

## Bacillus stearothermophilus DL-3을 사용하여 제조한 미생물 제제가 닭과 돼지의 성장에 미치는 영향

김순희<sup>1</sup> · 조강익 · 이유정 · 오주성<sup>2</sup> · 정순재<sup>2</sup> · 문병주<sup>1</sup> · 강경희<sup>3</sup> · 이진우\*

동아대학교 생명자원과학대학 생명공학전공, <sup>1</sup>응용생물학전공, <sup>2</sup>원예식물생명공학전공, <sup>3</sup>농촌진흥청 원예연구소 시설원예시험장

Received October 7, 2005 / Accepted January 25, 2006

**Effect of Microbial Products Made of *Bacillus stearothermophilus* DL-3 on Growth of Chickens and Pigs.** Soon-Hee Kim<sup>1</sup>, Kang-Ik Jo, You-Jung Lee, Ju-Sung Oh<sup>2</sup>, Soon-Jae Jung<sup>2</sup>, Byung-Ju Moon<sup>1</sup>, Kyung-Hee Kang<sup>3</sup> and Jin-Woo Lee\*. Department of Biotechnology, <sup>1</sup>Applied Biology and <sup>2</sup>Horticultural Plant Biotechnology, College of Nature Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea, <sup>3</sup>National Horticultural Research Institute, Protected Horticulture Experiment Station, Busan 618-300, Korea – Effect of microbial products made of *Bacillus stearothermophilus* DL-3 on growth of chickens and pigs was investigated. Two types of microbial product were made in this study. One is the microbial product made of culture broth of *B. stearothermophilus* DL-3 and rice bran which named as the microbial product A. The other is the microbial product made of culture broth of *B. stearothermophilus* DL-3, apple pomace, soybean pomace and rice bran which named as the microbial product B. Chickens were divided into three groups and each group was fed with 100% general feed, 90% general feed supplemented with 10% microbial product A or 90% general feed supplemented with 10% microbial product B. The average chicken weight of each group was 41.1±2.5 g, 41.6±3.2 g and 42.3±2.9 g and those after 28 days was 547.7±91.7 g, 560.1±17.2 g and 562.2±32.5 g, respectively. The average weight gain for each group was 506.6 g, 518.6 g and 519.9 g, respectively, and weight increases of groups fed with 90% general feeder and 10% microbial product A and B were 2.4% and 2.6% higher than the group fed with 100% general feed. Pigs were also divided into three groups and each group was fed like chickens. The average weight of each group was 9.3±1.0 kg, 9.4±1.1 kg and 9.6±1.0 kg and those after 37 days was 19.3±4.1 kg, 20.2±3.9 kg and 20.8±4.2 kg, respectively. The average weight gain for each group was 10.65 kg, 10.82 kg and 11.20 kg, respectively, and weight increases of groups fed with 90% general feeder and 10% microbial product A and B were 1.6% and 5.2% higher than the group fed with 100% general feed.

**Key words** – *Bacillus stearothermophilus* DL-3, apple pomace, soybean pomace, rice bran, chickens, pigs

작물의 재배와 가축의 사육은 약 12,000년 전부터의 일이라 알려져 있으며, 초기의 농업에 비료와 사료로 사용된 것은 동물의 배설물이나 식물에 지나지 않았다. 최근에는 식량의 증산을 위하여 다량의 농약과 화학비료가 사용되고 있으며 이는 결과적으로 환경오염의 원인이 되고 있으며 가축의 대량 생산을 위하여 사용되는 부적절한 사료의 사용은 가축 질병의 원인이 되고 있다[3,4,14]. 유용한 토양 미생물들은 토양에 서식하는 병원성 곰팡이의 성장을 억제하여 유기물의 분해를 촉진시킴으로서 작물과 가축의 성장에 도움을 주는 효능을 가지고 있다[2,8,20]. 미생물 제제란 특정한 유용성을 가지고 있는 하나 혹은, 그 이상의 미생물이 일정한 농도로 함유되어 있는 액상 혹은 고상 분말형 제제를 말한다[23]. 이러한 미생물 제제의 용도는 최근 농업뿐만 아니라 음식물 쓰레기의 처리, 해양 유류 오염 방제 및 적조 방제, 난분해성 오염물의 제거, 생활 및 산업 하수처리 그리고 농업 폐수처리 등 환경 분야에까지 그 효용성을 넓혀 가고 있다

[10,16,21,22,24]. 미생물 제제에 함유되어 있는 미생물의 종류에 따라 미생물 제제의 기능 분류가 가능하지만, 각 미생물들에 의한 중복적인 효과가 대부분을 차지하기 때문에 사용 미생물에 대한 유효성을 명확하게 구분 할 수 없다는 것이 미생물 제제의 단점 중의 하나이다.

사과박은 사과를 압착하여 주스를 만든 후 생성되는 부산물로서 발생하는 양은 주스의 생산에 사용된 과일 양의 20% 정도이다. 사과박의 재활용 기술이 개발되지 않아 대부분 폐기하거나 일부는 건조하여 가축사료에 첨가하여 소비하고 있는 실정이다[7, 13]. 양조간장의 대량생산 공정에서 발생하는 간장박은 풍부한 유기물로 구성되어 있으나 염분 함량이 높기 때문에 특별한 수요가 없으며 방치 시에 환경오염의 원인이 되므로 많은 비용을 부담하면서 특수처리업체를 통하여 처리하고 있는 실정이다. 비의 도정공정에서 발생하는 미강의 생산량은 연간 약 146만 톤으로 조섬유, 가용성 당질, 조단백질 등으로 구성되어 있으나 일부만 사료 등으로 이용되고 있다[1,6].

현재 국내 배합사료 원료의 대부분은 수입에 의존하고 있으며, 배합사료 원료의 수입 의존도가 90% 정도에 이르는 것

### \*Corresponding author

Tel : +82-51-200-7593, Fax : +82-51-200-6536

E-mail : jwlee@dau.ac.kr

으로 알려져 있다. 대표적인 사료용 곡물인 옥수수과 밀의 2000년, 2001년 및 2002년도의 국내 수입량은 각각 6,683 천톤과 809 천톤, 6,291 천톤과 1,141 천톤 및 6,938 천톤과 1,609 천톤이었다. 옥수수과 밀의 수입단가는 톤당 약 100 US\$이었으며 옥수수과 밀의 수입액은 2000년, 2001년 및 2003년도에 약 7,910억 원, 8,010억 원 및 8,970억 원이었다. 특히 저가의 사료원료의 수출을 주도해오던 국가들이 자국 내의 축산업이 발전함에 따라 사료원료의 수출물량을 감소 내지는 제한하고 있는 현상이 초래되고 있으며, 이는 장기적으로 사료원료 가격의 상승 가능성도 배제할 수 없는 상황이다[5]. 본 연구의 목적은 환경 오염성 산업 부산물을 이용하여 가축의 사육에 필요한 유기질 사료를 생산함으로써, 사료의 수입 의존도를 감소시키고, 사료용 곡물을 수입하는데 필요한 외화를 절감시키는 것이다. 이와 같은 기술의 개발은 폐자원을 재활용함으로써 환경오염을 원천적으로 제거할 수 있다는 청정생산 기술의 개발을 의미하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 선행 연구에서 분리·동정한 토양미생물의 배양액과 식품산업의 부산물인 사과박, 간장박 및 미강 등을 사용하여 제조한 미생물 제제가 닭과 돼지의 생육에 미치는 영향을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 미생물 제제의 제조에 사용한 미생물의 배양

본 연구에서 미생물 제제를 제조하기 위하여 사용한 균주는 *Bacillus stearothermophilus* DL-3이며 선행 연구 결과로 cellulose, starch 및 protein을 분해하는 능력이 있음을 확인하였다[10]. *B. stearothermophilus* DL-3 균주를 5.0 g/l의  $K_2HPO_4$ , 1.0 g/l의 NaCl, 0.2 g/l의  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , 0.6 g/l의  $(NH_4)_2SO_4$  (Sigma Co., U.S.A) 및 2.5 g/l의 효모 추출물 (Difco Lab., U.S.A.)이 포함된 배지를 사용하여 배양하였으며, 탄소원으로 포도당을 별도로 멸균한 후, 멸균된 배지에 무균적으로 2.0%(w/v)으로 혼합하여 사용하였다 [8,15]. 전 배양은 고체 배지에서 일정시간 배양한 균주를 한 백금이 취하여 500 ml 용량의 플라스크에 멸균하여 준비된 120 ml의 배지에 접종한 후, 37°C에서 200 rpm의 진탕 속도로 48시간 진탕 배양하였다. 본 배양은 전배양한 배양액을 7 l 용량의 생물 배양기(KoBioTech Co. Ltd., Korea)에 멸균되어 준비된 5 l의 동일 배지에 5% (v/v)를 접종하여 3일간 배양하였다. 미생물을 배양하기 위한 생물 배양기의 운전조건은 통기량이 1.0 vvm이었으며 교반속도는 400 rpm이었다.

### 미생물 제제의 제조

닭과 돼지의 생육에 미치는 미생물 제제의 효과를 관찰하기 위하여 미강을 사용한 미생물 제제와 사과박, 간장박 및 미강을 사용한 2 종류의 미생물 제제를 제조하였다[10]. 미강

과 *B. stearothermophilus* DL-3 균주 배양액을 12 : 1의 비율로 혼합한 후, 전체 수분함량이 30%가 되도록 pH 7.0의 0.05 M phosphate buffer를 첨가하였다. 혼합물을 37°C에서 24시간 배양하여 전체 수분함량이 약 20%인 미생물 제제를 제조하였으며 미생물 제제 A로 명명하였다. 제조한 미생물 제제 A의 생균수는  $2.5 \times 10^8 \pm 0.3$  CFU/mg이었다. 사과박, 간장박 및 미강을 사용하여 제조한 미생물 제제의 제조는 사과박과 간장박을 2 : 8의 비율로 섞은 후, 사과박과 간장박 전체 무게의 10% (v/v)에 해당하는 *B. stearothermophilus* DL-3 균주 배양액을 첨가하고 pH 7.0의 0.05 M phosphate buffer를 사용하여 사과박, 간장박 및 균주 배양액을 혼합한 혼합물의 수분함량을 80%로 조절한 후, 37°C에서 48시간 배양하였다. 배양한 혼합물에 흡착제로 수분함량이 30%가 되도록 미강을 첨가한 후, 37°C에서 24시간 배양하여 전체 수분함량이 약 20%인 미생물 제제를 제조하였으며 미생물 제제 B로 명명하였다. 사과박, 간장박 미강을 사용하여 제조한 미생물 제제의 생균수는  $2.1 \times 10^8 \pm 0.5$  CFU/mg이었다.

### 미생물 제제의 보관 온도 최적화

미생물을 사용하여 제조한 미생물 제제의 최적 보관온도를 확립하기 위하여 미생물 제제 A와 B를 제조하고 각각 다른 온도에 보관하면서 시간에 따른 생균수를 측정하였다. 미생물 제제를 4°C, 30°C, 37°C 및 실온에 보관하면서 5일 간격으로 60일간 시료를 채취하여 생균수를 측정하였다. 실온은 실험실 내의 온도를 의미하며 실험실의 온도는 18~24°C이었다.

### 미생물 제제의 사료 효과검정

닭에 대한 미생물 제제의 사료효과 검정실험은 경상남도 밀양시의 민들레 농장에서 부화한지 7일된 병아리를 사용하여 수행하였으며 병아리의 평균 무게는  $41.7 \pm 2.9$  g이었다. 검정실험은 일반사료를 급여한 군, 일반사료의 10%를 미생물 제제 A로 대체하여 급여한 군 및 일반사료의 10%를 미생물 제제 B로 대체하여 급여한 군으로 나누어 수행하였으며 일주일 간격으로 28일간 병아리의 무게를 측정하였다. 본 실험에 사용된 일반사료는 고려산업(주)의 '하이게인2' 이었으며 조단백, 조지방, 조섬유 및 조회분의 함량은 각각 19.5% 이상, 3.5% 이상, 8.0%이하 및 8.0% 이하이었다. 또한, 칼슘과 인의 함량은 0.70% 이상 및 0.55% 이상이었으며 필수 아미노산인 라이신의 함량은 1.12%이었다. 사료의 효과검정에 사용한 병아리의 수는 각 군당 100마리로 총 300마리를 사용하여 실험하였다. 닭과 돼지의 사료 효과 검정에 사용하기 위하여 제조한 미생물 제제를 4°C에 보관하면서 매일 사료를 급여할 때, 무게 비율로 10%의 미생물 제제를 일반사료와 골고루 섞어서 급여하였다.

돼지에 대한 미생물 제제의 사료효과 검정실험은 경상남

도 양산시의 대부분농장에서 생후 32일된 돼지를 각 군으로 나누어 수행하였으며 돼지의 평균 무게는  $9.4 \pm 1.0$  kg이었다. 검정 실험은 병아리 실험과 동일하게 일반사료를 급여한 군, 일반사료의 10%를 미생물 제재 A로 대체하여 급여한 군 및 일반사료의 10%를 미생물 제재 B로 대체하여 급여한 군으로 나누어 수행하였으며, 일주일 간격으로 35일간 돼지의 무게를 측정하였다. 본 실험에 사용된 일반사료는 고려산업(주)의 '리치마트1' 이었으며 조단백, 조지방, 조섬유 및 조회분의 함량은 각각 19.0% 이상, 5.0% 이상, 8.0%이하 및 10.0% 이하이었다. 또한, 칼슘과 인의 함량은 0.65% 이상 및 0.55% 이상이었으며 필수 아미노산인 라이신의 함량은 0.87%이었다. 사료의 효과 검정에 사용한 돼지의 마리 수는 각 군당 20마리로 총 60마리를 사용하여 실험하였으며 각 군당 수돼지와 암돼지의 비율은 1 : 1이었다.

**결과 및 고찰**

**미생물 제재의 최적 보관 온도**

*B. stearothermophilus* DL-3 균주 배양액과 미강을 사용하여 제조한 미생물 제재 A를 각기 다른 온도에 보관하면서 일정한 시간 간격으로 생균수를 측정한 결과는 Fig. 1과 같았다. 각기 다른 온도에서 보관된 미생물 제재는 시간이 경과함에 따라 미생물 제재에 존재하는 생균수의 감소를 나타냈다. 생균수의 감소는 미생물 제재를 보관하는 온도에 따라 크게 차이가 났으며 Table 1에서와 같이 4°C에서 보관하는 경우의 생존율이 가장 높았다. 미생물 제재 A를 60일간 보관한 후의 생존율은 4°C에서 5.9%이었으나 실온, 30°C 및 37°C에서는 1.0% 이하이었다. 이는 알맞은 온도에서 미생물 제재를 보관하는 것이 미생물 제재에 존재하는 미생물의 생존율 유지에 매우 중요하다는 사실이 입증된 것이다. 미생물 제재 A를 30

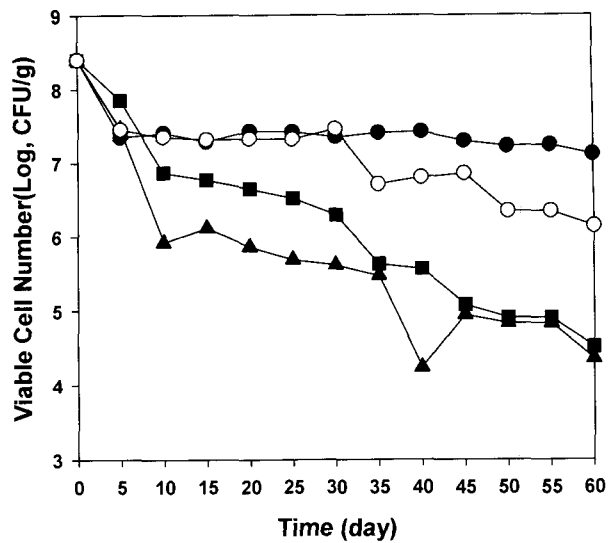


Fig. 1. Effect of storage temperature on viable cell numbers of *B. stearothermophilus* DL-3 in the microbial product A. ●: 4°C, ■: 30°C, ▲: 37°C and ◇: room temperature

일간 보관한 후의 미생물의 생존율은 4°C에서 8.9%, 실온에서 8.3%, 30°C에서 1.3%이었으나 37°C에서는 1.0% 이하이었다. 미생물 제재를 4°C에서 보관할 경우에는 60일, 그리고 실온에서 보관할 경우에는 35일까지 일정한 수의 *B. stearothermophilus* DL-3 균주가 미생물 제재에 생존함을 알 수 있었다.

*B. stearothermophilus* DL-3 균주 배양액과 사과박, 간장박 및 미강을 사용하여 제조한 미생물 제재 B를 각기 다른 온도에 보관하면서 일정한 시간 간격으로 생균수를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 미생물 제재 A와 같이 각기 다른 온도에서 보관된 미생물 제재 B는 시간이 경과함에 따라 생균수의 감소를 나타냈다. 생균수의 감소는 미생물 제재를 보관하는 온

Table 1. Effect of storage temperature on viability of *B. stearothermophilus* DL-3 in the microbial product A.

Day	Viability (%)			
	4°C	30°C	37°C	Room temperature
0	100±8.6	100±8.6	100±8.6	100±8.6
5	10.8±0.7	27.8±1.7	12.2±1.8	11.1±2.1
10	10.0±1.9	3.5±0.5	1.4±0.3	9.7±0.9
15	7.6±1.9	2.9±0.4	1.8±0.2	8.8±0.7
20	10.7±1.0	2.3±0.2	1.2±0.1	8.2±0.9
25	10.4±1.1	1.7±0.3	0.5±0.1	8.4±0.6
30	8.9±1.9	1.3±0.2	0.3±0.0	8.3±1.6
35	10.0±0.7	0.8±0.2	0.2±0.0	11.4±2.1
40	10.4±0.9	0.2±0.0	0.0±0.0	2.0±0.2
45	7.8±1.4	0.1±0.0	0.0±0.0	2.5±0.2
50	6.6±0.6	0.0±0.0	0.0±0.0	2.8±0.3
55	6.8±0.8	0.0±0.0	0.0±0.0	0.9±0.1
60	5.9±1.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.5±0.0

도에 따라 크게 차이가 났으며 미생물 제재 A와 마찬가지로 4℃에서 보관하는 경우의 생존율이 가장 높았다. Table 2에서와 같이 미생물 제재 B를 60일간 보관한 후의 미생물의 생존율은 4℃ 및 실온에서는 5.2% 및 3.5%이었으나 30℃ 및 37℃에서는 1.0% 이하이었다. 미생물 제재 B를 30일간 보관한 후의 생존율은 4℃에서 9.8%, 실온에서 10.3%, 30℃에서 4.9%이었으나 37℃에서는 1.0%이하이었다.

*B. stearothersophilus* DL-3 균주를 사용하여 제조한 미생물 제재 A와 B는 5일 후에 보관하는 온도에 관계없이 생균수가 초기에 비하여 약 10%로 감소함을 알 수 있었으며 이후, 보관온도가 미생물 제재의 생균수의 유지에 미치는 영향이 크다는 사실을 알 수 있었다. 따라서 미생물 제재의 제조방법

도 중요하지만 제조한 미생물 제재의 보관온도가 중요하며 유효 미생물의 생존율을 고려하여 미생물 제재의 초기 미생물의 수를 결정하는 것이 중요하다는 사실을 확인하였다. 또한, 미생물의 생존율을 높이기 위하여 동결 건조된 미생물을 사용하는 방법도 고려되어야 할 것이다.

**미생물 제재가 닭의 생육에 미치는 영향**

미생물 제재가 닭의 생육에 미치는 영향은 Table 2과 Fig. 3과 같이 일반사료를 급여한 군, 일반사료의 10%를 미생물 제재 A로 대체하여 급여한 군 및 일반사료의 10%를 미생물 제재 B로 대체하여 급여한 군으로 나누어 수행하였다. 실험에 사용한 각 군의 평균 병아리 무게는 각각 41.1±2.5 g,

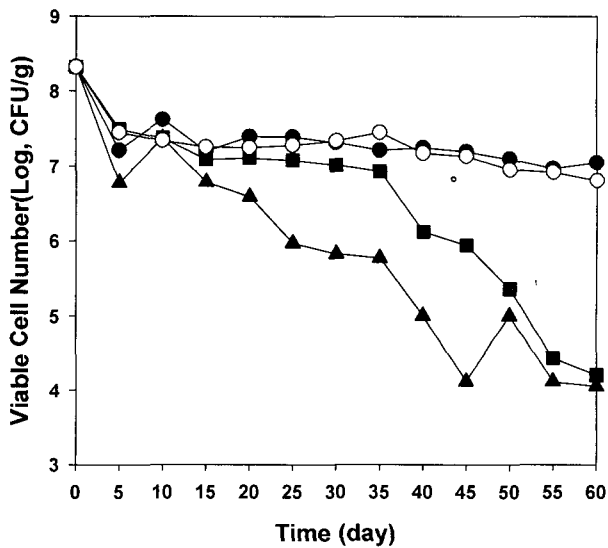


Fig. 2. Effect of storage temperature on viable cell numbers of *B. stearothersophilus* DL-3 in the microbial product B. ●: 4℃, ■: 30℃, ▲: 37℃ and ◇: room temperature

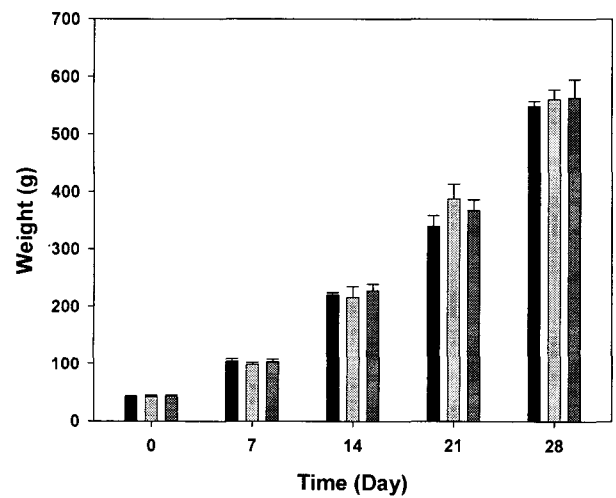


Fig. 3. Effect of microbial products on growth of chickens. ■: group fed with 100% general feed, ▨: group fed with 90% general feed and 10% microbial product A and ▩: group fed with 90% general feed and 10% microbial product B

Table 2. Effect of storage temperature on viability of *B. stearothersophilus* DL-3 in the microbial product B.

Day	Viability (%)			
	4℃	30℃	37℃	Room temperature
0	100±12.2	100±12.2	100±12.2	100±12.2
5	7.8±1.8	14.8±1.4	2.9±0.7	13.3±1.6
10	19.8±1.7	11.3±1.2	11.1±1.7	10.5±0.8
15	7.5±1.2	5.9±1.3	2.9±0.3	8.6±1.6
20	11.7±1.0	6.1±0.7	1.9±0.2	8.4±1.3
25	11.6±1.7	5.7±1.0	0.4±0.1	9.0±1.5
30	9.8±0.9	4.9±0.6	0.3±0.0	10.3±1.8
35	7.8±1.3	4.0±0.5	0.3±0.0	13.3±2.0
40	8.4±1.6	0.6±0.1	0.0±0.0	7.1±0.8
45	7.5±1.2	0.4±0.1	0.0±0.0	6.5±0.7
50	6.0±1.1	0.1±0.0	0.0±0.0	4.3±0.5
55	4.4±0.6	0.0±0.0	0.0±0.0	4.0±0.6
60	5.2±0.7	0.0±0.0	0.0±0.0	3.5±0.4

Table 3. Effect of the microbial product A on growth of chickens.

Weight(g)	Time (day)	0	7	14	21	28
	A Group <sup>1)</sup>		41.6±3.2 ns	97.9±4.1 ns	215.6±19.3 ns	378.6±25.7 ns
B Group <sup>2)</sup>		42.3±2.9 ns	102.8±4.7 ns	227.4±11.7 ns	367.1±19.2 ns	562.2±32.5 ns
Control <sup>3)</sup>		41.1±2.5	104.2±4.7	219.6±4.8	339.1±19.4	547.7±9.2
LSD 0.05		3.93	11.62	23.34	8.38	36.52
LSD 0.01		6.51	19.27	38.71	13.89	60.58
CV (%)		4.16	5.04	4.66	1.02	2.89

<sup>1)</sup> Group fed with 90% general feed and 10% microbial product A  
<sup>2)</sup> Group fed with 90% general feed and 10% microbial product B  
<sup>3)</sup> Group fed with 100% general feed

41.6±3.2 g 및 42.3±2.9 g이었다. 시간의 경과에 따라 각 군에 속한 병아리들의 무게는 증가하였으며 증가한 무게는 각 군별로 다소 차이가 있었다. 급여를 시작하지 28일 후, 각 군에 속한 병아리들의 평균 무게는 각각 547.7±91.7 g, 560.1±17.2 g 및 562.2±32.5 g이었으며 각 군에 속한 병아리들의 평균 무게 증가는 각각 506.6 g, 518.5 g 및 519.9 g이었다. 일반사료의 10%를 미생물 제제 A로 대체하여 급여한 군과 일반사료의 10%를 미생물 제제 B로 대체하여 급여한 군은 일반사료를 급여한 군에 비하여 각각 2.4% 및 2.6%의 무게 증가를 나타냈다. 즉, 일반사료만을 급여한 군 및 일반사료에 미생물 제제 A를 10% 대체한 사료를 급여한 군보다 일반사료에 미생물 제제 B를 10% 대체하여 급여한 군의 무게 증가가 가장 높았다. 따라서 식품가공 부산물인 사과박과 간장박 및 미강을 사용하여 제조한 미생물 제제 B는 병아리의 사육을 위한 기능성 사료로서의 효과가 있다는 결과를 얻었으며 미생물

제제를 10% 대체하여 급여한 군이 일반사료를 급여한 군보다 월등한 무게 증가는 없었으나 대부분의 사료용 곡물을 수입에 의존한다는 사실을 감안할 때 본 연구는 사과박과 간장박 및 미강과 같이 국내의 식품가공 산업에서 대량 발생하는 폐자원의 재활용하여 병아리의 사료로 대체할 수 있다는 점에 의의가 있는 것이다.

**미생물 제제가 돼지의 생육에 미치는 영향**

미생물 제제가 돼지의 생육에 미치는 영향은 Table 4와 Fig. 4와 같이 일반사료를 급여한 군, 일반사료의 10%를 미생물 제제 A로 대체하여 급여한 군 및 일반사료의 10%를 미생물 제제 B로 대체하여 급여한 군으로 나누어 수행하였다. 각 군의 평균 돼지 무게는 각각 9.3±1.0 kg, 9.4±1.1 kg 및 9.6±1.0 kg이었다. 시간의 경과에 따라 각 군에 속한 돼지들의 무게는 증가하였으며 증가한 무게는 각 군별로 차이가 있

Table 4. Effect of microbial product B on growth of pigs.

Weight (kg)	Time (day)	0		7		14		21		28		35	
		M <sup>1)</sup>	Mean	M	Mean	M	Mean	M	Mean	M	Mean	M	Mean
		F <sup>2)</sup>		F		F		F		F		F	
A Group		9.3±0.9	9.4±1.1	11.3±1.3	11.1±1.5	14.5±1.9	13.5±2.2	16.8±3.5	16.1±3.3	17.3±3.3	17.8±3.1	22.0±3.6	20.2±4.5
		9.5±1.3		10.8±1.7		12.6±2.1		15.3±3.1		18.3±2.9		18.5±3.9	
B Group		9.5±0.8	9.6±1.0	11.8±1.5	11.7±1.4	13.8±2.6	13.7±2.2	15.1±2.7	15.6±2.4	17.5±3.6	17.9±3.2	19.3±5.0	20.8±4.5
		9.6±1.2		11.6±1.3		13.5±1.8		16.2±1.9		18.4±2.9		22.2±2.7	
Control		9.7±1.3	9.3±1.0	10.4±2.1	10.1±1.6	13.3±2.9	13.1±2.3	15.9±3.0	15.5±2.3	18.7±3.0	18.1±3.2	19.3±4.1	19.9±4.6
		8.9±0.7		9.8±1.0		12.8±1.7		15.1±1.5		17.5±2.1		20.6±4.2	
LSD 0.05		-	2.75	-	3.41	-	5.84	-	5.71	-	8.29	-	10.15
LSD 0.01		-	4.56	-	5.65	-	9.69	-	9.46	-	13.76	-	16.83
CV (%)		-	12.85	-	13.71	-	19.18	-	16.00	-	20.40	-	22.06

<sup>1)</sup> male  
<sup>2)</sup> Female

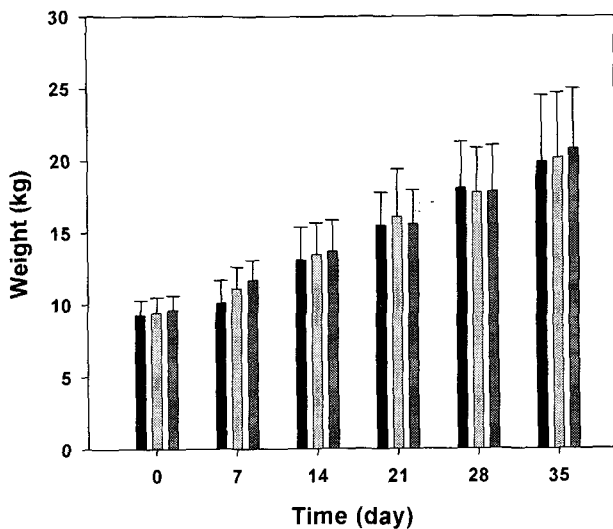


Fig. 4. Effect of microbial products on growth of pigs.

■: group fed with 100% general feed, □: group fed with 90% general feed and 10% microbial product A and ▨: group fed with 90% general feed and 10% microbial product B

었다. 급여를 시작하지 35일 후, 각 군에 속한 돼지들의 평균 무게는 각각  $19.3 \pm 4.1$  kg,  $20.2 \pm 3.9$  kg 및  $20.8 \pm 4.2$  kg이었으며 각 군에 속한 돼지들의 평균 무게 증가는 각각 10.7 kg, 10.8 kg 및 11.2 kg이었으나 각 군에 속한 돼지의 성별에 따라 다소 차이가 있었다. 즉, 수퇘지는 일반사료의 10%를 미생물 제제 A로 대체하여 급여한 군에서 가장 높은 무게의 증가를 나타냈으며 암퇘지는 일반사료의 10%를 미생물 제제 B로 대체하여 급여한 군에서 가장 높은 무게의 증가를 나타냈다. 이는 미생물 제제 A는 미강과 왕겨와 같은 조섬유가 주성분인 것에 비하여 미생물 제제 B는 간장박과 같은 조단백질이 첨가된 것과 같은 미생물 제제의 성분차이와 돼지의 성별에 따라 사료 성분의 이용률이 다르기 때문이라고 사료된다. 일반적으로 일반사료만을 급여한 군 및 일반사료의 10%를 미생물 제제 A로 대체하여 급여한 군보다 일반사료의 10%를 미생물 제제 B로 대체하여 급여한 군의 무게 증가가 가장 높았다. 일반사료의 10%를 미생물 제제 A로 대체하여 급여한 군과 일반사료의 10%를 미생물 제제 B로 대체하여 급여한 군은 일반사료를 급여한 군에 비하여 각각 1.6% 및 5.2%의 무게 증가를 나타냈다. 따라서 병아리를 사용하여 수행한 효과검정 실험에서와 같이 식품가공 부산물인 사과박과 간장박 및 미강을 사용하여 제조한 미생물 제제는 돼지의 사육을 위한 기능성 사료로서의 효과가 있다는 결과를 얻었다.

가축 사료용 배합사료는 옥수수 및 밀기울과 같은 탄소원과 대두박 및 콘글루텐밀과 같은 질소원을 사용하여 제조하고 있다. 사과박의 주요성분은 탄수화물과 조섬유소이며 간

장박의 주요성분은 조단백질 및 무기염이다[7,9]. 유기물이 풍부한 토양에서 분리하여 동정한 *B. stearothermophilus* DL-3 균주의 배양액과 미강을 사용하여 제조한 미생물 제제 A를 10% 대체한 사료를 급여한 병아리 및 돼지의 생육이 일반 사료만을 급여한 군의 생육보다 우수한 이유는 미생물 제제 A에 존재하는 *B. stearothermophilus* DL-3 균주가 생산하는 섬유소 분해효소에 의하여 배합사료 및 미강에 존재하는 섬유소를 분해하여 병아리와 돼지의 사료 이용률이 향상되었기 때문이라고 판단된다[6,18]. 또한, 미생물 제제 B를 10% 대체한 사료를 급여한 병아리와 돼지의 생육이 일반사료 및 미생물 제제 A를 10% 대체한 사료를 급여한 병아리와 돼지의 생육보다 우수한 이유는 미생물 제제 B에 존재하는 *B. stearothermophilus* DL-3 균주가 생산하는 섬유소 분해효소 및 단백질 분해효소에 의한 섬유소의 이용률 향상과 간장박의 구성성분인 단백질의 분해산물에 의한 질소원의 보강에 의한 것이라고 판단된다[19]. *B. stearothermophilus* DL-3 균주의 배양액과 미강을 혼합하여 제조한 미생물 제제가 토양 미생물상 및 상추와 배추의 생육에 미치는 효과는 본 연구팀에 의하여 이미 보고되었다[8]. 미강을 사료 첨가물로 사용한 사례는 보고되었으나 섬유소 분해효소를 생산하는 미생물 배양액과 미강 또는 미생물 배양액과 미강, 사과박 및 간장박을 혼합하여 제조한 미생물 제제를 배합사료에 혼합하여 병아리 및 돼지의 생육에 미치는 영향을 보고한 사례는 처음으로 생각된다.

사과박, 간장박 및 미강과 같이 국내의 식품가공 산업에서 대량 발생하는 폐자원을 사용하여 미생물 제제를 만들고 기존의 배합사료와 혼합하여 닭과 돼지에 급여하여 생육에 미치는 영향을 관찰한 본 연구의 결과는 폐자원을 이용하여 기존에 사용하고 있는 배합사료의 10%를 미생물 제제로 대체할 수 있다는 결론을 얻었으며 이는 대부분의 사료용 곡물을 수입에 의존한다는 사실을 고려할 때 본 연구의 결과가 국내 식품산업의 부산물을 재활용하여 사료작물의 수입량을 줄일 수 있으며 식품가공 부산물에 의한 환경오염을 원천적으로 제거할 수 있다는 중요한 의미를 포함하고 있다.

## 요 약

유기물이 풍부한 토양에서 분리하여 동정한 *Bacillus stearothermophilus* DL-3 균주의 배양액과 사과박, 간장박 및 미강 등을 사용하여 2 종류의 미생물 제제를 제조하고 닭과 돼지의 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 사과박의 주성분은 탄수화물이며 간장박의 주성분은 단백질이다. *B. stearothermophilus* DL-3 균주의 배양액과 미강을 사용하여 제조한 미생물 제제를 미생물 제제 A로 명명하고 *B. stearothermophilus* DL-3 균주의 배양액, 사과박, 간장박 및 미강을 사용하여 제조한 미생물 제제를 미생물 제제 B로 명명하였

다. 미생물 제재가 닭 및 돼지의 생육에 미치는 영향을 검토하기 위하여 일반사료를 급여한 구, 일반사료의 10%를 미생물 제재 A로 대체하여 급여한 구 및 일반사료의 10%를 미생물 제재 B로 대체하여 급여한 구로 나누어 효과 검증실험을 수행하였다. 실험에 사용한 각 구의 평균 병아리 무게는 각각 41.1±2.5 g, 41.6±3.2 g 및 42.3±2.9 g이었다. 급여를 시작하지 28일 후, 각 구에 속한 병아리들의 평균 무게는 각각 547.7±91.7 g, 560.1±17.2 g 및 562.2±32.5 g이었으며 각 구에 속한 병아리들의 평균 무게 증가는 각각 506.6 g, 518.5 g 및 519.9 g이었다. 즉, 일반사료의 10%를 미생물 제재 A로 대체하여 급여한 군과 일반사료의 10%를 미생물 제재 B로 대체하여 급여한 군은 일반사료를 급여한 군에 비하여 각각 2.4% 및 2.6%의 무게 증가를 나타냈다. 각 구의 평균 돼지 무게는 각각 9.3±1.0 kg, 9.4±1.1 kg 및 9.6±1.0 kg이었다. 급여를 시작하지 35일 후, 각 구에 속한 돼지들의 평균 무게는 각각 19.3±4.1 kg, 20.2±3.9 kg 및 20.8±4.2 kg이었으며 각 구에 속한 돼지들의 평균 무게 증가는 각각 10.7 kg, 10.8 kg 및 11.2 kg이었다. 닭의 사료 효과 검증 결과와 같이 일반사료의 10%를 미생물 제재 A로 대체하여 급여한 군과 일반사료의 10%를 미생물 제재 B로 대체하여 급여한 군은 일반사료를 급여한 군에 비하여 각각 1.6% 및 5.2%의 무게 증가를 나타냈다.

### 감사의 글

본 연구는 농림부의 농림기술개발연구사업(과제관리번호 201119-3과 204145-3)의 지원으로 이루어졌으며 이유택은 부산시의 BB21사업의 지원을 받아 수행하였으며 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

1. Azizah, A. H. and Y. S. Luan. 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Kor. J. Food Chem.* **68**, 15-19.
2. Elad, Y., I. Chet and Y. Henis. 1982. Degradation of plant pathogenic fungi by *Trichoderma harzianum*. *Can. J. Microbiol.* **28**, 719-725.
3. Gimeno-Garcia, E., V. Andreu and R. Boluda. 1996. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils. *Environ. Pollu.* **92**, 19-25.
4. Hepola, H. 2003. Milk feeding systems for dairy calves in groups: effects of feed intake, growth and health. *App. Animal Behav.* **80**, 233-243.
5. Hong, J. W., I. H. Kim, O. S. Kwon, S. H. Lee and C. S. Kim. 2001. Development of finishing pig diet for friendly environment by using slaughter poultry waste product. *Kor. J. Animal Sci. & Technol.* **43**, 75-84.
6. Jo, I. H., B. S. Hwang, J. H. Ahn, and J. S. Lee. 1999. Use of apple pomace and rice bran of agricultural by-products for the development of diets of Korean native growing goats. *Kor. J. Animal Nutr. Feed.* **23**, 327-334.
7. Joshi, V. K. and D. K. Sandhu. 1996. Preparation and evaluation of an animal feed byproduct produced by solid-state fermentation of apple pomace. *Biores. Technol.* **56**, 351-255.
8. Kim, J. M., C. S. Kim, H. J. Kim, B. J. Moon, J. H. Lee, D. S. Lee and J. w. Lee. 2002. Effect of microbial product on microorganisms in soli and growth of cabbage and tomato. *Kor. J. Life Sci.* **12**, 515-522.
9. Kim, S. H., K. S. Bae, J. K. Yang, Y. J. Lee, J. S. Oh, S. J. Jung, B. J. Moon, J. W. Lee. 2004. Effect of microbial product made of *Bacillus stearothersophilus* DL-3 on microorganisms in soil and growth of lettuce and Chinese cabbage. *Kor. J. Life Sci.* **14**, 778-787.
10. Kim, S. J. and S. K. Shin. 1997. Effects of bioremediation products on the oil degradability. *Kor. J. Microbiol.* **33**, 157-162.
11. Lapdot, A., A. Mechaly, and Y. Shoham. 1996. Overexpression and single-step purification of a thermostable xylanase from *Bacillus stearothersophilus* T-6. *J. Biotechnol.* **51**, 259-264.
12. Lee, H. S., S. G. Cho and Y. J. Choi. 1996. Pentose utilization by the xylanolytic bacterium *Bacillus stearothersophilus*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **24**, 385-92.
13. Lee, J. H., Y. C. Kim, M. Y. Kim, H. S. Chung and S. K. Chung. 2000. Antioxidative activity and related compounds of apple pomace. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **32**(4), 908-913.
14. Lee, K. B., Y. W. Kim and K. S. Kim. 1988. Effects of pesticides on microorganisms related to the nitrogen cycle in the submerged soil. *Kor. J. Soil Fer.* **21**, 149-159.
15. Park, S. K. and S. H. Baek. 2000. Effect of yeast extracts concentration on cell growth and products of *Bacillus stearothersophilus*. *Kor. J. Sci. & Nat. Res.* **22**, 41-54.
16. Raghukumar, C., V. Vipparthy, J. J. David and D. Chandramohan. 2001. Degradation of crude oil by marine cyanobacteria. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **57**, 433-436.
17. Simoes, D. C., M. D. McNeil, B. Kristiansen and M. Matthey. 1997. Purification and partial characterization of a 1.57 kDa thermostable esterase from *Bacillus stearothersophilus*. *FEMS Microbiol. Lett.* **147**, 151-156.
18. Song, H. S. and Y. J. Choi. 1989. Production of xylanase by *Bacillus stearothersophilus*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* **17**, 289-294.
19. Sookkheo, B., S. Sinchaikul, S. Phutrakul and S-T. Chen. 2000. Purification and characterization of the highly thermostable proteases from *Bacillus stearothersophilus* TLS33. *Protein Exp. Puri.* **20**, 142-151.
20. Suh, J. S. and J. S. Shin. Soil microbial diversity of paddy fields in Korea. *Kor. J. Soil. Fert.* **30**, 200-207.
21. Trewavas, A. 2001. Urban myths of organic farming. *Nature* **410**, 409-410.

22. Yamada, Y., H. Uemura, H. Nakaya, K. Sakata, T. Takatori, M. Nagao, H. Iwase and K. Iwadate. 1996. Production of hydroxy fatty acid (10-Hydroxy-12 (Z)-octadecenoic acid) by *Lactobacillus plantarum* from linoleic acid and its cardiac effects to guinea pig papillary muscles. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **226**, 391-395.
23. Yardin, M. R., I. R. Kennedy and J. E. Thies. 2000. Development of high quality carrier materials for field delivery of key microorganisms used as bio-fertilizers and bio-pesticides. *Rad. Phy. Chem.* **57**, 565-568.
24. Yun, H. J., S. J. Kim and K. H. Min. 1993. Crude oil-degrading properties of psychrotrophic bacterium *Acinetobacter calcoaceticus* A1-1. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **21**, 74-81.