



생균제 급여가 돈육의 품질 특성에 미치는 영향

진상근·김일석*·송영민·하지희·박기훈·이정일¹·이제룡¹·이창우²
진주산업대학교 동물소재공학과·¹경상남도 첨단양돈연구소·²윤창법인

Effects of Feeding Probiotics on Quality Properties of Pork

Sang-Keun Jin, Il-Suk Kim*, Young-Min Song, Ji-Hee Ha, Ki-Hun Park, Jeong-Il Lee¹,
Jae-Ryong Lee¹ and Chang-Woo Lee²

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University

¹Advanced Swine Research Institute, Gyeongnam Province

²Yoonchang Coporation

Abstract

A total of 120 pigs were used to investigate the effects of feeding probiotics on quality properties of pork. About 6 kg pigs were randomly allotted into one of three experimental diet groups (C: commercial diet feed; T1: 0.1% KBC1121 feed; T2: 0.1% YC2000+0.1% KBC1121 feed). Pigs were slaughtered at approximately 110 kg live weight and chemical composition and physico-chemical characteristics were measured in pork loin. Moisture, crude protein and crude ash were not differences among the treatments. However, crude fat content of T2 was significantly higher than that of other treatments. All of dietary probiotic groups showed significantly higher pH than control. WHC was significantly higher in T1 than other treatments. Cooking loss, shear force value and cholesterol content were not differences among the treatments. In meat color, L* value was not difference among the treatments, but a* and b* value were lower in T1 than other treatments. In texture properties of cooked meat, brittleness, hardness, gumminess and chewiness value were significantly higher in T1 than other treatments. Sensory evaluation was not difference among the treatments. The myristic, stearic and oleic acid content of T2 were significantly higher than those of other treatments. Whereas linoleic acid was significantly lower than other treatments. Unsaturated fatty acid (UFA) was significantly higher in T1 than T2. Essential fatty acid (EFA) and EFA/UFA were higher in the order of T1 > C > T2. In amino acid composition, total and essential amino acid, aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, valine, isoleucine, leucine and lysine level were lower in T2 than other treatments.

Key words : probiotics, pork quality, physico chemical properties

서론

근래에 들어 구제역이나 광우병과 같은 질병으로 말미암아 동물성 식품의 안전성에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 있으며 동물성 식품 내 항생제 잔류 및 내성균의 출현 등으로 인해 전 세계적으로 동물 사료용 항생제 사용에 대한

우려가 고조되고 있다. 유럽의 경우 인체에 사용되고 있는 항생제를 가축의 성장촉진제로 이용할 수 없도록 규제를 가하고 있고, 호르몬제의 사용도 엄격히 금지하고 있다(Shin *et al.*, 2001). 따라서 최근에는 항생제의 사용을 줄이면서 동물의 생산성을 향상시킬 수 있는 여러 가지 항생제 대체 물질들의 개발에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.

사료 첨가제로서 미생물제제는 가축의 건강 유지와 생산성 향상 및 항생제를 대체하기 위하여 첨가하게 된다. 미생물제제는 숙주의 장내 미생물 균총의 균형을 유지시켜 숙주 동물에게 이로운 영향을 미칠 수 있는 살아있는 미생물 사료 첨

* Corresponding author : Il-Suk Kim, Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, 660-758, Jinju, Korea. Tel: 82-55-751-3283, Fax: 82-55-751-3514, E-mail: iskim@jinju.ac.kr

가제로서 유익한 미생물의 장내 우점을 유도하여 동물의 건강을 증진시키고 동물의 성장을 촉진시킬 수 있다고 알려져 있다(Fuller, 1989). 미생물제제는 일반적으로 가축에게 급여 되는 생균, 사균, 발효부산물들을 포함하며, 가장 대표적인 것들로는 *Lactobacillus*, *Bacillus*, 효모, 소화효소제 및 이들의 복합제제가 있다. 유산균은 장내 미생물에 영향을 미치는 여러 종류의 대사산물을 생산한다. 유산균은 장 내용물의 pH 저하와 Coliforms, *Salmonella* 및 *Clostridia*균 등 유해 미생물의 독소 작용을 억제시키는 역할을 한다(White *et al.*, 1969). 또한, 효모는 산소와 강한 친화력을 가지는 특성 때문에 장내 용존산소를 흡수함으로써 유익균이 증식되는 것을 돕는다. 특히 효모 배양물은 가축의 장내에서 유익균총의 증식을 촉진함으로 유해균의 증식을 억제시켜 질병 예방 작용(prophylactic mechanism)을 하는 것으로 알려져 있다(Piva *et al.*, 1993). Baird(1977)는 생균제의 첨가가 자돈의 설사를 방지하고 장내의 lactase 활성을 높이고 육성돈과 비육돈의 성장능력을 개선한다고 보고하였다. Scheuermann(1993)은 장내 효소의 활성을 증가시켜 사료 내 영양소의 이용률을 향상시킬 수 있으며, 면역 능력을 향상시켜 동물의 건강을 증진시킬 수 있다고 보고하였다(Fuller, 1989). 또한 양돈 사료에 미생물 파이테이즈 및 α -galactosides와 galactomannan 분해효소를 동시에 첨가했을 때 사료 내에 항 영양인자를 효율적으로 분해함으로써 돼지의 생산성을 개선시킬 수 있다고 보고하였다(Sim *et al.*, 2003). 현재 시중에는 많은 종류의 미생물제제가 판매되거나 개발되고 있으며, 이러한 미생물제제가 가축의 경제형질에 미치는 영향에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 미생물제제의 급여가 식육의 품질에 미치는 영향에 관한 연구는 많이 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구는 자돈에서부터 출하까지 복합 생균제인 KBC 1121[®]와 YC2000[®]를 급여한 돈육의 이화학적 특성에 미치는 영향을 조사하여 무항생제 돈육 생산 가능성을 검토하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험 동물 및 시험설계

본 시험은 제주시 소재 Y농장에서 사육되고 있는 LY×D 삼원교잡종 돼지(6.24±0.68 kg)를 각 처리구별로 20두씩 암컷과 거세돈을 반반씩 혼사하여 2반복으로 총 120두를 공시하였다. 생균제를 급여하지 않은 대조구, 생균제 KBC1121를 0.1% 급여한 T1 및 YC2000 0.1%+KBC1121 0.1%를 급여한 T2로 설정하였다. 생균제 급여 수준은 예비 실험을 통하여 적정수준을 설정하였으며, 생균제는 (주)한국바이오케미칼에서 제조·생산된 제품으로 주로 *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus sp.*, *Rhizopus sp.* 및 *Pseu-*

domonas sp. 등으로 구성되어 있다. 대조구 및 처리구들의 사료는 자돈용, 육성 돈용 및 비육 전후기용의 칼로리가 동일한 단계별 기본 배합사료를 공히 급여하였으나 대조구는 관행대로 비육 전기까지 항생제가 포함된 사료를 급여하였고, 항생제 주사도 관행 프로그램에 따라 주사하였다. 그러나 생균제를 급여한 처리구들인 T1과 T2에는 전 사육기간 동안 인위적으로 항생제를 투입하지 않은 사료를 주문하여 급여함은 물론 항생제 주사도 일체 놓지 않았다. 모든 시험구들은 생체중 110 kg 전후 시 출하하였다.

시험방법

1) 공시재료

공시재료는 도축 후 1일 냉장실(0~1±2℃)에서 냉각한 후 도체 등급 판정을 받아 A등급인 돼지를 각 처리구별로 10두씩 좌반도체의 제6흉추와 제6요추 사이 등심(배최장근)을 농림부 고시(제1999-66호, 부위별 분할 정형기준)에 의거 분할 정형하여 랩포장한 후 0±1℃온도에서 1일 경과 후 육질분석을 위한 공시재료로 이용하였다.

2) 일반성분

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

3) pH

근막, 지방 등을 제거한 후 세절한 시료 3 g을 증류수 27 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

4) 보수력

유리수분은 10 g 시료를 철망이 있는 원심분리 tube에 넣고 70℃ 항온 수조에서 30분간 가열한 다음, 1000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다(A). 전 수분은 시료를 10 g 정도를 dish에 담아서 102±1℃ drying oven에서 24시간 건조하여 측정하였다(B).

보수력은 $B - A/B \times 100$ 으로 환산하였다.

5) 가열 감량

가열 감량은 시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정한다 다음, zipper bag에 넣고 water bath에서 심부 온도가 70℃에 도달할 때까지 가열한 후 식힌 다음 시료의 무게

를 측정하여 산출하였다. 이때 가열 감량을 산출하는 공식은 아래와 같다.

가열감량(%) =

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

6) 전단가 및 조직감

시료의 크기를 Ø2.0×2.0 cm로 자른 후 전단가는 신선육을 근육 방향과 수직되게 측정하고 조직감은 가열육을 근육방향과 수평되게 세워 측정하였으며, Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)의 측정조건은 다음 Table 1과 같다. 가열육은 표면경도, 경도, 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성을 조사하였다.

7) 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(5 α -cholestane 0.5 mg) 1mL 넣고 균질화 하여 뚜껑을 닫은 다음 60℃ 항온 수조에서 1시간 동안 반응시킨다. 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 2와 같다.

8) 육색 및 지방색

육색은 등심근 단면과 지방색은 등심에 붙어있는 등지방의 표면 전 부위에 대해 Chroma meter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 고루 9회 반복 측정하여 평균값을 이용하였으며, 이때 표준 색판은 L*=89.2, a*=0.921, b*=0.783으로 하였다.

Table 1. Conditions of Instron for texture analysis

Items	Fresh meat	Cooked meat
Table speed	200 mm/min	200 mm/min
Sample speed	80 ms	60 ms
Load cell	10 kg	10 kg
Adapter area	30 mm ²	5 mm ²

Table 2. GLC 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℃, Final temp.; 280℃, Injector temp.; 300℃ Detector temp.; 300℃. Programming rate : 4 $^{\circ}$ C /min
Detector	Flame Ionization Detector
Carrier gas	He
Flow rate	20 cm/sec
Split ratio	100 : 1

9) 관능 평가

관능 검사는 신선육의 경우 육색, 드립로스, 마블링 정도 및 전체적인 기호성 항목을 측정하였고, 가열육의 경우 향, 맛, 연도, 다즙성 및 전체적인 기호성 항목으로 관능검사를 실시하였으며, 잘 훈련된 관능검사위원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 신선육의 드립로스만 수치가 낮을수록 좋고 나머지 모든 항목은 높을수록 좋다.

10) 지방산 조성

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℃로 40분간 반응시킨다. 반응이 끝난 후 방냉시키고, hexane 3 mL와 증류수 8 mL를 넣고 강하게 섞어준 다음 시료를 24시간 방치하여 층분리시키고 상층액 중 1 mL를 주입하여 Gas chromatography(GC)로 분석하였다. 지방산 분석시 GC의 조건은 Table 3과 같다.

11) 아미노산 조성

시료 100 mg에 6 N-HCl 3 mL를 첨가한 후 질소 가스를 주입하여 밀봉하였다. 110℃에서 24시간 동안 가수분해시킨 후 여액을 농축하고 염산가스를 제거하였다. Sodium citrate buffer 5 mL를 첨가한 후 0.2 μ m membrane filter로 여과하여 시료를 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, England)로 분석하였다.

12) 통계처리

Table 3. Conditions of GC for fatty acid analysis

Items	Conditions
Column	Allech AT - Silar capillary column 30 m × 0.32 mm × 0.25 μL 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

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 돈육 등심의 일반성분은 Table 4에서 보는 바와 같다. 함유 수분과 조단백질 및 조회분은 생균제 급여에 의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 조지방 함량은 T2 처리구가 대조구와 T1 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다. Kim 등(2001)은 복합 생균제의 급여가 유지방 함량을 다소 증가시키는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다고 보고하였으며, Park과 Kim(1998)은 복합생균제의

급여에 의해 유지방과 유단백질 함량이 증가한다고 보고하였는데, 본 연구 결과와 유사한 경향이었다. 그러나 Yu 등(2004)은 복합 생균제 급여 시 계육의 복강 내 지방의 축적률이 감소하였다고 보고한 바 있다. 한편 Jin 등(1998)은 첨가되는 균주의 종류와 첨가방법에 따라 시험 결과에 차이를 나타낸다고 보고하였다.

이화학적 특성

생균제 급여에 의한 돈육의 이화학적 특성은 Table 5에서 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. pH는 대조구에 비하여 생균제 급여 처리구들이 유의적으로 높은 pH를 보였으며, 생균제 급여 처리 간에는 유의적인 차이가 없었다. Bendall과 Swatland(1988)는 돈육의 pH는 사후 해당 작용의 속도와 정도에 영향을 받는다고 보고하였다. 근육의 pH 저하는 방혈할 때부터 시작되어 최종 pH에 도달하는데, 온도와 pH가 감소하는 것은 대사/효소작용을 하는 동안 산화적 대사작용에서 혐기적 대사작용으로 전환되면서 근육 내 글리코겐 함량이 감소(Maribo *et al.*, 1998)하기 때문이라고 보고하였다. 보수력은 T1 처리구가 대조구보다 유의적으로 높았으며, 두 가지 미생물 제제를 혼합한 T2 처리구와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 가열감량과 전단가는 대조구와 생균제 급여 처리구들 간에 유의적인 차이가 없었다. Koochmarai 등(1995)은 연도에 영향을 미치는 것은 경직은

Table 4. Effect of feeding probiotics on chemical compositions in pork loins

Treatments ¹⁾	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)
C	69.72±1.44	22.22±0.44	3.11±0.94 ^b	1.17±0.15
T1	70.28±1.42	22.46±0.68	2.83±1.21 ^b	1.16±0.18
T2	70.27±1.29	21.89±0.49	4.48±0.94 ^a	1.16±0.15

¹⁾ C (commercial diet feed), T1 (0.1% KBC1121 feed), T2 (0.1% YC2000 + 0.1% KBC1121 feed).

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

Table 5. Effect of feeding probiotics on physico-chemical characteristics in pork loins

Treatments ¹⁾	pH	WHC (%)	Cooking loss (%)	Shear force (kg/cm ²)	Cholesterol (mg/100g)
C	5.90±0.13 ^b	79.85±2.84 ^b	38.67±1.55	11.94±2.90	64.95±15.54
T1	6.11±0.09 ^a	83.34±4.97 ^a	38.86±2.24	11.98±2.34	75.99±24.10
T2	6.09±0.10 ^a	81.03±3.75 ^{ab}	39.50±1.39	12.02±1.58	57.17±23.48

¹⁾ C (commercial diet feed), T1 (0.1% KBC1121 feed), T2 (0.1% YC2000 + 0.1% KBC1121 feed).

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

Table 6. Effect of feeding probiotics on meat color and fat color in pork loins

Treatments ¹⁾	Meat color			Fat color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
C	54.13±2.85	8.08±1.14 ^a	4.21±1.12 ^a	79.53±1.33 ^b	3.21±0.75 ^b	3.50±0.50 ^{ab}
T1	53.30±2.46	7.10±1.15 ^b	3.30±1.02 ^b	79.57±1.27 ^b	3.77±1.26 ^a	3.85±0.76 ^a
T2	54.37±2.13	7.91±1.47 ^a	4.50±0.89 ^a	80.59±1.14 ^a	2.30±0.86 ^c	3.42±0.77 ^b

¹⁾ C (commercial diet feed), T1 (0.1% KBC1121 feed), T2 (0.1% YC2000 + 0.1% KBC1121 feed).

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

도와 효소작용의 정도에 따라 차이가 있다고 하였다. 대부분의 연구자들은 돈육을 몇 일간 숙성시킨 후 전단가의 변화에 있어서 미미한 변화가 일어난다고 하였다(Eikelenboom et al., 1992). 특히 콜레스테롤 함량은 동일한 처리구 내에서도 개체 간에 편차가 매우 높아 처리 간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. Yu 등(2004)은 복합생균제 급여 시 계육의 가열 감량이 감소하였다고 보고하였으며, 전단력은 0.4% 복합생균제 급여 시 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와는 차이를 보였는데 이는 축종, 생균제 종류 및 첨가량 등에 따른 차이로 판단된다. 그리고 Abdulrahim 등(1996)은 미생물 생균제의 급여가 혈청 콜레스테롤 함량을 감소시킨다고 보고하였는데, 본 연구는 육 내 콜레스테롤 함량을 측정된 것으로 처리 간에 유의적인 차이는 없었으나 유사한 경향을 보였다.

육색 및 지방색

생균제 급여에 의한 돈육의 육색 및 지방색은 Table 6에서 보는 바와 같다. 일반적으로 소비자들의 관점은 식육 구입에 있어서 외관 형질 즉, 육색을 기초로 하여 구매한다. 또한 육색은 돈육의 품질을 좌우하게 되고, 냉장 돈육에서 정상적인 육색은 돈육 산업에 있어서 대단히 중요하다(Warner et al., 1993). 육색 중 명도를 나타내는 L*값은 대조구와 생균 급여 처리구 간에 유의적인 차이가 없었고, 적색도를 나타내는 a*값과 황색도를 나타내는 b*값은 T1 처리구가 가장 낮게 나타났다. 지방색에서는 지방의 밝기와 지방의 황색 정도가 중요한 요소가 되며, 지방의 밝기는 밝을수록 좋고 지방의 황색

은 낮을수록 좋은 지방색이다. 지방의 밝기를 나타내는 L*값은 T2 처리구가 가장 높았으며, 반면에 황색 정도를 나타내는 b*값은 T2 처리구가 가장 낮게 나타나 흰색의 좋은 지방을 가지고 있는 것으로 판단된다.

조직감

생균제 급여에 의한 가열 돈육의 조직감은 Table 7에서 보는 바와 같다. 육의 조직감 측정은 육질을 평가하는데 있어 중요한 항목 중의 하나이며, 육류의 조직은 소비자들이 육의 맛을 평가하는데 중요한 기준이 된다. 시료의 표면에 닿는 순간의 힘을 나타내는 표면경도와 물질을 변형시킬 때 필요한 힘을 나타내는 경도는 T1 처리구가 대조구와 T2 처리구에 비하여 유의적으로 높은 결과를 보였으며, 제품을 삼킬 수 있을 정도로 씹는데 필요한 에너지를 나타내는 검성과 씹힘성은 T1 처리구가 가장 높고, T2 처리구가 유의적으로 가장 낮은 결과를 보였다. 식품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘을 나타내는 응집성과 물체에 외부로부터 힘을 가한 후 생긴 변형이 힘을 제거 시 원상 복귀하는 성질을 나타내는 탄력성은 대조구와 생균제 급여 처리구들 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 본 연구결과 조직감 조사항목에서 T1 처리구가 가장 단단한 조직을 나타내었다.

관능 평가

생균제 급여에 의한 신선 돈육 및 가열 돈육의 관능 검사 결과는 Table 8 및 9에서 보는 바와 같다. 생육에서의 육색은

Table 7. Effect of feeding probiotics on texture properties in pork loins

Treatments ¹⁾	Brittleness (kg)	Hardness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg,mm)
C	1.49±0.54 ^b	1.72±0.27 ^b	46.16±7.25	11.65±1.69	80.00±22.44 ^{ab}	947.10±365.26 ^{ab}
T1	1.83±0.38 ^a	1.90±0.35 ^a	45.39±6.33	11.97±1.36	85.89±18.04 ^a	1027.10±250.46 ^a
T2	1.31±0.58 ^b	1.66±0.25 ^b	43.86±4.72	11.60±1.52	72.43±10.95 ^b	842.72±182.78 ^b

¹⁾ C (commercial diet feed), T1 (0.1% KBC1121 feed), T2 (0.1% YC2000 + 0.1% KBC1121 feed).

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

Table 8. Effect of feeding probiotics on sensory score in fresh pork loins

Treatments ¹⁾	Meat color	Drip loss	Marbling score	Overall acceptability
C	5.8±0.4	3.8±1.3	4.6±1.1	5.0±0.0
T1	5.8±0.4	4.2±1.8	5.2±2.2	5.2±0.8
T2	6.0±1.0	5.0±1.4	6.0±1.2	6.0±1.0

¹⁾ C (commercial diet feed), T1 (0.1% KBC1121 feed), T2 (0.1% YC2000 + 0.1% KBC1121 feed).

최종적으로 소비자가 고기를 구매하는데 있어 매우 중요한 관능적인 요인으로 육색, 마블링 정도, 기호성은 높은 평가를 받고, 반면에 드립은 적을수록 소비자가 선호하는 육이다. 일반적으로 근내지방이 관능적 특성에 영향을 주는 기작에 대한 이론은 아직 정확하게 정립이 안 되어 있다. 지방세포의 분화 및 성장이 결체조직 사이에서 일어남으로써 육 내 결체조직 수가 상대적으로 줄어들고 씹힘 작용 시에 윤활작용과 침샘을 자극하여 다즙성이 높은 느낌을 받게 한다고 보고하였다(Thompson, 2001). 신선육의 관능검사에서 육색, 드립로스, 마블링 정도 및 전체적인 기호성에서 대조구와 생균제 급여 처리구들 간에 차이가 나타나는 하나 주목할 만한 경향을 나타내지는 않았다. 식육의 기호성은 가열육을 입 속에서 씹어 넘기는 과정에 혀의 감각으로 느껴지는 맛, 후각으로 느껴지는 향 그리고 조직감 등을 포함하여 판단하게 된다. 이들 중 어느 것이 기호성에 크게 관여하는지는 식육의 종류에 따라 다르다고 알려져 있다. 가열육의 관능 검사에서는 향,

맛, 연도 그리고 전체적인 기호성 항목에서 대조구와 생균제 급여 처리구들 간에 유의적인 차이가 없었으며, 다즙성 항목에서는 대조구에 비하여 T1 처리구가 유의적으로 높은 결과를 보였으며, T2 처리구와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 연구 결과 대조구에 비하여 생균제 급여 처리구들이 관능적 특성이 양호한 경향을 보였다. 돈육의 관능적 특성은 근육 내의 지방과 상호 밀접한 상관관계가 있어 근육 내 지방함량이 증가할수록 향, 다즙성 및 연도가 개선된다고 보고(Shackelford *et al.*, 1994)하였다.

지방산 조성

생균제 급여에 의한 지방산 조성은 Table 10에서 보는 바와 같다. 식육의 품질 특성이나 저장성에 미치는 영향 중에서 지질의 함량 및 지방산 조성은 육의 근내지방도와 도체의 등급에 영향을 줄 뿐만 아니라, 고기의 맛과 풍미 등 기호성에도 영향을 준다고 알려져 있다. 지방산 조성은 전반적으로 oleic acid가 가장 많았으며, palmitic, linoleic, stearic acid 등의 순이었다. 처리 간에 지방산 조성은 myristic, stearic, oleic acid는 T2 처리구가 다른 두 구들에 비하여 유의적으로 높았고, palmitic acid는 대조구가 다른 두 처리구들에 비하여 유의적으로 높았으며, linoleic acid는 T2 처리구가 다른 두 구들에 비하여 유의적으로 낮았으며, arachidonic acid는 T1 처리구가 다른 두 구들에 비하여 유의적으로 높은 결과를 보였다. 미생물제제 첨가 돈육의 stearic acid 함량은 대조구에 비해 높았고, palmitic acid와 linoleic acid 함량은 낮았다는 보고(Kim *et al.*, 2004)와 일치하였다. 특히, 필수지방산인 linoleic acid와 arachidonic acid는 T1 처리구가 다른 두 구들에

Table 9. Effect of feeding probiotics on sensory score in cooked pork loins

Treatments ¹⁾	Aroma	Flavor	Tenderness	Juiciness	Overall acceptability
C	5.2±0.8	4.8±1.5	4.8±0.4	5.2±1.1 ^b	5.0±0.7
T1	5.0±1.0	5.4±1.3	5.6±1.3	6.6±0.5 ^a	5.8±1.1
T2	5.2±0.8	5.6±1.1	5.6±0.9	6.0±1.0 ^{ab}	5.8±1.1

¹⁾ C (commercial diet feed), T1 (0.1% KBC1121 feed), T2 (0.1% YC2000 + 0.1% KBC1121 feed).

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

Table 10. Effect of feeding probiotics on fatty acid compositions in pork loins

Treatments ¹⁾	Myristic acid	Palmitic acid	Palmitoleic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Arachidonic acid
C	0.72±0.14 ^{ab}	20.60±0.57 ^a	2.58±0.43	10.62±0.84 ^b	42.90±4.40 ^b	16.89±3.43 ^a	5.68±2.08 ^b
T1	0.68±0.18 ^b	19.98±0.76 ^b	2.51±0.61	10.89±1.02 ^b	40.25±5.38 ^c	18.77±3.92 ^a	6.92±2.60 ^a
T2	0.79±0.23 ^a	19.79±1.11 ^b	2.56±0.90	11.58±1.45 ^a	46.38±4.72 ^a	14.07±4.25 ^b	4.83±2.31 ^b

¹⁾ C (commercial diet feed), T1 (0.1% KBC1121 feed), T2 (0.1% YC2000 + 0.1% KBC1121 feed).

^{a-c} : Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at *p*<0.05.

Table 11. Effect of feeding probiotics on fatty acid profiles in pork loins

Treatments ¹⁾	SFA ²⁾	UFA ²⁾	EFA ²⁾	UFA/SFA	EFA/UFA
C	31.94±0.97 ^{ab}	68.06±0.97 ^{ab}	22.57±5.47 ^b	2.13±0.09	0.33±0.08 ^b
T1	31.55±0.86 ^b	68.45±0.86 ^a	25.69±6.31 ^a	2.17±0.08	0.37±0.09 ^a
T2	32.16±1.44 ^a	67.84±1.44 ^b	18.90±6.39 ^c	2.12±0.14	0.28±0.09 ^c

¹⁾ C (commercial diet feed), T1 (0.1% KBC1121 feed), T2 (0.1% YC2000 + 0.1% KBC1121 feed).

²⁾ SFA (saturated fatty acid), UFA (unsaturated fatty acid), EFA (essential fatty acid).

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

Table 12. Effect of feeding probiotics on amino acid compositions in pork loins

Amino acid	C	T1	T2
Aspartic acid	65.55±5.77 ^b	72.88±2.14 ^a	60.85±4.49 ^c
Threonine*	30.32±2.35 ^{ab}	31.37±3.07 ^a	27.96±2.31 ^b
Serine	27.05±2.21 ^a	27.20±3.11 ^a	24.56±1.73 ^b
Glutamic acid	100.98±2.06 ^a	103.61±2.26 ^a	91.26±4.87 ^b
Proline	28.48±4.86	23.14±6.63	27.55±9.46
Glycine	26.76±2.42	26.65±2.84	24.79±1.95
Alanine	37.07±4.27	35.80±3.50	34.22±2.26
Cystine	9.48±2.11 ^{ab}	8.11±2.58 ^b	10.39±0.89 ^a
Valine*	30.08±2.70 ^{ab}	30.58±2.85 ^a	27.78±1.92 ^b
Methionine*	12.19±2.80	11.74±1.64	11.12±1.86
Isoleucine*	27.64±2.57 ^{ab}	28.03±2.65 ^a	25.51±1.67 ^b
Leucine*	48.85±4.62 ^{ab}	49.71±5.19 ^a	44.38±4.77 ^b
Tyrosine	19.46±2.03	20.05±2.85	18.81±1.70
Phenylalanine*	25.21±3.81	23.05±3.74	24.14±2.61
Histidine*	26.60±3.73	26.82±3.27	24.10±2.56
Lysine*	48.46±5.35 ^{ab}	50.67±5.29 ^a	45.01±3.52 ^b
Arginine*	36.65±4.43	36.68±3.39	34.97±2.05
EAA ²⁾	286.00	288.65	264.97
Total	600.83	606.10	557.37

¹⁾ C (commercial diet feed), T1 (0.1% KBC1121 feed), T2 (0.1% YC2000 + 0.1% KBC1121 feed).

²⁾ EAA (essential amino acid).

* Essential amino acid.

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

비하여 유의적으로 높게 나타났습니다.

생균제 급여에 의한 포화지방산, 불포화지방산 및 필수지방산 함량은 Table 11에서 보는 바와 같다. 포화지방산 함량은 T2 처리구가 T1 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타

났으며, 불포화지방산 함량은 그 반대의 결과였다. 필수지방산 함량 및 필수지방산/불포화지방산 비율은 T1>대조구>T2 순이었으며, 불포화지방산/포화지방산 비율은 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 일반적으로 포화지방산 함량이 높으면 육 내 지방 산화 안전성 및 육색 안전성에 도움을 준다(Du *et al.*, 2000). 그러나 인체 건강과 관련한 지방산 조성면에서 동맥 경화증, 고혈압 예방 등과 같은 건강에 유익한 지방산은 불포화지방산 비율이 높고, 포화지방산 비율이 낮을수록 좋다고 보고하였다(Decker and Shantha, 1994).

아미노산 조성

생균제 급여에 의한 아미노산 조성 변화는 Table 12에서 보는 바와 같다. 天野慶之 등(1981)은 아미노산은 육제품의 향미를 좋게 하고 육 표면을 보기 좋은 갈색으로 변화시키는 역할을 하며, 고기 맛에 영향을 미치는 요소로는 아미노산 뿐 아니라 ATP 관련 화합물, 유기산, 당 및 젖산 등도 관련한다고 하였다. T2 처리구가 다른 두 구들에 비하여 총 아미노산 및 필수아미노산 함량이 낮은 경향이 있었으며, aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, valine, isoleucine, leucine 및 lysine 함량 역시 T2 처리구가 다른 두 구들에 비하여 유의적으로 낮았으며, cystine 함량은 역으로 유의적으로 높게 나타났다. Proline, glycine, alanine, methionine, tyrosine, phenylalanine, histidine, arginine 함량은 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

요 약

120두의 3원교잡종(LY×D) 돼지(6.24±0.68 kg)를 이용하여 생균제를 급여하지 않은 대조구, 0.1% KBC1121를 급여한 T1, 0.1% YC2000과 0.1% KBC1121를 병행 급여한 T2 처리구로 사육 후 110 kg 시 출하 도축하여 생균제의 급여가 돈육의 이화학적 특성에 미치는 효과를 측정하였다. 일반성분에서 수분과 조단백질 및 조회분은 처리 간에 차이가 없었으나 조지방 함량은 T2 처리구가 다른 처리구들에 비해 높았

다. pH는 대조구가 생균계 급여 처리구들에 비하여 낮았고, 보수력은 T1 처리구가 가장 높았으며, 가열감량, 전단가 및 콜레스테롤 함량은 처리 간에 차이가 없었다. 육색에서 L*값은 처리 간에 유의적인 차이가 없었으나, a*와 b* 값은 T1 처리구가 낮았다. 지방색에서 L*값은 T2 처리구가 다른 처리구들에 비해 높았으며, 지방의 b*값은 T2 처리구가 낮았다. 가열육 조직감의 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성은 T1 처리구가 다른 처리구들에 비하여 높았다. 신선육과 가열육의 관능검사는 처리 간에 차이가 없었다. 지방산 조성은 myristic, stearic, oleic acid은 T2 처리구가 다른 처리구들에 비하여 높았으며, linoleic acid은 낮았다. 불포화지방산 함량은 T1 처리구가 T2 처리구에 비하여 높았으며, 필수지방산 함량 및 필수지방산/불포화지방산 비율은 T1>대조구>T2 순이었다. 총아미노산, 필수아미노산 함량 및 aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, valine, isoleucine, leucine, lysine 함량은 T2 처리구가 다른 두 처리구들에 비하여 유의적으로 낮았다.

참고문헌

1. AOAC (1990) "Official Methods of Analysis" 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington. D. C.
2. 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.
3. Baird, D. M. (1977) Probiotics help boost feed efficiency. *Feedstuffs.* **49**, 11-17.
4. Bendall, J. R. and Swatland, H. J. (1988) A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.* **24**, 85-126.
5. Decker, E. A. and Shantha, N. C. (1994) Concentrations of the anticarcinogen, conjugated linoleic acid in beef. *Meat Focus International.* **3**, 61-69.
6. Du, M., Ahn, D. U., and Sell, J. L. (2000) Effect of dietary conjugated linoleic acid(CLA) and linoleic/linolenic acid ration on polyunsaturated fatty acid status in laying hens. *Poultry Sci.* **79**, 1749-1756.
7. Eikelenboom, G., Hoving-Bolink, A. H., van der Wal, P. G., de Vries, A. W., and Vonder, G. (1992) De invloed van de eind-pH op de eetkwaliteit van varkensvlees. IVO- DLO Rapport B-385. Zeist. The Netherlands.
8. 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.
9. Fuller, R. (1989) Probiotics in man and animals. A Review. *J. Appl. Bacteriol.* **66**, 369-377.
10. 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.
11. 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.
12. Koohmaraie, M., Killefer, J., Bishop, M. D., Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., and Arbona, J. P. (1995) Calpastatin-based methods for predicting meat tenderness. In: Ouall, A., Demeyer, D. I., Smulders, F. J. M. (Eds). Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality. ECCEAMST. III. Utrecht. The Netherlands. pp. 395-412.
13. Maribo, H., Olsen, E. V., Patricia, B. G., Anders, J. N., and Anders, K. (1998) Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs. *Meat Sci.* **50**, 115-129.
14. Park, D. S. and Kim, Y. K. (1998) Effects of *Aspergillus oryzae* and *formitella Flaxinea* additives on the milk production and ruminal fermentation characteristics in lactating dairy cows. *Korean J. Anim. Sci. & Technol.* **40(6)**, 617-626.
15. Piva, G., Belladonna, S., Fusconi, G., and Sicbaldi, F. (1993) Effect of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components and manufacturing properties. *J. Dairy Sci.* **76**, 2717-2723.
16. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS institute, Cary, NC. USA.
17. Scheuerermann, S. E. (1993) Effect of the probiotic Paciflor (CIP5832) on energy and protein metabolism in growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* **41**, 181-186.
18. 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.
19. 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. *Korean J. Anim. Sci. & Technol.* **43(5)**, 721-726.
20. Sim, 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. *Korean J. Anim. Sci. & Technol.* **45(4)**, 569-576.
21. Thompson, J. (2001) The relationship between marbling and sensory traits. In proc. Marbling Symposium, Coff's Harbour, Australia. pp. 30-35.
22. 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.
23. White, F. G., Wenham, G. A., Shatman, A. S., Johns, E. A., Rattray, A., and McDonald, I. (1969) Stomach function in relation to a scour syndrome in the piglet. *Br. J. Nutr.* **23**, 847-858.
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. *Korean J. Anim. Sci. & Technol.* **46(4)**, 593-602.
25. 天野慶之, 藤券正生, 安井 勉 (1981) 食肉加工ハンドブック. 光琳. 430-436.
-
- (2005. 8. 1. 접수 ; 2006. 1. 11. 채택)