



생균제의 급여가 돈육의 이화학적 성상 및 관능에 미치는 영향

하경희¹ · 이창우² · 진상근* · 김일석 · 송영민 · 허선진 · 김희윤 · 류현지 · 하지희

¹농촌진흥청 축산연구소 · ²윤창법인 · 진주산업대학교 동물소재공학과

Effect of Feeding Probiotics on Physico-chemical Properties and Sensory Evaluation of Pork

Kyoung-Hee Hah¹, Chang-Woo Lee², Sang-Keun Jin*, Il-Suk Kim, Young-Min Song,
Sun-Jin Hur, Hoi-Yun Kim, Hyun-Ji Lyou, and Ji-Hee Ha

¹National Livestock Research Institute

²Yoonchang Corporation

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University

Abstract

A total of 120 pigs were used to investigate the effect of feeding probiotics on physico-chemical properties and sensory evaluation of pork loin. About 50kg pigs were randomly allotted into one of six experimental diet groups (C1:commercial diet feed the gilt; C2:commercial diet feed the barrow; T1:0.5% YC2000 feed the gilt, T2:0.5% YC2000 feed the barrow; T3:0.1% YC2000 + 0.3% KBC1121 feed the gilt; T4:0.1% YC2000 + 0.3% KBC1121 feed the barrow). Pigs were slaughtered at approximately 110kg live weight. Crude fat and crude ash were not difference among the treatments. However, water content was higher in T1 and T2 compared to other treatments and the protein level of T3 was higher than those of other treatments. All of dietary probiotic groups showed higher pH compared to control. Especially, pH of T1 and T2 were higher among the dietary probiotic groups. Cholesterol level of dietary probiotic groups were lower compared to control. In meat color, a* was higher in T1 and b* was lower in T2 compared to other treatments. In sensory evaluation of cooked meat, aroma, flavor, tenderness, juiciness and overall palatability were higher in control, whereas T3 and T4 showed higher score in tenderness, juiciness and overall palatability. T3 had higher myristic acid, palmitoleic acid and oleic acid, whereas arachidonic acid was lower in T3. In conclusion, dietary probiotic groups were much better than other treatments in cholesterol, color, tenderness and juiciness. But drip loss of dietary probiotic groups showed higher due to lower pH compared to control.

Key words : probiotics, pork quality, cholesterol, color, sensory evaluation

서 론

사료 첨가제로서 미생물제재는 가축의 건강 유지와 생산성 향상 및 항생제를 대체하기 위하여 첨가하게 된다. 미생물제재는 숙주의 장내 미생물 균총의 균형을 유지시켜 숙주

동물에게 이로운 영향을 미칠 수 있는 살아있는 미생물 사료 첨가제로서 유익한 미생물의 장내 우점을 유도하여 동물의 건강을 증진시키고 동물의 성장을 촉진시킬 수 있다고 알려져 있다(Fuller, 1989). 미생물제재는 일반적으로 가축에게 급여되는 생균, 사균, 발효 부산물들을 포함하며, 가장 대표적인 것들로는 *Lactobacillus*, *Bacillus*, 효모, 소화효소제 및 이들의 복합제재가 있다. 그동안 가축의 사료에 대한 성장 촉진제로 널리 이용되어진 항생제와 항균제에 대한 일반인들의 관심이 높아짐에 따라 유럽의 경우 인체에 사용되고 있는 항생제를 가축의 성장촉진제로 이용할 수 없도록 규제를 가

* Corresponding author : Sang-Keun Jin, Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, 660-758, Jinju, Korea. Tel: +82-55-751-3283, Fax: +82-55-758-1892, E-mail: skjin@jinju.ac.kr

하고 있고, 호르몬제의 사용도 엄격히 금지하고 있다(Shin *et al.*, 2001). 따라서 최근에는 항생제의 사용을 줄이면서 동물의 생산성을 향상시킬 수 있는 여러 가지 항생제 대체물질들의 개발에 대한 다양한 연구가 수행되고 있다. Collington 등 (1988)은 생균제의 첨가가 자돈의 설사를 방지하고 장내의 lactase 활성을 높인다고 보고하였으며, 육성돈과 비육돈의 성장능력을 개선한다고 보고하였다(Baird, 1977). 또한 양돈사료에 미생물 파이테이즈 및 α -galactosides와 galactomannan 분해효소를 동시에 첨가했을 때 사료 내에 항 영양인자를 효율적으로 분해함으로써 돼지의 생산성을 개선시킬 수 있다고 보고하였다(Shim *et al.*, 2003). Yang 등(1998) 역시 생균제의 첨가가 돼지의 증체량과 사료효율을 개선시키며, 설사 발생 빈도를 감소시킨다고 보고하였다. 현재 시중에는 많은 종류의 미생물제재가 판매되거나 개발되고 있으며, 이러한 미생물제재가 가축의 경제형질에 미치는 영향에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 미생물제재의 급여가 식육의 품질에 미치는 영향에 관한 연구는 많이 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구는 육성돈에 복합생균제인 KBC1121[®]와 YC2000[®]의 급여가 돈육의 이화학적 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

시험 동물 및 시험설계

본 시험은 제주시 소재 Y농장에서 사육되고 있는 LYxD 삼원교접종 돼지 120두를 공시하였다. 사료는 비육용 일반배합사료(Table 1)를 급여하였으며, 출하 전 60일 동안 생균제(KBC1121[®], YC2000[®])가 함유된 사료를 급여한 후 출하하여 시험에 공시하였다. 대조구는 생균제를 급여하지 않은 암퇘지를 C1, 거세돼지를 C2, 생균제 YC2000을 0.5% 급여한 암퇘지를 T1, YC2000을 0.5% 급여한 거세돼지를 T2, YC2000 0.1% + KBC1121 0.3%를 급여한 암퇘지를 T3 및 YC2000 0.1% + KBC1121 0.3%를 급여한 거세돼지를 T4로 하였다. 생균제는 경남 진주시 문산읍 소재 (주)한국바이오케미칼에서 제조·생산된 제품을 사용하였다.

시험방법

1) 공시재료

공시재료는 도축 후 1일 냉장실($0\sim1\pm2^{\circ}\text{C}$)에서 냉각한 후 각 처리구별로 도체등급 B 이상을 받은 도체 중 무작위로 10두씩 선발한 후 좌반도체의 등심(배최장근)을 분할 정형하여 랩포장한 후 $0\pm1^{\circ}\text{C}$ 온도에서 1일 경과 후 육질 분석을 위한 공시재료로 이용하였다.

Table 1. Formula of experiment diet (%)^a, as fed basis)

Items	Experiment diet
Ingredients	
Yellow corn	69.25
Soybean meal	14.68
Wheat bran	5.65
Rapeseed meal	3.00
Limestone	1.00
Tricalcium phosphate	0.84
Salt	0.30
Vitamin*	0.10
Mineral**	0.10
Animal fat	1.00
Molasses	4.00
Lysine	0.08
Antibiotics (CTC)***	0.00
Total	100.00

Chemical compositions

DE (kcal/kg)	3300.00
Crude protein (%)	14.00
Lysine (%)	0.75

* Vitamin: Vit. A, 4,000 IU; Vit. D₃, 800 IU; Vit. E, 15 IU; Vit. B₃, 2 mg; Thiamin, 8 mg; Riboflavin, 2 mg; Vit. B₁₂, 16 mg; Pantothenic acid, 11 mg; Niacin, 20 mg; Biotin, 0.02 mg.

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

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

2) 조사항목 및 방법

(1) 일반성분

일반성분은 AOAC(1990) 방법을 따라 수분은 건조법, 조단백질 함량은 Micro Kjeldahl 방법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법 및 조회분 함량은 전기회화로를 이용하여 측정하였다.

(2) pH

근막, 지방 등을 제거한 후 세척한 시료 3 g을 pH 6.8의 증류수 27 mL와 함께 homogenizer(MSE, U.S.A.)로 14,000 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(Metrohm 632, Swiss)로 측정하였다.

(3) 육색 및 지방색

육색은 등심근 단면적의 전 부위를 균일하게 측정하였으며, 지방색은 등심에 붙어있는 등지방 부위를 측정하였는데,

Chroma meter(Model CR-210, Minolta Co. Ltd. Japan)를 사용하여 동일한 시료를 9회 반복 측정하였다. 이때 표준색판은 $L^*=89.2$, $a^*=0.921$, $b^*=0.783$ 으로 하였다.

(4) 가열감량

가열감량은 시료를 2 cm두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정한 다음, zipper bag에 넣고 water bath에서 심부온도가 70°C에 도달할 때까지 가열한 후 식힌 다음 시료의 무게를 측정하여 산출하였다. 이때 가열감량을 산출하는 공식은 아래와 같다.

$$\text{가열감량}(\%) = \frac{\text{가열 전 시료의 무게(g)} - \text{가열 후 시료의 무게(g)}}{\text{가열 전 시료의 무게(g)}} \times 100$$

(5) 전단가 및 조직감

전단가와 조직감은 등심육을 가로세로 3 cm 되게 절단하여 근육방향에 직각이 되게 측정하였으며, 신선육은 shearing cutting test로 shear force 값을 나타내었고, 가열육은 가열감량과 동일한 방법으로 가열한 후 mastication test로 시험하였고, Rheometer(EZtest, Shimadzu, Japan) 측정조건은 다음 Table 2와 같다. 가열육은 경도, 부착성, 응집성, 탄력성, 겹성 및 파쇄성을 조사하였다.

(6) 콜레스테롤

시료를 Folch 등(1957)의 방법으로 조지방을 추출한 다음 추출한 지질 0.1 g에 saponification 시약(30% KOH 9 : Ethanol 1) 5 mL와 internal standard(α -cholestane 0.5 mg) 1 mL를 넣고 균질화 하여 뚜껑을 닫은 다음 60°C 항온수조에서 1시간 동안 반응시켰다. 냉각 후에 증류수 5 mL와 hexane 8 mL씩 넣고 혼합한 다음 층이 분리될 때까지 실온에서 방치하였다. 상층액을 회수한 다음 질소가스를 이용하여 완전히 건조시키고 pyridine 200 μ L와 sylon BFT 100 μ L를 넣고 천천히 섞은 다음 GC에 주입하여 콜레스테롤을 분리 정량하였으며, 이때 GC 조건은 Table 3과 같다.

Table 2. Conditions of Rheometer for texture analysis

Items	Fresh meat	Cooked meat
Table speed	120 mm/min	120 mm/min
Sample speed	60 ms	50 ms
Load cell	10 kg	10 kg
Adapter area	30 mm ²	5 mm ²
Sample area	10 × 20 mm ²	25 × 25 mm ²

Table 3. GLC (Shimadzu GC-17A) conditions for analysis of cholesterol content

Items	Conditions
Column	SAC-5 column 30 m × 0.25 mm ID, 0.25 μ m film Initial temp.: 265°C, Final temp.: 280°C, Injector temp.: 300°C Detector temp.: 300°C. Programming rate: 4°C/min
Detector	Flame Ionization Detector
Carrier gas	He
Flow rate	20 cm/sec
Split ratio	100 : 1

(7) 관능검사

관능검사는 관능검사요원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 신선육의 관능검사는 등심부위를 3 cm 두께로 절단한 후 육색, 드립로스, 마블링 정도 및 전체적인 기호도를 측정하였으며, 가열육은 시료를 100°C 전기오븐에서 가열하여 중심온도가 74°C 도달 시 이용하였으며, 향, 맛, 연도, 디롭성 및 전체적인 기호도의 항목으로 관능검사를 실시하였다.

(8) 지방산

시료를 Folch 등(1957)의 방법을 이용하여 조지방을 추출하고, 추출된 조지방 시료에 chloroform 1 mL를 넣어 녹인 다음, 이 중 100 μ L를 취하여 20 mL tube에 넣는다. 이때 1 mL의 methylation(methanolic-HCl-3 N) 시약을 넣고 항온수조에서 60°C로 40분간 반응시켰다. 반응이 끝난 후 방냉시키고, hexane 3 mL와 증류수 8 mL를 넣고 강하게 섞어준 다음 시료를 24시간 방치하여 충분리시키고 상층액 중 1 μ L를 주입하여 Gas chromatography(GC)로 분석하였다. 지방산 분석 시 GC의 조건은 Table 4와 같다.

Table 4. Conditions of GC for fatty acid analysis

Items	Conditions
Column	Allech AT - Silar capillary column 30 m × 0.32 mm × 0.25 μ L Initial temp.: 140°C, Final temp.: 230°C Injector temp.: 240°C, Detector temp.: 250°C, Programming rate: 2°C/min.
Detector	Flame Ionization Detector
Carrier gas	He
Flow rate	50 ml/min
Split ratio	100 : 1

3) 통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었다.

결과 및 고찰

일반성분

생균제 급여에 의한 돈육의 일반성분은 Table 5에서 보는 바와 같다. 조지방과 조회분은 생균제의 급여에 의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 수분 함량은 T1, T2구가 다른 처리 구들에 비해 높은 수분 함량을 나타내었고, 조단백질 함량은 T3구가 가장 높게 나타났으며, 다른 처리구들은 생균제의 급여에 의한 차이가 나타나지 않았다. Park 등(2005)은 돼지에게 0, 0.05, 0.1, 0.2% 생균제 급여 시 일반성분은 유의적인 차이가 없었다고 하였고, Kim 등(2001)은 복합생균제의 급여가 유지방 함량을 다소 증가시키는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다고 보고하였으며, Park과 Kim(1998)은 복합생균제의 급여에 의해 유지방과 유단백질 함량이 증가한다고 보고하였다. 그러나 Yu 등(2004)은 복합생균제 급여 시 계육의 복강 내 지방의 축적률이 감소하였다고 보고하였다. Yang 등(1998)은 생균제 급여에 의해 등지방 두께는 봄 철에는 두꺼워지나 여름철에는 얇아진다고 하여 계절에 따라 생균제의 급여 영향이 다르다고 하였다. 본 연구에서는 생균제의 급여에 의해 조지방 함량의 변화가 나타나지 않아 다른 연구와 차이를 보였는데 이는 급여되는 생균제의 종류와 첨가함량의 차이에 의한 결과로 사료된다. Jin 등(1998)은 첨가되는 균주의 종류와 첨가방법에 따라 시험 결과에 차이를 나타낸다고 보고하였다. 본 연구에서 조단백질의 함량은 생균제의 급여 수준이 높은 구에서 높게 나타났는데, 생균제의 급여는 기축의 장관 내의 pH를 낮추어 유해균의 생성을

억제시키고 유익균의 안정적인 정착으로(Underdahl 등, 1982) 사료의 기호성이 증진될 뿐만 아니라, 장관 내의 유용한 효소가 생산되어 영양소 소화율을 개선시키는 것으로 사료되며, 이러한 결과 증체량 개선에 영향을 미친다고 보고되고 있다(Kim et al., 2001). 또한 미생물제재는 장내 항생물질을 생산하고(Shahani et al., 1976), 병원성 미생물이 소화관 장벽에 부착하여 집락을 형성하는 것을 방지하기 때문에 성장 및 사료효율 개선 효과를 갖는다고 보고(Muralidhara et al., 1977)되고 있다. 생균제의 급여에 의해 사료효율과 증체량이 개선될 수 있다면 단백질 함량을 증가시키는 원인이 될 수 있을 것으로 판단된다.

이화학적인 특성

생균제 급여에 의한 돈육의 이화학적 특성은 Table 6에서 보는 바와 같다. pH는 식육의 품질에 크게 영향을 미치는데, pH의 고저에 따라 신선도, 보수성, 연도, 결착력, 육색, 조직감 등이 크게 영향을 받으며, 저장성에 있어서도 중대한 요인으로 작용하기 때문에 육 품질 연구의 기본이 된다(Honikel et al., 1986). pH는 대조구가 처리구들에 비하여 높게 나타났으며 처리구 간의 비교에서는 T1과 T2구의 pH가 다른 처리구들에 비해 낮게 나타났다. 보수력, 가열 감량 및 전단가는 처리구 간에 유의적인 차이는 없었다. 콜레스테롤 함량은 전반적으로 대조구에 비해 처리구들이 낮게 나타났다. 본 연구결과 생균제 급여에 의해 pH의 수준은 변화하였으나 육의 품질에 큰 영향을 미치지는 않는 것으로 판단된다. Park 등(2005)은 돼지에게 0.05, 0.1, 0.2% 생균제 급여 시 pH, 조리감량 및 콜레스테롤 함량은 유의적인 차이가 없었다고 하였고, Yu 등(2004)은 복합생균제 급여 시 계육의 가열 감량이 감소하였다고 보고하였으며, 전단력은 0.4% 복합 생균제 급여 시 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와는 차이를 보였다. 그러나 Abdulrahim 등(1996)과 Tamai 등

Table 5. Water, crude protein, crude fat and ash by dietary probiotics in pork loins

Treatments ¹⁾	Water	Crude protein	Crude fat	Crude ash
				%
C1	73.80±1.36 ^{ab}	22.54±0.43 ^b	2.55±0.51	1.67±0.20
C2	73.29±1.00 ^{ab}	22.82±0.08 ^b	2.64±0.49	1.51±0.41
T1	74.03±0.81 ^a	22.51±0.33 ^b	2.52±0.54	1.61±0.21
T2	73.88±0.41 ^a	22.96±0.24 ^b	2.53±0.29	1.62±0.12
T3	72.61±0.60 ^b	23.54±0.31 ^a	2.62±0.73	1.51±0.21
T4	73.26±0.67 ^{ab}	22.47±0.66 ^b	2.56±0.48	1.49±0.19

¹⁾ C1 (commercial diet feed the gilt), C2 (commercial diet feed the boar), T1 (0.5% YC2000 feed the gilt), T2 (0.5% YC2000 feed the boar), T3 (0.1% YC2000 + 0.3% KBC1121 feed the gilt), T4 (0.1% YC2000 + 0.3% KBC1121 feed the boar).

^{a,b} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 6. pH, WHC, cooking loss, shear force and cholesterol by dietary probiotics in pork loins

Treatments ¹⁾	pH (%)	WHD (%)	Cooking loss (%)	Shear force (g/cm ²)	Cholesterol (mg/100g)
C1	6.31±0.06 ^a	75.41± 3.26	40.10± 2.63	4,809±1,161	60.34±0.97 ^a
C2	6.19±0.07 ^b	74.59± 5.34	37.41± 1.10	4,466± 624	46.17±1.83 ^c
T1	5.21±0.17 ^d	68.20±13.25	38.63±12.39	4,460± 823	43.72±0.45 ^{cd}
T2	5.28±0.11 ^d	72.09± 5.46	40.78± 0.96	5,600± 908	42.12±2.40 ^{de}
T3	5.75±0.03 ^c	73.43± 4.55	38.93± 3.74	5,334± 831	57.48±2.53 ^b
T4	5.79±0.06 ^c	74.82± 5.98	39.36± 1.66	4,365±1,492	39.65±2.89 ^e

1) Treatments are the same as in Table 1.

^{a~e} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

(1996)은 미생물 생균제의 급여가 혈청 콜레스테롤 함량을 감소시킨다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 미생물제제의 급여에 의한 근육 내 콜레스테롤 함량 감소의 기작은 아직 정확히 밝혀지지 않았으나, 혈중 콜레스테롤 함량의 감소에 의한 결과일 것으로 판단되며, 생균제의 급여에 의한 콜레스테롤 감소 효과에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

육색 및 지방색

생균제 급여에 의한 돈육의 육 및 지방색은 Table 7에서 보는 바와 같다. 일반적으로 신선육의 육색은 소비자가 식육을 구매하는데 가장 크게 영향을 미치는 품질 특성으로, 도체등급 기준에도 육색은 명도와 적색도가 높을수록 좋은 품질로 평가받고 있다. 고기의 명도를 나타내는 L*값은 대조구에 비해 처리구들이 낮게 나타났으며, 특히 T1구가 가장 낮았다. 적색도를 나타내는 a*값은 T1구가 월등히 높게 나타났다. 지방색에서는 지방의 명도와 황색도가 중요한 요소가 되며, 도체등급 기준에도 지방의 명도는 높을수록 좋고 지방의 황색도는 낮을수록 좋은 지방색이다. 지방의 L*값은 대조구가 처리구들에 비해 높게 나타났으나 b*값은 T4구가 가장 낮게 나타났다. Park 등(2005)은 돼지에게 0.05, 0.1, 0.2% 생균제 급

여 시 육색은 유의적인 차이가 없었다고 하였다. Yang 등(2003)은 산란계에 생균제 급여 시 난황의 L*, a*, b*값 모두 증가하였으며 특히 적색도를 나타내는 a*값은 매우 높았다고 하였다. 본 연구 결과 생균제의 급여는 기계적으로 측정한 육의 적색도를 높이고, 지방의 황색도를 낮추는 경향이었다.

가열육의 조직감

생균제 급여에 의한 가열 돈육의 조직감은 Table 8에서 보는 바와 같다. 육의 조직감 측정은 육질을 평가하는데 있어 중요한 항목 중의 하나이며, 육류의 조직은 소비자들이 육의 맛을 평가하는데 중요한 기준이 된다. 부착성(adhesiveness)은 T4구가 가장 높게 나타났다. 그러나 경도(hardness), 겹성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 파쇄성(brittleness) 탄력성(springiness)은 생균제의 급여에 의한 유의적인 차이는 없었다. 본 연구결과에서 전단가 또한 처리구 간에 차이를 나타내지 않음으로써 생균제의 급여가 돈육의 물리적 성질에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

관능평가

생균제 급여에 의한 신선 돈육 및 가열 돈육의 관능검사 결과는 Table 9 및 Table 10에서 보는 바와 같다. 신선육의

Table 7. Meat and fat color by dietary probiotics in pork loins

Treatments ¹⁾	Meat color			Fat color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
C1	57.00±2.37 ^a	7.28±2.26 ^b	4.57±1.19 ^b	80.01±1.24 ^a	3.35±0.50 ^b	4.61±0.71 ^{bc}
C2	58.78±4.47 ^a	7.82±1.81 ^b	5.46±1.37 ^a	80.08±1.66 ^a	3.48±0.55 ^b	4.91±0.85 ^{ab}
T1	53.94±3.23 ^b	9.90±1.38 ^a	5.57±0.87 ^a	80.46±1.25 ^a	2.97±0.73 ^b	4.64±0.69 ^{bc}
T2	54.49±3.86 ^b	8.14±1.71 ^b	4.89±1.38 ^{ab}	78.42±1.50 ^b	4.07±1.41 ^a	5.39±1.80 ^a
T3	53.88±2.72 ^b	7.54±1.57 ^b	4.29±1.03 ^b	79.88±1.99 ^a	3.01±1.10 ^b	4.32±0.51 ^{bc}
T4	57.35±2.64 ^a	7.96±1.30 ^b	5.53±1.03 ^a	78.64±1.26 ^b	3.03±1.04 ^b	4.19±0.86 ^c

1) Treatments are the same as in Table 1.

^{a~c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 8. Texturization by dietary probiotics in cooked pork loins

Treatments ¹⁾	Hardness (g/cm ²)	Adhesiveness (g)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
C1	1,284±281	160±43 ^{bc}	49± 6	99±13	521±102	532±175
C2	1,435±245	120±23 ^c	38±11	86±14	469±135	415±155
T1	1,649±288	207±57 ^{ab}	42± 4	92± 9	600±136	547±123
T2	1,509± 73	198±14 ^{ab}	49± 3	95±11	663± 38	630± 58
T3	1,412±356	190±77 ^{bc}	47± 9	97±13	592±207	590±270
T4	1,463±235	267±73 ^a	46±19	102±17	544±294	591±382

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.^{a-c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.Table 9. Sensory evaluation score²⁾ by dietary probiotics in fresh pork loins

Treatments ¹⁾	Meat color	Drip loss	Marbling score	Overall acceptability
C1	5.50±1.00 ^{ab}	1.75±0.96 ^b	5.50±1.29 ^{ab}	6.00±1.41
C2	6.00±1.41 ^a	2.00±0.00 ^{ab}	5.50±1.00 ^{ab}	6.00±1.41
T1	5.25±0.50 ^{ab}	2.50±1.29 ^{ab}	6.00±0.82 ^a	5.25±0.96
T2	5.00±0.82 ^{ab}	4.25±2.36 ^a	4.50±0.58 ^b	4.75±0.96
T3	4.50±0.58 ^b	3.25±0.96 ^{ab}	4.50±0.58 ^b	4.75±0.50
T4	5.25±0.50 ^{ab}	4.00±1.83 ^{ab}	5.25±0.50 ^{ab}	5.25±0.50

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.²⁾ Meat color (1=very poor, 9=very good), Drip loss (1=very small, 9=very large), Marbling score (1=very poor, 9=very good), Overall acceptability (1=unpalatable, 9=palatable).^{a,b} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 10. Sensory evaluation score by dietary probiotics in cooked pork loins

Treatments ¹⁾	Aroma ²⁾	Flavor ²⁾	Tenderness ²⁾	Juiciness ²⁾	Overall acceptability ²⁾
C1	6.75±0.96 ^a	6.25±1.50 ^a	6.25±1.71 ^a	7.00±0.82 ^a	6.25±0.96 ^a
C2	4.50±1.29 ^b	4.25±1.71 ^b	5.75±0.96 ^{ab}	6.00±0.82 ^a	4.75±0.96 ^{ab}
T1	5.00±0.82 ^b	4.75±0.50 ^{ab}	4.50±0.58 ^{bc}	4.25±0.96 ^b	4.25±0.96 ^b
T2	4.50±1.29 ^b	4.75±0.50 ^{ab}	4.00±0.82 ^c	3.50±0.58 ^b	3.75±0.50 ^b
T3	5.50±0.58 ^{ab}	6.00±0.82 ^{ab}	6.25±0.96 ^a	6.00±0.82 ^a	6.00±0.82 ^a
T4	5.00±0.82 ^b	5.75±0.96 ^{ab}	6.75±0.96 ^a	6.50±1.29 ^a	6.00±1.41 ^a

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.²⁾ Aroma (1=very weak, 9=very strong), Flavor (1=very poor, 9=very good), Tenderness (1=poor tender, 9=very tender), Juiciness (1=very dry, 9=very juicy), Overall acceptability (1=unpalatable, 9=palatable)^{a,c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

관능검사에서 육색, 드립로스, 마블링 정도 및 전체적인 기호도에서 대조구와 처리구들 간에 차이가 나타나기는 하나 주목할 만한 경향을 나타내지는 않았다. 그러나 가열육의 관능검사에서는 대조구가 향, 풍미, 연도, 다습성 및 전체적인 기호도 등 모든 항목에서 좋은 것으로 나타났으며, T3구와 T4구는 연도와 다습성 및 전체적인 기호도가 높게 나타났다. 본 연구 결과를 종합하면 가열육에서 관능적 특성은 대조구와 생균제의 급여 수준이 높은 구의 관능적 특성이 우수한

것으로 판단된다. 돈육의 관능적 특성은 근육 내의 지방과 상호 밀접한 상관관계가 있어 근육 내 지방함량이 증가할수록 향, 다습성 및 연도가 개선된다고 보고(Shackelford *et al.*, 1994)하였다.

지방산 조성

생균제 급여에 의한 지방산 조성은 Table 11에서 보는 바와 같다. 일반적인 육의 지방산 조성과 비교 시 전반적으로

Table 11. Fatty acid compositions by dietary probiotics in pork loins

Treatments ¹⁾	C1	C2	T1	T2	T3	T4
	% ²⁾					
Myristic acid	0.76±0.31 ^b	0.80±0.17 ^b	0.76±0.17 ^b	0.77±0.05 ^b	1.26±0.26 ^a	0.99±0.15 ^{ab}
Palmitic acid	19.24±0.37	16.47±8.63	19.86±0.66	20.62±0.48	20.18±0.43	20.11±0.99
Palmitoleic acid	3.08±1.12 ^{ab}	3.04±0.76 ^{ab}	3.09±0.53 ^{ab}	2.60±0.40 ^b	3.69±0.52 ^a	3.41±0.43 ^{ab}
Stearic acid	10.36±0.59	9.41±0.97	8.18±3.05	9.54±1.44	10.01±1.06	9.70±0.41
Oleic acid	37.11±5.96 ^b	38.10±5.41 ^b	39.38±3.61 ^{ab}	36.29±2.21 ^b	44.73±2.21 ^a	41.84±2.25 ^{ab}
Linoleic acid	20.62±4.55 ^{ab}	23.48±2.85 ^a	21.10±3.31 ^{ab}	22.17±1.58 ^{ab}	15.47±1.96 ^c	18.43±2.39 ^{bc}
Arachidonic acid	8.84±3.29 ^a	8.69±1.51 ^a	7.62±2.50 ^{ab}	8.02±1.37 ^{ab}	4.65±0.79 ^c	5.51±1.13 ^{bc}
SFA ²⁾	30.36±0.83	26.69±7.73	28.80±2.49	30.93±1.67	31.45±1.01	30.81±1.11
UFA ²⁾	69.64±0.83	73.31±7.73	71.20±2.49	69.07±1.67	68.55±1.01	69.19±1.11
EFA ²⁾	29.46±7.54	32.18±3.53	28.72±5.69	30.19±2.62	20.12±2.73	23.94±3.28
UFA/SFA	2.30±0.09	3.20±1.98	2.50±0.34	2.24±0.16	2.18±0.10	2.25±0.12
EFA/SFA	0.97±0.27 ^{ab}	1.39±0.79 ^a	1.02±0.29 ^{ab}	0.98±0.12 ^{ab}	0.64±0.09 ^b	0.78±0.13 ^b

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).^{a-c} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

보아 oleic acid 함량이 좀 낮고 linoleic 및 arachidonic acid 함량이 높은 편이었다. Myristic acid, palmitoleic acid 및 oleic acid는 T3구에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 그러나 다른 처리구들은 주목할 만한 지방산 조성의 차이를 나타내지 않았다. 다가 불포화 지방산인 arachidonic acid는 대조구가 생균제 급여구들에 비해 높게 나타났으며, T3구가 가장 낮은 수준을 나타내었다. Park 등(2005)은 돼지에게 0.05, 0.1, 0.2% 생균제 급여 시 지방산 조성은 유의적인 차이가 없었다고 하였다. 그러나 Yang 등(2003)은 육계에 생균제 급여 시 stearic acid, linoleic acid는 감소하고 myristic acid, palmitoleic acid는 증가한다고 하였다. 미생물제제 첨가 돈육의 stearic acid 함량은 대조구에 비해 높았고, palmitic acid와 linoleic acid 함량은 낮았다고 보고(Kim et al., 2004)하여 연구자들마다 약간씩 차이를 보였는데 이는 급여한 생균제의 종류와 급여 수준 등의 복합적인 영향으로 판단된다. 최근 식육에 있는 포화지방산의 섭취가 많은 사람들에게 동맥경화증과 같은 혈관 관련 질환의 발생률이 높다는 것이 밝혀지면서 섭취하는 지방의 포화지방산 함량은 낮추고 불포화지방산 함량은 높이려는 연구가 계속되고 있다(Decker and Shantha, 1994). 그러나 본 연구에서는 대조구와 생균제 급여에 의한 포화지방산과 불포화지방산 함량의 차이는 없었다.

요약

120두의 3원교잡종(LY×D) 돼지를 이용하여, 60일 동안 생균제(KBC1121[®], YC2000[®])가 함유된 사료를 급여한 후

출하하여 시험에 공시하였다. 대조구는 생균제를 급여하지 않은 암퇘지를 C1, 거세돼지를 C2, 생균제 YC2000을 0.5% 급여한 암퇘지를 T1, YC2000을 0.5% 급여한 거세돼지를 T2, YC2000 0.1% + KBC1121 0.3%를 급여한 암퇘지를 T3 및 YC2000 0.1% + KBC1121 0.3%를 급여한 거세돼지를 T4로 하여 시험을 수행하였다. 일반성분에서 조지방과 조회분은 생균제의 급여에 의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 수분 함량은 T1, T2구가 다른 처리구들에 비해 높게 나타났고, 조단백질 함량은 T3구가 가장 높게 나타났다. pH는 대조구가 처리구들에 비하여 높게 나타났으며 처리구 간의 비교에서는 T1과 T2구가 다른 처리구들에 비해 낮게 나타났다. 가열 감량은 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 콜레스테롤 함량은 전반적으로 대조구에 비해 처리구들에서 낮게 나타났다. 육색에서 L*값은 대조구에 비해 처리구들이 낮게 나타났으며 특히 T1구가 가장 낮게 나타났으나, a*값은 T1구가 월등히 높게 나타났다. 지방색에서 L*값은 대조구가 처리구들에 비해 높게 나타났으나 b*값은 T2구가 낮게 나타났다. 가열육 조직감의 부착성은 T4구가 가장 높게 나타났으나 다른 항목에서는 생균제의 급여에 의한 차이가 나타나지 않았다. 가열육 관능검사는 대조구가 향, 맛, 연도, 다즙성 및 전체적인 기호도 모두에서 좋은 것으로 나타났으며, T3와 T4구는 연도와 다즙성 및 전체적인 기호도가 높게 나타났다. Myristic acid, palmitoleic acid 그리고 oleic acid는 T3구에서 가장 높은 함량을 나타내었다. Arachidonic acid는 대조구가 처리구들에 비해 높게 나타났으며, T3구가 가장 낮은 수준을 나타내었다. 본 시험 결과를 종합하면 대조구에 비해 생균제

급여구들은 콜레스테롤 함량이 낮고 육색은 붉고 지방색은 희며 연도와 다습성이 높은 장점은 지닌 반면 pH가 낮아 드립의 발생량이 많은 것으로 나타났다.

참고문헌

- Abdulrahim, S. M., Haddadin, S. Y., Hashlamoun, E. A., and Robinson, R. K. (1996) The influence of *Lactobacillus acidophilus* and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk. *Br. Poultry Sci.* **37**, 341-346.
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed, Assosiation of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
- Baird, D. M. (1977) Probiotics help boost feed efficiency. *Feedstuffs.* **49**, 11-24.
- Collington, G. K., Parker, D. S., Elis, M., and Armstrong, D. G. (1988) The influence of probiotics or tyrosine on growth of pigs and development of gastrointestinal tract. *Anim. Prod.* **46**, 521-526.
- Decker, E. A. and Shantha, N. C. (1994) Concentrations of the anticarcinogen, conjugated linoleic acid in beef. *Meat Focus International.* **3**, 61-69.
- Folch, J., Lees M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-507.
- Fuller, R. (1989) Probiotics in man and animals. A Review. *J. Appl. Bacteriol.* **66**, 369-379.
- Honikel, K. O., Kim, C. J., and Hamm, R. (1986) Sarocommere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss. *Meat Sci.* **16**, 267-275.
- Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N., and Jalaludin, S. (1998) Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broiler fed diet containing *Lactobacillus* cultures. *Poultry Sci.* **77**, 1259-1265.
- Kim, B. K., Hong, K. J., Park, J. H., and Kim, H. S. (2004) Effects of supplementation of microbes additive on the fatty acid composition and cholesterol production in meat of pig and chicken broiler. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**(4), 399-404.
- Kim, J. H., Kim, C. H., and Ko, Y. D. (2001) Effects of dietary supplementation of probiotics (Economix®) on milk production and economic characteristics in lactating dairy cattle. *Kor. J. Anim. Sci. and Technol.* **43**, 369-380.
- Muralidhara, K. S., Sheggeby, G. G., Eliker, P. R., England, D. C., and Sandine, W. E. (1977) Effects of feeding *Lactobacilli* on the coliform and *Lactobacillus* flora on intestinal tissue and feces from piglets. *J. Food Prod.* **40**, 288-301.
- Park, D. S. and Kim, Y. K. (1998) Effect of *Aspergillus oryzae* and *Formitella flaxinea* additives on the milk production and ruminal fermentation characteristics in lactating dairy cows. *Kor. J. Anim. Sci. and Technol.* **40**, 617-629.
- Park, J. H., Park, H. S., Heo, S. N., Lee, S. N., and Ryu, K. S. (2005) Effect of dietary supplemental EM on growth of pig and pork quality. *Bulletin of Agricultural College, Chonbuk National University.* **36**, 103-116.
- SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Shackelford, S. D., Koohmaraie, D. M., and Wheeler, T. L. (1994) The efficiency of adding a minimum adjusted fat thickness requirement to the USDA beef quality grading standards for select grade beef. *J. Anim. Sci.* **72**, 1502-1508.
- Shahani, K. M., Valki, J. R., and Kilara, A. (1976) Natural antibiotic activity of *Lactobacillus acidophilus* and *bulgaricus*: I. Cultured conditions for the production of antibiotics. *J. Cultured Dairy Prod.* **11**, 14-29.
- Shim, Y. H., Chae, B. J., and Lee, J. H. (2003) Effects of dietary carbohydrase enzyme complex and microbial phytase supplementation on productivity and nutrient digestibility in growing pigs. *Kor. J. Anim. Sci. and Technol.* **45**, 569-576.
- Shin, H. T., Keum, D. H., Lee, H. W., Rhee, D. K., Hwang, B. S., and Lee, J. H. (2001) Screening of yeasts for the development of direct-fed microbials. *Kor. J. Anim. Sci. and Technol.* **43**, 721-726.
- Tamai, Y., Yoshimitsu, N., Watanabe, Y., Kuwabara, Y., and Nagai, S. (1996) Effects of milk fermented by culturing with various lactic acid bacteria and a yeast on serum cholesterol levels in rat. *J. Ferm. Bioeng.* **81**, 181-190.
- Underdahl, N. R., Torres-Median, A., and Doster, A. R. (1982) Effect of *Streptococcus faecium* C-68 in the control of *Escherichia coli*-induced diarrhea in gnotobiotic pigs. *J. Vet. Res.* **43**, 227-239.
- Yang, C. J., Park, I. C., Kim, K. H., Koh, H. B., Lee, B.

- J., and Uuganbayar, D. (2003) Effects of food waste feed and probiotics supplement on productivity in layer chicks. *J. KOWREC.* **11(1)**, 102-112.
23. Yang, S. J., Hyon, J. S., Yang, C. B., Ko, S. M., and Choi, H. H. (1998) Studies on the effects of feed additives fed to pigs-Effects of feeding probiotics on the growth performance and carcass quality in pigs. *Kor. J. Anim. Sci. and Technol.* **40(1)**, 21-30.
24. Yu, D. J., Na, J. C., Kim, T. H., Kim, S. H., and Lee, S. J. (2004) Effect of supplementation of complex probiotics on performances, physio-chemical properties of meat and intestinal microflora in broiler. *Kor. J. Anim. Sci. and Technol.* **46**, 593-602.

(2005. 2. 12. 접수 ; 2005. 8. 21. 채택)