

Phaffia rhodozyma 균주를 포함한 복합생균제 (Any-Lac, ®)의 급여가 돼지의 성장과 육질에 미치는 영향

김경수* · 임종철* · 신명수* · 최양일** · 이석천** · 조성구**

(주)Organic Bio Tech 한국생명과학연구소*, 충북대학교 농업생명환경과학대학**

Effect of Dietary Combined Probiotics (Any-Lac, ®) Supplementation Contained with *Phaffia rhodozyma* on the Growth Performances and Meat Quality of Pigs

Kyeong-Su Kim*, Jong-Cheol Lim*, Myeong-Su Shin*, Yang-Il, Choi**, Suk-Cheon Lee**
and Seong-Ku Cho**

Korea Bio Science Research Institute, Organic Bio Tech Co., Ltd.*,
College of Agriculture, Life & Environment Sciences, Chungbuk National Univ.**

ABSTRACT

This study investigated the effects of dietary probiotics which contained antioxidant astaxanthin on growth performances and meat quality in two pigs farms. A total of 2,400 pigs were gilt and barrow with same number assigned to one of two treatments. The two treatments were control (commercial feed), treatment (probiotics 0.1% feed). Each treatment had 3 replicates. Weight gain, feed intake and feed efficiency were periodically recorded for 90 days. Survival ratio was shown 99.85% in treatment group. Average daily gain was higher in treatment group (0.91 kg) than that of control (0.84 kg). Back fat thickness was lower in treatment group than that of control, even though the treatment group tended to be higher carcass weight. The treatment group trended higher carcass weight, back fat thickness was lower in treatment group than control. The ratio of carcass grade A was shown higher in treatment than that of control, respectively. Treatment group showed higher value of fat content and water holding capacity. Treatment showed lower value than control in shear force and cooking loss. Hunter value (a and b) of treatment group in meat color was higher than control. Treatment group was lower cholesterol content than control. Control group was shown higher unsaturated fatty acid (stearic acid (C18:0)) value than treatment. Treatment group was shown lower saturated fatty acid (oleic acid (C18:1)) value than that of control. These results suggested that the supplementation of probiotics contained *Phaffia rhodozyma* could be used effectively for increase productivity of livestock industry.

(Key words : Astaxanthin, Probiotics, Carcass, Growth performance)

I. 서 론

한국인의 먹거리에 대한 소비 형태는 국민소득의 증가와 더불어 빠르게 변화해 왔다. 20년

전에 비해 곡물류의 소비는 30% 이상 줄었고 육류와 채소의 소비량이 현격하게 증가하였다. 또한, 삶의 질이 높아진 만큼 농축산물의 안전성 및 고기능성 품질을 지닌 식육에 대한 소비

Corresponding author : Kyeong-Su Kim, Korea Bio Science Research Institute, Organic Bio Tech Co., Ltd.
Tel : 043-532-8841, E-mail : kskim@obtkorea.com

자들의 요구도 상승하였다.

식육 내 항생물질의 잔류, 항생제 내성균주의 출현 등으로 소비자 불안심리가 높아지고, 이에 따른 축산물 안정성 문제가 전 세계적으로 관심의 대상이 되고 있다. EU 및 WHO에서는 성장촉진 목적으로 가축에 사용되는 항생제 사용을 제한 또는 전면 금지하고 있다. 따라서 국내에서는 무항생제의 안전한 고품질의 육류를 생산하고자 돼지에게 생분독을 처리하거나 (조성구 등, 2005), CLA (conjugated linoleic acid) (이정일 등, 2001; 이정일 등, 2003), 비타민 E (홍종욱 등, 2001; 추교문, 안병홍, 2004), 한약 부산물 (유영모 등, 2002), 키토산 (이제룡 등, 2001; 김종원 등, 2003), 광물질 (제오라이트, 게르마늄, 흑운모 등) (Kondo와 Wagai, 1968; 권오석 등, 2003; 공창수 등, 2004), *Streptococcus faecium* (김경수 등, 1991)을 사료에 첨가하여 육류의 품질을 개선하고자하는 연구개발이 보고되었다. 이 중에서 항산화제는 첨가수준과 가축에게 급여하는 기간 등에 따라 육색과 막조직에 함유된 다가불포화지방산의 산화를 방지하여 식육의 저장기간 연장 및 고기의 안정성에 기여하는 것으로 알려져 있다 (Buckley 등, 1995).

본 연구팀은 이미 (주)주원산오리와 함께 astaxanthin 복합생균제의 탁월한 효과를 확인하여, 이를 브랜드화 시킨 바 있다 (김경수 등, 2005).

Astaxanthin이란 자연계에 존재하는 지용성 색소인 carotenoids의 일종으로 연어나 송어 등의 육질의 홍색 빛깔, 갑각류 등의 적색 빛깔의 원인이 되는 물질이다. 이러한 어류나 갑각류 등은 astaxanthin을 자가 합성하지 못하기 때

문에 먹이사슬을 통해 섭취해야하므로 인공 양식장에서는 사료로 첨가해 주어야 한다. 특히, 비타민 A의 전구체로서 면역기능의 활성화 (Jyonouchi 등, 1993), 항암효과 (Tanaka 등, 1994), 세포내에서 생성되는 유해한 산화적 반응을 개시하는 산소 라디칼의 제거 (Mikj, 1991; Lawlor와 O'Brein, 1995) 등의 활성이 알려져 있다.

Astaxanthin은 다른 carotenoids나 토코페롤보다도 뛰어난 항산화 효과를 보이고 있는 것이 증명되어 식용색소, 의약품의 첨가물질 및 기능성 화장품 첨가물질 등 다양한 용도로 사용되고 있다. 미국 FDA 자료에 따르면 astaxanthin은 비타민 E보다 약 550~1000배, 베타카로틴보다 약 10배의 효과를 갖는 것으로 알려져 있다 (Burton, 1988; Mik, 1991).

본 실험은 astaxanthin 생성균주 *Phaffia rhodozyma*가 함유된 복합생균제의 급여가 돼지의 성장과 육질개선에 미치는 효과를 규명하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 사양시험 설계

10주령 3원교잡종 (Landrace × Yorkshire × Duroc, 평균체중 29 kg)을 각각 대조구 (200두)와 처리구 (200두)로 나누어 70일령 돼지 총 2,400두를 공시하고 90일간 사양시험을 실시하였다 (Table 1). 공시된 돼지는 암수 동수로 하였고 수퇘지는 거세한 돼지를 사용하였다. 시험설계는 일반사료인 대조구와 일반사료에 astaxanthin을 생산하는 *Phaffia rhodozyma* 함유 생균제를 0.1%

Table 1. Experimental design for growth performance

| Items | | No. of replication | No. of Pigs | Total |
|--------|-----------|--------------------|-------------|-------|
| Farm 1 | Control | 3 | 200 | 600 |
| | Treatment | 3 | 200 | 600 |
| Farm2 | Control | 3 | 200 | 600 |
| | Treatment | 3 | 200 | 600 |
| Total | | | | 2,400 |

첨가한 처리구로 나누었으며, 각 그룹당 3반복씩, 반복당 200두씩 완전 임의배치하였다.

2. 급여 사료 및 사양관리

시험사료는 3,490 kcal ME/kg, 20.0% crude protein, 1.05% lysine, 0.80% calcium, 0.6% phosphorus를 함유토록 하였으며, 일령에 따라 육성돈사료 (70~110일령), 비육돈사료 (110일~출하시)로 구분하여 급여하였으며, 성분은 Table 2와 같다. 시험사료는 가루형태로서, 자유급이 하였으며, 물은 니플을 통하여 자유로이 섭취할 수 있게 하였고, 기타 사양관리는 해당 농장의 일상 관행법에 준하였다.

체중 측정은 시험 개시 전·후로 나누어 측정하였으며, 증체량은 종료시 체중에서 개시체중을 뺀 값으로 총증체량 및 일당증체량을 구하였다. 사료효율은 시험기간 중 사료급여량을 기간 중 늘어난 체중 (종료시 체중-개시 체중)으로 나누어 산출하였다. 시험 종료 후, 처리구별 8두씩 총 32두를 도축하여 도체특성 및 도체등급을 분석하였으며, 돈육 등심을 이용하여 육질분석 및 냉동육의 저장성 등을 조사하였다.

$$\begin{aligned} \text{증 체 량} &= \text{종료체중} - \text{개시체중} \\ \text{사료 효율} &= \text{사료급여량} / \text{증체량} \\ \text{일당증체량} &= \text{증체량} / \text{사육일수} \end{aligned}$$

3. Astaxanthin 함유 복합생균제

본 시험에 사용한 생균제는 (주)오비티에서 보유하고 있는 균주와 농촌진흥청 특허 기술이전 균주인 *Lactobacillus crispatus* 균주를 자체 배양 및 생산하여 제조한 Any-Lac[®] 제품을 사용하였다. 생균제 Any-Lac은 astaxanthin(아스타잔틴)을 생성하는 *Phaffia rhodozyma* 1.0×10^8 cfu/g, *Saccharomyces cerevisiae* 1.0×10^8 cfu/g, *Lactobacillus crispatus* 1.0×10^8 cfu/g, *Enterococcus faecium* 1.0×10^8 cfu/g, *Lactobacillus plantarum* 1.0×10^8 cfu/g을 함유되게 제조하였고, *Phaffia rhodozyma* 내의 astaxanthin 함량은 4,800 ppm인 균주를 이용하였다.

4. pH

돈육의 pH는 10 g에 증류수 100 ml을 가한 후 측정하였다. 모든 시험은 Homogenizer (Bihon seiki, Ace, Japan)로 7000 rpm으로 30초간 균질시킨 후, pH meter (Mteeler Delta 340, Mettler-tolede, Ltd, UK)로 측정하였다.

5. 육색

돈육의 표면육색은 백색판 (L*, 89.39; a*, 0.13; b*, -0.51)으로 표준화시킨 Spectro Colormeter

Table 2. Chemical composition of experimental diets

| Chemical composition | 70~110 days | | 111~160 days | |
|-----------------------|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | Control | Treatment | Control | Treatment |
| DE (Mcal / kg) | 3.49 | 3.49 | 3.49 | 3.49 |
| Crude protein (%) | 20.00 | 20.00 | 16.50 | 16.50 |
| Crude fat (%) | 8.00 | 8.00 | 7.50 | 7.50 |
| Crude fiber (%) | 2.70 | 2.70 | 2.70 | 2.70 |
| Crude ash (%) | 4.80 | 4.80 | 4.10 | 4.10 |
| Ca (%) | 0.80 | 0.80 | 0.60 | 0.60 |
| P (%) | 0.60 | 0.60 | 0.40 | 0.40 |
| Lysine (%) | 1.05 | 1.05 | 1.00 | 1.00 |
| Asta probiotics (PPM) | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 |

(Model JX-777, Color Techno. System Co., japan)로 측정하였는데, 이때 광원은 백색형광등(D65)을 사용하여 Hunter Lab 표색계의 L*, a*, b* 값으로 나타냈다. (L*=명도, a*=적색도, b*=황색도)

6. 보수력 (Water holding capacity)

보수력은 원심분리법을 이용하였다. 분쇄된 시료 0.5±0.05 g을 원심분리관의 상부 filter 관에 넣고 80℃ water-bath에 넣고 20분간 가열한 후 10분간 방냉시켰다. 상부 filter관을 원심분리관 하부에 넣고 2,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 후 남은 시료를 가열 전 시료무게 비율로 표시하였다.

7. 육즙손실 (Drip loss)

육즙손실은 2 cm 두께의 돈육 슬라이스를 원형 (중량 100 ± 5 g)으로 정형한 후 Polypropylene bag에 넣고 진공포장하여 4℃ 냉장고에서 24시간 보관하면서 발생된 드립 감량을 측정하여 초기시료의 무게비율(%)로 측정하였다.

8. 일반성분 분석

수분, 단백질, 지방 및 회분(%)은 AOAC방법(1990)에 따라 측정하였다.

9. 지방산 함량 측정

Tube에 시료를 넣고 Folch 방법(1957)으로 총 지질 추출을 하였다. Lepage와 Roy(1986)의 방법에 따라 100℃의 water bath에서 1시간 methylation시키고 냉각 후 여기에 hexane을 첨가하여 층이 분리된 후 상층을 취하였다. 그런 다음 capillary column (100 m × 0.25 mm i.d. × 0.20 μm film thickness)을 장착한 gas chromatograph (HP 5890 II, Hewlett Packard Co.)을 이용하여 분석하였으며, 이때 carrier gas로 질소를 이용하였고 column의 초기온도는 180℃, 최종온도는 240℃ (2℃/min)로 하였다. Injector와 detector

의 온도는 250℃로 설정하였다.

10. 가열감량

가열감량은 3 cm 두께의 돈육 슬라이스를 원형 (중량 150 ± 5 g)으로 정형한 후 Polypropylene bag에 넣고 진공포장하여 70℃ water-bath에 넣고 40분간 가열하고 30분간 방냉시킨 후, 감량된 무게를 초기시료의 무게비율(%)로 측정하였다.

11. 전단력 (Shear force test)

시료를 가로×세로×높이를 각각 1×2×1cm가 되도록 절단하여 Rheo meter (Model Compac-100, SUN SCIENTIFIC Co., LTD.)의 Shearing, Cutting Test로 Max weight를 측정하였다. 사용 프로그램은 R.D.S (Rheology Data System) Ver 2.01을 이용하였다. Table Speed는 110 mm/min, Graph Interval은 20msec, Load cell (max)는 10kg의 조건으로 하였다.

12. 통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS (1999)의 GLM (General Linear Model) 방법으로 분석하였고, 각 실험군 간의 유의성 검정은 Duncan의 multiple range test를 이용하였다(Steel과 Torrie, 1980).

III. 결과 및 고찰

1. 육성률, 증체량, 사료효율

Astaxanthin 함유 복합생균제를 급여한 육성 및 비육돈에 있어서의 육성률은 Table 3과 같다.

육성률에 있어서, 농장1과 농장2 모두에서 astaxanthin 함유 복합생균제를 급여한 처리구에 있어서의 육성률이 99% 이상이었으며, 위축돈의 발생률도 1% 미만으로 나타났다. 반면에 복합생균제를 급여하지 않은 대조구에서는 위축돈의

Table 3. Effects of dietary probiotics on survival ratio

| Items | Farm 1 | | Farm 2 | |
|---------------------------|---------|-----------|---------|-----------|
| | Control | Treatment | Control | Treatment |
| No. of pigs to start with | 600 | 600 | 600 | 600 |
| No. of pigs died | 7 | 2 | 5 | 0 |
| Survival ratio (%) | 98.80 | 99.70 | 99.16 | 100.0 |
| No. of mortality | 11 | 4 | 7 | 2 |
| Incidence of mortality(%) | 1.83 | 0.67 | 1.16 | 0.36 |

발생률이 1% 이상으로 처리구와 비교하여 유의적인 차이를 나타냈다.

Astaxanthin 함유 복합생균제의 급여가 돼지의 성장능력에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 복합생균제를 첨가한 처리구에서는 일당증체량이 평균 0.91 kg으로 대조구 0.84 kg 보다 높게 나타났으며, 사료효율도 처리구 2.72, 그리고 대조구 2.89로서 생균제 처리구가 상대적으로 사료효율이 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 어린 돼지에 있어서의 복합생균제의 증체효과 및 사료의 효율성에 대한 효과는 박 등 (1999)의 결과에서도 보고된 바 있다.

Astaxanthin 복합생균제 (애니락)를 사료에 첨가하여 육성 및 비육돈에 급여한 결과, 위축돈

발생률 및 폐사율을 각각 1% 정도 (총 2%) 줄였고, 110kg 도달 일령을 9일 정도 앞당길 수 있었으며, 일당증체량도 7% 정도 향상되었다.

Table 5를 보면 사료효율도 7.2% 개선되었고 astaxanthin 복합생균제의 급여가 돼지의 성장과 사료효율 개선에 좋은 영향을 미치는 것이 입증되었다. 즉, 사료효율은 첨가구에서 평균적으로 2.7 정도를 기록했으며, 육성률도 99.8% 이상의 결과를 얻었다. 이러한 좋은 결과는 astaxanthin의 면역기능 강화효과와 복합생균제에 첨가된 여러 유익균들에 의한 사료효율개선효과, 병원성미생물 억제효과 등이 복합적으로 작용하여 시너지효과로 작용했기 때문이라고 추정된다.

Table 4. Effects of dietary probiotics on growth performance

| Items | Farm 1 | | Farm 2 | | Average | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Control | Treatment | Control | Treatment | Control | Treatment |
| Initial age (day) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Feeding period (day) | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Initial B.W. (kg) | 29.30±3.25 | 29.60±3.50 | 29.00±2.93 | 29.50±3.10 | 29.15±3.09 | 29.55±3.30 |
| Final B.W. (kg) | 106.51±2.50 ^a | 111.39±2.10 ^b | 104.90±4.10 ^a | 112.20±3.10 ^b | 105.71±3.3 ^a | 111.80±2.60 ^b |
| B.W. gain (kg) | 76.86±5.12 | 81.69±3.52 | 75.66±4.89 | 82.70±4.55 | 76.26±5.00 | 82.20±4.04 |
| Daily gain (kg) | 0.85±0.04 | 0.91±0.03 | 0.84±0.02 | 0.92±0.02 | 0.84±0.03 | 0.91±0.03 |
| 110 kg reached (days) | 166±2.00 ^a | 159±2.20 ^b | 170±4.00 ^a | 158±2.20 ^b | 168±3.20 ^a | 159±2.20 ^b |

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

Table 5. Effects of dietary probiotics on feed conversion

| Items | Farm 1 | | Farm 2 | | Average | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Control | Treatment | Control | Treatment | Control | Treatment |
| Feed intake (kg) | 217.97 | 222.89 | 225.30 | 223.30 | 221.64 | 223.10 |
| Feed conversion | 2.87±0.03 | 2.74±0.04 | 2.91±0.05 | 2.70±0.04 | 2.89±0.04 | 2.72±0.04 |

2. 도체특성 및 등급

Astaxanthin 함유 생균제를 비육돈 사료 내에 급여하여 암퇘지와 거세돼지의 도체특성 및 등급을 조사한 결과는 Table 6에서 보는 바와 같다.

암퇘지의 도체중은 대조구 및 생균제처리구에서 각각 71.4, 73.5 kg, 거세돼지는 대조구 74.2 kg 및 처리구 75.9kg으로 유의적인 차이는 없었으나($p>0.05$), 대조구에 비해 생균제 처리구의 경우 도체중이 다소 무거운 경향이었으며, 등심단면적도 넓고, 도체장이 다소 길었으며, 반면에 등지방두께는 대조구 22.5cm, 처리구 20.4 cm로 생균제 처리구가 대조구보다 얇은 경향이였다.

도체등급 판정결과에서는 대조구의 경우 A와 B등급이 100%로 생균제 처리구와 동일하였으나, A등급 출현율이 대조구에서는 30% (암퇘지), 42.9%(거세돼지)인데 반하여 생균제 처리

구에서는 70%(암퇘지), 66.7%(거세돼지)로 나타나, 생균제 급여는 비육돈의 도체특성을 개선시켜 좋은 등급판정결과를 나타내는 것으로 사료된다.

3. 생균제 급여가 비육돈의 일반성분에 미치는 영향

암퇘지와 거세돼지의 일반성분을 조사한 결과는 Table 7에서 보는 바와 같다. 일반성분에서 두 시험구간에 유의적인 차이는 없었으나 ($p>0.05$), 수분은 암퇘지의 경우 대조구 및 처리구가 각각 74.1, 72.6%, 거세돼지는 각각 73.2, 72.3%로 대조구에 비하여 생균제 처리구가 다소 낮았으며, 지방은 암퇘지의 경우 대조구 및 처리구가 각각 2.3, 2.9%, 거세돼지는 각각 2.6%와 3.1%로 대조구보다 처리구가 다소 높은 경향을 나타냈다. 반면에 단백질과 회분

Table 6. Effects of dietary probiotics on carcass characteristics and grade in growing pigs

| Items | Gilt | | Barrow | |
|------------------------------|------------------------|------------|------------|------------|
| | Control | Treatment | Control | Treatment |
| Carcass weight (kg) | 71.4 ±4.2 [†] | 73.5 ±4.8 | 74.2 ±5.2 | 75.9 ±6.3 |
| Loin size (cm ²) | 49.21±5.42 | 50.11±5.87 | 46.43±4.99 | 46.95±5.64 |
| Back fat thickness (mm) | 22.5 ±3.6 | 20.4 ±5.7 | 19.4 ±4.9 | 18.7 ±7.4 |
| Carcass length (cm) | 79.8 ±2.6 | 81.7 ±2.6 | 79.6 ±1.3 | 80.3 ±2.3 |
| Carcass grade | | | | |
| A | 3 | 7 | 3 | 6 |
| B | 7 | 3 | 4 | 3 |
| C | . | . | . | . |
| D | . | . | . | . |

[†] Mean±SD.

Table 7. Effects of dietary probiotics on nutrients composition of pork

| Items | Gilt | | Barrow | | |
|---------------------------|------------|-----------|----------|-----------------------|-----------------------|
| | Control | Treatment | Control | Treatment | |
| Nutrients composition (%) | Moisture | 74.1±1.1 | 72.6±1.2 | 73.2±0.3 ^a | 72.3±0.7 ^b |
| | C. Protein | 23.4±1.2 | 23.3±1.0 | 23.1±0.5 ^b | 23.5±1.1 ^a |
| | C. Fat | 2.3±1.1 | 2.9±0.7 | 2.6±0.6 | 3.1±1.4 |
| | C. Ash | 1.1±0.1 | 1.1±0.2 | 1.1±0.1 | 1.1±0.1 |

^{a, b} Means with different superscripts in the same row significantly differ (p<0.05).

함량은 두 시험구 사이에 차이가 나타나지 않았다. 이러한 경향은 암퇘지와 거세돼지 모두 동일하였다.

4. 생균제 급여가 비육돈의 육질특성에 미치는 영향

암퇘지와 거세돼지의 육질특성을 조사한 결과는 Table 8에서 보는 바와 같다. 등심육의 pH는 대조구에 비해 생균제 처리구에서 다소 높은 경향이였으며, 보수력에서는 암퇘지의 경우 대조구 50.8%, 처리구 52.4%로 생균제 처리구에서 유의적으로 높았다(p<0.05). 육즙손실과 가열감량에서도 두 시험구 사이에 유의적인 차

이는 없었으나(p>0.05), 대조구에 비해 생균제 처리구에서 다소 낮은 경향이었는데, 이는 높은 보수력에서 기인한 것으로 사료되었다. 전 단력에서도 유의적인 차이는 없었으나(p>0.05), 생균제 처리구가 대조구보다 낮은 수치를 나타내어 고기의 연도가 우수한 경향을 보였다.

등심육의 육색에서는 L값(명도)와 b값(황색도)에서 두 시험구 사이에 유의성은 없었으나, a값(적색도)의 경우 암퇘지가 대조구 및 처리구에서 각각 7.0과 8.5를, 거세돼지는 대조구 7.2, 처리구 8.8로 대조구에 비해 생균제 처리구에서 유의적으로 높은 수치를 나타내어 대조구보다 진한 적색으로 우수한 육색을 나타냈다 (p<0.05).

Table 8. Effects of dietary probiotics on meat quality of pork

| Items | Gilt | | Barrow | | |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Control | Treatment | Control | Treatment | |
| Meat quality | pH | 5.59±0.22 | 5.60±0.08 | 5.52±0.07 | 5.59±0.09 |
| | Water holding capacity (%) | 50.8 ±0.8 ^b | 52.4 ±0.2 ^a | 51.9 ±2.2 | 53.8 ±1.6 |
| | Drip loss (%) | 5.3 ±0.9 | 5.1 ±0.4 | 6.4 ±0.5 ^a | 5.6 ±0.3 ^b |
| | Cooking loss (%) | 30.8 ±2.8 | 29.1 ±2.1 | 29.9 ±2.6 | 29.1 ±2.5 |
| | Shear force (kg) | 1.5 ±0.3 | 1.3 ±0.2 | 1.6 ±0.3 | 1.3 ±0.2 |
| Meat color | L | 59.7 ±4.3 | 58.1 ±3.1 | 60.2 ±4.0 | 58.2 ±4.1 |
| | a | 7.0 ±0.4 ^b | 8.5 ±0.5 ^a | 7.2 ±0.5 ^b | 8.8 ±0.9 ^a |
| | b | 8.2 ±0.9 | 8.6 ±1.2 | 7.6 ±1.1 | 8.5 ±0.7 |
| Collagen (g/100g) | 0.045±0.008 | 0.047±0.006 | 0.048±0.006 | 0.045±0.005 | |
| Cholesterol (mg/100g) | 916.6±280.3 | 617.2±137.7 | 874.9±291.5 | 660.4±214.3 | |

^{a, b} Means with different superscripts in the same row significantly differ (p<0.05).

등심육의 콜라겐함량은 동일한 수준인데, 이는 동일한 출하일령에서 기인한 것으로 사료되며, 콜레스테롤 함량에서는 유의적인 차이는 없었으나 ($p>0.05$), 암퇘지의 경우는 대조구 및 처리구가 각각 916, 617 mg/100 g, 거세돼지는 각각 대조구 874.9 mg/100 g과 처리구 660.4 mg/100 g으로 대조구에 비해 생균제 처리구가 낮은 수치를 나타내어 바람직한 경향이였다.

5. 생균제 급여가 비육돈의 지방산 조성에 미치는 영향

암퇘지와 거세돼지의 지방산 조성을 조사한 결과는 Table 9에서 보는 바와 같다.

암퇘지에 있어서 등심육의 포화지방산 중 주된 지방산은 C16:0 (palmitic acid)와 C18:0 (stearic acid)이었으며, 두 시험구 사이에 C16:0의 함량에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 ($p>0.05$), C18:0의 함량에서는 대조구보다 생균제 처리구에서 유의적으로 낮았다 ($p<0.05$). 등심육의 불포화지방산 중 주된 지방산은 C18:1

(oleic acid), C18:2 (linoleic acid), C16:1 (hexadecenoic acid)이었으며, C18:1의 경우 대조구보다 생균제 처리구에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었으나 ($p<0.05$), C18:2와 C16:1의 함량에서는 두 시험구 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($p>0.05$).

거세돼지에 있어서 지방산 조성은 암퇘지의 지방산 조성 결과와 유사한 경향이였으며, 두 시험구 사이에 모든 항목에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($p>0.05$). 등심육의 포화지방산 중 주된 지방산은 C16:0 (palmitic acid)와 C18:0 (stearic acid)이었으며, 두 시험구 사이에 유의적인 차이는 없었으나 ($p>0.05$) C16:0과 C18:0의 함량에서 대조구보다 생균제 처리구에서 다소 낮은 경향이였다. 등심육의 불포화지방산 중 주된 지방산은 C18:1 (oleic acid), C18:2 (linoleic acid), C16:1 (hexadecenoic acid)이었으며, 두 시험구 사이에 유의적인 차이는 없었으나 ($p>0.05$), C18:1과 C18:2의 함량에서 대조구보다 생균제 처리구에서 다소 높은 경향을 나타냈다.

Table 9. Effects of dietary probiotics on fatty acid composition of pork

| Items | Gilt | | Barrow | |
|-------|-------------------------|-------------------------|------------|------------|
| | Control | Treatment | Control | Treatment |
| C12:0 | 1.22±0.37 | 0.92±0.24 | 1.27±0.31 | 1.12±0.44 |
| C14:0 | 2.07±0.28 | 1.95±0.13 | 2.05±0.18 | 2.02±0.28 |
| C14:1 | 1.02±0.37 | 0.89±0.25 | 1.08±0.38 | 0.89±0.40 |
| C15:0 | 0.70±0.22 | 0.51±0.16 | 0.83±0.25 | 0.62±0.22 |
| C16:0 | 21.87±0.62 | 21.24±0.82 | 21.85±0.90 | 21.35±1.07 |
| C16:1 | 2.53±1.03 | 2.39±0.58 | 2.81±0.76 | 2.81±0.76 |
| C17:0 | 0.28±0.06 | 0.24±0.04 | 0.30±0.12 | 0.25±0.05 |
| C17:1 | 0.23±0.06 | 0.22±0.05 | 0.22±0.06 | 0.19±0.03 |
| C18:0 | 14.30±1.55 ^a | 13.06±0.96 ^b | 14.25±1.34 | 13.69±1.10 |
| C18:1 | 35.78±2.31 ^b | 38.54±1.27 ^a | 35.16±3.71 | 36.56±4.68 |
| C18:2 | 19.11±2.95 | 19.18±2.81 | 19.18±2.52 | 19.58±4.04 |
| C18:3 | 0.60±0.14 | 0.67±0.27 | 0.55±0.07 | 0.64±0.11 |
| C20:0 | 0.19±0.13 | 0.22±0.10 | 0.23±0.09 | 0.22±0.11 |

^{a, b} Means with different superscripts in the same row significantly differ ($p<0.05$)

암태지와 거세돼지 모두에서 대조구와 비교하여 생균제 첨가구는 포화지방산에서는 C18:0 (steric acid) 함량이 낮았으며, 반면에 불포화지방산에서는 필수 지방산인 C18:1 (oleic acid)와 C18:2 (linoleic acid)의 함량이 높아 우수한 지방산 조성을 나타냈다.

IV. 요약

항산화물질인 astaxanthin을 함유한 생균제를 첨가하여 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 암수동수의 10주령의 돼지를 대조구 (200두)와 처리구 (200두)로 나누어 총 2400두 90일간 사양시험을 실시하였다. 육성률에 있어서 대조구 98.98%, 생균제 처리구 99.85%로 생균제 처리구가 높은 경향을 보였으며, 처리구에서는 일당증체량이 평균 0.91 kg으로 대조구 0.84 kg 보다 높게 나타났으며 ($p<0.05$), 사료효율도 처리구 2.72, 그리고 대조구 2.89로서 생균제 처리구가 높게 나타났다 ($p<0.05$). 대조구와 비교하여 생균제 첨가구는 암태지와 거세돼지 모두에서 도체중이 다소 무겁고, 등심단면적은 넓은 경향을 나타내었다. 또한 도체장은 다소 길게 나타났으나, 반면에 등지방두께는 얇은 경향이였다. 이러한 도체특성은 생균제 첨가구의 도체등급을 향상시켜 A 등급 출현율이 높아져 경제적으로 유리한 것으로 사료되었다. 냉도체 등급판정에서도 생균제 첨가구는 암태지와 거세돼지 모두에서 대조구에 비해 1⁺와 1등급 출현율이 높아져 냉도체 등급판정결과를 개선시켰으며, 물돼지 (PSE육) 판정율도 대조구는 물돼지 발생율이 20~28%인데 비해 생균제 처리구는 10% 내외로 낮았다. 암태지와 거세돼지 모두에서 대조구에 비해 생균제 처리구가 등심육의 수분은 낮고 지방은 다소 높았으며, 높은 보수력으로 인해 육즙손실과 가열감량이 낮았고, 전단력이 낮아 고기의 연도가 개선된 경향을 나타내었다. 육색측정에서도 진한 적색을 나타내어 생균제 처리구가 우수한 외관을 나타냈으며, 등심육의 콜레스테롤 수치가 낮아 바람직한 경향을 나타내었다. 지방산함량에서는 대조구와 비교하여 생균

제 첨가구는 암태지와 거세돼지 모두에서 포화지방산에서는 C18:0 (steric acid) 함량이 낮았으며, 반면에 불포화지방산에서는 필수지방산인 C18:1 (oleic acid)와 C18:2 (linoleic acid)의 함량이 높아 우수한 지방산 조성을 나타냈다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 돼지에 대한 *Phaffia rhodozyma* 균주가 함유된 복합생균제의 처리는 도체 등급의 향상과 육질 특성, 지방산 조성 등에 있어서 효과가 인정되어 양돈 생산성 향상에 기여할 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

1. 공창수, 주원석, 강동용, 임종선, 윤민성, 김유용. 2004. 규산염 광물질로 정수된 급이수 및 사료내 규산염광물질 첨가제의 급여가 돼지의 성장능력 및 돈육의 품질에 미치는 영향. 동물자원지. 46 (5):743-752.
2. 권오석, 김인호, 홍종욱, 이상환, 정연권, 민병준, 이원백, 손경승. 2003. 이유자돈, 육성돈 및 비육돈에 있어 게르마늄흑운모의 급여 효과. 동물자원지. 45(3):355-368.
3. 김경수, 이준훈, 신명수, 조미선, 김영필, 조성구, 강연중. 2005. Astaxanthin을 생성하는 *Phaffia rhodozyma*를 포함한 미생물체제의 급여가 오리 의 성장과 육질에 미치는 영향. 가금학회지. 32(2):73-80.
4. 김경수, 지규만, 이상진, 조성구, 김상수, 이용. 1991. *Streptococcus faecium*의 급여가 육계의 성장과 장내세균총 변화에 미치는 영향. 가금학회지. 18(2):97-119.
5. 김종원, 김종덕, 성기승, 강석남. 2003. 키토산 발효사료의 첨가가 비육돈의 도체특성 및 육질에 미치는 영향. 동물자원지. 45(3):463-472.
6. 박홍석, 엄태봉, 유경선. 1999. 가금 및 양돈용 Multi-probiotics의 개발. 농림부.
7. 유영모, 안종남, 조수현, 박범영, 이종문, 김용곤, 박형기. 2002. 인삼 부산물 급여 돼지의 도체 및 육질 특성. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 22 (4):337-342.
8. 이정일, 최진성, 박종대, 박준철, 김영화, 문홍길, 주선태, 박구부. 2001. Conjugated Linoleic Acid

- (CLA) 급여가 돈육 품질에 미치는 효과. 동물자원지. 43(5):735-746.
9. 이정일, 하영주, 박석준, 이중동, 김두환, 강근호, 허선진, 박구부. 2003. Conjugated Linoleic Acid (CLA) 급여수준과 급여기간이 돈육의 조직감과 지방산 조성에 미치는 영향. 동물자원지. 45(6):1047-1060.
 10. 이체룡, 허선진, 강근호, 주선태, 박구부. 2001. 키토산 급여가 돈육의 pH, 전단력, 수분함량 및 육색에 미치는 영향. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 21(3):200-207.
 11. 조성구, 김경수, 이석천. 2005. 생봉독 처리가 돼지의 생산성에 미치는 효과. 동물자원지. 47(2): 293-304.
 12. 추교문, 안병홍. 2004. 비타민 C 및 비타민 E 급여가 한우 거세우의 도체등급과 지방산 조성에 미치는 영향. 동물자원지. 46(3):387-396.
 13. 홍종욱, 김인호, 강종욱, 홍의철, 이상환, 권오석, 한영중. 2001. 사료내 비타민 E의 추가급여가 돈육질에 미치는 영향. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 21(4):344-348.
 14. AOAC 1990. Official methods of analysis. 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
 15. Buckley, D. J., Morrissey, P. A. and Gray, J. I. 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. J. Anim. Sci. 71:3122-3130.
 16. Burton, G. A. 1988. Antioxidant action of carotenoids. Amer. Inst. Nutr. 13:109-111.
 17. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226:497-509.
 18. Jyonouchi, H., Zhang, C. and Tomita, Y. 1993. Studies of immunomodulating actions of carotenoids. II. Astaxanthin enhances *in vitro* antibody production to T-dependent antigens without facilitating polyclonal B-cell activation. Nutr. Cancer, 19:269-278.
 19. Kondo, N. and Wagai, B. 1968. Experimental use of clinoptilolite-tuff as dietary supplements for pig. Yonokai, May. 1-4.
 20. Lawolor, S. M. and O'Brein, M. N. 1995. Astaxanthin: Antioxidant effects in chicken embryo fibroblasts. Nutr. Res. 15:695-704.
 21. Lepage, G. and Roy, C. C. 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. J. Lipid Res. 27:114-120.
 22. Mik, W. 1991. Biological functions and activities of animal carotenoids. Pure Appl. Chem. 63: 141-146.
 23. Mikj, W. 1991. Biological functions and activities of animal carotenoids. Pure Appl. Cem. 63:141-146.
 24. Sale, F. O., marchesini, s., Fishman, P. H. and Berra, B. 1984. A sensitive enzymatic assay for determination of cholesterol in lipid extracts. Anal. Biochem. 142:347-35.
 25. SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, USA.
 26. Steel, R. G. and Torrie, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics. Mcgraw-Hillbokk. N. Y.
 27. Tanaka, C., Morishita, Y., Suzu, M., Kojima, T., Okwura, A. and Mori, H. 1994. Chemoprevention of mouse urinary bladder carcinogenesis by the naturally occurring carotenoid astaxanthin. Carcinogenesis. 15:15-19.
- (접수일자 : 2007. 10. 18. / 수정일자 : 2008. 8. 19. / 채택일자 : 2008. 10. 15.)