며, 가공육으로 이용하였을 때에 가열 처리시 지방의 유리가 현저하게 높아 결합력이 결여된 육제품이 생산되므로 생육이나 가공원료육으로는 좋지 않아 경제적인 손실을 가져올 수가 있다. 전체적으로 비육기에 급여하는 사

Table 9. Meat and fat color of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by nutrients and sex

Items	Treatments		L-L ¹⁾		M-L		H-M	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Meat								
L*	52.36 ± 4.72 ^A	52.45 ± 2.71 ^A	48.07 ± 2.67 ^B	50.99 ± 2.70 ^{AB}	49.58 ± 1.26 ^{AB}	53.23 ± 1.81 ^A		
a*	8.80 ± 1.02	9.46 ± 1.34	9.60 ± 2.60	10.30 ± 1.27	8.61 ± 1.68	9.65 ± 1.10		
b*	6.89 ± 2.19	7.22 ± 1.19	6.01 ± 1.44	6.94 ± 1.20	6.23 ± 1.03	7.54 ± 0.90		
Back fat								
L*	79.04 ± 0.74 ^{AB}	79.86 ± 1.44 ^A	77.19 ± 2.37 ^B	78.22 ± 1.20 ^{AB}	79.80 ± 1.56 ^A	78.35 ± 1.80 ^{AB}		
a*	3.69 ± 1.20 ^B	2.50 ± 0.35 ^B	4.90 ± 1.61 ^A	2.94 ± 0.38 ^B	2.94 ± 1.06 ^B	2.95 ± 0.83 ^B		
b*	5.48 ± 0.72 ^B	4.53 ± 0.61 ^{BC}	6.99 ± 1.28 ^A	4.28 ± 0.39 ^C	4.73 ± 0.86 ^{BC}	4.06 ± 1.12 ^C		

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

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

료 시스템(L-L, M-L, H-M)이 육색과 지방색의 명도, 적색도, 황색도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

(4) 조직감 분석

급여되는 사료의 영양소 수준을 달리하여 생산된 돈육 등심의 조직감 분석 결과는 Table 10과 같다.

물질을 변형시킬 때 필요한 힘을 나타내는 경도(hardness)는 처리구간의 비교에서 L-L 처리구와 H-M 처리구에 비하여 일반적인 사료 급여 체제인 M-L 처리구가 유의적으로 낮은 경도를 보였다($P < 0.05$). 처리구내에서 성별에 따른 비교에서는 유의차가 없는 것으로 나타났다. 물체의 표면과 표면에 부착되어 있는 것을 분리시키는데 필요한 힘을 나타내는 부착성(adhesiveness)은 처리구간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났는데, H-M 처리구가 L-L 처리구와 M-L 처리구에 비하여 유의적으로 높은 부착성을 보였다. 제품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘을 나타내는 응집성(cohesiveness)은 급여되는 사료의 영양수준과 성별이 영향을 미치지 않았다. 제

품의 외부로부터 힘을 가한 후 생긴 변형이 힘을 제거시 원상복귀 하는 성질을 나타내는 탄력성(springiness)은 M-L 처리구와 H-M 처리구가 L-L 처리구에 비하여 유의적으로 높은 탄력성을 보였다. 제품을 삼킬 수 있을 정도로 씹는데 필요한 에너지를 나타내는 고무성(gumminess)과 제품을 부수는데 필요한 힘을 나타내는 파쇄성(brittleness)은 H-M 처리구가 L-L 처리구와 M-L 처리구에 비하여 유의적으로 높은 값을 보였다. 전체적으로 조직감 항목들에서 차이가 발생하는 것은 여러 가지 요인들이 있으며, 특히 성별, 및 도살 전후의 처리의 차이 때문인 것으로 사료된다(Gu 등, 1992; Friesen 등, 1994).

(5) 지방산 조성

급여되는 사료의 영양소 수준을 달리하여 생산된 돈육 등심의 지방산 분석 결과는 Table 11과 같다.

급여되는 사료의 영양소 수준보다는 성별이 지방산 조성 변화에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 myristic, palmitic, palmitoleic 및 oleic acid 함량은 전처리구에서 거세 수퇘지

Table 10. Textural properties of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs as affected by nutrients and sex

Items	L-L ¹⁾		M-L		H-M	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Hardness(g/cm ²)	1,088.91 ± 109.20 ^{AB}	1,114.19 ± 108.62 ^A	973.59 ± 172.08 ^{BC}	950.08 ± 105.99 ^C	1,144.33 ± 181.59 ^A	1,152.19 ± 184.06 ^A
Adhesiveness(g/cm ²)	313.75 ± 69.29 ^B	357.42 ± 76.79 ^B	375.67 ± 87.38 ^B	389.17 ± 92.14 ^B	474.67 ± 104.01 ^A	478.67 ± 93.90 ^A
Cohesiveness(%)	36.08 ± 1.65	34.77 ± 3.54	38.42 ± 6.99	39.56 ± 5.18	39.03 ± 8.18	37.77 ± 3.41
Springiness(%)	67.04 ± 6.55 ^C	68.87 ± 6.66 ^C	79.95 ± 5.44 ^{AB}	79.69 ± 6.68 ^{AB}	82.62 ± 6.29 ^A	76.74 ± 4.47 ^B
Gumminess(g)	948.40 ± 135.47 ^{BC}	948.79 ± 138.76 ^{BC}	855.00 ± 194.55 ^C	883.68 ± 90.59 ^{BC}	998.42 ± 207.68 ^{AB}	1,103.18 ± 142.54 ^A
Brittleness(g)	666.63 ± 119.47 ^C	679.55 ± 111.26 ^C	685.10 ± 171.68 ^C	709.35 ± 116.56 ^{BC}	822.06 ± 206.60 ^{AB}	844.12 ± 100.25 ^A

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

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

Table 11. Fatty acid composition] of *longissimus dorsi* muscle as affected by nutrients and sex

Items	L-L ¹⁾		M-L		H-M	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
C14 : 0	0.61 ± 0.16 ^B	0.85 ± 0.07 ^A	0.60 ± 0.02 ^B	0.89 ± 0.19 ^A	0.59 ± 0.10 ^B	0.67 ± 0.11 ^{AB}
C16 : 0	20.15 ± 0.21 ^{BC}	20.71 ± 0.34 ^{AB}	20.08 ± 0.42 ^{BC}	21.32 ± 0.88 ^A	19.32 ± 0.50 ^C	20.65 ± 0.54 ^{AB}
C16 : 1	1.69 ± 0.38 ^C	2.57 ± 0.25 ^A	1.85 ± 0.08 ^{BC}	2.44 ± 0.42 ^A	1.53 ± 0.26 ^C	2.26 ± 0.30 ^{AB}
C18 : 0	11.54 ± 0.31 ^A	11.03 ± 0.26 ^{AB}	10.85 ± 0.42 ^B	9.20 ± 0.58 ^C	11.63 ± 0.27 ^A	8.48 ± 0.22 ^D
C18 : 1	29.84 ± 0.46 ^D	34.72 ± 0.38 ^B	29.71 ± 1.04 ^D	37.20 ± 0.15 ^A	26.45 ± 0.99 ^E	33.27 ± 0.57 ^C
C18 : 2	25.35 ± 0.84 ^B	22.64 ± 0.33 ^C	25.33 ± 0.78 ^B	21.99 ± 0.62 ^C	27.27 ± 0.65 ^A	25.20 ± 0.77 ^B
C20 : 4	10.83 ± 0.16 ^{BC}	7.48 ± 0.63 ^D	11.59 ± 0.49 ^{AB}	6.95 ± 1.29 ^D	13.20 ± 1.62 ^A	9.46 ± 0.98 ^C
ΣSFA ²⁾	32.30 ± 0.51 ^A	32.58 ± 0.31 ^A	31.52 ± 0.51 ^A	31.41 ± 1.41 ^A	31.54 ± 0.71 ^A	29.80 ± 0.72 ^B
ΣUFA ³⁾	67.70 ± 0.51 ^B	67.42 ± 0.31 ^B	68.48 ± 0.51 ^B	68.59 ± 1.41 ^B	68.46 ± 0.71 ^B	70.20 ± 0.72 ^A

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

²⁾ SFA : Saturated Fatty Acid.

³⁾ UFA : Unsaturated Fatty Acid.

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

에 비하여 미경산 암돼지가 유의적으로 낮은 함량을 보였으며($P < 0.05$), 반대로 stearic, linoleic 및 arachidonic acid는 거세 수돼지에 비하여 미경산 암돼지가 유의적으로 높은 지방산을 보였다($P < 0.05$). 사료내 지방 함량 및 지방산의 구성 비율은 동물 체내 지방산 조성에 변화를 초래하는 요인으로 잘 알려져 있다(Larick 등, 1992; Sterling 등, 1994). 본 연구결과 첨가되는 사료의 지질원이 비슷하기 때문에 급여사료의 영양수준보다는 성별에 따라 지방산 조성의 차이가 있는 것으로 사료된다. 일반적으로 돈육의 지방산 조성에서 oleic acid 함량이 가장 많다고 보고하였는데(Kim 등, 1998), 본 연구에서도 일치하는 경향을 보였다.

포화지방산 함량은 H-M 처리구의 거세 수돼지가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 낮은 포화지방산 함량을 보였으며($P < 0.05$), 불포화지방산 함량은 상대적으로 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다($P < 0.05$).

(6) 아미노산 조성

급여되는 사료의 영양소 수준을 달리하여 생산된 돈육 등심의 아미노산 분석 결과는 Table 12와 같다.

근육내 아미노산 조성은 성별에 따른 영향보다는 급여사료의 영양소 수준이 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 필수아미노산인 threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, lysine 및 arginine 함량은 L-L 처리구의 미경산 암돼지가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높은 함량을 보였으며($P < 0.05$), 다음으로는 L-L 처리구의 거세 수돼지가 높은 함량을 보였다. 전체적으로 L-L 처리구가 M-L 처리구와 H-M 처리구에 비하여 유의적으로 높은 필수아미노산 함량을 보였다($P < 0.05$). 비필수아미노산인 aspartic acid, serine, glutamic acid, proline glycine, alanine, cystine 및 tyrosine 함량은 필수아미노산과 유사한 결과를 보였는데, L-L 처리구의 미경산 암돼지가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높은 함량을 보였

Table 12. Amino acid of *longissimus dorsi* muscle as affected by nutrients and sex

Items	L-L ¹⁾		M-L		H-M	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Threonine	20.39 ± 1.28 ^A	16.46 ± 0.94 ^B	15.65 ± 1.00 ^{BC}	14.31 ± 0.48 ^C	14.85 ± 0.87 ^{BC}	14.30 ± 0.57 ^C
Valine	14.90 ± 0.55 ^A	12.08 ± 0.26 ^B	11.27 ± 0.91 ^{BC}	10.43 ± 1.24 ^C	10.33 ± 0.47 ^C	10.23 ± 1.20 ^C
Methionine	12.05 ± 0.66 ^A	10.00 ± 0.52 ^B	9.87 ± 0.50 ^B	7.86 ± 0.37 ^C	8.44 ± 0.74 ^C	7.84 ± 0.76 ^C
Isoleucine	7.52 ± 1.05 ^A	6.90 ± 0.66 ^{AB}	6.72 ± 0.25 ^{ABC}	5.24 ± 1.26 ^C	5.78 ± 0.71 ^{BC}	3.49 ± 0.45 ^D
Leucine	46.19 ± 0.74 ^A	36.00 ± 0.55 ^B	33.89 ± 0.45 ^C	29.29 ± 0.88 ^D	30.18 ± 1.08 ^D	27.64 ± 1.01 ^E
Phenylalanine	18.76 ± 1.43 ^A	14.94 ± 1.28 ^B	13.72 ± 0.86 ^B	13.37 ± 1.32 ^B	13.42 ± 0.32 ^B	13.10 ± 0.50 ^B
Histidine	21.36 ± 0.70 ^A	17.31 ± 0.94 ^B	16.25 ± 1.01 ^{BC}	15.59 ± 0.95 ^{CD}	14.71 ± 0.71 ^{CD}	14.24 ± 0.71 ^D
Lysine	41.92 ± 1.01 ^A	31.61 ± 2.27 ^B	29.72 ± 1.87 ^{BC}	27.87 ± 0.26 ^{CD}	27.04 ± 1.12 ^D	25.53 ± 0.58 ^D
Arginine	29.49 ± 1.00 ^A	23.32 ± 0.46 ^B	21.48 ± 0.73 ^C	21.28 ± 1.26 ^C	19.57 ± 0.60 ^D	19.29 ± 1.30 ^D
Aspartic acid	57.05 ± 2.60 ^A	45.47 ± 0.84 ^B	42.68 ± 0.70 ^C	40.88 ± 1.18 ^{CD}	40.39 ± 1.57 ^{CD}	39.52 ± 1.48 ^D
Serine	22.34 ± 1.53 ^A	18.04 ± 0.28 ^B	17.27 ± 0.36 ^{BC}	15.26 ± 0.44 ^C	16.23 ± 0.64 ^C	16.12 ± 1.18 ^C
Glutamic acid	87.51 ± 1.51 ^A	69.20 ± 1.56 ^B	65.85 ± 0.34 ^C	56.87 ± 1.08 ^E	60.43 ± 1.08 ^D	59.28 ± 1.09 ^D
Proline	24.80 ± 0.34 ^{AB}	24.26 ± 0.39 ^B	20.87 ± 0.87 ^D	25.56 ± 1.00 ^A	22.35 ± 0.75 ^C	25.69 ± 0.38 ^A
Glycine	21.76 ± 0.75 ^A	17.34 ± 1.09 ^B	16.77 ± 0.25 ^{BC}	15.66 ± 1.19 ^{CD}	15.01 ± 0.49 ^D	14.14 ± 0.97 ^D
Alanine	32.45 ± 0.70 ^A	25.36 ± 0.73 ^B	24.14 ± 0.85 ^B	20.22 ± 0.61 ^D	21.93 ± 0.84 ^C	20.04 ± 1.05 ^D
Cystine	5.36 ± 0.20 ^{AB}	4.39 ± 0.45 ^{BCD}	4.16 ± 0.14 ^{CD}	3.85 ± 0.60 ^D	5.64 ± 0.60 ^A	5.10 ± 0.88 ^{ABC}
Tyrosine	16.69 ± 0.56 ^A	13.60 ± 0.55 ^B	12.21 ± 1.00 ^C	11.08 ± 0.42 ^C	11.47 ± 0.25 ^C	11.92 ± 0.81 ^C

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

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

으며($P < 0.05$), 전체적으로 L-L 처리구가 M-L 처리구와 H-M 처리구에 비하여 유의적으로 높은 비필수아미노산 함량을 보였다. 이와 같은 결과에 대해 Nicastro(1999)는 급여되는 사료의 변화가 돈육의 아미노산 조성에 미치는 영향을 미친다고 하여 본 연구의 결과와 일치하였다.

IV. 요약

본 연구는 비육돈의 도체 및 육질특성에 영

양소 수준과 성별이 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 생체중 58 kg 내외의 공시돈 96 두(Berkshire)를 3 영양소 수준 × 2 성별로 완전임의 배치하여 돈방당 3~5 두씩(암5, 거세3) 4반복 공시하여 110 kg 까지 사양시험을 실시하였다. 영양소 수준은 CP 함량이 18.5%, 16.0%, 14.0%인 고, 중, 저단백질 수준으로 각각(H, M, L) 구분하였다. 처리구로는 1) 저영양소 사료를 60일간 급여구, 2) 중영양소 사료를 30일간 급여한 후 저영양소 사료를 30일간 급여구,

3) 고영양소 사료를 30일간 급여한 후 중영양소 사료를 30일간 급여한 구로 구성되어 있다. 돼지 사양시험 종료 후 김해 공판장에서 관행적인 방법으로 도축하여 예냉실에서 24시간 보관한 후 도체등급을 측정하였으며, 예냉된 냉도체에서 좌등심근(5번 늑골~13번 늑골)을 공시재료로 하여 육질특성을 조사하였다.

도체특성중 도체중은 처리구간에 유의적인 차이가 없었으며, 지육율은 M-L 처리구의 미경산 암돼지가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높았으며($P < 0.05$), 등지방 두께는 거세 수돼지가 미경산 암돼지에 비하여 유의적으로 높았다($P < 0.05$). 육질평가 중 근내지방, 피하지방, 탄력성은 처리구간에 유의적인 차이가 없었지만 근간지방은 암컷에 비하여 거세가 유의적으로 높게 나타났다($P < 0.05$). 일반성분 변화는 영양소 수준과 성별에 따라서 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이화학적 특성 중 pH는 L-L 처리구의 미경산 암돼지가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높은 pH를 보였으며, 조리감량과 전단가는 H-M 처리구의 거세 수돼지가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높은 값을 보였다($P < 0.05$). 육즙 감량은 영양소 수준보다는 성별에 영향을 받으며, 암컷에 비하여 거세가 높은 값을 보였다. Myoglobin 함량은 H-M 처리구가 L-L과 M-L 처리구에 비하여 유의적으로 낮은 함량을 보였다($P < 0.05$). 육색과 지방색은 급여되는 사료의 영양소 수준과 성별에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 조직감 항목 중, 경도, 점착성, 탄력성, 고무성, 파쇄성은 H-M 처리구가 L-L 처리구와 M-L 처리구에 비하여 높게 나타났다. 지방산 조성에서 myristic, palmitic, palmitoleic 및 oleic acid 함량은 전처리구에서 거세 수돼지에 비하여 미경산 암돼지가 유의적으로 낮은 함량을 보였으며($P < 0.05$), 반대로 stearic, linoleic 및 arachidonic acid는 거세 수돼지에 비하여 미경산 암돼지가 유의적으로 높은 지방산 함량을 보였다($P < 0.05$). 아미노산 함량은 L-L 처리구가 M-L 처리구와 H-M 처리구에 비하여 유의적으로 높은 함량을 보였다($P < 0.05$). 이상의 결과 도체 특성과 육질특성에 급여사료의 영양소 수준과 성별이 많은 영향을 미치는

것으로 나타났다.

V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Association of Official analytical Chemist. Wastington D. C.
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. 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.* 48:287-300.
4. 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.* 42:933-940.
5. 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.
6. Cromwell, G. L., Cline, T. R., Crenshaw, J. D., Crenshaw, T. D., Ewan, R. C., Hamilton, C. R., Lewis, A. J., Mahan, D. C., Miller, E. R., Pettigrew, J. E., Tribble, L. F. and Veum, T. L. 1993. The dietary protein and lysine requirements of barrows and gilts. *J. Anim. Sci.* 71:1510.
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(3):521-530.
9. Fleming, H. P., Blumer, T. N. and Craig, H. B. 1970. Quantitative estimations of myoglobin and hemoglobin in beef muscle extracts. *J. Anim. Sci.* 19:1164-1171.

10. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
11. Friesen, K. G., Nelssen, J. I., 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 pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *J. Anim. Sci.* 72:946-954.
12. 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 pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *J. Anim. Sci.* 72:946.
13. Gu, Y., Schinckel, A. P. and Martin, T. G. 1992. Growth, development and carcass composition in five genotypes of swine. *J. Anim. Sci.* 70:1719-1729.
14. 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 pre- and post mortem energy metabolism. *Meat Sci.* 62: 145-155.
15. 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.
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. Iversen, P., Henckel, P., Larsen, L. M., Monllo, S. and Moller, A. J. 1995. Tenderisation of pork as affected by degree of cold-induced shortening. *Meat Sci.* 40:171-181.
18. Jeremiah, L. E., Gibson, J. P., Gibson, L. L., Ball, R. O., Aker, C. and Fortin, A. 1999. The influence of breed, gender, and PSS(Halothane) genotype on meat quality, cooking loss, and palatability of pork. *Food Research International.* 32:59-67.
19. Kim, I. S., Min, J. S. and Lee, M. 1998. Comparison of TBA, VBN, fatty acids composition, and sensory characteristics of the imported and domestic frozen pork bellies. *Korean J. Anim. Sci.* 40(5): 507-516.
20. Larick, D. K., Turner, B. E., Schoenherr, W. T., Coffey, M. T. and Pilking, D. H. 1992. Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *J. Anim. Sci.* 70:1397.
21. Matsuoka, A., Yamano, Y., Furukawa, N., Ikeda, S. and Yamanaka, Y. 1991. Studies on meat quality of pigs crossbred with wild boars 5. Effects of sex on growth, carcass traits and physico-chemical properties of meat. *Japanese Journal of Swine Science.* 28(1):6-12.
22. Nicastro, F. 1999. Amino acid composition of longissimus thoracis from pigs of two genetic lines. 45th ICoMST, p. 414.
23. Nikitenko, R. I., Mukhsnov, F. E., Podskrebkin, N. V., Silich, S. V. and Zagorel'skii, V. N. 1990. The use of young boars for meat. *Zootekhniiya No. 3.* pp. 76-77.
24. Rosenvold, K. and Andersen, H. J. 2003. Factors of significance for pork quality-a review. *Meat Sci.* 64:219-237.
25. SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, Nc, U.S.A.
26. 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(3):646-653.
27. Siemens, A. L., Lipsey, R. J., Hedrick, H. B., Willams, F. L., Yokely, S. W. and Siemens, M. G. 1990. Comparison of market hog characteristics of pigs selected by feeder pig frame size or current USDA feeder pig grade standards. *J. Anim. Sci.* 68:2217.
28. Sterling, L. G., Fader, G. M., Gutowski, B. H. and Halbrendt, 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.
29. Unruh, J. A., Friesen, K. G., Stuewe, S. R., Dunn, B. L., Nelssen, J. L., Goodband, R. D. and Tokach, M. D. 1996. The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *J. Anim. Sci.* 74:1274-1283.
30. 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.
31. Warriss, P. D. 1979. The extraction of haem pigments from fresh meat. *J. Food Technol.* 14:75-80.
32. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. 1998. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J. Food Sci.* 63(5):763-767.
33. 김숙희, 이무하. 1986. 소비자의 신선육 구매 실태조사. *한국축산학회지.* 28(2):105.
34. 농림부. 2004. 농림자료실.
35. 이성대. 2002. 가고시마 黑豚의 출하일령이 屠體와 肉質에 미치는 影響. 진주산업대학교 축산대학원 동물자원학과 석사학위논문.
36. 진상근, 김철욱, 송영민, 여정수, 김재우, 김영보, 조광근, 이정일, 강근호, 이석태. 2001. 랜드레이스와 재래돼지육의 이화학적 특성. *한국축산식품학회지.* 21:142-148.
- (접수일자 : 2004. 12. 7. / 채택일자 : 2005. 2. 3.)