

최 중  
연구보고서

녹차와 녹차부산물을 이용한 브랜드용  
양돈사료 개발

Development of Brand Feed Using Green Tea and  
Green Tea By-product for Pigs

연구기관

순천대학교

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “녹차와 녹차부산물을 이용한 브랜드용 양돈사료 개발” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2007년 05월 24일

주관연구기관명 : 순천대학교  
총괄연구책임자 : 양 철 주  
세부연구책임자 : 배 인 휴  
세부연구책임자 : 이 성 태  
연 구 원 : 고 석 영  
연 구 원 : 임 국 주  
연 구 원 : Uganbayar  
연 구 원 : 오 중 일  
연 구 원 : 김 귀 만  
연 구 원 : 최 희 영  
연 구 원 : 이 재 성

# 요 약 문

## I. 제 목

녹차와 녹차부산물을 이용한 브랜드용 양돈사료 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 경제 성장에 따른 소득 수준의 향상으로 고급 식품인 축산물의 수요가 극적으로 증가하여 왔으며, 이에 부응하여 양적 생산이 이루어져 왔다. 그러나 최근 국민의 육류 소비 형태는 질적인 면을 중요시하는 고품질의 기능성 식품에 대한 인식이 고조되고 있다.

항생물질은 지난 40여년 동안 동물 사료의 첨가제로서 널리 이용되어져 왔으며, 단순히 질병의 치료 목적 이외에도 성장촉진제로서 널리 사용되어 왔다. 그러나 항생물질에 대한 내성균의 출현과 축산물내에 항생물질의 잔류 등의 문제 때문에 이를 규제하는 방안이 정책적으로 시행되고 있다. 최근에는 항생제 대체 물질로서 기능성 약용식물과 생균제를 이용한 비항생제적 방법들에 대해 연구가 진행되고 있다. 기능성 약용식물을 예를 들면, 녹차, 인진쑥, 오가피와 마늘 등이 있으며, 돼지에 대한 약용식물의 급여 효과는 증체량과 사료효율 향상, 장내 환경의 개선과 혈청내 콜레스테롤의 수치를 낮추는 등의 급여효과가 보고되었다.

본 연구에서 이용되는 녹차는 중국과 한국, 일본 등에서 기원전 2,700년경부터 기호차로서 음용되어 왔을 뿐만 아니라 최근에는 녹차에 함유된 여러 성분들의 약리적인 메카니즘 등이 점차 밝혀짐에 따라 그 가치가 재인식되고 있다. 특히 녹차에 있어서 주요성분의 하나인 폴리페놀류 (EC, EgC, ECg, EgCg)의 항종양, 항산화, 생체내 활성산소에 의한 산화방지, 혈당저하, 고혈압 감소, 혈액 콜레스테롤 저하 및 식품의 부패예방 등 건강상 다양한 기능성 작용을 하는 것으로 알려져 있으며, 항생물질의 대안으로서 잠재적인 장점을 가지고 있다. 또한 녹차부산물은 녹차음료를 생산하고 남은 부산물로 값이 저렴하고 효용성이 인정되어 부산물 차원에서 기능성 사료

첨가제로 활용 가능성 대단히 높다.

따라서 본 연구는 동물의 면역성과 기능성이 강화된 사료개발을 목적으로 녹차와 녹차부산물 및 유용미생물을 활용한 양돈용 사료개발과 이를 이용한 고품질의 브랜드 돈육을 개발하는 것이 본 연구의 목적이다.

### III. 연구개발 내용 및 범위

1. 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
2. 녹차의 첨가수준이 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
3. 녹차부산물과 발효녹차 첨가제의 첨가시기에 따른 육성, 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
4. 녹차와 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 개발
5. 발효녹차 첨가제의 첨가수준이 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
6. 발효녹차 첨가제, 녹차부산물의 첨가가 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
7. 녹차, 녹차부산물 및 발효녹차 첨가제를 급여한 돼지의 면역기능 효과 검증

### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

#### 1. 연구 개발 결과

##### 제1세부과제: 녹차와 녹차부산물을 이용한 기능성 사료 개발

##### 가. 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

- 1) 전 시험기간 동안의 증체량은 항생제구가 38.90 kg으로 가장 높고 녹차부산물 2% 처리구가 34.00 kg으로 가장 낮은 결과를 보여 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 사료효율은 녹차부산물 2.0% 처리구가 4.67로 가장 높고 대조구가 3.64로 가장 낮아 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ).

- 2) 돈육의 조단백질은 항생제구가 23.50%로 높았고 녹차부산물 1.0% 처리구가 22.38%로 낮게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 조지방은 녹차부산물 0.5% 처리구가 4.53%로 가장 높고 대조구가 2.10%로 가장 낮게 나타났다 ( $P<0.05$ ).
- 3) 돈육의 백색도 (L)는 녹차부산물 1% 처리구에서 54.55로 가장 높게 나타났으며, 대조구가 51.54로 가장 낮게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 처리구별 적색도 (a)는 항생제구가 9.98로 높게 나타났으며, 녹차부산물 2.0% 처리구가 9.30으로 낮게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 산패도는 대조구에서 9.02  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 녹차부산물 2.0% 처리구에서 7.80  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 나타났다 ( $P<0.05$ ).
- 4) 혈액내 백혈구는 녹차부산물 2.0% 처리구에서 20.87  $10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구에서 17.90  $10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 낮아 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 적혈구 (RBC)는 녹차부산물 2.0% 처리구가 7.52  $10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 높았으며, 대조구가 6.75  $10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 낮아 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ).
- 5) 등심의 전단력은 녹차부산물 0.5% 처리구가 3.38  $\text{kg}/0.5\text{inch}^2$ 로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구가 2.97  $\text{kg}/0.5\text{inch}^2$ 으로 낮은 결과를 보였다 ( $P<0.05$ ). 가열감량은 항생제구가 34.25%로 가장 높았으며, 녹차부산물 2.0% 처리구가 30.74%로 가장 낮았다 ( $P<0.05$ ).
- 6) 돈육의 철분 (Fe)함량은 녹차부산물 2.0% 처리구가 198.21  $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구가 152.43  $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 낮게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 지방산의 경우 C14:0 (myristic acid) 지방산은 대조구가 1.93으로 가장 높았으며, 녹차부산물 2% 처리구가 0.65로 가장 낮게 나타났다 ( $P<0.05$ ). C18:3  $\omega$ 3 (linolenic acid) 지방산은 녹차부산물 0.5% 처리구가 0.69로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구가 0.24로 가장 낮아 나타났다 ( $P<0.05$ ). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 대조구가 50.81  $\text{mg}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 첨가구가 68.74  $\text{mg}/100\text{g}$ 으로 가장 높게 나타났다 ( $P>0.05$ ).

8) 관능검사의 경우 다즙성 (juiceness)은 녹차부산물 1.0% 처리구가 4.35로 가장 높았으며, 대조구가 3.73으로 낮게 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 연도(tenderness)는 녹차부산물 2.0% 처리구가 4.78으로 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 3.70으로 낮게 나타나 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ).

#### 나. 녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

1) 전 시험기간 동안의 증체량은 항생제가 42.28 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 39.00 kg으로 가장 낮아 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 사료요구율은 항생제구가 3.60 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 3.46으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다. ( $P>0.05$ ).

2) 도체중은 녹차 0.5% 처리구가 85.17 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 82.06 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다. ( $P>0.05$ ). 등지방 두께는 대조구가 25.33 mm으로 가장 두꺼웠으며, 녹차 2.0% 처리구가 21.22 mm으로 가장 얇게 나타나 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ).

3) 등심육의 조단백질 함량은 녹차 1.0% 처리구가 24.02%으로 가장 높았으며, 대조구가 22.01%으로 가장 낮아 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 조지방은 대조구가 2.06%으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 1.25%으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다. ( $P>0.05$ ).

4) 돈육의 백색도 (L)는 대조구가 53.44으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 48.97으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 적색도 (a)은 항생제구가 8.80으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 7.39으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 산패도는 저장기간 1주째의 경우 항생제가 2.12  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 1.75  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮아 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 저장기간 3주째의 경우는 항생제구가 4.12  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 3.51  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장

낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

- 5) 혈액내 총 콜레스테롤 함량은 항생제구가 103.33 mg/dl로 가장 높았으며, 대조구가 99.67 mg/dl로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다( $P>0.05$ ). HDL cholesterol은 녹차 0.5%와 2.0% 처리구에서 45.00 mg/dl로 가장 높았으며, 대조구가 36.33 mg/dl로 가장 낮아 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). LDL cholesterol은 대조구에서 58.33 mg/dl로 가장 높았으며, 항생제구가 47.17 mg/dl로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 6) 등심의 전단력은 녹차 1.0% 처리구가 5.02 kg/0.5inch<sup>2</sup>로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 2.94 kg/0.5inch<sup>2</sup>로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 가열감량은 녹차 1.0% 처리구가 34.64%으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 31.64%로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 7) 돈육의 철분 (Fe)함량은 녹차 1.0% 처리구가 100.74  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며, 대조구가 75.88  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 C16:0 지방산은 대조구가 25.52로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 22.49로 가장 낮아 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). C18:2n6 지방산은 녹차 2.0% 처리구가 14.17로 가장 높게 나타났으며, 항생제 첨가구가 12.26으로 가장 낮게 나타나 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). C18:3n6 지방산은 녹차 2.0% 처리구가 14.17로 가장 높았으며, 대조구가 0.30으로 가장 낮아 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 녹차 0.5% 처리구가 80.87 mg/100g으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 75.72 mg/100g으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ).
- 8) 관능검사의 경우 다즙성은 녹차 2.0% 처리구가 4.13으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 3.53으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 연도는 녹차 2.0% 처리구가 4.93으로 가장 높았으며, 항생제구가 4.10으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ).

**다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명**

- 1) 전 시험기간동안의 증체량은 발효녹차 0.5% 처리구에서 53.71 kg으로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 49.11 kg으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 사료요구율은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 3.40으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 3.15로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).
- 2) 도체중은 항생제구가 79.67 kg으로 가장 높고 대조구가 77.54 kg으로 가장 낮게 나타났다 ( $P > 0.05$ ). 등지방 두께는 녹차부산물과 항생제구가 각각 21.61과 21.12 mm로 가장 두껍게 조사되었으며, 대조구가 18.94 mm로 가장 얇게 조사되었으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).
- 3) 돈육의 조단백질 함량은 발효녹차 0.5% 처리구에서 26.02%으로 가장 높고 항생제구에서 22.28%로 가장 낮게 분석되어 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 조지방은 대조구와 항생제구에서 각각 1.9와 1.73%로 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구와 발효녹차 0.5% 처리구에서 각각 1.46과 1.5%로 낮게 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).
- 4) 돈육의 백색도 (L)는 녹차부산물 0.5% 처리구에서 45.07로 가장 높았고 항생제구에서 42.40으로 가장 낮게 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 적색도 (a)은 대조구에서 6.16으로 가장 높았고 항생제구에서 5.03으로 가장 낮게 나타났다 ( $P > 0.05$ ). 돈육의 산패도는 대조구가 8.58  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 7.13  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되었다. ( $P > 0.05$ ).
- 5) 혈액내 총 콜레스테롤은 항생제구가 89.17 mg/100g으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구가 72.07 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P > 0.05$ ). HDL cholesterol 함량은 항생제구와 발효녹차 0.5% 처리구가 각 38.63와 38.80 mg/100g로 가장 높고 대조구가 36.13 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P > 0.05$ ). LDL cholesterol 함량은 항생제구가 45.13 mg/100g으로 가장 높고



녹차부산물 0.5% 처리구가 38.80 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 (P>0.05).

6) 등심육의 전단력은 발효녹차 0.5% 처리구가 3.11 kg/0.5 inch으로 가장 높고 대조구, 향생제구와 녹차부산물 0.5% 처리구에서 각각 3.03, 3.00 및 3.068 kg/0.5 inch로 분석되어 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 (P<0.05). 가열감량 (Heating loss)의 경우에 발효녹차 0.5% 처리구에서 33.78%로 가장 높고 대조구에서 32.56%로 가장 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05).

7) 돈육의 철분 (Fe) 함량은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 0.96 mg/100g으로 가장 높고 향생제구에서 0.73 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 (P>0.05). 돈육의 지방산 함량의 경우 C16:0 (palmitic acid) 지방산은 향생제구가 26.40으로 가장 높게 분석되었으며, 대조구에서 23.96으로 가장 낮게 분석되어 처리구간 통계적 유의성을 보였다 (P<0.05). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 대조구 64.11 mg/100g로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 58.17 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 (P>0.05).

8) 관능검사 결과 다즙성 (juiciness)은 향생제구가 4.97로 가장 높았고 대조구가 4.07로 가장 낮아 처리구간 통계적인 유의성을 보였다 (P<0.05). 연도 (tenderness)는 향생제구가 4.73으로 가장 높게 나타났고 대조구가 4.23으로 가장 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05).

## 제2세부과제: 녹차 및 유용 미생물을 이용한 면역강화 사료 개발

### 가. 녹차와 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 제조

- 1) 인공위액 (pH 4)에 대한 유산균의 생존율은 50~66% 수준으로 높은 내산성을 나타내었다. *L. acidophilus* 균주 중 KCTC 3111와 KCTC 3146이 각각 66.9와 61.9%의 생존율로 위산에 매우 강한 균주로 평가되었다. 담즙산 (0.3%, bile acid)에 대한 유산균의 생존율은 26~44% 수준 이었으며, 낮은 pH의 조건에서 높은 생존율을 보였던 균주들은 담즙산에는 약한 경향을 보였다.
- 2) 인공위액 (pH 4)에 대한 *Bacillus* 속의 인공위액에 대한 생존율은 13~42% 수준이었으며, *Saccharomyces* 속의 경우 14~38%의 수준을 나타내었다. *Bacillus subtilis* KCTC 3239 균주가 42.4%의 생존율로 가장 높게 나타났으며, *Bacillus coagulans*의 경우 KCTC 1015 균주가 42.98%로 산에 강한 균주로 평가되었다. *Saccharomyces cerevisiae*의 경우에 KCTC 7915와 KCTC 7928 균주가 각각 38.18와 37.69%로 인공위액에 대한 생존율이 높게 나타났다. 담즙산 (0.3%, bile acid)에 대한 *Bacillus* 속의 균주는 생존율이 20~34% 수준이었으며, *Saccharomyces* 속의 경우 28~34%의 수준을 나타내었다.
- 3) 내산성과 내담즙성 실험에서 선발된 균주 10종은 열에 대한 생존율이 35~54% 수준이었으며, *L. acidophilus* 균주의 경우 KCTC 3111의 균주가 51.41%로 열에 견디는 능력이 가장 우수하였다. *Bacillus coagulans* KCTC 1015 균주의 경우에 50.94%의 생존율을 보였으며, *Saccharomyces cerevisiae*의 경우 KCTC 7915와 KCTC 7928 균주가 각각 50과 54.31%의 생존율로 나타났다.
- 4) 녹차 추출액에 대한 저항성은 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3111 균주, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3104 균주와 *Bacillus subtilis* KCTC 3239 균주, *Bacillus coagulans* KCTC 1015 균주, *Saccharomyces cerevisiae* KCTC 7915 균주 등 5종의 균주가 녹차추출액에 대하여 저항성이 있는 것으로 평가되었다. 또한 녹차추출액의 첨가수준이 10, 20 및 30%수준은 모든 선발균주가

녹차추출액에 대한 저항성이 우수하였으나 녹차추출액 40와 50% 첨가수준에서는 녹차추출액에 대해 감수성을 보였다.

- 5) 발효녹차 첨가제에 함유된 생균은 *Lactobacillus acidophilus* 균주가  $3.2 \times 10^8$  cfu/g이며, *Lactobacillus plantarum* 균주  $2.2 \times 10^8$  cfu/g, *Bacillus* 속 균주가  $4.5 \times 10^9$  cfu/g 및 *Saccharomyces cerevisiae* 균주가  $5.2 \times 10^8$  cfu/g를 함유한 것으로 분석되었다. 발효녹차 첨가제의 저장기간에 따른 *Lactobacillus* 속의 변화는 전 저장기간 동안  $10^8$  cfu/g수준으로 안정하게 유지되는 반면, 탈지강에 흡착시킨 경우의 *Lactobacillus* 속의 균주는 저장기간 4주째부터 감소되기 시작하여 8주째에는  $10^6$  cfu/g수준으로 감소되는 것을 볼 수 있었다.
- 6) 발효녹차 첨가제와 *E. coli* KCTC 2618 균주와 혼합배양에서 4시간까지는 대장균의 수가 증가하다가 6시간이후부터 급속히 감소되어 배양 10시간 경과 후에는 대장균의 생존율이 99%이상 억제되는 것으로 나타났다. 발효녹차 첨가제와 *E. coli* S93 F5과 혼합배양 결과 배양 9시간부터 *E. coli* S93 F5의 수가 감소되기 시작하였고 배양 12시간에는  $9 \times 10^7$  cfu/mL수준과 배양 18시간에는  $9 \times 10^5$  cfu/mL로 균수가 감소되었다. 발효녹차 첨가제와 4종의 병원성 대장균과의 혼합배양에 의한 억제실험 결과 4종의 병원성 대장균에 대한 억제효과 실험에서 공통적으로 배양시간 9시간 이후부터 대장균의 증식억제하는 효과를 나타내었다.

#### 나. 발효녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

- 1) 전 사양시험 기간 동안의 증체량은 항생제가 42.28 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 39.39 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 사료 요구율은 항생제 첨가구가 3.60 으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 3.42으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).
- 2) 도체중은 발효녹차 0.5% 처리구가 84.72 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 82.11 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 등지방 두께

는 발효녹차 0.1% 처리구가 24.22 mm으로 가장 두꺼웠으며, 항생제 첨가구가 22.44 mm으로 가장 얇았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

3) 돈육의 조단백질 함량은 발효녹차 1.0% 처리구가 22.58%으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.1% 처리구가 19.71%으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 조지방은 항생제구가 2.87%으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 1.75%으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

4) 돈육의 백색도 (L)은 발효녹차 0.5% 처리구가 55.56으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 49.03으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 적색도 (a)은 발효녹차 0.5% 처리구가 10.18으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 8.72으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 산패도는 저장기간 3주째의 경우에 대조구가 4.46  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 3.94  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ).

5) 혈액내 총 콜레스테롤은 발효녹차 0.5% 처리구가 114.67으로 가장 높았으며, 대조구가 99.67으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). HDL cholesterol은 발효녹차 0.5% 처리구가 47.00으로 가장 높았으며, 대조구가 36.33으로 가장 낮아 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). LDL cholesterol은 발효녹차 0.1% 처리구가 60.67으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 47.17으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성이 없었다 ( $P>0.05$ ).

6) 등심육의 전단력 대조구가 3.40으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 2.70로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 철분 (Fe)함량은 발효녹차 0.1% 처리구가 85.57  $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 68.18  $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 지방산의 경우 C18:1 지방산은 항생제 첨가구가 47.50으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 43.50로 가장 낮아 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). C20:4 지방산은 발효녹차 0.5% 처리구가 0.30으로 높았으며, 대조구와 발효녹차 1.0% 처리구에서 0.13으로 낮아 통계적인 유의성을 보였다

( $P < 0.05$ ). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 발효녹차 0.5% 처리구가 81.83 mg/100g으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 78.02 mg/100g으로 가장 낮았다 ( $P > 0.05$ ).

- 8) 관능검사 결과 다즙성은 발효녹차 1.0% 처리구가 4.47으로 가장 높았으며, 대조구가 3.50으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 연도는 향생제 첨가구가 5.00으로 가장 높았으며, 대조구가 3.73으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의성이 보였다 ( $P < 0.05$ ).

#### 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

- 1) 전 시험기간 동안의 증체량은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 27.45 kg으로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 25.04 kg로 가장 낮게 나타났다 ( $P > 0.05$ ). 사료요구율은 대조구가 3.50으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 3.25로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).
- 2) 도체중은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 80.43 kg으로 가장 높고 대조구가 77.54 kg으로 가장 낮게 나타났다 ( $P > 0.05$ ). 등지방 두께는 향생제구와 녹차부산물 0.5% 처리구가 각각 21.12와 21.05 mm로 가장 두껍게 조사되었고 대조구가 18.94 mm로 가장 얇게 조사되었으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).
- 3) 돈육의 조단백질은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 24.62로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구에서 23.34로 가장 낮게 분석되었다 ( $P > 0.05$ ). 조지방은 대조구에서 1.58로 가장 높게 분석되었고 녹차부산물 0.5% 처리구에서 1.36으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적인 유의성은 없었다.
- 4) 돈육의 백색도 (L)은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 46.46으로 가장 높게 분석되

었으며, 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 43.13으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 적색도 (a)은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 6.02로 가장 높게 분석되었으며, 대조구에서 5.23으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

5) 돈육의 산패도는 대조구가 6.86  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 항생제구에서 5.94  $\mu\text{mol}/100$ 으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 발효녹차 첨가제 처리구와 녹차 부산물 처리구를 비교하면 발효녹차 첨가제 처리구에서 6.19  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 낮게 나타났으며 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

6) 혈액내 총 콜레스테롤은 항생제구가 89.17 mg/100g으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 83.13 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). HDL cholesterol 함량은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 39.10 mg/100g으로 가장 높고 대조구가 36.37 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). LDL cholesterol 함량은 항생제구가 41.13 mg/100g으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 38.17 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ).

7) 등심육의 전단력은 대조구, 항생제구와 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 각각 3.03, 3.05 및 3.03 kg/0.5 inch로 차이를 보이지 않았으나 녹차부산물 0.55 처리구에서 가장 낮은 2.98 kg/0.5 inch 로 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 철분 (Fe) 함량은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구와 녹차부산물 처리구가 각각 1.02와 1.01 mg/100g 정도로 대조구와 항생제구의 0.86 mg/100g보다 약간 높은 수준으로 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 C16:1 (palmitoleic acid) 지방산은 대조구가 3.43으로 가장 높게 분석되었으며, 녹차부산물 0.5% 처리구에서 3.0으로 가장 낮게 분석되어 처리구간 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 대조구 65.70 mg/100g으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 60.16 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ).

8) 관능검사의 경우 다즙성 (juiciness)은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 5.10과 항생제구 4.90으로 다른 처리구와 비교하여 높게 분석되었으나 처리구간 통

계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 연도 (tenderness)는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 5.03으로 가장 높고 대조구에서 4.30으로 가장 낮게 분석되어 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ).

### 제3세부과제: 면역기능 강화 효과 규명

#### 가. 녹차부산물의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과 규명

- 1) 비장의 무게는 녹차부산물 1.0 과 2.0% 처리구는 각각  $132.42\pm 5.42$  g과  $132.50\pm 9.38$  g으로 분석되어 통계학적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ( $P<0.05$ ). 보조 T세포와 세포독성 T세포의 비율은 대조구에 비해 녹차부산물을 공급한 처리구에서 약간 증가하거나 감소하였지만 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.
- 2) 비장세포의 증식은 Con A로 자극하지 않은 경우 대조구 ( $0.593\pm 0.03$ )에 비해 녹차부산물 2.0% 처리구가 ( $0.765\pm 0.02$ )은 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다. 그리고 0.1, 0.3 및 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구에 비해 모든 처리구의 비장세포 증식반응이 유의하게 증가하였다. LPS (lipopolysaccharide)로 자극하여 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  LPS로 자극하였을 경우에는 대조구와 비교하여 처리구는 비장세포 증식반응에 유의성이 없었다.
- 3) IL-6 분비량은 Con A 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 경우 대조구 ( $1.83\pm 1.11$ )에 비해 모든 처리구에서 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. LPS 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 경우에도 대조구 ( $53.67\pm 13.52$ )에 비해 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $P<0.05$ ).
- 4) TNF- $\alpha$  분비량은 Con A 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 경우 대조구 ( $25.20\pm 3.29$ )에 비해 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $P<0.05$ ). LPS 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 경우에도 대조구

( $0.33 \pm 0.21$ )에 비해 모든 처리구에서 역시 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $P < 0.05$ ).

#### 나. 녹차의 첨가에 따른 비장세포의 비장세포에 대한 면역기능 효과 규명

- 1) 비장무게는 대조구에 비해 항생제구는  $151.67 \pm 29.94$  g, 녹차 0.5% 처리구는  $140.00 \pm 23.02$  g으로 감소되었으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).
- 2) Con A로 자극하지 않은 경우 비장세포 증식반응은 대조구는  $0.76 \pm 0.07$  O.D. at 490 nm로 나타났으며, 항생제구는  $0.75 \pm 0.09$  O.D. at 490 nm, 녹차 0.5% 처리구는  $0.76 \pm 0.08$  O.D. at 490 nm 및 녹차 1.0% 첨가구  $0.73 \pm 0.10$  O.D. at 490 nm로 증가되었다. 녹차 2.0% 처리구는  $0.65 \pm 0.85$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다.  $0.3 \mu\text{g/ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구는  $0.84 \pm 0.12$  O.D. at 490 nm에 비해 녹차 1.0% 처리구는  $0.95 \pm 0.13$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의적으로 증가 하였다. 녹차 2.0% 처리구는  $0.70 \pm 0.04$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의적으로 감소하였다.  $1.0 \mu\text{g/ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구에 비해 녹차 0.5% 처리구와 녹차 1.0% 처리구는 비장세포 증식반응이 유의하게 증가하였다.
- 3) LPS로 자극하지 않은 경우 비장세포 증식반응은 대조구에 비해 항생제구, 녹차 0.5% 처리구 및 녹차 1.0% 처리구는 증식반응이 증가되지 않았으나 녹차 2.0% 처리구는 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다.
- 4) IL-6 분비량은 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우 대조구에 비해 항생제구, 녹차 0.5% 처리구 및 녹차 2.0% 처리구는 유의한 증가는 보이지 않았지만, 녹차 1.0% 처리구에서  $14.13 \pm 11.63$  pg/ml로 통계학적으로 유의하게 IL-6의 생산량이 증가하였다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS  $10.0 \mu\text{g/ml}$ 로 자극하였을 경우 대조구에 비해 모든 처리구에서 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A 1.0



$\mu\text{g/ml}$ 로 자극하였을 경우에도 대조구에 비해 녹차 2.0% 처리구는 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다.

- 5) TNF- $\alpha$  분비량은 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구에 비해 항생제구와 녹차 2.0% 처리구는 증가하는 보이지 않았지만 녹차 0.5% 처리구 녹차 1.0% 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 생산량이 증가하였다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS 10.0  $\mu\text{g/ml}$ 로 자극하였을 경우 대조구에 비해 녹차 2.0% 처리구를 제외한 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다.

#### 다. 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장면역 효과 규명

- 1) 비장 무게는 대조구의 비장 무게  $162.92 \pm 43.37$  g에 비해 각 첨가구의 비장 무게가 약간 감소하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제구가  $168.33 \pm 40.33$  g으로 증가하였다.
- 2) 비장세포 증식은 Con A로 자극하지 않은 경우에 대조구에 비해 항생제구, 발효녹차 0.1% 처리구 및 발효녹차 0.5% 처리구 유의한 증가를 보이지 않았지만 발효녹차 1.0% 처리구는  $0.69 \pm 0.14$  O.D. at 490 nm으로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다. 0.1  $\mu\text{g/ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구는  $0.90 \pm 0.07$  O.D. at 490 nm에 비해 유의한 증가는 나타나지 않았지만 발효녹차 1.0% 처리구는  $1.02 \pm 0.21$  O.D. at 490 nm으로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다.
- 3) LPS로 자극하지 않은 경우의 비장세포 증식은 대조구에 비해 항생제구, 발효녹차 0.1% 처리구 및 발효녹차 0.5% 처리구는 유의한 증가는 보이지 않았지만 발효녹차 1.0% 처리구는  $0.69 \pm 0.14$  O.D. at 490 nm으로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다. 그리고 1.0  $\mu\text{g/ml}$  LPS로 자극하였을 경우에는 대조구에 비해 발효녹차 0.5% 처리구는  $1.02 \pm 0.12$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다. 3.0  $\mu\text{g/ml}$ 와 10.0

$\mu\text{g}/\text{ml}$  LPS로 자극하였을 경우에는 대조구에 비해 발효농차 0.5%와 1.0% 처리구에서 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다.

- 4) IL-6 분비량은 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구에 비해 항생제구는 유의한 증가는 보이지 않았지만 발효농차 0.1% 처리구 발효농차 0.5% 처리구 및 발효농차 1.0% 처리구는 통계학적으로 유의하게 IL-6의 생산량이 증가하였다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 때, 대조구에 비해 발효농차 0.5% 처리구에서 IL-6의 분비량이 통계학적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.
- 5) TNF- $\alpha$  분비량은 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구에 비해 항생제구, 발효농차 1.0% 처리구에서는 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 생산량이 증가하였다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 때, 대조구에 비해 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다.

#### **라. 농차부산물과 발효농차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과 규명**

- 1) 대조구의 비장 무게는  $152.50 \pm 17.08$  g에 비해 각 처리구의 비장 무게는 약간 감소하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제구와 발효농차 0.5% 처리구는 각각  $125.00 \pm 17.32$  g 및  $137.50 \pm 26.30$  g으로 약간 감소하였지만, 농차부산물 0.5% 처리구는  $152.50 \pm 49.92$  g으로 대조구와 비슷한 것으로 나타났다 ( $P > 0.05$ ).
- 2) 비장세포 증식의 경우 대조구는 Con A 농도가 증가할수록 T세포의 증식이 증가하는 것으로 나타났다. 항생제구에서도 Con A 농도에 따라서 증식반응이 증가하는 것으로 나타났지만 대조구에 비해 큰 차이는 없었다. 그러나 발효농차 또는 농차 부산물을 첨가하였을 때는 대조구와 항생제 첨가구에 비해 Con A 농도에 따라 T세포의 증식반응이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.

- 3) IL-6 분비량은 LPS로 자극한 경우에 대조구에 비해 항생제구는  $18.64 \pm 1.57$ 으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 발효녹차 0.5% 처리구와 녹차부산물 0.5% 처리구는 각각  $102.00 \pm 1.67$  pg/ml 및  $58.67 \pm 5.00$  pg/ml으로 대조구와 항생제구에 비해 유의하게 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 발효녹차 0.5% 처리구에서 IL-6의 생산량이 크게 증가하는 것으로 나타났다.
- 4) TNF- $\alpha$  분비량의 경우 대조구에 비해 항생제구, 발효녹차 0.5% 처리구 및 녹차부산물 0.5% 처리구는 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 조금씩 증가하는 것으로 나타났다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A ( $1.0 \mu\text{g/ml}$ )로 자극하였을 때, 대조구는  $32.00 \pm 5.00$  pg/ml에 비해 항생제구는  $16.33 \pm 3.06$  pg/ml에서 약간 감소하였다. 발효녹차 0.5% 처리구와 녹차부산물 0.5% 처리구는 각각  $27.00 \pm 10.00$  pg/ml 및  $34.00 \pm 2.65$  pg/ml으로 나타나 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

**마. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과 규명**

- 1) 대조구의 비장 무게는  $142.50 \pm 17.08$  g에 비해 각 처리구의 비장 무게는 약간 증가하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제구, 발효녹차 0.5% 처리구 및 녹차부산물 0.5% 처리구는 모두 약간씩 증가하는 것으로 나타났지만 3 가지 처리구 사이에는 통계학적으로 유의성이 없었다.
- 2) 비장세포 증식은 대조구에서는 Con A 농도가 증가할수록 T세포의 증식이 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 항생제구에서도 Con A 농도에 따라서 증식반응이 증가하는 것으로 나타났으며 증가율은 대조구에 비해 큰 것으로 나타났다. 발효녹차 0.5% 처리구에서는 대조구와 항생제구에 비해 Con A 농도에 따라 T세포의 증식반응 정도가 더 크게 증가하는 것으로 나타났다.
- 3) IL-6 분비량은 LPS로 자극한 경우에 대조구에 비해 항생제구는  $72.00 \pm 1.67$

pg/ml으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 발효녹차 0.5% 처리구와 녹차 부산물 0.5% 처리구는 각각  $72.00 \pm 8.33$  pg/ml 와  $68.67 \pm 5.00$  pg/ml으로 대조구에 비해 유의하게 증가하는 것으로 나타났으며, 발효녹차 0.5% 처리구에서 IL-6의 생산량이 더 크게 증가하는 것으로 나타났다.

- 4) TNF- $\alpha$  분비량은 대조구, 발효녹차 0.5% 처리구 및 녹차부산물 0.5% 처리구에 비해 항생제구가  $32.00 \pm 5.00$  pg/ml으로 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 약간 증가하는 것으로 나타났다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A ( $1.0 \mu\text{g/ml}$ )로 자극하였을 때 대조구의  $57.00 \pm 10.00$  pg/ml에 비해 녹차부산물 0.5% 처리구는  $67.00 \pm 10.00$  pg/ml으로 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 또한 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS ( $10 \mu\text{g/ml}$ )로 자극하였을 경우에 대조구에 비해 항생제 첨가구는  $32.00 \pm 5.00$  pg/ml에서 유의하게 증가하였다.

## 2. 활용에 대한 건의

최근 국내 축산 농가들은 한미 FTA 체결에 따른 축산물의 효율적 생산에 대한 압박과 급격히 강력해지는 축산물의 질적 개선 요구에 직면하여 매우 어려운 실정이다. 모든 축산물에 대한 수입자유화가 이루어짐에 따라 수입물결은 더욱 거세지고 세계는 점점 단일 시장화 되고 있다. 이에 따라 축산물 생산에 있어 생산비의 절감과 함께 품질의 고급화로 값싼 수입산 육류와 차별화를 시키는 것이 시급하며, 수입산 육류와의 경쟁에서 살아남기 위해서는 값이 저렴하고 품질이 우수하며 위생적이며, 안전한 브랜드 육의 생산이 절실히 요구되고 있다. 또한, 항생제의 문제점이 대두되면서 이를 대체하고 동물의 생산성을 개선하는 사료 첨가제와 식품의 안정성에 대한 관심 또한 증가하고 있다. 이러한 상황에서 본 연구의 기능성 녹차를 이용한 브랜드 사료의 개발과 안전한 브랜드 축산물의 생산은 그 좋은 방안이 될 수 있을 것이다. 본 연구결과의 현장적용은 산업체의 기술이전과 보급뿐만 아니라 경쟁력 있는 지역 브랜드로서의 이미지 구축이 가능하도록 지속적인 관심이 있어야 할 것으로 판단된다. 또한 연관된 기초분야 및 다양한 천연자원에 대한 연구가 계속적으로 진행되어야 할 것이다.

# SUMMARY

## I . Title

Development of Brand Feed Using Green Tea and Green Tea By-product for Pigs

## II. The purpose of the research development

Due to the rise of income level as national economy grows recently, livestock has been concerned as a high-quality food and its demand has been increased drastically. To satisfy the demand, quantity-based production system should be performed. However, recent consumer style of meat especially emphasizes the quality part and the recognition of high-quality and functional food has been risen. It has been forty years since antibiotics was widely used as animal feed supplement not only to treat diseases, but also to improve growth performances. However, due to the outbreaks of serious diseases such as destruction of intestinal microflora, emergence of resistant bacteria and residues of antibiotics in livestock products, using antibiotics is regulated by policies. Recently, non-antibiotic methods to substitute antibiotics are being researched by using functional medicinal plants and probiotics. Another recently developed non-antibiotic method is using functional medicinal plants. Some examples of medicinal plants are green tea, artemisia, acanthopanax and others. The effect of feeding medicinal plants to pigs have shown positive results such as weight gain, increment of efficiency in feeds, improvement of intestinal condition, lowering the cholesterol level in blood serum and these have been proved scientifically.

Green tea (*Camellia sinensis*), as a material in this research and an anti-aging herb, has been used for centuries by Korean, Japanese and Chinese people.

Beside the human consumption, the low grade of green tea has been used as feed ingredients in animal feed for fish, broilers, calves and pigs, and the positive effects of green tea on animal performances were already discovered. Green tea has been a favorite tea since 2,700 B.C. to Korean, Japanese, and Chinese, and recently, gradual discoveries of medicinal mechanisms of constituents in it made its value recognized anew. Especially, one of the main ingredients of green tea, the polyphenols (EC, EgC, ECg, EgCg), is known as having a large variety of functions, such as anti-tumor, anti-oxidation, prevention of oxidization by active oxygen in the human bodies, decline of blood sugar, decline of high blood pressure, decline of cholesterol level in blood. Therefore, green tea has a potential merit as a substitute of antibiotic. The green tea by-product is a by-product after producing green tea beverage, and recognized as cheap and effective for its utility, so its utilizability as a feed supplement is highly expected.

Therefore, this study has its purpose on developing supplement that strengthening the immunity of animal and its functional part. To attain that, developing high-quality brand pork by making a supplement for pigs which applies green tea by-product and useful microbe and developing high-quality brand pork is the purpose.

### **III. The scope and contents of the research development**

1. Effects of dietary green tea by-product on growth performance and meat quality in finishing pigs
2. Effects of green tea on growth performance and meat quality in finishing pigs
3. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on growth performance and meat quality in finishing pigs
4. Development of green tea fermentation medium using green tea and useful

microbes

5. Effects of dietary green tea fermentation medium on growth performance and meat quality in finishing pigs
6. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on growth performance and meat quality in finishing pigs
7. Immune response of green tea and green tea by-product and green tea fermentation medium

## **IV. Results of the research development and a proposal for the usage**

### **1. Results of the research development**

This research was conducted to develop brand feed containing green tea and green tea by-product for pigs and to determine the optimum inclusion level of green tea and green tea by-product to pig diet and discover the possibility substitute of antibiotics by green tea and green tea by-product in pig diet.

#### **SUBJECT 1. Development of functional feed by utilizing green tea and green tea by-product**

##### **The 1st project : Effects of dietary green tea by-product on growth performance and meat quality in finishing pigs**

The main objective of this experiment was to determine the effects of green tea by-product in growth performance and meat quality in finishing pigs and discover a possibility of substitute antibiotics by green tea by-product in finishing pig diet. A total of 75 crossbreed "Landrace x Large White" finishing pigs with average  $77 \pm 0.4$  kg of body weight was assigned to 5 dietary treatments in a completely randomized design. Each treatment had 3 replications

with 5 pigs per replication. All animals were fed experimental diets for 6 weeks (42 days). The five dietary treatments were control, antibiotic (0.003% chlortetracycline added) and 0.5, 1.0 and 2.0% of green tea by-product. The growth performance, carcass characteristics and meat composition and the TBA value of meat, blood composition and the fecal bacteria content and the sensory evaluation of meat were investigated. The results of the experiment were summarized as follow: The final body weight and weight gain of finishing pigs tended to decrease with increasing level of green tea by-product particularly, 2.0% green tea by-product treatment had a significantly lower final body weight than that of the antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). The weight gain of pigs significantly decreased in 0.5 and 2.0% green tea by-product treatments ( $P < 0.05$ ). Although the feed intake of pigs was significantly increased in 2.0% green tea by-product treatment compared to that of control ( $P < 0.05$ ). The feed conversion ratio (FCR) was significantly higher in 2.0% green tea by-product treatment compared to that of the antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). The slaughter weight of pigs were significantly lower in 0.5% green tea by-product treatment than that of the antibiotics treatment ( $P < 0.05$ ). The carcass grade of meat was significantly improved in 0.5 and 2.0% green tea by-product treatment compared to that of the control ( $P < 0.05$ ). The crude fat content of meat was significantly decreased in 2.0% green tea by-product treatment compared to that of the 0.5% green tea by-product treatment ( $P < 0.05$ ). Meat color changes not differed among green tea by-product and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). Supplementation of 1.0 and 2.0% green tea by-product to pig diet significantly depressed the TBA value of meat compared to that of the control ( $P < 0.05$ ). The WBC content was significantly increased in 2.0% green tea by-product treatment compared to that of antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). Also, the RBC was increased in 2.0% green tea by-product treatment, but not differed from that of the antibiotic ( $P < 0.05$ ). The heating loss of meat significantly decreased in 2.0% green tea by-product treatment compared that of the antibiotic ( $P < 0.05$ ). The Fe content of meat not varied among green tea by-product and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). However, the Ca content was



significantly increased in 1.0 and 2.0% green tea by-product treatments compared to that of the control ( $P < 0.05$ ). The  $\gamma$ -linolenic (C18:3 $\omega$ 6) acid contents was significantly decreased in 1.0% green tea by-product treatment ( $P < 0.05$ ) while, the eicosenoic acid (C20:1 $\omega$ 9) was significantly increased in 1.0 and 2.0% green tea by-product treatment compared to that of the antibiotic ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in cholesterol content of meat from pigs fed diets containing 0.5 to 2.0% green tea by-product and antibiotic supplementation ( $P > 0.05$ ). The juiciness and flavor of meat not varied in green tea by-product and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ) however, the tenderness of meat tended to increase in 1.0 and 2.0% green tea by-product treatments compared to that of the 0.5% green tea by-product treatment ( $P > 0.05$ ).

### **The 2nd project : Effects of green tea on growth performance and meat quality in finishing pigs**

The objective of this experiment was to determinate the effects of green tea in growth performance and meat quality in finishing pigs and discover a possibility of substitute antibiotics by green tea in finishing pig diet. A total of 90 crossbred "Landrace x Large White" finishing pigs with average 70 kg of body weight was assigned to 5 dietary treatments in a completely randomized design. Each treatment had 3 replications with 6 pigs per replication. All animals were fed experimental diets for 6 weeks (42 days). The five dietary treatments were control, antibiotic (0.003% chlortetracycline added) and 0.5, 1.0 and 2.0% of green tea. The results obtained from this experiment were summarized as follow: The final body weight was significantly decreased in 2.0% green tea treatment compared to that of antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). However there were no significant differences in weight gain for different level of green tea and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). The feed intake and FCR of pigs also not differed among green tea and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). The back fat thickness was significantly decreased in 2.0% green tea treatment compared to that of the antibiotic ( $P > 0.05$ ). The mycoplasma content of gut was significantly decreased in

1.0% green tea treatment compared to that of control ( $P < 0.05$ ). The moisture of meat was significantly increased in 1.0% green tea treatment compared to the that of the antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). The crude protein content was higher in 1.0% green tea treatment compared to that of the control ( $P < 0.05$ ). The meat color changes not varied among green tea and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). The TBA value of meat was significantly lowered in 1.0 and 2.0% green tea treatments compared to that of antibiotic treatment after 3 weeks of the storage ( $P < 0.05$ ). The HDL cholesterol in blood was significantly increased in 2.0% green tea treatment, while the IgG content was significantly decreased in 1.0% green tea treatment compared to that of the control treatment ( $P < 0.05$ ). The shear value, heating loss, the mineral contents (Ca and Fe) of meat not differed among 0.5 to 2.0% green tea and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). The stearic acid (C18:0) content was significantly increased in green tea treatments compared to that of the control ( $P < 0.05$ ), but it was not differed from that of the antibiotic (12.85%). The linoleic acid content (18:2 $\omega$ 6) was significantly increased in 2.0% green tea treatment compared to that of the antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). The eicosapentaenoic acid (C20:5 $\omega$ 3) content was significantly decreased in 1.0% green tea treatment compared to that of the control ( $P < 0.05$ ). The total cholesterol content of meat was decreased with increasing level of green tea but without significant differences were observed among treatments ( $P > 0.05$ ). The fecal number of *E. coli* was slightly lowered in 0.5% green tea treatment compared to the rest green tea and antibiotic treatments but not significantly differed among treatments ( $P > 0.05$ ). There were not significant differences in sensory evaluation traits in terms of juiciness, tenderness and flavor of meat in 0.5, 1.0 and 2.0% green tea and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ).

**The 3rd project : Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on growth performance and meat quality in growing and finishing pigs**

The main objective of this experiment was to compare the effects of green tea

by-product (GTB) and green tea fermentation medium (GTF) on growth performance and meat quality in finishing pigs and discover a possibility of substitute antibiotics by green tea in finishing pig diet. A total of 72 crossbreed "Landrace x Large White" finishing pigs with average 51 kg of body weight was assigned to 4 dietary treatments in a completely randomized design. Each treatment had 3 replications with 6 pigs per replication. All animals were fed experimental diets for 8 weeks (56 days). The four dietary treatments were control, antibiotic (0.003% chlortetracycline added) and 0.5% of green tea by-product and 0.5% of green tea fermentation medium. The results obtained of this experiment were summarized as follow: The final body weight of pigs was tended to be higher in 0.5% GTF treatment but not differed from that of the control ( $P>0.05$ ). Although, the weight gain was significantly increased in 0.5% GTF treatment compared to that of the control ( $P<0.05$ ). There were no significant differences in feed intake and feed conversion ratio (FCR) among treatments ( $P>0.05$ ). The slaughter weight, back fat thickness and carcass grade of meat also not differed in GTB and GTF treatments both containing 0.5% inclusion levels ( $P>0.05$ ). The crude protein content of meat significantly increased in 0.5% treatment compared to that of antibiotic treatment ( $P<0.05$ ). However there were no significant differences in moisture, crude fat and crude ash contents in 0.5% GTB, 0.5% GTF and antibiotic treatments ( $P>0.05$ ). The meat color changes and TBA value of meat also not affected by GTB and GTF both 0.5% inclusion level to the pig diet ( $P>0.05$ ). The cortisol content of blood was significantly lowered in 0.5% GTF treatment compared to that of 0.5% GTB ( $P<0.05$ ) but it was not significantly differed from that of the antibiotic treatment ( $P>0.05$ ). The shear value of meat was significantly increased in 0.5% GTF treatment compared to that of the control ( $P<0.05$ ). No significant differences were observed in heating loss and mineral contents (Fe, Ca and Mg) in among 0.5% GTB, 0.5% GTF and antibiotic treatments ( $P>0.05$ ). There were no significant differences in most of fatty acid content in meat from pigs fed diets containing 0.5% GTB and GTF supplementations ( $P>0.05$ ), except the palmitic acid content of meat was

significantly increased in 0.5% GTB treatment compared to that of the control ( $P < 0.05$ ). The total cholesterol content of meat and the fecal number of *E. coli* not affected by GTB and GTF both of 0.5% of supplementation level ( $P > 0.05$ ). There were no significant differences in sensory evaluation of meat in terms of juiciness, tenderness and flavor among 0.5% of GTB and GTF and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ )

## **SUBJECT 2. Development of green tea fermentation medium using green tea and useful microbes**

### **The 1st project : Development of green tea fermentation medium using green tea**

The present study was conducted to examine the industrial usability of green tea probiotics by selecting proper probiotic strains for green tea probiotics through tests, such as acid, bile and heat tolerance, and evaluating inhibitory effects to pathogenic bacteria through associative culturing. Total number of experimental strains are twenty six species and these strains are Korean Collection for Type Cultures (KCTC), obtained from Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB). *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3111, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3104, *Bacillus subtilis* KCTC 3239, *Bacillus coagulans* KCTC 1015 and *Saccharomyces cerevisiae* KCTC 7915 are tested by acid, bile and heat tolerance and selected by their high viability. To perform experiments of growth inhibition of pathogens, four strains of *Escherichia coli* were obtained from National Veterinary Research and Quarantine (NVRQ). Associative inoculation between green tea probiotics (GT-P) and *E. coli* S170 F41 shows that the number of *E. coli* S170 F41 after 9 hours of inoculation was in  $1 \times 10^9$  CFU/mL and decreased drastically as inoculation time increased, so after 18 hours, the number of strains was about  $4 \times 10^4$  CFU/mL. Green tea probiotics (GT-P) used in this study is multi-strains and was associatively inoculated with pathogenic coli. All the results showed effects that proliferation started to

decrease 9 hours after the inoculation. These results suggested that using green tea probiotics (GT-P) as a feed supplement is expected to substitute antibiotics and prevent diarrhea of livestock.

### **The 2nd project : Effects of dietary green tea fermentation medium on growth performance and meat quality in finishing pigs**

The objective of this experiment was to determine the effects of green tea fermentation on growth performance and meat quality in finishing pigs and discover a possibility of substitute antibiotics by green tea fermentation in finishing pig diet. A total of 90 crossbreed "Landrace x Large White" finishing pigs with average 70 kg of body weight was assigned to 5 dietary treatments in a completely randomized design. Each treatment had 3 replications with 6 pigs per replication. All animals were fed experimental diets for 6 weeks (42 days). The five dietary treatments were control, antibiotic (0.003% chlortetracycline added) and 0.1, 0.5 and 1.0% of green tea fermentation medium. The growth performance, carcass characteristics, meat composition, the TBA value of meat, blood composition, fatty acid composition and the sensory evaluation of meat in finishing pigs were investigated. The results of the experiment were summarized as follows: There were not significant differences in final body weight, weight gain, feed intake and feed conversion ratio (FCR) in 0.1, 0.5 and 1.0% green tea fermentation medium and antibiotic treatments ( $P>0.05$ ). The slaughter weight, back fat thickness and carcass grade of meat not varied by 0.1 to 1.0% green tea fermentation medium supplementation to the pig diet ( $P>0.05$ ). The crude protein content of meat significantly higher in 1.0% GTF treatment compared to that of 0.1% GTF ( $P<0.05$ ) however it was not differed from that of the antibiotic treatment ( $P<0.05$ ). The crude ash content of meat was significantly lowered in 0.1 to 1.0% GTF treatments compared to that of the control ( $P<0.05$ ). Although the moisture, crude fat contents of meat and meat color changes in terms of lightness, redness and yellowness not differed among treatments ( $P>0.05$ ). The TBA value of meat was lowered in 0.5 and 1.0% GTF treatments

compared to that of the control after 3 weeks of stored ( $P < 0.05$ ). The HDL cholesterol was significantly increased in 0.5% and 1.0% GTF treatments compared that of the control ( $P < 0.05$ ). The shear value, heating loss and mineral contents (Ca and Fe) of meat not differed among 0.1, 0.5 and 1.0% GTF and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). The oleic acid (C18:1 $\omega$ 9) and eicosatetraenoic acid (C20:4 $\omega$ 6) contents were significantly decreased in 1.0% GTF treatments compared to that of the control treatment ( $P < 0.05$ ). The docosahexenoic acid (C22:6 $\omega$ 3) content was significantly decreased in 0.5% GTF treatment compared to that of the antibiotic ( $P < 0.05$ ). The cholesterol content of meat and the fecal number of *E. coli* not differed among 0.1, 0.5 and 1.0% GTF control treatments ( $P > 0.05$ ). The juiciness and flavor of meat significantly increased in 1.0% GTF treatments compared to that of the control ( $P > 0.05$ ).

### **The 3rd project : Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on growth performance and meat quality in finishing pigs**

The main objective of this experiment was to compare the effects of green tea by-product (GTB) and green tea fermentation medium (GTF) on growth performance and meat quality in finishing pigs and discover a possibility of substitute antibiotics by green tea in finishing pig diet. A total of 72 crossbreed "Landrace x Large White" finishing pigs with average 76 kg of body weight was assigned to 4 dietary treatments in a completely randomized design. Each treatment had 3 replications with 6 pigs per replication. All animals were fed experimental diets for 4 weeks (28 days). The four dietary treatments were control, antibiotic (0.003% chlortetracycline added) and 0.5% of green tea by-product and 0.5% of green tea fermentation medium. Results of this experiment were summarized as follow: There were no significant differences in final body weight, weight gain, feed intake and FCR of pigs in GTB and GTF both 0.5% inclusion level and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). The slaughter weight, back fat thickness and carcass grade of meat differed among treatments

( $P>0.05$ ). The meat composition (moisture, crude protein, crude fat and crude ash), meat color changes and TBA value of meat also not affected by supplementation of 0.5% green tea by-product (GTB) and green tea fermentation (GTF) to finishing pig diet ( $P>0.05$ ). The insulin content of blood was significantly decreased ( $P<0.05$ ) in 0.5% GTF treatment compared to that of antibiotic treatment ( $P<0.05$ ). The shear value, heating loss of meat and mineral contents (Ca, Fe and Mg) of meat not affected by GTB and GTF both 0.5% inclusion level ( $P>0.05$ ). The palmitoleic acid content (C 16:1) was significantly decreased in 0.5% GTB treatment compared to that of the control ( $P<0.05$ ), however, it was not differed from that of the antibiotic ( $P>0.05$ ). The oleic acid content was significantly increased in 0.5% GTF treatment compared to that of the control ( $P<0.05$ ). The total cholesterol content of meat was slightly decreased in 0.5% GTB in treatment compared to that of antibiotic but with out significant differences among treatments ( $P>0.05$ ). The fecal number of *E. coli* of pigs not varied in by supplementation of 0.5% GTB and 0.5% GTF to the pig diet ( $P>0.05$ ). There were no significant differences in juiciness and the flavor of meat in GTB and 0.5% treatments both 0.5% of inclusion level ( $P>0.05$ ). However, the tenderness of meat was significantly increased in 0.5% GTF treatment compared to that of the control treatment ( $P>0.05$ ).

### **SUBJECT 3. Estimating the effects of immune response**

#### **The 1st project : Effect of green tea by-product on immune response of spleen cell in finishing**

The spleen weight was significantly decreased in 1.0 and 2.0% green tea by-product treatments compared to that of the control ( $p<0.05$ ). The helper ( $CD3^+$  and  $CD4^+$ ) and cytotoxic ( $CD3^+$  and  $CD8^+$ ) T cells were slightly decreased in 2.0% green tea by-product treatment compared to the antibiotic treatment, but without significant differences were found among different level of green tea by product and antibiotic treatments ( $p>0.05$ ). The growth of spleen cells stimulated with Con

A (0.1, 0.3 and 1.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, the growth of spleen cells increased significantly in 1.0% green tea by-product treatment compared to control ( $P<0.05$ ). In LPS (1.0, 3.0 or 10.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, the growth of spleen cells significantly increased in 1.0 to 2.0% treatments compared to that of the control treatment ( $P<0.05$ ). In Con A (1.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, IL-6 production of spleen cells significantly increased in 1.0% green tea by-product treatment compared to that of the antibiotic treatment ( $P<0.05$ ). In LPS (10.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, the IL-6 spleen cell production was significantly increased in 0.5 to 2.0% green tea by-product treatments compared to that of the control treatment ( $P<0.05$ ). TNF- $\alpha$  spleen cell production with 1.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$  of Con A was significantly higher in 1.0% green tea by-product treatment compared to that of the control ( $P<0.05$ ), while TNF- $\alpha$  spleen cell production with 10.0 mg/mL of LPS was significantly higher with 0.5% green tea by-product treatment compared to that of the control treatment ( $P<0.05$ ).

## **The 2nd project :**

### **1) Effect of green tea on immune response of spleen cell in finishing pigs**

The spleen weight of pigs in 0.5% green tea treatment was lower than that of control ( $P>0.05$ ), but there were no significant differences among green tea and antibiotic treatments. In Con A (0.1, 0.3 and 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, The spleen cell growth of spleen cells was significantly decreased in 2.0% green tea treatments compared to that of the antibiotic treatment ( $P>0.05$ ). while the spleen cell growth increased significantly in 1.0% green tea treatment compared to control when stimulated with Con A (0.1, 0.3 and 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium ( $P>0.05$ ). In LPS (1.0, 3.0 and 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, the spleen cell growth significantly increased in 1.0% dietary green tea treatment compared to antibiotic ( $P<0.05$ ). Without LPS and Con A, the production of IL-6 by spleen cells was significantly higher in 1.0% green tea treatment than in antibiotic and other green tea treatments ( $P<0.05$ ). However, in LPS (10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, IL-6 spleen cell production tended to increase in 0.5% green tea treatments but without significant



differences were observed ( $P>0.05$ ). In Con A ( $1.0 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, the IL-6 spleen cell production was significantly increased in 0.5 and 1.0% green tea treatments compared to that of the control ( $P>0.05$ ), but without significant differences. In LPS ( $10.0 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, TNF- $\alpha$  production of spleen cells was significantly increased in 1.0% green tea treatment compared to that of the control ( $P<0.05$ ). In Con A  $1.0 \mu\text{g}/\text{mL}$  medium, the TNF- $\alpha$  production of spleen cells tended to increase in 1.0 % green tea treatments, but without significant differences in different level of green tea and antibiotic treatments ( $P >0.05$ ).

## **2) Effect of green tea fermentation medium on immune response of spleen cell in finishing pigs**

The spleen weight of pigs tended to be lower in 0.1 and 0.5% GTF treatments compared to the antibiotic, but no significant differences among treatments. In Con A (0.1 and 0.3  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, the growth of spleen cells increased in 1.0% GTF treatment but not differed from that of the control ( $P>0.05$ ). Although in Con A ( $1.0 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium the growth of spleen cell was significantly increased in 0.5% GTF treatments compared to that of the antibiotic ( $P<0.05$ ). In LPS (1.0, 3.0 and 10.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, the growth of spleen cells was significantly increased in 0.5% GTF treatment compared to that of the antibiotic treatment ( $P<0.05$ ). There were no significant difference in IL-6 production of spleen cells among different levels of GTF and antibiotic treatment in LPS ( $10.0 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium ( $P>0.05$ ). However, in Con A ( $1.0\mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, IL-6 production of spleen cells was significantly increased in 1.0% GTF treatment compared to that of the control ( $P<0.05$ ), but it was not significantly differed from that of the control ( $P>0.05$ ). In LPS ( $10.0 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) medium, the TNF- $\alpha$  production of spleen cells significantly increased in 0.1, 0.5 and 1.0% GTF treatments compared to that of the control ( $P<0.05$ ), but not different from that of the antibiotic ( $P>0.05$ ). In Con A ( $1.0 \mu\text{g}/\text{mL}$ ), same tendency was observed as LPS ( $10.0 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) the TNF- $\alpha$  production of spleen cells significantly higher in 0.1, 0.5 and 1.0% GTF

treatments compared to that of the control but not different from that of the antibiotics ( $P>0.05$ ).

### **The 3rd project :**

#### **1) Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on immune response of spleen cell in growing and finishing pigs**

The objective of this experiment was to compare effects of 0.5% of green tea by-product (GTB) and green tea fermentation (GTF) on immune response in growing and finishing pigs. There were no significant differences on spleen weight of pigs in GTB and GTF both 0.5% inclusion levels and antibiotic treatments ( $P>0.05$ ). The growth of spleen cells stimulated with Con A (0.1, 0.3 and 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) were significantly increased in 0.5% GTF treatment compared to that of antibiotic ( $P<0.05$ ). In LPS (1.0, 3.0 and 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, the spleen cell growth was significantly decreased in 0.5% GTF treatment while it was significantly decreased in 0.5% GTB than that of the antibiotic treatment ( $P<0.05$ ). In LPS (10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, the IL-6 production of spleen cells was significantly increased in 0.5% GTB and 0.5% GTF treatments compared to that of the antibiotics ( $P<0.05$ ). When spleen cells were stimulated with 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A, the IL-6 spleen cell production was significantly increased in GTB and GTF both 0.5% inclusion level treatments compared to that of the antibiotic treatment ( $P<0.05$ ). The TNF- $\alpha$  spleen cell production with 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A was significantly increased in 0.5% GTB treatment, while the TNF- $\alpha$  spleen cell production with 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  LPS was significantly increased 0.5% GTB compared to that of the control treatment ( $P<0.05$ ). In LPS(10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium. the TNF- $\alpha$  production of spleen cells were significantly increased in 0.5% GTF treatment compared to that of the antibiotic treatment, however in Con A (1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, the TNF- $\alpha$  production of spleen cells not differed among GTB and GTF treatments ( $P<0.05$ ).

## **2) Effect of green tea fermentation medium and green tea by-product on immune response of spleen cell in finishing Pigs**

The objective of this experiment was to compare effects of 0.5% of green tea fermentation (GTF) and green tea by-product (GTB) on immune response in finishing pigs. There were no significant differences on spleen weight of pigs in GTF and GTB both 0.5% of inclusion levels and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). The growth of spleen cells stimulated with Con A (0.1, 0.3 and 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) significantly increased in 0.5% GTB treatment compared to that of antibiotic ( $P < 0.05$ ), but it was significantly decreased in 0.5% GTF treatment compared to that of the antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). When spleen cells were stimulated with 1.0, 3.0 or 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  LPS, the spleen cell growth was significantly increased in 0.5% GTF treatment in contrast significantly decreased in 0.5% GTB compared to that of the antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). In LPS (10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, the IL-6 production of spleen cells was significantly increased in GTB and GTF both 0.5% inclusion level treatment compared to that of the antibiotics ( $P < 0.05$ ). When stimulated in 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A, the IL-6 spleen cell production significantly increased in 0.5% GTB and 0.5% GTF treatments compared to that of the antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). TNF- $\alpha$  spleen cell production with 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A was significantly higher ( $P < 0.05$ ) in 0.5% GTB treatment ( $P < 0.05$ ), while the TNF- $\alpha$  spleen cell production with 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  LPS was significantly higher in 0.5% green tea by-product treatment. In LPS (10  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, TNF- $\alpha$  production of spleen cells were significantly increased in 0.5% GTF treatment compared to that of the antibiotic treatment, however in Con A (1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, the TNF- $\alpha$  production of spleen cells not differed among treatments ( $P < 0.05$ ). In LPS (1.0 3.0 and 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, the spleen cell growth was significantly increased in 0.5% GTB treatment ( $P < 0.05$ ), however, it was significantly decreased in 0.5% GTF treatment compared to that of the antibiotic ( $P < 0.05$ ). In LPS (10  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, no significant differences were observed in IL-6 production of spleen cells among 0.5% GTB, 0.5% GTF and antibiotic treatments ( $P > 0.05$ ). In Con A (1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, IL-6 spleen cells were

significantly increased in 0.5% GTB and 0.5 GTF treatments compared to that of the antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ). In LPS ( $10 \mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, the TNF- $\alpha$  production of spleen cells were significantly decreased in 0.5% GTB, 0.5% GTF treatments compared to that of the control treatment ( $P < 0.05$ ). Although, in con A ( $1.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ ) medium, the TNF- $\alpha$  production of spleen cells were also significantly increased in GTB and GTF both treatments compared to that of the antibiotic treatment ( $P < 0.05$ ).

## **2. Suggestion for the application of research results**

Farms raising livestock recently face the pressure of effective production of livestock due to the conclusion of Korea-USA FTA and a strong demand for the quality improvement. Since all livestock can be imported freely, a large wave of import is getting harsher and the world builds a single market gradually. Therefore, it's urgent to differentiate domestic meat from cheap imported one by using high-quality as a merit and reducing producing cost. To survive in a competition with imported meat, it's desperate to acquire cheap price, high-quality, hygiene, and production of recognized brand of meat. As antibiotic causes problems, there has been increasing attention to its substitute, feed supplement to improve the productivity of animals, and stable food products.

In this circumstances, development of brand supplement with functional green tea and stable production of brand livestock can be a good way to go and that is also the purpose of this study. Since the beginning of this study, there has been a lot of attention and expectation from the related fields of this study. It's necessary to give continuous attention to the practical application of the study results for the transfer and diffusion of technology and the construction of competitive local brand image. Also, it's expected to continue ceaseless support to the studies of related basic fields and various natural resources.

# CONTENTS

|  |    |
|--|----|
| Chapter 1. Overview of the project .....   | 44 |
| Section 1. Importance of the research .....  | 44 |
| Section 2. Contents and scope of research development .....  | 46 |
| Chapter 2. Research situation of domestic and foreign country .....  | 47 |
| Chapter 3. Research contents and results .....   | 48 |
| Section 1. Development of functional feed by using green tea and green tea<br>by-product .....   | 48 |
| I. Introduction .....  | 48 |
| II. Content and methods of research .....  | 49 |
| 1. Effects of dietary green tea by-product on growth performance and meat<br>quality in finishing pigs .....                                   | 49 |
| 2. Effects of dietary green tea on growth performance and meat quality in<br>finishing pigs .....  | 54 |
| 3. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation<br>medium on growth performance and meat quality in finishing pigs ..... | 56 |
| III. Results and discussion .....  | 58 |
| 1. Effects of dietary green tea by-product on growth performance and meat<br>quality in finishing pigs .....                                   | 58 |
| 2. Effects of dietary green tea on growth performance and meat quality in<br>finishing pigs .....  | 67 |
| 3. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation<br>medium on growth performance and meat quality in finishing pigs ..... | 76 |
| IV. Conclusion .....   | 91 |

|   |     |
|---|-----|
| Section 2. Development of green tea fermentation medium using green tea and<br>useful microbes .....  | 94  |
| I . Introduction .....  | 94  |
| II. Content and methods of research .....   | 95  |
| 1. Development of green tea fermentation using green tea .....  | 95  |
| 2. Effects of dietary green tea fermentation medium on growth performance<br>and meat quality in finishing pigs .....                       | 100 |
| 3. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation<br>medium on growth performance and meat quality in finishing pigs .. | 105 |
| III. Results and discussion .....   | 107 |
| 1. Development of green tea fermentation using green tea .....  | 107 |
| 2. Effects of dietary green tea fermentation medium on growth performance<br>and meat quality in finishing pigs .....                       | 120 |
| 3. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation<br>medium on growth performance and meat quality in finishing pigs .. | 129 |
| IV. Conclusion .....  | 144 |
| Section 3. Estimating the effects of immune response .....  | 147 |
| I . Introduction .....  | 147 |
| II. Content and methods of research .....   | 148 |
| III. Results and discussion .....   | 150 |
| 1. Effects of dietary green tea by-product on immune response in pigs ..  | 150 |
| 2. Effects of dietary green tea on immune response in pigs .....  | 156 |
| 3. Effects of dietary green tea fermentation medium on immune response in<br>Pigs .....   | 172 |
| 4. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on<br>immune response in pigs .....                                     | 177 |
| IV. Conclusion .....  | 182 |
| Chapter 4. Accomplishment degree of the project and contribution degree of field  |     |

|  |     |
|--|-----|
| of a related study .....   | 187 |
| Section 1. Accomplishment degree of the project .....  | 187 |
| Section 2. Contribution degree of filed of a related study .....   | 188 |
| Chapter 5. Plan for practical use of project results .....   | 191 |
| Chapter 6. Scientific and technical information collected from foreign country<br>during the period of the project ..... | 192 |
| Chapter 7. Reference .....   | 194 |
| Appendix .....   | 207 |

# 목 차

|  |    |
|--|----|
| 제 1 장 연구개발과제의 개요 .....                                   | 44 |
| 제 1 절 연구개발의 필요성 .....                                    | 44 |
| 제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 .....                                | 46 |
| 제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....                                  | 47 |
| 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....                               | 48 |
| 제 1 절 녹차와 녹차부산물을 이용한 기능성 사료 개발 .....                     | 48 |
| 1. 서 론 .....   | 48 |
| 2. 연구수행 내용 및 방법 .....                                    | 49 |
| 가. 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 .....               | 49 |
| 나. 녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 .....               | 54 |
| 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 ..... | 56 |
| 3. 연구결과 .....  | 58 |
| 가. 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 .....            | 58 |
| 나. 녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 .....               | 67 |
| 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 ..... | 76 |
| 4. 결론 .....  | 87 |
| 가. 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 .....            | 87 |
| 나. 녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 .....               | 89 |
| 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 ..... | 91 |
| 제 2 절 녹차 및 유용 미생물을 이용한 면역강화 사료개발 .....                   | 94 |
| 1. 서 론 .....   | 94 |
| 2. 연구수행 내용 및 방법 .....                                    | 95 |



|   |     |
|---|-----|
| 가. 녹차와 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 제조 .....                             | 95  |
| 나. 발효녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 .....                    | 100 |
| 다. 발효녹차첨가제와 녹차부산물 첨가에 따른 비육돈의 성장 및 육질에 미치는<br>영향 규명 .....       | 105 |
| 3. 연구결과 .....   | 107 |
| 가. 녹차와 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 제조 .....                             | 107 |
| 나. 발효녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 .....                    | 120 |
| 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영<br>향 규명 .....        | 129 |
| 4. 결론 .....   | 139 |
| 가. 녹차와 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 제조 .....                             | 139 |
| 나. 발효녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명 .....                    | 142 |
| 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영<br>향 규명 .....        | 144 |
| 제 3 절 면역기능 강화 효과 규명 .....                                       | 147 |
| 1. 서 론 .....  | 147 |
| 2. 연구수행 내용 및 방법 .....   | 148 |
| 3. 연구결과 .....   | 150 |
| 가. 녹차부산물의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과<br>규명 .....           | 150 |
| 나. 녹차 및 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화<br>효과 규명 .....       | 156 |
| 1) 녹차 첨가에 따른 비육돈의 비장면역 분석 .....                                 | 156 |
| 2) 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장면역 분석 .....                              | 164 |
| 다. 녹차부산물 및 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능<br>강화 효과 규명 .....    | 172 |
| 1) 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성돈 및 비육돈의 비장세포에 대<br>한 면역기능 강화 효과 ..... | 172 |
| 2) 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능<br>강화 효과 .....        | 177 |

|  |     |
|--|-----|
| 4. 결론 .....  | 182 |
| 가. 녹차부산물물의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과<br>규명 .....           | 182 |
| 나. 녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 효과 규명 .....                     | 182 |
| 다. 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장면역 효과 규명 .....                            | 184 |
| 라. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 비장세포에 대한 면역<br>기능 강화 효과 규명 ..... | 185 |
| 마. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능<br>강화 효과 규명 .....      | 185 |
| 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....                                   | 187 |
| 제 1 절 연구개발 목표의 달성도 .....   | 187 |
| 제 2 절 관련분야에의 기여도 .....   | 188 |
| 1. 기술적 측면 .....  | 188 |
| 2. 경제 · 산업적 측면 .....   | 188 |
| 3. 논문 및 학술 발표 실적 .....   | 188 |
| 4. 특허 출원 및 등록 실적 .....   | 190 |
| 5. 교육 .....  | 190 |
| 제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....   | 191 |
| 1. 산업화 추진 .....  | 191 |
| 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학기술정보 .....                               | 192 |
| 제 7 장 참고문헌 .....   | 194 |
| 부 록 .....  | 207 |

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 필요성

- 경제 성장에 따른 소득 수준의 향상으로 고급 식품인 축산물의 수요가 극적으로 증가되고 이에 부응하여 양적 생산도 증가되었다. 소비자의 육류 소비형태도 질적인 면을 중요시하는 고품질의 기능성 식품에 대한 인식이 고조되고 있다.
- 근래에 들어 구제역이나 광우병, 이우 후 전신 소모성 증후군, 조류독감 등과 같은 질병으로 말미암아 동물성 식품의 안전성에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 있으며, 동물성 식품내 항생제 잔류 및 내성균의 출현 등으로 인해 전 세계적으로 동물사료용 항생제 사용에 대한 우려가 고조되고 있다.
- 최근 신종유해물질로 인한 식품안전사고로 위생과 안전 축산물에 대한 소비자 관심의 증대와 더불어 이제는 축산물을 선택할 때 양보다는 맛과 안전에 더욱 비중을 두고 있는 것이 현실이다. 또한 국제적으로도 식품안전관리기준이 강화되고 있으며, 국내 축산물의 해외 수출을 위해서도 안전성 확보는 가장 중요한 과제로 떠오르고 있다.
- 최근 정부에서는 축산물의 안전성 제고를 위해 사료내 혼합 가능한 항생제 및 합성항균물질을 기존 53종에서 25종으로 감축함에 따라 양축인의 심리적 불안감은 더욱 증가되고 있는 실정이다. 따라서, 항생제의 사용을 줄이면서 동물의 생산성을 향상시킬 수 있는 여러 가지 항생제 대체 물질들의 개발이 시급한 실정이다.
- 최근 기능성 약용식물을 이용한 항생제 대체제 연구가 다양화 되고 있으나 그 성과가 미미하며, 동물의 체내 면역기능을 활성화시키는 물질에 대한 탐색과 생체면역을 종합적으로 증강시킴으로서 외부에서 침입하는 질병 원인체에 대한 면역증강을 유도하는 제제의 개발이 시급히 요구되고 있다.
- 녹차는 중국과 한국, 일본 등에서 기원전 2,700년경부터 기호차로서 음용되어 왔을 뿐만 아니라 최근에는 녹차에 함유된 여러 성분들의 약리적인 메카니즘 등이 점차 밝혀짐에 따라 그 가치가 재인식되고 있다. 특히 녹차에 있어서 주요성분

의 하나인 폴리페놀류 (EC, EgC, ECg, EgCg)의 항종양, 항산화, 생체내 활성산소에 의한 산화방지, 혈당저하, 고혈압 감소, 혈액 콜레스테롤 저하 및 식품의 부패예방 등 건강상 다양한 기능성 작용을 하는 것으로 알려져 있으며, 항생물질의 대안으로서 잠재적인 장점을 가지고 있다.

- 현재 보성군에서 생산되는 브랜드 돈육인 녹돈은 4개 유통업체 산하 농장에서 생산하고 100여개의 판매소에서 보성 녹돈을 판매하고 있으나 체계적인 연구결과와 관련된 자료가 아주 미미하며, 보성 녹돈의 판매를 위한 홍보물에서도 단지 농가에서 총 6두의 비육돈을 대상으로 일반 시판사료에 녹차 부산물을 일부 첨가한 것에 대한 돼지고기를 식품개발연구원에서 분석한 결과가 전부이다. 이는 녹차를 이용한 정확한 사양시험, 사료개발 및 연구결과가 없는 상태에서 축산물을 브랜드화할 경우 브랜드에 대한 소비자들의 신뢰를 하락시킬 위험이 큰 것이다.
- 전국 차 재배면적은 1,400 ha중에서 전남이 60%인 840 ha, 경남이 28.2%인 395 ha, 제주도가 11.1%인 155 ha, 광주가 10 ha인 0.7%를 재배하고 있으며, 생산량 또한 전남 730톤으로 가장 높고 제주 296톤, 경남 161톤 그리고 광주 5톤 순이다. 이는 녹차사료를 개발할 경우 전남이 가장 적합한 지역이라고 할 수 있다.

#### □ 기술적 측면

- 녹차 사료를 이용한 고품질의 브랜드돈육 생산을 위한 기술개발이 필요
- 녹차를 이용한 사료내 항생물질 저감 및 대체 가능성에 대한 방안 확립
- 녹차부산물과 유용미생물을 활용한 발효사료화 기술개발이 필요
- 녹차 및 발효녹차사료의 기능성 및 효과 체계적 검증 필요

#### □ 경제적 측면

- 녹차를 이용한 사료제조 등 여러 가지 기술을 개발한다면, 사료제조를 통하여 안전한 브랜드 축산물로서 생산, 판매 및 수출확대
- 차의 수요와 생산량이 증가하고 수요가 늘고, 녹돈의 소비도 증가 예상
- 안전한 축산물의 생산을 기반으로 하는 수출경쟁력 제고
- 수입육과 경쟁할 수 있는 국내산 고급 브랜드육의 개발이 시급, 우리지역에서 수출 비중이 높은 분야는 축산물이므로 축산물 수출증대의 촉진이 필요

#### □ 사회적 측면

- 건강에 대한 국민들의 관심이 높아지고 있으며, 차에는 항암효과, 콜레스테롤 저하효과, 항산화 효과 등이 있어서 녹차사료의 개발은 확대될 것임
- 녹차사료를 이용한 녹돈 개발은 친환경적인 축산업이 가능하여 질 낮은 수입 축산물에 대한 거부감을 해소
- 안전한 축산물 공급을 통한 소비자의 욕구에 부흥
- 항생제의 사용을 최소화한 친환경 및 면역강화 축산물을 생산하여 국민 건강증진에 기여

## 제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

1. 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
2. 녹차의 첨가수준이 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
3. 녹차부산물과 발효녹차 첨가제의 첨가시기에 따른 육성, 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
4. 녹차와 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 개발
5. 발효녹차 첨가제의 첨가수준이 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
6. 발효녹차 첨가제, 녹차부산물의 첨가가 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 규명
7. 녹차, 녹차부산물 및 발효녹차 첨가제를 급여한 돼지의 면역기능 효과 검증

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

- 녹차부산물을 사료에 단순히 첨가한 녹돈 및 녹우가 생산되고 있으나 그 효과나 연구결과가 분명치 않으며, 또한 녹차부산물 이외에 녹차를 급여하여 생산한 축산물은 전혀 없는 실정임
- 사료에 녹차를 첨가하여 다양한 배합비율과 사양방법의 기술개발이 요구됨
- 녹차와 유용미생물을 활용한 녹차발효사료의 개발은 전혀 없으며, 이를 위한 다양한 유용미생물의 선발이 요구됨
- 순천대학교에서는 녹차부산물 사료가 육계의 체조성 및 생산성에 미치는 영향에 관하여 연구한 결과가 있음 (Yang 등, 2003)
- 일본에서 녹차를 이용한 육계 및 산란계의 생산기술이 최근 국립 야채차업시험장에서 발표된 바 있으며, 육계 및 산란계에 한하여, 녹차의 첨가수준 등 규명
- 일본 시즈오카 약대의 하야시 교수는 고지혈증의 쥐에 대한 차잎의 영향을 실험한 결과 녹차의 콜레스테롤, 동맥경화, 고혈압 예방효과가 있는 것으로 보고한 바 있음
- 사료내 항생제의 사용은 유럽에서 금지되고 있으며, 전세계적으로 사용이 억제되고 있고 유용미생물은 전세계적으로 사용량이 증가하고 있음
- 녹차의 다양한 기능성으로 일본에서는 녹차 양말, 속옷, 켄디, 분유, 우유, 아이스크림, 치약, 떡, 국수, 술 등 많은 상품과 식품들이 개발되고 브랜드화 되고 있음

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 녹차와 녹차부산물을 이용한 기능성 사료 개발

#### 1. 서 론

최근 경제 성장에 따른 소득 수준의 향상으로 고급 식품인 축산물의 수요가 극적으로 증가하여 왔으며, 이에 부응하여 양적 생산이 이루어져 왔다. 그러나, 최근 국민의 육류 소비형태는 질적인 면을 중요시하는 고품질의 기능성 식품에 대한 인식이 고조되고 있다. 근래들어 CLA, 한약부산물, 키토산, 활성탄 등을 사료에 첨가하여 육류의 품질을 개선하고자 하는 연구가 다수 보고되었다 (이 등, 2001; 김 등, 2001; 박과 김, 2001). 한편, 항생제의 문제점이 대두되면서 이를 대체하고 동물의 생산성을 개선하는 사료 첨가제와 식품의 안정성에 대한 관심 또한 증가하고 있다. 최근 많은 연구자들은 항생제를 대체할 수 있는 비항생제적 방법으로 기능성 약용식물을 이용하는 방법을 보고하였다 (Kwon 등, 2005; Berg, 1989; Lyons 등, 2000; Harris 등, 1990; Martin 등, 1992). 기능성 약용식물을 예를 들면, 녹차 (Green tea), 인진쑥 (Artemisia), 오가피 (Acanthopanax)와 마늘 (Garlic) 등이 있다 (Yang 등, 2003; Kwon 등, 2005). 돼지에 대한 약용식물의 급여 효과는 증체량 (홍 등, 2002)과 사료 효율 (최 등, 1996; Gerbert 등, 1999)의 향상, 장내 환경의 개선 (Ushid 등, 2002), 혈청내 콜레스테롤의 수치를 낮추는 (최 등, 1996; 홍 등, 2002) 등의 급여효과가 보고되었다. 본 연구에서 이용되는 녹차는 중국과 한국, 일본 등에서 기원전 2,700년경부터 기호차로서 음용되어 왔을 뿐만 아니라 최근에는 녹차에 함유된 여러 성분들의 약리적인 메카니즘 등이 점차 밝혀짐에 따라 그 가치가 재인식되고 있다. 특히 녹차에 있어서 주요성분의 하나인 폴리페놀류 (EC, EgC, ECg, EgCg)의 항종양 (Itaro 등, 1988; Mukhatar, 1999), 항산화 (Mayumi 등, 1987), 생체내 활성산소에 의한 산화방지 (Ryuhei, 1990; Mayumi 등, 1987), 혈당저하 (Isigaki 등, 1991), 고혈압 감소 (Sai-kato 등, 1986; Ikeda 등, 1992; Matusuzaki 등, 1985), 혈액 콜레스테롤 저하 (Keiichiro 등, 1986) 및 식품의 부패예방 등 건강상 다양한 기능성 작용을 하는 것으로 알려져 있으며, 항생물질의 대안으로서 잠재적인 장점이나 안정성이 연구되고 있

다. 최근 연구보고에 의하면 녹차 음료를 제조하고 남은 부산물 또는 저 등급의 녹차를 어류용 (Kono 등, 2000), 육계용 (Kaneko 등, 2001; Cao, 2005), 송아지용 (Ishihara 등, 2001), 양돈용 (Suzuki, 2002) 사료의 첨가제 등으로 사용하여 동물의 생산성 및 기능성 등에 관한 효과들이 보고되었다. 또한, Ahmedna 등 (2002)의 연구에 의하면 6주된 쥐에게 녹차를 급여한 실험에서 실험한 쥐의 간에서 지방축적의 예방효과 있었으며, 녹차추출물은 혈액내 HDL 콜레스테롤 함량을 높여주는 효과와 혈액내 triglycerides와 총 콜레스테롤 함량을 감소시켜 주는 효과가 있다고 보고하였다. 또한 녹차부산물은 녹차음료를 생산하고 남은 부산물로 값이 저렴하고 효용성이 인정되어 기능성 사료 첨가제로 이용이 보고된 바 있다 (Yang 등, 2003).

본 연구과제의 1차년도에서는 양돈용 기능성 사료를 개발하기 위해서 비육돈 사료에 녹차부산물 0.5, 1.0 및 2.0%의 수준별 급여가 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 본 연구과제의 2차년도에서는 비육돈 사료에 녹차 0.5, 1.0 및 2.0%의 수준별 급여가 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 본 연구과제의 3차년도에서는 육성, 비육돈 사료에 녹차부산물과 발효녹차 첨가제의 첨가가 육성, 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향을 비교하여 기능성 브랜드 돈육의 개발 가능성을 제시하고자 본 연구를 수행하였다.

## 2. 연구수행 내용 및 방법

### 가. 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향

#### 1) 시험기간, 장소 및 공시동물

시험기간은 2004년 10월 23일부터 12월 5일까지 6주간에 걸쳐 순천대학교 부속동물사육장내 비육돈사에서 사양시험을 실시하였다. 공시동물은 평균 체중  $77 \pm 0.4$  kg의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 75두를 공시하였다.

#### 2) 시험설계 및 시험사료

본 연구는 대조구, 항생제구, 녹차부산물 0.5% 처리구, 녹차부산물 1.0% 처리구 및 녹차부산물 2.0% 처리구로 하여 5처리구 3반복, 반복당 5두씩 총 75두를 완전 임의배치하여 110



kg에 도달시까지 사양시험을 실시하였다. 시험사료는 표 1과 같이 NRC (1994)의 영양소 요구량에 맞추어 시험사료를 배합하였다. 항생제구는 시험사료에 항생제 (chlortetracycline) 0.003%를 첨가하였으며, 녹차부산물 처리구는 시험사료에 녹차부산물 0.5, 1.0 및 2.0%씩 첨가하여 배합하였다. 전 시험기간 동안 사료는 무제한 급이와 물은 자유 섭취도록 하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of basal and experimental diet

| Ingredients                        | (%)   |
|------------------------------------|-------|
| Corn                               | 44.65 |
| Wheat                              | 25.00 |
| Wheat bran                         | 4.00  |
| Soybean meal                       | 13.50 |
| Lupin, seeds                       | 3.00  |
| Limestone                          | 0.77  |
| Tricalcium phosphate               | 1.10  |
| Salt                               | 0.25  |
| Vit-min. premix <sup>1)</sup>      | 0.56  |
| Animal fat                         | 2.50  |
| Molasses                           | 4.50  |
| L-lysine · HCL                     | 0.17  |
| <hr/>                              |       |
| Chemical composition <sup>2)</sup> |       |
| ME (kcal/kg)                       | 3,160 |
| C. Protein (%)                     | 15.00 |
| Ca (%)                             | 0.78  |
| Avail. P (%)                       | 0.55  |
| Lysine (%)                         | 0.80  |
| Methionine (%)                     | 0.27  |

<sup>1)</sup> Vit-min.mix provided following nutrients per kg of premix: vitmin A, 6,000IU; vitmin D<sub>3</sub>, 800IU; vitmin E, 20IU; vitmin K<sub>3</sub>, 2mg; thiamin, 2mg; riboflavin, 4mg; vitmin B<sub>6</sub>, 2mg; vitmin B<sub>12</sub>, 1mg; pantothenicacid, 11mg; niacin, 10mg; biotin, 0.02mg; Cu, 21mg; Fe, 100mg; Zn, 60mg; Mn, 90mg; I, 1.0mg; Co, 0.3mg; Se, 0.3mg. <sup>2)</sup> Calculated value.

### 3) 조사항목 및 조사방법

#### 가) 증체량, 사료섭취량 및 사료효율

체중 측정은 개시부터 시험 종료시까지 2주마다 처리구별로 시험돈의 총 체중을 측정하였다. 사료섭취량은 개시부터 시험 종료시까지 2주마다 처리구별로 체중 측정

전에 사료의 잔량을 측정하여 사료섭취량을 구하였고 사료요구율은 사료섭취량을 증체량으로 나누어서 구하였다.

#### 나) 도체 등급 판정

도체 등급 판정은 사양시험이 종료된 시험돈을 도축장에서 도살하여 축산물 등급 판정사가 도체 등급 판정기준에 준하여 판정한 결과를 이용하였다.

#### 다) 돈육의 일반성분 분석

돼지의 체조성은 사양시험 종료 직후 각 처리구에서 평균체중에 가까운 돼지들로 선발하였다. 선발된 돼지로부터 등심 부위를 적출하여 만육기로 분쇄한 것을 분석시료로 하여 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분은 AOAC (1995) 방법에 따라 분석하였다.

#### 라) 돈육의 육색 분석 (육색도)

등심 표면에 Croma meter (Minolta Co. Cr 301, Japan)를 사용하여 백색도 (lightness)를 나타내는 L값, 적색도 (redness)를 나타내는 a값과 황색도 (yellowness)를 나타내는 b값을 측정하였다. 이때의 표준색은 L-값이 97.10, a-값이 -0.17, b-값이 1.99인 백색 표준판을 사용하였다.

#### 마) 돈육의 산패도 (TBA) 분석

산패도는 2 M phosphoric acid와 20% trichloroacetic acid을 solution으로 하여 50 mL에 분석시료 20 g을 섞고, 추출한 혼합물에 대한 슬러리는 40 mL DW로 희석하고 흔들어서 균질화하고 그 중 50 mL는 Whatman No 1. 여과지로 여과한 다음, 여과액 5 mL는 시험튜브로 옮기고 2-thiobarbituric acid (DW안에 0.005 M) 5 mL를 첨가한다. 튜브를 장치하고, 그 혼합물은 전도에 의해 혼합되고, 암실에서 15시간동안 실내온도를 유지한다. 결과색을 spectronic -20D<sup>+</sup>으로 530 nm에서 흡광도를 측정하였다 (Vernon 등, 1970).

#### 바) 혈액분석

돼지의 경정맥에서 채혈하여 혈액을 EDTA가 함유된 시험관을 이용하여 채취하

고, 혈액분석기 (CBC 장비)를 이용하여 백혈구와 적혈구를 분석하였다. 혈청 성분은 혈액 응고된 후 시험관을 원심분리기를 이용하여 1,500 rpm으로 20분간 원심분리하여 혈청을 분리하고, 혈청분석기 (COBAS MIRA; Roche, Germany)를 이용하여 혈청의 성분들을 분석하였다.

#### 사) 전단력, 보수성, 가열감량 및 pH 분석

시료를 원형의 일정한 모양으로 정형 ( $250 \pm 50$  g)하여 polyethylene bag에 넣어  $80^{\circ}\text{C}$  Water bath에 넣고 물 속에 완전히 잠기도록 한 후 40분간 가열한 후, 20분간 수냉하여 시료의 표면 물기를 닦아내고 전자저울로 시료의 무게를 측정하여 가열감량의 구하였다. 가열감량을 측정한 시료를 이용하여 전단력용 시료채취 Core를 사용하여 분석용 시료를 만들고, Salter를 이용해 전단력을 측정하였다. 보수성 측정은 빈 filter관의 무게를 정확히 측정 후, 분쇄된 고기시료를  $0.5 \pm 0.05$  g을 취하여 저울로 무게를 측정 후, Water bath에 넣어 20분간 가열하고 10분간 상온에서 방냉시킨 후, 2000 rpm으로 10분간 원심분리하여 원심분리관의 하부에 분리된 육즙량을 측정하고 그 다음 총수분 함량을 측정하여 보수성 (%)을 구하였다. pH는 세절육 10 g에 증류수 90 mL을 가하고, homogenizer (NS-50, Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 균질한 후, pH meter (ATI 370, Orion Research Inc, USA)기를 이용하여 측정하였다.

#### 아) 돈육의 광물질 함량분석

광물질 분석은 Atomic Absorption Spectrophotometer (AA-6200, Dong-il Shimadzu Corp. Korea)로 측정하였다. 시료액 조제는 시료 10 g을 crucible에 취하고  $100^{\circ}\text{C}$ 에서 건조한 후,  $600^{\circ}\text{C}$ 에서 회백색이 될 때까지 회화시키고 방냉한 후, 염산 20 mL 가하여 하룻밤 방치 용해시킨 후, Whatman No. 6 여과지를 이용하여 뜨거운 3차 증류수로 여과하여 50 mL의 시료액을 만들었다. 시판되고 있는 표준용액 (1,000 ppm)을 희석하여 흡광도를 측정하여 검량곡선으로 하고 미리 제조된 시료액을 측정하였다.

#### 자) 돈육의 지방산 조성 (fatty acid) 분석

지방산의 분석을 위해 시료 1 g을 Folch용액 100 mL 혼합하여 (chloroform : methanol 2 : 1 v/v) 약 90초간 섞고, Whatman No. 1 여과지로 여과하여 70 mL의

시료액을 만들었다. 그 후 시료액이 상·하부로 층분리가 일어날 때 까지 5℃를 유지하면서 정치시켰다. 분리 단계 후 상등액을 MeOH의 5%와 황산 3 mL를 넣어 용해시키고, 5 mL 앰플로 옮긴 후, 95℃의 heating block에서 45분간 가열하였다. 실온에서 정치한 후, 지방산 메틸 에스테르는 3 mL 석유 에테르와 함께 3 번 추출되고, 질소가스와 함께 건조한 후, 2 mL 석유 에테르를 넣고 gas chromatograph (DS 6200, Donam Co. Korea)를 통해 분석하였다.

#### 차) 동물 콜레스테롤 (cholesterol) 함량분석

콜레스테롤 함량은 King 등 (1998)의 방법에 따라 시료 1 g에 내부표준물질 (5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol)을 첨가한 후 50% KOH (aq) 5 mL와 22 mL의 ethanol을 넣고 23℃에서 6시간 동안 검화시켜 반복 추출하였고, 이를 gas chromatograph (DS 6200, Donam Co. Korea)에 의하여 표 2와 같은 조건으로 분석하였다.

Table 2. Operating condition for gas chromatography

| Classification   | Operating condition                                    |
|------------------|--|
| Column           | BP-20 (SGE, 30 m × 0.32 mm , 1 $\mu$ m film thickness) |
| Detector         | FID  |
| Carrier gas      | Nitrogen (1.0 mL/min)                                  |
| Make up gas      | H <sub>2</sub> (30 /min)                               |
| Temp. program    | 140(1 min) - 2/min -> 220 - 9/min ->240                |
| Detector temp.   | 270  |
| Injector temp.   | 250  |
| Split ratio      | 1:50   |
| Injection volume | 1  |

#### 카) 관능테스트

관능검사는 6명을 패널로 구성되었고 다즙성, 연도 및 향미를 6단계 평가법 (1: 매우 나쁘다, 2: 나쁘다, 3: 보통이다, 4: 약간 좋다, 5: 좋다, 6: 매우 좋다)으로 평가하였다. 관능검사는 시료를 동일한 용기에 담아서 각각 평가하였다. 시식하는 순서는 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 물로 입안을 헹구도록 하였고 1~2분 지난 후에 다른 시료를 시식하고 평가하도록 하였다.

#### 타) 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS Statical Package Program (SAS, 1995)에 의하여 분산분석을 실시하였으며, 처리 평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하여 실시하였다.

### 나. 녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

#### 1) 시험기간, 장소 및 공시동물

시험기간은 2005년 10월 29일부터 12월 10일까지 6주간에 걸쳐 전남 보성군 조성면 신월리 소재의 조성양돈영농조합법인내 비육돈 농장에서 사양시험을 실시하였다. 공시동물은 평균 체중  $70 \pm 0.8$  kg의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 90두를 공시하였다.

#### 2) 시험설계 및 시험사료

본 연구는 대조구, 항생제구, 녹차 0.5% 처리구, 녹차 1.0% 처리구 및 녹차 2.0% 처리구로 하여 5처리구 3반복, 반복당 6두씩 총 90두를 완전 임의배치하여 110 kg에 도달시까지 사양시험을 실시하였다. 시험사료는 표 3과 같이 NRC (1994)의 영양소 요구량에 맞추어 시험사료를 배합하였다. 항생제구는 시험사료에 항생제 (chlortetracycline) 0.003%를 첨가하였으며, 녹차 처리구는 시험사료에 녹차 0.5, 1.0 및 2.0%씩 첨가하여 배합하였다. 전 시험기간 동안 사료는 무제한 급이와 물은 자유 섭취도록 하였다.

Table 3. Formula and chemical composition of basal diet

| Ingredients                        | (%)   |
|------------------------------------|-------|
| Yellow Corn                        | 45.15 |
| Wheat (13%)                        | 25.00 |
| Wheat bran                         | 4.00  |
| Soybean meal (40%)                 | 16.00 |
| Limestone                          | 0.78  |
| Calcium phosphate                  | 1.10  |
| Salt                               | 0.25  |
| Vit-min. premix <sup>1)</sup>      | 0.55  |
| Animal fat                         | 2.50  |
| Molasses                           | 4.50  |
| L-Lysine                           | 0.17  |
| Chemical composition <sup>2)</sup> |       |
| ME (kcal/kg)                       | 3,160 |
| C. Protein (%)                     | 15.00 |
| Ca (%)                             | 0.78  |
| Avail. P (%)                       | 0.55  |
| Lysine (%)                         | 0.80  |
| Methionine (%)                     | 0.27  |

<sup>1)</sup> Vit-min.mix provided following nutrients per kg of premix: vitmin A, 6,000IU; vitmin D<sub>3</sub>, 800IU; vitmin E, 20IU; vitmin K<sub>3</sub>, 2mg; thiamin, 2mg; riboflavin, 4mg; vitmin B<sub>6</sub>, 2mg; vitmin B<sub>12</sub>, 1mg; pantothenicacid, 11mg; niacin, 10mg; biotin, 0.02mg; Cu (copper sulfate), 21mg; Fe (ferrous sulfate), 100mg; Zn (zinc sulfate), 60mg; Mn (manganese sulfate), 90mg; I (calcium iodate), 1.0mg; Co (cobalt nitrate), 0.3mg; Se (sodium selenite), 0.3mg.

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

### 3) 조사항목 및 조사방법

#### 가) 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

- 1차년도 실험방법과 동일

#### 나) 도체 등급 판정 및 질병검사

전남 나주 축산물공판장에서 도축 한 후, 축산물 공판장에서 지정한 등급 판정관

과 수의사에 의해 도체 등급 판정 및 질병검사 결과에 따른 것이다.

- 다) 돈육의 일반성분, 육색, 산패도 (TBA), 전단력과 보수성, 광물질, 지방산 조성 및 콜레스테롤 함량분석 및 혈액분석
  - 1차년도 실험방법과 동일

#### 라) 분변내 미생물 검사

시료 채취를 위하여 시험 종료시 각 처리구별로 3두씩, 동일한 시간동안 분변을 채취하여 분변내 대장균 (*E. coli*)수를 검사하였다. 채취된 각 처리구의 시료 10 g을 생리식염수 (0.85%, NaCl) 100 mL에 넣어 약 2분간 혼합한 후, 1 mL을 취하여 0.85% NaCl로 10<sup>11</sup>까지 연속 희석(10-fold serial dilution)시켜 1 mL씩 취하여 *E. coli* 선택배지 (3M prifilm, USA)에 접종하였다. 37°C에서 48시간 배양한 후, 성장한 colony의 수를 조사하였다. 조사결과는 3반복시험을 통하여 평균값을 사용하였다.

#### 마) 관능테스트 및 통계처리

- 1차년도 실험방법과 동일

### 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

#### 1) 시험기간, 장소 및 공시동물

시험기간은 2006년 12월 13일부터 2007년 2월 7일까지 8주간에 걸쳐 순천대학교 동물사육장내 육성비육돈사에서 사양시험을 실시하였다. 공시동물은 평균 체중 51±0.2 kg정도의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 72두를 공시하였다.

#### 2) 시험설계 및 시험사료

본 연구는 대조구, 항생제구, 녹차부산물 0.5% 처리구, 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구로 한, 4처리구 3반복, 반복당 6두씩 총 72두를 완전 임의배치하여 50 kg에서 110 kg 도달시까지 사양시험을 실시하였다. 시험사료는 표 4와 같이 NRC (1994)의 영양소 요구량에 맞추어 시험사료를 배합하였다. 항생제구는 시험사료에 항생제

(chlortetracycline) 0.003%를 첨가하였으며, 녹차부산물 처리구는 시험사료에 녹차부산물 0.5%를 첨가하였고 발효녹차 처리구는 시험사료에 발효녹차 첨가제 0.5%를 첨가하여 배합하였다. 전 시험기간 동안 사료는 무제한 급이와 물은 자유 섭취도록 하였다.

Table 4. Formula and chemical composition of basal diet (%)

| Ingredients                        | Starter<br>(50~75 kg) | Finsher<br>(75~110 kg) |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Yellow Corn                        | 45.15                 | 45.15                  |
| Wheat (13%)                        | 23.00                 | 25.00                  |
| Wheat bran                         | 4.00                  | 4.00                   |
| Soybean meal (40%)                 | 18.00                 | 16.00                  |
| Limestone                          | 0.98                  | 0.78                   |
| Calcium phosphate                  | 1.10                  | 1.10                   |
| Salt                               | 0.25                  | 0.25                   |
| Vit-min. premix <sup>1)</sup>      | 0.55                  | 0.55                   |
| Animal fat                         | 2.50                  | 2.50                   |
| Molasses                           | 4.30                  | 4.50                   |
| L-Lysine                           | 0.17                  | 0.17                   |
| Chemical composition <sup>2)</sup> |                       |                        |
| ME (kcal/kg)                       | 3,265                 | 3,265                  |
| C. Protein (%)                     | 18.00                 | 16.00                  |
| Ca (%)                             | 0.70                  | 0.50                   |
| Avail. P (%)                       | 0.55                  | 0.45                   |
| Lysine (%)                         | 0.95                  | 0.80                   |
| Methionine (%)                     | 0.30                  | 0.27                   |

<sup>1)</sup> Vit-min.mix provided following nutrients per kg of premix: vitmin A, 6,000IU; vitmin D<sub>3</sub>, 800IU; vitmin E, 20IU; vitmin K<sub>3</sub>, 2mg; thiamin, 2mg; riboflavin, 4mg; vitmin B<sub>6</sub>, 2mg; vitmin B<sub>12</sub>, 1mg; pantothenicacid, 11mg; niacin, 10mg; biotin, 0.02mg; Cu (copper sulfate), 21mg; Fe (ferrous sulfate), 100mg; Zn (zinc sulfate), 60mg; Mn (manganese sulfate), 90mg; I (calcium iodate), 1.0mg; Co (cobalt nitrate), 0.3mg; Se (sodium selenite), 0.3mg.

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

### 3) 조사항목 및 조사방법

가) 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

- 1차년도 실험방법과 동일



나) 도체 등급 판정 및 질병검사

- 1차년도 실험방법과 동일

다) 돈육의 일반성분, 육색, 산패도 (TBA), 전단력과 보수성, 광물질, 지방산 조성, 콜레스테롤 함량 및 혈액분석

- 1차년도 실험방법과 동일

라) 분변내 미생물 검사

시료 채취를 위하여 시험 종료시 각 처리구별로 3두씩 동일한 시간동안 분변을 채취하여 분변내 대장균 (*E. coli*)수를 검사하였다. 채취된 각 처리구의 시료 10 g을 생리식염수 (0.85%, NaCl) 100 mL에 넣어 약 2분간 혼합한 후 1 mL을 취하여 0.85% NaCl로 10<sup>11</sup>까지 연속 희석 (10-fold serial dilution)시켜 1 mL씩 취하여 MacConkey Sorbitol Agar (Difco, USA) 선택배지에 접종하였다. 37°C에서 48시간 배양한 후 성장한 colony의 수를 조사하였다. 조사결과는 3반복시험을 통하여 평균 값을 사용하였다.

마) 관능테스트 및 통계처리

- 1차년도 실험방법과 동일

### 3. 연구결과

#### 가. 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

##### 1) 증체량, 사료섭취량 및 사료효율

녹차 부산물의 첨가수준에 의한 증체량, 사료섭취량 및 사료효율의 결과는 표 5와 같다. 전 기간동안의 증체량은 항생제구가 38.90 kg으로 가장 높고 녹차부산물 2% 처리구가 34.00 kg으로 가장 낮은 결과를 보여 처리구간의 통계적 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 각 처리구별 사료섭취량은 녹차부산물 2% 처리구가 158.20 kg으로 가장 많은 섭취를 보였고 대조구가 131.67 kg으로 가장 낮은 섭취를 보여 처리구간의 통

계적 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 각 처리구별 사료효율을 비교한 결과 녹차부산물 2.0% 처리구가 4.67로 가장 높고 대조구가 3.64로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ).

Table 5. Effects of dietary green tea by-product on growth performance of pigs

| Treatment           | Control              | Antibiotics          | Green tea by-product |                      |                     |
|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                     |                      |                      | 0.5%                 | 1.0%                 | 2.0%                |
| 0~2 Weeks           |                      |                      |                      |                      |                     |
| Initial body weight | 77.20                | 77.60                | 77.47                | 76.87                | 77.07               |
| Final body weight   | 85.33                | 87.10                | 85.00                | 86.00                | 83.93               |
| Weight gain (kg)    | 8.13                 | 9.50                 | 7.53                 | 9.13                 | 6.87                |
| Feed intake (kg)    | 34.00 <sup>abc</sup> | 37.20 <sup>a</sup>   | 31.80 <sup>bc</sup>  | 35.33 <sup>ab</sup>  | 29.87 <sup>c</sup>  |
| FCR (feed/gain)     | 4.32                 | 4.17                 | 4.60                 | 3.88                 | 4.35                |
| 2~4 Weeks           |                      |                      |                      |                      |                     |
| Initial body weight | 85.33                | 87.10                | 85.00                | 86.00                | 83.93               |
| Final body weight   | 99.20                | 101.90               | 99.20                | 99.87                | 97.47               |
| Weight gain (kg)    | 13.87                | 14.8                 | 14.20                | 13.87                | 13.53               |
| Feed intake (kg)    | 49.33 <sup>b</sup>   | 55.30 <sup>b</sup>   | 53.20 <sup>b</sup>   | 51.33 <sup>b</sup>   | 76.67 <sup>a</sup>  |
| FCR (feed/gain)     | 3.60 <sup>b</sup>    | 3.78 <sup>b</sup>    | 3.74 <sup>b</sup>    | 3.70 <sup>b</sup>    | 5.75 <sup>a</sup>   |
| 4~6 Weeks           |                      |                      |                      |                      |                     |
| Initial body weight | 99.20                | 101.90               | 99.20                | 99.87                | 97.47               |
| Final body weight   | 113.33 <sup>ab</sup> | 116.50 <sup>a</sup>  | 111.87 <sup>ab</sup> | 112.80 <sup>ab</sup> | 111.07 <sup>b</sup> |
| Weight gain (kg)    | 14.13                | 14.6                 | 12.67                | 12.93                | 12.67               |
| Feed intake (kg)    | 48.33                | 53.61                | 50.00                | 53.33                | 51.67               |
| FCR (feed/gain)     | 3.50                 | 3.84                 | 3.97                 | 4.12                 | 3.80                |
| 0~6 Weeks           |                      |                      |                      |                      |                     |
| Initial body weight | 77.20                | 77.60                | 77.47                | 76.07                | 77.07               |
| Final body weight   | 113.33 <sup>ab</sup> | 116.50 <sup>a</sup>  | 111.87 <sup>ab</sup> | 112.80 <sup>ab</sup> | 111.07 <sup>b</sup> |
| Weight gain (kg)    | 36.13 <sup>ab</sup>  | 38.90 <sup>a</sup>   | 34.40 <sup>b</sup>   | 35.93 <sup>ab</sup>  | 34.00 <sup>b</sup>  |
| Feed intake (kg)    | 131.67 <sup>b</sup>  | 147.50 <sup>ab</sup> | 135.00 <sup>b</sup>  | 140.00 <sup>ab</sup> | 158.20 <sup>a</sup> |
| FCR (feed/gain)     | 3.64 <sup>b</sup>    | 3.80 <sup>b</sup>    | 3.92 <sup>b</sup>    | 3.89 <sup>b</sup>    | 4.67 <sup>a</sup>   |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

## 2) 도체 등급 판정

녹차부산물을 첨가수준에 따른 도체의 등급 판정결과는 표 6과 같다. 도체중은 대조구가 93.67 kg으로 가장 높았고 녹차부산물 0.5% 처리구에서 85.17 kg으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 각 처리구별 등지방두께

를 비교한 결과 항생제구가 23.83 mm로 가장 두껍고 대조구와 녹차부산물 0.5% 처리구에서 각각 21.83 mm으로 가장 얇게 나타났다. 그러나 처리구간의 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 각 처리구별 등급판정 결과는 녹차부산물 0.5% 처리구와 녹차부산물 2.0% 처리구가 2.67로 높게 나타났으며, 대조구가 1.50으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ).

Table 6. Effects of dietary green tea by-product on carcass characteristics of pigs

| Treatments        | Control            | Antibiotics         | Green tea by-product |                     |                     |
|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|                   |                    |                     | 0.5%                 | 1.0%                | 2.0%                |
| Slaughter wt (kg) | 93.67 <sup>a</sup> | 92.00 <sup>ab</sup> | 85.17 <sup>c</sup>   | 91.33 <sup>ab</sup> | 87.17 <sup>bc</sup> |
| Back fat (mm)     | 21.83              | 23.83               | 21.83                | 22.17               | 21.17               |
| Carcass grade     | 1.50 <sup>b</sup>  | 2.33 <sup>ab</sup>  | 2.67 <sup>a</sup>    | 2.33 <sup>ab</sup>  | 2.67 <sup>a</sup>   |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

Calculating standard of grade point : A-5point, B-4point, C-3point, D-2point, E-1 point

### 3) 돈육의 일반성분 분석결과

녹차부산물의 첨가수준에 따른 돈육의 체조성 결과는 표 7과 같다. 각 처리구별 돈육의 수분함량은 녹차부산물 2.0% 처리구가 73.53%로 가장 높고 항생제구가 71.45%로 가장 낮은 함량을 보여 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ).

Table 7. Effect of dietary green tea by-product on the carcass composition of porks (%)

| Treatments    | Control             | Antibiotics         | Green tea by-product |                     |                    |
|---------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
|               |                     |                     | 0.5%                 | 1.0%                | 2.0%               |
| Moisture      | 72.95 <sup>ab</sup> | 72.95 <sup>ab</sup> | 71.64 <sup>b</sup>   | 72.19 <sup>ab</sup> | 73.53 <sup>a</sup> |
| Crude ash     | 1.21                | 1.13                | 1.20                 | 1.22                | 1.17               |
| Crude fat     | 2.10 <sup>b</sup>   | 2.66 <sup>b</sup>   | 4.53 <sup>a</sup>    | 4.05 <sup>a</sup>   | 2.00 <sup>b</sup>  |
| Crude protein | 23.04               | 23.50               | 22.54                | 22.38               | 23.27              |

<sup>ab</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

조희분의 분석결과 녹차부산물 1.0% 처리구가 1.22%로 가장 높고 향생제구가 1.13%로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05). 돈육의 조지방은 녹차부산물 0.5% 처리구가 4.53%로 가장 높고 대조구가 2.10%로 가장 낮게 나타났다 (P<0.05). 조단백질의 경우에 향생제구가 23.50%로 가장 높았고 녹차부산물 1.0% 처리구가 22.38%로 가장 낮게 나타났다 (P>0.05).

#### 4) 돈육의 육색

녹차부산물의 첨가수준에 따른 돈육의 육색의 변화는 표 8과 같다. 명도를 나타내는 백색도 (L)는 녹차부산물 1% 처리구에서 54.55로 가장 높게 나타났으며, 대조구가 51.54로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05). 처리구별 적색도 (a)는 향생제구가 9.98로 높게 나타났으며, 녹차부산물 2.0% 처리구가 9.30으로 낮게 나타났다 (P>0.05). 황색도 (b)는 녹차부산물 1.0% 처리구가 6.50으로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 5.25로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05).

Table 8. Effect of dietary green tea by-product on meat color of pigs

| Treatments      | Control | Antibiotics | Green tea by-product |       |       |
|-----------------|---------|-------------|----------------------|-------|-------|
|                 |         |             | 0.5%                 | 1.0%  | 2.0%  |
| L <sup>1)</sup> | 51.54   | 54.24       | 52.69                | 54.55 | 53.48 |
| a <sup>1)</sup> | 9.62    | 9.98        | 9.40                 | 9.32  | 9.30  |
| b <sup>1)</sup> | 5.62    | 6.47        | 5.25                 | 6.50  | 6.21  |

<sup>1)</sup> L : lightness, a : redness, b : yellowness

#### 5) 돈육의 산패도 (TBA)의 변화

녹차부산물의 첨가수준에 따른 돈육의 산패도 분석결과는 표 9와 같다. 신선육 (fresh meat)의 산패도의 경우 대조구가 1.18  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 녹차부산물 2% 처리구가 1.11  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다

( $P>0.05$ ). 저장기간 4주째 처리구별 산패도의 변화를 비교한 결과 대조구에서  $9.02 \mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 녹차부산물 2.0% 처리구에서  $7.80 \mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 나타나 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 녹차의 주요 성분인 카테킨은 생체내의 유해한 유리기를 제거하고 항산화 효소를 활성화시킨다 (Khoknar, 2002; Graham, 1992; Husain, 1987). 본 연구 결과에서 녹차의 첨가 수준이 증가할 수록 산패도가 감소되는 것을 볼 수 있었으며, 녹차부산물의 첨가는 첨가수준과 관계없이 돈육의 산패도에 영향을 주는 것으로 사료된다.

Table 9. Effect of dietary green tea by-product on meat TBA of pork ( $\mu\text{mol}/100\text{g}$ )

| Treatments | Control           | Antibiotics        | Green tea by-product |                    |                   |
|------------|-------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
|            |                   |                    | 0.5%                 | 1.0%               | 2.0%              |
| Fresh      | 1.18              | 1.13               | 1.13                 | 1.16               | 1.11              |
| 1st week   | 2.28 <sup>a</sup> | 1.94 <sup>bc</sup> | 2.12 <sup>ab</sup>   | 1.85 <sup>bc</sup> | 1.64 <sup>c</sup> |
| 2nd week   | 4.11 <sup>a</sup> | 4.64 <sup>a</sup>  | 4.11 <sup>a</sup>    | 3.53 <sup>b</sup>  | 2.77 <sup>c</sup> |
| 3rd week   | 6.74 <sup>a</sup> | 5.40 <sup>b</sup>  | 4.85 <sup>bc</sup>   | 4.32 <sup>cd</sup> | 3.74 <sup>d</sup> |
| 4th week   | 9.02              | 8.93               | 8.47                 | 8.29               | 7.80              |
| Average    | 4.67 <sup>a</sup> | 4.41 <sup>ab</sup> | 4.14 <sup>bc</sup>   | 3.82 <sup>c</sup>  | 3.41 <sup>d</sup> |

<sup>a,b,c,d</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

## 6) 혈액분석

녹차부산물의 첨가수준에 따른 혈액성분 분석결과는 표 10과 같다. 백혈구 (WBC)는 녹차부산물 2.0% 처리구에서  $20.87 \times 10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구에서  $17.90 \times 10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 적혈구 (RBC)는 녹차부산물 2.0% 처리구가  $7.52 \times 10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 높고 대조구가  $6.75 \times 10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 녹차부산물의 카테킨 성분이 혈청뿐만 아니라 간에서의 중성지방의 수준을 저하시키고 EGCG와 ECG를 쥐에게 경구 투여하여 간의 콜레스테롤을 감소시킨다고 보고하고 있다 (Matsuda, 1986). 본 연구의 결과에서도 녹차첨가 처리구에서 혈액 콜레스테롤 함량이 낮은 것

으로 나타나 유사한 결과를 보였다.

Table 10. Effect of dietary green tea by-product on blood composition.

| Treatments                 | Control             | Antibiotics        | Green tea by-product |                    |                    |
|----------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
|                            |                     |                    | 0.5%                 | 1.0%               | 2.0%               |
| GL (mg/dl)                 | 59.50               | 58.67              | 56.00                | 64.17              | 60.50              |
| CH (mg/dl)                 | 125.17              | 123.50             | 133.33               | 116.00             | 121.50             |
| TP (g/dl)                  | 6.97                | 7.58               | 7.45                 | 6.98               | 7.23               |
| AL (g/dl)                  | 2.98                | 3.27               | 3.17                 | 2.78               | 3.07               |
| G (g/dl)                   | 3.98                | 4.32               | 4.28                 | 4.20               | 4.17               |
| A/G                        | 0.73                | 0.76               | 0.75                 | 0.65               | 0.75               |
| BUN (mg/dl)                | 18.00               | 20.67              | 18.83                | 19.00              | 18.33              |
| WBC ( $10^3/\text{mm}^3$ ) | 18.85 <sup>bc</sup> | 18.57 <sup>c</sup> | 20.45 <sup>ab</sup>  | 17.90 <sup>c</sup> | 20.87 <sup>a</sup> |
| RBC ( $10^6/\text{mm}^3$ ) | 6.75 <sup>b</sup>   | 7.00 <sup>ab</sup> | 6.94 <sup>ab</sup>   | 7.21 <sup>ab</sup> | 7.52 <sup>a</sup>  |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

#### 7) 전단력, 가열감량, 보수성, pH 분석

녹차부산물의 첨가수준에 따른 돈육의 등심부위를 분석한 전단력, 가열감량, 보수성 및 pH의 분석결과는 표 11과 같다. 전단력은 녹차부산물 0.5% 처리구가 3.38 kg/0.5inch<sup>2</sup>로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구가 2.97 kg/0.5inch<sup>2</sup>으로 낮은 결과를 보였다 ( $P < 0.05$ ).

Table 11. Effect of dietary green tea by-product on meat shear value, WHC, heating loss, pH of pigs

| Treatments                                | Control            | Antibiotics        | Green tea by-product |                    |                    |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
|   |                    |                    | 0.5%                 | 1.0%               | 2.0%               |
| Shear value<br>(kg/0.5inch <sup>2</sup> ) | 3.14 <sup>ab</sup> | 3.14 <sup>ab</sup> | 3.38 <sup>a</sup>    | 2.97 <sup>b</sup>  | 2.86 <sup>b</sup>  |
| Heating loss (%)                          | 33.50 <sup>a</sup> | 34.25 <sup>a</sup> | 32.58 <sup>a</sup>   | 32.55 <sup>a</sup> | 30.74 <sup>b</sup> |
| WHC (%)                                   | 57.34              | 57.29              | 56.83                | 56.96              | 57.91              |
| pH  | 5.78               | 5.61               | 5.66                 | 5.64               | 5.64               |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

가열감량은 항생제구가 34.25%로 높았으며, 녹차부산물 2.0% 처리구가 30.74%로

낮은 결과를 보여 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 보수성 (WHC)은 녹차부산물 2.0% 처리구가 57.91%로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 56.83%으로 가장 낮은 결과를 보였다 ( $P > 0.05$ ). pH는 대조구가 5.78으로 가장 높았으며, 항생제구가 5.61으로 가장 낮게 나타났으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P < 0.05$ ).

#### 8) 돈육내 광물질 함량

녹차부산물의 첨가수준에 따른 돈육내 광물질 함량은 표 12과 같다. 칼슘 (Ca)는 항생제구가  $162.86 \mu\text{g/g}$ 으로 가장 높게 나타났으며, 대조구가  $92.98 \mu\text{g/g}$ 로 가장 낮게 나타나 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 철분 (Fe)은 녹차부산물 2.0% 처리구가  $198.21 \mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구가  $152.43 \mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮게 나타났으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P > 0.05$ ).

Table 12. Effect of dietary green tea by-product on meat mineral in pig ( $\mu\text{g/g}$ )

| Treatments | Control            | Antibiotics         | Green tea by-product |                     |                     |
|------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|            |                    |                     | 0.5%                 | 1.0%                | 2.0%                |
| Ca         | 92.98 <sup>b</sup> | 162.86 <sup>a</sup> | 135.09 <sup>ab</sup> | 149.66 <sup>a</sup> | 145.19 <sup>a</sup> |
| Fe         | 168.48             | 159.60              | 172.39               | 152.43              | 198.21              |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

#### 9) 지방산 분석

녹차부산물의 첨가수준에 따른 돈육내 지방산 함량은 표 13과 같다. C14:0 (myristic acid) 지방산은 대조구가 1.93으로 가장 높았으며, 녹차부산물 2% 처리구가 0.65로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). C18:0 (stearic acid) 지방산은 대조구가 12.11로 높았으며, 항생제구가 7.45로 가장 낮았다 ( $P < 0.05$ ). C18:3 $\omega$ 3 (linolenic acid) 지방산은 녹차부산물 0.5% 처리구가 0.69로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구가 0.24로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ).

Table 13. Effect of green tea by-product on fatty acid composition of pork meat

| Treatments       | Control            | Antibiotics        | Green tea by-product |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
|                  |                    |                    | 0.5%                 | 1.0%               | 2.0%               |
| C14:0            | 1.93 <sup>a</sup>  | 1.32 <sup>b</sup>  | 0.81 <sup>c</sup>    | 0.71 <sup>c</sup>  | 0.65 <sup>c</sup>  |
| C16:0            | 21.95              | 24.24              | 22.54                | 21.82              | 24.79              |
| C16:1 $\omega$ 7 | 3.11               | 2.85               | 3.47                 | 2.66               | 2.81               |
| C18:0            | 12.11 <sup>a</sup> | 7.45 <sup>b</sup>  | 11.67 <sup>a</sup>   | 11.96 <sup>a</sup> | 9.42 <sup>ab</sup> |
| C18:1 $\omega$ 9 | 46.15              | 47.97              | 47.54                | 45.23              | 46.65              |
| C18:2 $\omega$ 6 | 12.62              | 13.14              | 11.22                | 14.38              | 12.35              |
| C18:3 $\omega$ 3 | 0.47 <sup>ab</sup> | 0.47 <sup>ab</sup> | 0.69 <sup>a</sup>    | 0.24 <sup>c</sup>  | 0.32 <sup>ab</sup> |
| C18:4 $\omega$ 3 | 0.55               | 0.81               | 0.70                 | 0.30               | 0.48               |
| C20:1 $\omega$ 9 | 0.44 <sup>b</sup>  | 0.12 <sup>b</sup>  | 0.30 <sup>b</sup>    | 1.51 <sup>a</sup>  | 1.77 <sup>a</sup>  |
| C20:4 $\omega$ 6 | 0.24 <sup>c</sup>  | 1.62 <sup>a</sup>  | 0.31 <sup>c</sup>    | 0.88 <sup>b</sup>  | 0.42 <sup>bc</sup> |
| C22:6 $\omega$ 3 | 0.46               | 0.22               | 0.26                 | 0.35               | 0.35               |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

C14:0 (myristic acid), C16:0 (palmitic acid), C16:1 (palmitoleic acid), C18:0 (stearic acid), C18:1 $\omega$ 9 (oleic acid), C18:2 $\omega$ 6 (linoleic acid), C18:3 $\omega$ 6 ( $\gamma$ -linolenic acid), C18:3 $\omega$ 3 ( $\alpha$ -linolenic acid), C20:1 $\omega$ 9 (eicosenoic acid), C20:4 $\omega$ 6 (eicosatetraenoic acid), C22:6 $\omega$ 3 (docosahexenoic acid).

C20:1 $\omega$ 9 (eicosenoic acid) 지방산은 녹차부산물 2.0% 처리구가 1.77로 높았으며, 항생제구가 0.12로 가장 낮았다 (P<0.05). C20:4 $\omega$ 6 (eicosatetraenoic acid) 지방산은 항생제구가 1.62로 가장 높았으며, 대조구가 0.24로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 (P<0.05). 콜레스테롤과 포화지방산은 뇌졸중, 동맥경화, 고혈압 등의 성인병의 주요 위험인자로서 이들을 섭취하면, 관상동맥 경화증이 더 많이 발생한다 (Key, 1980). Oleic acid는 단일불포화 지방산으로서 다량 섭취시 혈중 중성지방이나 콜레스테롤의 저하를 가져오므로 동맥경화증과 같은 성인병에 유익한 효과가 있고 SFA를 많이 섭취하면 인체에 해로운 저밀도지단백 (Low-Density Lipo-protein : LDL)의 수용체 활성이 감소되어 LDL의 체내함량이 상승된다. LDL은 혈전 생성의 주요 물질로서 혈관의 협착과 경화를 가져오게 한다 (Grundy, 1986). Dryden 등 (1970)과 Studivant 등 (1992)은 올레산이 높은 비율로 함유하고 있는 고기가 맛에 있어서 좋은 평가를 받을수가 있다고 보고함으로 고기내 불포화지방산의 증가가 고기의 맛과 향미를 중요하게 관여함을 시사하였다.



10) 돈육내 콜레스테롤 분석

녹차부산물의 첨가수준에 따른 돈육내 지방산 함량은 표 14와 같다. 총 콜레스테롤 함량은 대조구가 50.81 mg/100g으로 가장 낮게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 첨가구가 68.74 mg/100g으로 가장 높게 나타났으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).

Table 14. Effect of dietary green tea by-product on meat cholesterol in finishing pig (mg/100g)

| Treatments  | Control | Antibiotics | Green tea by-product |       |       |
|-------------|---------|-------------|----------------------|-------|-------|
|             |         |             | 0.5%                 | 1.0%  | 2.0%  |
| Cholesterol | 50.81   | 59.85       | 68.74                | 65.39 | 57.48 |

11) 관능테스트

녹차부산물의 첨가수준에 따른 관능테스트의 결과는 표 15와 같다. 다즙성에서는 녹차부산물 1.0% 처리구가 4.35로 가장 높았으며, 대조구가 3.73으로 낮게 나타났으나 통계적 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 연도는 녹차부산물 2.0% 처리구가 4.78으로 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 3.70으로 낮게 나타나 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 향미는 녹차부산물 2.0% 처리구가 4.35으로 가장 높았으며, 향생제가 4.05으로 가장 낮은 결과를 보였으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).

Table 15. Effect of dietary green tea by-product on meat sensuous evaluation of porks

| Treatments | Control           | Antibiotics        | Green tea by-product |                   |                   |
|------------|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
|            |                   |                    | 0.5%                 | 1.0%              | 2.0%              |
| Juiceness  | 3.73              | 4.00               | 3.80                 | 4.35              | 4.08              |
| Tenderness | 4.38 <sup>a</sup> | 4.28 <sup>ab</sup> | 3.70 <sup>b</sup>    | 4.35 <sup>a</sup> | 4.78 <sup>a</sup> |
| Flavor     | 4.20              | 4.05               | 4.28                 | 4.25              | 4.35              |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ ).

## 나. 녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

### 1) 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

녹차를 첨가하여 총 6주간 사양시험을 실시한 결과, 비육돈의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 표 16과 같이 나타났다. 증체량은 0~2주령에서는 녹차 0.5% 처리구가 14.17 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 12.28 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 2~4주령에서는 항생제구가 15.39 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 13.28 kg으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 4~6주령에서는 대조구가 13.83 kg으로 가장 높았으며, 녹차 1.0% 처리구가 12.22 kg으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 0~6주간의 증체량은 항생제가 42.28 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 39.00 kg으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 사료섭취량은 0~2주령에서는 항생제구가 43.94 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 39.72 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 2~4주령에서는 항생제가 51.44 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 46.11 kg으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ).

4~6주령에서는 항생제구가 56.67 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 48.67 kg으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 0~6주령에서의 사료섭취량은 항생제구가 152.06 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 135.06 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 사료요구율은 2~4주령에서 대조구가 3.56으로 가장 높았으며, 항생제구와 녹차 0.5% 처리구에서 3.37으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 4~6주령에서는 항생제구가 4.32으로 가장 높았으며, 대조구가 3.76으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 0~6주령에서의 사료요구율은 항생제구가 3.60으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 3.46으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).

Table 16. Effects of dietary green tea on growth performance of pigs

| Treatment           | Control              | Antibiotics         | Green tea            |                      |                     |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                     |                      |                     | 0.5%                 | 1.0%                 | 2.0%                |
| 0~2 Weeks           |                      |                     |                      |                      |                     |
| Initial body weight | 71.06                | 70.33               | 70.72                | 71.11                | 70.83               |
| Final body weight   | 83.33                | 84.00               | 84.89                | 84.44                | 83.78               |
| Weight gain (kg)    | 12.28                | 13.67               | 14.17                | 13.33                | 12.94               |
| Feed intake (kg)    | 41.22                | 43.94               | 43.22                | 41.17                | 39.72               |
| FCR (feed/gain)     | 3.35                 | 3.26                | 3.06                 | 3.09                 | 3.09                |
| 2~4 Weeks           |                      |                     |                      |                      |                     |
| Initial body weight | 83.33                | 84.00               | 84.89                | 84.44                | 83.78               |
| Final body weight   | 96.61 <sup>b</sup>   | 99.39 <sup>a</sup>  | 99.11 <sup>ab</sup>  | 98.67 <sup>ab</sup>  | 97.22 <sup>ab</sup> |
| Weight gain (kg)    | 13.28                | 15.39               | 14.22                | 14.22                | 13.44               |
| Feed intake (kg)    | 46.11                | 51.44               | 47.83                | 48.17                | 46.67               |
| FCR (feed/gain)     | 3.56                 | 3.37                | 3.37                 | 3.40                 | 3.55                |
| 4~6 Weeks           |                      |                     |                      |                      |                     |
| Initial body weight | 96.61 <sup>b</sup>   | 99.39 <sup>a</sup>  | 99.11 <sup>ab</sup>  | 98.67 <sup>ab</sup>  | 97.22 <sup>ab</sup> |
| Final body weight   | 110.44 <sup>ab</sup> | 112.61 <sup>a</sup> | 112.00 <sup>ab</sup> | 110.89 <sup>ab</sup> | 109.83 <sup>b</sup> |
| Weight gain (kg)    | 13.83                | 13.22               | 12.89                | 12.22                | 12.61               |
| Feed intake (kg)    | 52.11 <sup>ab</sup>  | 56.67 <sup>a</sup>  | 52.50 <sup>ab</sup>  | 51.94 <sup>ab</sup>  | 48.67 <sup>b</sup>  |
| FCR (feed/gain)     | 3.76 <sup>b</sup>    | 4.32 <sup>a</sup>   | 4.07 <sup>ab</sup>   | 4.25 <sup>a</sup>    | 3.86 <sup>ab</sup>  |
| 0~6 Weeks           |                      |                     |                      |                      |                     |
| Initial body weight | 71.06                | 70.33               | 70.72                | 71.11                | 70.83               |
| Final body weight   | 110.44 <sup>ab</sup> | 112.61 <sup>a</sup> | 112.00 <sup>ab</sup> | 110.89 <sup>ab</sup> | 109.83 <sup>b</sup> |
| Weight gain (kg)    | 39.39 <sup>b</sup>   | 42.28 <sup>a</sup>  | 41.28 <sup>ab</sup>  | 39.78 <sup>ab</sup>  | 39.00 <sup>b</sup>  |
| Feed intake (kg)    | 139.44               | 152.06              | 143.56               | 141.28               | 135.06              |
| FCR (feed/gain)     | 3.54                 | 3.60                | 3.48                 | 3.55                 | 3.46                |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

## 2) 도체 등급 판정

녹차의 첨가수준에 따른 도체 등급 판정 결과는 표 17과 같이 나타났다. 도체중은 녹차 0.5% 처리구가 85.17 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 82.06 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 (P>0.05). 등지방 두께는 대조구가 25.33 mm으로 가장 두꺼웠으며, 녹차 2.0% 처리구가 21.22 mm으로 가장 얇게 나타나 통계적인 유의차를 보였다 (P<0.05). 등급판정은 녹차 1.0% 처리구가 3.67으로 가장 높았으며, 대조구가 3.00으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 (P<0.05).

Table 17. Effects of dietary green tea on carcass characteristics of pigs

| Treatment         | Control            | Antibiotics         | Green tea           |                     |                    |
|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                   |                    |                     | 0.5%                | 1.0%                | 2.0%               |
| Slaughter wt (kg) | 83.00              | 84.78               | 85.17               | 83.83               | 82.06              |
| Back fat (mm)     | 25.33 <sup>a</sup> | 23.67 <sup>ab</sup> | 21.94 <sup>bc</sup> | 22.11 <sup>bc</sup> | 21.22 <sup>c</sup> |
| Carcass grade     | 3.00 <sup>b</sup>  | 3.44 <sup>ab</sup>  | 3.50 <sup>a</sup>   | 3.67 <sup>a</sup>   | 3.22 <sup>ab</sup> |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)  
 Calculating standard of grade point : A-5point, B-4point, C-3point, D-2point, E-1point

### 3) 도체 검사 판정

녹차의 첨가수준에 따른 비육돈의 도체 검사결과는 표 18과 같이 나타났다. Mycoplasma는 대조구가 6.00으로 높게 나타났으며, 녹차 1.0% 처리구가 5.61으로 가장 낮게 나타나 통계적 유의차를 보였다 (P<0.05). Pleuropneumonia는 대조구와 항생제구가 각각 6.00으로 높게 나타났으며, 녹차 1.0% 처리구가 5.72으로 낮게 나타났으나 통계적 유의차는 없었다 (P>0.05). Pasteurella는 대조구가 5.56으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구에서 4.56으로 가장 낮게 나타났다 (P>0.05).

Table 18. Effects of dietary green tea on carcass inspection of pigs

| Treatments      | Control           | Antibiotics        | Green tea          |                   |                    |
|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|                 |                   |                    | 0.5%               | 1.0%              | 2.0%               |
| Mycoplasma      | 6.00 <sup>a</sup> | 5.78 <sup>ab</sup> | 5.78 <sup>ab</sup> | 5.61 <sup>b</sup> | 5.89 <sup>ab</sup> |
| Pleuropneumonia | 6.00              | 6.00               | 5.83               | 5.72              | 5.89               |
| Pasteurella     | 5.56              | 4.67               | 5.44               | 5.00              | 4.56               |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

### 4) 돈육의 일반성분 분석

녹차의 첨가수준에 따른 돈육 등심부위의 일반성분 분석 결과는 표 19와 같이 나타났다. 수분은 녹차 1.0% 처리구가 73.33%으로 가장 높았으며, 항생제구가 71.66%

으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 조희분은 향생제구가 2.58%로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 1.83%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 조단백질은 녹차 1.0% 처리구가 24.02%로 가장 높았으며, 대조구가 22.01%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 조지방은 대조구가 2.06%로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 첨가구가 1.25%로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ).

Table 19. Effect of dietary green tea on the carcass composition of porks (%)

| Treatments    | Control             | Antibiotics         | Green tea           |                    |                     |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|               |                     |                     | 0.5%                | 1.0%               | 2.0%                |
| Moisture      | 73.07 <sup>ab</sup> | 71.66 <sup>b</sup>  | 72.84 <sup>ab</sup> | 73.33 <sup>a</sup> | 72.76 <sup>ab</sup> |
| Crude protein | 22.01 <sup>b</sup>  | 23.15 <sup>ab</sup> | 22.13 <sup>b</sup>  | 24.02 <sup>a</sup> | 22.13 <sup>b</sup>  |
| Crude fat     | 2.06                | 2.02                | 1.65                | 1.82               | 1.25                |
| Crude ash     | 2.09 <sup>b</sup>   | 2.58 <sup>a</sup>   | 2.04 <sup>b</sup>   | 1.86 <sup>c</sup>  | 1.83 <sup>c</sup>   |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

#### 5) 돈육의 육색 분석

녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 육색분석 결과는 표 20과 같이 나타났다. 백색도 (L)은 대조구가 53.44으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 48.97으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 적색도 (a)은 향생제구가 8.80으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 7.39으로 가장 낮았다 ( $P > 0.05$ ). 황색도 (b)은 향생제구가 5.03으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 2.73으로 가장 낮았다 ( $P > 0.05$ ).

Table 20. Effect of dietary green tea on meat color of pigs

| Treatments      | Control | Antibiotics | Green tea |       |       |
|-----------------|---------|-------------|-----------|-------|-------|
|                 |         |             | 0.5%      | 1.0%  | 2.0%  |
| L <sup>1)</sup> | 53.44   | 52.99       | 48.97     | 52.12 | 51.97 |
| a <sup>1)</sup> | 8.66    | 8.80        | 7.39      | 7.69  | 7.58  |
| b <sup>1)</sup> | 4.77    | 5.03        | 2.73      | 3.72  | 4.08  |

<sup>1)</sup> L : lightness, a : redness, b : yellowness

## 6) 돈육의 산패도 (TBA) 분석

녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 산패도 분석결과는 표 21과 같다. 신선한 돈육의 산패도는 녹차 0.5% 및 1.0% 처리구가 1.11  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 0.98  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 저장기간 1주에서는 항생제가 2.12  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 1.75  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 저장기간 2주에서는 항생제구가 2.92  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 2.74  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 저장기간 3주에서는 항생제구가 4.12  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 3.51  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).

Table 21. Effect of dietary green tea on meat TBA of pigs ( $\mu\text{mol}/100\text{g}$ )

| Treatment | Control            | Antibiotics       | Green tea          |                    |                   |
|-----------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|           |                    |                   | 0.5%               | 1.0%               | 2.0%              |
| Fresh     | 1.08               | 1.17              | 1.11               | 1.11               | 0.98              |
| 1st week  | 1.91 <sup>ab</sup> | 2.12 <sup>a</sup> | 2.00 <sup>ab</sup> | 1.82 <sup>b</sup>  | 1.75 <sup>b</sup> |
| 2nd week  | 2.89 <sup>ab</sup> | 2.92 <sup>a</sup> | 2.86 <sup>ab</sup> | 2.83 <sup>ab</sup> | 2.74 <sup>b</sup> |
| 3rd week  | 4.09 <sup>a</sup>  | 4.12 <sup>a</sup> | 4.03 <sup>a</sup>  | 3.82 <sup>b</sup>  | 3.51 <sup>b</sup> |
| Average   | 2.49               | 2.58              | 2.50               | 2.40               | 2.25              |

<sup>ab</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

## 7) 혈액 분석

녹차의 첨가수준에 따른 혈액성분 분석결과는 표 22와 같다. 총 콜레스테롤은 항생제구가 103.33 mg/dl으로 가장 높았으며, 대조구가 99.67 mg/dl으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). HDL cholesterol은 녹차 0.5와 2.0% 처리구에서 45.00 mg/dl으로 가장 높았으며, 대조구가 36.33 mg/dl으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ).

Table 22. Effect of dietary green tea on blood composition of pigs (mg/dl)

| Treatments        | Control               | Antibiotics             | Green tea              |                       |                        |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
|                   |                       |                         | 0.5%                   | 1.0%                  | 2.0%                   |
| Total cholesterol | 99.67                 | 103.33                  | 100.00                 | 100.67                | 107.17                 |
| HDL cholesterol   | 36.33 <sup>b</sup>    | 42.67 <sup>a</sup>      | 45.00 <sup>a</sup>     | 41.83 <sup>ab</sup>   | 45.00 <sup>a</sup>     |
| LDL cholesterol   | 58.33                 | 47.17                   | 48.67                  | 53.33                 | 56.33                  |
| Triglyceride      | 38.67                 | 54.67                   | 41.67                  | 45.83                 | 57.00                  |
| Glucose           | 79.67                 | 79.83                   | 68.67                  | 70.83                 | 66.17                  |
| IgG               | 1,506.67 <sup>a</sup> | 1,273.17 <sup>abc</sup> | 1,326.67 <sup>ab</sup> | 1,021.67 <sup>c</sup> | 1,136.33 <sup>bc</sup> |
| Albumin (g/dl)    | 4.20                  | 4.35                    | 4.13                   | 4.25                  | 4.28                   |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

LDL cholesterol은 대조구에서 58.33 mg/dl으로 가장 높았으며, 항생제구가 47.17 mg/dl으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 (P>0.05). Triglyceride은 녹차 2.0% 처리구가 57.00 mg/dl으로 가장 높았으며, 대조구가 38.67 mg/dl으로 가장 낮았다 (P>0.05). Glucose은 항생제구가 79.83 mg/dl으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 66.17 mg/dl으로 가장 낮았다 (P>0.05). IgG은 대조구가 1,506.67 mg/dl으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 1,136.33 mg/dl으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 (P<0.05). Albumin은 항생제구가 4.35 g/dl으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 4.13 g/dl으로 가장 낮았다 (P>0.05).

#### 8) 전단력, 가열감량 분석

녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 등심부위를 분석한 전단력과 가열감량 분석 결과는 표 23과 같다. 전단력은 녹차 1.0% 처리구가 5.02 kg/0.5inch<sup>2</sup>으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 2.94 kg/0.5inch<sup>2</sup>로 가장 낮았다 (P>0.05). 가열감량은 녹차 1.0% 처리구가 34.64%으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 31.64%로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 (P>0.05).

Table 23. Effect of dietary green tea on meat shear value and heating loss of pigs

| Treatments                                | Control | Antibiotics | Green tea |       |       |
|---|---------|-------------|-----------|-------|-------|
|   |         |             | 0.5%      | 1.0%  | 2.0%  |
| Shear value<br>(kg/0.5inch <sup>2</sup> ) | 3.37    | 3.33        | 3.86      | 5.02  | 2.94  |
| Heating loss (%)                          | 32.01   | 32.88       | 33.07     | 34.64 | 31.64 |

9) 돈육내 광물질 함량

녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 광물질 함량은 표 24와 같다. 칼슘 (Ca)은 대조구가 102.52  $\mu\text{g/g}$ 로 가장 높았으며, 항생제구가 97.30  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 철분 (Fe)은 녹차 1.0% 처리구가 100.74  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며, 대조구가 75.88  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ).

Table 24. Effect of dietary green tea on meat mineral of pigs ( $\mu\text{g/g}$ )

| Treatments | Control | Antibiotics | Green tea |        |        |
|------------|---------|-------------|-----------|--------|--------|
|            |         |             | 0.5 %     | 1 %    | 2 %    |
| Ca         | 102.52  | 97.30       | 98.89     | 100.14 | 100.14 |
| Fe         | 75.88   | 77.30       | 71.84     | 100.74 | 92.85  |

10) 돈육의 지방산 조성

녹차의 첨가수준에 따른 돈육내 지방산 함량을 분석한 결과는 표 25와 같다. 지방산 C16:0은 대조구가 25.52%로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 22.49%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). C18:0 지방산은 항생제구가 12.85%로 가장 높았으며, 대조구가 10.94%로 가장 낮게 나타나 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). C18:2n6 지방산은 녹차 2.0% 처리구가 14.17%로 가장 높게 나타났으며, 항생제 첨가구가 12.26%으로 가장 낮게 나타나 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ).



C18:3n6 지방산은 녹차 2.0% 처리구가 14.17%로 가장 높았으며, 대조구가 0.30%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 (P<0.05). C20:5 지방산은 대조구가 0.41%로 가장 높았으며 녹차 1.0% 처리구가 0.24%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 (P<0.05).

Table 25. Effect of dietary green tea on fatty acid composition of pork meat (%)

| Treatments | Control            | Antibiotics         | Green tea           |                     |                     |
|------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|            |                    |                     | 0.5 %               | 1 %                 | 2 %                 |
| C14:0      | 0.20               | 0.25                | 0.21                | 0.22                | 0.24                |
| C16:0      | 25.52 <sup>a</sup> | 24.23 <sup>ab</sup> | 24.57 <sup>ab</sup> | 24.08 <sup>ab</sup> | 22.49 <sup>b</sup>  |
| C16:1      | 1.90               | 1.83                | 2.09                | 2.32                | 2.55                |
| C18:0      | 10.94 <sup>b</sup> | 12.85 <sup>a</sup>  | 12.73 <sup>a</sup>  | 12.81 <sup>a</sup>  | 12.12 <sup>ab</sup> |
| C18:1      | 47.38              | 46.83               | 44.86               | 46.12               | 46.53               |
| C18:2n6    | 12.47 <sup>b</sup> | 12.26 <sup>b</sup>  | 13.79 <sup>ab</sup> | 13.02 <sup>ab</sup> | 14.17 <sup>a</sup>  |
| C18:3n6    | 0.30 <sup>b</sup>  | 0.43 <sup>ab</sup>  | 0.44 <sup>ab</sup>  | 0.37 <sup>ab</sup>  | 0.58 <sup>a</sup>   |
| C20:1      | 0.44               | 0.44                | 0.39                | 0.42                | 0.45                |
| C20:4      | 0.27               | 0.28                | 0.42                | 0.36                | 0.41                |
| C20:5      | 0.41 <sup>a</sup>  | 0.33 <sup>ab</sup>  | 0.30 <sup>ab</sup>  | 0.24 <sup>b</sup>   | 0.32 <sup>ab</sup>  |
| C22:6n3    | 0.22               | 0.26                | 0.29                | 0.33                | 0.25                |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

C14:0 (myristic acid), C16:0 (palmitic acid), C16:1 (palmitoleic acid), C18:0 (stearic acid), C18:1 $\omega$ 9 (oleic acid), C18:2 $\omega$ 6 (linoleic acid), C18:3 $\omega$ 6 ( $\gamma$ -linolenic acid), C20:1 $\omega$ 9 (eicosenoic acid), C20:4 $\omega$ 6 (eicosatetraenoic acid), C22:6 $\omega$ 3 (docosahexenoic acid).

#### 11) 돈육 콜레스테롤 (cholesterol) 함량 분석

녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 콜레스테롤 함량은 표 26과 같다. 녹차 0.5% 처리구가 80.87 mg/100g으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 75.72 mg/100g으로 가장 낮았다 (P>0.05).

Table 26. Effect of dietary green tea on meat cholesterol of pigs (mg/100g)

| Treatments  | Control | Antibiotics | Green tea |       |       |
|-------------|---------|-------------|-----------|-------|-------|
|             |         |             | 0.5 %     | 1 %   | 2 %   |
| Cholesterol | 79.83   | 78.64       | 80.87     | 76.58 | 75.72 |

12) 분변의 대장균수의 변화

녹차의 첨가수준에 따른 분변의 대장균수를 검사한 결과는 표 27과 같다. 항생제 구에서  $9.5 \times 10^3$ 으로 가장 높게 나타났으며, 녹차 0.5% 처리구에서  $5.6 \times 10^3$ 으로 가장 낮게 나타났다.

Table 27. Effect of dietary green tea on fecal number of *E. coli* of pigs (cfu/g)

| Treatments               | Control           | Antibiotics       | Green tea         |                   |                   |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                          |                   |                   | 0.5 %             | 1.0 %             | 2.0 %             |
| Number of <i>E. coli</i> | $8.2 \times 10^3$ | $9.5 \times 10^3$ | $5.6 \times 10^3$ | $6.8 \times 10^3$ | $7.2 \times 10^3$ |

\* The numbers are represented the average value of the means.

Each analysis was replicated by three times (n=3)

13) 관능검사

녹차의 첨가수준에 따른 관능검사 결과는 표 28과 같다. 다즙성은 녹차 2.0% 처리구가 4.13으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 3.53으로 가장 낮았다 ( $P > 0.05$ ). 연도는 녹차 2.0% 처리구가 4.93으로 가장 높았으며, 항생제구가 4.10으로 가장 낮았다 ( $P > 0.05$ ). 향미는 녹차 2.0% 처리구가 4.47으로 가장 높았으며, 녹차 1.0% 처리구가 4.00으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ).

Table 28 Effect of dietary green tea on meat sensuous evaluation of porks

| Treatments | Control | Antibiotics | Green Tea |      |      |
|------------|---------|-------------|-----------|------|------|
|            |         |             | 0.5%      | 1.0% | 2.0% |
| Juiceness  | 4.00    | 3.93        | 3.53      | 3.83 | 4.13 |
| Tenderness | 4.43    | 4.10        | 4.17      | 4.13 | 4.93 |
| Flavor     | 4.40    | 4.17        | 4.40      | 4.00 | 4.47 |

## 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

### 1) 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

녹차부산물과 발효녹차 첨가제의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율의 결과는 표 29와 같다. 각 처리구별 증체량은 6~8주령의 경우 발효녹차 0.5% 처리구에서 15.55 kg으로 가장 높고 항생제구가 11.78 kg으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ).

녹차부산물과 발효녹차 처리구는 대조구와 항생제구와 비교하여 모두 증체량이 유의적인 경향을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 전 시험기간동안 (0~8주령)의 증체량을 비교한 결과는 발효녹차 0.5% 처리구에서 53.71 kg으로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 49.11 kg으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 각 처리구별 사료섭취량 조사한 결과 6~8주령시 대조구가 47.30 kg으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 42.09 kg으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ).

전 시험기간 동안 (0~8주령)의 사료섭취량을 비교한 결과는 대조구가 166.08 kg으로 가장 많은 섭취량이었으며 발효녹차 0.5% 처리구가 158.27 kg으로 가장 적은 섭취량을 보여주었다. 그러나 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 전 시험기간 동안의 각 처리구별 사료요구율은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 3.40으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 3.15로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).

Table 29. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on growth performance of pigs

| Treatments          | Control             | Antibiotics         | GTB 0.5%           | GTF 0.5%            |
|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 0~2 Weeks           |                     |                     |                    |                     |
| Initial body weight | 51.55               | 51.18               | 51.52              | 51.00               |
| Final body weight   | 62.82 <sup>ab</sup> | 63.65 <sup>a</sup>  | 61.39 <sup>b</sup> | 62.93 <sup>ab</sup> |
| Weight gain (kg)    | 11.27               | 12.48               | 9.87               | 11.93               |
| Feed intake (kg)    | 34.11               | 33.40               | 34.12              | 33.04               |
| FCR (feed/gain)     | 3.06 <sup>ab</sup>  | 2.69 <sup>b</sup>   | 3.51 <sup>a</sup>  | 2.82 <sup>b</sup>   |
| 2~4 Weeks           |                     |                     |                    |                     |
| Initial body weight | 62.82 <sup>ab</sup> | 63.65 <sup>a</sup>  | 61.39 <sup>b</sup> | 62.93 <sup>ab</sup> |
| Final body weight   | 75.19 <sup>ab</sup> | 76.52 <sup>a</sup>  | 73.81 <sup>b</sup> | 76.17 <sup>ab</sup> |
| Weight gain (kg)    | 12.37               | 12.87               | 12.41              | 13.25               |
| Feed intake (kg)    | 40.68               | 38.89               | 39.98              | 39.52               |
| FCR (feed/gain)     | 3.33                | 3.03                | 3.23               | 3.00                |
| 4~6 Weeks           |                     |                     |                    |                     |
| Initial body weight | 75.19 <sup>ab</sup> | 76.52 <sup>a</sup>  | 73.81 <sup>b</sup> | 76.17 <sup>ab</sup> |
| Final body weight   | 88.21 <sup>ab</sup> | 90.97 <sup>a</sup>  | 86.84 <sup>b</sup> | 89.16 <sup>ab</sup> |
| Weight gain (kg)    | 13.02               | 14.45               | 13.04              | 12.99               |
| Feed intake (kg)    | 43.99               | 44.93               | 43.89              | 43.62               |
| FCR (feed/gain)     | 3.40                | 3.18                | 3.49               | 3.45                |
| 6~8 Weeks           |                     |                     |                    |                     |
| Initial body weight | 88.21 <sup>ab</sup> | 90.97 <sup>a</sup>  | 86.84 <sup>b</sup> | 89.16 <sup>ab</sup> |
| Final body weight   | 101.43              | 102.75              | 100.63             | 104.71              |
| Weight gain (kg)    | 13.22 <sup>b</sup>  | 11.78 <sup>c</sup>  | 13.79 <sup>b</sup> | 15.55 <sup>a</sup>  |
| Feed intake (kg)    | 47.30 <sup>ab</sup> | 43.26 <sup>b</sup>  | 46.67 <sup>a</sup> | 42.09 <sup>b</sup>  |
| FCR (feed/gain)     | 3.60 <sup>a</sup>   | 3.70 <sup>a</sup>   | 3.38 <sup>a</sup>  | 2.87 <sup>b</sup>   |
| 0~8 Weeks           |                     |                     |                    |                     |
| Initial body weight | 51.55               | 51.18               | 51.52              | 51.00               |
| Final body weight   | 101.43              | 102.75              | 100.63             | 104.71              |
| Weight gain (kg)    | 49.88 <sup>b</sup>  | 51.57 <sup>ab</sup> | 49.11 <sup>b</sup> | 53.71 <sup>a</sup>  |
| Feed intake (kg)    | 166.08              | 160.47              | 164.66             | 158.27              |
| FCR (feed/gain)     | 3.34                | 3.25                | 3.40               | 3.15                |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

## 2) 도체 등급 판정

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 도체 등급 판정 결과는 표 30과 같이 나타났다. 도체중은 항생제구가 79.67 kg으로 가장 높고 대조구가 77.54 kg으로 가장 낮게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 녹차부산물과 발효녹차 0.5% 처리구는 대조구와 비교하여 도체중은 높게 나타났으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 각 처리구별 등지방 두께를 비교한 결과, 녹차부산물과 항생제구가 각각 21.61과 21.12 mm로 가장 두껍게 조사되었으며, 대조구가 18.94 mm로 가장 얇게 조사되었으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 각 처리구별 등급판정 결과에서 발효녹차 0.5% 처리구가 4.30으로 가장 높았고 녹차부산물 0.5% 처리구가 4.03으로 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

Table 30. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on carcass characteristics of pigs

| Treatments        | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|-------------------|---------|-------------|----------|----------|
| Slaughter wt (kg) | 77.54   | 79.67       | 78.36    | 79.50    |
| Back fat (mm)     | 18.94   | 21.12       | 21.61    | 20.61    |
| Carcass grade     | 4.08    | 4.08        | 4.03     | 4.30     |

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

Calculating standard of grade point : A-5point, B-4point, C-3point, D-2point, E-1point

## 3) 돈육의 일반성분 분석

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 돈육의 등심부위를 분석한 일반성분 분석 결과는 표 31과 같다. 수분 함량에서는 각 처리구간의 유의적 차이를 보이지 않았으며, 녹차부산물 0.5% 처리구에서 72.98%로 가장 높게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 조단백질은 발효녹차 0.5% 처리구에서 26.02%으로 가장 높고 항생제구에서 22.28%로 가장 낮게 분석되어 각 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 조지방은 대조구와 항생제구에서 각각 1.9와 1.73%로 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구와 발효녹차 0.5% 처리구에서 각각 1.46과 1.5%로 낮게 나타났으나 통계적인 유의차는 없었다

( $P>0.05$ ). 조지방의 경우에 녹차부산물 처리구와 발효녹차 처리구 모두 대조구와 항생제구와 비교하여 낮은 수준으로 분석되었다. 김 등 (2005)이 감 껍질 분말을 1, 3 및 5% 첨가수준에 따른 비육돈 시험에서 돈육의 조지방 함량은 각각 2.90, 2.66 및 4.10%로 분석되어진 결과와 본 시험의 조지방 결과는 약간 낮은 수준이었다. 박 등 (2003)이 효모배양물 0.1과 0.2%로 첨가한 육성, 비육돈 시험에서 돈육의 조지방 함량이 1.58과 2.06%로 나타난 결과와 본 시험의 결과와 유사하였다.

Table 31. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on the carcass composition of porks (%)

| Treatments    | Control             | Antibiotics        | GTB 0.5%            | GTF 0.5%           |
|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Moisture      | 72.36               | 72.81              | 72.98               | 71.91              |
| Crude protein | 23.56 <sup>bc</sup> | 22.28 <sup>c</sup> | 24.50 <sup>ab</sup> | 26.02 <sup>a</sup> |
| Crude fat     | 1.90                | 1.73               | 1.46                | 1.50               |
| Crude Ash     | 1.22                | 1.15               | 1.19                | 1.59               |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

#### 4) 돈육의 육색 분석

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 돈육의 육색분석 결과는 표 32와 같다. 백색도 (L)는 녹차부산물 0.5% 처리구에서 45.07로 가장 높았고 항생제구에서 42.40으로 가장 낮게 나타났으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ).

Table 32. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat color of pigs

| Treatments      | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|-----------------|---------|-------------|----------|----------|
| L <sup>1)</sup> | 44.22   | 42.40       | 45.07    | 44.69    |
| a <sup>1)</sup> | 6.16    | 5.03        | 5.28     | 5.83     |
| b <sup>1)</sup> | 0.49    | -0.40       | 0.08     | 0.20     |

<sup>1)</sup> L : lightness, a : redness, b : yellowness

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

적색도 (a)은 대조구에서 6.16으로 가장 높았고 항생제구에서 5.03으로 가장 낮게 나타났으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 녹차부산물과 발효녹차 처리구간의 적색도 (a)를 비교한 결과 통계적 유의성은 없었으나 발효녹차 0.5% 처리구에서 높게 나타났다.

#### 6) 돈육의 산패도 (TBA) 분석

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 돈육의 산패도를 분석한 결과는 표 33과 같다. 신선한 돈육 (fresh)의 산패도는 대조구가 1.32  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 로 가장 높게 분석되었으며, 발효녹차 0.5% 처리구에서 0.92  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되었다. 그러나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 녹차부산물과 발효녹차 처리구간의 비교에서 발효녹차 처리구에서 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

Table 33. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat TBA of pigs ( $\mu\text{mol}/100\text{g}$ )

| Treatments | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|------------|---------|-------------|----------|----------|
| Fresh      | 1.32    | 1.20        | 1.14     | 0.92     |
| 1st week   | 2.03    | 2.37        | 4.55     | 1.32     |
| 2nd week   | 9.51    | 7.38        | 8.29     | 7.93     |
| 3rd week   | 21.45   | 18.50       | 19.63    | 18.36    |
| Average    | 8.58    | 7.36        | 8.40     | 7.13     |

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

저장기간 1주의 경우에 녹차부산물 0.5% 처리구가 4.55  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 1.32  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 저장기간 3주의 경우에는 대조구가 21.45  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높게 나타났으며, 발효녹차 0.5% 처리구에서 18.36  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 각 처리구별 평균적인 돈육의 산패도를 비교한 결과 대조구가 8.58  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 7.13  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되었다. 그러나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

녹차부산물과 발효녹차 처리구간의 비교는 발효녹차 처리구에서 낮게 나타났으며, 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

#### 7) 혈액 분석

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 혈액성분 분석 결과는 표 34과 같다. 총 콜레스테롤은 항생제구가 89.17 mg/dL으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구가 72.07 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 사양시험 개시시와 종료시의 총 콜레스테롤 함량 변화는 발효녹차 0.5% 처리구가 22.06 mg/dL으로 가장 크게 감소되었다. 그러나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 녹차부산물 처리구와 발효녹차 처리구는 대조구와 항생제구와 비교하여 총 콜레스테롤 수준이 낮게 나타나는 경향을 보였다. 고밀도 콜레스테롤 (HDL cholesterol)의 경우 항생제구와 발효녹차 0.5% 처리구가 각 38.63와 38.80 mg/dL로 가장 높고 대조구가 36.13 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 개시시와 종료시의 고밀도 콜레스테롤 함량의 변화를 비교한 경우 대조구, 항생제구 및 녹차부산물 처리구에서는 각각 1.84, 2.50 및 1.76 mg/dL으로 감소되는 반면, 발효녹차 0.5% 처리구에서는 2.13 mg/dL으로 증가되는 경향을 볼 수 있었으나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 저밀도 콜레스테롤 (LDL Cholesterol)의 경우에 항생제구가 45.13 mg/dL으로 가장 높고 녹차부산물 0.5% 처리구가 38.80 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 개시시와 종료시의 저밀도 콜레스테롤 함량의 변화에서는 녹차부산물 0.5% 처리구가 4.47 mg/dL으로 가장 크게 감소되었으며, 항생제구와 대조구 및 발효녹차 0.5% 처리구는 각 1.77, 0.74 및 0.70 mg/dL의 순으로 감소차이를 보였다. 그러나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 혈액내 인슐린 (Insulin)의 함량은 항생제구가 11.4  $\mu$ IU/mL으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 3.87  $\mu$ IU/mL으로 가장 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 개시시와 종료시의 인슐린 (Insulin)의 함량 변화는 녹차부산물 0.5% 처리구가 4.54  $\mu$ IU/mL으로 가장 크게 감소되는 반면, 대조구와 항생제구 및 발효녹차 0.5% 처리구는 각각 1.03, 3.47 및 0.70  $\mu$ IU/mL정도 증가되는 경향을 보였다.



Table 34. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on blood composition of pigs

| Treatments                   |        | Control            | Antibiotics        | GTB 0.5%           | GTF 0.5%          |
|------------------------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Total cholesterol<br>(mg/dL) | Intial | 95.93              | 99.13              | 96.90              | 94.13             |
|                              | Final  | 88.53              | 89.17              | 82.33              | 72.07             |
|                              | Gain   | -7.40              | -9.96              | -14.57             | -22.06            |
| HDL cholesterol<br>(mg/dL)   | Intial | 37.97              | 41.13              | 38.53              | 36.67             |
|                              | Final  | 36.13              | 38.63              | 36.77              | 38.80             |
|                              | Gain   | -1.84              | -2.50              | -1.76              | 2.13              |
| LDL cholesterol<br>(mg/dL)   | Intial | 43.57              | 46.90              | 43.27              | 41.60             |
|                              | Final  | 42.83              | 45.13              | 38.80              | 40.90             |
|                              | Gain   | -0.74              | -1.77              | -4.47              | -0.70             |
| Triglyceride<br>(mg/dL)      | Intial | 67.40              | 72.07              | 64.10              | 60.37             |
|                              | Final  | 62.30              | 61.57              | 51.17              | 68.37             |
|                              | Gain   | -5.10              | -10.50             | -12.93             | 8.00              |
| Glucose(S)<br>(mg/dL)        | Intial | 96.67              | 103.00             | 107.67             | 94.67             |
|                              | Final  | 81.07              | 95.63              | 98.73              | 100.17            |
|                              | Gain   | -15.60             | -7.37              | -8.94              | 5.50              |
| Cortisol<br>( $\mu$ g/mL)    | Intial | 4.20               | 3.43               | 2.20               | 3.27              |
|                              | Final  | 4.50               | 5.50               | 3.63               | 5.90              |
|                              | Gain   | 0.30               | 2.07               | 1.43               | 2.63              |
| Insulin<br>( $\mu$ IU/mL)    | Intial | 5.20 <sup>ab</sup> | 7.97 <sup>ab</sup> | 13.27 <sup>a</sup> | 3.17 <sup>b</sup> |
|                              | Final  | 6.23               | 11.40              | 8.73               | 3.87              |
|                              | Gain   | 1.03               | 3.47               | -4.54              | 0.70              |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

#### 8) 전단력, 가열감량 분석

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 돈육의 전단력과 가열감량에 대한 분석결과는 표 35과 같다. 전단력 (Shear value)은 발효녹차 0.5% 처리구가 3.11 kg/0.5 inch으로 가장 높고 대조구, 향생제구 및 녹차부산물 0.5% 처리구에서 각각 3.03, 3.00 및 3.068 kg/0.5 inch로 분석되어 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 (P<0.05). 가열감량 (Heating loss)의 경우에 발효녹차 0.5% 처리구에서 33.78%로 가장 높고 대조구에서 32.56%로 가장 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05).

Table 35. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat shear value and heating loss of pigs

| Treatments                             | Control           | Antibiotics       | GTB 0.5%           | GTF 0.5%          |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Shear value (kg/0.5inch <sup>2</sup> ) | 3.03 <sup>b</sup> | 3.0 <sup>ab</sup> | 3.06 <sup>ab</sup> | 3.11 <sup>a</sup> |
| Heating loss (%)                       | 32.56             | 33.11             | 33.60              | 33.78             |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

### 9) 돈육내 광물질 함량

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 돈육의 광물질 함량에 대한 분석결과는 표 36과 같다. 각 처리구별 돈육에 함유된 철분 (Fe) 함량은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 0.96 mg/100g으로 가장 높고 항생제구에서 0.73 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었으나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05).

Table 36. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat mineral of pigs (mg/100g)

| Treatments | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|------------|---------|-------------|----------|----------|
| Fe         | 0.81    | 0.73        | 0.96     | 0.82     |
| Ca         | 9.25    | 6.67        | 10.03    | 8.00     |
| Mg         | 19.31   | 16.99       | 19.05    | 18.74    |

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

돈육내 칼슘 (Ca)의 함량은 녹차부산물 0.5% 처리구가 10.03 mg/100g으로 가장 높고 항생제구에서 6.67 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 (P>0.05). 녹차부산물과 발효녹차 처리구간을 비교하면, 녹차부산물 처리구가 높게 나타났으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05). 마그네슘 (Mg)의 함량의 경우, 항생제구와 녹차부산물 0.5% 처리구가 각각 19.31과 19.05 mg/100g으로 대조구와 발효녹차 0.5% 처리구에 비해 높게 나타났다. 그러나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05).

## 10) 돈육의 지방산 조성

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 돈육의 지방산 함량에 대한 분석결과는 표 37과 같다. C16:0 (palmitic acid) 지방산의 경우 항생제구가 26.40%으로 가장 높게 분석되었으며, 대조구에서 23.96%으로 가장 낮게 분석되어 처리구간 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ).

Table 37. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on fatty acid composition of pork meat (%)

| Treatments      | Control            | Antibiotics        | GTB 0.5%           | GTF 0.5%            |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| C14:0           | 2.06               | 1.93               | 1.62               | 1.44                |
| C16:0           | 23.96 <sup>b</sup> | 26.40 <sup>a</sup> | 26.29 <sup>a</sup> | 26.01 <sup>ab</sup> |
| C16:1           | 3.94               | 3.70               | 3.45               | 3.39                |
| C18:0           | 10.15              | 10.64              | 10.11              | 9.38                |
| C18:1           | 43.85              | 44.88              | 42.93              | 45.93               |
| C18:2n6         | 11.58              | 8.33               | 11.32              | 10.12               |
| C18:3n3         | 0.42               | 0.88               | 0.54               | 0.51                |
| C20:1           | 0.57               | 0.51               | 0.98               | 0.53                |
| C20:4n6         | 0.89               | 0.99               | 0.91               | 0.83                |
| C:20:5          | 1.04               | 0.77               | 0.72               | 0.66                |
| C22:4n6         | 0.88               | 0.59               | 0.64               | 0.89                |
| C22:6n3         | 0.75               | 0.43               | 0.49               | 0.30                |
| SFA             | 36.17              | 38.97              | 38.02              | 36.84               |
| USFA            | 78.73              | 72.63              | 76.12              | 76.17               |
| (MUFA+PUFA)/SFA | 2.18               | 1.90               | 2.00               | 2.07                |
| Mono            | 44.42              | 45.39              | 43.91              | 46.46               |
| Poly            | 15.56              | 11.98              | 14.62              | 13.31               |
| n3              | 1.17               | 1.31               | 1.03               | 0.81                |
| n6              | 13.35              | 9.91               | 12.88              | 11.83               |
| n6/n3           | 12.66              | 11.52              | 12.57              | 16.15               |
| MUFA/SFA        | 1.23               | 1.17               | 1.15               | 1.26                |
| PUFA/SFA        | 0.43               | 0.32               | 0.38               | 0.36                |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

GTB: Green tea by-product, GTF: Green tea fermentation medium

C14:0 (myristic acid), C16:0 (palmitic acid), C16:1 (palmitoleic acid), C18:0 (stearic acid), C18:1n9 (oleic acid), C18:2n6 (linoleic acid), C18:3n6 ( $\gamma$ -linolenic acid), C20:1n9 (eicosenoic acid), C20:4n6 (eicosatetraenoic acid), C22:6n3 (docosahexenoic acid).

녹차부산물과 발효녹차 처리구는 대조구와 비교해서 높게 분석되었다 ( $P < 0.05$ ). 각 처리구의 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율을 비교한 결과는 대조구가 2.18%로 가장 높고 항생제구가 1.90%으로 가장 낮게 나타났다. 녹차부산물과 발효녹차 처리구의 경우에 항생제구와 비교해서 높게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).

#### 11) 돈육 콜레스테롤 함량 분석

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 돈육의 콜레스테롤 함량에 대한 분석결과는 표 38과 같다. 각 처리구별 돈육의 콜레스테롤 함량을 비교한 결과는 대조구 64.11 mg/100g로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 58.17 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다. 녹차부산물과 발효녹차 처리구는 대조구와 항생제구와 비교해서 낮은 수준으로 분석되었다. 그러나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).

Table 38. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat cholesterol of pigs (mg/100g)

| Treatments  | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|-------------|---------|-------------|----------|----------|
| Cholesterol | 64.11   | 63.55       | 58.96    | 58.17    |

GTB: Green tea by-product, GTF: Green tea fermentation medium

#### 12) 분변의 대장균수의 변화

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 분변내 대장균 (*E. coli*)의 수를 검사한 결과는 표 39와 같다. 각 처리구별 분변의 대장균 수는 항생제구가 가장 높은  $1.0 \times 10^6$  cfu/g으로 검사되었고 발효녹차 0.5% 처리구에서 가장 낮은  $4.4 \times 10^3$  cfu/g으로 검사되었다. 대조구와 녹차부산물 처리구에서는 각각  $9.3 \times 10^4$ ,  $2.0 \times 10^5$  cfu/g로 검사되었다.

Table 39. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on fecal number of *E. coli* of pigs (cfu/g)

| Treatments               | Control             | Antibiotics         | GTB 0.5 %           | GTF 0.5 %           |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Number of <i>E. coli</i> | 9.3×10 <sup>4</sup> | 1.0×10 <sup>6</sup> | 2.0×10 <sup>5</sup> | 4.4×10 <sup>4</sup> |

The numbers are represented the average value of the means.

Each analysis was replicated by three times (n=3)

### 13) 관능검사

녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 돈육의 관능검사 결과는 표 40과 같다. 각 처리구별 다즙성 (juiceness)은 향생제구가 4.97로 가장 높았고 대조구가 4.07로 가장 낮아 처리구간 통계적인 유의성을 보였다 (P<0.05). 연도 (tenderness)에서는 향생제구가 4.73으로 가장 높게 나타났고 대조구가 4.23으로 가장 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05). 향미성 (flavor)에서는 발효녹차 0.5% 처리구에서 4.80으로 가장 높고 대조구에서 4.50으로 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05).

Table 40. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat sensuous evaluation of porks

| Treatments | Control           | Antibiotics       | GTB 0.5%           | GTF 0.5%           |
|------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Juiceness  | 4.07 <sup>b</sup> | 4.97 <sup>a</sup> | 4.67 <sup>ab</sup> | 4.50 <sup>ab</sup> |
| Tenderness | 4.23              | 4.73              | 4.40               | 4.63               |
| Flavor     | 4.50              | 4.63              | 4.60               | 4.80               |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

#### 4. 결론

본 연구과제는 동물의 면역성과 기능성이 강화된 사료개발을 목적으로 녹차와 녹차부산물 및 유용미생물을 활용한 양돈용 사료개발과 이를 이용한 고품질의 브랜드 돈육을 개발하고자 본 연구를 수행하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

##### 가. 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

평균 체중  $77 \pm 0.4$  kg의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 75두를 공시하여 대조구, 항생제구, 녹차부산물 0.5, 1.0 및 2.0% 처리구로 하여 5처리구 3반복, 반복당 5두씩의 완전 임의배치하여 110 kg에 도달시까지 사양시험을 실시하였다.

- 1) 전 시험기간 동안의 증체량은 항생제구가 38.90 kg으로 가장 높고 녹차부산물 2% 처리구가 34.00 kg으로 가장 낮은 결과를 보여 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 처리구별 사료섭취량은 녹차부산물 2% 처리구가 158.20 kg으로 가장 많은 섭취를 보였고 대조구가 131.67 kg으로 가장 낮은 섭취를 보여 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 처리구별 사료효율은 녹차부산물 2.0% 처리구가 4.67로 가장 높고 대조구가 3.64로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ).
- 2) 도체중은 대조구가 93.67 kg으로 가장 높았고, 녹차부산물 0.5% 처리구에서 85.17 kg으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 처리구간의 등급판정은 녹차부산물 0.5% 처리구와 녹차부산물 2.0% 처리구가 2.67로 높게 나타났으며, 대조구가 1.50으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적인 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ).
- 3) 돈육의 수분함량은 녹차부산물 2.0% 처리구가 73.53%로 가장 높고 항생제구가 71.45%로 가장 낮은 함량을 보여 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 조지방은 녹차부산물 0.5% 처리구가 4.53%로 가장 높고 대조구가 2.10%로 가장 낮게 나타났다 ( $P < 0.05$ ). 조단백질은 항생제구가 23.50%로 높았고 녹차부산물 1.0% 처리구가 22.38%로 낮게 나타났다 ( $P > 0.05$ ).
- 4) 돈육의 백색도 (L)는 녹차부산물 1% 처리구에서 54.55로 가장 높게 나타났으

- 며, 대조구가 51.54로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 처리구별 적색도 (a)는 항생제구가 9.98로 높게 나타났으며, 녹차부산물 2.0% 처리구가 9.30으로 낮게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 산패도는 대조구에서 9.02  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 녹차부산물 2.0% 처리구에서 7.80  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 나타나 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ).
- 5) 혈액내 백혈구 (WBC)는 녹차부산물 2.0% 처리구에서 20.87  $10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구에서 17.90  $10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 적혈구 (RBC)는 녹차부산물 2.0% 처리구가 7.52  $10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 높았으며, 대조구가 6.75  $10^3/\text{mm}^3$ 로 가장 낮아 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ).
- 6) 등심의 전단력은 녹차부산물 0.5% 처리구가 3.38  $\text{kg}/0.5\text{inch}^2$ 로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구가 2.97  $\text{kg}/0.5\text{inch}^2$ 로 낮은 결과를 보였다 ( $P<0.05$ ). 가열감량은 항생제구가 34.25%로 가장 높았으며, 녹차부산물 2.0% 처리구가 30.74%로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). pH는 대조구가 5.78으로 가장 높고 항생제구가 5.61으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ).
- 7) 돈육의 철분 (Fe)함량은 녹차부산물 2.0% 처리구가 198.21  $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구가 152.43  $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 낮게 나타났으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 지방상의 경우 C14:0 (myristic acid) 지방산은 대조구가 1.93으로 가장 높았으며, 녹차부산물 2% 처리구가 0.65로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). C18:3 $\omega$ 3 (linolenic acid) 지방산은 녹차부산물 0.5% 처리구가 0.69로 가장 높았으며, 녹차부산물 1.0% 처리구가 0.24로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). C20:1 $\omega$ 9 (eicosenoic acid) 지방산은 녹차부산물 2.0% 처리구가 1.77로 높았으며, 항생제구가 0.12로 가장 낮았다 ( $P<0.05$ ). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 대조구가 50.81  $\text{mg}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 첨가구가 68.74  $\text{mg}/100\text{g}$ 으로 가장 높게 나타났으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).
- 8) 관능검사의 경우 다즙성 (juiciness)은 녹차부산물 1.0% 처리구가 4.35로 가장 높았으며, 대조구가 3.73으로 낮게 나타났으나 통계적 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 연도(tenderness)는 녹차부산물 2.0% 처리구가 4.78으로 높게 나타났

으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 3.70으로 낮게 나타나 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 향미 (flavor)는 녹차부산물 2.0% 처리구가 4.35으로 가장 높았으며, 항생제가 4.05으로 가장 낮은 결과를 보였으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ).

#### 나. 녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

평균 체중 70 kg의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 90두를 공시하여 대조구, 항생제구, 녹차 0.5, 1.0 및 2.0% 처리구로 하여 5처리구 3반복, 반복당 6두씩 완전 임의배치하여 110 kg에 도달시까지 사양시험을 실시하였다. 다음과 같은 결과를 얻을수 있었다.

- 1) 전 시험기간동안의 증체량은 항생제가 42.28 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 39.00 kg으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 사료섭취량은 항생제구가 152.06 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 135.06 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 사료요구율은 항생제구가 3.60 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 3.46으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ).
- 2) 도체중은 녹차 0.5% 처리구가 85.17 kg으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 82.06 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 등지방 두께는 대조구가 25.33 mm으로 가장 두꺼웠으며, 녹차 2.0% 처리구가 21.22 mm으로 가장 얇게 나타나 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 등급판정은 녹차 1.0% 처리구가 3.67으로 가장 높았으며, 대조구가 3.00으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ).
- 3) 등심육의 수분함량은 녹차 1.0% 처리구가 73.33 %으로 가장 높았으며, 항생제구가 71.66%으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 조단백질은 녹차 1.0% 처리구가 24.02%으로 가장 높았으며, 대조구가 22.01%으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 조지방은 대조구가 2.06%으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 첨가구가 1.25%으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ).
- 4) 돈육의 백색도 (L)는 대조구가 53.44으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가



48.97으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 적색도 (a)은 항생제구가 8.80으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 7.39으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 산패도는 저장기간 1주째의 경우 항생제가 2.12  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 1.75  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 저장기간 2주째의 경우 항생제구가 2.92  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 2.74  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 저장기간 3주째의 경우는 항생제구가 4.12  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 3.51  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).

- 5) 혈액내 총 콜레스테롤 함량은 항생제구가 103.33 mg/dl으로 가장 높았으며, 대조구가 99.67 mg/dl으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). HDL cholesterol은 녹차 0.5%와 2.0% 처리구에서 45.00 mg/dl으로 가장 높았으며, 대조구가 36.33 mg/dl으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). LDL cholesterol은 대조구에서 58.33 mg/dl으로 가장 높았으며, 항생제구가 47.17 mg/dl으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).
- 6) 등심의 전단력은 녹차 1.0% 처리구가 5.02 kg/0.5inch<sup>2</sup>으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 2.94 kg/0.5inch<sup>2</sup>로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 가열감량은 녹차 1.0% 처리구가 34.64%으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 31.64%로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).
- 7) 돈육의 철분 (Fe)함량은 녹차 1.0% 처리구가 100.74  $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 대조구가 75.88  $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 C16:0 지방산은 대조구가 25.52로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 22.49로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). C18:2n6 지방산은 녹차 2.0% 처리구가 14.17로 가장 높게 나타났으며, 항생제 첨가구가 12.26으로 가장 낮게 나타나 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). C18:3n6 지방산은 녹차 2.0% 처리구가 14.17로 가장 높았으며, 대조구가 0.30으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 녹차 0.5% 처리구가 80.87 mg/100g으로 가장 높았으며, 녹차 2.0% 처리구가 75.72 mg/100g으로 가장 낮았다

( $P>0.05$ ).

- 8) 분변의 대장균 수는 항생제구에서  $9.5 \times 10^3$ 으로 가장 높게 나타났으며, 녹차 0.5% 처리구에서  $5.6 \times 10^3$ 으로 가장 낮게 나타났다.
- 9) 관능검사의 경우 다즙성은 녹차 2.0% 처리구가 4.13으로 가장 높았으며, 녹차 0.5% 처리구가 3.53으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 연도는 녹차 2.0% 처리구가 4.93으로 가장 높았으며, 항생제구가 4.10으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 향미는 녹차 2.0% 처리구가 4.47으로 가장 높았으며, 녹차 1.0% 처리구가 4.00으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).

#### 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

평균 체중 51 kg의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 72두를 공시하여 대조구, 항생제구, 녹차부산물 0.5% 및 발효녹차 0.5% 처리구로 하여 4처리구 3반복, 반복당 6두씩 완전 임의배치하여 110 kg에 도달시까지 사양시험을 실시하였다. 다음과 같은 결과를 얻을수 있었다.

- 1) 전 시험기간동안의 증체량은 발효녹차 0.5% 처리구에서 53.71 kg으로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 49.11 kg으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 사료섭취량은 대조구가 166.08 kg으로 가장 많은 섭취량이었으며 발효녹차 0.5% 처리구가 158.27 kg으로 가장 적은 섭취량을 보여주었다. 그러나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 사료요구율은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 3.40으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 3.15로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 2) 도체중은 항생제구가 79.67 kg으로 가장 높고 대조구가 77.54 kg으로 가장 낮게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 녹차부산물과 발효녹차 0.5% 처리구는 대조구와 비교하여 도체중은 높게 나타났으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 등지방 두께는 녹차부산물과 항생제구가 각각 21.61과 21.12 mm로 가장 두껍게 조사되었으며, 대조구가 18.94 mm로 가장 얇게 조사되었으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 등근판정은 결과에서 발효녹차 0.5% 처리구가 4.30으로 가장 높았고 녹차부산물 0.5% 처리구가 4.03으로 가장 낮았으나

통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

- 3) 돈육의 수분함량은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 72.98%로 가장 높게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 조단백질은 발효녹차 0.5% 처리구에서 26.02%으로 가장 높고 항생제구에서 22.28%로 가장 낮게 분석되어 각 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 조지방은 대조구와 항생제구에서 각각 1.9와 1.73%로 높게 나타났다으며, 녹차부산물 0.5% 처리구와 발효녹차 0.5% 처리구에서 각각 1.46과 1.5%로 낮게 나타났으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 4) 돈육의 백색도 (L)는 녹차부산물 0.5% 처리구에서 45.07로 가장 높았고 항생제구에서 42.40으로 가장 낮게 나타났으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 적색도 (a)은 대조구에서 6.16으로 가장 높았고 항생제구에서 5.03으로 가장 낮게 나타났으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 녹차부산물과 발효녹차 처리구간의 적색도 (a)를 비교한 결과 통계적 유의성은 없었으나 발효녹차 0.5% 처리구에서 높게 나타났다. 돈육의 산패도는 대조구가 8.58  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 7.13  $\mu\text{mol}/100$ 으로 가장 낮게 분석되었다. 그러나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 녹차부산물과 발효녹차 처리구간의 비교는 발효녹차 처리구에서 낮게 나타났으며, 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 5) 혈액내 총 콜레스테롤은 항생제구가 89.17 mg/dL으로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구가 72.07 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 사양시험 개시시와 종료시의 총 콜레스테롤 함량 변화는 발효녹차 0.5% 처리구가 22.06 mg/dL으로 가장 크게 감소되었다. 그러나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 고밀도 콜레스테롤은 항생제구와 발효녹차 0.5% 처리구가 각 38.63와 38.80 mg/dL로 가장 높고 대조구가 36.13 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 저밀도 콜레스테롤은 항생제구가 45.13 mg/dL으로 가장 높고 녹차부산물 0.5% 처리구가 38.80 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 인슐린의 함량은 항생제구가 11.4  $\mu\text{IU}/\text{dL}$ 으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 3.87  $\mu\text{IU}/\text{dL}$ 으로 가장 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 6) 등심육의 전단력은 발효녹차 0.5% 처리구가 3.11 kg/0.5inch<sup>2</sup>으로 가장 높고 대조구, 항생제구와 녹차부산물 0.5% 처리구에서 각각 3.03, 3.00 및 3.068 kg

/0.5inch<sup>2</sup>로 분석되어 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 가열감량 (Heating loss)의 경우에 발효녹차 0.5% 처리구에서 33.78%로 가장 높고 대조구에서 32.56 %로 가장 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).

- 7) 돈육의 철분 (Fe) 함량은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 0.96 mg/100g으로 가장 높고 향생제구에서 0.73 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었으나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 돈육내 칼슘 (Ca)의 함량은 녹차부산물 0.5% 처리구가 10.03 mg/100g으로 가장 높고 향생제구에서 6.67 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P > 0.05$ ). 돈육의 지방산 함량의 경우 C16:0 (palmitic acid) 지방산은 향생제구가 26.40으로 가장 높게 분석되었으며, 대조구에서 23.96으로 가장 낮게 분석되어 처리구간 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율을 비교한 결과는 대조구가 2.18로 가장 높고 향생제구가 1.90으로 가장 낮게 나타났다. 녹차부산물과 발효녹차 처리구의 경우에 향생제구와 비교해서 높게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 대조구 64.11 mg/100g로 가장 높고 발효녹차 0.5% 처리구에서 58.17 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P > 0.05$ ).
- 8) 분변의 대장균 수는 향생제구가 가장 높은  $1.0 \times 10^6$  cfu/g으로 검사되었고 발효 녹차 0.5% 처리구에서 가장 낮은  $4.4 \times 10^3$  cfu/g으로 검사되었다. 대조구와 녹차부산물 처리구에서는 각각  $9.3 \times 10^4$ ,  $2.0 \times 10^5$  cfu/g로 검사되었다.
- 9) 관능검사의 경우 다즙성 (juiciness)은 향생제구가 4.97로 가장 높았고 대조구가 4.07로 가장 낮아 처리구간 통계적인 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 연도 (tenderness)는 향생제구가 4.73으로 가장 높게 나타났고 대조구가 4.23으로 가장 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 향미성 (flavor)은 발효녹차 0.5% 처리구에서 4.80으로 가장 높고 대조구에서 4.50으로 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).

## 제 2 절 녹차 및 유용 미생물을 이용한 면역강화 사료개발

### 1. 서론

현재, 양돈 산업은 대규모로 산업화되면서 사료내 항생제의 첨가와 화학적 치료제의 사용으로 말미암아 생산성이 크게 향상되었다. 항생물질은 지난 40여년 동안 동물 사료의 첨가제로서 널리 이용되어져 왔으며, 단순히 질병의 치료 목적 이외에도 성장촉진제로서 널리 사용되어 왔다. 그러나 항생물질에 대한 내성균의 출현으로 항생제 대체방법에 있어서 생균제 (probiotics, direct-fed microbials)의 사용이 적극 권장되고 있다 (Snyder와 Champness, 1997).

생균제 (probiotics)는 항생물질 (antibiotics)에 대비되는 말로써 살아있는 미생물 균체를 섭취함으로써 미생물이 분비하는 효소, 유기산, 비타민 및 무독성 항균물질 등에 의한 장내 균총의 정상화는 물론 장질환 치료를 통해 신체기능 개선을 목적으로 생산된 제품을 말한다 (Jun 등, 2002). 이런 생균제는 기술적인 측면에서 관능적 특성이나 안정성 (Khedkar 등, 1989), bacteriophage 저항성, 제조 과정 중의 생존성이 우수해야 하며, 기능적인 측면에서는 정착성, 서식성, 항미생물제 생성 능력, antigenotoxic에 있어 우수성이 있어야 한다 (Koo 등, 2001; Campell 등, 1992; Fuller, 1989). 특히 장내 생존력이 우수해야 상업적으로 이용가치가 증대된다 (Jun, 1998). 동물에 이용되는 생균은 질병에 저항성이 있는 장내 미생물이 주로 포함된다.

장내 미생물은 *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium* 및 *rotavirus* 등과 같이 여러 가지 병원성 균에 대해 저항성을 가진다. 그러므로 생균제의 개발에 있어서 이러한 질병들에 대해 효과적인 예방과 치료가 가능하도록 접근하는 것이 중요하다 (Fuller, 1999). 현재, 동물에 사용되어지는 주요 생균 미생물은 *Lactobacillus* sp., *Bacillus* sp., yeasts 및 fungi 등이 일반적으로 사용된다 (Ko 등, 1991). 최근에는 항생물질을 대체할 수 있는 비항생제적 방법으로 기능성 약용식물을 이용하는 연구가 다수 진행되고 있다 (Kwon 등, 2005; Berg, 1989; Lyons 등, 2000; Harris 등, 1990; Martin 등, 1992). 연구가 많이 진행되는 약용식물의 예로는 녹차 (Green tea), 인진쑥 (Artemisia), 오가피 (Acanthopanax)와 마늘 (Garlic) 등이 있다 (Yang 등, 2003; Kwon 등, 2005). 본 연구에서 이용되는 녹차는 중국과 한국, 일본

등에서 기원전 2,700년경부터 기호차로서 음용되어 왔을 뿐만 아니라 최근에는 녹차에 함유된 여러 성분들의 약리적인 메카니즘 등이 점차 밝혀짐에 따라 그 가치가 재인식되고 있다. 특히 녹차에 있어서 주요성분의 하나인 폴리페놀류 (EC, EgC, ECg, EgCg)의 항종양 (Itaro 등, 1988; Mukhtar, 1999), 항산화 (Mayumi 등, 1987), 생체내 활성산소에 의한 산화방지 (Ryuhei, 1990; Mayumi 등, 1987), 혈당저하 (Isigaki 등, 1991), 고혈압 감소 (Sai-kato 등, 1986; Ikeda 등, 1992; Matusuzaki 등, 1985), 혈액 콜레스테롤 저하 (Keiichiro 등, 1986) 및 식품의 부패예방 등 건강상 다양한 기능성 작용을 하는 것으로 알려져 있다.

최근 연구보고에 의하면 녹차음료를 제조하고 남은 저급의 녹차를 어류용 (Kono 등, 2000), 육계용 (Kaneko 등, 2001; Cao, 2005), 송아지용 (Ishihara 등, 2001), 양돈용 (Suzuki, 2002) 사료의 첨가제로 사용하여 가축의 생산성 및 기능성 등에 효과가 있는 것으로 보고된바 있다. 그러나 현재까지 생균과 약용식물을 연계한 복합적인 발효방법을 이용한 항생제의 대체물질을 개발하는 방법은 알려진 바가 없다.

본 연구과제의 1차년도는 항생물질을 대체할 수 있는 녹차와 유용 미생물을 이용한 발효녹차 첨가제를 개발하고자 하였다. 생균으로서 이용할 균주를 내산성, 내담성, 내열성 및 녹차추출물에 대한 감수성 등과 같은 실험을 통하여 유용균주 선발 실험을 수행하였으며, 발효녹차 첨가제의 제조와 그를 이용한 병원성균의 억제력을 평가하여 산업용으로 이용가능성을 검토하였다. 본 연구과제의 2차년도는 비육돈 사료에 발효녹차 첨가제 0.1, 0.5 및 1.0%의 수준별 급여가 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 본 연구과제의 3차년도는 비육돈 사료에 발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가가 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향을 비교하여 산업적 응용가능성을 제시하고자 본 연구를 수행하였다.

## 2. 연구수행 내용 및 방법

### 가. 녹차와 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 제조

#### 1) 발효녹차 첨가제의 제조를 위한 유용미생물 선발

##### 가) 실험균주

발효녹차 첨가제의 제조에 활용할 유용미생물의 선발을 위해 한국생명공학연구소

에서 분양받은 11종의 균주와 순천대학교 동물자원학과에서 보유한 15종의 균주 총 26종의 균주를 공시균주 (KCTC: Korean Collection for Type Cultures)로 선정하였다. 공시균주는 돼지와 닭의 장에서 분리된 것, 성장하는 동안 항생물질이나 미생물의 생육 저지물질을 내는 것 및 강력한 소화물질을 내는 것 등의 기준으로 선정하였다. 본 연구에 사용한 균의 종류는 다음 표 1과 같다.

Table 1. The media and cultural methods used in this study for selection of bacterial strains

| Bacterial strain <sup>1)</sup>   | Medium | Incubation method | Incubation time(hr) |
|--|--------|-------------------|---------------------|
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> KCTC 3111<br><i>Lactobacillus acidophilus</i> KCTC 3146<br><i>Lactobacillus acidophilus</i> KCTC 3149<br><i>Lactobacillus acidophilus</i> KCTC 3150 | MRS    | Anaerobes culture | 48                  |
| <i>Lactobacillus casei</i> KCTC 2180<br><i>Lactobacillus casei</i> KCTC 3109   | MRS    | Anaerobes culture | 48                  |
| <i>Lactobacillus plantarum</i> KCTC 1048<br><i>Lactobacillus plantarum</i> KCTC 3099<br><i>Lactobacillus plantarum</i> KCTC 3104<br><i>Lactobacillus plantarum</i> KCTC 3107         | MRS    | Anaerobes culture | 48                  |
| <i>Enterococcus faecium</i> KCTC 2022<br><i>Enterococcus faecium</i> KCTC 3078<br><i>Enterococcus faecium</i> KCTC 3080<br><i>Enterococcus faecium</i> KCTC 3122                     | MRS    | Anaerobes culture | 48                  |
| <i>Bacillus subtilis</i> KCTC 1022<br><i>Bacillus subtilis</i> KCTC 1103<br><i>Bacillus subtilis</i> KCTC 1666<br><i>Bacillus subtilis</i> KCTC 3239                                 | NB     | Aerobic culture   | 48                  |
| <i>Bacillus coagulans</i> KCTC 1013<br><i>Bacillus coagulans</i> KCTC 1014<br><i>Bacillus coagulans</i> KCTC 1015<br><i>Bacillus coagulans</i> KCTC 1662                             | NB     | Aerobic culture   | 48                  |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> KCTC 1201<br><i>Saccharomyces cerevisiae</i> KCTC 7107<br><i>Saccharomyces cerevisiae</i> KCTC 7915<br><i>Saccharomyces cerevisiae</i> KCTC 7928     | YM     | Anaerobes culture | 24                  |

<sup>1)</sup> These strains are Korean Collection for Type Cultures (KCTC), obtained from Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB).

본 연구의 *Lactobacillus* 속, *Enterococcus* 속의 고체 및 액체 배양배지는 MRS배지 (Difco, Detroit, USA), *Bacillus* 속은 NB배지 (Nutrient Broth, Difco),

*Saccharomyces* 속은 YM broth배지 (Difco)를 사용하였고 이들의 배양조건은 *Lactobacillus* 속 및 *Enterococcus* 속은 37℃에서 48시간 정치배양 하였으며, *Bacillus* 속은 37℃에서 48시간동안 60 rpm으로 진탕 배양하였고, *Saccharomyces* 속은 30℃에서 24시간동안 정치배양하였다.

#### 나) 내산성, 내담즙산 및 내열성 실험

##### (1) 내산성 검사

선정된 26종의 균주는 인공 위액에서의 pH 저항성을 검사를 위하여 멸균된 100 mL의 각 배지에 각각의 균을 접종하고 37℃에서 48시간 (*Saccharomyces* 속은 30℃, 24시간)동안 배양하였다. 균주가 배양된 배양액 1 mL를 각각 100 mL의 인공위액 (1,000 U pepsin/mL 첨가, pH 4) NB배지와 대조구로서 pH 7로 조정된 NB배지 (100 mL)에 접종하고, 37℃ (*Saccharomyces* sp는 30℃)에서 3시간 반응시켰다. 그 후 1 mL를 취해 0.85% NaCl로 연속 희석 (10-fold serial dilution)시켜 평판배지 (NA, petridish)에 도말하여 성장한 colony의 수를 측정하였다. 인공위액의 조제는 Kobayashi 등 (1974)의 방법을 변형한 것으로 배양액의 pH를 1N HCl를 이용하여 4로 조정하고 pepsin (1,000 U pepsin/mL)을 첨가하였다.

##### (2) 내담즙산 검사

담즙산에 대한 저항성을 검사를 위하여 멸균된 100 mL의 각 배지에 각각의 균을 접종하고, 37℃에서 48시간 (*Saccharomyces* 속은 30℃, 24시간)동안 배양한 후, 실험구는 0.22  $\mu$ m로 여과하여 제공된 돼지 담즙산 (sigma)이 0.3%를 첨가한 NB배지 100 mL에 미리배양된 배양 균주 1 mL을 접종하였고 대조구로 돼지 담즙산이 첨가되지 않은 NB배지 100 mL에 배양 균주 1 mL을 접종하였다. 대조구와 실험구를 37℃ 배양기에서 24시간 배양하였다. 그 후, 각각의 처리구에서 1 mL를 취해 0.85% NaCl로 연속 희석(10-fold serial dilution)시켜 평판배지 (MRS, NA, YM)에 도말하여 성장한 colony의 수를 측정하였다.

##### (3) 내열성 검사

공시균주 중에서 내산성 및 내담즙성이 확인된 균주를 대상으로 내열성 검사를 실시하였다. 내열성 실험은 *Lactobacillus* 속과 *Enterococcus* 속은 MRS broth에서



배양하고 *Bacillus* 속은 NB배지에서 *Saccharomyces* 속은 YM broth에서 배양시킨 배양액 100 mL를 멸균된 시험관에 10 mL씩 분주하고 *Lactobacillus* 속과 *Enterococcus* 속 균주는 80°C water bath에서 15분간, *Saccharomyces* 속 균주는 70°C에서 5분 동안 반응시켰다. 그 후, 시험관내 생존한 내열성 균주를 확인하기 위하여 1 mL를 취해 0.85% NaCl로 연속 희석 (10-fold serial dilution)시켜 MRS, NA, YM 평판배지 (petridish)에 도말하여 성장한 colony의 수를 측정하였다.

#### 다) 녹차 추출액에 대한 선발균주의 저항성 실험

본 실험에 사용한 녹차는 전남 보성군에서 재배된 녹차를 사용하였으며, 녹차시료 100 mg을 취하여 증류수 100 mL를 가해 80°C water bath에서 30분간 가온하여 추출하였다 (Yun 등, 1996). 멸균된 100 mL의 Tryptic soy agar (Difco, USA) 배지에 녹차추출물을 각각 10, 20, 30, 40 및 50%로 수준을 달리하여 첨가한 후, 내산성, 내담즙성 및 내열성 우수한 균주들을 각 1mL씩 접종하고 37°C에서 48시간 배양하였다. 또한 동일한 방법으로 녹차추출액이 첨가되지 않은 Tryptic soy agar에 동일한 수준으로 균주들만 접종하여 배양된 대조구를 제조하였다. 처리구는 대조구와 비교하여 발육이 유지되어 녹차추출액에 저항성이 있으면 resistant (+), 발육이 미약하면 intermediate (W), 발육이 억제되어 저항성이 없으면 susceptible (-)로 판정하였다.

#### 라) 발효녹차 첨가제 제조를 위한 부형제의 최적배합조건 결정

발효녹차 첨가제 제조를 위한 부형제는 미생물 제조업체에서 많이 사용되어지는 재료를 활용하였다. 탈지강과 소맥피는 동물사료의 원료사료로도 많이 사용되고 있다. 본 실험에서는 탈지강과 소맥피를 이용하여 녹차와 부형제의 적정 배합에 의한 복합균주의 증식성을 조사하였다. 녹차와 부형제의 최적 배합조건을 결정하기 위하여 녹차 30%와 탈지강 70%를 배합한 처리구, 녹차 30%와 소맥피 70%로 배합한 처리구, 녹차 30%와 탈지강 50%와 소맥피 20%로 배합한 처리구, 녹차 30%와 탈지강 20%와 소맥피 50%로 배합한 처리구 및 녹차 30%와 탈지강 40%와 소맥피 30%로 배합한 처리구하여 각 처리구에 선정된 복합균주를 접종하고, 3일간 정치 및 교반방법으로 혐기와 호기성 발효를 시켜 복합균주의 증식성 검사를 하였다.

#### 마) 발효녹차 첨가제의 제조 및 저장기간에 따른 미생물의 변화

본 연구의 수행 결과를 기초로 발효녹차 첨가제를 제조하였다. 내산성, 내담즙성, 내열성 및 녹차추출물에 감수성이 적은 균주를 집중균주로 하였다. 녹차, 탈지강 및 소맥피의 혼합비율을 각각 5:3:2로 혼합하였다. 제조공정은 미생물 제조업체에서 일반적으로 통용되는 방법 (Lee, 2006)으로 100 kg용 회전발효기를 이용하여 교반 (3시간)과 무교반 (5시간)을 병행하여 호기 및 혐기발효를 3일간 진행시켜 제조하였다. 제조된 발효녹차의 일반성분은 AOAC (1995) 방법에 따라 분석하였으며, 카테킨 (catechin) 분석은 Ikeda 등 (2003)의 방법으로 분석하였다. 저장기간에 따른 미생물의 변화를 조사하기 위해 진공팩을 이용하여 발효녹차 첨가제 1 kg씩 3개의 시료를 만들어 상온에서 8주동안 저장하였다. 매 1주마다 3개의 시료를 잘 혼합하여 각 시료마다 10 g의 시료를 채취하여 생균수를 조사하였다.

#### 바) 발효녹차 첨가제의 병원성균 증식억제력 평가

본 실험에서는 발효녹차 첨가제의 병원성균 생육억제력을 평가하기 위해 대장균을 이용하여 1차와 2차 실험을 수행하였다. 본 실험의 병원성균 증식성 실험은 박 (1999)과 김 등(1999)의 혼합배양 실험방법을 변형하여 실험하였다. 본 실험의 1차 실험은 가축의 장내에서 설사를 유발하는 우점균인 *E. coli* KCTC 2618 균주를 사용하여 억제력을 평가하였다. *E. coli* KCTC 2618 균주에 대한 증식억제 실험은 멸균한 50 mL Nutrient broth (Difco, USA)에 *E. coli* KCTC 2618 균주를 무균적으로 접종하고 37°C 조건에서 24시간 혐기배양한 후, 새로 멸균한 50mL Nutrient broth에 *E. coli* KCTC 2618 균주 배양액 1 mL과 발효녹차 첨가제 (본 연구수행에 결과로 제조된) 1g을 혼합한 후, 37°C에서 24시간동안 정치 배양 하였다. 혼합 배양 시간 동안 2시간 간격으로 시료를 채취하여 배양액내 *E. coli* KCTC 2618 균주의 성장밀도를 검사하였다. 또한 같은 방법으로 멸균한 50mL Nutrient broth에 *E. coli* KCTC 2618 균주만을 배양한 대조구와 비교하였다. 대장균의 선택배지는 MacConkey Sorbitol agar (Difco, USA)를 사용하였다. 2차 실험은 4종류의 병원성 대장균을 이용하였다. 실험균주는 *Escherichia coli* S93 F5, S99 LT, S170 F41 및 S171 F6로 국립수의검역원에서 분양받아 실험을 하였다. 2차 증식억제력 실험은 *E.*

*coli* KCTC 2618 균주의 증식억제력 시험방법과 동일하며, 액상배양을 위해 Tryptic soy broth (Difco, USA)를 사용하였으며, 대장균의 선택배지는 MacConkey Sorbitol agar (Difco, USA)를 사용하였다. 혼합 배양시간 동안 3시간 간격으로 시료를 채취하여 배양액내 경시적 대장균의 성장밀도를 검사하였다.

## 나. 발효녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

### 1) 시험기간, 장소 및 공시동물

시험기간은 2005년 10월 29일부터 12월 10일까지 6주간에 걸쳐 전남 보성군 조성면 신월리 소재의 조성양돈영농조합법인내 비육돈 농장에서 사양시험을 실시하였다. 공시동물은 평균 체중 70 kg의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 90두를 공시하였다.

### 2) 시험설계 및 시험사료

본 연구는 대조구, 항생제구, 발효녹차 첨가제 0.1%, 0.5% 및 1.0% 처리구로 하여 5처리구 3반복, 반복당 6두씩 총 90두를 완전 임의배치하여 110 kg에 도달시까지 사양시험을 실시하였다. 시험사료는 표 2와 같이 NRC (1994)의 영양소 요구량에 맞추어 시험사료를 배합하였다. 항생제구는 시험사료에 항생제 (chlortetracycline) 0.003%를 첨가하였으며, 발효녹차 처리구는 시험사료에 발효녹차 첨가제 0.1, 0.5 및 1.0%씩 첨가하여 배합하였다. 전 시험기간 동안 사료는 무제한 급이와 물은 자유 섭취도록 하였다.

### 3) 조사항목 및 조사방법

#### 가) 증체량, 사료섭취량 및 사료효율

체중 측정은 개시부터 시험 종료시까지 2주마다 처리구별로 시험돈의 총 체중을 측정하였다. 사료섭취량은 개시부터 시험 종료시까지 2주마다 처리구별로 체중 측정 전에 사료의 잔량을 측정하여 사료섭취량을 구하였고 사료요구율은 사료섭취량을 증체량으로 나누어서 구하였다.

#### 나) 도체 등급 판정 및 질병검사

전남 나주 축산물공판장에서 도축하고 축산물 공판장에서 지정한 등급 판정관과 수의사에 의해 도체 등급 판정 및 질병검사의 결과에 따른 것이다.

Table 2. Formula and chemical composition of basal diet

| Ingredients                        | (%)   |
|------------------------------------|-------|
| Yellow Corn                        | 45.15 |
| Wheat (13%)                        | 25.00 |
| Wheat bran                         | 4.00  |
| Soybean meal (40%)                 | 16.00 |
| Limestone                          | 0.78  |
| Calcium phosphate                  | 1.10  |
| Salt                               | 0.25  |
| Vit-min. premix <sup>1)</sup>      | 0.55  |
| Animal fat                         | 2.50  |
| Molasses                           | 4.50  |
| L-Lysine                           | 0.17  |
| Chemical composition <sup>2)</sup> |       |
| ME (kcal/kg)                       | 3,160 |
| C. Protein (%)                     | 15.00 |
| Ca (%)                             | 0.78  |
| Avail. P (%)                       | 0.55  |
| Lysine (%)                         | 0.80  |
| Methionine (%)                     | 0.27  |

<sup>1)</sup> Vit-min.mix provided following nutrients per kg of premix: vitmin A, 6,000IU; vitmin D<sub>3</sub>, 800IU; vitmin E, 20IU; vitmin K<sub>3</sub>, 2mg; thiamin, 2mg; riboflavin, 4mg; vitmin B<sub>6</sub>, 2mg; vitmin B<sub>12</sub>, 1mg; pantothenicacid, 11mg; niacin, 10mg; biotin, 0.02mg; Cu (copper sulfate), 21mg; Fe (ferrous sulfate), 100mg; Zn (zinc sulfate), 60mg; Mn (manganese sulfate), 90mg; I (calcium iodate), 1.0mg; Co (cobalt nitrate), 0.3mg; Se (sodium selenite), 0.3mg.

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

#### 다) 돈육의 일반성분 분석

돼지의 체조성은 사양시험 종료 직후 각 처리구에서 평균체중에 가까운 돼지들로 선발하였다. 선발된 돼지로부터 등심 부위를 적출하여 만육기로 분쇄한 것을 분석시료로 하여 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분을 AOAC (1995) 방법에 따라 분석하였다.

라) 돈육의 육색 분석 (육색도)

등심 표면에 Chroma meter (Minolta Co. Cr 301, Japan)를 사용하여 백색도 (lightness)를 나타내는 L값, 적색도 (redness)를 나타내는 a값과 황색도 (yellowness)를 나타내는 b값을 측정하였다. 이때의 표준색은 L-값이 97.10, a-값이 -0.17, b-값이 1.99인 백색 표준판을 사용하였다.

마) 돈육의 산패도 (TBA) 분석

산패도는 2 M phosphoric acid와 20% trichloroacetic acid을 solution으로 하여 50 mL에 분석시료 20 g을 섞고, 추출한 혼합물에 대한 슬러리는 40 ml DW로 희석하고 흔들어서 균질화하고 그 중 50 ml는 Whatman No 1. 여과지로 여과한 다음, 여과액 5 mL는 시험튜브로 옮기고 2-thiobarbituric acid (DW안에 0.005 M) 5 mL를 첨가한다. 튜브를 장치하고 그 혼합물은 전도에 의해 혼합되고 암실에서 15시간동안 실내온도를 유지한다. 결과색을 spectronic -20D<sup>+</sup>로 530 nm에서 흡광도를 측정하였다 (Vernon 등, 1970).

바) 혈액분석

돼지의 경정맥에서 채혈하여 혈액을 EDTA가 함유된 시험관을 이용하여 채취하고 혈액분석기 (CBC 장비)를 이용하여 백혈구와 적혈구를 분석하였다. 혈청 성분은 혈액 응고된 후 시험관을 원심분리기를 이용하여 1,500 rpm으로 20분간 원심분리하여 혈청을 분리하고, 혈청분석기 (COBAS MIRA ; Roche, Germany)를 이용하여 혈청의 성분들을 분석하였다.

사) 전단력, 보수성, 가열감량, pH 분석

시료를 원형의 일정한 모양으로 정형 (250±50 g)하여 polyethylene bag에 넣어 80°C Water bath에 넣고 물 속에 완전히 잠기도록 한 후 40분간 가열한 후, 20분간 수냉하여 시료의 표면 물기를 닦아내고 전자저울로 시료의 무게를 측정하여 가열감량의 구하였다. 가열감량을 측정한 시료를 이용하여 전단력용 시료를 채취 Core를 사용하여 분석용 시료를 만들고 Salter를 이용해 전단력을 측정하였다. 보수성 측정은 빈 filter관의 무게를 정확히 측정 후, 분쇄된 고기시료를 0.5±0.05 g을 취하여 저울로 무게를 측정 후, Water bath에 넣어 20분간 가열하고 10분간 상온에서 방냉시

킨 후, 2000 rpm으로 10분간 원심분리하여 원심분리관의 하부에 분리된 육즙량을 측정하고 그 다음 총수분 함량을 측정하여 보수성 (%)을 구하였다. pH는 세절육 10 g에 증류수 90 mL을 가하고, homogenizer (NS-50, Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 균질한 후, pH meter (ATI 370, Orion Research Inc, USA)기를 이용하여 측정하였다.

#### 아) 돈육의 광물질 함량

광물질 분석은 Atomic Absorption Spectrophotometer (AA-6200, Dong-il Shimadzu Corp. Korea)로 측정하였다. 시료액 조제는 시료 10 g을 crucible에 취하고 100°C에서 건조한 후, 600°C에서 회백색이 될 때까지 회화시키고 방냉한 후, 염산 20 mL 가하여 하룻밤 방치 용해시킨 후, Whatman No. 6 여과지를 이용하여 뜨거운 3차 증류수로 여과하여 50 mL의 시료액을 만들었다. 시판되고 있는 표준용액 (1,000 ppm)을 회석하여 흡광도를 측정하여 검량곡선으로 하고 미리 제조된 시료액을 측정하였다.

#### 자) 돈육의 지방산 조성 (fatty acid)

지방산의 분석을 위해 시료 1 g을 Folch용액 100 mL 혼합하여 (chloroform : methanol 2 : 1 v/v) 약 90초간 섞고, Whatman No. 1 여과지로 여과하여 70 mL의 시료액을 만들었다. 그 후 시료액이 상, 하부로 층분리가 일어날 때 까지 5°C를 유지하면서 정치시켰다. 분리 단계 후 상등액을 MeOH의 5%와 황산 3 mL 넣어 용해시키고, 5 mL 앰플로 옮긴 후, 95°C의 heating block에서 45분간 가열하였다. 실온에서 정치한 후, 지방산 메틸 에스테르는 3 mL 석유 에테르와 함께 3 번 추출되고, 질소 가스와 함께 건조한 후, 2 mL 석유 에테르를 넣고 gas chromatograph (DS 6200, Donam Co. Korea)를 통해 분석하였다.

#### 카) 돈육 콜레스테롤 (cholesterol) 함량 분석

콜레스테롤 함량은 King 등 (1998)의 방법에 따라 시료 1 g에 내부표준물질 (5 $\alpha$ -cholestane)을 첨가한 후 50% KOH (aq) 5 mL와 22 mL의 ethanol을 넣고 23°C에서 6시간 동안 검화시켜 반복 추출하였고 이를 gas chromatograph (DS 6200, Donam Co. Korea)에 의하여 표 3와 같은 조건으로 분석하였다.

Table 3. Operating condition for gas chromatography

| Classification   | Operating condition                              |
|------------------|--|
| Column           | BP-20 (SGE, 30 m × 0.32 mm , 1um film thickness) |
| Detector         | FID  |
| Carrier gas      | Nitrogen (1.0 mL/min)                            |
| Make up gas      | H2 (30 /min)                                     |
| Temp. program    | 140(1 min) - 2/min -> 220 - 9/min ->240          |
| Detector temp.   | 270  |
| Injector temp.   | 250  |
| Split ratio      | 1:50   |
| Injection volume | 1  |

#### 타) 분변내 미생물 검사

시료 채취를 위하여 시험 종료시 각 처리구별로 3두씩 동일한 시간동안 분변을 채취하여 분변내 대장균 (*E. coli*)수를 검사하였다. 채취된 각 처리구의 시료 10 g을 생리식염수 (0.85%, NaCl) 100 mL에 넣어 약 2분간 혼합한 후, 1 mL을 취하여 0.85% NaCl로 10<sup>11</sup>까지 연속 희석(10-fold serial dilution)시켜 1 mL씩 취하여 *E. coli* 선택배지 (3M prifilm, USA)에 접종하였다. 37℃에서 48시간 배양한 후, 성장한 colony의 수를 조사하였다. 조사결과는 3반복시험을 통하여 평균값을 사용하였다.

#### 파) 관능테스트

관능검사는 6명을 패널로 하였고 다즙성, 연도, 향미를 6단계 평가법 (1: 매우나쁘다, 2: 나쁘다, 3: 보통이다, 4: 약간 좋다, 5: 좋다, 6: 매우 좋다)으로 평가하였다. 관능검사는 시료를 동일한 용기에 담아서 각각 평가하였다. 시식하는 순서는 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 물로 입안을 헹구도록 하였고 1~2분 지난 후에 다른 시료를 시식하고 평가하도록 하였다.

#### 하) 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS Statical Package Program (SAS, 1995)에 의하여 분산분석을 실시하였으며, 처리 평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하여 실시하였다.

## 다. 발효녹차첨가제와 녹차부산물 첨가에 따른 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

### 1) 시험기간, 장소 및 공시동물

시험기간은 2007년 1월 11일부터 2007년 2월 7일까지 4주간에 걸쳐 순천대학교 동물사육장내 육성비육돈사에서 사양시험을 실시하였다. 공시동물은 평균 체중 75 kg정도의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 72두를 공시하였다.

### 2) 시험설계 및 시험사료

본 연구는 대조구, 항생제구, 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구 및 녹차부산물 0.5% 처리구로 하여 4처리구 3반복, 반복당 6두씩 총 72두를 완전 임의배치하여 75 kg에서 110 kg 도달시까지 사양시험을 실시하였다. 시험사료는 표 4와 같이 NRC (1994)의 영양소 요구량에 맞추어 시험사료를 배합하였다. 항생제구는 시험사료에 항생제 (chlortetracycline) 0.003%를 첨가하였으며, 발효녹차 처리구는 시험사료에 발효녹차 첨가제 0.5%를 첨가하였고 녹차부산물 처리구는 시험사료에 녹차부산물 0.5%를 첨가하여 배합하였다. 전 시험기간 동안 사료는 무제한 급이와 물은 자유 섭취도록 하였다.

### 3) 조사항목 및 조사방법

#### 가) 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

- 2차년도 실험방법과 동일

#### 나) 도체 등급 판정 및 질병검사

- 2차년도 실험방법과 동일

#### 다) 돈육의 일반성분, 육색, 산패도 (TBA), 전단력과 보수성, 광물질, 지방산 조성 및 콜레스테롤 함량 분석과 혈액분석

- 2차년도 실험방법과 동일



Table 4. Formula and chemical composition of basal diet (%)

| Ingredients                        | %     |
|------------------------------------|-------|
| Yellow Corn                        | 45.15 |
| Wheat (13%)                        | 25.00 |
| Wheat bran                         | 4.00  |
| Soybean meal (40%)                 | 16.00 |
| Limestone                          | 0.78  |
| Calcium phosphate                  | 1.10  |
| Salt                               | 0.25  |
| Vit-min. premix <sup>1)</sup>      | 0.55  |
| Animal fat                         | 2.50  |
| Molasses                           | 4.50  |
| L-Lysine                           | 0.17  |
| Chemical composition <sup>2)</sup> |       |
| ME (kcal/kg)                       | 3,265 |
| C. Protein (%)                     | 16.00 |
| Ca (%)                             | 0.50  |
| Avail. P (%)                       | 0.45  |
| Lysine (%)                         | 0.80  |
| Methionine (%)                     | 0.27  |

<sup>1)</sup> Vit-min.mix provided following nutrients per kg of premix: vitmin A, 6,000IU; vitmin D<sub>3</sub>, 800IU; vitmin E, 20IU; vitmin K<sub>3</sub>, 2mg; thiamin, 2mg; riboflavin, 4mg; vitmin B<sub>6</sub>, 2mg; vitmin B<sub>12</sub>, 1mg; pantothenicacid, 11mg; niacin, 10mg ; biotin, 0.02mg; Cu (copper sulfate), 21mg ; Fe (ferrous sulfate), 100mg ; Zn (zinc sulfate), 60mg ; Mn (manganese sulfate), 90mg ; I (calcium iodate), 1.0mg ; Co (cobalt nitrate), 0.3mg ; Se (sodium selenite), 0.3mg.

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

#### 라) 분변내 미생물 검사

시료 채취를 위하여 시험 종료시 각 처리구별로 3두씩 동일한 시간동안 분변을 채취하여 분변내 대장균 (*E. coli*)수를 검사하였다. 채취된 각 처리구의 시료 10 g을 생리식염수 (0.85%, NaCl) 100 mL에 넣어 약 2분간 혼합한 후, 1 mL을 취하여 0.85% NaCl로 10<sup>11</sup>까지 연속 희석(10-fold serial dilution)시켜 1 mL씩 취하여 MacConkey Sorbitol Agar (Difco, USA) 선택배지에 접종하였다. 37°C에서 48시간

배양한 후, 성장한 colony의 수를 조사하였다. 조사결과는 3반복시험을 통하여 평균 값을 사용하였다.

- 마) 관능테스트 및 통계처리
- 2차년도 실험방법과 동일

### 3. 연구결과

#### 가. 녹차와 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 제조

##### 1) 내산성, 내담즙성 및 내열성 검사

발효녹차 첨가제의 제조에 활용할 균주를 선발하기 위해 총 26종의 균주를 대상으로 인공위액 pH 4.0에서 내산성 검사를 하였으며, 돼지 담즙산 0.3%에서 내담즙성 실험을 수행하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

##### 가) 유산균의 내산성 및 내담즙성에 대한 균주의 변화

인공위액 (pH 4)에 대한 유산균의 변화는 그림 1과 같다. *Lactobacillus* 속, *Enterococcus* 속 균주들의 산에 대한 생존율은 50~66% 수준으로 높은 내산성을 나타내었다. *L. acidophilus* 균주 중 KCTC 3111와 KCTC 3146이 각각 66.9와 61.9%의 생존율로 위산에 매우 강한 균주로 평가되었다. *L. casei* KCTC 3109 균주의 경우 생존율 62.5%이었으며, *L. plantarum* KCTC 3104 균주의 경우는 생존율 54.2%이었다. *Enterococcus faecium* KCTC 2022 균주의 경우 생존율 55.3%를 나타내어 산에 견디는 능력이 우수한 것으로 평가되었다.

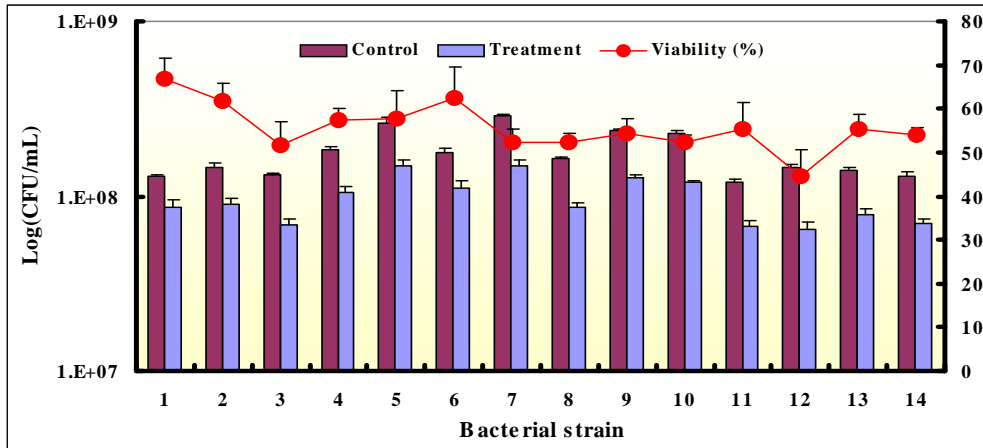


Fig. 1. Effect of simulated gastric juice on the growth of lactic acid bacteria

Treatment: Acid tolerance after 3hrs of incubation at pH 4.0.

Bacterial strain: 1. *L. acidophilus* KCTC 3111, 2. *L. acidophilus* KCTC 3146, 3. *L. acidophilus* KCTC 3149, 4. *L. acidophilus* KCTC 3150, 5. *L. casei* KCTC 2180, 6. *L. casei* KCTC 3109, 7. *L. plantarum* KCTC 1048, 8. *L. plantarum* KCTC 3099, 9. *L. plantarum* KCTC 3104, 10. *L. plantarum* KCTC 3107, 11. *Ent. faecium* KCTC 2022, 12. *Ent. faecium* KCTC 3078, 13. *Ent. faecium* KCTC 3080, 14. *Ent. faecium* KCTC 3122.

담즙산 (0.3%, bile acid)에 대한 유산균의 증식성은 그림 2와 같다. *Lactobacillus* 속과 *Enterococcus* 속 균주들의 담즙산에 대한 생존율은 26~44% 수준이었으며, 낮은 pH의 조건에서 높은 생존율을 보였던 균주들은 담즙산에는 약한 경향을 보였다. *L. acidophilus* KCTC 3111와 KCTC 3150 균주가 각각 43.2와 44.6%로 높은 생존율을 보였다. *L. casei* KCTC 3109 균주가 생존율 42.1%이고 *L. plantarum* KCTC 3104 균주가 생존율 41.3%이며 *Enterococcus faecium* KCTC 2022 균주가 생존율 41.0%를 나타내어 담즙산에 견디는 능력이 높은 균주로 평가되었다.

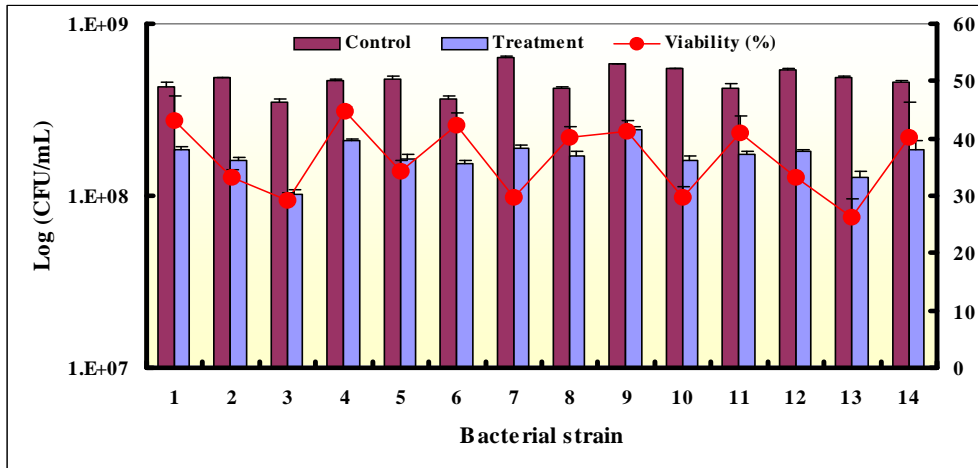


Fig. 2. Effect of bile acids on the growth of lactic acid bacteria

Treatment: Bile acid tolerance in the medium containing 0.3% hog bile-acid after 3hrs of incubation.

Bacterial strain; 1. *L. acidophilus* KCTC 3111, 2. *L. acidophilus* KCTC 3146, 3. *L. acidophilus* KCTC 3149, 4. *L. acidophilus* KCTC 3150, 5. *L. casei* KCTC 2180, 6. *L. casei* KCTC 3109, 7. *L. plantarum* KCTC 1048, 8. *L. plantarum* KCTC 3099, 9. *L. plantarum* KCTC 3104, 10. *L. plantarum* KCTC 3107, 11. *Ent. faecium* KCTC 2022, 12. *Ent. faecium* KCTC 3078, 13. *Ent. faecium* KCTC 3080, 14. *Ent. faecium* KCTC 3122.

나) *Bacillus* 속과 *Saccharomyces* 속과 내산성과 내담즙성에 대한 균주의 변화

인공위액 (pH 4)에 대한 *Bacillus* 속과 *Saccharomyces* 속의 생존율 변화는 다음 그림 3과 같다. *Bacillus* 속의 인공위액에 대한 생존율은 13~42% 수준이었으며, *Saccharomyces* 속의 경우 14~38%의 수준을 나타내었다. 같은 *Bacillus subtilis*라도 그 strain에 따라 내산성이 다르게 나타나는 경향을 보였으며, *Bacillus subtilis* KCTC 3239 균주가 42.4%의 생존율로 가장 높게 나타났으며, *Bacillus coagulans*의 경우 KCTC 1015 균주가 42.98%로 산에 강한 균주로 평가되었다. *Saccharomyces cerevisiae*의 경우에 KCTC 7915와 KCTC 7928 균주가 각각 38.18와 37.69%로 인공 위액에 대한 생존율이 높게 나타났다.

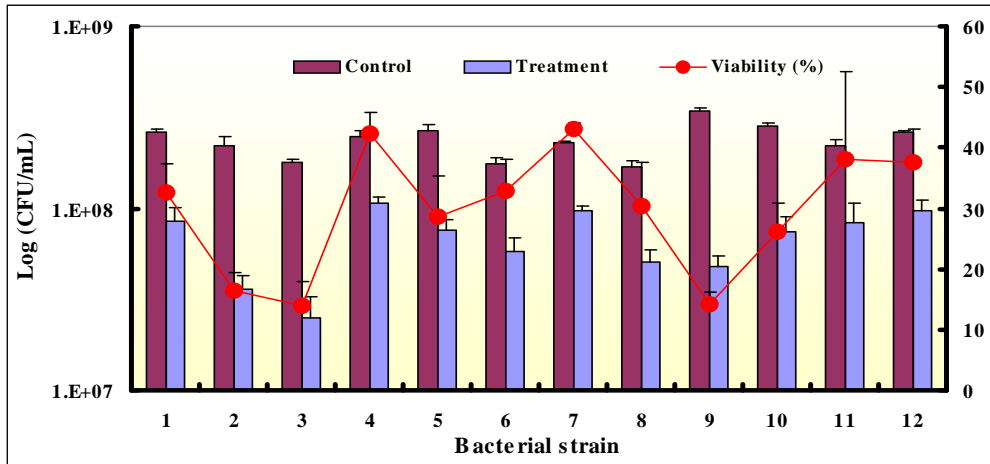


Fig. 3. Effect of simulated gastric juice on the growth of *Bacillus* and *Saccharomyces cerevisiae*

Treatment: Acid tolerance after 3hrs of incubation at pH 4.0. Bacterial strain: 1. *B. subtilis* KCTC 1022, 2. *B. subtilis* KCTC 1103, 3. *B. subtilis* KCTC 1666, 4. *B. subtilis* KCTC 3239, 5. *B. coagulans* KCTC 1013, 6. *B. coagulans* KCTC 1014, 7. *B. coagulans* KCTC 1015, 8. *B. coagulans* KCTC 1662, 9. *S. cerevisiae* KCTC 1201, 10. *S. cerevisiae* KCTC 7107, 11. *S. cerevisiae* KCTC 7915, 12. *S. cerevisiae* KCTC 7928.

담즙산 (0.3%, bile acid)에 대한 *Bacillus* 속과 *Saccharomyces* 속의 생존율 변화는 다음 그림 4와 같다. *Bacillus* 속의 균주는 담즙산에 대한 생존율이 20~34% 수준이었으며, *Saccharomyces* 속의 경우 28~34%의 수준을 나타내었다. *Bacillus subtilis* KCTC 3239 균주가 34.25%의 생존율로 가장 높게 나타났으며, *Bacillus coagulans*의 경우 KCTC 1015 균주가 31.25%의 생존율을 보였다. 본 실험의 결과는 인공위액에 강한 균주가 담즙산에도 강한 균주로 평가되었다. *Saccharomyces cerevisiae*의 경우에 KCTC 7915와 KCTC 7928 균주가 각각 34.71과 34.52%로 생존율이 높게 나타났으며, *Saccharomyces cerevisiae*의 경우에도 인공위액에 강한 균주가 담즙산에 강한 균주로 나타나는 경향을 보였다.

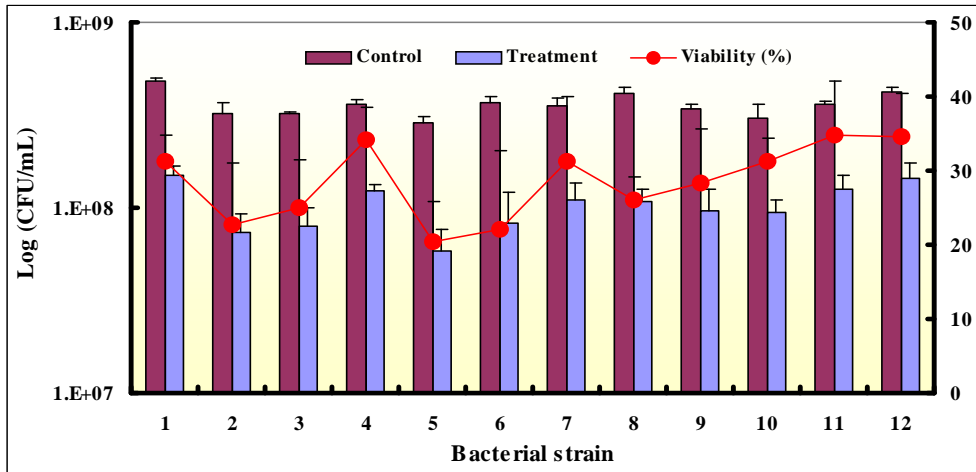


Fig. 4. Effect of bile acids on the growth of *Bacillus* and *Saccharomyces cerevisiae*

Treatment: Bile acid tolerance in the medium containing 0.3% hog bile-acid after 3hrs of incubation. Bacterial strain; 1. *B. subtilis* KCTC 1022, 2. *B. subtilis* KCTC 1103, 3. *B. subtilis* KCTC 1666, 4. *B. subtilis* KCTC 3239, 5. *B. coagulans* KCTC 1013, 6. *B. coagulans* KCTC 1014, 7. *B. coagulans* KCTC 1015, 8. *B. coagulans* KCTC 1662, 9. *S. cerevisiae* KCTC 1201, 10. *S. cerevisiae* KCTC 7107, 11. *S. cerevisiae* KCTC 7915, 12. *S. cerevisiae* KCTC 7928.

#### 다) 선발균주의 내열성에 대한 균주의 변화

실험균주 중에서 내산성 및 내담즙성이 우수한 균주 10종을 대상으로 열에 내성을 검사하였다. 그 결과는 다음 그림 5와 같다. 내산성과 내담즙성 실험에서 선발된 균주 10종은 열에 대한 생존율이 35~54% 수준이었으며, *L. acidophilus* 균주의 경우 KCTC 3111의 균주가 51.41%로 열에 견디는 능력이 가장 우수하였다. *L. casei* KCTC 3109 균주는 40.28%의 생존율을 보였고 *L. plantarum* KCTC 3104 균주는 44.63% 생존율을 보였다. *Enterococcus faecium* KCTC 2022 균주의 경우 45.05%의 생존율을 보였으며, *Bacillus subtilis* KCTC 3239 균주는 54.44%의 생존율로 나타났다. *Bacillus coagulans* KCTC 1015 균주의 경우에 50.94%의 생존율을 보였으며, *Saccharomyces cerevisiae*의 경우 KCTC 7915와 KCTC 7928 균주가 각각 50과 54.31%의 생존율로 나타났다. 본 실험의 결과에서 실험균주중 내산성과 내담즙성이 상대적으로 높았던 10종의 선발균주는 열에도 견디는 능력이 우수한 것으로 평

가되었다.

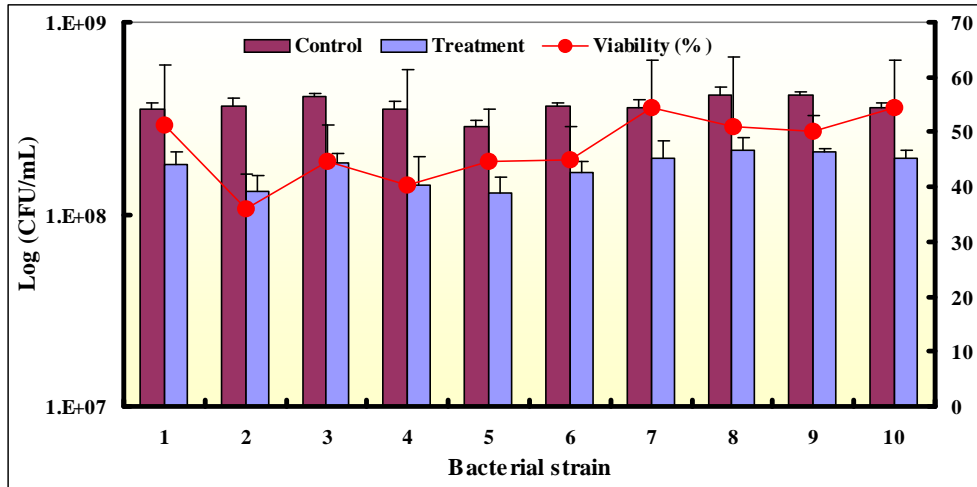


Fig. 5. Effect of selected bacterial strains after heat treatment

Treatment: Treated with heat at 80°C for 15min, and at 70°C for 5min.

Bacterial strain; 1. *L. acidophilus* KCTC 3111, 2. *L. acidophilus* KCTC 3146, 3. *L. acidophilus* KCTC 3150, 4. *L. casei* KCTC 3109, 5. *L. plantarum* KCTC 3104, 6. *Ent. faecium* KCTC 2022, 7. *B. subtilis* KCTC 3239, 8. *B. coagulans* KCTC 1015, 9. *S. cerevisiae* KCTC 7915, 10. *S. cerevisiae* KCTC 7928.

## 2) 녹차 추출액에 대한 선발균주의 저항성 실험

선발균주들의 녹차성분에 대한 감수성을 평가한 결과는 표 5와 같이 나타났다. 내산성과 내담즙성 및 내열성에 우수한 10종의 균주들 중에 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3111 균주, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3104 균주와 *Bacillus subtilis* KCTC 3239 균주, *Bacillus coagulans* KCTC 1015 균주, *Saccharomyces cerevisiae* KCTC 7915 균주 등 5종의 균주가 녹차추출액에 대하여 저항성이 있는 것으로 평가되었다. 또한 녹차추출액의 첨가수준이 10, 20 및 30%수준은 모든 선발균주가 녹차추출액에 대한 저항성이 우수하였으나 녹차추출액 40와 50% 첨가수준에서는 녹차추출액에 대해 감수성을 보였다. 본 실험의 결과로 발효녹차 첨가제의 제조시 최적 녹차 첨가범위를 10~30%로 판단하여 녹차를 최대로 첨가할 수 있는 30% 수준을 적정첨가 수준으로 평가하였다.

Table 5. Susceptibility of bacterial strains after incubation with the green tea extraction

| Bacterial strain                | Green tea extraction |     |     |     |     |
|---------------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|
|                                 | 10%                  | 20% | 30% | 40% | 50% |
| <i>L. acidophilus</i> KCTC 3111 | +                    | +   | +   | +   | +   |
| <i>L. acidophilus</i> KCTC 3146 | +                    | +   | +   | w   | -   |
| <i>L. acidophilus</i> KCTC 3150 | +                    | +   | +   | w   | w   |
| <i>L. casei</i> KCTC 3109       | +                    | +   | +   | w   | -   |
| <i>L. plantarum</i> KCTC 3104   | +                    | +   | +   | +   | +   |
| <i>Ent. faecium</i> KCTC 2022   | +                    | +   | +   | w   | w   |
| <i>B. subtilis</i> KCTC 3239    | +                    | +   | +   | +   | +   |
| <i>B. coagulans</i> KCTC 1015   | +                    | +   | +   | +   | +   |
| <i>S. cerevisiae</i> KCTC 7915  | +                    | +   | +   | +   | +   |
| <i>S. cerevisiae</i> KCTC 7928  | +                    | +   | +   | w   | w   |

Each analysis was repeated three times (n=3). +: Resistant, W: Intermediate, -: Susceptible

### 3) 발효녹차 첨가제 제조를 위한 부형제의 최적배합조건 결정

부형제로 탈지강과 소맥피를 이용하여 녹차와 부형제의 적정 배합에 의한 복합균주의 증식성을 조사하여 표 6과 같은 결과를 얻었다.

Table 6. Effect of selected bacterial strains after incubation with the carrier combination

| Treatment                 | Total cell No. ( $\times 10^7$ cfu/g) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| GT 30% + DRB 70%,         | 887                                   |
| GT 30% + WB 70%           | 421                                   |
| GT 30% + DRB 50% + WB 20% | 1,307                                 |
| GT 30% + DRB 20% + WB 50% | 744                                   |
| GT 30% + DRB 40% + WB 30% | 1,032                                 |

The numbers are represented the average value of the means. Each analysis was replicated by three times (n=3). GT : green tea, DRB : defatted rice bran, WB : wheat bran

녹차와 부형제의 최적배합 조건을 결정하기 위한 복합균주의 증식성 조사는 녹차



30%, 탈지강 50%, 소맥피 20%로 배합한 처리구와 녹차 30%와 탈지강 40%, 소맥피 30%로 배합한 처리구에서 복합균주의 총균수가 가장 높았으며, 녹차 30%와 소맥피 70%로 배합한 처리구가 가장 낮은 결과를 보였다. 본 실험에서 소맥피의 배합비율이 높을수록 복합균주의 증식성이 낮아지는 경향을 보였다.

#### 4) 발효녹차 첨가제의 제조 및 저장기간에 따른 미생물의 변화

본 연구의 발효녹차 첨가제 제조는 연구수행 결과를 토대로 내산성, 내담즙성, 내열성 및 녹차추출물에 감수성이 적은 균주 5종을 제조균주로 하고 녹차, 탈지강 및 소맥피의 혼합비율을 각각 5:3:2로 혼합하여 제조되었다. 제조공정은 미생물 제조업체에서 일반적으로 통용되는 방법으로 100 kg용 회전발효기를 이용하여 교반 (3시간)과 무교반 (5시간)을 병행하여 호기 및 혐기발효를 3일간 진행시켜 제조하였다. 발효녹차 첨가제의 성분분석 결과는 다음 표 7에 나타나 있다. 발효녹차 첨가제에 함유된 생균은 *Lactobacillus acidophilus* 균주가  $3.2 \times 10^8$  cfu/g이며, *Lactobacillus plantarum* 균주  $2.2 \times 10^8$  cfu/g, *Bacillus* 속 균주가  $4.5 \times 10^9$  cfu/g 및 *Saccharomyces cerevisiae* 균주가  $5.2 \times 10^8$  cfu/g를 함유한 것으로 분석되었다. 발효녹차 첨가제의 일반성분 분석결과 수분은 15.08%이고 조단백 17.20%로 분석되었으며, 조지방과 조회분은 각각 4.93과 7.65%로 분석되었다. 발효녹차 첨가제에 함유된 카테킨을 분석한 결과 총 카테킨 함량이 4.76%로 분석되었다.

발효녹차 첨가제의 저장기간에 따른 미생물의 변화는 다음 그림 6과 같다. 발효녹차 첨가제의 *Lactobacillus* 속의 경우 전저장기간 동안  $10^8$  cfu/g수준으로 안정하게 유지되는 반면, 탈지강에 흡착시킨 경우의 *Lactobacillus* 속의 균주는 저장기간 4주째부터 감소되기 시작하여 8주째에는  $10^6$  cfu/g수준으로 감소되는 것을 볼수 있었다. *Bacillus* 속 균주의 경우 두 처리구가 모두 초기균수를 유지하는 것을 볼수 있었다. 본 연구의 결과에서 발효녹차 첨가제는 제조한후 최소한 2개월까지는 안정적으로 미생물 유지되는 것으로 평가되었다.

Table 7. The number of microflora population and chemical composition of green tea fermentation medium

| Items                            | Contents          |
|----------------------------------|-------------------|
| Number of microflora (cfu/g)     |                   |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> | $3.2 \times 10^8$ |
| <i>Lactobacillus plantarum</i>   | $2.2 \times 10^8$ |
| <i>Bacillus</i> sp.              | $4.5 \times 10^9$ |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i>  | $5.2 \times 10^8$ |
| Chemical composition (%)         |                   |
| Moisture                         | 15.08             |
| C. Protein                       | 17.20             |
| C. Fat                           | 10.89             |
| C Fiber                          | 4.93              |
| C. Ash                           | 7.65              |
| Total catechin                   | 4.76              |

\* The numbers are represented the average value of the means. Each analysis was replicated by three times (n=3).

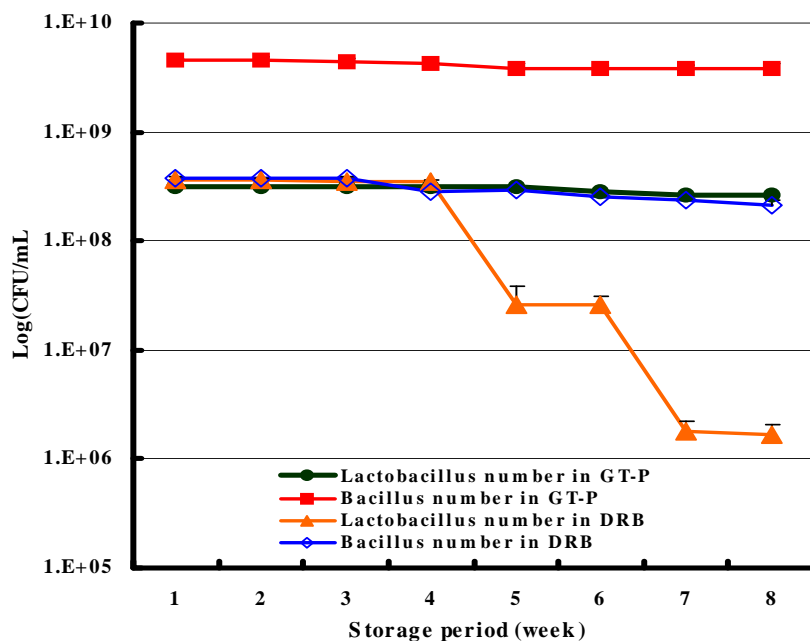


Fig. 6. Change of the level of bacteria in green tea fermentation medium based on storage period

5) 발효녹차 첨가제의 병원균 증식억제력 평가

발효녹차 첨가제가 세균성 병원균에 대하여 번식억제력이 있는지를 조사하기 위하여 대장균 (*E. coli* KCTC 2618)을 사용하여 혼합배양에 의한 증식억제력 평가를 한 결과 다음 표 8과 같았다. 발효녹차 첨가제와 *E. coli* KCTC 2618 혼합배양을 시작한 후 4시간까지는 대장균의 수가 증가하다가 6시간이후부터 급속히 감소되어 배양 10시간 경과 후에는 대장균의 생존율이 99%이상 억제되는 것으로 나타났다. 또한 *E. coli* KCTC 2618만을 배양한 대조구에서는 시간이 경과 할수록 *E. coli* KCTC 2618 균주의 균수가 급속하게 증가되는 것으로 나타났다. Kim 등 (2002)이 *Lactobacillus acidophilus* 와 *E. coli* 를 혼합배양 하였을때 배양 9시간까지는 변화가 없었으나 배양 12시간 이후부터 급격히 감소되는 경향을 보였다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

Table 8. Growth inhibition of pathogens after coincubation with green tea fermentation medium and *E. coli* KCTC 2618

| Incubation time (h) | Viable cell No. ( $\times 10^5$ cfu/ml) of <i>E. coli</i> KCTC 618 |                    |
|---------------------|--|--------------------|
|                     | Without coincubation   | With coincubation  |
| 2                   | 362  | 263                |
| 4                   | 857  | 412                |
| 6                   | 1,270  | $3 \times 10^{-3}$ |
| 8                   | 3,446  | $7 \times 10^{-2}$ |
| 10                  | 5,030  | $8 \times 10^{-1}$ |

The numbers are represented the average value of the means. Each analysis was replicated by three times (n=3)

실험균주는 *Escherichia coli* S93 F5, S99 LT, S170 F41 및 S171 F6의 4종의 균주를 이용한 발효녹차 첨가제에 대한 2차 증식억제력 분석 결과는 다음 그림 7, 8, 9 및 10과 같다. 발효녹차 첨가제와 *E. coli* S93 F5과 혼합배양 결과 배양 9시간부터 *E. coli* S93 F5의 수가 감소되기 시작하였고 배양 12시간에는  $9 \times 10^7$  cfu/mL수준과

배양 18시간에는  $9 \times 10^5$  cfu/mL로 균수가 감소되었다. 이와 반대로, *E. coli* S93 F5만 배양시킨 경우에는 배양 6시간에는 따라  $2 \times 10^9$  cfu/mL, 배양 18시간에는  $1 \times 10^{10}$  cfu/mL로 균수가 증가되는 것을 보였다.

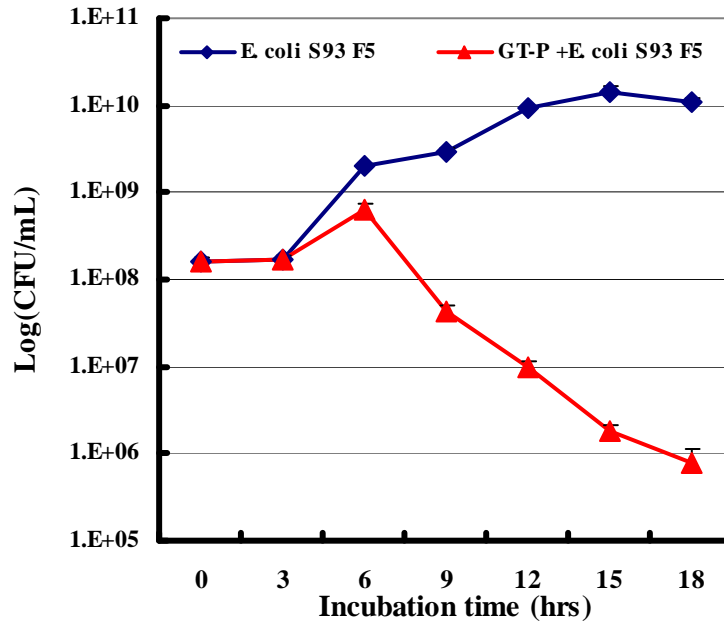


Fig. 7. Effect on growth inhibition of pathogens after associative inoculation with green tea fermentation medium and *E. coli* S93 F5

발효녹차 첨가제와 *E. coli* S99 LT와 혼합배양의 결과 배양 3시간까지는 *E. coli* S99 LT 균수가 유지되었다가 배양 6시간에는  $2 \times 10^9$  cfu/mL로 증가되었고 배양 12시간 이후부터 점차 감소되어 배양 18시간에는  $1 \times 10^7$  cfu/mL수준이었다. 발효녹차 첨가제와 *E. coli* S170 F41과 혼합배양의 결과 배양 9시간에는 *E. coli* S170 F41 균수가  $1 \times 10^9$  cfu/mL에서 배양시간이 증가할 수록 현격하게 감소되어 배양 18시간에는  $4 \times 10^4$  cfu/mL 수준이었다. 발효녹차 첨가제와 *E. coli* S171 F6과 혼합배양의 결과 배양 3시간까지는 *E. coli* S171 F6 균수가 유지되었다가 배양 6시간에는  $3 \times 10^9$  cfu/mL로 증가되었고 배양 12시간 이후부터 점차 감소되어 배양 18시간에는  $1 \times 10^7$  cfu/mL수준으로 감소되었다. 이러한 결과는 발효녹차 첨가제와 *E. coli* 혼합배양시

시간이 경과됨에 따라 배양액내 녹차성분의 용출과 유용균들의 증식에서 기인된 것으로 판단되며, 특히, 발효녹차 첨가제에 사용된 유산균의 증식에 따른 pH의 변화도 영향을 준 것으로 사료된다. 발효녹차 첨가제와 4종의 병원성 대장균과의 혼합배양에 의한 억제효과를 살펴본 결과 4종의 병원성 대장균에 대한 억제효과는 유사한 결과를 얻을 수 있었으며, 공통적으로 배양시간 9시간 이후부터 대장균의 증식억제 효과를 나타내었다. 따라서 발효녹차 첨가제를 가축의 사료에 첨가시 가축의 설사 등의 병해에 상당량 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

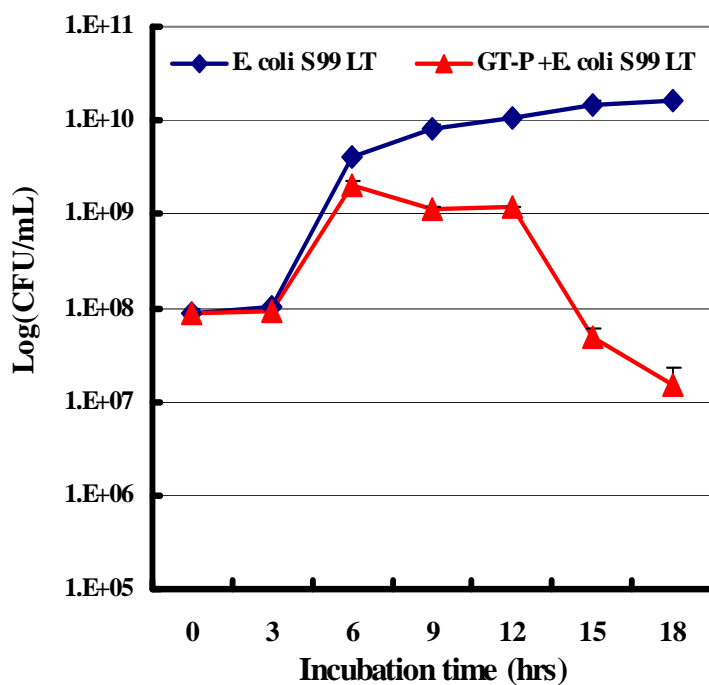


Fig. 8. Effect on growth inhibition of pathogens after associative inoculation with green tea fermentation medium and *E. coli* S99 LT

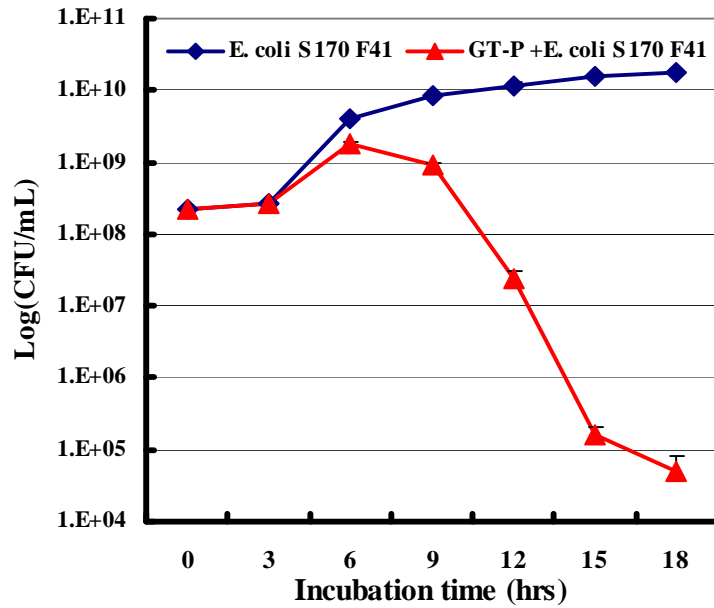


Fig. 9. Effect on growth inhibition of pathogens after associative inoculation with green tea fermentation medium and *E. coli* S170 F41

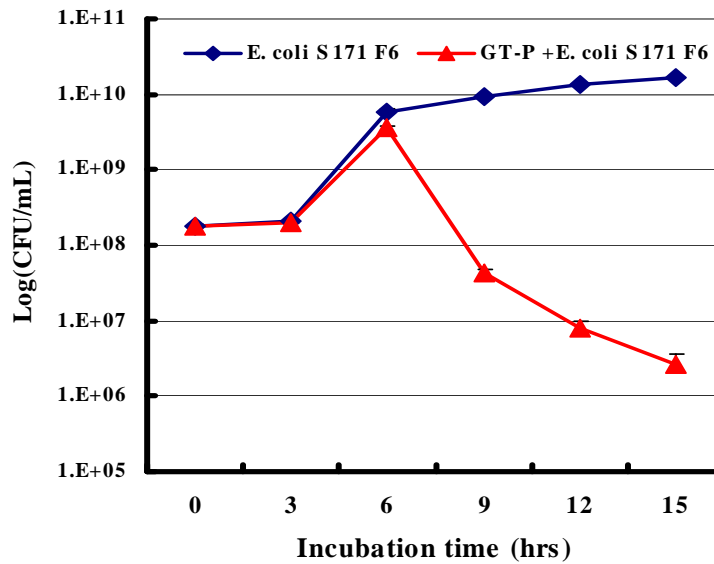


Fig. 10. Effect on growth inhibition of pathogens after associative inoculation with green tea fermentation medium and *E. coli* S171 F6

## 나. 발효녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

### 1) 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

발효녹차의 첨가수준에 따른 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 표 9와 같이 나타났다. 0~2주령의 각 처리구별 증체량은 발효녹차 0.1% 처리구가 14.83 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 12.28 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 2~4주령에서는 발효녹차 0.5% 처리구가 16.44 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 13.28 kg으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 4~6주령에서는 대조구가 13.83 kg으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 11.56 kg으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 0~6주령의 전 사양시험 기간 동안의 증체량은 항생제가 42.28 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 39.39 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 사료섭취량에서는 0~2주령은 항생제 첨가구가 43.94 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 41.22 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 2~4주령에서는 발효녹차 0.5% 첨가구가 51.61 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 46.11 kg으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 4~6주령에서는 항생제가 56.67 kg으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 첨가구가 48.89 kg으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 전 사양시험 기간인 0~6주령간의 사료섭취량은 항생제구가 152.06 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 139.44 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 사료요구율을 경우 0~2주령에서는 대조구가 3.35로 가장 높았으며, 발효녹차 0.1% 처리구가 2.88으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 2~4주령에서는 대조구가 3.56으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 3.16으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 4~6주령에서는 발효녹차 0.1% 처리구가 4.59으로 가장 높았으며, 대조구가 3.76으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 0~6주령간의 사료요구율은 항생제 첨가구가 3.60으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 3.42으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).

Table 9. Effects of diary green tea fermentation medium on growth performance of pigs

| Treatment           | Control             | Antibiotics         | Green tea fermentation medium |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|
|                     |                     |                     | 0.1%                          | 0.5%                | 1.0%                |
| 0~2 Weeks           |                     |                     |                               |                     |                     |
| Initial body weight | 71.06               | 70.33               | 70.33                         | 69.72               | 71.00               |
| Final body weight   | 83.33               | 84.00               | 85.17                         | 83.67               | 84.78               |
| Weight gain (kg)    | 12.28               | 13.67               | 14.83                         | 13.94               | 13.78               |
| Feed intake (kg)    | 41.22               | 43.94               | 42.78                         | 42.78               | 43.78               |
| FCR (feed/gain)     | 3.35                | 3.26                | 2.88                          | 3.12                | 3.18                |
| 2~4 Weeks           |                     |                     |                               |                     |                     |
| Initial body weight | 83.33               | 84.00               | 85.17                         | 83.67               | 84.78               |
| Final body weight   | 96.61 <sup>b</sup>  | 99.39 <sup>ab</sup> | 100.44 <sup>a</sup>           | 100.11 <sup>a</sup> | 98.72 <sup>ab</sup> |
| Weight gain (kg)    | 13.28 <sup>b</sup>  | 15.39 <sup>ab</sup> | 15.28 <sup>ab</sup>           | 16.44 <sup>a</sup>  | 13.94 <sup>ab</sup> |
| Feed intake (kg)    | 46.11               | 51.44               | 50.72                         | 51.61               | 48.89               |
| FCR (feed/gain)     | 3.56                | 3.37                | 3.32                          | 3.16                | 3.53                |
| 4~6 Weeks           |                     |                     |                               |                     |                     |
| Initial body weight | 96.61 <sup>b</sup>  | 99.39 <sup>ab</sup> | 100.44 <sup>a</sup>           | 100.11 <sup>a</sup> | 98.72 <sup>ab</sup> |
| Final body weight   | 110.44              | 112.61              | 112.33                        | 111.67              | 111.78              |
| Weight gain (kg)    | 13.83               | 13.22               | 11.89                         | 11.56               | 13.06               |
| Feed intake (kg)    | 52.11 <sup>ab</sup> | 56.67 <sup>a</sup>  | 54.33 <sup>ab</sup>           | 48.89 <sup>b</sup>  | 53.78 <sup>ab</sup> |
| FCR (feed/gain)     | 3.76 <sup>a</sup>   | 4.32 <sup>ab</sup>  | 4.59 <sup>a</sup>             | 4.25 <sup>ab</sup>  | 4.13 <sup>ab</sup>  |
| 0~6 Weeks           |                     |                     |                               |                     |                     |
| Initial body weight | 71.06 <sup>a</sup>  | 70.33 <sup>ab</sup> | 70.33 <sup>ab</sup>           | 69.72 <sup>b</sup>  | 71.00 <sup>a</sup>  |
| Final body weight   | 110.44              | 112.61              | 112.33                        | 111.67              | 111.78              |
| Weight gain (kg)    | 39.39               | 42.28               | 42.00                         | 41.94               | 40.78               |
| Feed intake (kg)    | 139.44              | 152.06              | 147.83                        | 143.28              | 146.44              |
| FCR (feed/gain)     | 3.54                | 3.60                | 3.52                          | 3.42                | 3.60                |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

## 2) 도체 등급 판정

발효녹차의 첨가수준에 따른 도체 등급 판정 결과를 표 10과 같다. 도체중은 발효 녹차 0.5% 처리구가 84.72 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 82.11 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 (P>0.05). 각 처리구별 등지방 두께는 발효 녹차 0.1% 처리구가 24.22 mm으로 가장 두꺼웠으며, 향생제 첨가구가 22.44 mm으로 가장 얇았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 (P>0.05). 등급판정은 향생제구



와 발효녹차 0.1% 처리구가 각각 3.67으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 3.22으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).

Table 10. Effects of diary green tea fermentation medium on carcass characteristics of pigs

| Treatments        | Control | Antibiotics | Green tea fermentation medium |       |       |
|-------------------|---------|-------------|-------------------------------|-------|-------|
|                   |         |             | 0.1%                          | 0.5%  | 1.0%  |
| Slaughter wt (kg) | 82.11   | 83.78       | 84.72                         | 83.50 | 83.67 |
| Back fat (mm)     | 22.56   | 22.44       | 24.22                         | 22.83 | 22.61 |
| Carcass grade     | 3.33    | 3.67        | 3.67                          | 3.61  | 3.22  |

Calculating standard of grade point : A-5point, B-4point, C-3point, D-2point, E-1point

### 3) 돈육의 일반성분 분석

발효녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 일반성분 분석 결과는 표 11와 같다. 수분은 발효녹차 0.1% 처리구가 73.54%으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 첨가구가 72.77%으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).

Table 11. Effect of diary green tea fermentation medium on the carcass composition of porks (%)

| Treatment     | Control             | Antibiotics         | Green tea fermentation medium |                     |                    |
|---------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|
|               |                     |                     | 0.1%                          | 0.5%                | 1.0%               |
| Moisture      | 73.05               | 73.13               | 73.54                         | 72.77               | 73.06              |
| Crude protein | 21.51 <sup>ab</sup> | 20.81 <sup>ab</sup> | 19.71 <sup>b</sup>            | 22.14 <sup>ab</sup> | 22.58 <sup>a</sup> |
| Crude fat     | 1.83                | 2.87                | 2.70                          | 2.53                | 1.75               |
| Crude ash     | 1.87 <sup>a</sup>   | 1.41 <sup>b</sup>   | 1.53 <sup>b</sup>             | 1.37 <sup>b</sup>   | 1.27 <sup>b</sup>  |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

조회분은 대조구가 1.87%으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 1.27%으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). 조단백질은 발효녹차 1.0% 처리구가 22.58%으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.1% 처리구가 19.71%으로 가

장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 조지방은 항생제구가 2.87%으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 1.75%으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ).

#### 4) 돈육의 육색 분석

발효녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 육색은 표 12과 같다. 백색도 (L)은 발효녹차 0.5% 처리구가 55.56으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 49.03으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 적색도 (a)은 발효녹차 0.5% 처리구가 10.18으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 8.72으로 가장 낮았다 ( $P > 0.05$ ). 황색도 (b)은 발효녹차 0.5% 처리구가 5.71으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 4.00으로 가장 낮았다 ( $P > 0.05$ ).

Table 12. Effect of diary green tea fermentation medium on meat color of pigs

| Treatments | Control | Antibiotics | Green tea fermentation medium |       |       |
|------------|---------|-------------|-------------------------------|-------|-------|
|            |         |             | 0.1%                          | 0.5%  | 1.0%  |
| L          | 51.56   | 49.03       | 54.68                         | 55.56 | 51.91 |
| a          | 9.33    | 8.72        | 9.25                          | 10.18 | 9.77  |
| b          | 4.66    | 4.00        | 5.31                          | 5.71  | 5.37  |

<sup>1)</sup> L : lightness, a : redness, b : yellowness

#### 5) 돈육의 산패도 (TBA) 분석

발효녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 산패도 분석은 표 13과 같다. 신선한 돈육의 산패도는 발효녹차 0.1% 처리구가 1.42  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 대조구가 1.02  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 발효녹차 0.1% 처리구가 2.06  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 대조구가 1.82  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮았다 ( $P > 0.05$ ). 2주령시에는 대조구가 2.98  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구와 발효녹차 1.0% 처리구가 2.80  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 3주령시의 처리구별 산패도는 대조구가 4.46  $\mu$

mol/100g으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 3.94  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ).

Table 13. Effect of diary green tea fermentation medium on meat TBA of pigs ( $\mu\text{mol}/100\text{g}$ )

| Treatment | Control           | Antibiotics        | Green tea fermentation medium |                   |                    |
|-----------|-------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|
|           |                   |                    | 0.1%                          | 0.5%              | 1.0%               |
| Fresh     | 1.02              | 1.32               | 1.42                          | 1.32              | 1.25               |
| 1st week  | 1.82              | 1.97               | 2.06                          | 1.85              | 1.85               |
| 2nd week  | 2.98              | 2.80               | 2.86                          | 2.86              | 2.80               |
| 3rd week  | 4.46 <sup>a</sup> | 3.97 <sup>bc</sup> | 4.28 <sup>ab</sup>            | 3.94 <sup>c</sup> | 3.97 <sup>bc</sup> |
| Average   | 2.57              | 2.52               | 2.65                          | 2.49              | 2.47               |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

#### 6) 혈액분석

발효녹차의 첨가수준에 따른 혈액성분 결과는 표 14와 같다. 총 콜레스테롤은 발효녹차 0.5% 처리구가 114.67 mg/dL으로 가장 높았으며, 대조구가 99.67 mg/dL으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). HDL cholesterol은 발효녹차 0.5% 처리구가 47.00 mg/dL으로 가장 높았으며, 대조구가 36.33 mg/dL으로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). LDL cholesterol은 발효녹차 0.1% 처리구가 60.67 mg/dL으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 47.17 mg/dL으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). Triglyceride은 발효녹차 0.5% 처리구가 66.33 mg/dL으로 가장 높았으며, 대조구가 38.67 mg/dL으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). Glucose은 발효녹차 0.5% 처리구가 87.00 mg/dL으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 77.33 mg/dL으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). IgG은 대조구가 1,506.67 mg/dL으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 995.00 mg/dL으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). Albumin은 발효녹차 0.5% 처리구가 4.57 g/dL으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 첨가구와 대조구가 4.20 g/dL으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ).

Table 14. Effect of diary green tea fermentation medium on blood composition of pigs

| Treatments                | Control               | Antibiotics            | Green tea fermentation medium |                     |                        |
|---------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|
|                           |                       |                        | 0.1%                          | 0.5%                | 1.0%                   |
| Total cholesterol (mg/dL) | 99.67                 | 103.33                 | 111.00                        | 114.67              | 108.00                 |
| HDL cholesterol (mg/dL)   | 36.33 <sup>b</sup>    | 42.67 <sup>ab</sup>    | 41.67 <sup>ab</sup>           | 47.00 <sup>a</sup>  | 45.67 <sup>a</sup>     |
| LDL cholesterol (mg/dL)   | 58.33                 | 47.17                  | 60.67                         | 56.00               | 56.50                  |
| Triglyceride (mg/dL)      | 38.67                 | 54.67                  | 57.67                         | 66.33               | 52.67                  |
| Glucose (mg/dL)           | 79.67                 | 79.83                  | 81.67                         | 87.00               | 77.33                  |
| IgG (mg/dL)               | 1,506.67 <sup>a</sup> | 1,273.17 <sup>ab</sup> | 1,223.33 <sup>ab</sup>        | 995.00 <sup>b</sup> | 1,187.83 <sup>ab</sup> |
| Albumin (g/dL)            | 4.20                  | 4.35                   | 4.43                          | 4.57                | 4.20                   |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

#### 6) 전단력, 가열감량 분석

발효녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 전단력과 가열감량 분석 결과는 표 15와 같다. 전단력은 대조구가 3.40 kg/0.5inch<sup>2</sup>으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 2.70 kg/0.5inch<sup>2</sup>로 가장 낮았다 (P>0.05). 가열감량은 대조구가 33.56%으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 28.86%로 가장 낮았으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다 (P>0.05).

Table 15. Effect of diary green tea fermentation medium on meat shear value and heating loss of pigs

| Treatments                             | Control | Antibiotics | Green tea fermentation medium |       |       |
|--|---------|-------------|-------------------------------|-------|-------|
|  |         |             | 0.1%                          | 0.5%  | 1.0%  |
| Shear value (kg/0.5inch <sup>2</sup> ) | 3.40    | 2.70        | 3.06                          | 2.73  | 2.77  |
| Heating loss (%)                       | 34.56   | 28.86       | 32.13                         | 31.48 | 30.55 |

### 8) 돈육내 광물질 함량

발효녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 광물질 함량은 표 15과 같다. 칼슘 (Ca)은 대조구가 90.45  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 75.43  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 철분 (Fe)은 발효녹차 0.1% 처리구가 85.57  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 68.18  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ).

Table 15. Effect of diary green tea fermentation medium on meat mineral of pigs ( $\mu\text{g/g}$ )

| Treatments | Control | Antibiotics | Green tea fermentation medium |       |       |
|------------|---------|-------------|-------------------------------|-------|-------|
|            |         |             | 0.1 %                         | 0.5 % | 1 %   |
| Ca         | 90.45   | 77.31       | 87.83                         | 81.96 | 75.43 |
| Fe         | 82.89   | 54.89       | 85.57                         | 78.84 | 68.18 |

### 9) 돈육의 지방산 조성

발효녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 지방산 함량은 표 16과 같다. C18:1 지방산은 항생제 첨가구가 47.50%으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 43.50%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). C20:4 지방산은 발효녹차 0.5% 처리구가 0.30%으로 높았으며, 대조구와 발효녹차 1.0% 처리구에서 0.13%으로 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). C20:5 지방산은 대조구가 0.35%으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 0.21%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ). C22:6n3 지방산은 항생제 첨가구가 0.26%으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 0.14%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ).

Table 16. Effect of dietary green tea fermentation medium on fatty acid composition of pork meat (%)

| Treatments | Control             | Antibiotics        | Green tea fermentation medium |                    |                    |
|------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
|            |                     |                    | 0.1 %                         | 0.5 %              | 1 %                |
| C14:0      | 0.20                | 0.24               | 0.26                          | 0.23               | 0.27               |
| C16:0      | 27.19               | 25.64              | 25.89                         | 26.20              | 26.42              |
| C16:1      | 1.85                | 1.81               | 1.97                          | 2.25               | 2.50               |
| C18:0      | 11.17               | 11.34              | 11.76                         | 12.92              | 13.13              |
| C18:1      | 44.97 <sup>ab</sup> | 47.50 <sup>a</sup> | 46.02 <sup>ab</sup>           | 44.48 <sup>b</sup> | 43.50 <sup>b</sup> |
| C18:2n6    | 13.15               | 11.90              | 12.45                         | 12.76              | 13.04              |
| C18:3n6    | 0.28                | 0.28               | 0.35                          | 0.27               | 0.31               |
| C20:1      | 0.48                | 0.41               | 0.51                          | 0.32               | 0.27               |
| C20:4      | 0.13 <sup>b</sup>   | 0.29 <sup>a</sup>  | 0.29 <sup>a</sup>             | 0.30 <sup>a</sup>  | 0.13 <sup>b</sup>  |
| C20:5      | 0.35 <sup>a</sup>   | 0.33 <sup>ab</sup> | 0.27 <sup>ab</sup>            | 0.27 <sup>ab</sup> | 0.21 <sup>b</sup>  |
| C22:6n3    | 0.23 <sup>ab</sup>  | 0.26 <sup>a</sup>  | 0.23 <sup>ab</sup>            | 0.14 <sup>b</sup>  | 0.21 <sup>ab</sup> |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

C14:0 (myristic acid), C16:0 (palmitic acid), C16:1 (palmitoleic acid), C18:0 (stearic acid), C18:1 $\omega$ 9 (oleic acid), C18:2 $\omega$ 6 (linoleic acid), C18:3 $\omega$ 6 ( $\gamma$ -linolenic acid), C20:1 $\omega$ 9 (eicosenoic acid), C20:4 $\omega$ 6 (eicosatetraenoic acid), C22:6 $\omega$ 3 (docosahexenoic acid).

#### 10) 돈육의 콜레스테롤 함량

발효녹차의 첨가수준에 따른 돈육의 콜레스테롤 함량은 표 17과 같다. 발효녹차 0.5% 처리구가 81.83 mg/100g으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 78.02 mg/100g으로 가장 낮았다.

Table 16. Effect of diary green tea fermentation medium on meat cholesterol of pigs (mg/100g)

| Treatments  | Control | Antibiotics | Green tea fermentation medium |       |       |
|-------------|---------|-------------|-------------------------------|-------|-------|
|             |         |             | 0.1 %                         | 0.5 % | 1 %   |
| Cholesterol | 79.11   | 80.14       | 81.83                         | 78.02 | 81.20 |

### 11) 분변의 대장균수의 변화

발효녹차의 첨가수준에 따른 분변의 대장균수의 변화는 표 17와 같다. 항생제 첨가구에서  $9.5 \times 10^3$  cfu/g으로 가장 높게 나타났으며, 발효녹차 1.0% 처리구가  $6.7 \times 10^3$  cfu/g으로 가장 낮게 나타났다.

Table 17. Effect of diary green tea fermentation medium on fecal number of *E. coli* of pigs (cfu/g)

| Treatments               | Control           | Antibiotics       | Green tea fermentation medium |                   |                   |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|
|                          |                   |                   | 0.1%                          | 0.5%              | 1%                |
| Number of <i>E. coli</i> | $8.2 \times 10^3$ | $9.5 \times 10^3$ | $8.0 \times 10^3$             | $8.4 \times 10^3$ | $6.7 \times 10^3$ |

The numbers are represented the average value of the means.

Each analysis was replicated by three times (n=3)

### 12) 관능테스트

발효녹차의 첨가수준에 따른 관능테스트 결과는 표 18과 같다. 다즙성은 발효녹차 1.0% 처리구가 4.47으로 가장 높았으며, 대조구가 3.50으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ).

Table 18. Effect of diary green tea fermentation medium on meat sensuous evaluation of pigs

| Treatments | Control           | Antibiotics        | Green tea fermentation medium |                    |                    |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
|            |                   |                    | 0.1%                          | 0.5%               | 1.0%               |
| Juiceness  | 3.50 <sup>b</sup> | 4.10 <sup>ab</sup> | 3.87 <sup>ab</sup>            | 3.67 <sup>b</sup>  | 4.47 <sup>a</sup>  |
| Tenderness | 3.73 <sup>b</sup> | 5.00 <sup>a</sup>  | 4.83 <sup>a</sup>             | 4.27 <sup>ab</sup> | 4.43 <sup>ab</sup> |
| Flavor     | 3.77 <sup>b</sup> | 4.40 <sup>a</sup>  | 4.27 <sup>ab</sup>            | 3.93 <sup>ab</sup> | 4.50 <sup>a</sup>  |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

연도는 항생제 첨가구가 5.00으로 가장 높았으며, 대조구가 3.73으로 가장 낮아 처

리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ). 향미는 발효녹차 1.0% 처리구가 4.50으로 가장 높았으며, 대조구가 3.77으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P < 0.05$ ).

#### 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

##### 1) 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 비육돈의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 표 19와 같다. 각 처리구별 증체량을 비교한 결과 0~2주령시에는 항생제구가 14.45 kg으로 가장 높고 녹차부산물 0.5% 처리구에서 11.99 kg으로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).

2~4주령시 각 처리구별 증체량을 보면 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 14.29 kg으로 가장 높고 항생제구가 11.78 kg으로 가장 낮게 나타나 처리구간의 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 전 시험기간 (0~4주령) 동안의 증체량을 비교한 결과 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 27.45 kg으로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 25.04 kg로 가장 낮게 나타났다. 그러나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 전 시험기간 (0~4주령) 동안의 각 처리구별 사료섭취량 조사한 결과 대조구가 91.29 kg으로 가장 높고 녹차부산물 0.5% 처리구에서 84.49 kg으로 가장 낮게 조사되었다. 그러나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 전 시험기간 동안 (0~4주령)의 각 처리구별 사료요구율을 비교한 결과 대조구가 3.50으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 3.25로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).



Table 19. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on growth performance of pigs

| Treatments          | Control             | Antibiotics        | GTB 0.5%            | GTF 0.5%            |
|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 0~2 Weeks           |                     |                    |                     |                     |
| Initial body weight | 75.19               | 76.52              | 77.06               | 76.80               |
| Final body weight   | 88.21               | 90.97              | 89.05               | 89.96               |
| Weight gain (kg)    | 13.02               | 14.45              | 11.99               | 13.16               |
| Feed intake (kg)    | 43.99               | 44.93              | 40.17               | 43.79               |
| FCR (feed/gain)     | 3.40                | 3.18               | 3.49                | 3.37                |
| 2~4 Weeks           |                     |                    |                     |                     |
| Initial body weight | 88.21               | 90.97              | 88.44               | 89.96               |
| Final body weight   | 101.43              | 102.75             | 102.09              | 104.25              |
| Weight gain (kg)    | 13.22 <sup>ab</sup> | 11.78 <sup>b</sup> | 13.04 <sup>ab</sup> | 14.29 <sup>a</sup>  |
| Feed intake (kg)    | 47.30 <sup>a</sup>  | 43.26 <sup>b</sup> | 44.32 <sup>ab</sup> | 45.24 <sup>ab</sup> |
| FCR (feed/gain)     | 3.60                | 3.70               | 3.44                | 3.28                |
| 0~4 Weeks           |                     |                    |                     |                     |
| Initial body weight | 75.19               | 76.52              | 77.06               | 76.80               |
| Final body weight   | 101.43              | 102.75             | 102.09              | 104.25              |
| Weight gain (kg)    | 26.24               | 26.23              | 25.04               | 27.45               |
| Feed intake (kg)    | 91.29               | 88.19              | 84.49               | 89.02               |
| FCR (feed/gain)     | 3.50                | 3.41               | 3.45                | 3.25                |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

GTB: Green tea by-product, GTF: Green tea fermentation medium

## 2) 도체 등급 판정

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 도체 등급 판정 결과는 표 20과 같다. 도체중은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 80.43 kg으로 가장 높고 대조구가 77.54 kg으로 가장 낮게 나타났으며, 녹차부산물과 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구는 대조구와 항생제구와 비교하여 높게 나타났다. 그러나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05). 각 처리구별 등지방 두께를 비교한 결과 항생제구와 녹차부산물 0.5% 처리구가 각각 21.12와 21.05 mm로 가장 두껍게 조사되었고 대조구가 18.94 mm로 가장 얇게 조사되었으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05). 각 처

리구별 등급판정 결과 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구, 녹차부산물 0.5% 처리구가 각각 4.53와 4.20으로 높게 조사되었고 대조구와 항생제구는 각각 4.08로 낮게 조사되었으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

Table 20. Effects of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on carcass characteristics of pigs

| Treatments        | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|-------------------|---------|-------------|----------|----------|
| Slaughter wt (kg) | 77.54   | 79.67       | 79.98    | 80.43    |
| Back fat (mm)     | 18.94   | 21.12       | 21.05    | 20.20    |
| Carcass grade     | 4.08    | 4.08        | 4.20     | 4.53     |

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

Carcass grade : A-5, B-4, C-3, D-2, E-1

### 3) 돈육의 일반성분 분석

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 돈육의 일반성분 분석 결과는 표 21과 같다. 본 시험의 일반성분은 처리구간의 유의적 차이를 보이지 않았다. 조단백질은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 24.62로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구에서 23.34로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ).

Table 21. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on the carcass composition of porks (%)

| Treatments    | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|---------------|---------|-------------|----------|----------|
| Moisture      | 72.35   | 72.49       | 71.55    | 71.56    |
| Crude protein | 24.04   | 24.25       | 23.34    | 24.62    |
| Crude fat     | 1.58    | 1.47        | 1.36     | 1.43     |
| Crude Ash     | 1.30    | 1.22        | 1.24     | 1.29     |

GTB: Green tea by-product, GTF: Green tea fermentation medium

조지방은 대조구에서 1.58로 가장 높게 분석되었고 녹차부산물 0.5% 처리구에서

1.36으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 본 시험의 조지방의 경우 발효녹차 첨가제와 녹차부산물 처리구 모두 대조구와 항생제구와 비교하게 낮은 수준으로 분석되었다.

#### 4) 돈육의 육색 분석

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 돈육의 육색분석 결과는 표 22와 같다. 본 시험의 돈육의 육색에서는 처리구간의 유의적 차이는 보이지 않았다. 백색도 (L)은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 46.46으로 가장 높게 분석되었으며, 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 43.13으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 적색도 (a)은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 6.02로 가장 높게 분석되었으며, 대조구에서 5.23으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 발효녹차 첨가제와 녹차부산물 처리구간의 적색도 (a)를 비교한 결과 통계적 유의성은 없었으나 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 높게 나타났다.

Table 22. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat color of pigs

| Treatments      | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|-----------------|---------|-------------|----------|----------|
| L <sup>1)</sup> | 46.12   | 44.69       | 46.46    | 43.14    |
| a <sup>1)</sup> | 5.23    | 5.26        | 5.58     | 6.02     |
| b <sup>1)</sup> | 0.16    | 0.35        | 0.32     | -0.08    |

<sup>1)</sup> L : lightness, a : redness, b : yellowness

GTB: Green tea by-product, GTF: Green tea fermentation medium

#### 6) 돈육의 산패도 (TBA) 분석

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 돈육의 산패도 분석 결과는 표 23과 같다. 신선한 돈육 (fresh)의 산패도는 항생제구가 0.8  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높게 분석되었으며, 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 0.28  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되었다. 그러나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 발효녹차 첨가제 처리구와 녹차

부산물 처리구간을 비교하면 발효녹차 첨가제 처리구에서 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 또한 발효녹차 첨가제 처리구와 녹차부산물 처리구는 대조구와 항생제 처리구와 비교하여 산패도가 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 저장기간 1주의 경우 대조구가 1.66  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 녹차부산물 0.5% 처리구에서 1.02  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되어 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 저장기간 3주의 경우에는 대조구가 16.6  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 항생제구에서 14.55  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 각 처리구별 평균적인 돈육의 산패도를 비교한 결과 대조구가 6.86  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 항생제구에서 5.94  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되었다. 그러나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 발효녹차 첨가제 처리구와 녹차부산물 처리구를 비교하면 발효녹차 첨가제 처리구에서 6.19  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 낮게 나타났으며 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

Table 23. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat TBA of pigs ( $\mu\text{mol}/100\text{g}$ )

| Treatments | Control           | Antibiotics       | GTB 0.5%          | GTF 0.5%          |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fresh      | 0.74              | 0.80              | 0.52              | 0.28              |
| 1st week   | 1.66 <sup>a</sup> | 1.08 <sup>b</sup> | 1.02 <sup>b</sup> | 1.08 <sup>b</sup> |
| 2nd week   | 8.44              | 7.32              | 7.80              | 7.52              |
| 3rd week   | 16.60             | 14.55             | 16.26             | 15.88             |
| Average    | 6.86              | 5.94              | 6.40              | 6.19              |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

#### 7) 혈액 분석

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 비육돈의 혈액성분 분석 결과는 표 24와 같다. 총 콜레스테롤은 항생제구가 89.17 mg/dL으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 83.13 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었으며 사양시험 개시시와 종료시의 총 콜레스테롤 함량의 변화에서 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 15.14 mg/dL으로 가장 크게 변화되었다. 그러나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다

( $P>0.05$ ). 발효녹차 첨가제 처리구와 녹차부산물 처리구는 대조구와 항생제구와 비교하여 총 콜레스테롤 수준이 낮게 나타나는 경향을 보였다.

Table 24. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on blood composition of pigs (mg/100g)

| Treatments                   |            | Control            | Antibiotics        | GTB 0.5%           | GTF 0.5%          |
|------------------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Total cholesterol<br>(mg/dL) | Intial     | 93.83              | 102.03             | 98.97              | 98.67             |
|                              | Final      | 88.53              | 89.17              | 85.43              | 83.13             |
|                              | difference | -5.30              | -12.86             | -13.54             | -15.54            |
| HDL cholesterol<br>(mg/dL)   | Intial     | 36.37              | 41.50              | 38.40              | 39.10             |
|                              | Final      | 36.13              | 38.63              | 38.53              | 39.57             |
|                              | difference | -0.24              | -2.87              | 0.13               | 0.47              |
| LDL cholesterol<br>(mg/dL)   | Intial     | 41.87              | 46.90              | 45.20              | 46.23             |
|                              | Final      | 42.83              | 45.13              | 42.53              | 38.17             |
|                              | difference | 0.96               | -1.77              | -2.67              | -8.06             |
| Triglyceride<br>(mg/dL)      | Intial     | 34.57              | 44.53              | 46.33              | 46.57             |
|                              | Final      | 62.30              | 61.57              | 42.23              | 47.47             |
|                              | difference | 27.73              | 17.04              | -4.10              | 0.90              |
| Glucose<br>(mg/dL)           | Intial     | 94.97              | 98.63              | 96.33              | 99.63             |
|                              | Final      | 81.07              | 95.63              | 86.27              | 78.73             |
|                              | difference | -13.90             | -3.00              | -10.06             | -20.90            |
| Cortisol<br>( $\mu$ g/mL)    | Intial     | 3.40               | 4.07               | 3.87               | 5.83              |
|                              | Final      | 4.50               | 5.50               | 3.43               | 3.23              |
|                              | difference | 1.10               | 1.43               | -0.44              | -2.60             |
| Insulin<br>( $\mu$ IU/mL)    | Intial     | 5.67               | 13.07              | 3.27               | 9.23              |
|                              | Final      | 6.23 <sup>ab</sup> | 11.40 <sup>a</sup> | 7.90 <sup>ab</sup> | 3.00 <sup>b</sup> |
|                              | difference | 0.56               | -1.67              | 4.63               | -6.23             |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

GTB: Green tea by-product, GTF: Green tea fermentation medium

고밀도 콜레스테롤 (HDL cholesterol)의 경우 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 39.10 mg/dL으로 가장 높고 대조구가 36.37 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었으며 개시시와 종료시의 고밀도 콜레스테롤 함량의 변화를 비교하면 대조구와 항생제구는 감소되는 경향을 볼 수 있었으며, 발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 처리구에서는 각각 0.47 및 0.13 mg/dL으로 증가되는 경향을 볼 수 있었으나 각 처리구간 통계적 유

의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 저밀도 콜레스테롤 (LDL cholesterol)의 경우 항생제구가 41.13 mg/dL으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 38.17 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었다. 개시시와 종료시의 저밀도 콜레스테롤 함량의 변화에서는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 8.06 mg/dL으로 가장 크게 감소되었으며, 녹차부산물 0.5% 처리구와 항생제구는 감소하는 차이를 보였다. 이에 반하여 대조구에서는 다른 처리구와는 다르게 0.96 mg/dL정도가 증가하는 것을 볼 수 있었다. 그러나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 혈액내 인슐린 (Insulin)의 함량은 항생제구가 11.4  $\mu$ IU/mL으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 3.0  $\mu$ IU/mL으로 가장 낮게 분석되어 처리구간 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 개시시와 종료시의 인슐린 (Insulin)의 함량의 변화는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 6.23  $\mu$ IU/mL으로 가장 크게 감소되었고 항생제구에서는 1.67  $\mu$ IU/mL 정도 감소되는 것을 볼 수 있었다. 이에 반하여, 녹차부산물 0.5% 처리구와 대조구에서는 각각 4.63 및 0.56  $\mu$ IU/mL 정도 증가되는 경향을 보였다.

#### 8) 전단력, 가열감량 분석

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 돈육의 전단력과 가열감량에 대한 분석 결과는 표 25와 같다. 전단력 (Shear value)은 대조구, 항생제구와 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 각각 3.03, 3.05 및 3.03 kg/0.5inch<sup>2</sup>로 차이를 보이지 않았으나 녹차부산물 0.55 처리구에서 가장 낮은 2.98 kg/0.5inch<sup>2</sup>로 분석되었다. 그러나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 가열감량 (Heating loss)의 경우는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 34.89%로 가장 높고 항생제구에서 31.81%로 가장 낮게 분석되었으나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

Table 25. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat shear value and heating loss of pigs

| Treatments                             | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|--|---------|-------------|----------|----------|
| Shear value (kg/0.5inch <sup>2</sup> ) | 3.03    | 3.05        | 2.98     | 3.03     |
| Heating loss (%)                       | 32.59   | 31.81       | 33.96    | 34.89    |

GTB: Green tea by-product, GTF: Green tea fermentation medium

### 9) 돈육내 광물질 함량

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 돈육의 광물질 함량에 대한 분석 결과는 표 26과 같다. 각 처리구별 돈육에 함유된 철분 (Fe) 수준은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구와 녹차부산물 처리구가 각각 1.02와 1.01 mg/100g 정도로 대조구와 항생제구의 0.86 mg/100g보다 약간 높은 수준으로 분석되었으나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 돈육내 칼슘 (Ca)의 함량은 녹차부산물 0.5% 처리구가 13.61 mg/100g으로 가장 높고 대조구가 6.92 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 발효녹차 첨가제와 녹차부산물 처리구간을 비교한 결과 녹차부산물 처리구가 높게 나타났으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 마그네슘 (Mg)의 경우에는 항생제구와 녹차부산물 0.5% 처리구가 각각 23.95와 23.97 mg/100g으로 대조구와 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에 비해 높게 나타났다. 그러나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

Table 26. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat mineral of pigs (mg/100g)

| Treatments | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|------------|---------|-------------|----------|----------|
| Fe         | 0.86    | 0.86        | 1.01     | 1.02     |
| Ca         | 6.92    | 8.99        | 13.61    | 7.10     |
| Mg         | 15.94   | 23.95       | 23.97    | 18.77    |

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

### 10) 돈육의 지방산 조성

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 돈육의 지방산 함량에 대한 분석 결과는 표 27와 같다. C16:1 (palmitoleic acid) 지방산은 대조구가 3.43으로 가장 높게 분석되었으며, 녹차부산물 0.5% 처리구에서 3.0으로 가장 낮게 분석되어 처리구간 통계적 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). C18:1 (oleic acid) 지방산의 경우는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 47.46으로 가장 높고 대조구가 44.92으로 가장 낮게 분석되어

각 처리구간 통계적 유의성을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 각 처리구의 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율을 비교한 결과 녹차부산물 0.5% 처리구에서 2.02로 가장 높고 발효 녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 1.91로 가장 낮게 나타났다. 그러나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).

Table 27. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on fatty acid composition of pork meat

| Treatments      | Control            | Antibiotics         | GTB 0.5%            | GTF 0.5%           |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| C14:0           | 1.49               | 1.35                | 1.33                | 1.41               |
| C16:0           | 25.74              | 24.88               | 23.48               | 24.28              |
| C16:1           | 3.43 <sup>a</sup>  | 3.06 <sup>ab</sup>  | 3.00 <sup>b</sup>   | 3.19 <sup>ab</sup> |
| C18:0           | 11.38              | 11.46               | 12.65               | 12.51              |
| C18:1           | 44.92 <sup>b</sup> | 46.46 <sup>ab</sup> | 45.76 <sup>ab</sup> | 47.46 <sup>a</sup> |
| C18:2n6         | 9.67               | 9.44                | 9.17                | 8.47               |
| C18:3n3         | 0.54               | 0.39                | 0.44                | 0.41               |
| C20:1           | 0.52               | 0.44                | 0.53                | 0.42               |
| C20:4n6         | 1.00               | 0.78                | 2.20                | 0.50               |
| C:20:5          | 0.42               | 0.61                | 0.41                | 0.62               |
| C22:4n6         | 0.58               | 0.82                | 0.57                | 0.78               |
| C22:6n3         | 0.29               | 0.32                | 0.46                | 0.13               |
| SFA             | 38.60              | 37.69               | 37.46               | 38.21              |
| USFA            | 73.62              | 74.34               | 75.33               | 72.58              |
| (MUFA+PUFA)/SFA | 1.92               | 1.97                | 2.02                | 1.91               |
| mono            | 45.45              | 46.90               | 46.28               | 47.69              |
| poly            | 12.51              | 12.35               | 13.26               | 10.91              |
| n3              | 0.84               | 0.71                | 0.90                | 0.54               |
| n6              | 11.26              | 11.03               | 11.94               | 9.75               |
| n6/n3           | 16.98              | 20.45               | 14.26               | 20.14              |
| MUFA/SFA        | 1.18               | 1.24                | 1.24                | 1.25               |
| PUFA/SFA        | 0.33               | 0.33                | 0.36                | 0.29               |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

C14:0 (myristic acid), C16:0 (palmitic acid), C16:1 (palmitoleic acid), C18:0 (stearic acid), C18:1 $\omega$ 9 (oleic acid), C18:2 $\omega$ 6 (linoleic acid), C18:3 $\omega$ 6 ( $\gamma$ -linolenic acid), C20:1 $\omega$ 9 (eicosenoic acid), C20:4 $\omega$ 6 (eicosatetraenoic acid), C22:6 $\omega$ 3 (docosahexenoic acid).



## 11) 돈육의 콜레스테롤 (cholesterol) 함량

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 돈육의 콜레스테롤 함량에 대한 분석 결과는 표 28과 같다. 각 처리구별 돈육의 콜레스테롤 함량을 비교한 결과 대조구 65.70 mg/100g으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 60.16 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었으며, 발효녹차 첨가제 처리구와 녹차부산물 처리구는 대조구와 항생제구와 비교해서 낮은 수준으로 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

Table 28. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat cholesterol of pigs (mg/100g)

| Treatments  | Control | Antibiotics | GTB 0.5% | GTF 0.5% |
|-------------|---------|-------------|----------|----------|
| Cholesterol | 65.70   | 63.10       | 60.78    | 60.16    |

GTB: Green tea by-product, GTF: Green tea fermentation medium

## 12) 분변의 대장균수의 변화

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 비육돈의 분변내 대장균 (*E. coli*) 의수의 변화는 표 29와 같다. 각 처리구별 분변의 대장균 수는 항생제구가 가장 높은  $1.0 \times 10^6$  cfu/g으로 검사되었다. 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 가장 낮은  $7.3 \times 10^3$  cfu/g으로 검사되었으며 대조구와 녹차부산물 0.5% 처리구에서는 각각  $9.3 \times 10^4$ ,  $4.1 \times 10^4$  cfu/g로 검사되었다.

Table 29. Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on fecal number of *E. coli* of pigs (cfu/g)

| Treatments                 | Control           | Antibiotics       | GTB 0.5 %         | GTF 0.5 %         |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Number of <i>E. coli</i> . | $9.3 \times 10^4$ | $1.0 \times 10^6$ | $4.1 \times 10^4$ | $7.3 \times 10^3$ |

The numbers are represented the average value of the means.

Each analysis was replicated by three times (n=3)

### 13) 관능검사

발효녹차 첨가제와 녹차부산물의 첨가에 따른 돈육의 관능검사의 결과는 표 30와 같다. 각 처리구별 다즙성 (juiciness)의 평가에서는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 5.10과 항생제구 4.90으로 다른 처리구와 비교하여 높게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 연도 (tenderness)에서는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 5.03으로 가장 높고 대조구에서 4.30으로 가장 낮게 분석되어 통계적 유의성을 나타내었다 ( $P<0.05$ ). 향미성 (flavor)에서는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 5.00으로 가장 높고 대조구와 녹차부산물 0.5% 처리구에서 4.60으로 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

Table 38 Effect of dietary green tea by-product and green tea fermentation medium on meat sensuous evaluation of porks

| Treatments | Control           | Antibiotics        | GTB 0.5%           | GTF 0.5%          |
|------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Juiciness  | 4.30              | 4.90               | 4.37               | 5.10              |
| Tenderness | 4.30 <sup>b</sup> | 4.73 <sup>ab</sup> | 4.57 <sup>ab</sup> | 5.03 <sup>a</sup> |
| Flavor     | 4.60              | 4.50               | 4.60               | 5.00              |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

GTB : Green tea by-product, GTF : Green tea fermentation medium

## 4. 결론

### 가. 녹차와 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 제조

발효녹차 첨가제의 제조에 활용할 균주를 선발하기 위해 총 26종의 균주를 대상으로 인공위액 pH 4.0에서 내산성 검사를 하였으며, 돼지 담즙산 0.3%에서 내담즙성 실험을 수행하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) 인공위액 (pH 4)에 대한 유산균의 생존율은 50~66% 수준으로 높은 내산성을

나타내었다. *L. acidophilus* 균주 중 KCTC 3111와 KCTC 3146이 각각 66.9와 61.9%의 생존율로 위산에 매우 강한 균주로 평가되었다. *L. casei* KCTC 3109 균주의 경우 생존율 62.5%이었으며, *L. plantarum* KCTC 3104 균주의 경우는 생존율 54.2%이었다. *Enterococcus faecium* KCTC 2022 균주의 경우 생존율 55.3%를 나타내어 산에 견디는 능력이 우수한 것으로 평가되었다. 담즙산 (0.3%, bile acid)에 대한 유산균의 생존율은 26~44% 수준이었으며, 낮은 pH의 조건에서 높은 생존율을 보였던 균주들은 담즙산에는 약한 경향을 보였다. *L. acidophilus* KCTC 3111와 KCTC 3150 균주가 각각 43.2와 44.6%로 높은 생존율을 보였다. *L. casei* KCTC 3109 균주가 생존율 42.1%이고 *L. plantarum* KCTC 3104 균주가 생존율 41.3%이며,, *Enterococcus faecium* KCTC 2022 균주가 생존율 41.0%를 나타내어 담즙산에 견디는 능력이 높은 균주로 평가되었다.

- 2) 인공위액 (pH 4)에 대한 *Bacillus* 속의 인공위액에 대한 생존율은 13~42% 수준이었으며, *Saccharomyces* 속의 경우 14~38%의 수준을 나타내었다. 같은 *Bacillus subtilis*라도 그 strain에 따라 내산성이 다르게 나타나는 경향을 보였으며, *Bacillus subtilis* KCTC 3239 균주가 42.4%의 생존율로 가장 높게 나타났으며, *Bacillus coagulans*의 경우 KCTC 1015 균주가 42.98%로 산에 강한 균주로 평가되었다. *Saccharomyces cerevisiae*의 경우에 KCTC 7915와 KCTC 7928 균주가 각각 38.18와 37.69%로 인공위액에 대한 생존율이 높게 나타났다. 담즙산 (0.3%, bile acid)에 대한 *Bacillus* 속의 균주는 생존율이 20~34% 수준이었으며, *Saccharomyces* 속의 경우 28~34%의 수준을 나타내었다. *Bacillus subtilis* KCTC 3239 균주가 34.25%의 생존율로 가장 높게 나타났으며, *Bacillus coagulans*의 경우 KCTC 1015 균주가 31.25%의 생존율을 보였다. 본 실험의 결과는 인공위액에 강한 균주가 담즙산에도 강한 균주로 평가되었다.
- 3) 내산성과 내담즙성 실험에서 선발된 균주 10종은 열에 대한 생존율이 35~54% 수준이었으며, *L. acidophilus* 균주의 경우 KCTC 3111의 균주가 51.41%로 열에 견디는 능력이 가장 우수하였다. *Bacillus coagulans* KCTC 1015 균주의 경우에 50.94%의 생존율을 보였으며, *Saccharomyces cerevisiae*의 경우 KCTC 7915와 KCTC 7928 균주가 각각 50과 54.31%의 생존율로 나타났다. 본 실험의 결과에서 실험균주중 내산성과 내담즙성이 상대적으로 높았던 10종의

선발균주는 열에도 견디는 능력이 우수한 것으로 평가되었다.

- 4) 녹차 추출액에 대한 저항성은 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3111 균주, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3104 균주와 *Bacillus subtilis* KCTC 3239 균주, *Bacillus coagulans* KCTC 1015 균주, *Saccharomyces cerevisiae* KCTC 7915 균주 등 5종의 균주가 녹차추출액에 대하여 저항성이 있는 것으로 평가되었다. 또한 녹차추출액의 첨가수준이 10, 20 및 30%수준은 모든 선발균주가 녹차추출액에 대한 저항성이 우수하였으나 녹차추출액 40와 50% 첨가수준에서는 녹차추출액에 대해 감수성을 보였다. 본 실험의 결과로 발효녹차 첨가제의 제조시 최적 녹차 첨가범위를 10~30%로 판단하여 녹차를 최대로 첨가할 수 있는 30% 수준을 적정첨가 수준으로 평가하였다.
- 5) 녹차와 부형제의 최적배합 조건을 결정하기 위한 복합균주의 증식성 조사는 녹차 30%, 탈지강 50%, 소맥피 20%로 배합한 처리구와 녹차 30%와 탈지강 40%, 소맥피 30%로 배합한 처리구에서 복합균주의 총균수가 가장 높았으며, 녹차 30%와 소맥피 70%로 배합한 처리구가 가장 낮은 결과를 보였다.
- 6) 발효녹차 첨가제에 함유된 생균은 *Lactobacillus acidophilus* 균주가  $3.2 \times 10^8$  cfu/g이며, *Lactobacillus plantarum* 균주  $2.2 \times 10^8$  cfu/g, *Bacillus* 속 균주가  $4.5 \times 10^9$  cfu/g 및 *Saccharomyces cerevisiae* 균주가  $5.2 \times 10^8$  cfu/g를 함유한 것으로 분석되었다. 발효녹차 첨가제의 수분은 15.08%이고 조단백 17.20%로 분석되었으며, 조지방과 조회분은 각각 4.93과 7.65%로 분석되었다. 발효녹차 첨가제에 함유된 카테킨을 분석한 결과 총 카테킨 함량이 4.76%로 분석되었다. 발효녹차 첨가제의 저장기간에 따른 미생물의 변화의 경우 *Lactobacillus* 속의 경우 전저장기간 동안  $10^8$  cfu/g수준으로 안정하게 유지되는 반면, 탈지강에 흡착시킨 경우의 *Lactobacillus* 속의 균주는 저장기간 4주째부터 감소되기 시작하여 8주째에는  $10^6$  cfu/g수준으로 감소되는 것을 볼수 있었다. 발효녹차 첨가제는 제조후 최소한 2개월까지는 안정적으로 미생물 유지되는 것으로 평가되었다.
- 7) 발효녹차 첨가제가 세균성 병원균에 대하여 증식억제력 실험한 결과 발효녹차 첨가제와 *E. coli* KCTC 2618 혼합배양을 시작한 후 4시간까지는 대장균의 수가 증가하다가 6시간이후부터 급속히 감소되어 배양 10시간 경과 후에는 대장균의 생존율이 99%이상 억제되는 것으로 나타났다. 발효녹차 첨가제와 *E. coli*

S93 F5과 혼합배양 결과 배양 9시간부터 *E. coli* S93 F5의 수가 감소되기 시작하였고 배양 12시간에는  $9 \times 10^7$  cfu/mL수준과 배양 18시간에는  $9 \times 10^5$  cfu/mL로 균수가 감소되었다. 발효녹차 첨가제와 *E. coli* S99 LT와 혼합배양의 결과 배양 3시간까지는 *E. coli* S99 LT 균수가 유지되었다가 배양 6시간에는  $2 \times 10^9$  cfu/mL로 증가되었고 배양 12시간 이후부터 점차 감소되어 배양 18시간에는  $1 \times 10^7$  cfu/mL수준이었다. 발효녹차 첨가제와 *E. coli* S170 F41과 혼합배양의 결과 배양 9시간에는 *E. coli* S170 F41 균수가  $1 \times 10^9$  cfu/mL에서 배양시간이 증가할 수록 현격하게 감소되어 배양 18시간에는  $4 \times 10^4$  cfu/mL 수준이었다. 발효녹차 첨가제와 *E. coli* S171 F6과 혼합배양의 결과 배양 3시간까지는 *E. coli* S171 F6 균수가 유지되었다가 배양 6시간에는  $3 \times 10^9$  cfu/mL로 증가되었고 배양 12시간 이후부터 점차 감소되어 배양 18시간에는  $1 \times 10^7$  cfu/mL수준으로 감소되었다. 발효녹차 첨가제와 4종의 병원성 대장균과의 혼합배양에 의한 억제실험 결과 4종의 병원성 대장균에 대한 억제효과는 유사한 결과를 얻을 수 있었으며, 공통적으로 배양시간 9시간 이후부터 대장균의 증식 억제 효과를 나타내었다. 따라서 발효녹차 첨가제를 가축의 사료에 첨가시 가축의 설사 등의 병해에 상당량 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

#### 나. 발효녹차의 첨가수준이 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

평균 체중 7 kg의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 90두를 공시하여 대조구, 향생제구, 발효 녹차 첨가제 0.1, 0.50 및 1.0% 처리구로 하여 5처리구 3반복, 반복당 6두씩 완전 임의배치 하여 110 kg에 도달시까지 사양시험을 실시하였다. 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) 전 사양시험 기간 동안의 증체량은 향생제가 42.28 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 39.39 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 사료 섭취량은 향생제구가 152.06 kg으로 가장 높았으며, 대조구가 139.44 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ). 사료요구율은 향생제 첨가구가 3.60 으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 3.42으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P > 0.05$ ).
- 2) 도체중은 발효녹차 0.5% 처리구가 84.72 kg으로 가장 높았으며, 대조구가

82.11 kg으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 각 처리구별 등지방 두께는 발효농차 0.1% 처리구가 24.22 mm으로 가장 두꺼웠으며, 항생제 첨가구가 22.44 mm으로 가장 얇았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 등급판정은 항생제구와 발효농차 0.1% 처리구가 각각 3.67으로 가장 높았으며, 발효농차 1.0% 처리구가 3.22으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

- 3) 돈육의 발효농차 0.1% 처리구가 73.54%으로 가장 높았으며, 발효농차 0.5% 첨가구가 72.77%으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 조단백질은 발효농차 1.0% 처리구가 22.58%으로 가장 높았으며, 발효농차 0.1% 처리구가 19.71%으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 조지방은 항생제구가 2.87%으로 가장 높았으며, 발효농차 1.0% 처리구가 1.75%으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 4) 돈육의 백색도 (L)은 발효농차 0.5% 처리구가 55.56으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 49.03으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 적색도 (a)은 발효농차 0.5% 처리구가 10.18으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 8.72으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 산패도는 저장기간 3주째의 경우에 대조구가 4.46  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 발효농차 0.5% 처리구가 3.94  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의차를 보였다 ( $P<0.05$ ).
- 5) 혈액내 총 콜레스테롤은 발효농차 0.5% 처리구가 114.67 mg/dL으로 가장 높았으며, 대조구가 99.67 mg/dL으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). HDL cholesterol은 발효농차 0.5% 처리구가 47.00 mg/dL으로 가장 높았으며, 대조구가 36.33 mg/dL으로 가장 낮아 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). LDL cholesterol은 발효농차 0.1% 처리구가 60.67 mg/dL으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 47.17 mg/dL으로 가장 낮았으나 통계적인 유의성이 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 6) 등심육의 전단력 대조구가 3.40으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 2.70로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 가열감량은 대조구가 33.56으로 가장 높았으며, 항생제 첨가구가 28.86로 가장 낮았으나 통계적인 유의성이 없었다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 철분 (Fe)함량은 발효농차 0.1% 처리구가 85.57  $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 높았으며, 발효

녹차 1.0% 처리구가 68.18  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ). 돈육의 지방산의 경우 C18:1 지방산은 항생제 첨가구가 47.50으로 가장 높았으며, 발효녹차 1.0% 처리구가 43.50로 가장 낮아 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). C20:4 지방산은 발효녹차 0.5% 처리구가 0.30으로 높았으며, 대조구와 발효녹차 1.0% 처리구에서 0.13으로 낮아 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 발효녹차 0.5% 처리구가 81.83 mg/100g으로 가장 높았으며, 발효녹차 0.5% 처리구가 78.02 mg/100g으로 가장 낮았다 ( $P>0.05$ ).

- 7) 분변의 대장균 수는 항생제 첨가구에서  $9.5 \times 10^3$  cfu/g으로 가장 높게 나타났으며, 발효녹차 1.0% 처리구가  $6.7 \times 10^3$  cfu/g으로 가장 낮게 나타났다.
- 8) 관능검사의 경우 다즙성은 발효녹차 1.0% 처리구가 4.47으로 가장 높았으며, 대조구가 3.50으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의성을 보였다 ( $P<0.05$ ). 연도는 항생제 첨가구가 5.00으로 가장 높았으며, 대조구가 3.73으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의성이 보였다 ( $P<0.05$ ). 향미는 발효녹차 1.0% 처리구가 4.50으로 가장 높았으며, 대조구가 3.77으로 가장 낮아 처리구간의 통계적인 유의성이 보였다 ( $P<0.05$ ).

#### 다. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 성장 및 육질에 미치는 영향 규명

평균 체중 76 kg의 2원교잡종 (L×Y) 돼지 총 72두를 공시하여 대조구, 항생제구, 발효녹차 첨가제 0.5% 및 녹차부산물 0.5% 처리구로 하여 4처리구 3반복, 반복당 6두씩 완전 임의배치하여 110 kg에 도달시까지 사양시험을 실시하였다. 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) 전 시험기간 동안의 증체량은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 27.45 kg으로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구가 25.04 kg로 가장 낮게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 전 시험기간 동안의 사료섭취량은 대조구가 91.29 kg으로 가장 높고 녹차부산물 0.5% 처리구에서 84.49 kg으로 가장 낮게 조사되었다 ( $P>0.05$ ). 전 시험기간 동안의 사료요구율은 대조구가 3.50으로 가장 높고 발효

녹차 첨가제 0.5% 처리구가 3.25 로 가장 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).

- 2) 도체중은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 80.43 kg으로 가장 높고 대조구가 77.54 kg으로 가장 낮게 나타났으며, 녹차부산물과 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구는 대조구와 항생제구와 비교하여 높게 나타났다 ( $P>0.05$ ). 등지방 두께는 항생제구와 녹차부산물 0.5% 처리구가 각각 21.12와 21.05 mm로 가장 두껍게 조사되었고 대조구가 18.94 mm로 가장 얇게 조사되었으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ). 등급판정 결과 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구, 녹차부산물 0.5% 처리구가 각각 4.53와 4.20으로 높게 조사되었고 대조구와 항생제구는 각각 4.08로 낮게 조사되었으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 3) 돈육의 조단백질은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 24.62로 가장 높게 나타났으며, 녹차부산물 0.5% 처리구에서 23.34로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 조지방은 대조구에서 1.58로 가장 높게 분석되었고 녹차부산물 0.5% 처리구에서 1.36으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ).
- 4) 돈육의 백색도 (L)은 녹차부산물 0.5% 처리구에서 46.46으로 가장 높게 분석되었으며, 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 43.13으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 적색도 (a)은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 6.02로 가장 높게 분석되었으며, 대조구에서 5.23으로 가장 낮게 분석되었으나 통계적인 유의차는 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 5) 돈육의 산패도는 대조구가 6.86  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높고 항생제구에서 5.94  $\mu\text{mol}/100$ 으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 발효녹차 첨가제 처리구와 녹차부산물 처리구를 비교하면 발효녹차 첨가제 처리구에서 6.19  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 낮게 나타났으며 통계적 유의성은 없었다 ( $P>0.05$ ).
- 6) 혈액내 총 콜레스테롤은 항생제구가 89.17 mg/dL으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 83.13 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었으며, 사양시험 개시시와 종료시의 총 콜레스테롤 함량의 변화에서 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 15.14 mg/dL으로 가장 크게 변화되었다 ( $P>0.05$ ). 고밀도 콜레스테롤 (HDL cholesterol)은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 39.10 mg/dL으로 가장 높고 대조구가 36.37 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었다 ( $P>0.05$ ). 저밀도 콜레



스테롤 (LDL cholesterol)는 향생제구가 41.13 mg/dL으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 38.17 mg/dL으로 가장 낮게 분석되었다 (P>0.05).

- 7) 등심육의 전단력은 대조구, 향생제구와 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 각각 3.03, 3.05 및 3.03 kg/0.5 inch로 차이를 보이지 않았으나 녹차부산물 0.5% 처리구에서 가장 낮은 2.98 kg/0.5 inch 로 분석되었다 (P>0.05). 가열감량은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 34.89%로 가장 높고 향생제구에서 31.81%로 가장 낮게 분석되었으나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05). 돈육의 철분 (Fe)함량은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구와 녹차부산물 처리구가 각각 1.02와 1.01 mg/100g 정도로 대조구와 향생제구의 0.86 mg/100g보다 약간 높은 수준으로 분석되었으나 각 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05). 돈육의 지방산의 경우 C16:1 (palmitoleic acid) 지방산은 대조구가 3.43으로 가장 높게 분석되었으며, 녹차부산물 0.5% 처리구에서 3.0으로 가장 낮게 분석되어 처리구간 통계적 유의성을 보였다 (P<0.05). C18:1 (oleic acid) 지방산의 경우는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구가 47.46으로 가장 높고 대조구가 44.92으로 가장 낮게 분석되어 각 처리구간 통계적 유의성을 보였다 (P<0.05). 돈육의 총 콜레스테롤 함량은 대조구 65.70 mg/100g으로 가장 높고 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 60.16 mg/100g으로 가장 낮게 분석되었다 (P>0.05).
- 8) 분변의 대장균 수는 향생제구가 가장 높은  $1.0 \times 10^6$  cfu/g으로 검사되었다. 발효 녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 가장 낮은  $7.3 \times 10^3$  cfu/g으로 검사되었으며 대조구와 녹차부산물 0.5% 처리구에서는 각각  $9.3 \times 10^4$ ,  $4.1 \times 10^4$  cfu/g로 검사되었다.
- 9) 관능검사의 경우 다즙성 (juiciness)은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 5.10과 향생제구 4.90으로 다른 처리구와 비교하여 높게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05). 연도 (tenderness)는 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 5.03으로 가장 높고 대조구에서 4.30으로 가장 낮게 분석되어 통계적 유의성을 나타내었다 (P<0.05). 향미성 (flavor)은 발효녹차 첨가제 0.5% 처리구에서 5.00으로 가장 높고 대조구와 녹차부산물 0.5% 처리구에서 4.60으로 낮게 분석되었으나 처리구간 통계적 유의성은 없었다 (P>0.05).

## 제 3 절 면역기능 강화 효과 규명

### 1. 서 론

생체로 침입한 항원 (세균 등)은 혈액을 통해 침입하면, 혈관을 따라 순환되어 비장에 이르면 비장의 대식세포와 같은 항원제시세포에 의해 파괴된다. 비장의 말초 림프기관은 주로 T 세포, B 세포 및 대식세포 등으로 구성되어 있으며, 항원제시세포는 항원의 침입을 T 세포, B 세포에게 인식하게 하여, 세포성 및 체액성 면역반응을 유도한다. 따라서 녹차를 이용한 사료를 급여한 돼지의 비장세포를 이용하여 면역 반응을 유도한다면 녹차성분이 돼지의 면역성에 영향을 미치는지를 평가할 수 있을 것이다. 각 면역반응의 초기 세포증식이 유도되는 것으로 시작하기 때문에 녹차성분이 함유된 사료의 급여 효과를 비장세포의 증식 유무로 검색이 가능하다. 또한 녹차성분이 함유된 사료의 급여로 돼지의 비장세포의 증식을 유도하는 효과를 가진다면, 이때 증식하는 세포는 T 세포 또는 B 세포 둘 중에 하나일 가능성이 높다. 따라서 비장세포 중에서 T 세포를 특이적으로 증식시키는 Concanavalin A로 자극하여 녹차와 녹차부산물이 직접적으로 증식을 유도하는지를 검색할 수 있다. T 세포는 면역반응 중에서 세포성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 녹차성분이 함유된 사료의 급여는 돼지의 세포성 면역 증강효과를 평가 할 수 있다. 위와 동일하게 B 세포를 특이적으로 증식시키는 Lipopolysaccharide (LPS)로 자극하여 녹차성분이 함유된 사료가 직접적으로 증식을 유도하는지를 검색할 수 있다. B 세포는 면역반응 중에서 체액성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 녹차성분이 함유된 사료의 급여는 돼지의 체액성 면역 증강 효과를 평가 할 수 있다. 위 실험 중, T 세포와 B 세포 증식 실험에서 증식반응이 유도되면, 반드시 면역반응에 관여하는 세포가 사이토카인을 분비한다. 따라서 증식반응이 일어날 때 분비되는 사이토카인의 종류를 구분함으로써 면역반응의 종류와 반응세포의 종류를 구분할 수 있다. 이때 분석할 사이토카인은 IL-6, TNF-alpha 등으로 녹차성분이 함유된 사료의 급여가 어떠한 종류의 사이토카인 분비를 유도하는지를 검색할 수 있다.

따라서 본 연구의 1차년도에서는 녹차부산물의 수준별 급여가 비육돈의 면역성에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

본 연구의 2차년도에서는 비육돈 사료에 녹차와 발효녹차 첨가제의 수준별 급여가 비육돈의 면역성에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

본 연구의 3차년도에서는 육성, 비육돈 사료에 녹차부산물과 발효녹차 첨가제의 급여한 육성, 비육돈 및 녹차부산물과 발효녹차 첨가제의 급여한 비육돈의 면역성에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

## 2. 연구수행 내용 및 방법

### 가. 사용시약

세포 배양에 필요한 RPMI1640, antibiotic-antimycotic, 소태아혈청 (fetal calf serum)은 Gibco BRL (Grand Island, NY, USA) 제품을 사용하였다. 그리고 lipopolysaccharide(LPS), Concanavalin A(Con A), 2-mercaptoethanol (2-ME), sodium bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ )는 Sigma Chemical Co. (St. Louis, Mo, USA) 제품을 사용하였다. 세포증식을 측정하는데 사용한 Cell titer 96<sup>®</sup> Aqueous One Solution Cell proliferation Assay은 Promeg (Madison, WI, USA) 제품을 사용하였다. IL-6, TNF- $\alpha$  농도 측정에 사용한 DuoSet<sup>®</sup> ELISA Development System은 R&D(Minneapolis, MN, USA) 제품을 사용하였고, 세포표면단백에 대한 특이 항체 anti-CD3, CD4, CD8mAb는 Pharmingen (San Diego, California, USA) 제품을 사용하였다.

### 나. 비장무게 측정

각 실험군에서 분리한 돼지의 비장 무게를 전자저울을 이용하여 측정하였다.

### 다. 세포표면 단백질 (CD3, CD4, CD8) 발현양 분석

비장세포를 핀셋을 이용하여 단일세포로 만든 다음, 원심분리하여 상층액을 제거한 후 적혈구 용해 완충액 (0.16 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$ : 0.17 M, Tris=9:1)을 처리하여 적혈구를 제거하였다. 비장세포를 washing 용액 (PBS, 1%FCS, 0.1% $\text{NaN}_3$ )으로 3번 세척한

다음 Spectra/Mesh<sup>®</sup> Nylon Filter를 이용하여 조직 덩어리와 지방 조직을 제거하였다. 먼저 비특이적 염색을 막기 위해 세포  $1 \times 10^6$ 개를 anti-Fc $\gamma$ R II/III-specific mAb (2,4G2)로 4°C에서 30분간 blocking한 다음 바로 FITC-conjugated anti-CD3 mAb로 4°C에서 30분간 염색하였다. 염색한 후 washing-용액으로 세척하고 PE-conjugated anti-CD4 또는 anti-CD8 mAb로 4°C에서 30분간 염색한 다음 washing-용액으로 세척한 후 유세포분석기 (Epics XL, COULTER, USA)로 세포표면 단백질의 발현 정도를 관찰하였다.

#### 마. 비장세포 증식

돼지에서 비장을 떼어낸 후 핀셋을 이용해 단일세포로 만든 다음에 NycoPrep<sup>™</sup> 1.077A을 이용하여 죽은 세포와 적혈구를 제거하고 Trypan blue 시약을 이용해 혈구계산반으로 생세포수를 측정하였다. 비장세포 ( $5 \times 10^5$ 개)를 96 well microplate에 분주하고 여기에 LPS (1, 3 및 10  $\mu$ g/ml), Con A (0.1, 0.3 및 1.0  $\mu$ g/ml)를 농도별로 첨가하여 final volume 200  $\mu$ l가 되도록 한 다음에 3일간 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 배양한 후 세포 증식 정도를 측정하였다. 세포 증식은 Cell Titer 96<sup>®</sup> Aqueous One Solution Cell Proliferation Assay를 사용하였으며, 배양액 100  $\mu$ l를 버리고 남은 배양액 100  $\mu$ l에 cell titer 15  $\mu$ l씩 첨가하여 4~8시간 동안 배양한 다음 Microplate reader (OPTImax, Molecular Devices, USA)를 이용하여 490nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 라. 사이토카인(IL-6, TNF- $\alpha$ ) 측정

돼지 비장세포를 LPS (10  $\mu$ g/ml)와 conA (1.0  $\mu$ g/ml)를 첨가하여 24시간 배양한 후, 배양 상층액을 수거하여 상층액에 포함된 IL-6, TNF- $\alpha$ 의 양을 효소 항체법 (enzyme-linked immunosorbent assay: ELISA)을 이용하여 측정하였다. 즉, 일차항체 (capture Ab)를 PBS에 희석하여 plate에 100  $\mu$ l씩 넣고 4°C에서 하룻밤 둔 다음 washing-용액 (0.05% Tween 20/PBS)으로 세척한 다음, block solution (1% BSA, 5% sucrose, 0.05% NaN<sub>3</sub>)으로 2시간 동안 blocking하였다. 그리고 배양 상층액을 넣은 다음, 3시간 후에 washing-용액으로 세척하고 이차 항체 (detection Ab)를 첨가하

였다. 다시 2시간 후에 washing용액으로 세척한 다음, Streptavidin-HRP를 첨가하였다. 한 시간 후에 다시 washing용액으로 세척한 다음, 기질 (2, 2'-azino-bis, 0.1M citric acid, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)를 넣어 발색시켜서 Microplate reader를 이용하여 405nm에서 흡광도를 측정하고 표준곡선을 이용하여 환산하였다. 이때 각 사이토카인의 측정 한계치는 7.8 pg/ml이었다.

### 3. 연구결과

#### 가. 녹차부산물의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과 규명

##### 1) 비장 무게의 변화

각 실험군으로 분류하여 사료를 공급하고 실험이 끝난 다음에 돼지에서 비장을 분리하였다. 분리한 비장의 무게를 전자저울을 이용하여 측정하고 측정값의 평균값과 통계오차 (standard error)를 계산하여 비교한 결과는 표 1에 나타나 있다. 그 결과 대조구의 비장 무게는 181.50±24.02 g에 비해 각 처리구의 비장 무게가 약간 감소하는 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제구는 145.75±20.00 g과 0.5% 녹차부산물 처리구는 140.17±20.01 g으로 유의한 차이 없이 감소하였지만, 1.0% 녹차부산물 처리구와 2.0% 녹차부산물 처리구는 각각 132.42±5.42 g과 132.50±9.38 g으로 분석되어 통계학적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다 (P<0.05). 그러나 녹차부산물을 수준별로 달리 공급한 처리구 사이에는 통계학적인 유의한 차이는 없었다. 대조구에 비해 1.0% 또는 2.0% 녹차부산물을 공급하였을 때 비장 무게가 감소한 것은 여러 가지 이유가 있을 것으로 생각된다. 비장은 림프구가 모인 말초 림프기관으로 혈액을 통해 침입한 병원체를 인식하고 포획하여 림프구에 전달하는 역할을 한다. 비장에 있는 림프구는 비장을 떠나 림프액과 혈액을 순환한다. 즉 비장을 떠나 순환하는 림프구의 수가 많으면 비장의 무게가 감소하는 하나의 이유가 될 것으로 생각된다. 그리고 림프액과 혈액을 순환하는 림프구가 증가하면 그만큼 외부에서 침입한 병원체를 보다 빨리 쉽게 인식하여 적절한 면역반응을 유도할 수 있다. 따라서 녹차 사료의 공급으로 순환 림프구의 수가 증가한 것으로 생각된다.

Table 1. Effects of green tea-by product on spleen weight of fishing pigs (g)

| Treatments    | Control                      | Antibiotics                  | Green tea by-product         |                            |                            |
|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|               |                              |                              | 0.5%                         | 1.0%                       | 2.0%                       |
| Spleen weight | 181.50 ± 24.02 <sup>a1</sup> | 145.75 ± 20.00 <sup>ab</sup> | 140.17 ± 20.01 <sup>ab</sup> | 132.42 ± 5.42 <sup>b</sup> | 132.50 ± 9.38 <sup>b</sup> |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

<sup>1</sup>Standard error of the means

## 2) 보조 T세포와 세포독성 T세포의 분포

면역반응에 관여하는 세포는 크게 T세포, B세포 및 대식세포 등으로 나눌 수 있다. 특히 적응면역반응을 담당하는 T세포는 보조 T세포 (CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup> T cell)와 세포독성 T세포 (CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup> T cell)가 일정한 비율로 존재하는데 이들이 세포성 면역에 관여하기 때문에 이들 세포의 비율이 중요한 면역기능 증강의 표시가 된다 (Fearon 등, 1996; Picker 등, 1993). 녹차부산물인 이들 세포의 비율을 변화시킬 수 있는지를 검색한 결과는 표 2와 같다. 그 결과 대조구에 비해 녹차부산물을 공급한 처리구에서 보조 T세포와 세포독성 T세포의 비율이 약간 증가하거나 감소하였지만 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 따라서 녹차사료의 공급이 비장 내의 보조 T세포와 세포독성 T세포의 비율을 변화시키지 못하는 것으로 생각된다.

Table 2. Effects of greentea by-product on percentage of helper (CD3<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup>) and Cytotoxic (CD3<sup>+</sup>, CD8<sup>+</sup>) T cells (%)

| Treatments   | Control      | Antibiotics  | Green tea by-product |              |              |
|--|--------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|
|  |              |              | 0.5%                 | 1.0%         | 2.0%         |
| Helper (CD3 <sup>+</sup> , CD4 <sup>+</sup> )            | 13.23 ± 0.87 | 12.88 ± 2.13 | 12.95 ± 0.74         | 13.12 ± 1.34 | 10.23 ± 1.38 |
| Cytotoxic (CD3 <sup>+</sup> , CD8 <sup>+</sup> ) T cells | 25.73 ± 2.18 | 23.63 ± 3.21 | 26.93 ± 1.56         | 26.33 ± 2.66 | 21.75 ± 2.05 |

### 3) 비장세포 증식 유도효과

생체로 침입한 병원체는 혈액을 통해 들어온 것은 혈관을 따라 순환하다가, 비장에서 대식세포와 같은 항원제시세포에게 포획된다. 비장은 말초 림프기관으로 주로 T세포, B세포 및 대식세포 등으로 구성되어 있으며, 항원제시세포는 항원의 침입을 T세포와 B세포에게 알려 세포성 면역반응과 체액성 면역반응을 유도한다 (Ezekowitz 등, 1998). 따라서 녹차부산물인 세포성 면역반응과 체액성 면역반응에 관여하는 비장세포에 어떤 영향을 미치는지를 검색하는 것이 필요하다. 병원체를 인식한 각 면역반응의 처음 시작은 세포증식반응으로 시작하기 때문에 녹차사료의 효과를 비장세포의 증식유도 반응으로 측정하였다.

먼저 비장세포 중에서 T세포만을 특이적으로 증식시키는 Con A (concanavalin A)로 자극하여 비장세포의 증식반응을 측정한 결과는 표 3에 나타나 있다. T세포는 면역반응 중에서 세포성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 녹차부산물인 세포성 면역증강 효과를 알 수 있다 (Chae 등, 2004). 그 결과 Con A로 자극하지 않은 경우에 대조구 (0.593±0.03)에 비해 2.0% 녹차부산물 실험구 (0.765±0.02)은 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다.

Table 3. Effects of green tea by-product on growth of spleen cells stimulated with Concanavalin A

| Treatments                           | Control                                | Antibiotic<br>s                   | Green tea by-product              |                                    |                                   |
|--------------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|                                      |  |                                   | 0.5%                              | 1.0%                               | 2.0%                              |
| Con A (0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )   | 0.593 $\pm$<br>0.03 <sup>c1</sup>      | 0.690 $\pm$<br>0.03 <sup>ab</sup> | 0.627 $\pm$<br>0.03 <sup>bc</sup> | 0.683 $\pm$<br>0.04 <sup>abc</sup> | 0.765 $\pm$<br>0.02 <sup>a</sup>  |
| Con A (0.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | 0.587 $\pm$<br>0.01 <sup>b</sup>       | 0.918 $\pm$<br>0.02 <sup>a</sup>  | 0.865 $\pm$<br>0.04 <sup>a</sup>  | 0.895 $\pm$<br>0.09 <sup>a</sup>   | 1.005 $\pm$<br>0.10 <sup>a</sup>  |
| Con A (0.3 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | 0.662 $\pm$<br>0.01 <sup>d</sup>       | 0.940 $\pm$<br>0.02 <sup>bc</sup> | 0.880 $\pm$<br>0.05 <sup>c</sup>  | 1.087 $\pm$<br>0.07 <sup>a</sup>   | 1.027 $\pm$<br>0.05 <sup>ab</sup> |
| Con A (1.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | 0.805 $\pm$<br>$\pm$ 0.01 <sup>b</sup> | 1.000 $\pm$<br>0.04 <sup>a</sup>  | 0.952 $\pm$<br>0.05 <sup>ab</sup> | 1.098 $\pm$<br>0.09 <sup>a</sup>   | 1.000 $\pm$<br>0.04 <sup>a</sup>  |

<sup>a,b,c,d</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

<sup>1</sup>Standard error of the means

그리고 0.1, 0.3 및 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 모두 대조구에 비해

모든 처리구의 비장세포 증식반응이 유의하게 증가하였다. 즉 Con A로 비장세포를 자극하였을 경우에 녹차부산물을 공급한 실험군의 증식반응이 대조군에 비해 통계학적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 따라서 녹차사료의 공급으로 비장세포의 Con A 자극에 대한 증식반응이 유의하게 증가한 것으로 생각된다.

다음으로 B세포만을 특이적으로 증식시키는 LPS (lipopolysaccharide)로 자극하여 녹차부산물의 비장세포 증식반응에 대한 효과를 측정된 결과는 표 4에 나타나 있다. B세포는 면역반응 중에서 항체를 생산하는 체액성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 녹차부산물의 체액성 면역 증강 효과를 알 수 있다 (Shin 등, 2004). 그 결과 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구는  $0.593 \pm 0.03$ 으로 분석되었고 2.0%의 녹차부산물 처리구는  $0.765 \pm 0.02$ 으로 분석되어 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다 ( $P < 0.05$ ).

Table 4. Effects of green tea by-product on growth of spleen cells stimulated with lipopolysaccharide

| Treatments                          | Control            | Antibiotics           | Green tea by-product  |                        |                    |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
|                                     |                    |                       | 0.5%                  | 1.0%                   | 2.0%               |
| LPS (0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )    | $0.593 \pm 0.03^c$ | $0.690 \pm 0.03^{ab}$ | $0.627 \pm 0.03^{bc}$ | $0.683 \pm 0.04^{abc}$ | $0.765 \pm 0.02^a$ |
| LPS (1.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )  | $0.560 \pm 0.02^b$ | $0.742 \pm 0.04^a$    | $0.787 \pm 0.06^a$    | $0.853 \pm 0.09^a$     | $0.835 \pm 0.07^a$ |
| LPS (3.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )  | $0.683 \pm 0.02^b$ | $0.855 \pm 0.02^{ab}$ | $0.853 \pm 0.06^{ab}$ | $1.005 \pm 0.09^a$     | $1.017 \pm 0.09^a$ |
| LPS (10.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | $0.787 \pm 0.01^b$ | $0.952 \pm 0.01^b$    | $1.010 \pm 0.08^{ab}$ | $1.017 \pm 0.09^a$     | $1.260 \pm 0.15^a$ |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>1</sup>Standard error of the means

그리고 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  LPS로 자극하였을 경우에는 대조군에 비해 모든 처리구의 비장세포 증식반응이 유의하게 증가하지 않았다. LPS 3.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 과 10.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 경우에는 대조군과 각각  $0.683 \pm 0.02$ 와  $0.787 \pm 0.01$ 으로 분석되었으며, 1.0%의 녹차부산물 처리구는 각각  $1.005 \pm 0.09$ 와  $1.230 \pm 0.10$ 으로 분석되었다. 2.0% 녹차부산물 처리구에서는 각각  $1.017 \pm 0.09$ 과  $1.260 \pm 0.15$ 으로 분석되어 처리구간의 비장세포 증식반응



이 통계학적으로 유의하게 증가하였다 ( $P<0.05$ ). 즉 LPS로 비장세포를 자극하였을 경우에 녹차부산물을 공급한 처리구의 증식반응이 대조군에 비해 통계학적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 따라서 녹차부산물의 공급으로 비장세포의 LPS 자극에 대한 증식반응이 유의하게 증가한 것으로 생각된다.

#### 4. IL-6 분비 유도효과

본 시험에서 Con A 또는 LPS 자극에 대해 비장세포의 증식반응이 일어나면 비장세포는 여러 가지 종류의 사이토카인을 분비한다. 따라서, 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 사이토카인을 분석하면 면역반응을 구분할 수 있다. 비장세포가 분비하는 사이토카인 중에서 IL-6는 간세포가 피브리노젠과 같은 몇 가지 혈장 단백질을 합성하도록 유도하며 B세포를 활성화시켜 항체 활성을 증가시키는 B세포 성장인자로 작용한다 (Devries 1999). 따라서 녹차사료의 공급이 비장세포가 증식할 때 분비하는 IL-6의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 IL-6의 분비량을 측정된 결과는 표 5에 나타나 있다. 그 결과 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A 1.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 자극하였을 때, 대조구 ( $1.83\pm 1.11$   $\text{pg}/\text{mL}$ )에 비해 모든 처리구에서 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 통계학적으로 1.0% 녹차부산물 처리구에서만  $33.67\pm 12.76$   $\text{pg}/\text{mL}$ 으로 유의하게 IL-6 분비량을 증가시키는 것으로 나타났다 ( $P<0.05$ ).

Table 5. Effects of green tea by-product on IL-6 production of spleen cells ( $\text{pg}/\text{mL}$ )

| Treatments                           | Control              | Antibiotics             | Green tea by-product  |                         |                       |
|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
|                                      |                      |                         | 0.5%                  | 1.0%                    | 2.0%                  |
| (0)                                  | 0                    | 0                       | 0                     | 0                       | 0                     |
| Con A (1.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) | $1.83 \pm 1.11^{b1}$ | $5.83 \pm 2.17^b$       | $19.50 \pm 6.42^{ab}$ | $33.67 \pm 12.76^a$     | $14.17 \pm 5.89^{ab}$ |
| LPS (10.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ )  | $53.67 \pm 13.52^c$  | $165.33 \pm 10.22^{ab}$ | $132.00 \pm 18.62^b$  | $167.00 \pm 15.44^{ab}$ | $202.00 \pm 38.90^a$  |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

<sup>1</sup>Standard error of the means

그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS 10.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 자극하였을 경우에도 대조구 (53.67 $\pm$ 13.52 pg/mL)에 비해 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $P<0.05$ ). 따라서 녹차부산물의 공급이 Con A와 LPS 자극에 대한 비장세포의 증식반응을 증가시켰을 뿐만 아니라 증식반응이 일어날 때 분비되는 IL-6의 분비량도 증가시키는 것으로 생각된다.

### 5. TNF- $\alpha$ 분비 유도효과

비장세포의 증식반응이 일어날 때, 비장세포가 분비하는 또 다른 사이토카인인 TNF- $\alpha$ 는 내피세포에 대해 새로운 수용체를 발현하도록 하여 백혈구가 부착성을 가지게 하고, 호중구를 활성화시켜 미생물을 죽이도록 한다 (Schall 등, 1994). 그리고 내재성 발열원으로 뇌의 시상하부에 작용하여 열이 생기도록 하고, 간세포에 작용하여 혈청단백질의 합성을 자극하며, 골수 간세포의 분열을 억제하기도 한다 (Arai 1990; Beuther, 1995). 따라서 녹차사료의 공급이 비장세포가 증식할 때 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량을 측정된 결과는 표 6에 나타나 있다. 그 결과 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A 1.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 자극하였을 때, 대조구 (25.20 $\pm$ 3.29 pg/mL)에 비해 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $P<0.05$ ).

Table 6. Effects of green tea by-product on TNF- $\alpha$  production of spleen cells (pg/mL)

| Treatments                           | Control                          | Antibiotics                       | Green tea by-product              |                                   |                                    |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
|                                      |                                  |                                   | 0.5%                              | 1.0%                              | 2.0%                               |
| (0)                                  | 0                                | 0                                 | 0                                 | 0                                 | 0                                  |
| Con A (1.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) | 25.20 $\pm$<br>3.29 <sup>c</sup> | 43.77<br>$\pm$ 6.77 <sup>bc</sup> | 56.68<br>$\pm$ 9.62 <sup>ab</sup> | 69.08<br>$\pm$ 9.98 <sup>a</sup>  | 49.08<br>$\pm$ 7.93 <sup>abc</sup> |
| LPS (10.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ )  | 0.33 $\pm$<br>0.21 <sup>c</sup>  | 13.50<br>$\pm$ 3.82 <sup>bc</sup> | 29.83<br>$\pm$ 7.53 <sup>a</sup>  | 18.00<br>$\pm$ 3.12 <sup>ab</sup> | 22.17<br>$\pm$ 4.95 <sup>ab</sup>  |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P<0.05$ )

<sup>1</sup>Standard error of the means

그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS 10.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 자극하였을 경우에도 대조구 ( $0.33\pm 0.21$  pg/mL)에 비해 모든 처리구에서 역시 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $P<0.05$ ). 따라서 녹차부산물의 공급이 Con A와 LPS 자극에 대한 비장세포의 증식반응을 증가시켰을 뿐만 아니라 증식반응이 일어날 때 분비되는 TNF- $\alpha$ 의 분비량도 증가시키는 것으로 생각된다.

## 나. 녹차 및 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과 규명

### 1) 녹차 첨가에 따른 비육돈의 비장면역 분석

#### 가) 비장 무게의 변화

녹차의 첨가에 따른 비장 무게의 변화는 표 7과 그림 1에 나타나 있다. 분리한 비장의 무게를 전자저울을 이용하여 측정하고 측정값의 평균값과 통계오차 (standard error)를 계산하였다. 그 결과 대조구의 비장 무게는  $164.17\pm 62.16$  g으로 각 처리구에 비해 비장 무게가 약간 감소하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제 첨가구는  $151.67\pm 29.94$  g, 녹차 0.5% 처리구는  $140.00\pm 23.02$  g 및 녹차 1.0% 처리구는  $153.33\pm 30.77$  g으로 유의차 없이 감소하였지만, 녹차 2.0% 처리구는  $168.33\pm 18.07$  g으로 대조구에 비해 비장 무게가 유의한 차이 없이 증가한 것으로 나타났다. 즉 녹차를 농도별로 달리 공급한 3가지 처리구 사이에는 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 대조구에 비해 녹차 0.5% 또는 1.0% 처리구를 공급하였을 때 비장 무게가 감소한 것은 여러가지 이유가 있을 것으로 생각된다. 비장은 림프구가 모인 말초 림프기관으로 혈액을 통해 침입한 병원체를 인식하고 포획하여 림프구에 전달하는 역할을 한다. 비장에 있는 림프구는 비장을 떠나 림프액과 혈액을 순환한다. 즉 비장을 떠나 순환하는 림프구의 수가 많으면 비장의 무게가 감소하는 이유의 하나가 될 것으로 생각된다. 그리고 림프액과 혈액을 순환하는 림프구가 증가하면 그만큼 외부에서 침입한 병원체를 보다 빨리 쉽게 인식하여 적절한 면역반응을 유도할 수 있다. 따라서 녹차 사료의 공급으로 순환 림프구의 수가 증가한 것으로 생각된다.

Table 7. Effects of dietary green tea on spleen weight of finishing pigs (g)

| Treatment         | Control          | Antibiotics      | Green tea        |                  |                  |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                   |                  |                  | 0.5%             | 1.0%             | 2.0%             |
| Spleen weight (g) | 164.17<br>±62.16 | 151.67<br>±29.94 | 140.00<br>±23.02 | 153.33<br>±30.77 | 168.33<br>±18.07 |

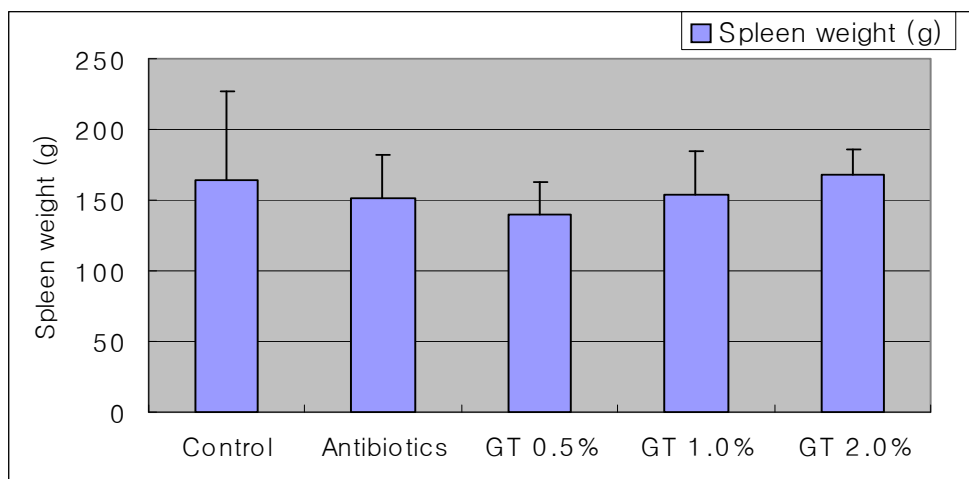


Fig. 1. Effects of dietary green tea on spleen weight of finishing pigs (g)

#### 나) 비장세포 증식 유도효과

생체로 침입한 병원체는 혈액을 통해 들어온 것은 혈관을 따라 순환하다가, 비장에서 대식세포와 같은 항원제시세포에게 포획된다. 비장은 말초 림프기관으로 주로 T세포, B세포 및 대식세포 등으로 구성되어 있으며, 항원제시세포는 항원의 침입을 T세포와 B세포에게 알려 세포성 면역반응과 체액성 면역반응을 유도한다 (Ezekowitz 등, 1998). 따라서 녹차이 세포성 면역반응과 체액성 면역반응에 관여하는 비장세포에 어떤 영향을 미치는지를 검색하는 것이 필요하다. 병원체를 인식한 각 면역반응의 처음 시작은 세포증식반응으로 시작하기 때문에 녹차사료의 효과를 비장세포의 증식유도 반응으로 측정하였다.

먼저 비장세포 중에서 T세포만을 특이적으로 증식시키는 Con A (concanavalin

A)로 자극하여 비장세포의 증식반응을 측정된 결과는 표 8와 그림 2에 나타나 있다. T세포는 면역반응 중에서 세포성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 녹차의 세포성 면역증강 효과를 알 수 있다 (Chae 등, 2004). 0.1  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구는  $0.85 \pm 0.13$  O.D. at 490 nm에 비해 유의한 증가는 나타나지 않았지만 녹차 2.0% 첨가구는  $0.75 \pm 0.07$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다. 0.3  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구는  $0.84 \pm 0.12$  O.D. at 490 nm에 비해 녹차 1.0% 처리구는  $0.95 \pm 0.13$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의한 증가가 나타났지만 녹차 2.0% 첨가구는  $0.70 \pm 0.04$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의한 감소가 나타났다. 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구  $0.98 \pm 0.11$  O.D. at 490 nm에 비해 녹차 0.5% 처리구는  $1.16 \pm 0.08$  O.D. at 490 nm 및 녹차 1.0% 처리구  $1.19 \pm 0.13$  O.D. at 490 nm로 비장세포 증식반응이 유의하게 증가하였다. 즉 Con A로 비장세포를 자극하였을 경우에 녹차 0.5%와 1.0% 첨가구에서 증식반응이 대조군에 비해 통계학적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 따라서 녹차사료의 공급으로 비장세포의 Con A 자극에 대한 증식반응이 유의하게 증가한 것으로 생각된다.

Table 8. Effects of dietary green tea on growth of spleen cells stimulated with Concanavalin A (O.D. at 490 nm)

| Treatments                              | Control                   | Antibiotics               | Green tea                 |                        |                        |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|
|   |                           |                           | 0.5%                      | 1.0%                   | 2.0%                   |
| Con A<br>(0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )   | $0.76^a$<br>$\pm 0.07$    | $0.75^a$<br>$\pm 0.09$    | $0.76^a$<br>$\pm 0.08$    | $0.73^a$<br>$\pm 0.10$ | $0.65^b$<br>$\pm 0.09$ |
| Con A<br>(0.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | $0.85^{ab}$<br>$\pm 0.13$ | $0.81^{bc}$<br>$\pm 0.11$ | $0.92^a$<br>$\pm 0.07$    | $0.91^a$<br>$\pm 0.13$ | $0.75^c$<br>$\pm 0.07$ |
| Con A<br>(0.3 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | $0.84^{bc}$<br>$\pm 0.12$ | $0.81^c$<br>$\pm 0.11$    | $0.91^{ab}$<br>$\pm 0.08$ | $0.95^a$<br>$\pm 0.13$ | $0.70^d$<br>$\pm 0.04$ |
| Con A<br>(1.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | $0.98^b$<br>$\pm 0.11$    | $1.00^b$<br>$\pm 0.03$    | $1.16^a$<br>$\pm 0.08$    | $1.19^a$<br>$\pm 0.13$ | $1.05^b$<br>$\pm 0.07$ |

<sup>a,b,c,d</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

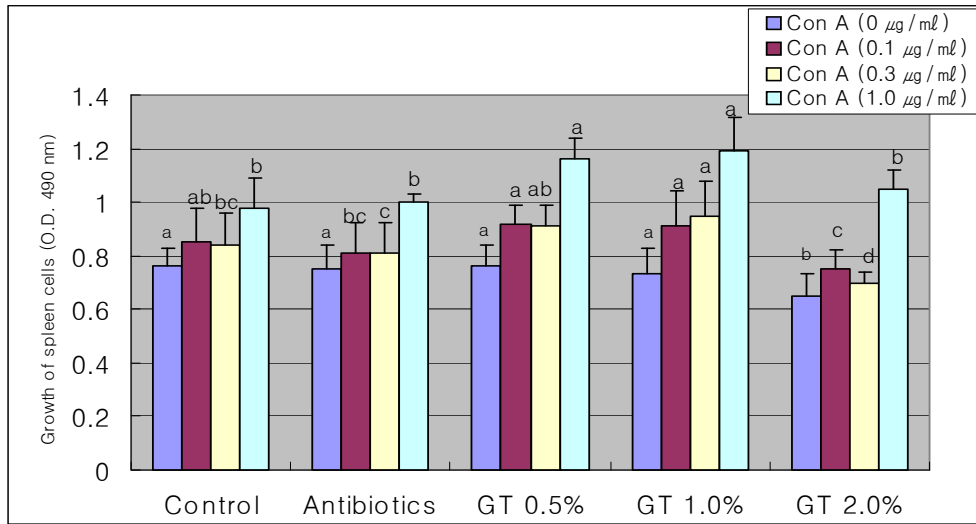


Fig. 2. Effects of dietary green tea on growth of spleen cells stimulated with Concanavalin A (O.D. at 490 nm)

다음으로 B세포만을 특이적으로 증식시키는 LPS (lipopolysaccharide)로 자극하여 녹차의 비장세포 증식반응에 대한 효과를 측정된 결과는 표 9과 그림 3에 나타나 있다. B세포는 면역반응 중에서 항체를 생산하는 체액성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 녹차의 체액성 면역 증강 효과를 알 수 있다 (Shin 등, 2004). 1.0 µg/ml, 3.0 µg/ml과 10.0 µg/ml LPS로 자극하였을 경우에는 대조구에 비해 모든 첨가구의 비장세포 증식반응이 유의하게 증가하지 않았다. 즉 LPS로 비장세포를 자극하였을 경우에 녹차 첨가구의 증식반응이 대조구에 비해 통계학적으로 유의성이 없었다.

Table 9. Effects of dietary green tea growth of spleen cells stimulated with lipopolysaccharide (O.D. at 490 nm)

| Treatments                             | Control                          | Antibiotics                     | Green tea                       |                                 |                                  |
|--|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|  |                                  |                                 | 0.5%                            | 1.0%                            | 2.0%                             |
| LPS<br>(0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )    | 0.76 <sup>a</sup><br>$\pm 0.07$  | 0.75 <sup>a</sup><br>$\pm 0.09$ | 0.76 <sup>a</sup><br>$\pm 0.08$ | 0.73 <sup>a</sup><br>$\pm 0.10$ | 0.65 <sup>b</sup><br>$\pm 0.09$  |
| LPS<br>(1.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )  | 0.86 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.12$ | 0.80 <sup>b</sup><br>$\pm 0.09$ | 0.90 <sup>a</sup><br>$\pm 0.07$ | 0.92 <sup>a</sup><br>$\pm 0.12$ | 0.81 <sup>b</sup><br>$\pm 0.10$  |
| LPS<br>(3.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )  | 0.86 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.16$ | 0.81 <sup>b</sup><br>$\pm 0.10$ | 0.95 <sup>a</sup><br>$\pm 0.10$ | 0.95 <sup>a</sup><br>$\pm 0.13$ | 0.87 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.09$ |
| LPS<br>(10.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | 0.90 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.15$ | 0.84 <sup>b</sup><br>$\pm 0.11$ | 0.98 <sup>a</sup><br>$\pm 0.10$ | 0.99 <sup>a</sup><br>$\pm 0.14$ | 0.90 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.10$ |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

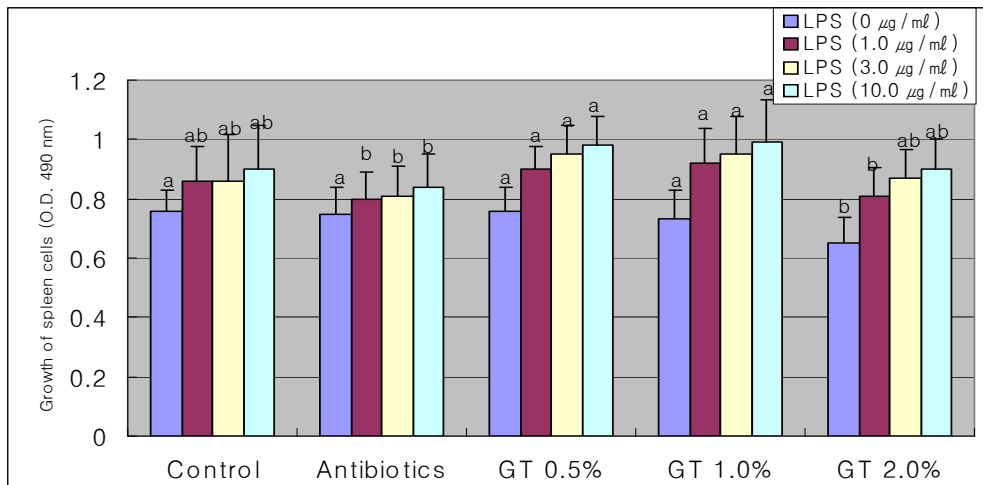


Fig. 3. Effects of dietary green tea growth of spleen cells stimulated with lipopolysaccharide (O.D. at 490 nm)

#### 다) IL-6 분비 유도효과

상기 실험 중 Con A 또는 LPS 자극에 대해 비장세포의 증식반응이 일어나면, 비장세포는 여러 가지 종류의 사이토카인을 분비한다. 따라서, 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 사이토카인을 분석하면 면역반응을 구분할 수 있다. 비장세포가 분비하는 사이토카인 중에서 IL-6는 간세포가 피브리노젠과 같은 몇 가지 혈장 단백질을 합성하도록 유도하며 B세포를 활성화시켜 항체 활성을 증가시키는 B세포 성장 인자로 작용한다 (Devries, 1999). 따라서 녹차사료의 공급이 비장세포가 증식할 때

분비하는 IL-6의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 IL-6의 분비량을 측정한 결과는 표 10과 그림 4에 나타나 있다.

그 결과 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구는 <7.8 pg/ml에 비해 항생제 첨가구 <7.8 pg/ml, 녹차 0.5% 첨가구 <7.8 pg/ml 및 녹차 2.0% 첨가구 <7.8 pg/ml로 유의한 증가는 보이지 않았지만, 녹차 1.0% 첨가구에서 14.13±11.63 pg/ml로 통계학적으로 유의하게 IL-6의 생산량이 증가하였다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS 10.0 µg/ml로 자극하였을 때, 대조구는 32.25±33.35 pg/ml에 비해 모든 첨가구에서 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났지만 통계학적으로 유의하게 증가하지는 않는 것으로 나타났다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A 1.0 µg/ml로 자극하였을 경우에도 대조구는 <7.8 pg/ml에 비해 녹차 2.0% 첨가구는 9.75±18.47 pg/ml로 나타났으나, 녹차 2.0% 첨가구를 제외한 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 녹차의 공급이 Con A와 LPS 자극에 대한 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 IL-6의 분비량도 증가시키는 것으로 생각된다.

Table 10. Effects of dietary green tea on IL-6 production of spleen cells (pg/ml)

| Treatments          | Control                      | Antibiotics                  | Green tea                     |                               |                               |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                     |                              |                              | 0.5%                          | 1.0%                          | 2.0%                          |
| (0)                 | <7.8 <sup>b</sup>            | <7.8 <sup>a</sup>            | <7.8 <sup>b</sup>             | 14.13 <sup>a</sup><br>±11.63  | <7.8 <sup>b</sup>             |
| LPS<br>(10.0µg/ml)  | 32.25 <sup>a</sup><br>±33.35 | 66.00 <sup>ab</sup><br>±9.26 | 103.50 <sup>a</sup><br>±37.42 | 74.75 <sup>ab</sup><br>±27.22 | 104.75 <sup>a</sup><br>±56.05 |
| Con A<br>(1.0µg/ml) | <7.8 <sup>b</sup>            | 29.13 <sup>a</sup><br>±19.26 | 21.63 <sup>a</sup><br>±20.95  | 32.25 <sup>a</sup><br>±21.00  | 9.75 <sup>ab</sup><br>±18.47  |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)



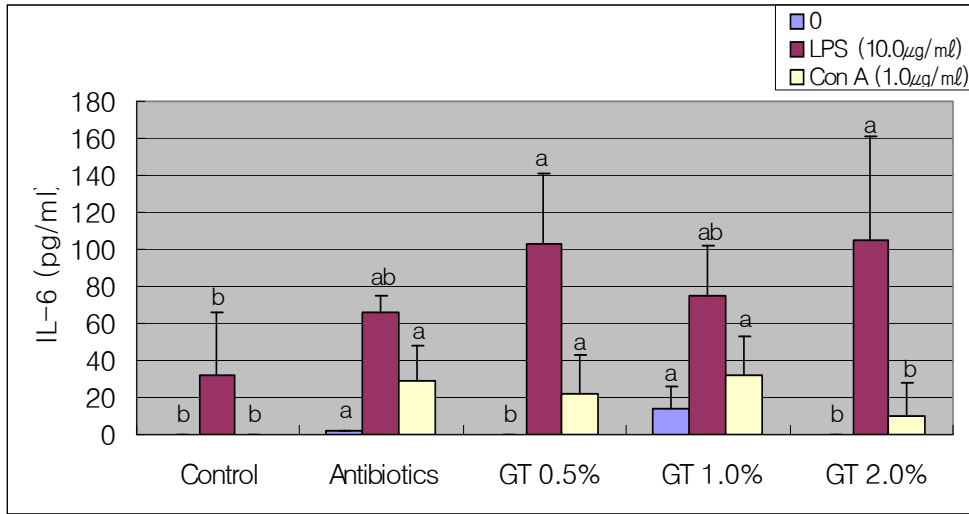


Fig. 4. Effects of dietary green tea on IL-6 production of spleen cells (pg/ml)

라) TNF- $\alpha$  분비 유도효과

녹차사료의 공급이 비장세포가 증식할 때 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량을 측정 한 결과는 표 11와 그림 5에 나타나 있다.

Table 11. Effects of dietary green tea on TNF- $\alpha$  production of spleen cells

| Treatments           | Control           | Antibiotics                   | Green tea                     |                              |                               |
|----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                      |                   |                               | 0.5%                          | 1.0%                         | 2.0%                          |
| (0)                  | <7.8 <sup>c</sup> | <7.8 <sup>abc</sup>           | 11.25 <sup>ab</sup><br>±61.86 | 36.25 <sup>a</sup><br>±34.41 | <7.8 <sup>bc</sup>            |
| LPS<br>(10.0 µg/ml)  | <7.8 <sup>b</sup> | 35.00 <sup>ab</sup><br>±35.05 | 35.00 <sup>ab</sup><br>±33.81 | 67.00 <sup>a</sup><br>±49.50 | 11.25 <sup>ab</sup><br>±22.00 |
| Con A<br>(1.0 µg/ml) | <7.8              | 23.75<br>±32.27               | 16.25<br>±33.99               | 56.25<br>±96.43              | <7.8                          |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

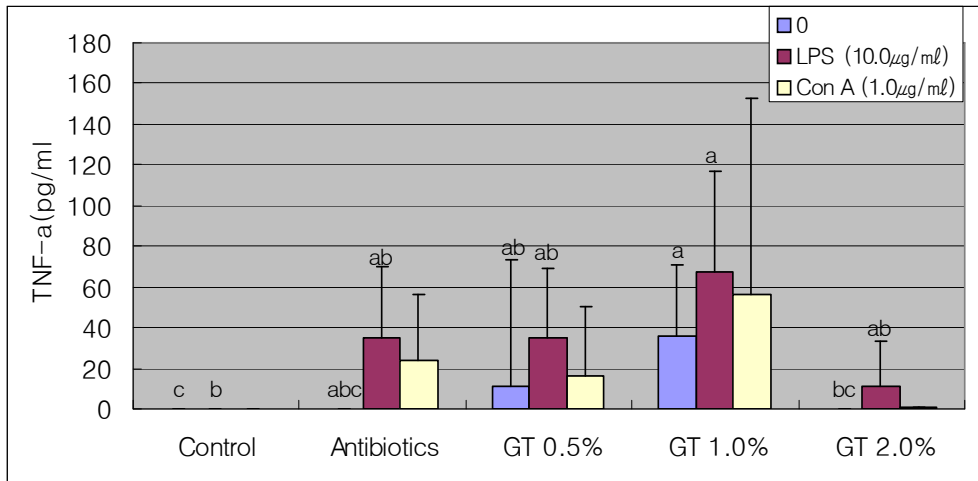


Fig. 5. Effects of dietary green tea on TNF- $\alpha$  production of spleen cells (pg/ml)

그 결과 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구는 <7.8 pg/ml에 비해 항생제 처리구 <7.8 pg/ml 및 녹차 2.0% 처리구 <7.8 pg/ml을 첨가하였을 때는 유의한 증가는 보이지 않았지만 녹차 0.5% 처리구  $11.25 \pm 61.86$  pg/ml 및 녹차 1.0% 처리구  $36.25 \pm 34.41$  pg/ml에서는 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 생산량이 증가하였다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS 10.0  $\mu$ g/ml로 자극하였을 때, 대조구는 <7.8 pg/ml에 비해 녹차 2.0% 처리구  $11.25 \pm 22.00$  pg/ml로 나타났으며, 녹차 2.0% 첨가구를 제외한 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A 1.0  $\mu$ g/ml로 자극하였을 경우에도 대조구는 <7.8 pg/ml 및 녹차 2.0% 첨가구 <7.8 pg/ml에 비해 모든 처리구에서 역시 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 녹차의 공급이 Con A와 LPS 자극에 대한 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 TNF- $\alpha$ 의 분비량도 증가시키는 것으로 생각된다.

2) 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장면역 분석

가) 비장 무게의 변화

녹차의 첨가에 따른 비장 무게의 변화는 표 12과 그림 6에 나타나 있다. 분리한 비장의 무게를 전자저울을 이용하여 측정하고 측정값의 평균값과 통계오차 (standard error)를 계산하였다. 그 결과 대조구의 비장 무게 162.92±43.37 g에 비해 각 첨가구의 비장 무게가 약간 감소하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 향생제구는 168.33±40.33 g으로 약간 증가하였지만 발효녹차 0.1% 첨가구 132.08±32.42 g, 발효녹차 0.5% 처리구 133.33±33.42 g 및 발효녹차 1.0% 처리구 143.33±15.14 g으로 대조구에 비해 비장 무게가 약간 감소한 것으로 나타났다. 즉 발효녹차를 농도별로 달리 첨가하여 실험한 결과 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 대조구에 비해 발효녹차를 공급하였을 때 비장 무게가 감소한 것은 여러 가지 이유가 있을 것으로 생각된다. 비장은 림프구가 모인 말초 림프기관으로 혈액을 통해 침입한 병원체를 인식하고 포획하여 림프구에 전달하는 역할을 한다. 비장에 있는 림프구는 비장을 떠나 림프액과 혈액을 순환한다. 즉 비장을 떠나 순환하는 림프구의 수가 많으면 비장의 무게가 감소하는 이유의 하나가 될 것으로 생각된다. 그리고 림프액과 혈액을 순환하는 림프구가 증가하면 그만큼 외부에서 침입한 병원체를 보다 빨리 쉽게 인식하여 적절한 면역반응을 유도할 수 있다. 따라서 녹차 사료의 공급으로 순환 림프구의 수가 증가한 것으로 생각된다.

Table 12. Effects of dietary green tea fermentation medium on spleen weight of finishing pigs (g)

| Treatment         | Control          | Antibiotics      | Green tea fermentation medium |                  |                  |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
|                   |                  |                  | 0.1%                          | 0.5%             | 1.0%             |
| Spleen weight (g) | 162.92<br>±43.37 | 168.33<br>±40.33 | 132.08<br>±32.42              | 133.33<br>±33.42 | 143.33<br>±15.14 |

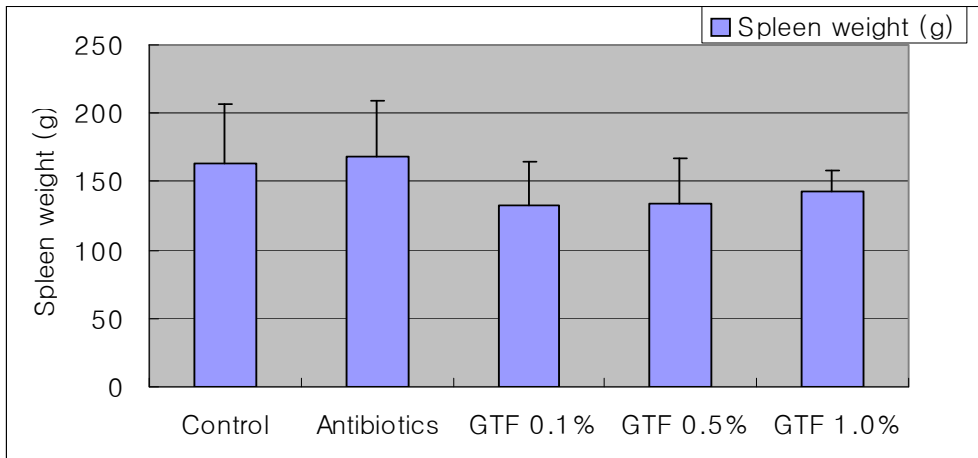


Fig. 6. Effects of dietary green tea fermentation medium on spleen weight of finishing pigs (g)

#### 나) 비장세포 증식 유도효과

생체로 침입한 병원체는 혈액을 통해 들어온 것은 혈관을 따라 순환하다가, 비장에서 대식세포와 같은 항원제시세포에게 포획된다. 비장은 말초 림프기관으로 주로 T세포, B세포 및 대식세포 등으로 구성되어 있으며, 항원제시세포는 항원의 침입을 T세포와 B세포에게 알려 세포성 면역반응과 체액성 면역반응을 유도한다 (Ezekowitz 등, 1998). 따라서 발효녹차가 세포성 면역반응과 체액성 면역반응에 관여하는 비장세포에 어떤 영향을 미치는지를 검색하는 것이 필요하다. 병원체를 인식한 각 면역반응의 처음 시작은 세포증식반응으로 시작하기 때문에 발효녹차사료의 효과를 비장세포의 증식유도 반응으로 측정하였다. 먼저 비장세포 중에서 T세포만을 특이적으로 증식시키는 Con A (concanavalin A)로 자극하여 비장세포의 증식반응을 측정한 결과는 표 13과 그림 7에 나타나 있다. T세포는 면역반응 중에서 세포성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 녹차의 세포성 면역증강 효과를 알 수 있다 (Chae 등, 2004). 그 결과 Con A로 자극하지 않은 경우에 대조구  $0.83 \pm 0.08$  O.D. at 490 nm에 비해 항생제 첨가구  $0.87 \pm 0.11$  O.D. at 490 nm, 발효녹차 0.1% 첨가구  $0.77 \pm 0.08$  O.D. at 490 nm 및 발효녹차 0.5% 첨가구  $0.81 \pm 0.07$  O.D. at 490 nm으로 유의한 증가는 보이지 않았지만 발효녹차 1.0% 첨가구는  $0.69 \pm 0.14$  O.D. at 490

nm으로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다. 그리고 0.1  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구는 0.90 $\pm$ 0.07 O.D. at 490 nm에 비해 유의한 증가는 나타나지 않았지만 발효녹차 1.0% 첨가구는 1.02 $\pm$ 0.21 O.D. at 490 nm으로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다. 0.3  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구는 0.88 $\pm$ 0.08 O.D. at 490 nm에 비해 발효녹차 1.0% 첨가구에서는 0.97 $\pm$ 0.19 O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의한 증가가 나타났다. 1.0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구는 0.92 $\pm$ 0.07 O.D. at 490 nm에 비해 발효녹차 0.1% 첨가구 1.00 $\pm$ 0.05 O.D. at 490 nm, 발효녹차 0.5% 첨가구 1.11 $\pm$ 0.11 O.D. at 490 nm 및 발효녹차 1.0% 첨가구 1.03 $\pm$ 0.12 O.D. at 490 nm로 비장세포 증식반응이 유의하게 증가하였다. 즉 발효녹차사료의 공급으로 비장세포의 Con A 자극에 대한 증식반응이 유의하게 증가한 것으로 생각된다.

Table 13. Effects of dietary green tea fermentation medium on growth of spleen cells stimulated with Concanavalin A (O.D. at 490 nm)

| Treatments                              | Control                          | Antibiotics                      | Green tea fermentation medium   |                                  |                                 |
|---|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|   |                                  |                                  | 0.1%                            | 0.5%                             | 1.0%                            |
| Con A<br>(0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )   | 0.83 <sup>ab</sup><br>$\pm$ 0.08 | 0.87 <sup>a</sup><br>$\pm$ 0.11  | 0.77 <sup>b</sup><br>$\pm$ 0.07 | 0.81 <sup>ab</sup><br>$\pm$ 0.07 | 0.69 <sup>c</sup><br>$\pm$ 0.14 |
| Con A<br>(0.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | 0.90 <sup>bc</sup><br>$\pm$ 0.07 | 0.93 <sup>ab</sup><br>$\pm$ 0.12 | 0.79 <sup>c</sup><br>$\pm$ 0.04 | 0.87 <sup>bc</sup><br>$\pm$ 0.09 | 1.02 <sup>a</sup><br>$\pm$ 0.21 |
| Con A<br>(0.3 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | 0.88<br>$\pm$ 0.07               | 0.91<br>$\pm$ 0.11               | 0.90<br>$\pm$ 0.08              | 0.92<br>$\pm$ 0.10               | 0.97<br>$\pm$ 0.19              |
| Con A<br>(1.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | 0.92 <sup>c</sup><br>$\pm$ 0.07  | 0.98 <sup>bc</sup><br>$\pm$ 0.05 | 1.00 <sup>b</sup><br>$\pm$ 0.05 | 1.11 <sup>a</sup><br>$\pm$ 0.11  | 1.03 <sup>b</sup><br>$\pm$ 0.12 |

<sup>a,b,c,d</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

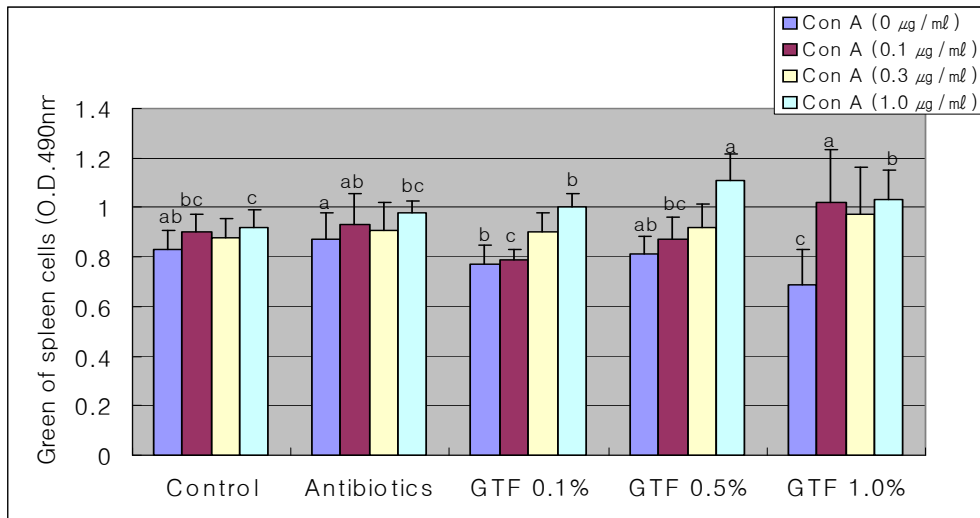


Fig. 7. Effects of dietary green tea fermentation medium on growth of spleen cells stimulated with Concanavalin A (O.D. at 490 nm)

다음으로 B세포만을 특이적으로 증식시키는 LPS (lipopolysaccharide)로 자극하여 발효녹차의 비장세포 증식반응에 대한 효과를 측정 한 결과는 표 14과 그림 8에 나타나 있다. B세포는 면역반응 중에서 항체를 생산하는 체액성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 녹차의 체액성 면역 증강 효과를 알 수 있다 (Shin 등, 2004). 그 결과 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구는  $0.83 \pm 0.08$  O.D. at 490 nm에 비해 항생제 첨가구  $0.87 \pm 0.11$  O.D. at 490 nm, 발효녹차 0.1% 첨가구  $0.77 \pm 0.08$  O.D. at 490 nm 및 발효녹차 0.5% 첨가구  $0.81 \pm 0.07$  O.D. at 490 nm로 유의한 증가는 보이지 않았지만 발효녹차 1.0% 첨가구는  $0.69 \pm 0.14$  O.D. at 490 nm으로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다. 그리고  $1.0 \mu\text{g/ml}$  LPS로 자극하였을 경우에는 대조구는  $0.88 \pm 0.13$  O.D. at 490 nm에 비해 발효녹차 0.5% 첨가구는  $1.02 \pm 0.12$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다.  $3.0 \mu\text{g/ml}$ 와  $10.0 \mu\text{g/ml}$  LPS로 자극하였을 경우에는 대조구에 비해 발효녹차 0.5%와 1.0% 첨가구에서 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다. 즉 LPS로 비장세포를 자극하였을 경우에 발효녹차 첨가구의 증식반응이 대조군에 비해 통계학적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.

Table 14. Effects of dietary green tea fermentation medium growth of spleen cells stimulated with lipopolysaccharide (O.D. at 490 nm)

| Treatments                             | Control                          | Antibiotics                     | Green tea fermentation medium    |                                  |                                  |
|--|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|  |                                  |                                 | 0.1%                             | 0.5%                             | 1.0%                             |
| LPS<br>(0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )    | 0.83 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.08$ | 0.87 <sup>a</sup><br>$\pm 0.11$ | 0.77 <sup>b</sup><br>$\pm 0.07$  | 0.81 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.07$ | 0.69 <sup>c</sup><br>$\pm 0.14$  |
| LPS<br>(1.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )  | 0.88 <sup>b</sup><br>$\pm 0.13$  | 0.91 <sup>b</sup><br>$\pm 0.13$ | 0.92 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.05$ | 1.02 <sup>a</sup><br>$\pm 0.12$  | 0.98 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.16$ |
| LPS<br>(3.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )  | 0.87 <sup>c</sup><br>$\pm 0.14$  | 0.92 <sup>c</sup><br>$\pm 0.10$ | 0.97 <sup>bc</sup><br>$\pm 0.04$ | 1.09 <sup>a</sup><br>$\pm 0.11$  | 1.06 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.19$ |
| LPS<br>(10.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | 0.92 <sup>b</sup><br>$\pm 0.17$  | 0.93 <sup>b</sup><br>$\pm 0.07$ | 0.99 <sup>ab</sup><br>$\pm 0.04$ | 1.10 <sup>a</sup><br>$\pm 0.11$  | 1.09 <sup>a</sup><br>$\pm 0.19$  |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

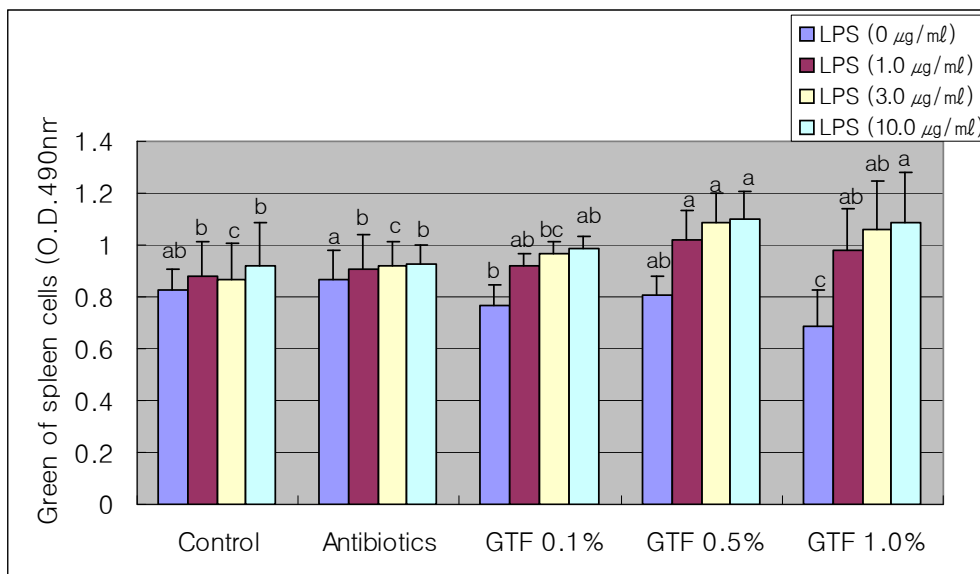


Fig. 8. Effects of dietary green tea fermentation medium growth of spleen cells stimulated with lipopolysaccharide (O.D. at 490 nm)

다) IL-6 분비 유도효과

상기 실험 중 Con A 또는 LPS 자극에 대해 비장세포의 증식반응이 일어나면, 비장세포는 여러 가지 종류의 사이토카인을 분비한다. 따라서, 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 사이토카인을 분석하면 면역반응을 구분할 수 있다. 비장세포가 분비하는 싸이토카인 중에서 IL-6는 간세포가 피브리노젠과 같은 몇 가지 혈장 단백질을 합성하도록 유도하며 B세포를 활성화시켜 항체 활성을 증가시키는 B세포 성장인자로 작용한다 (Devries, 1999). 따라서 발효녹차 첨가에 따른 비장세포가 증식할 때 분비하는 IL-6의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 IL-6의 분비량을 측정할 결과는 표 15와 그림 9에 나타나 있다.

Table 15. Effects of dietary green tea fermentation medium on IL-6 production of spleen cells (pg/ml)

| Treatments          | Control                      | Antibiotics                   | Green tea fermentation medium |                               |                               |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                     |                              |                               | 0.1%                          | 0.5%                          | 1.0%                          |
| (0)                 | <7.8 <sup>b</sup>            | <7.8 <sup>a</sup>             | 22.88 <sup>a</sup><br>±19.45  | 18.50 <sup>a</sup><br>±18.13  | 16.00 <sup>a</sup><br>±11.65  |
| LPS<br>(10.0µg/ml)  | 36.63 <sup>b</sup><br>±21.29 | 93.50 <sup>ab</sup><br>±39.10 | 71.63 <sup>ab</sup><br>±8.21  | 125.38 <sup>a</sup><br>±85.71 | 88.50 <sup>ab</sup><br>±19.09 |
| Con A<br>(1.0µg/ml) | <7.8 <sup>b</sup>            | 36.00 <sup>ab</sup><br>±49.93 | 88.50 <sup>a</sup><br>±37.42  | 44.13 <sup>ab</sup><br>±17.51 | 81.00 <sup>a</sup><br>±59.46  |

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)



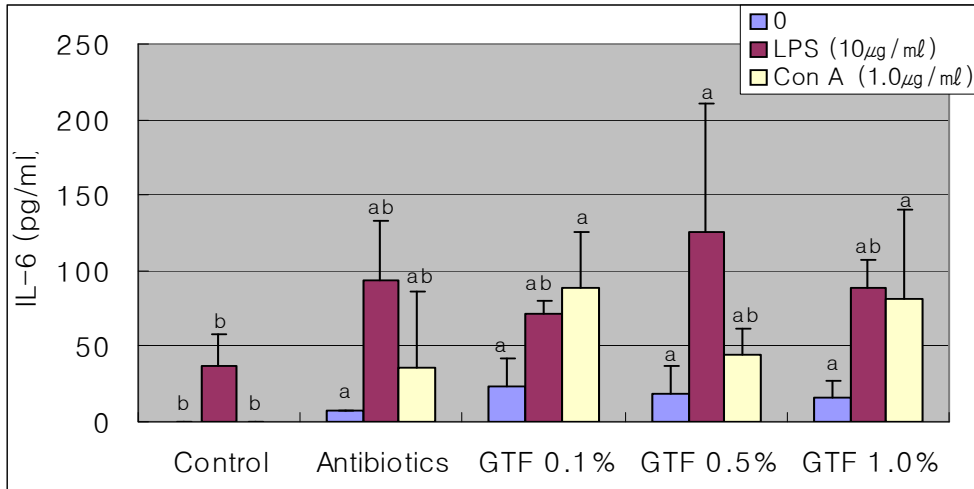


Fig. 9. Effects of dietary green tea fermentation medium on IL-6 production of spleen cells (pg/ml)

그 결과 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구는 <7.8 pg/ml에 비해 항생제 첨가구는 <7.8 pg/ml로 유의한 증가는 보이지 않았지만 발효녹차 0.1% 첨가구 22.88±19.45 pg/ml, 발효녹차 0.5% 첨가구 18.50±18.13 pg/ml 및 발효녹차 1.0% 첨가구 16.00±11.65 pg/ml로 통계학적으로 유의하게 IL-6의 생산량이 증가하였다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS 10.0 μg/ml로 자극하였을 때, 대조구는 36.63±21.29 pg/ml에 비해 발효녹차 0.5% 첨가구 125.38±85.71 pg/ml에서 IL-6의 분비량이 통계학적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A 1.0 μg/ml로 자극하였을 경우에도 대조구는 <7.8 pg/ml에 비해 발효녹차 0.1% 첨가구 88.50±37.42 pg/ml 및 발효녹차 1.0% 첨가구 81.00±59.46 pg/ml로 통계학적으로 유의하게 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 발효녹차의 첨가에 따른 Con A와 LPS 자극에 대한 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 IL-6의 분비량도 증가시키는 것으로 생각된다.

#### 4) TNF-α 분비 유도효과

비장세포의 증식반응이 일어날 때, 비장세포가 분비하는 또 다른 사이토카인인

TNF- $\alpha$ 는 내피세포에 대해 새로운 수용체를 발현하도록 하여 백혈구가 부착성을 가지게 하고, 호중구를 활성화시켜 미생물을 죽이도록 한다 (Schall 등, 1994). 그리고 내재성 발열원으로 뇌의 시상하부에 작용하여 열이 생기도록 하고, 간세포에 작용하여 혈청단백질의 합성을 자극하며, 골수 간세포의 분열을 억제하기도 한다 (Arai 1990; Beuther, 1995). 따라서 녹차사료의 공급이 비장세포가 증식할 때 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량을 측정한 결과는 표 16과 그림 10에 나타나 있다. 그 결과 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구는 <7.8 pg/ml에 비해 항생제 첨가구 97.50 $\pm$ 79.24 pg/ml, 발효녹차 1.0% 첨가구 91.25 $\pm$ 42.07 pg/ml에서는 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 생산량이 증가하였다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS 10.0  $\mu$ g/ml로 자극하였을 때, 대조구 40.00 $\pm$ 66.12 pg/ml에 비해 모든 첨가구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A 1.0  $\mu$ g/ml로 자극하였을 경우에도 대조구 <7.8 pg/ml에 비해 모든 첨가구에서 역시 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 발효녹차의 공급이 Con A와 LPS 자극에 대한 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 TNF- $\alpha$ 의 분비량도 증가시키는 것으로 생각된다.

Table 16. Effects of dietary green tea fermentation medium on TNF- $\alpha$  production of spleen cells (pg/ml)

| Treatments                | Control                           | Antibiotics                        | Green tea fermentation medium      |                                    |                                    |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                           |                                   |                                    | 0.1%                               | 0.5%                               | 1.0%                               |
| (0)                       | <7.8 <sup>b</sup>                 | 97.50 <sup>a</sup><br>$\pm$ 79.24  | 38.75 <sup>ab</sup><br>$\pm$ 39.26 | 78.75 <sup>ab</sup><br>$\pm$ 60.70 | 91.25 <sup>a</sup><br>$\pm$ 42.07  |
| LPS<br>(10.0 $\mu$ g/ml)  | 40.00 <sup>b</sup><br>$\pm$ 66.12 | 143.75 <sup>a</sup><br>$\pm$ 66.21 | 178.75 <sup>a</sup><br>$\pm$ 60.70 | 171.25 <sup>a</sup><br>$\pm$ 95.31 | 165.00 <sup>a</sup><br>$\pm$ 59.52 |
| Con A<br>(1.0 $\mu$ g/ml) | <7.8 <sup>b</sup>                 | 193.75 <sup>a</sup><br>$\pm$ 76.43 | 212.50 <sup>a</sup><br>$\pm$ 69.64 | 143.75 <sup>a</sup><br>$\pm$ 51.39 | 200.00 <sup>a</sup><br>$\pm$ 90.71 |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

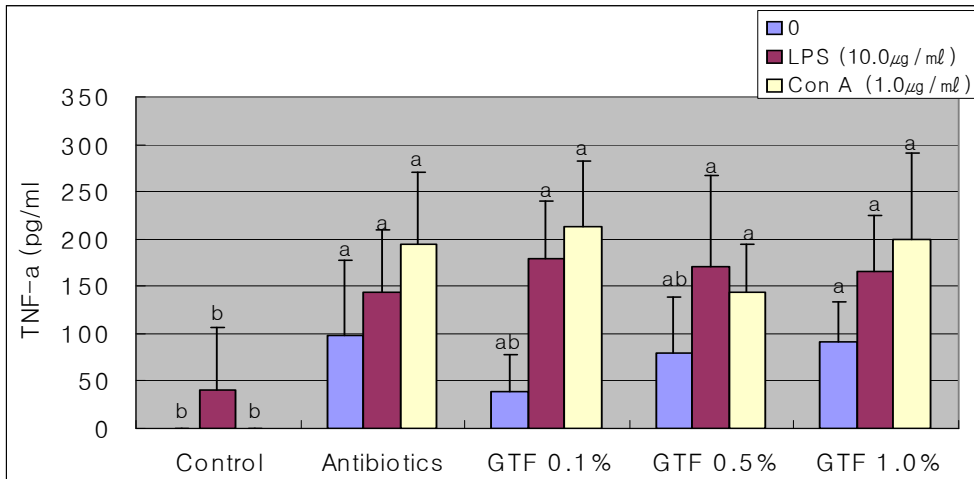


Fig. 10. Effects of dietary green tea fermentation medium on TNF- $\alpha$  production of spleen cells (pg/ml)

#### 다. 녹차부산물 및 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과 규명

1) 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성돈 및 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과

가) 비장 무게의 변화

각 실험군으로 분류하여 사료를 공급하고 실험이 끝난 다음에 돼지에서 비장을 분리하였다. 분리한 비장의 무게를 전자저울을 이용하여 측정하고 측정값의 평균값과 통계오차(standard error)를 계산하여 비교한 결과는 표 17에 나타나 있다. 그 결과 대조구의 비장 무게는  $152.50 \pm 17.08$  g에 비해 각 실험군의 비장 무게는 약간 감소하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제 첨가구와 발효녹차 0.5% 첨가구는 각각  $125.00 \pm 17.32$  g 및  $137.50 \pm 26.30$  g으로 약간 감소하였지만, 녹차부산물 0.5% 첨가구는  $152.50 \pm 49.92$  g으로 대조구와 비슷한 것으로 나타났다 ( $P > 0.05$ ). 즉 발효녹차와 녹차부산물을 공급한 2 가지 첨가구 사이에는 통계학적으로 유의한 차이

는 없었다. 대조군에 비해 항생제를 공급하였을 때 비장 무게가 감소한 것은 여러 가지 이유가 있을 것으로 생각된다. 비장은 림프구가 모인 말초 림프기관으로 혈액을 통해 침입한 병원체를 인식하고 포획하여 림프구에 전달하는 역할을 한다. 비장에 있는 림프구는 비장을 떠나 림프액과 혈액을 순환한다. 즉 비장을 떠나 순환하는 림프구의 수가 많으면 비장의 무게가 감소하는 이유의 하나가 될 것으로 생각된다.

Table 17. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the spleen weight (g)

| Treatment     | Control      | Antibiotic   | GTB 0.5%     | GTF 0.5%     |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Spleen weight | 152.50±17.08 | 125.00±17.32 | 152.50±49.92 | 137.50±26.30 |

#### 나) 비장세포 증식 유도효과

생체로 침입한 병원체는 혈액을 통해 들어온 것은 혈관을 따라 순환하다가 비장에서 대식세포와 같은 항원제시세포에게 포획된다. 비장은 말초 림프기관으로 주로 T세포, B세포 및 대식세포 등으로 구성되어 있으며, 항원제시세포는 항원의 침입을 T세포와 B세포에게 알려 세포성 면역반응과 체액성 면역반응을 유도한다 (Ezekowitz 등, 1998). 따라서 녹차부산물인 세포성 면역반응과 체액성 면역반응에 관여하는 비장세포에 어떤 영향을 미치는지를 검색하는 것이 필요하다. 병원체를 인식한 각 면역반응의 처음 시작은 세포증식반응으로 시작하기 때문에 녹차부산물과 발효녹차사료의 효과를 비장세포의 증식유도 반응으로 측정하였다.

먼저 비장세포의 T세포만을 특이적으로 증식시키는 Con A (concanavalin A)로 자극하여 비장세포의 증식반응을 측정한 결과는 표 18에 나타나 있다. T세포는 면역반응 중에서 세포성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 발효 녹차와 녹차부산물의 세포성 면역증강 효과를 알 수 있다 (Chae 등, 2004). 그 결과 대조군에서는 Con A 농도가 증가할수록 T세포의 증식이 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 항생제 첨가구에서도 Con A 농도에 따라서 증식반응이 증가하는 것으로 나타났지만 대조군에 비해 큰 차이는 없었다. 그러나 발효녹차 또는 녹차 부산물을 첨가하였을

때는 대조구와 항생제 첨가구에 비해 Con A 농도에 따라 T세포의 증식반응이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 발효녹차와 녹차부산물을 공급하여 사육한 돼지의 비장세포에서 Con A 자극에 대한 T세포의 증식반응이 유의하게 증가한 것으로 생각된다.

Table 18. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the spleen cells growth (O. D. at 490nm)

| Con A( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | Control                     | Antibiotic                  | GTB 0.5%                    | GTF 0.5%                    |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 0                                | $0.75^{\text{b}} \pm 0.016$ | $0.69^{\text{c}} \pm 0.012$ | $0.38^{\text{d}} \pm 0.024$ | $0.82^{\text{a}} \pm 0.043$ |
| 0.1                              | $0.72^{\text{b}} \pm 0.027$ | $0.72^{\text{b}} \pm 0.033$ | $0.41^{\text{c}} \pm 0.008$ | $0.86^{\text{a}} \pm 0.006$ |
| 0.3                              | $0.78^{\text{b}} \pm 0.033$ | $0.75^{\text{b}} \pm 0.021$ | $0.48^{\text{c}} \pm 0.016$ | $0.93^{\text{a}} \pm 0.002$ |
| 1.0                              | $0.83^{\text{b}} \pm 0.020$ | $0.79^{\text{b}} \pm 0.027$ | $0.73^{\text{c}} \pm 0.022$ | $1.13^{\text{a}} \pm 0.049$ |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

다음으로 B세포만을 특이적으로 증식시키는 LPS (lipopolysaccharide)로 자극하여 발효 녹차와 녹차부산물의 비장세포 증식반응에 대한 효과를 측정된 결과는 표 19에 나타나 있다. B세포는 면역반응 중에서 항체를 생산하는 체액성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 발효 녹차와 녹차 부산물의 체액성 면역 증강 효과를 알 수 있다 (Shin 등, 2004). 그 결과 대조구에서는 LPS 농도가 증가할수록 B세포의 증식이 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 항생제 첨가구에서도 LPS 농도에 따라서 증식반응이 증가하는 것으로 나타났으며 대조구에 비해 증식반응이 약간 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 발효 녹차 또는 녹차 부산물을 첨가하였을 때는 대조군과 항생제 첨가구에 비해 LPS 농도에 따라 B세포의 증식반응이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 발효 녹차와 녹차 부산물을 공급하여 사육한 돼지의 비장세포에서 LPS 자극에 대한 B세포의 증식반응이 유의하게 증가한 것으로 생각된다. 즉 LPS로 비장세포를 자극하였을 경우에 발효 녹차와 녹차 부산물을 공급한 실험군의 증식반응이 대조군에 비해 통계학적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.

Table 19. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the spleen cells growth (O. D. at 490nm)

| LPS( $\mu\text{g}/\text{m}\ell$ ) | Control                  | Antibiotic               | GTB 0.5%                 | GTF 0.5%                 |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0                                 | 0.75 <sup>b</sup> ±0.016 | 0.69 <sup>c</sup> ±0.012 | 0.38 <sup>d</sup> ±0.024 | 0.82 <sup>a</sup> ±0.043 |
| 1                                 | 0.66 <sup>b</sup> ±0.021 | 0.67 <sup>b</sup> ±0.030 | 0.44 <sup>c</sup> ±0.031 | 0.86 <sup>a</sup> ±0.020 |
| 3                                 | 0.72 <sup>b</sup> ±0.009 | 0.71 <sup>b</sup> ±0.012 | 0.51 <sup>c</sup> ±0.033 | 0.96 <sup>a</sup> ±0.050 |
| 10                                | 0.82 <sup>b</sup> ±0.015 | 0.88 <sup>b</sup> ±0.065 | 0.62 <sup>c</sup> ±0.017 | 1.10 <sup>a</sup> ±0.048 |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

#### 다) IL-6 분비 유도효과

상기 실험 중 Con A 또는 LPS 자극에 대해 비장세포의 증식반응이 일어나면 비장세포는 여러 가지 종류의 사이토카인을 분비한다. 따라서 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 사이토카인을 분석하면 면역반응을 구분할 수 있다. 비장세포가 분비하는 사이토카인 중에서 IL-6는 간세포가 피브리노젠과 같은 몇 가지 혈장 단백질을 합성하도록 유도하며 B세포를 활성화시켜 항체 활성을 증가시키는 B세포 성장인자로 작용한다 (Devries 1999). 따라서 녹차사료의 공급이 비장세포가 증식할 때 분비하는 IL-6의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 IL-6의 분비량을 측정된 결과는 표 20에 나타나 있다. 그 결과 LPS로 자극한 경우에 대조구는  $38.67 \pm 1.67 \text{ pg}/\text{m}\ell$ 에 비해 항생제 첨가구는  $18.64 \pm 1.57$ 으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 발효녹차 0.5% 첨가구와 녹차부산물 0.5% 첨가구는 각각  $102.00 \pm 1.67 \text{ pg}/\text{m}\ell$  및  $58.67 \pm 5.00 \text{ pg}/\text{m}\ell$ 으로 대조구와 항생제 첨가구에 비해 유의하게 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 발효녹차 0.5% 첨가구에서 IL-6의 생산량이 크게 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 Con A로 자극하였을 때는 대조구와 항생제 첨가구는  $< 7.8 \text{ pg}/\text{m}\ell$ 로 나타났다. 그에 비해 발효녹차 0.5% 첨가구와 녹차부산물 0.5% 첨가구에서 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타나 통계적 유의차를 보였다. 따라서 발효녹차와 녹차부산물의 공급이 Con A와 LPS 자극에 대한 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 IL-6의 분비량을 증가시키는 것으로 생각된다.

Table 20. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the IL-6 production of spleen cells (pg/ml)

| Conditions          | Control                  | Antibiotic               | GTB 0.5%                | GTF 0.5%                  |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| (-)                 | <7.8                     | <7.8                     | <7.8                    | <7.8                      |
| LPS(10 $\mu$ g/ml)  | 38.67 <sup>c</sup> ±1.67 | 18.64 <sup>d</sup> ±1.67 | 58.67 <sup>b</sup> ±5.0 | 102.00 <sup>a</sup> ±1.67 |
| Con A(1 $\mu$ g/ml) | <7.8 <sup>c</sup>        | <7.8 <sup>c</sup>        | 28.67 <sup>b</sup> ±1.7 | 30.57 <sup>a</sup> ±0.9   |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

#### 라) TNF- $\alpha$ 분비 유도효과

비장세포의 증식반응이 일어날 때 비장세포가 분비하는 또 다른 사이토카인인 TNF- $\alpha$ 는 내피세포에 대해 새로운 수용체를 발현하도록 하여 백혈구가 부착성을 가지게 하고 호중구를 활성화시켜 미생물을 죽이도록 한다 (Schall 등, 1994). 그리고 내재성 발열원으로서 뇌의 시상하부에 작용하여 열이 생기도록 하고 간세포에 작용하여 혈청 단백질의 합성을 자극하며, 골수 간세포의 분열을 억제하기도 한다(Arai 1990; Beuther 1995). 따라서 녹차사료의 공급이 비장세포가 증식할 때 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량을 측정된 결과는 표 21에 나타나 있다. 그 결과 무처리 경우에 대조구는 <15.2 pg/ml에 비해 항생제 첨가구는 21.73±1.62 pg/ml, 발효녹차 0.5% 첨가구는 27.00±0.00 pg/ml 및 녹차부산물 0.5% 첨가구는 37.00±10.00 pg/ml으로 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 조금씩 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A (1.0 $\mu$ g/ml)로 자극하였을 때, 대조구는 32.00±5.00 pg/ml에 비해 항생제 첨가구는 16.33±3.06 pg/ml에서 약간 감소하였다. 그리고 발효녹차 0.5% 첨가구와 녹차부산물 0.5% 첨가구는 각각 27.00±10.00 pg/ml 및 34.00±2.65 pg/ml으로 나타나 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 또한 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS (10  $\mu$ g/ml)로 자극하였을 경우에도 대조구는 18.00±1.00 pg/ml에 비해 항생제 첨가구는 13.00±3.60 pg/ml에서 약간 감소하였다. 그리고 발효녹차 0.5% 첨가구와 녹차부산물 0.5% 첨가구는 각각 67.00±10.00 및 72.00±15.00 pg/ml에서는 대조구에 비해 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 발효 녹

차와 녹차 부산물의 공급이 LPS 자극에 대한 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 TNF- $\alpha$ 의 분비량을 증가시키는 것으로 생각된다.

Table 21. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the TNF- $\alpha$  production of spleen cells (pg/ml)

| Coditions           | Control                  | Antibiotic               | GTB 0.5%                  | GTF 0.5%                  |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| (-)                 | <15.2 <sup>c</sup>       | 21.73 <sup>b</sup> ±1.62 | 37.00 <sup>a</sup> ±10.00 | 27.00 <sup>b</sup> ±0.00  |
| LPS(10 $\mu$ g/ml)  | 18.00 <sup>b</sup> ±1.00 | <15.2 <sup>b</sup>       | 72.00 <sup>a</sup> ±15.00 | 67.00 <sup>a</sup> ±10.00 |
| con A(1 $\mu$ g/ml) | 32.00 <sup>a</sup> ±5.00 | 16.33 <sup>b</sup> ±3.06 | 34.00 <sup>a</sup> ±2.65  | 27.00 <sup>ab</sup> ±1.00 |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

2) 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과

가) 비장 무게의 변화

각 실험군으로 분류하여 사료를 공급하고 실험이 끝난 다음에 돼지에서 비장을 분리하였다. 분리한 비장의 무게를 전자저울을 이용하여 측정하고 측정값의 평균값과 통계오차 (standard error)를 계산하여 비교한 결과는 표 22에 나타나 있다. 그 결과 대조군의 비장 무게는 142.50±17.08 g에 비해 각 첨가구의 비장 무게는 약간 증가하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제 첨가구는 150.00±24.49 g, 발효녹차 0.5% 첨가구는 175.00±12.91 g과 녹차부산물 0.5% 첨가구는 150.00±62.18 g으로 모두 약간씩 증가하는 것으로 나타났지만 3 가지 실험군 사이에는 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 비장은 림프구가 모인 말초 림프기관으로 혈액을 통해 침입한 병원체를 인식하고 포획하여 림프구에 전달하는 역할을 한다. 즉 비장에 있는 림프구는 비장을 떠나 림프액과 혈액을 순환한다. 따라서 비장을 떠나 순환하는 림프구의 수가 비장의 무게에 영향을 줄 것으로 생각된다.



Table 22. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the spleen weight (g)

| Treatment     | Control      | Antibiotic   | GTB 0.5%     | GTF 0.5%     |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Spleen weight | 142.50±17.08 | 150.00±24.49 | 150.00±62.18 | 175.00±12.91 |

#### 나) 비장세포 증식 유도효과

생체로 침입한 병원체는 혈액을 통해 들어온 것은 혈관을 따라 순환하다가 비장에서 대식세포와 같은 항원제시세포에게 포획된다. 비장은 말초 림프기관으로 주로 T세포, B세포 및 대식세포 등으로 구성되어 있으며, 항원제시세포는 항원의 침입을 T세포와 B세포에게 알려 세포성 면역반응과 체액성 면역반응을 유도한다 (Ezekowitz 등, 1998). 따라서 발효녹차와 녹차부산물의 세포성 면역반응과 체액성 면역반응에 관여하는 비장세포에 어떤 영향을 미치는지를 검색하는 것이 필요하다. 병원체를 인식한 각 면역반응의 처음 시작은 세포증식반응으로 시작하기 때문에 녹차사료의 효과를 비장세포의 증식유도 반응으로 측정하였다. 먼저 비장세포의 T세포만을 특이적으로 증식시키는 Con A (concanavalin A)로 자극하여 비장세포의 증식반응을 측정한 결과는 표 23에 나타나 있다. T세포는 면역반응 중에서 세포성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 발효 녹차와 녹차 부산물의 세포성 면역증강 효과를 알 수 있다 (Chae 등, 2004). 그 결과 대조구에서는 Con A 농도가 증가할수록 T세포의 증식이 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 항생제 첨가구에서도 Con A 농도에 따라서 증식반응이 증가하는 것으로 나타났으며 증가율은 대조군에 비해 큰 것으로 나타났다. 그리고 발효녹차 0.5% 첨가구에서는 대조구와 항생제 첨가구에 비해 Con A 농도에 따라 T세포의 증식반응 정도가 더 크게 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 녹차부산물 0.5% 첨가구에서는 T세포 증식반응의 증가율이 대조구과 비슷하였다. 따라서 발효녹차를 공급하여 사육한 돼지의 비장세포에서 Con A 자극에 대한 T세포의 증식반응이 유의하게 증가한 것으로 생각된다.

Table 23. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the spleen cells growth (O. D. at 490nm)

| Con A( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | Control                  | Antibiotic               | GTB 0.5%                 | GTF 0.5%                 |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0                                | 0.59 <sup>b</sup> ±0.015 | 0.54 <sup>c</sup> ±0.031 | 0.72 <sup>a</sup> ±0.003 | 0.44 <sup>d</sup> ±0.018 |
| 0.1                              | 0.57 <sup>b</sup> ±0.033 | 0.58 <sup>b</sup> ±0.011 | 0.76 <sup>a</sup> ±0.045 | 0.45 <sup>c</sup> ±0.009 |
| 0.3                              | 0.64 <sup>b</sup> ±0.028 | 0.57 <sup>c</sup> ±0.017 | 0.83 <sup>a</sup> ±0.065 | 0.49 <sup>d</sup> ±0.004 |
| 1.0                              | 0.73 <sup>b</sup> ±0.006 | 0.78 <sup>b</sup> ±0.065 | 0.89 <sup>a</sup> ±0.042 | 0.72 <sup>b</sup> ±0.032 |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

다음으로 B세포만을 특이적으로 증식시키는 LPS (lipopolysaccharide)로 자극하여 발효 녹차와 녹차부산물의 비장세포 증식반응에 대한 효과를 측정 한 결과는 표 24에 나타내었다. B세포는 면역반응 중에서 항체를 생산하는 체액성 면역반응을 담당하는 중요한 세포이기 때문에 발효 녹차와 녹차 부산물의 체액성 면역 증강 효과를 알 수 있다 (Shin 등, 2004). 그 결과 대조구에서는 LPS 농도가 증가할수록 B세포의 증식이 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 항생제 첨가구에서도 LPS 농도에 따라서 증식반응이 증가하는 것으로 나타났으며, 대조구와 증식반응이 비슷한 것으로 나타났다. 그리고 발효녹차 0.5% 첨가구는 대조구와 항생제 첨가구에 비해 LPS 농도에 따라 B세포의 증식반응이 낮은 것으로 나타났다. 그러나 녹차부산물 0.5% 첨가구에서는 다른 첨가구에 비해 B세포의 증식반응의 증가율이 유의하게 증가하였다. 따라서 녹차부산물을 공급하여 사육한 돼지의 비장세포에서 LPS 자극에 대한 B세포의 증식반응이 유의하게 증가한 것으로 생각된다. 즉 LPS로 비장세포를 자극하였을 경우에 녹차부산물을 공급한 실험군의 증식반응이 대조구에 비해 통계학적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.

Table 24. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the spleen cells growth (O. D. at 490nm)

| LPS( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | Control                  | Antibiotic               | GTB 0.5%                 | GTF 0.5%                 |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0                              | 0.59 <sup>b</sup> ±0.015 | 0.54 <sup>c</sup> ±0.031 | 0.72 <sup>a</sup> ±0.003 | 0.44 <sup>d</sup> ±0.018 |
| 1                              | 0.57 <sup>b</sup> ±0.012 | 0.48 <sup>c</sup> ±0.019 | 0.75 <sup>a</sup> ±0.014 | 0.42 <sup>d</sup> ±0.023 |
| 3                              | 0.58 <sup>b</sup> ±0.011 | 0.55 <sup>b</sup> ±0.004 | 0.82 <sup>a</sup> ±0.037 | 0.44 <sup>c</sup> ±0.028 |
| 10                             | 0.66 <sup>b</sup> ±0.032 | 0.62 <sup>b</sup> ±0.028 | 0.97 <sup>a</sup> ±0.075 | 0.47 <sup>c</sup> ±0.051 |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

다) IL-6 분비 유도효과

상기 실험 중 Con A 또는 LPS 자극에 대해 비장세포의 증식반응이 일어나면 비장세포는 여러 가지 종류의 사이토카인을 분비한다. 따라서 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 사이토카인을 분석하면 면역반응을 구분할 수 있다. 비장세포가 분비하는 사이토카인 중에서 IL-6는 간세포가 피브리노젠과 같은 몇 가지 혈장 단백질을 합성하도록 유도하며 B세포를 활성화시켜 항체 활성을 증가시키는 B세포 성장인자로 작용한다 (Devries 1999). 따라서 녹차사료의 공급이 비장세포가 증식할 때 분비하는 IL-6의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 IL-6의 분비량을 측정한 결과는 표 25에 나타나 있다. 그 결과 LPS로 자극한 경우에 대조구는  $52.00 \pm 11.67$  pg/ml에 비해 항생제 첨가구는  $72.00 \pm 1.67$  pg/ml으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 발효녹차 0.5% 첨가구와 녹차부산물 0.5% 첨가구는 각각  $72.00 \pm 8.33$  pg/ml 및  $68.67 \pm 5.00$  pg/ml으로 대조구에 비해 유의하게 증가하는 것으로 나타났으며, 발효녹차 0.5% 첨가구에서 IL-6의 생산량이 더 크게 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 Con A로 자극하였을 때, 대조구와 항생제 첨가구는  $< 7.8$  pg/ml에 비해 발효녹차 0.5% 첨가구와 녹차부산물 0.5% 첨가구에서 IL-6의 분비량이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 발효녹차와 녹차부산물의 공급이 Con A와 LPS 자극에 대한 비장세포의 증식반응이 일어날 때 분비되는 IL-6의 분비량을 증가시키는 것으로 생각된다.

Table 25. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the IL-6 production of spleen cells (pg/ml)

| Conditions                         | Control             | Antibiotic         | GTB 0.5%           | GTF 0.5%           |
|------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| (-)                                | $< 7.8^b$           | $< 7.8^b$          | $22.00^a \pm 5.00$ | $20.34^a \pm 6.65$ |
| LPS( $10 \mu\text{g}/\text{ml}$ )  | $52.00^b \pm 11.67$ | $72.00^a \pm 1.67$ | $72.00^a \pm 8.33$ | $68.67^a \pm 5.00$ |
| Con A( $1 \mu\text{g}/\text{ml}$ ) | $< 7.8^c$           | $< 7.8^c$          | $53.67^a \pm 3.33$ | $20.34^b \pm 3.35$ |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different ( $P < 0.05$ )

라) TNF- $\alpha$  분비 유도효과

비장세포의 증식반응이 일어날 때, 비장세포가 분비하는 또 다른 사이토카인인 TNF- $\alpha$ 는 내피세포에 대해 새로운 수용체를 발현하도록 하여 백혈구가 부착성을 가지게 하고, 호중구를 활성화시켜 미생물을 죽이도록 한다 (Schall 등, 1994). 그리고 내재성 발열원으로서 뇌의 시상하부에 작용하여 열이 생기도록 하고, 간세포에 작용하여 혈청 단백질의 합성을 자극하며, 골수 간세포의 분열을 억제하기도 한다 (Arai 1990; Beuther 1995). 따라서 녹차사료의 공급이 비장세포가 증식할 때 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량에 미치는 효과를 알아보기 위해 비장세포가 분비하는 TNF- $\alpha$ 의 분비량을 측정된 결과는 표 26에 나타나 있다. 그 결과 무처리 경우에 대조구, 발효 녹차 0.5% 첨가구 및 녹차부산물 0.5% 첨가구에 비해 항생제 첨가구가 32.00 $\pm$ 5.00 pg/ml로 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 약간 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A (1.0 $\mu$ g/ml)로 자극하였을 때 대조구는 57.00 $\pm$ 10.00 pg/ml에 비해 녹차부산물 0.5% 첨가구는 67.00 $\pm$ 10.00 pg/ml로 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 또한 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS (10 $\mu$ g/ml)로 자극하였을 경우에 대조구는 <15.2 pg/ml에 비해 항생제 첨가구는 32.00 $\pm$ 5.00 pg/ml에서 유의하게 증가하였다. 그러나 발효녹차 0.5% 첨가구와 녹차부산물 0.5% 첨가구는 <15.2 pg/ml으로 나타나 대조구와 비슷하게 낮게 나타났다.

Table 26. Effect of green tea by-product and green tea fermentation medium on the TNF- $\alpha$  production of spleen cells (pg/ml)

| Coditions           | Control                        | Antibiotic                    | GTB 0.5%                      | GTF 0.5%                       |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| (-)                 | <15.2 <sup>b</sup>             | 32.00 $\pm$ 5.00 <sup>a</sup> | <15.2 <sup>b</sup>            | <15.2 <sup>b</sup>             |
| LPS(10 $\mu$ g/ml)  | <15.2 <sup>b</sup>             | 32.00 $\pm$ 5.00 <sup>a</sup> | <15.2 <sup>b</sup>            | <15.2 <sup>b</sup>             |
| con A(1 $\mu$ g/ml) | 57.00 <sup>a</sup> $\pm$ 10.00 | <15.2 <sup>c</sup>            | 32.00 <sup>b</sup> $\pm$ 5.00 | 67.00 <sup>a</sup> $\pm$ 10.00 |

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts within same row are significantly different (P<0.05)

#### 4. 결론

##### 가. 녹차부산물의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과 규명

- 1) 비장의 무게는 녹차부산물 1.0 과 2.0% 처리구는 각각  $132.42 \pm 5.42$  g과  $132.50 \pm 9.38$  g으로 분석되어 통계학적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ( $P < 0.05$ ). 보조 T세포와 세포독성 T세포의 비율은 대조구에 비해 녹차부산물을 공급한 처리구에서 약간 증가하거나 감소하였지만 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.
- 2) 비장세포의 증식은 Con A로 자극하지 않은 경우 대조구 ( $0.593 \pm 0.03$ )에 비해 녹차부산물 2.0% 처리구가 ( $0.765 \pm 0.02$ )은 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다. 그리고 0.1, 0.3 및 1.0  $\mu\text{g/ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구에 비해 모든 처리구의 비장세포 증식반응이 유의하게 증가하였다. LPS (lipopolysaccharide)로 자극하여 1.0  $\mu\text{g/ml}$  LPS로 자극하였을 경우에는 대조구와 비교하여 처리구는 비장세포 증식반응에 유의성이 없었다.
- 3) IL-6 분비량은 Con A 1.0  $\mu\text{g/ml}$ 로 자극하였을 경우 대조구 ( $1.83 \pm 1.11$ )에 비해 모든 처리구에서 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. LPS 10.0  $\mu\text{g/ml}$ 로 자극하였을 경우에도 대조구 ( $53.67 \pm 13.52$ )에 비해 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $P < 0.05$ ).
- 4) TNF- $\alpha$  분비량은 Con A 1.0  $\mu\text{g/ml}$ 로 자극하였을 경우 대조구 ( $25.20 \pm 3.29$ )에 비해 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $P < 0.05$ ). LPS 10.0  $\mu\text{g/ml}$ 로 자극하였을 경우에도 대조구 ( $0.33 \pm 0.21$ )에 비해 모든 처리구에서 역시 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $P < 0.05$ ).

##### 나. 녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 효과 규명

- 1) 비장무게는 대조구에 비해 항생제구는  $151.67 \pm 29.94$  g, 녹차 0.5% 처리구는  $140.00 \pm 23.02$  g으로 감소되었으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다( $P > 0.05$ ).

- 2) Con A로 자극하지 않은 경우 비장세포 증식반응은 대조구는  $0.76 \pm 0.07$  O.D. at 490 nm로 나타났으며, 항생제구는  $0.75 \pm 0.09$  O.D. at 490 nm, 녹차 0.5% 처리구는  $0.76 \pm 0.08$  O.D. at 490 nm 및 녹차 1.0% 첨가구  $0.73 \pm 0.10$  O.D. at 490 nm로 증가되었다. 녹차 2.0% 처리구는  $0.65 \pm 0.85$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다.  $0.3 \mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구는  $0.84 \pm 0.12$  O.D. at 490 nm에 비해 녹차 1.0% 처리구는  $0.95 \pm 0.13$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의적으로 증가 하였다. 녹차 2.0% 처리구는  $0.70 \pm 0.04$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의적으로 감소하였다  $1.0 \mu\text{g}/\text{ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구  $0.98 \pm 0.11$  O.D. at 490 nm에 비해 녹차 0.5% 첨가구는  $1.16 \pm 0.08$  O.D. at 490 nm 및 녹차 1.0% 첨가구  $1.19 \pm 0.13$  O.D. at 490 nm로 비장세포 증식반응이 유의하게 증가하였다.
- 3) LPS로 자극하지 않은 경우 비장세포 증식반응은 대조구에 비해 항생제구, 녹차 0.5% 처리구 및 녹차 1.0% 처리구는 증식반응이 증가되지 않았으나 녹차 2.0% 처리구는 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다.
- 4) IL-6 분비량은 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우 대조구에 비해 항생제구, 녹차 0.5% 처리구 및 녹차 2.0% 처리구는 유의한 증가는 보이지 않았지만, 녹차 1.0% 첨가구에서  $14.13 \pm 11.63$  pg/ml로 통계학적으로 유의하게 IL-6의 생산량이 증가하였다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS  $10.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 경우 대조구에 비해 모든 처리구에서 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A  $1.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 경우에도 대조구에 비해 녹차 2.0% 처리구는 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 IL-6의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다.
- 5) TNF- $\alpha$  분비량은 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구에 비해 항생제구와 녹차 2.0% 처리구는 증가는 보이지 않았지만 녹차 0.5% 처리구 녹차 1.0% 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 생산량이 증가하였다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS  $10.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ 로 자극하였을 경우 대조구에 비해 녹차 2.0% 처리구를 제외한 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다.

#### 다. 발효녹차의 첨가에 따른 비장돈의 비장면역 효과 규명

- 1) 비장 무게는 대조구의 비장 무게  $162.92 \pm 43.37$  g에 비해 각 첨가구의 비장 무게가 약간 감소하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제구가  $168.33 \pm 40.33$  g으로 증가하였다.
- 2) 비장세포 증식은 Con A로 자극하지 않은 경우에 대조구에 비해 항생제구, 발효녹차 0.1% 처리구 및 발효녹차 0.5% 처리구 유의한 증가를 보이지 않았지만 발효녹차 1.0% 첨가구는  $0.69 \pm 0.14$  O.D. at 490 nm으로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다.  $0.1 \mu\text{g/ml}$  Con A로 자극하였을 경우에는 대조구는  $0.90 \pm 0.07$  O.D. at 490 nm에 비해 유의한 증가는 나타나지 않았지만 발효녹차 1.0% 처리구는  $1.02 \pm 0.21$  O.D. at 490 nm으로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다.
- 3) LPS로 자극하지 않은 경우의 비장세포 증식은 대조구에 비해 항생제구, 발효녹차 0.1% 처리구 및 발효녹차 0.5% 처리구는 유의한 증가는 보이지 않았지만 발효녹차 1.0% 처리구는  $0.69 \pm 0.14$  O.D. at 490 nm으로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 감소하였다. 그리고  $1.0 \mu\text{g/ml}$  LPS로 자극하였을 경우에는 대조구에 비해 발효녹차 0.5% 처리구는  $1.02 \pm 0.12$  O.D. at 490 nm로 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다.  $3.0 \mu\text{g/ml}$ 와  $10.0 \mu\text{g/ml}$  LPS로 자극하였을 경우에는 대조구에 비해 발효녹차 0.5%와 1.0% 처리구에서 통계학적으로 유의하게 비장세포의 증식반응이 증가하였다.
- 4) IL-6 분비량은 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구에 비해 항생제구는 유의한 증가는 보이지 않았지만 발효녹차 0.1% 처리구 발효녹차 0.5% 처리구 및 발효녹차 1.0% 처리구는 통계학적으로 유의하게 IL-6의 생산량이 증가하였다. 그리고 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS  $10.0 \mu\text{g/ml}$ 로 자극하였을 때, 대조구에 비해 발효녹차 0.5% 처리구에서 IL-6의 분비량이 통계학적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.
- 5) TNF- $\alpha$  분비량은 Con A 또는 LPS로 자극하지 않은 경우에 대조구에 비해 항생제구, 발효녹차 1.0% 처리구에서는 통계학적으로 유의하게 TNF- $\alpha$ 의 생산량이 증가하였다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS  $10.0 \mu\text{g/ml}$ 로 자극하였을 때, 대조구에 비해 모든 처리구에서 통계학적으로 유의하게 TNF-

α의 분비량이 증가하는 것으로 나타났다.

**라. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 육성, 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과 규명**

- 1) 대조구의 비장 무게는  $152.50 \pm 17.08$  g에 비해 각 처리구의 비장 무게는 약간 감소하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제구와 발효녹차 0.5% 처리구는 각각  $125.00 \pm 17.32$  g 및  $137.50 \pm 26.30$  g으로 약간 감소하였지만, 녹차부산물 0.5% 처리구는  $152.50 \pm 49.92$  g으로 대조구와 비슷한 것으로 나타났다 ( $P > 0.05$ ).
- 2) 비장세포 증식의 경우 대조구는 Con A 농도가 증가할수록 T세포의 증식이 증가하는 것으로 나타났다. 항생제구에서도 Con A 농도에 따라서 증식반응이 증가하는 것으로 나타났지만 대조구에 비해 큰 차이는 없었다. 그러나 발효녹차 또는 녹차 부산물을 첨가하였을 때는 대조구와 항생제 첨가구에 비해 Con A 농도에 따라 T세포의 증식반응이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.
- 3) IL-6 분비량은 LPS로 자극한 경우에 대조구에 비해 항생제구는  $18.64 \pm 1.57$ 으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 발효녹차 0.5% 처리구와 녹차부산물 0.5% 처리구는 각각  $102.00 \pm 1.67$  pg/ml 및  $58.67 \pm 5.00$  pg/ml으로 대조구와 항생제구에 비해 유의하게 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 발효녹차 0.5% 처리구에서 IL-6의 생산량이 크게 증가하는 것으로 나타났다.
- 4) TNF-α 분비량의 경우 대조구에 비해 항생제구, 발효녹차 0.5% 처리구 및 녹차부산물 0.5% 처리구는 TNF-α의 분비량이 조금씩 증가하는 것으로 나타났다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A ( $1.0 \mu\text{g/ml}$ )로 자극하였을 때, 대조구는  $32.00 \pm 5.00$  pg/ml에 비해 항생제구는  $16.33 \pm 3.06$  pg/ml에서 약간 감소하였다. 발효녹차 0.5% 처리구와 녹차부산물 0.5% 처리구는 각각  $27.00 \pm 10.00$  pg/ml 및  $34.00 \pm 2.65$  pg/ml으로 나타나 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

**마. 녹차부산물과 발효녹차의 첨가에 따른 비육돈의 비장세포에 대한 면역기능 강화 효과 규명**

- 1) 대조구의 비장 무게는  $142.50 \pm 17.08$  g에 비해 각 처리구의 비장 무게는 약간



증가하거나 비슷한 것으로 나타났다. 대조구에 비해 항생제구, 발효녹차 0.5% 처리구 및 녹차부산물 0.5% 처리구는 모두 약간씩 증가하는 것으로 나타났지만 3 가지 처리구 사이에는 통계학적으로 유의성이 없었다.

- 2) 비장세포 증식은 대조구에서는 Con A 농도가 증가할수록 T세포의 증식이 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 항생제구에서도 Con A 농도에 따라서 증식반응이 증가하는 것으로 나타났으며 증가율은 대조구에 비해 큰 것으로 나타났다. 발효녹차 0.5% 처리구에서는 대조구와 항생제구에 비해 Con A 농도에 따라 T세포의 증식반응 정도가 더 크게 증가하는 것으로 나타났다.
- 3) IL-6 분비량은 LPS로 자극한 경우에 대조구에 비해 항생제구는  $72.00 \pm 1.67$  pg/ml로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 발효녹차 0.5% 처리구와 녹차부산물 0.5% 처리구는 각각  $72.00 \pm 8.33$  pg/ml 와  $68.67 \pm 5.00$  pg/ml로 대조구에 비해 유의하게 증가하는 것으로 나타났으며, 발효녹차 0.5% 처리구에서 IL-6의 생산량이 더 크게 증가하는 것으로 나타났다.
- 4) TNF- $\alpha$  분비량은 대조구, 발효녹차 0.5% 처리구 및 녹차부산물 0.5% 처리구에 비해 항생제구가  $32.00 \pm 5.00$  pg/ml로 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 약간 증가하는 것으로 나타났다. 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 Con A ( $1.0 \mu\text{g/ml}$ )로 자극하였을 때 대조구의  $57.00 \pm 10.00$  pg/ml에 비해 녹차부산물 0.5% 처리구는  $67.00 \pm 10.00$  pg/ml로 TNF- $\alpha$ 의 분비량이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 또한 비장세포의 증식반응을 가장 높게 유도하는 LPS ( $10 \mu\text{g/ml}$ )로 자극하였을 경우에 대조구에 비해 항생제 첨가구는  $32.00 \pm 5.00$  pg/ml에서 유의하게 증가하였다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 연구개발 목표의 달성도

| 구 분             | 연도별 연구목표 및 달성도  |  |     |
|-----------------|---|--|-----|
|                 | 연구 목표   | 척 도<br>(점수)                                | 달성도 |
| 1차년도<br>(2004년) | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 녹차부산물의 첨가수준이 비육돈의 육질에 미치는 영향 평가</li> <li>○ 녹차 및 유용미생물을 이용한 발효녹차 첨가제 제조</li> <li>○ 면역기능 강화에 관한 효과 규명</li> </ul>   | 45<br><br>35<br><br>20                     | 100 |
| 2차년도<br>(2005년) | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 녹차의 첨가수준이 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 평가</li> <li>○ 발효녹차의 첨가가 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 평가</li> <li>○ 면역기능 강화에 관한 효과 규명</li> </ul>   | 40<br><br>40<br><br>20                     | 100 |
| 3차년도<br>(2006년) | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 녹차부산물의 첨가시기에 따른 돼지의 생산성 및 육질에 미치는 영향 평가</li> <li>○ 발효녹차, 녹차부산물의 최적 첨가수준이 비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향 평가</li> <li>○ 면역기능 강화에 관한 효과 규명</li> </ul>  | 40<br><br>40<br><br>20                     | 100 |
| 최종평가            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 육성, 비육돈에 대한 녹차 및 녹차부산물의 적정 급여수준 정립</li> <li>○ 비육돈에 대한 발효녹차 첨가제의 적정 급여수준 정립</li> <li>○ 발효녹차 첨가제의 제조기술 정립</li> <li>○ 비육돈에 대한 녹차, 녹차부산물 및 발효녹차 첨가제의 면역증강 효과 실험적 검증</li> <li>○ 녹차, 녹차부산물 및 발효녹차의 최적 첨가수준 확립에 따른 기능성브랜드 녹차사료 개발</li> <li>○ 녹차사료 제조기술과 이를 이용한 돈육의 고급 브랜드화 및 특허 출원</li> </ul> | 10<br><br>10<br><br>20<br><br>20<br><br>20 | 100 |

## 제 2 절 관련분야에의 기여도

### 1. 기술적 측면

- 녹차의 기능성이 강화된 고품질, 고부가가치의 브랜드 돈육 생산
- 녹차와 녹차부산물을 이용한 사료내 항생물질 저감 및 대체사료 개발
- 녹차부산물과 유용미생물을 활용한 발효사료 기술개발

### 2. 경제 · 산업적 측면

- 축산분야에 적극적으로 활용하여 기능성, 안전성 등이 강조된 친환경 유기축산 식품의 활성화 유도
- 친환경적이고 안전한 축산물 생산으로 소비자에 신뢰성 확대
- 기능성, 안전성이 강조된 친환경유기축산 식품의 활성화 유도
- 녹차를 이용한 기능성 브랜드 축산물 생산으로 수출확대 가능
- 고부가가치의 고품질 축산물 생산으로 농가 소득 향상 가능
- 녹차의 소비증대와 더불어 차산업의 활성화를 통하여 녹차를 이용한 다양한 식품 소재의 개발 촉진
- 보성 지역특산물인 녹차 산업의 저변확대와 지역경제 활성화 도모
- 보성 지역 발전 및 녹차 관련 제품 개발 기폭제 역할
- 녹차 산업 관련 웰빙 바람 조성

### 3. 논문 및 학술 발표 실적

가. 논문발표 실적 : 4건 투고 예정

- 1) Effects of Green Tea By-product on Growth Performance, Meat Quality and Immune Response in Finishing Pigs. Asian-australasian Journal of Animal Science. (투고예정)
- 2) Development of Multi-probiotics Utilzing Green Tea. Animal Feed Science and Technology (투고예정)
- 3) Effect of Green Tea on the Growth Performance and Immune Response in Finishing Pigs. Asian-australasian Journal of Animal Science. (투고예정)

- 4) Effect of Green Tea Probiotics on the Growth Performance and Immune Response in Finishing Pigs. Asian-australasian Journal of Animal Science.  
(투고예정)

나. 학술발표 및 세미나 발표

1) 2005년

- 가) 한국동물자원과학회 학술발표회 (6월 23~24일) 포스터 발표: 2건  
(1) 녹차부산물의 첨가가 비육돈의 육질 및 면역기능에 미치는 영향  
(2) Development of the Fermented Green Tea Additives Using Green Tea and Microorganisms

- 나) 보성그린티영농양돈조합법인 성과분석회 (2005년 12월 14일) 발표: 1건  
(1) 녹차부산물의 첨가가 비육돈의 육질 및 면역기능에 미치는 영향

2) 2006년

- 가) 아시아 태평양 축산학회 (9월 18~22일) 포스터 발표 : 4건  
(1) 녹차부산물의 첨가가 비육돈의 육질 및 면역기능에 미치는 영향  
(2) Development of the Fermented Green Tea Additives Using Green Tea and Microorganisms

- (3) 녹차의 첨가가 비육돈의 육질 및 면역기능에 미치는 영향  
(4) 발효녹차의 첨가가 비육돈의 생산성과 육질에 미치는 영향

- 나) 농림과학기술대전 우수기술전시회 (9월 27~29일) 포스터 발표: 4건

- (1) 녹차부산물의 첨가가 비육돈의 육질 및 면역기능에 미치는 영향  
(2) Development of the Fermented Green Tea Additives Using Green Tea and Microorganisms  
(3) 녹차의 첨가가 비육돈의 육질 및 면역기능에 미치는 영향  
(4) 발효녹차의 첨가가 비육돈의 생산성과 육질에 미치는 영향

- 다) 보성그린티영농양돈조합법인 성과분석회 (2006년 12월 14일) 발표: 1건

- (1) 녹차와 발효녹차의 첨가가 비육돈의 육질 및 면역기능에 미치는 영향

2) 2007년

- 가) 한국동물자원과학회 학술발표회 (6월 28 ~ 29일) 포스터 발표예정: 2건

- (1) 녹차부산물과 발효녹차의 첨가가 육성돈 및 비육돈에 성장과 면역성에 미치는 영향 (포스터 및 구두 발표 예정).

- (2) 녹차부산물과 발효녹차의 첨가가 비육돈에 성장과 면역성에 미치는 영향  
(포스터 및 구두 발표 예정).

#### 4. 특허 출원 및 등록 실적

가. 국내 특허 출원: 1건

- 1) 녹차와 유용미생물을 이용한 기능성 발효녹차미생물제 및 그 제조방법과 그것을 이용한 돼지의 사육방법과 그로부터 얻어진 돈육 (2006년 6월 출원)

#### 5. 교육

가. 친환경축산 교육 프로그램 운영

나. 무항생제 양돈반

다. 최고농업경영자 과정

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구에서는 보성 지역 특산물인 녹차와 녹차부산물을 이용하여 기존의 위생적이고 안전한 면만을 강조한 브랜드육에 비하여 한 단계 차별화된 기능성을 강조한 브랜드 돼지고기를 생산 개발하였다.

현재 광주·전남지역에 녹돈 전문점 및 프랜차이즈점이 개설되어 소비자들로 하여금 대단히 좋은 반응을 보이고 있다. 따라서 본 기업은 녹차를 이용한 브랜드 돼지고기에 대한 상품개발을 추진하고 있다.

향후 돼지고기에 대한 서울, 경기도 지역의 활성화를 더불어 전국 광역브랜드로 이미지를 굳히는 한편 그 외의 축산물 전반으로 그 영역을 확보할 것이다.

### 1. 산업화 추진

- 가. 보성그린티양돈영농조합법인 기술이전
- 나. 발효녹차 첨가제 개발 및 대량생산 계획

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학기술정보

최근 연구보고에 의하면 녹차 음료를 제조하고 남은 부산물 또는 저 등급의 녹차를 어류용 (Kono 등, 2000), 육계용 (Kaneko 등, 2001; Cao, 2005), 송아지용 (Ishihara 등, 2001), 양돈용 (Suzuki, 2002) 사료의 첨가제 등으로 사용하여 동물의 생산성 및 기능성 등에 관한 효과들이 보고되었다. 또한, Ahmedna 등 (2002)의 연구에 의하면 6주된 쥐에게 녹차를 급여한 실험에서 실험한 쥐의 간에서 지방축적의 예방효과 있었으며, 녹차추출물은 혈액내 HDL 콜레스테롤 함량을 높여주는 효과와 혈액내 triglycerides와 총 콜레스테롤 함량을 감소시켜 주는 효과가 있다고 보고하였다. 또한 녹차부산물은 녹차음료를 생산하고 남은 부산물로 값이 저렴하고 효용성이 인정되어 기능성 사료 첨가제로 이용이 보고된 바 있다 (Yang 등, 2003).

Kono, M., K. Furukawa, Y.M. Sagesaka, K. Nakagawa and K. Fujimoto. 2000. Effect of green tea grounds as dietary supplements on cultured yellowtail and ayu. *J. Jpn. Soc. Food Sci.* 47:932-937.

Cao, B. H., Y. Karasawa Y. M. Guo. 2005. Effects of green tea polyphenols and fructooligosaccharides in semi-purified diets on broiler's performance and caecal microflora and their metabolites. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18:85-89.

Ishihara, N., D. C. Chu, S. Akachi and L. R. Juneja. 2001. Improvement of intestinal microflora balance and prevention of digestive and respiratory organ diseases in calves by green tea extracts. *Livest. Prod. Sci.* 68:217-229.

Suzuki, K., H. Kadowaki, M. Hino and K. Tamura. 2002. The influence of green tea in pig feed on meat production and quality. *Jpn J. Swine Sci.* 39:59-65.

Kaneko, K., K. Yamasakil, Y. Tagawa, M. Tokunaga, M. Tobisa and M. Furuse. 2001. Effects of dietary japanese green tea powder on growth, meat ingredient and lipid accumulation in broilers. *Jpn. Poult. Sci.* 38:77-85.

Yang, C. J., Y. C. Yang and D. Unganbayar. 2003. Effect of feeding diets containing green tea by-products on laying performance and egg quality in

hens. Kor. J. Poult. Sci. 30:3:183-189.

Amedna, M., H. Nasri, T. Hanner and S. Hurley. 2002. Green tea consumption and its effects on serum and liver lipid profile of rats. Proceeding of Annual meeting and Food Expo- Anaheim, California. pp 15-28



## 제 7 장    참고문헌

1. A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis, 15th ed. Association of Official Analysis Chemist. Washington D. C.
2. Asfar, S., S. Abdeen, H. Dashti, M. Khoursheed, H. Al-Sayer, T. Mathew and A. Al-Bader. 2003. Effect of green tea in the prevention and reversal of fasting-induced intestinal mucosal damage. *Nutrition*, Volume 19:6:536-540.
3. Baird, D. M. 1977. Probiotics help boost feed efficiency. *Feedsstuffs* 49 (Sept. 11):11.
4. Berg R. D. 1998. Probiotics, prebiotics or 'cobiotics'. *Trends Microbiol.* 6:89-92,
5. Biswas, A. H and M. Wakita. 2001. Effect of dietary Japanese green teapowder supplementation on feed utilization and carcass profiles in broiler. *Jpn. Poult. Sci.* 38:1:50-57.
6. Biswas, A. H., Y. Miyazaki, K. Nomura and M. Wakita. 2000. Influences of long-term feeding of Japanese green tea powder on laying performance and egg quality in hens. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 13:7:980-985.
7. Booth, I. R. 1985. Regulation of cytoplasmic pH in bacteria. *Microbiol. Rev.* 49:359-378.
8. Brassart, D., Schiffrin, E., Offerd E. A. Mace C and Nesser J. R. 1998. The future of functional food: Scientific basis and future requirements. *Lebensmittel Technol.* 7:8:258-266.
9. Brunnekreeft, J. W., G. J. Boerma and B. Leijnse. 1983. Direct determination of total cholesterol by column gas chromatographic analysis without previous derivatisation compared with WHO-CDC reference method. *Ann. Clin. Biochem.* 20:360-363.
10. Burkett, R. F., Thayer, R. H. and Morrison, R. D. 1977. Supplementing market broiler rations with *Lactobacillus* and live yeast cultures. In: Animal science agricultural research report. Oklahoma State University and USDA. USA.
11. Cao, B. H., Y. Karasawa Y. M. Guo. 2005. Effects of green tea polyphenols

- and fructooligosaccharides in semi-purified diets on broiler's performance and caecal microflora and their metabolites. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18:85-89.
12. Chae, S. Y., Shin, S. H., Bae, M. J., Park, M. H., Song, M. K., Hwang, S. J. and Yee, S. T. 2004. Effect of arabinoxylane and PSP on activation of immune cells. *Kor. J. Soc. Food Sci. Nutr.* 33:2:278-286.
  13. Charumati Mishra and John Lambert. 1996. Production of anti-microbial substances by probiotics. *Asia Pacific J Clin Nutr.* 5:20-24.
  14. Cho, J. H., Chen, Y. J., Min, B. J., Kim, H. J., Shon, K. S., Kwon, O. S., Kim, J. D. and Kim, I. H. 2005. Effect of dietary *Bacillus subtilis* on growth performance, immunological cells change, fecal NH<sub>3</sub>-N concentration and carcass meat quality characteristics in finishing pigs. *Kor. J. Anim. Sci.* 47:6:937-946.
  15. Cline, T. R., Forsyth, D. and Plumlee, M. P. 1976. Probios for starter and grower pigs. *Swine Day Rep.* pp. 53.
  16. Conway P. L. 1996. Selection criteria for probiotic microorganisms. *Asia Pacific J Clin Nutr.* 5:10-14.
  17. Conway, P. L. and Kjelleberg, S. 1989. Protein mediated adhesion of *Lactobacillus fermentum* strain 737 to mouse stomach squamous epithelium. *J. Gen Microbiol.* 135:1175-1186.
  18. Cranwell, P. D., Noakes, D. E., and Hill, K. J. 1976. Gastric secretion and fermentation in the suckling pig, *Br. J. Nutr.*, 36:71.
  19. Dalluge, J. J. and B. C. Nelson. 2000. Determination of tea catechin. *J. Chromatography. A*.881. pp. 411-424.
  20. Davis, G. W., Smith, G. C., Carpenter, Z. L. and Cross, H. R. 1975. Relationships of quality indicators to palatability attributes of pork loins. *J. Anim. Sci.* 41:1305.
  21. Dilworth, B. C. and Day, E. J. 1978. *Lactobacillus* cultures in broiler diets. *Poultry Sci.* 57:1001.
  22. Dreosti, I. E., M. J. Wargovich and C. S. Yang. 1997. Inhibition of carcinogenesis by tea: the evidence from experimental studies. *Crit. Rev.*

- Food. Sci. Nutr. 37:761-770.
23. Dulloo, G.,C. Duret, D. Ohrer, L. Girardier, N. Mensi, M. Fathi, P. Chantre and J. Vandermander. 1999. Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 70:1040-1045.
  24. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics.* 11:1
  25. Ezekowitz, R. A. B. and Hoffman, J. 1998. Innate immunity. *Curr. Opin. Immunol.* 10:9-53.
  26. Fernaldes, C. F. and Shahani, K. M. 1990. Anticarcinogenic and immunological properties of dietary lactobacilli. *J. Food Prot.* 53:704.
  27. Floch, M., Binder, H. J., Filburn, B., and Gershengoren, W. 1992. The effect of bile acids on intestinal microflora, *J. Am. Clin. Nutr.* 25:1418-1423.
  28. Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. A Review. *J. Appl. Bacteriol.* 66:365-378.
  29. Fuller, R. 1999. Probiotics for farm animals. In: Tannock, G. W.(Ed) *Probiotics, A critical review*, horizon scientific, England, pp. 15-22.
  30. Giannella, R. A., Broitman, S. A. and Zamcheck, N. 1972. Gastric acid barrier to ingested microorganisms in man: studies in vivo and in vitro. *Gut.* 13: 251-256
  31. Gibson, G. R., and M. B. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J. Nutrition.* 125:1401-1412.
  32. Gilland, S. E., Staley, T. E. and Bush, L. J. 1984. Importance of bile tolerance of *Lactobacillus acidophilus* used as a dietary adjunct. *J Dairy Sci,* 67: 3045-3051.
  33. Gilliland, S. E. 1987. Influence of bile tolerance in *Lactobacillus* used as dietary adjunct. In *Biotechnology in the Feed Industry* ed. Lyons, T.P. Kentucky, USA: Alltech Feed Co. pp. 149-155.
  34. Goldin B. R. and Gorbach S. L. 1992. Probiotics for humans. In: Fuller R (Ed) *Probiotics, the scientific basis*, Chapman and Hall, London. pp. 355-376

35. Graham, H. N. 1992. Green tea composition, consumption and polyphenol chemistry. *Prev. Med.* 21:334-359.
36. Hamilton, M., Shap, P., J, M. T. and Smith, C. T. 1996. 'Probiotic' remedies are not what they seem. *Brit. Med. J.* 312:55-6.
37. Hanson, D. J. 1985. Human health effects of animal feed drugs unclear. *Chem. Eng. News.* 63:7-14
38. Hara, Y., 2001. Green tea: Health benefits and applications. Marcel Dekker AG, Publishing Company Basel, Switzerland. pp. 1-9.
39. Harris, B. and Webb, D. W. 1990. The effect of feeding a concentrated yeast culture product to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci. (Suppl. 1)*, 73:266.
40. Harrison, G. A., Hemken, R. W., Dawson, K. A. and Barker, K. B. 1988. Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial population. *J. Dairy Sci.*, 71:2967.
41. Havenaar. R., Brink, B. T. and Jos, H. J., Huis in't Veld. 1992. Selection of strains for probiotic use. In: Fuller R(Ed) *Probiotics, the scientific basis*, Chapman and Hall, London. pp. 209-224.
42. Heddur, M. J., Yoh, C. Y. and H. D. Paik. 2005. Probiotic functional dairy foods and health claims: an Overview. *Food Sci. Biotechnol.* 14:4:523-528.
43. Hines, R. H. and Koch, B. A. 1971. Response of growing and finishing swine to dietary source of *Lactobacillus acidophilus*. *Kansas Agr. Exp. Sta. Prog. Rep.* 181:29.
44. Hollman, P. C. H., M. G. Hertog and M. B. Katan. 1996. Analysis and health effects of flavonoids. *Food Chem.* 57:43-46.
45. Hood, S. K., Zottola, E. A. 1988. Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adhere to human intestinal cells. *J Food Sci*, 53:5:1514-1516.
46. Hudault, S., Lieven, V., Bernet-Camard, M. F. and Servin, A. L. 1997. Antagonistic activity exerted in vitro and in vivo by *Lactobacillus casei* (strain GG) against *Salmonella typhimurium* C5 infection. *Appl. Environ. Microbiol.* 63:513.

47. Huis, In't Veld and Shortt, C. 1996a. Selection criteria for probiotic micro-organisms. In: Leeds AR and Rowland IR (Eds) Gut Flora and Health-Past, Present and Future. The Royal Society of Medicine Press Ltd, London, pp.19-26.
48. Huis, In't Veld, J. H, J. and Shortt, C. 1996b. Selection criteria for probiotic microorganisms. The Royal Society of Medicine International Congress and Symposium Series, 219:27-36.
49. Ikeda, I., M. Kobashi, T. Hamada, K. Tsuda, H. Goto, K Imaizumi, A. Nozawa, A. Sugimoto and T. Kakuda. 2003. Heat-epimerized tea catechins rich in gallic acid gallate and catechin gallate are more effective to inhibit cholesterol absorption than tea catechins rich in epigallocatechin gallate. *J. Agr. Food Chem.* 57:7303-7307.
50. Ikeda, I., M. Kobashi, T. Hamada, K. Tsuda, H. Goto, K Imaizumi, A. Nozawa, A. Sugimoto, and T. Kakuda. 2003. Heat-epimerized tea catechins rich in gallic acid gallate and catechin gallate are more effective to inhibit cholesterol absorption than tea catechins rich in epigallocatechin gallate. *J. Agr. and Food Chem.* 57:7303-7307.
51. Ikeda, I., Y. Ismasato and E. Sasaki. 1992. Tea catechins decrease micellar solubility and intestinal absorption of cholesterol in rats. *J. Biochem. Biophys. Acta.* 1127:142-146.
52. Ikigai, H., T. Nakae and Y. Hara. 1993. Bactericidal catechins damage the lipid bilayer. *Biochem. Biophys. Acta.* 1147:132-136.
53. Impey, C. S, and Mead, G. C. 1989. Fate of salmonellas in the alimentary tract of chicks pre-treated with a mature caecal microflora to increase colonization resistance. *J. Appl. Bact.* 66:469.
54. Ishihara N., D. C. Chu, S. Akachi and L. R. Junera. 2001. Improvement of intestinal microflora balance and prevention of digestive and respiratory organ diseases in calves by green tea extracts. *Livest. Prod. Sci.* 68:217-229.
55. Itoh, K. 1999. Lactic acid bacteria and intestinal microflora, The 11<sup>th</sup> International Symposium on Lactic Acid Bacteria and Human Health, Seoul

- Korea, pp. 23-25.
56. Jeong, O. C. 1989. Effect of green tea on blood pressure and lipid in hypertension mice. Proceeding of The 1st International symposium on Green Tea.. Sept. 22, Seoul, Korea. pp.182
  57. Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N. and Jalaudin, S. 1998. Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broiler fed diets containing *Lactobacillus* cultures. Poultry Sci. 77:1259-1265.
  58. Jin, N. L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N. and Jalaudin. S. 1997. Probiotics in poultry: modes of action. World's Poultry Sci. J. 55:351-368.
  59. Jung, H. K. 2001. Selection Criteria of probiotics and their industrial applications. Bioindustry News, 14:1:39-48.
  60. Kaneko, K., K. Yamasaki, Y. Tagawa, M. Tokunaga, M. Tobisa and M. Furuse. 2001. Effects of dietary Japanese green tea Powder on growth, meat ingredient and lipid accumulation in broilers. Jpn. Poult. Sci. 38:5:77-J85.
  61. Kemp, G. and Kiser, J. 1970. Microbial resistance and public health aspects of use of mediate feed. J. Amin. Sci. 31:1107-1117.
  62. Keys, J. D. 1991. Chinese Herbs: Their Botany, Chemistry and Pharmacodynamics. Rutland, VT. Charles E. Tuttle Company. pp.189-190.
  63. Kil, D. Y., Lim, J. S., Tian, J. Z., Kim, B. G., Kim, K. S., Kim, Y. Y. 2004. Effect of continuous feeding of probiotics on growth performance, nutrient digestibility, blood urea nitrogen and immune responses in pigs. Kor. J. Anim. & Technol. 46:1:39-48.
  64. Kim, E. A., Baick, S. C. and Chung, W. H. 2002. A study on growth inhibition of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* by lactic acid bacteria. Kor. J. Anim. Sci. 44:4:491-498.
  65. Kim, Y. J. and Kim, B. K. 2005. Effect of dietary persimmon peel powder on physico-chemical properties of pork. Kor. J. Food Sci. Ani. Resour. 25:1:39-44.
  66. Kobayashi, Y., Tohyama, K. and Terashima, T. 1974. Studies on biological characteristics of *Lactobacillus*: II. Tolerance of the multiple antibiotic resistance-strain, *L. casei* PSR3002, to artificial digestive fluids. Jpn. J.

- Microbiol., 29:691-697.
67. Kono, M., K. Furukawa, Y.M. Sagesaka, K. Nakagawa and K. Fujimoto. 2000. Effect of green tea grounds as dietary supplements on cultured yellowtail and ayu. J. Jpn. Soc. Food Sci. 47:932-937.
  68. Kook, K. and Kim, K. H. 2003. Changes in meat quality characteristics on refrigerated pork loin fed with supplemental bamboo vinegar. Kor. J. Anim. & Technol. 45:2:265-272.
  69. Kroger. M. and Kurmann. J. A. 1989. Fermented milks-past, present and future. Food Technol. 43:92-99.
  70. Kung, L., Kreck, E. M., Tung R. S., Hession, A. O., Sheperd, A. C., Cohen, M. A., Swain, H. E. and Leedle, J. A. Z. 1997. Effects of a live yeast culture and enzymes on *in vitro* ruminal fermentation and milk production of dairy cows. J. Dairy Sci. 80:2045.
  71. Kwon, O. S., Yoo, J. S., Min, B. J., Son, K. S., Cho, J. H., Kim, H. J., Chen, Y. J. and Kim, I. H. 2005. Effect of supplemental medicinal plants (*Artemisia*, *Acanthopanax* and *Garlic*) on growth performance and serum characteristics in lactating sows, suckling and weanling pigs. Kor. J. Anim. & Technol. 47:4:501-512.
  72. Lee, J. Y. 2005. Screening of probiotics lactic acid bacteria inhibiting enteropathogenic bacteria. A dissertation for the degree of doctor of philosophy, Suwon National University. Suwon.
  73. Lee, Y. K., Salminen, S. 1995. The coming of age of probiotics. Trends in Food Sci Techn. 6:241-245.
  74. Lilian, B., M. Tijburg, S. A. Wiseman, G. W. Meijer and J. A. Weststrate. 1997. Effects of green tea, black tea and dietary lipophilic antioxidants on LDL oxidizability and atherosclerosis in hypercholesterolaemic rabbits, Atherosclerosis, 135:1:37-47.
  75. Lilly, D. M. and Stillwell, R. H. 1965. Probiotics: growth promoting factors produced by microorganisms. Science, 147:747-74.
  76. Lim, A. M. 1988. Effect of probiotics on the incidence yellowish diarrhea in

- piglets. Master's thesis. College of Veterinary Medicine, University of the Philippines. Quezon City.
77. Lin, Y. L., C. Y. Cheng, Y. P. Lin, Y. W. Lau, I. M. Juan and J. K. Lin. 1998. Hypolipidemic effect of green tea leaves through induction of antioxidant and phase II enzymes including superoxide dismutase, catalase, and glutathione S-transferase in rats. *J. Agric. Food Chem.* 46:1893-1899.
  78. Lyons, T. P. and Jacques, K. A. 2000. *Biotechnology in the feed industry, Proceedings of Alltech's 16<sup>th</sup> Annual Symposium*, Nottingham University Press.
  79. Malin, M., Suomalainen, H., Saxelin, M. and Isolauri, E. 1996. Promotion of IgA immune response in patients with Crohn's disease by oral bacteriotherapy with *Lactobacillus GG*. *Annals Nutr. Metab.* 40:137.
  80. Maria Saarela, Gunnar Mogense, Rangne Fonden, Jaana Matto and Tiina Mattila-Sandholm. 2000. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *J. Biotechnology.* 84:197-215.
  81. Marteau P and Rambauo J. C. 1993. Potential of using lactic acid bacteria for therapy and immunomodulation in man *FEMS Microbiol. Rev.* 12:207-220.
  82. Martin, S. A. and Nisbet, D. J. 1992. Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 75:1736.
  83. Matusmoto, N., T. Kohri, K. Okushiro and Y. Hara. 1996. Inhibitory effects of tea catechins, black tea extract and oolongtea extract on hepatocarcinogenesis in Rats. *J. Cancer Res.* 87:10:1034-1038.
  84. Mitsuoka, T. 1966. Intestinal flora and human health. *Asia Pacific J Clin Nutr.* 5:2-9.
  85. Miura, S., J. Watanabe, M. Sano, T. Tomita, T. Osawa, Y. Hara and I. Tomita. 1995. Effects of various natural antioxidants on the Cu<sup>2+</sup> mediated oxidative modification of low density lipoprotein. *Chem. Pharm. Bull.* 18:1-4.
  86. Mordenti, A. 1986. Probiotics and new aspects of growth promoters in pig production. *Information Zootechnology.* 32:69-80.
  87. Mukhtar, H., S. K. Katiyar, and R. Agarwal. 1994. Green tea and



- skin-anticarcinogenic effects. *Jour. Inves. Dermat.* 102:3-7.
88. Muramatsu, K., F. Maymi and H. Yokihiko. 1986. Effect of green tea catchiness on plasma cholesterol level in cholesterol fed rats. *J. Nutr. Sci vitaminol.* 32:613-622.
89. NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th. National Academy Press, Washington, D. C.
90. O'Sullivan M. G., 1992. Thornton G. M., O'Sullivan G. C. and Collins J. K. Probiotic bacteria: myth or realty? *Trends Food Sci Technol.* 3:309-314.
91. O'Sullivan, M. G., Thornton, G. M., O'Sullivan, G. C. and Collins, J. K. 1992. Probiotic bacteria: myth or realty? *Trends Food Sci Technol.* 3:309-314.
92. Park. H. S. 1999. Development of multi-probiotics. The final report of MAF (Ministry of Agriculture and Forestry) research and development project.
93. Park. J. H., Lim, O. C., Na, C. S. and Ryu, K. S. 2003. Effect of dietary supplementation of yeast culture on the performance, nutrient digestibility and physico-chemical characteristics of the pork in growing-finishing pigs. *Kor. J. Anim. & Technol.* 45:2:219-228.
94. Pingzhang. Y., Z. Jinying, C. Shujun, Y. Hara, Z. Qingfan and L. Zhengguo. 1994. Experimental studies of the inhibitory effects of green tea catechin on mice large intestinal cancers induced by 1,2dimethylhydrazine. *Cancer letters.* 79: 3-38.
95. Pollman, D. S., Danielson, D. M. and Peo, E. R. 1980. Effects of microbial feed additives on performance of starter and growing- finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 51:577-563.
96. Pool-Zobel, B. L., Bertram, B., Knoll. M., Lambertz, R., Neudecker, C., Schillinger, U., Schmezer, P. and Holzapfel, W. H. 1993. Antigenotoxic properties of lactic acid bacteria in vivo in the gastrointestinal tract of rats. *Nutrition and Cancer* 20:271.
97. Rall, T. W. 1980. The xanthines in *Pharmacological Basic of Therapeutics*. A. G Gluman, L. S. Goodman and A. Gilman (Eds). MacMillan, New York. HY. pp.159.

98. Reid, G., Howard, J., and Gan, B. S. 2001. Can bacterial interference prevent infection, *Trends in Microbiology*. 9:9:424-428.
99. Rettger, L. F., Cheplin, H. A. 1921. A treatise on the transformation of the intestinal flora with special reference to the implantation of *Bacillus acidophilus*. Yale University Press, New Haven, connecticut.
100. Richard, Muck. 2000. Inculants for corn silage. *Focus on Forage*. 2:2:1-3.
101. Roberts, E. A. H. 1962. *The Chemistry of Flavonoid Compounds*. 1st Ed. Pergamon Press. New York. pp.468-483.
102. Robinson, I. M., S. C. Whipp, J. A. Bucklin and M. J. Allison. 1984. Characterization of predominant bacteria from the colons of normal and dysenteric pigs. *Appl. Environ. Microbiol.* 48: 964.
103. Salminen, S., Isolauri, E. and Salminen, E. 1996. Clinical uses of probiotics for stabilising the gut mucosal barrier: Successful strains and future challenges. *Antonie van Leewenhoek* 70:251-262.
104. Sanders, M. E. 1993. Effect of consumption of lactic cultures on human health. *Adv. Fd. Nutr. Res.* 37:67-130.
105. Sano, M., Y. Takashashi, C. Komatsu, Y. Nakamura, K. Shimoi, I. Tomita, I. Oguni, K. Nasu, K. Obata, H. Konomoto, T. Masuzawa and N. Suzuki. 1991. Antioxidative activities of green tea and black tea in rat organ, blood plasma. *Proc. of the International Symposium on Tea Science*. Shizoka, Japan. pp. 156.
106. SAS. 1990. *SAS® User's guide: statistics*. Version 6, Fourth edition. SAS Institute Inc., Cary, N. C.
107. Sayama, K., S. Lin, G. Zheng and I. Oguni. 2000. Effect of green tea on growth, food utilization and lipid metabolism in mice. *In vivo*. 14:481-484.
108. Schaafsma, G. 1996. State of the art concerning probiotic strains in milk products. *IDF Nutrition Newsletter* 5:23-24.
109. Sedo. 1986. *Agricultural Experimental Station Report*. University of Barcelona. Barcelona, Spain.
110. 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.* 43:5:721-726.
111. Shin, M. K. 1988. Characteristics of Korean green tea. Proceedings of 1st International Symposium on Green Tea. Sept. 22, Seoul, Korea. pp.192.
112. Spillman, H., Puhan, Z., and Banhegui, M. 1978. Antimikrobielle Aktivitat thermophiler Laktobasillen, *Milchwissenschaft*, 33: 148.
113. Suzuki, K., H. Kadowaki, M. Hino and K. Tamura. 2002. The influence of green tea in pig feed on meat production and quality. *Jpn J. Swine Sci.* 39:59-65.
114. 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 rats. *J. Ferm. Bioeng.* 81:181.
115. Tannock, G. W. 1997. Probiotic properties of lactic acid bacteria: plenty of scope for fundamental R and D. *Tib-Tech.* 15:270-274.
116. Tortuero, F. 1973. Influence of the implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora. *Poultry Sci.* 52:197-203.
117. Underdahl, N. R., Torres-Medina, A. and Doster, A. R. 1982. Effect of *Streptococcus faecium* C-68 in control of *Escherichia coli*-induced diarrhea in gnotobiotic pigs. *Am. J. Vet. Res.* 43:2227-2232.
118. Vernon, C. W., G. F. Krause and E. M. Bailey. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* 35:582-585.
119. Vinson, J. A. and Y. A. Dabbagh. 1998. Effect of green and black tea supplementation on lipids, lipid oxidation and fibrinogen in hamster mechanisms for the epidemiological benefits of tea drinking. *Cancer. Lett* 433: 4446.
120. Wang, Z. Y., M. T. Huang, R. Chang, W. Ma, T. Ferraro, K. R. Reuhl, C. S. Yang and A. H. Conney. 1992. Inhibitory effect of green tea on the growth of established skin papillomas in mice. *Cancer Res.* 52:6657-6665.

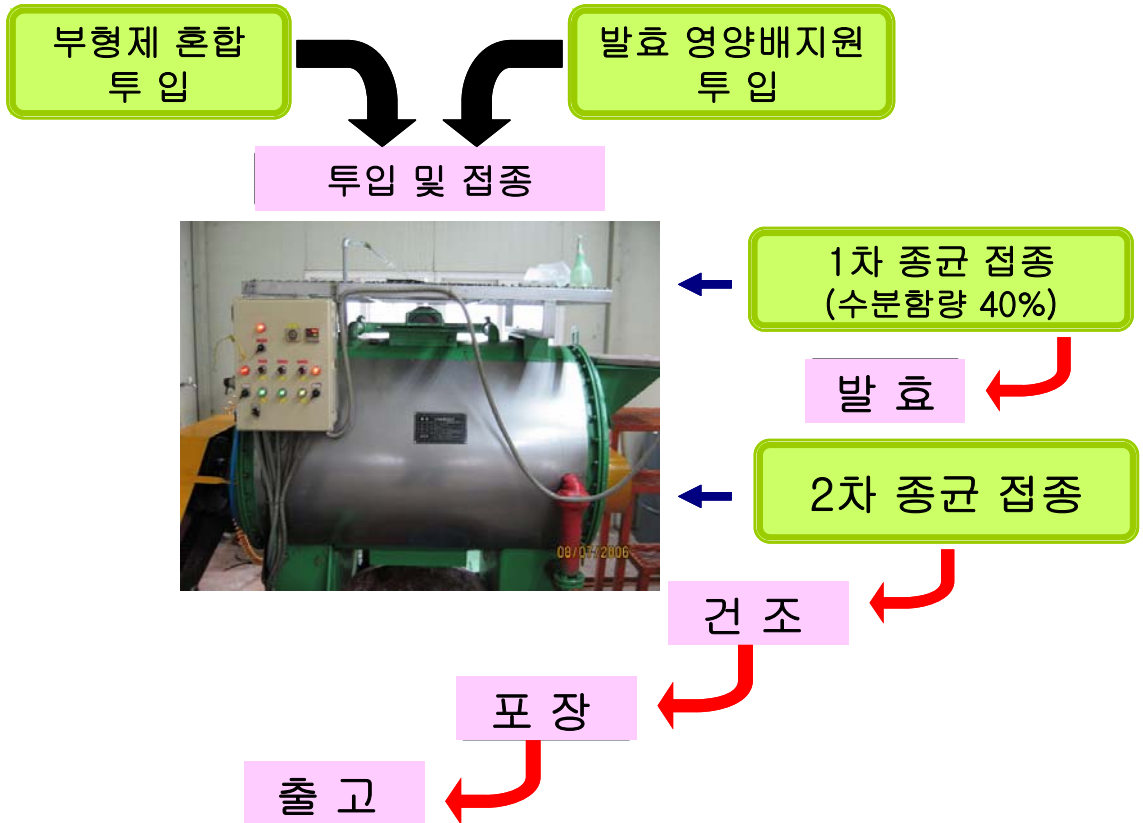
121. Watkins, B. A. and Kratzer, F. H. 1983. Effect of oral dosing of *Lactobacillus* strains on gut colonization and liver biotin in broiler chicks. Poultry Sci. 62:2088-2094.
122. White, F., Wenham, G., Shaman, G. A. M., Jones, A. S., Rattray, E. A. S, and McDonald, I. 1969. Stomach function in relation to scour syndrome in the piglet, Br. J. Nutr., 23:847.
123. Wiedmeier, R. D., Arambel, M. J. and Walters, J. L. 1987. Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ructeristics minal chara and nutrient digestibility. J. Dairy Sci. 70:2063.
124. Wilhelm, H. Holzapfel, Petra Haberer, Johannes Snel, Ulrich Schillinger and Jos H.J. Huis in't Veld. 1998. Overview of gut flora and probiotics. Int. J. Food Micorbiol. 41:85-101.
125. Woolford, M. 1996. The European approval system for silage additives: Lesson for the US and ther rest of the world. In: Lyons, T. P. and K. A. Jacques. (Ed), Biotechnology in the feed Industry, Nottingham University. UK., pp. 261-272.
126. Yamane, T., H. Goto, D. Takahashi, H. Takeda, K. Otowaki and T. Tsuchida. 1999. Effects of hot water extracts of tea on performance of laying hens. Jpn. Poult. Sci
127. Yang, C. J., Y. C. Yang and D. Unganbayar. 2003. Effect of feeding diets containing green tea by-products on laying performance and egg quality in hens. Kor. J. Poult. Sci. 30:3:183-189.
128. Yang, C. S. and Z. Y. Wang. 1993. Tea and cancer: review. J. Nat. Cancer Inst. 85: 1038-1049.
129. Yang, C. T. and M. L. Koo. 2000. Chinese green tea lowers cholesterol level through an increase fecal lipid excretion. Life Sciences. 66: 5:411-423.
130. Yoshino, K., M. Tomita, M. Sano, I. Oguni, Y. Hara and M. Nakano. 1994. Effects of longterm dietary supplement of tea polyphenols on lipid peroxide levels in rats. Biol. Pharm. Bull. 17:79-85.
131. You, S. J., Cho, J. K., Hwang, S. G. and Heo, K. C. 2005. Probiotic

- characteristics of *Lactobacillus rhamnosus*. isolated from kefir. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 25:3:357-364.
132. Yu, D. J., Na, C. J., Kim, H. T., Kim, S. H., 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. & Technol.* 46:4:593-602.
133. Yun, Y. P., Kang, W. S. and Lee, M. Y. 1996. The antithrombotic effects of green tea catechins. *J. Fd Hyg. Safety.* 11:2:77-82.
134. Zeyuan, D., X. L. Bingying, H. Jinming and C. Yifeng. 1998. Effect of green tea and black tea on the blood glucose, the blood triglycerides, and antioxidation in aged rats. *J. Agric. Food. Chem.* 46: 875-878.

# 부 록

## 생균제 제조 공정





발효첨가제의 소규모 제조 공정

## 보성회천녹돈 홍보

보성그린티양돈영농조합법인 : 현재 16개 농장, 31,000두 규모로써 농장 HACCP 추진으로 위생 안전성 강화하여 소비자에게 안전하고 신선한 돼지고기를 공급 및 실명제 실시

1. 2006년 1월 18일 : 농림부 2006년 “보성회천녹돈”우수축산물브랜드 인증획득  
(사)소비자시민모임 : 축산 06-17호
2. 2006년 1월 23일 : 보성축협과 “보성회천녹돈”브랜드 육성 조인식
3. 2006년 9월 2일 : 보성회천녹돈 “양념육.훈제 우리흠쇼핑”출시
4. 2006년 9월 7일-9일 : 2006 축산물 브랜드 전시회 및 경진대회참가(코엑스)  
“보성회천녹돈” 돼지부분 “위생안전상” 수상(5억 무이자 자금)
5. 2006년 11월 16일-19일 : 2006 국제 식품 산업전 참가(김대중 컨벤션센터)
6. 2006년 11월 29일-12월 1일 : 중소기업 우수 중소기업 전시회 참가
7. 2006년 12월 21일 : 농림부 2007년 “보성회천녹돈”우수축산물브랜드 인증획득  
(사)소비자시민모임 : 축산 07-17호
8. 2007년 3월30일 “보성군”주관 부산광역시 연제구청 특산물전 참가
9. 2002년~2007년 각종 전라남도,나주시, 농협 주관 행사 10여회 참가
10. 2005년~2006년 KAPF(축산물브랜드전) 전라남도 지정 2회 “보성회천녹돈” 출품
11. 2004년~2007년 광주 빅마트 “보성회천녹돈” 시식및 판매행사 10여회 참가
12. 2003년~2006년 전국 롯데마트 판매장 시식 및 판매행사 10여회 참가
13. 2006년4월 순천대학교 “녹차분야 우수기술발표 및 전시회“보성회천녹돈”출품
14. 2005년~2006년 aT센타 농림과학기술대전 참가
15. 중앙방송 2회, 지방방송 5회, 중앙언론 8회, 지방언론 21회 취재 및 기사화



2006년 우수축산물 브랜드인증획득!!



녹차에는  
다이어트효과 성분 함유...

# 모두 아는 사실



100% 보성녹차잎을 먹인  
저지방, 저콜레스테롤의  
기능성 브랜드육

## 보성회전녹차의 특징

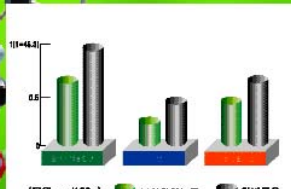
- 항생제 잔류가 없는 소비자 건강에 부합한 제품.
- 생리 활성화 기능의 특별한 돈육으로 노화방지 토크페롤 함유.
- 녹차 성분의 면역력이 강화된 특별한 돈육으로 성인병 예방 면역증진 효과.
- 저지방, 저콜레스테롤 함유 다이어트 식품 중 으뜸.
- 선홍색의 육색과 탄력한 맛. 누린내가 나지 않으며 녹차의 깨끗함 느껴보세요.

녹차 첨가기 함량에 따른 콜레스테롤 및 지방 함량

| Treatments          | Control | Green tea 0.5% | 1.0%  | 2.0%  |
|---------------------|---------|----------------|-------|-------|
| 포화지방 (SFA)          | 3.70    | 3.61           | 3.61  | 3.56  |
| 단일불포화지방 (MUFA)      | 10.11   | 9.78           | 11.96 | 9.96  |
| 지방산 (FA)            | 1.37    | 1.44           | 3.54  | 1.22  |
| 콜레스테롤 (Chol)        | 1.38    | 1.17           | 2.18  | 3.37  |
| 단백질 (Protein)       | 1.98    | 1.88           | 1.87  | 1.73  |
| 수분 (Moisture)       | 3.18    | 1.75           | 3.61  | 0.75  |
| 칼슘/인/인산 (Ca/P/Phos) | 11.82   | 11.88          | 11.80 | 11.33 |
| 칼슘/인산비율 (Ca/Phos)   | 3.416   | 3.426          | 1.736 | 3.416 |
| 비타민 B1 (Vitamin B1) | 0.73    | 1.04           | 1.16  | 1.04  |

녹차 첨가기 함에 미치는 영향

| Treatments  | Control | Green tea 0.5% | 1.0% | 2.0% |
|-------------|---------|----------------|------|------|
| Energy      | 1.75    | 3.81           | 4.89 | 3.91 |
| Cholesterol | 4.34    | 3.09           | 4.33 | 4.89 |
| Water       | 4.32    | 1.75           | 4.87 | 0.75 |



2006 이태축산악회 발표 논문 순천대학교 양철주 교수

한국식품개발연구원 자료



100% 보성 녹차잎을 먹인  
기능성 고급브랜드육  
맛과 육질에서 단연 으뜸입니다.

자연의 깨끗하고 순수함을 담은 사람들이  
언제나 믿음으로 함께 합니다.



**사 료**

- 사료(영양공급) - 키킬코리아
- 세계 최대의 곡물외사의 가장 신선한 원료 생산
- 137년의 사료역사를 지닌 세계 최대의 사료 회사가 설계한 녹돈 사료고급육생산 위한 최고의 영양공급
- HACCP 획득한 사료로 신선하고 안전성 보장
- 돈육 특유의 풍미와 율방 기능성 단백질
- 녹돈육 양돈 사료 특어 획득



**농 장**

- 13개농장 사육규모 25,000두
- 종돈 (유전력) 구시월드, 태양종축 - 높은 연산성과 다산성, 뛰어난 지육율·정육율
- 뛰어난 강건성, 교양이교도
- 꾸준한 동일 GP종돈 공급
- 농장 HACCP 도입으로 위생 안전성 강화
- 보성외견녹돈은 소비자에게 안전하고 신선한 돼지고기를 공급하고 지 실명제를 실시합니다.



**도축 / 육가공**

- 호남 최대 육산 전문 유통외사 ㈜만나와 전략적 제휴
- 전남 최초 육산부분 유명 중소 기업 지정
- 2차 가공률 생산 공장 보유
- 브랜드육 판매 활성외
- HACCP적용 위생 안전성 강화
- HACCP인증 나주 육산물 공판점 도축 및 가공
- Cold-chain system 이용 냉장 유통 체계 유지



**유통 / 판매**

- 단순 생육 유통을 뛰어넘어 2차 가공률까지 생산 확대 브랜드육 영역확대
- 우리홈쇼핑 : 9월 2일부터 판매 개시
- 백화점/할인마트 : 롯데강남점 외 18개소
- 직 매 장 : 문광 D마트 외 7개소
- 식 당 : 녹돈 이남점 외 58개소
- 기 타 : 보성 총판 외 8개소
- 맛의 차별성을 이루어낸 문제, 폭발 유통판매



**생산자**



보성그린터 양돈 영농조합

전남 보성군 보성읍 보성리 94-6  
TEL. 061)853-7770  
FAX. 061)853-7703

**제조원**



주식회사 만나

전남 화순군 화순읍 서태리 6  
TEL. 061)337-6343  
FAX. 061)337-6346

**판매처**



주보성회천농돈

제 2005 - 6 호

# 우 수 상

성 명: 양 철 주

소 속: 순 천 대 학 교

귀하가 2005년도 학술대회에서 발표한 “Effects of Dietary Green Tea By-product on Growth Performance, Meat Quality and Immune Response in Pigs” 포스터가 우수하여 이 상장을 드립니다.

2005년 6월 24일

사단법인 한국동물자원과학회  
회 장 백 동



축산 06-17호



## 2006 우수 축산물브랜드 인증서

인증부문 : 돼 지

브랜드명 : 보성회천녹돈

경영체명 : 보성그린티양돈영농조합법인

인증기간 : 2006년 1월 - 2006년 12월

(사)소비자시민모임은 귀 브랜드를  
『2006년도 우수 축산물브랜드』로 인증합니다.

2006년 1월 18일

(사)소비자시민모임

회장 김 재 옥



축산 07-23호



# 2007 우수 축산물브랜드 인증서

인증부문 : 돼 지  
 브랜드명 : 보성회천늑돈  
 경영체명 : 보성그린티영농조합법인  
 인증기간 : 2007년 1월 - 2007년 12월

(사)소비자시민모임은 귀 브랜드를  
 「2007년도 우수 축산물브랜드」로 인증합니다.

2006년 12월 21일

(사)소비자시민모임  
 회장 김 재 욱





제 2006-1474호

# 상 장

돼 지  
위생안전부문

보성그린티양돈영농조합  
보성회천축돈

위는 농림부가 주최한 「2006년도 축산물브랜드 경진대회」에서 위와 같이 우수한 성적을 거두었으므로 이에 상장을 수여함

2006년 9월 7일



농업협동조합중앙회

회 장 정대은



## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.