

복합미생물 발효제(Eco-Farm[®]) 급여가 비육돈 생산성과 돈사 환경개선에 미치는 영향

김두환 · 정치섭*

진주산업대학교 동물생명산업 지역협력연구센터

Effects of Dietary Supplementation of Fermented Microbial Complex (Eco-Farm[®]) on Performance of Finishing Pigs and Air Quality in Finishing Building

Kim, D. H. and Chung, C. S.*

Regional Animal Industry Research Center, Jinju National University

Summary

This experiment was carried out to investigate the effect of dietary supplementation of fermented microbial complex(Eco-Farm[®]) on performance of finishing pigs and indoor air quality in finishing building. A total 135 crossbred [(Landrace×Yorkshire)×Duroc] pigs were randomly arranged into nine groups and assigned to three treatments. Pigs were fed a basal diet supplemented with 0, 0.5 and 1% level of fermented microbial complex(Eco-Farm[®]) until the market weight for 40 days of the experimental period.

Average daily feed intake and feed conversion ratio were significantly improved ($p<0.05$) with dietary supplementation of 0.5% fermented microbial complex (Eco-Farm[®]); however, average daily gain was not affected by dietary supplementation of fermented microbial complex(Eco-Farm[®]).

Indoor ammonia and hydrogen sulfide concentrations in the finishing building were significantly($p<0.05$) decreased by dietary supplementation of fermented microbial complex(Eco-Farm[®]) compared with those of control, however, indoor carbon dioxide concentration was not affected by dietary supplementation of fermented microbial complex(Eco-Farm[®]).

In conclusion, the results obtained from this experiment suggest that the dietary supplementation of fermented microbial complex(Eco-Farm[®]) for finishing pigs improved performance and indoor air quality in the finishing building.

(Key words : Microbial complex, Finishing pig, Performance, Air quality)

* 주식회사 세농(Senong Co., Ltd.)

Corresponding Author: Kim, Doo Hwan. Department of International Livestock Industry, Jinju National University, Jinju, Korea. Tel. 055-751-3284. E-mail : dhkim@jinju.ac.kr.

서 론

양돈산업이 안고 있는 당면과제는 환경오염 부담을 최소화하면서 품질이 우수하고 위생적으로 안전한 돈육을 소비자에게 안정적으로 공급하는 것이다.

비육돈은 돼지고기의 품질과 안전성에 결정적으로 영향을 미치는 단계로서 비육돈에 주어지는 사료, 관리 및 동물약품의 휴약기간 등의 취급이 매우 중요한 시기이며 또한 환경오염과 관련하여 가장 많은 분뇨 발생량과 악취를 생성하는 과정이기도 하다. 이러한 비육돈 단계의 생산성 향상과 돈사환경 개선을 위한 방안 중의 하나로 여러 가지 첨가제가 사용되고 있다.

미생물 제제의 돼지에 대한 효과에 관하여, Smith와 Jones(1963)는 생균제가 장내 미생물 균형을 변화시키는데, 특히 젖산과 항생물질을 생성시키고 유해 미생물의 증식을 억제하는 효과가 있다고 하였다.

한 등(1983), 민 등(1992)은 생균제 첨가시 어린 돼지에서는 증체율과 사료효율이 개선되었다고 하였으나, 노 등(1995)과 전 등(1996)은 육성비육돈에서는 사료섭취량에는 차이가 없었으나 증체량과 사료요구율에는 유의적인 개선효과가 있었다고 하였고, 김 등(2001)은 사료내 발효사료 1.0% 첨가는 비육돈의 일당증체량, 사료요구율 및 도체 A 등급 출현율을 개선시킨다고 보고하였다.

한편 돼지는 물론 돈사에서 근무하는 관리자의 건강과 직결되는 돈사 환경에 대한 관심이 높아지면서 돈사에서 발생하는 악취는 물론 유해가스에 대한 조절이 시급히 해결하여야 할 문제로 대두되었다.

김과 김(1999)은 양돈악취는 사람에게는 물론 돼지의 생산능력과 건강상태 및 위생에 영향을 미치며, 양돈 악취 조절을 위한 대안으로 사료조절을 통한 영양학적 방법으로 양돈악취를 제어하는 것이 현실적으로 바람직

하다는 견해가 지배적이며, 단백질 함량을 줄이고 합성아미노산을 공급하며, 배설되는 질소와 인을 감소시켜 양돈분뇨 발생량과 악취를 저감시키고자 하는 많은 연구결과들이 보고되었다고 하였다.

또한 토양 광물질, 발효유기물, 균체 배양물, 미생물 제제 및 각종 유기산류와 같은 화학제품 등의 각종 첨가제가 사용되고 있다.

미생물 제제는 분중 질소 배설량 감소 효과(노 등, 1995)에 의한 유해가스 발생 감소로 인하여 사육환경 개선 효과가 있으며, 이에 따른 생산성 향상과 돈사 환경개선 효과를 기대할 수 있다.

미생물 제제는 과거에는 주로 사료비 절감 및 사료효율 개선 등의 양돈생산성 향상을 위하여 사용되어 왔으나, 소비자들의 안전돈육 요구와 더불어 항생제 사용을 줄이거나 대체하기 위함과 분뇨 발생량과 악취 저감을 통한 환경개선을 위한 대안으로 활발한 연구가 진행되고 있다(Collington, 1998).

따라서 본 시험은 복합미생물 발효제가 비육돈 생산성과 돈사내 공기의 질 평가를 통한 돈사 환경개선에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험설계 및 시험동물

복합미생물 발효제(Eco-Farm[®])가 비육돈의 생산성과 돈사 환경개선에 미치는 영향을 평가하기 위하여 복합미생물 발효제를 0, 0.5, 1.0% 첨가하였다.

본 시험에 공시된 비육돈은 각 처리별 3돈방씩, 각 돈방당 15두를 배치하여 평균 개시체중이 82.8kg인 3원 교잡종 [(L×Y)×D] 135두였으며, 기존 급여중인 비육돈 사료에 복합미생물 발효제를 첨가하여 출하시까지 40

일간 급여하였다.

2. 시험사료

본 시험에 사용된 공시사료는 비육후기 돼지의 영양소 요구량(NRC, 1998)에 준하여 제조된 사료였으며, 첨가제로 이용된 복합미생물 발효제(Eco-Farm[®])은 (주)세농에서 생산된 제품을 사용하였다.

시험사료와 복합미생물 발효제의 성분 함량, 화학적 조성 및 미생물 성상은 Table 1 및 2와 같다.

3. 사양관리

본 시험이 수행된 비육돈사는 개방형이었으며, 분뇨의 수집 및 처리는 스크레퍼 방식이었고, 돈방은 가운데 통로가 있는 복열 배치였으며 돈방당 15두씩 수용하였다. 사료는 자동급여장치를 통하여 무제한 급여하였으며, 물은 니플식으로 자유로운 음수가 가능하도록 하였다. 기타 청소, 소독 등 비육돈 관리는 시험농장의 관행에 준하였다.

4. 조사항목

복합미생물 발효제(Eco-Farm[®])가 비육돈의 생산성과 돈사 환경개선에 미치는 영향을 분석하였다.

증체량은 시험개시 40일 후 출하시(평균 111.2kg)에 각각 개체별로 측정된 체중의 차이로 하였으며, 사료섭취량은 시험기간 동안 급여한 사료량에 시험종료시 남은 잔량을 측정하여 조사하였다.

돈사 환경개선과 관련하여 복합미생물 발효제(Eco-Farm[®])가 비육돈사내 암모니아, 황화수소 및 이산화탄소 농도에 미치는 영향을 분석하였는데, BABUC 환경계측기(MW 6040, Milano, Italy)를 사용하여 24시간동안 암모니

Table 1. Formular and chemical composition of the basal diet for finishing pigs

Ingredients	%
Chemical composition	
Yellow corn, ground	35.90
Wheat, 13% CP	25.00
Wheat bran	4.00
Rapeseed meal	2.00
Soybean meal, 44% CP	10.00
Soy sauce cake	2.56
Linseed meal, solvented	2.57
Limestone-coarse	1.20
Corn germ meal, solvented	2.00
Palm kernel meal	3.50
Cottonseed meal, solvented	1.50
Salt, fine	0.30
Calcium phosphate, 25/18	0.54
Vitamin premix ¹⁾	0.30
Mineral premix ²⁾	0.26
Animal fat	3.60
Molasses, cane	4.50
L-Lysine, 98%	0.34
Vitamin-E	0.02
Total	100.00
Calculated value	
Crude protein	14.50
Crude fat	5.50
Crude fiber	4.61
Crude ash	5.33
Ca	0.85
P	0.65
DE(kcal/kg)	3,216

¹⁾ Vitamine premix contains: Vit. A, 2,700,000IU; Vit. D, 400,000IU; Vit. E, 15,000IU, Vit. K₃, 850mg; Vit B₁, 500mg; Vit B₂, 2,500mg; Antioxidation 6,000mg.

²⁾ Mineral premix contains: FeSO₄, 39,500mg; CoSO₄, 156mg; CuSO₄, 67,000mg; MnSO₄, 20,840mg; ZnSO₄, 40,000mg; Se(Na), 100mg.

Table 2. The number of microflora population and composition of fermented microbial complex(Eco-Farm[®])

Item	Contents
Number of microflora(cfu ¹⁾ /g)	
<i>Lactobacillus casei</i>	1.2 × 10 ⁸
<i>Saccharomyces lactis</i>	2.4 × 10 ⁸
<i>Candida utilis</i>	1.2 × 10 ⁹
<i>Mucor heimalis</i>	2.7 × 10 ⁸
<i>Streptomyces albus</i>	2.4 × 10 ⁸
<i>Rhodopseudomonas palustris</i>	2.1 × 10 ⁷
<i>Rhodopseudomonas sphaeroides</i>	1.7 × 10 ⁷
Chemical composition(DM basis)	
Dry matter(%)	84.78
Crude protein(%)	17.56
Ether extract(%)	18.58
Crude fiber(%)	8.86
Crude ash(%)	11.29

¹⁾ cfu = colony forming unit / 1g of wet sample.

아, 황화수소 및 이산화탄소 농도 변화를 모니터링 하였다. 각 처리별 돈사 내 공기상태를 모니터링 하기 위하여 각 처리별 분리된 돈사를 활용하였으며, 모니터링 하지 않는 돈방에도 각각의 처리에 해당하는 미생물 복합제를 급여하였으며, 돈사내 공기의 질을 결정하는 암모니아, 황화수소 및 이산화탄소 농도는 계측기를 비육돈의 등 높이에 해당하는 바닥면으로부터 60cm 높이에 설치하고 각 처리별로 3회에 걸쳐 측정하였다.

5. 통계처리

생산성에 대한 측정치는 돈방을 실험단위로 하였고 처리간 유의성 검정은 Duncan's multiple range test에 의하여 실시하였다. 돈사 환경개선 효과 분석을 위한 가스농도는 SAS package(1996)의 GLM procedure를 이용하여 복합미생물 발효제의 효과를 검정하였는데, 이때 통계분석 모델로 복합미생물 발

효제, 측정시간 및 복합미생물 발효제×측정시간의 상호작용의 교정오차를 삽입하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

비육돈 사료에 복합미생물 발효제(Eco-Farm[®]) 0, 0.5% 및 1.0% 수준으로 첨가하여 40일간 급여한 비육돈의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

40일간 복합미생물 발효제를 급여한 비육돈의 개시체중은 평균 80.7kg~85.4kg 범위였으며, 종료체중은 평균 108.6kg~115.7kg으로 두당 평균 총증체량은 27.0kg~30.3kg으로 차이를 나타내지는 않았다. 일당증체량은 631g~664g으로 복합미생물 발효제 급여 및 수준에 의한 영향은 인정되지 않았다.

사료섭취량은 2.23kg~2.43kg 범위였는데, 복합미생물 발효제 1%구와 대조구는 차이가 없었으나, 복합미생물 발효제 0.5% 급여구는 가장 낮은(p<0.05) 사료섭취량을 나타내었다.

복합미생물 발효제 급여는 비육돈의 사료요구율에 영향을 미쳐 0.5% 급여구가 가장 우수함(p<0.05) 사료요구율을 나타내었다.

복합미생물 발효제를 비육돈 후기 40일간 급여하면 대조구에 비하여 일당증체량은 차이를 보이지 않으나 사료섭취량과 사료요구율이 0.5% 수준에서 개선되는 것으로 나타났으며 복합미생물 발효제 0%와 1%간에는 차이가 나타나지 않았다.

일반적으로 미생물제제를 사료에 첨가 급여할 경우 영양소 소화율이 향상되는 것은 미생물제제가 장관내의 pH를 낮추어 유해균의 생성을 억제시키고 유익균의 안정적인 정착을 도와 사료의 기호성이 증진될 뿐만 아니라 장관내의 유용한 효소가 생성되어 영양소 소화율을 개선시키는 것으로 알려져 있다

Table 3. Effects of dietary supplementation of fermented microbial complex (Eco-Farm[®]) on performance of finishing pig

Eco-Farm [®] addition level(%)	Initial weight(kg)	Final weight(kg)	ADG(kg)	ADFI(kg)	Feed/Gain
0	85.4±1.05	115.7±1.12	0.63±0.06	2.42±0.07 ^a	3.84±0.08 ^a
0.5	82.3±0.76	109.3±0.98	0.64±0.07	2.23±0.04 ^b	3.47±0.06 ^b
1.0	80.7±0.83	108.6±1.85	0.66±0.05	2.43±0.09 ^a	3.65±0.05 ^{ab}

^{ab} Means±SE with different superscripts with the same column are significantly different(p<0.05).

(Underdahl 등, 1982).

따라서 본 시험의 이러한 결과는 일반적인 미생물제제의 첨가 급여효과를 잘 반영하는 것으로 나타났으며, 노 등(1995)과 전 등(1996)의 생균제 급여가 육성비육돈의 사료 섭취량에는 차이가 없었으나 증체량과 사료 요구율에는 유의적인 개선효과가 있었다는 보고와 김 등(2001)이 사료내 발효사료 1.0% 첨가는 비육돈의 일당증체량과 사료요구율을 개선한다는 보고를 비교할 때 상당한 차이가 있는 것으로 판단된다.

한편 양 등(1998)은 시판중인 몇 가지 생균첨가제를 육성비육돈에 급여할 경우 증체량이 향상되고 시판 생균제, 효소제, 효모 및 항생제를 이용하여 이유자돈에서 비육시까지 급여한 결과 증체량과 사료효율이 뚜렷이 개선되었고 특히 생균제의 급여효과가 가장 우수하였다고 보고하였다.

반면 Hale과 Newton(1979)은 *Lactobacillus spp.* 균주 발효생성물 급여는 설사 발생율은 감소시키지만 질소 축적율과 소화율 및 증체량 개선효과는 없었다고 하였으며, 김 등(1997)도 시판 효소, 효모 및 생균제가 증체량과 사료요구율 개선에 효과가 없었다고 하였는데, 본 시험결과와 비교해 보면 첨가 비율에 따라 사료요구율 개선 효과면에서 다소 차이를 나타내었다.

2. 돈사환경 개선

복합미생물 발효제 급여가 돈사환경에 미치는 영향을 분석하기 위하여 암모니아, 황화수소 및 이산화탄소 농도를 비교하였다.

비육기간 동안 비육돈사에서 24시간 조사한 암모니아 농도는 Fig. 1과 같다.

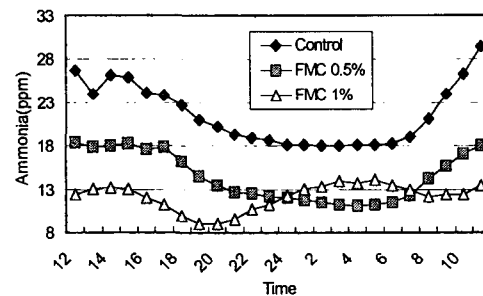


Fig. 1. Indoor ammonia concentrations in the finishing building.

(Effects of dietary supplementation of fermented microbial complex and time were significant(p<0.05); pooled SE for the dietary supplementation of fermented microbial complex × time was 0.75ppm.)

비육돈사내 암모니아 농도는 복합미생물 발효제를 급여하지 않은 경우에는 17.99ppm ~26.71ppm 수준으로 돼지들의 움직임이 적은 밤 시간대가 낮았고 낮 시간대가 높았다.

복합미생물 발효제 0.5% 급여구의 경우 최저 농도는 12.04ppm이었고 최고농도는 역시 낮 시간대인 12시경에 18.39ppm으로 가장 높게 나타났다. 대조구와 비교해 보면 최저 농

도에 비해서는 약 38% 정도 낮아졌으며, 최고농도에 비해서는 약 31% 정도 낮아진 것으로 조사되었으며, 복합미생물 급여 수준에 따라서는 차이가 인정되지 않았다. 암모니아는 가축의 장관내에서 분비된 요소가 요소분해 효소에 의하여 암모니아로 분해되고 (Wrong, 1981), 이러한 암모니아는 가축의 성장을 저해할 수 있으며, 15ppm의 암모니아 가스는 호흡기 계통의 질병을 유발할 수 있다고 보고하였다(Headon과 Walsh, 1994). 따라서 복합미생물 발효제 급여는 돼지의 장관내 질소대사에 영향을 미쳐 암모니아 발생을 줄이는 것으로 사료된다.

Fig. 2는 복합미생물 발효제 급여가 비육돈사내 황화수소 발생에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 비육돈사내 황화수소 농도는 대조구와 복합미생물 발효제 0.5% 급여구는 시간대별 큰 변화 없이 일정한 농도를 유지하였으나, 복합미생물 발효제 1% 급여구는 시간대별 차이가 크게 나타나 낮 시간대는 높고 밤 시간대는 낮은 경향을 나타내었다.

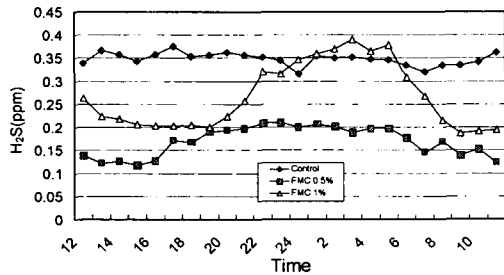


Fig. 2. Indoor hydrogen sulfide concentrations in the finishing building. (Effects of dietary supplementation of fermented microbial complex but not 1% level and time were significant($p < 0.05$) and non significant($p = 0.48$); pooled SE for the dietary supplementation of fermented microbial complex \times time was 0.82ppm.)

복합미생물 발효제 0.5% 급여구는 0.12~0.20ppm 범위에서 낮게 유지되었으나, 대조구는 0.32~0.36ppm으로 상당히 높게 나타나

복합미생물 발효제 0.5% 급여는 황화수소 농도 저감에 효과적임을 나타내었다.

우리나라의 대기환경보전법에서는 황화수소를 악취물질로 규정하고 배출을 규제하며 공업지역 안의 사업장에서의 배출량은 0.2 ppm 이하, 기타 지역 안의 사업장에서의 배출량은 0.05ppm 이하로 규정한 바 본 시험결과 비육돈사 내의 황화수소 농도는 공업지역 안의 배출량 기준치를 초과하는 것으로 나타났으며, 향후 이에 대한 대책이 시급한 것으로 판단된다.

Fig. 3은 복합미생물 발효제 급여가 비육돈사내의 이산화탄소 발생에 미치는 영향에 대하여 나타낸 것이다. 비육돈사내 이산화탄소 농도는 낮 시간대와 밤 시간대 및 복합미생물 발효제 급여에 따른 일정한 영향은 나타나지 않았다. 이산화탄소는 독성이 매우 강하지는 않지만 사람에게서는 산소부족으로 인한 호흡곤란과 질식의 우려가 있으며, 동물에 대한 영향으로는 4,000ppm 농도에서 호흡율을 높이고 호흡을 길게 만들며, 7~9% 농도에서는 견디기 힘든 상황이 된다고 하였다 (MWPS, 1991). 돈사내 이산화탄소 농도는 주로 분뇨의 발효과정과 돼지의 호흡에 의하여 발생된다(MWPS, 1985).

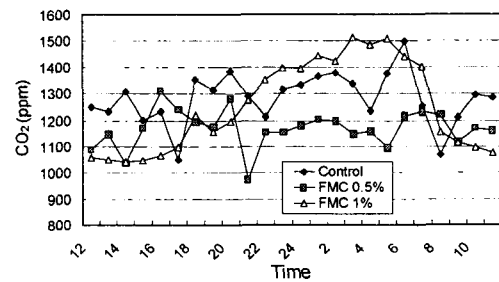


Fig. 3. Indoor carbon dioxide concentrations in the finishing building. (Effects of dietary supplementation of fermented microbial complex and time were non significant($p = 0.34$); pooled SE for the dietary supplementation of fermented microbial complex \times time was 0.73 ppm.)

본 시험결과 비육돈사내 이산화탄소 농도는 낮게는 975.3ppm이었으며, 가장 높은 농도는 1,498.8ppm으로 돈사내 근무자나 돼지에게 위해를 줄 정도는 아닌 것으로 판단된다.

요 약

본 시험은 *L. casei*, *S. lactis*, *C. utilis*, *M. heimalis*, *S. albus*, *R. palustris*, *R. sphaeroides* 등의 유용미생물이 혼합된 복합미생물 발효제를 비육돈 사료에 0.5% 및 1% 수준으로 첨가하여 급여할 경우 증체량, 사료섭취량, 사료요구율, 비육돈사내 암모니아, 황화수소 및 이산화탄소 농도에 미치는 영향을 분석하기 위하여 3처리×3반복×15두로서 총 135두를 공시하여 실시하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 복합미생물 발효제 급여는 일당증체량에는 영향을 미치지 않았으나, 사료섭취량은 0.5% 급여구가 가장 낮았으며($p<0.05$), 사료요구율은 복합미생물 발효제 급여로 개선되는 경향을 나타내었고 0.5% 급여구가 가장 우수하게($p<0.05$) 나타났다.

2. 복합미생물 발효제 급여가 비육돈사내 환경개선에 미치는 영향은 긍정적인 것으로 평가된다. 복합미생물 발효제 급여는 돈사내 암모니아 농도를 30% 이상 저감시키는 효과가 인정되었으며, 황화수소 농도는 복합미생물 발효제 1% 급여구에서 대조구에 비하여 뚜렷한 저감 효과를 나타내었다. 그러나 이산화탄소 농도에는 영향을 미치지 않았다.

이상의 결과를 요약해보면 비육돈에 대한 복합미생물 발효제 40일 간의 급여는 사료요구율을 개선시키고, 돈사내 암모니아 및 황화수소 농도에 영향을 미치며, 암모니아의 경우 30% 이상의 저감효과가 인정되어 복합미생물 발효제는 돈사 환경개선에 효과적인 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. 김두환, 김인배. 1999. 양돈시설 내부의 악취조절에 관한 기술 및 연구 동향. 한국축산시설환경학회지. 5(3):203.
2. 김문철, 정창조, 송대곤, 김영봉. 1997. 사료첨가제가 육성비육돈의 성장 및 체조성에 미치는 영향. 한국축산학회지. 21(3):231.
3. 김재황, 김창현, 고영두. 2001. 사료내 발효사료 첨가가 비육돈의 생산성 및 분중 암모니아 발생량에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 43(2):193.
4. 노선호, 문홍길, 한인규, 신인수. 1995. 사료중 성장촉진제가 돼지의 성장에 미치는 영향. 한국축산학회지. 37:66.
5. 민태선, 한인규, 정일병, 김인배. 1992. 사료내 항생제, 복합설과제, 유산동, 복합효소제, 생균제의 첨가가 돼지의 성장능력 및 도체특성에 미치는 효과. 한국영양사료학회지. 16(5):265.
6. 양승주, 현재식, 양창범, 고석민, 최홍훈. 1998. 육성비육돈에 대한 사료첨가제 급여시험: 생균제의 첨가가 육성비육돈의 성장과 육질에 미치는 영향. 한국축산학회지. 40:21.
7. 전병수, 광정훈, 유용희, 차장욱, 박홍석. 1996. 효소, 생균 및 유카제의 첨가가 돼지의 성장과 분 악취 발생성분에 미치는 영향. 한국축산학회지. 38(1):52.
8. 한인규, 채병조, 김성겸. 1983. 육성돈에 대한 발효제조 부산물과 생균제의 성장촉진 및 하리 방지효과에 관한 연구. 한국축산학회지. 25:146.
9. 홍종욱, 김인호, 권오석, 김지훈, 민병준, 이원백. 2002. 자돈 및 비육돈에 있어 생균제의 첨가가 생산성 및 분내 가스 발생에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 44(3):305.

10. Collington, G. K., Parker, D. S., Ellis, M. and Armstrong, D. G. 1988. The influence of probiotics or tylosine on growth of pigs and development of the gastro-intestinal tract. *Anim. prod.* 46(abs.):521.
11. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics.* 11:1.
12. Hale, O. M. and Newton, G. L. 1979. Effects of a nonviable lactobacillus species fermentation product on performance of pigs. *J. Anim. Sci.* 48(4):770.
13. Headon, D. R. and Walsh, G. 1994. Biological control of pollutants principle of pig science. In *biotechnology in the feed industry*. Cole, D. J. A., Wiseman, J. and Varley, M.A. (Eds.). Nottingham Univ. Press, Nottingham, U.K.
14. MWPS. 1991. Swine housing and equipment handbook. MWPS-8. Midwest Plan Service. Iowa State University, Ames, IA.
15. MWPS. 1985. Swine waste facilities handbook. MWPS-18. Midwest Plan Service. Iowa State University, Ames, IA.
16. NRC. 1998. Nutrition requirements of swine. 10th revised ed. National Academy Press. Washington D.C., U.S.A.
17. SAS. 1996. SAS user's guide. Release 6.12 edition. SAS Institute. Inc., Cary, NC.
18. Smith, H. W. and Jones, J.E.T. 1963. Observation on the alimentary tract and its bacterial flora in healthy and diseased pigs. *J. Path. Bact.* 86:837.
19. Underdahl, N. R., Torres-Median, A. and Doster, A. R. 1982. Effect of *Streptococcus faecium* C-68 in the control of *Escherichia coli*-induced diarrhea in gnotobiotic pigs. *J. Vet. Res.* 43:2227.
20. Wrong, O. M. 1981. Nitrogen compounds. In the large intestine: Its role in mammalian nitrogen and homeostasis. Wrong O. M., C. J. Edmonds and V.S. Chadwick (Eds.). John Wiley and Sons. New York.