

## 바이오 에탄올 부산물 DDGS와 복합 효소제 첨가급여가 돈육의 품질 특성에 미치는 영향

유종상 · 장해동 · 김인호\*

단국대학교 동물자원학과

### Effects of Dietary Bio Ethanol By-product and Complex Enzyme on Meat Quality of Pork Loin

Jong-Sang Yoo, Hae-Dong Jang, and In-Ho Kim\*

Department of Animal Resource & Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

#### Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of dietary complex enzyme ( $\beta$ -mannanase 800 IU/kg and xylanase 700 IU/kg) in a diet containing corn distiller's dried grain with soluble (DDGS) on meat quality and pork fatty acid composition. Ninety-six pigs [(Landrace $\times$ Yorkshire) $\times$ Duroc], with an average body weight of 68.77 kg were used in the 8 wk growth assay. Dietary treatments included 1) corn-soybean meal diet, 2) corn-soybean meal diet + 0.05% enzyme complex, 3) corn-soybean meal diet with DDGS and 4) corn-soybean meal diet with DDGS + 0.05% enzyme complex. The pigs were allotted randomly into pens (n=4 per pen) with six replicate pens per treatment by a completely randomized design. Pigs were slaughtered at the end of the experiment and the loin muscle was obtained for meat quality. Meat pH ( $p<0.01$ ), firmness ( $p<0.01$ ) and redness ( $p<0.05$ ) were higher in DDGS-supplemented diet than in the corn-soy bean meal diet. However, color, marbling, lightness, yellowness, thiobarbituric acid reactive substances, water holding capacity, drip loss, cooking loss and loin muscle area were not significantly different among the diets. The pigs fed the DDGS-supplemented diet had higher total unsaturated fatty acids (UFA) and total UFA/saturated fatty acid (SFA) ratio of loin and backfat. The results indicate that a diet containing DDGS can influence pH, firmness, redness and total UFA concentration and total UFA/SFA ratio of meat and backfat, but that enzyme addition has no effect on meat quality.

**Key words:** DDGS, meat quality, fatty acid composition, pork

#### 서 론

세계적으로 바이오 에탄올 생산에 대한 연구가 진행되고 있고, 옥수수를 이용한 바이오 에탄올 생산도 점차 증가하고 있다. DDGS(Distiller's Dried Grains with Solubles)는 에탄올 추출과정 상에서 발생하는 부산물로서 크게 분쇄(Grinding), 곤죽(Mash), 발효(Fermentation), 증류(Distillation) 과정을 거친다. 미국 사료 관리 위원회(AAFCO, 1986)의 공식규정에 의하면 DDGS는 곡물 또는 혼합곡물을 효모로 발효시킨 다음 에탄올을 증류, 분리한 후 얻어지는

데 발효, 증류 가공과정상 고형물의 3/4 이상을 농축, 건조시킨 제품이라고 규정하고 사용된 주 곡물의 이름을 앞에 붙이도록 하고 있다(Jang *et al.*, 2008). 또한 바이오 가스 생산의 증가에 따라 에탄올 부산물인 DDGS의 생산량도 증가하고 있다.

현재 여러 연구들에 의하여 DDGS에 대한 영양학적 가치와 사료내 첨가 권장 수준이 결정 되었으나(Fastinger *et al.*, 2006; Pedersen *et al.*, 2007; Stein *et al.*, 2005; Widmer, 2007), 국내 축산 시장에 맞는 DDGS와 관련된 국내 연구는 원산지별 DDGS의 급여가 육질 및 육내 아미노산 함량에 대한 연구가 진행되었다(Jang *et al.*, 2008).

육성-비육 후기 단계에는 DDGS를 최대 30%까지 급여할 경우 돼지의 능력에 영향을 미치지 않지만, 첨가 수준의 증가에 따라 DDGS에 함유된 고농도의 다가불포화지방산(PUFA)이 삼겹살의 경도를 저하시켜 부드러운 돈육

\*Corresponding author: In-Ho Kim, Departments Animal Resources Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea. Tel: 82-41-550-3652, Fax: 82-41-553-1618, E-mail: inhokim@dankook.ac.kr

의 생산 효과를 나타냈다(Whitney *et al.*, 2006).

Ward 등(2008)에 따르면 DDGS내 NSP(non-starch polysaccharides; 비전분다당류) 함량은 arabinose 4.98%, xylose 6.42%, mannose 1.62%, ribose 0.11%, rhamnose 0.08%를 함유하고 있으나, 단위 동물의 체내에서 NSP를 분해시킬 수 있는 효소를 생산하지 못하여 효소제의 첨가가 요구된다. 현재 사료내 효소제 첨가가 육질에 미치는 영향에 대한 연구는 진행 되고 있으나(Kim *et al.*, 2008), DDGS 사료내 효소제 첨가가 육질에 미치는 영향에 대한 연구는 미미한 실정이다.

따라서, 본 시험에서는 DDGS 및 복합 효소제 첨가가 돈육 등심의 육질특성에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 시험동물 및 시험설계

시험 개시시 체중이 68.77±0.10 kg인 3원 교잡종(Landrace ×Yorkshire×Duroc) 비육돈 96두를 공시하였으며, 충남 전 의면 소재의 단국대학교 시험 농장에서 8주간 사양시험을 실시하였다. 종료 체중은 116±1.48 kg이었다.

시험설계는 사료는 옥수수-대두박 위주의 일반 사료와 DDGS 10% 함유한 사료 두 종류이며, 효소제 첨가 유무에 따라 처리구를 나누어 2×2로 설계하여 처리당 6반복, 반복당 4두씩 완전임의 배치하였다.

사료에 첨가한 효소제는 β-mannanase 800 IU/kg와 xylanase 700 IU/kg가 혼합된 복합효소제((주)CTC바이오, Korea)를 이용하였다.

### 시험사료와 사양관리

시험사료는 옥수수-대두박 위주의 가루사료로서 자유 채식토록 하였다(Table 1). 물은 자동 급이기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 사양관리는 일반적인 사양관리 방법에 준하여 실시하였고, 각 시험 처리구의 돈방 면적, 사료 및 급수 시설은 동일하게 부여하였다.

### 조사항목 및 방법

#### 실험동물 도축

시험 종료후 115 kg 이상인 비육돈을 각 처리별로 12두씩 임의적으로 선발하여 충남 천안시 소재 도축장에서 전기 충격법을 이용하여 도축하였으며, 좌측 반도체 등심 부위(*M. longissimus dorsi*)를 분할 정형하여 분석에 이용하였다.

#### 등심의 육질 분석

육색은 Chromameter(Model CR-210, Minolta Co., Japan)

**Table 1. Compositions of experimental diet (as-fed basis)**

Ingredient, %	CON	DDGS
Corn	65.65	66.09
Soybean meal (46.5%)	25.46	17.01
DDGS	-	10.00
Tallow	2.58	-
Molasses	4.00	4.00
Limestone	0.01	0.15
TCP	1.70	1.66
Salt	0.35	0.35
Lysine	0.02	0.52
Choline	0.03	0.02
Vitamin and mineral premix <sup>1)</sup>	0.20	0.20
Chemical composition		
DE (kcal/kg)	3,500	3,310
Crude protein (%)	17.00	16.00
Lysine (%)	0.90	0.85
Crude fat (%)	4.89	3.22
Crude ash (%)	5.04	5.17
Crude fiber (%)	3.20	3.32
Ca (%)	0.70	0.70
P (%)	0.58	0.58

<sup>1)</sup>Supplied per kg diet: vitamin A, 9,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 1,200 IU; vitamin E, 40 IU; vitamin K(menadione bisulfate complex), 3.0 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 5.2 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 2.6 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 26 µg; niacin, 32 mg; d-pantothenic acid (as d-calcium pantothenate), 20 mg; Cu, 15 mg; Fe, 70 mg; Zn, 50 mg; Mn, 50 mg; I, 0.5 mg; Co, 0.3 mg and Se, 0.2 mg.

<sup>2)</sup>Calculated values.

를 사용하여 각 sample당 5회 반복하여 측정하였으며, 이때 표준색판은 L\*=89.2, a\*=0.921, b\*=0.783으로 하였다. 관능검사는 5명의 관능검사요원을 구성하여 수행하였으며, NPPC(2000) 기준안에 의해 신선육의 육색(color: 1, Pale; 2, Grey; 3, Light pink; 4, Reddish pink; 5, Dark Red), 근내지방도(marbling: 1, Traces; 2, Slight; 3, Small; 4, Moderate; 5, Abundant), 경도(firmness: 1-5)를 조사하였다. pH는 도축 24시간 후에 5번째와 6번째 늑골 사이의 등심부위를 채취하여 pH 메타(77P, Istek, Korea)를 이용하여 도체에 직접전극(5573512, Istek, Korea)을 접촉시켜 측정하였다. 등심단면적은 구적기(MT-10S, MT precision, Japan)를 이용하여 등심단면적을 측정하였고, 드립감량(drip loss)은 시료를 2 cm 두께의 일정한 모양으로 절단한 후 폴리에틸렌 백에 넣어 4°C에서 6일간 보관하면서 발생하는 감량을 측정하였다. 가열감량(cooking loss)은 시료를 일정한 모양으로 절단하여 무게를 측정 후, polyethylene bag에 넣고 75°C 항온 수조에서 30분간 가열하고 상온에서 30분간 방냉시킨 후 시료의 무게를 측정하여 가열감량을 측정하였다. 보수력(Water holding capacity)은 Hofmann 등(1982)의 방법으로 전체면과 육의 면적의 비율을 기록하여 측정하였으며, 지방산패도(TBARS) 분석은 Witte 등

(1970) 방법에 따라 돈육 10 g에 20% trichloroacetic acid 용액 25 mL를 첨가하여 2분간 14,000 rpm으로 균질화시킨다. 이 현탁액을 메스플라스크에 넣어 증류수로 100 mL가 되게 희석하여 교반한 후 No.1 filter paper로 여과한다. 여과한 액 중 5 mL를 취해서 2-TBA시약(0.005 M) 5 mL와 혼합한다. 혼합액을 실온 냉암소에서 15시간 방치(실온 15°C 이하, 냉장고)하고, 흡광기를 이용하여 531 nm의 파장으로 흡광도를 측정한다.

$$\text{TBARS (MDA mg/1000 g)} = \text{흡광도} \times 5.2$$

### 지방산 분석

지방산 분석은 등심 근내지방과 등지방에서 분석하였다. 지방 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 10 g을 시료의 5-10배 folch 용액(chloroform:methanol = 2:1)에 2시간 추출한 후 분별 깔대기에 여과하여 담고 0.8% KCl을 첨가하여 5분간 혼합한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 하층은 funnel filter paper에 sodium anhydrous sulfate를 첨가하고 여과하여 분리한 후 45°C에서 진공 농축기로 농축하여 추출하였다. 추출한 지방은 NaOH/0.5 N methanol(2 g NaOH/

100 mL Methanol) 10 mL에 넣고 80-90°C에서 6분간 반응, 14% BF<sub>3</sub> methanol(boron trifluoride methanol) 35 mL를 넣고 3분간 반응시키고, 핵산 10 mL를 넣고 1분간 반응시켜 냉각시킨 후 포화 NaCl을 넣어 반응을 종결시킨 후 상등액 1 µL를 취해서 지방산 분석용 가스크로마토그래피 (Clarus 500 gas chromatograph, Perkinelmer, USA)에 주입하여 지방산을 분석하였다. 지방산 분석에 사용한 표준 용액은 미국 Supelco사의 PUFA No.2, Animal source를 이용하였다. 분석에 사용된 컬럼은 FFAP capillary column (30 m×0.25 mm I.D., 0.25 µm film thickness)이었다. 기기의 분석조건은 detector(FID) 250°C, oven temperature(initial 160°C, 분당 증가율 1.5°C, final 230°C), injector temperature 230°C, 그리고 carrier gas는 nitrogen(1 mL/min)을 이용하였고 split ratio는 10:1로 유지하였다.

### 통계처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model Procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 시험 처리구 평균간 차이의 유의성 유무 여부를 검증하였다. 처리구간의 평균을 orthogonal contrast를 이용하여 1) Corn-soybean diets

**Table 2. Effects of dietary supplementation complex enzyme in corn distillers dried grain with soluble (DDGS) on meat quality in loin muscle**

Items	CON <sup>1)</sup>		DDGS <sup>1)</sup>		SE <sup>2)</sup>	<i>p</i> -values <sup>3)</sup>	
	- enzyme	+ enzyme	- enzyme	+ enzyme		Enzyme effect	DDGS effect
24 pH loin	5.35 <sup>b</sup>	5.43 <sup>ab</sup>	5.49 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>	0.03	NS	**
Sensory evaluation							
Color	1.93	2.03	2.18	2.06	0.08	NS	NS
Marbling	1.75	1.77	1.82	1.80	0.08	NS	NS
Firmness	1.88 <sup>b</sup>	1.78 <sup>b</sup>	2.09 <sup>a</sup>	1.99 <sup>ab</sup>	0.07	NS	**
Meat color							
Lightness (L*)	57.61	57.37	57.86	58.68	0.67	NS	NS
Redness (a*)	16.38 <sup>b</sup>	16.47 <sup>b</sup>	18.37 <sup>a</sup>	18.08 <sup>a</sup>	0.50	**	NS
Yellowness (b*)	7.23	7.02	7.25	6.46	0.24	NS	NS
TBARS (mgMA/kg)							
0 d	0.073 <sup>a</sup>	0.062 <sup>a</sup>	0.046 <sup>b</sup>	0.075 <sup>a</sup>	0.005	NS	NS
10 d	0.120 <sup>a</sup>	0.131 <sup>a</sup>	0.095 <sup>b</sup>	0.120 <sup>a</sup>	0.004	***	***
Water holding capacity (%)	52.84	46.26	46.16	52.05	2.11	NS	NS
Drip loss (%)							
1 d	5.26	3.82	5.90	5.35	0.70	NS	NS
3 d	6.88	5.46	6.76	6.16	0.62	NS	NS
5 d	8.88	8.19	10.14	8.23	1.15	NS	NS
7 d	10.85	9.63	11.75	11.17	1.53	NS	NS
Cooking loss (%)	28.94	27.75	26.68	31.61	1.83	NS	NS
Loin muscle area (cm <sup>2</sup> )	40.26	42.84	41.85	42.15	4.84	NS	NS

<sup>1)</sup>CON, corn-soybean meal diet; DDGS, corn-soybean meal diet with DDGS; - enzyme, added no 0.05% enzyme complex; + enzyme, added 0.05% enzyme complex.

<sup>2)</sup>Pooled standard error.

<sup>3)</sup>NS, \*, \*\*, \*\*\* : not significant, *p*<0.05, *p*<0.01, *p*<0.001.

<sup>a,b</sup>Means in the same row with difference superscripts differ (*p*<0.05).

VS DDGS level diet(nutrient effect)와 2) - enzyme vs + enzyme(enzyme effect)로 분리하여 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 등심 육질 특성

DDGS와 복합효소제의 첨가유무에 따른 등심의 육질특성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 등심의 pH는 DDGS를 함유한 두 처리구가 CON - Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 증가하였다( $p<0.01$ ). 그러나 여러 연구 결과에서 DDGS 급여에 따라 pH는 변화 하지 않았다고 보고하여 본 연구와 상의한 결과를 보여 주었다(Whitney *et al.*, 2006; Widmeyer, 2007; Amanda, 2008). 관능평가에 있어서 경도(Firmness)는 DDGS - Enzyme 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 증가하였으며( $p<0.01$ ), 육색에 있어서  $a^*$  값은 DDGS를 함유한 두 처리구가 DDGS가 첨가되지 않은 두 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났었다( $p<0.05$ ). 그러나  $L^*$  값,  $b^*$  값, 마블링과 관능평가의 육색에서는 처리구간에 차이를 보이지 않았다. 등지

방 두께와 정육율에서는 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않는다고 하였다. 이는 DDGS의 급여시 성장률에 대해서 부정적 효과를 나타내지만 도체 특성에는 영향을 미치지 않는다고 보고하였다(Whitney *et al.*, 2006). Amanda (2008)는 DDGS 사료 급여시 관능평가 및 육색( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )에서 있어 일반사료와 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 지방산패도는 DDGS - Enzyme 처리구가 다른 세 처리구와 비교하여 유의적으로 낮게 나타났으며( $p<0.001$ ), 육즙 감량 및 가열 감량은 처리구간에 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). Whitney 등(2006)은 육질에 있어서 마블링, 경도, pH, drip loss, cooking loss 및 shear force에서 DDGS의 급여에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다. Whitney 등(2006)과 Amanda(2008)는 DDGS 함유 사료 급여시 육즙 감량 및 가열 감량에서 0% DDGS 사료와 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다.

### 등심 및 등지방내 지방산 조성

DDGS와 복합효소제의 첨가유무에 따른 등심 및 등지

**Table 3. Effects of dietary supplementation complex enzyme in corn distillers dried grain with soluble (DDGS) on fatty acid in loin muscle**

Fatty acid (%)	Lean				SE <sup>2)</sup>	<i>p</i> -values <sup>3)</sup>	
	CON <sup>1)</sup>		DDGS <sup>1)</sup>			Enzyme effect	DDGS effect
	- enzyme	+ enzyme	- enzyme	+ enzyme			
Myristic acid (C14:0)	1.39 <sup>b</sup>	1.54 <sup>a</sup>	1.35 <sup>b</sup>	1.33 <sup>b</sup>	0.03	NS	**
Palmitic acid (C16:0)	24.27 <sup>a</sup>	22.89 <sup>ab</sup>	22.43 <sup>b</sup>	23.02 <sup>ab</sup>	0.43	NS	NS
Stearic acid (C18:0)	13.97 <sup>a</sup>	13.96 <sup>a</sup>	12.22 <sup>b</sup>	12.10 <sup>b</sup>	0.31	NS	***
Total SFA	39.63 <sup>a</sup>	38.39 <sup>ab</sup>	36.00 <sup>b</sup>	36.45 <sup>b</sup>	0.72	NS	**
Palmitoleic acid (C16:1n7)	2.78 <sup>ab</sup>	2.43 <sup>b</sup>	2.83 <sup>a</sup>	2.74 <sup>ab</sup>	0.12	NS	NS
Oleic acid (C18:1n9)	39.66 <sup>ab</sup>	33.87 <sup>c</sup>	38.85 <sup>b</sup>	40.79 <sup>a</sup>	0.58	**	***
11-Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.87	0.66	0.73	0.58	0.10	NS	NS
Total MUFA	43.31 <sup>a</sup>	36.96 <sup>b</sup>	42.41 <sup>a</sup>	44.11 <sup>a</sup>	0.65	**	***
Linoleic acid (C18:2n6)	9.40	10.17	10.02	11.55	0.67	NS	NS
11,14-Eicosadienoic acid (C20:2n6)	0.50	0.57	0.48	0.44	0.08	NS	NS
<i>Cis</i> -8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)	0.16 <sup>ab</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.06	NS	**
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.00 <sup>b</sup>	1.15 <sup>a</sup>	0.91 <sup>ab</sup>	0.21 <sup>b</sup>	0.27	NS	NS
Total n-6	10.06	12.10	11.41	12.20	0.66	NS	NS
Linolenic acid (C18:3n3)	0.71	1.68	1.64	1.15	0.31	NS	NS
<i>Cis</i> -11,14,17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	1.29	1.07	0.98	1.39	0.13	NS	NS
Total n-3	2.00	2.75	2.62	2.54	0.31	NS	NS
Total PUFA	12.06	14.85	14.02	14.74	0.82	NS	NS
Total PUFA/SFA	0.30 <sup>b</sup>	0.39 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.02	NS	NS
Total UFA	55.36 <sup>b</sup>	51.80 <sup>c</sup>	56.43 <sup>ab</sup>	58.86 <sup>a</sup>	0.80	NS	***
Total UFA/SFA	1.40 <sup>b</sup>	1.35 <sup>b</sup>	1.57 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>	0.03	NS	***

<sup>1)</sup>CON, corn-soybean meal diet; DDGS, corn-soybean meal diet with DDGS; - enzyme, added no 0.05% enzyme complex; + enzyme, added 0.05% enzyme complex.

<sup>2)</sup>Pooled standard error.

<sup>3)</sup>NS, \*, \*\*, \*\*\* : not significant,  $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ .

<sup>a,b</sup>Means in the same row with difference superscripts differ ( $p<0.05$ ).

방내 돈육의 지방산 조성은 Table 3과 4에 나타내었다. 등심 근육내 지방산 함량에서 myristic acid, stearic acid 및 총 SFA는 CON 처리구가 DDGS를 함유한 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈다( $p<0.01$ ). Palmitic acid는 CON - Enzyme 처리구가 DDGS - Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p<0.05$ ). Oleic acid와 총 MUFA는 DDGS를 함유한 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈으며( $p<0.001$ ), CON 처리구에 있어 CON - Enzyme 처리구가 CON + Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈고( $p<0.01$ ), DDGS 처리구에 있어 DDGS + Enzyme 처리구가 DDGS - Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈다( $p<0.01$ ). Palmitoleic acid는 DDGS + Enzyme 처리구가 DDGS - Enzyme과 CON + Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p<0.05$ ), DDGS - Enzyme 처리구가 CON + Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p<0.05$ ). *Cis*-8,11,14 - eicosatrienoic

acid는 DDGS가 함유되지 않은 처리구가 DDGS를 함유한 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈으며( $p<0.01$ ), Arachidonic acid는 CON + Enzyme 처리구가 CON - Enzyme과 DDGS + Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p<0.05$ ). Total PUFA/SFA는 CON - Enzyme 처리구가 다른 세 처리구와 비교하여 유의적으로 낮게 나타났고( $p<0.05$ ), Total UFA와 total UFA/SFA는 DDGS를 함유한 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈다( $p<0.001$ ).

지방 내 지방산 함량에서 myristic acid, palmitic acid, stearic acid 및 total SFA는 복합효소제를 첨가한 처리구가 복합효소제를 첨가하지 않은 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈으며( $p<0.05$ ), CON 처리구가 DDGS를 함유한 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈다( $p<0.05$ ). Arachidic acid는 DDGS - Enzyme 처리구가 DDGS + Enzyme과 CON - Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p<0.05$ ), CON + Enzyme

**Table 4. Effects of dietary supplementation complex enzyme in corn distillers dried grain with soluble (DDGS) on fatty acid in backfat**

Fatty acid (%)	Lean				SE <sup>2)</sup>	<i>p</i> -values <sup>3)</sup>	
	CON <sup>1)</sup>		DDGS <sup>1)</sup>			Enzyme effect	DDGS effect
	- enzyme	+ enzyme	- enzyme	+ enzyme			
Myristic acid (C14:0)	1.62 <sup>b</sup>	1.72 <sup>a</sup>	1.55 <sup>c</sup>	1.56 <sup>c</sup>	0.01	**	***
palmitic acid (C16:0)	24.02 <sup>ab</sup>	24.57 <sup>a</sup>	23.03 <sup>c</sup>	23.63 <sup>bc</sup>	0.23	*	**
Stearic acid (C18:0)	12.37 <sup>b</sup>	14.39 <sup>a</sup>	12.87 <sup>b</sup>	13.19 <sup>b</sup>	0.30	**	*
Arachidic acid (C20:0)	0.21 <sup>c</sup>	0.25 <sup>ab</sup>	0.25 <sup>a</sup>	0.23 <sup>bc</sup>	0.01	NS	NS
Behenic acid (C22:0)	0.05 <sup>b</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.01	**	NS
Total SFA	38.27 <sup>b</sup>	40.99 <sup>a</sup>	37.74 <sup>b</sup>	38.68 <sup>b</sup>	0.44	**	*
Palmitoleic acid (C16:1n7)	2.18 <sup>a</sup>	1.79 <sup>b</sup>	1.92 <sup>b</sup>	1.79 <sup>b</sup>	0.05	**	*
Oleic acid (C18:1n9)	39.54 <sup>a</sup>	36.33 <sup>c</sup>	37.75 <sup>b</sup>	36.45 <sup>c</sup>	0.36	***	*
11-Eicosenoic acid (C20:1n9)	1.00 <sup>a</sup>	0.89 <sup>b</sup>	0.88 <sup>b</sup>	0.88 <sup>b</sup>	0.01	**	***
Erudic acid (C22:1n9)	0.07	0.09	0.07	0.08	0.01	NS	NS
Total MUFA	42.78 <sup>a</sup>	39.10 <sup>c</sup>	40.62 <sup>b</sup>	39.20 <sup>c</sup>	0.39	***	*
Linoleic acid (C18:2n6)	12.40 <sup>b</sup>	12.80 <sup>b</sup>	15.35 <sup>a</sup>	15.22 <sup>a</sup>	0.28	NS	***
11,14-Eicosadienoic acid (C20:2n6)	0.57 <sup>b</sup>	0.53 <sup>b</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.01	NS	***
<i>Cis</i> -8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)	0.11 <sup>ab</sup>	0.11 <sup>b</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.12 <sup>ab</sup>	0.01	NS	*
Total w6	13.08 <sup>b</sup>	13.44 <sup>b</sup>	16.12 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	0.30	NS	***
Linolenic acid (C18:3n3)	0.95	1.11	1.00	1.11	0.07	NS	NS
<i>Cis</i> -11,14,17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	0.22 <sup>c</sup>	0.21 <sup>c</sup>	0.24 <sup>b</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.01	**	***
Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	0.07	0.08	0.08	0.08	0.01	NS	NS
Total w3	1.23 <sup>b</sup>	1.39 <sup>ab</sup>	1.32 <sup>ab</sup>	1.46 <sup>a</sup>	0.07	*	NS
Total PUFA	14.31 <sup>b</sup>	14.83 <sup>b</sup>	17.44 <sup>a</sup>	17.45 <sup>a</sup>	0.33	NS	***
Total PUFA/SFA	0.37 <sup>b</sup>	0.36 <sup>b</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.01	NS	***
Total UFA	57.09 <sup>a</sup>	53.93 <sup>b</sup>	58.05 <sup>a</sup>	56.65 <sup>a</sup>	0.55	**	**
Total UFA/SFA	1.49 <sup>a</sup>	1.32 <sup>b</sup>	1.54 <sup>a</sup>	1.46 <sup>a</sup>	0.03	**	**

<sup>1)</sup>CON, corn-soybean meal diet; DDGS, corn-soybean meal diet with DDGS; - enzyme, added no 0.05% enzyme complex; + enzyme, added 0.05% enzyme complex.

<sup>2)</sup>Pooled standard error.

<sup>3)</sup>NS, \*, \*\*, \*\*\* : not significant,  $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ .

<sup>a-c</sup>Means in the same row with difference superscripts differ ( $p<0.05$ ).

처리구가 CON - Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). Behenic acid와 total n-3는 복합효소제를 첨가한 처리구가 복합효소제를 첨가하지 않은 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈다( $p < 0.004$ ). Palmitoleic acid, oleic acid, 11-eicosenoic acid 및 total MUFA는 복합효소제를 첨가하지 않은 처리구가 복합효소제를 첨가한 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈으며( $p < 0.01$ ), CON 처리구가 DDGS를 함유한 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈다( $p < 0.05$ ). Linoleic acid, 11,14-eicosadienoic acid, *cis*-8,11,14-eicosatrienoic acid, *cis*-11,14,17-eicosatrienoic acid, total n-6, total PUFA 및 total PUFA/SFA는 DDGS를 함유한 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈다( $p < 0.001$ ). Total UFA와 total UFA/SFA는 DDGS를 함유한 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈으며( $p < 0.01$ ), 복합효소제를 첨가하지 않은 처리구가 복합효소제를 첨가한 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과를 나타냈다( $p < 0.01$ ). Amanda(2008)의 연구에 따르면 육성돈 시기부터 20% DDGS 사료 급여시 linoleic acid, eicosadienoic acid의 함량이 증가하였으며, palmitoleic acid의 함량은 감소하였다고 보고하였으며, 모돈에게 20% DDGS 사료 급여시 목살 및 삼겹살 지방 내 linoleic acid, total PUFA, total UFA/SFA는 증가하였다고 보고하여 본 시험과 유사한 결과를 보여 주었다. 특히 돼지와 같은 단위동물은 사료내 지방산 함량에 따라 체내 지방산 함량이 변화된다. 따라서 본 시험에서 DDGS 급여에 따라 DDGS내의 다가불포화지방산(PUFA)이 등심 및 등지방의 지방산 조성을 변화시켰을 것이라 사료된다.

## 요 약

시험동물은 68.77±0.10 kg인 3원 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 비육돈 96두를 공시하였으며, 8주간 사양시험을 실시하였다. 시험설계는 1) corn-soybean meal diet, 2) corn-soybean meal diet + 0.05% enzyme complex, 3) corn-soybean meal diet with DDGS 및 4) corn-soybean meal diet with DDGS + 0.05% enzyme complex으로 4개 처리를 하여 처리당 6반복, 반복당 4두씩 완전임의 배치하였다. 등심의 pH는 DDGS를 함유한 두 처리구가 CON - Enzyme 처리구와 비교하여 유의적으로 증가하였다( $p < 0.01$ ). 관능평가에 있어서 경도(Firmness)은 DDGS - Enzyme 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 증가하였으며( $p < 0.01$ ), 육색에 있어서  $a^*$  값은 DDGS를 함유한 두 처리구가 DDGS를 함유하지 않은 두 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 등심 및 등지방의 지방산 조성에서 총 UFA와 총 UFA/SFA는 DDGS를 함유한 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 효과

를 나타냈다( $p < 0.001$ ). 결론적으로 DDGS 급여는 등심의 pH, 경도, 육색, 불포화 지방산 조성을 증가시켰으나, 복합효소제 첨가 급여에 따른 육질의 변화는 크게 나타나지 않았다.

## 참고문헌

1. AAFCO (1986). Association of American Food Control Officials. USA.
2. Amanda N. G. (2008) Effect of dried distillers grains with solubles on pork loin quality and sow fat quality. MS thesis, Kanasa State University. USA.
3. Duncan D. B. (1995) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. **11**, 1-42.
4. Fastinger, N. D. and Mahan, D. C. (2006) Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.* **84**, 1722-1728.
5. Folch *et al.* (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **22**, 497-120.
6. Jang H. D., Hong J. W. Lee J. H., Lee U. S., Lee C. Y., Yoo J. S., Lee J. H., Kim J. G., Kang D. K., and Kim I. H. (2008) Effects of corn distillers dried grain with solubles (DDGS) of american and chinese origin on meat quality and amino acid of meat in finishing pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* (Kor.) **28**, 543-548.
7. Hofmann, K., Hamm, R., and Bluchel, E. (1982) New information on the determination of water binding in meat by the filter paper press method. *Fleischwirtsch.* **62**, 87-94.
8. Kim H. J., Cho J. H., Chen Y. J., Yoo J. S., Wang Y., Huang Y., and Kim I. H. (2008) Effects of supplementation with transgenic *Bacillus subtilis* secreting chitinase on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, and carcass traits in finishing pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* (Kor.) **28**, 181-186.
8. NPPC (2000) Composition & Quality Assessment Procedures. Berg, E. (ed) Natl. Pork Prod. Council, Des Moines, IA.
9. NRC. (1998) Nutrient Requirements of Swine. 10th ed Natl. Acad. Press, Washington, DC.
10. SAS (1996) SAS/STAT User's Guide : Version 6, 11th edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
11. Stein, H. H., Pedersen, C., and Boersma, M. G. (2005) Energy and nutrient digestibility in dried distillers grain with solubles. *J. Anim. Sci.* **83**(Suppl. 2), 79 (Abstr.).
12. Pedersen, C., Boersma, M. G., and Stein, H. H. (2007) Digestibility of energy and phosphorus in 10 samples of distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.* **85**, 1168-1176.
13. Weigel, J. C., Loy, D., and Kilmer, L. (1997) Feed co-products of the dry corn milling process. Renewable Fuels Assoc. And Natl. Corn Growers Assoc., Washington, DC and St. Louis, MO.
14. Witte, V. C., Krause, G. F., and Bailey, M. E. (1970) A new

- extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values for pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-587.
15. Whitney, M. H., Shurson, G. C., Johnston, L. J., Wulf, D. M., and Shanks, B. C. (2006) Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. *J. Anim. Sci.* **84**, 3356-3363.
16. Widmer, M. R., McGinnis, L. M., and Stein, H. H. (2007) Energy, phosphorus, and amino acid digestibility of high-protein distillers dried grains and corn germ fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.* **85**, 2994-3003.

---

(Received 2009.5.29/Revised 1st 2010.1.21, 2nd 2010.12.3/  
Accepted 2010.12.8)