

사료 및 보조사료로서의 생균제 급여에 따른 돈사 환경개선과 돼지 생산성에 미치는 영향

이은영* · 임정수
수원대학교 환경에너지공학과

Received : August 22, 2011 / Revised : September 15, 2011 / Accepted : September 16, 2011

Effects of the Feed and Probiotic Feeding on the Improvement of Hogery Environment and the Productivity of Swine. Lee, Enu-Young* and Joung Soo Lim. *Department of Environmental Energy Engineering, The University of Suwon* – Animals produce important co-products such as meat, milk, and egg. Higher consumption and urbanization asked for more animal products and the demand was so strong that larger livestock are now being raised densely in small farm. Large production of excreta and malodor is an inevitable consequence of condensed breeding. If this malodor couldn't be controlled, it could be chief obstacle to development of both livestock industry and environment of future. Major odor produced from livestock environments could be subdivided into four major sections: volatile fatty acids, ammonia and volatile amine, indole and phenols, and sulfur compounds. More than half of nitrogen excreted urea, so low protein feeding, synthetic amino acid feeding and supplementing with digestive enzyme, microbial agents and/or probiotics are methods for reducing nitrogen excretion. A lot of studies about feeding and probiotics, co-feed have been researched to improve environment and/or productivity in livestock industry.

Key words: Livestock, feeding, malodor, environment, productivity

서 론

최근 국내의 양돈 산업은 가족 단위로 운영되던 예전의 소규모 작업 형태에서 농장주가 근로자를 고용하여 관리 운영하는 대규모 형태의 작업장으로 전환되어가고 있는 추세이다. 1,000두 이상의 돼지를 사육하고 있는 중·대규모 양돈 농가는 우리나라에 약 2,400여개가 있고 농가당 사육 마리수는 평균 2,600두 이상으로 매년 증가 추세에 있다[1]. 최근 구제역이나 AI와 같은 가축 전염병으로 동물성 식품의 안전성에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 있으며, 참살이 바람으로 인한 친환경 축산식품개발과 건강에 관심이 고조되고 있다. 또한, 국민소득의 증가와 함께 식육에 대한 기호도가 변화함에 따라서 “양” 보다는 “질”적인 면을 추구하고 있다.

항생제, 설파제, 유산동[44, 51, 62, 73] 등은 1950년대부터 가축사료 첨가제로 사용되어 오다 60년대에 이르러서 식품내에 항생제 잔류문제가 제기되면서 그 사용에 제한을 받기 시작하였다[87, 112, 113]. 이후 항생제 내성균의 출현으로 인해 전 세계적으로 동물 사료용 항생제 사용에 대한 우

려가 고조 되었다. 영국과 미국 등 선진국에는 이러한 문제에 대처할 위원회를 설치하였으며, EU와 WHO의 경우 1997년 이후 점차적으로 인체에 사용되고 있는 항생제를 항미생물 성장촉진제(AMGP) 및 호르몬제의 사용도 엄격히 금지하고 있다[110]. 현재 국내에서는 penicillin, ampicillin 및 tetracycline 등의 항생제 남용으로 인하여 항생제에 대한 내성균의 출현율이 20-90%이상으로 높아짐에 따라[98] 2011년 7월 이후 가축에 대한 항생제의 AMGP로의 사용은 전면 금지되었다. 따라서, 항생제를 대체할 새로운 제품이나 사료첨가용 생균제의 개발이 요구된다. 이러한 시점에서 항생제 대체제로 효소제, 생균제 및 식물성 생리 활성물질에 대한 관심이 증대되고 있다. 무항생제의 안전한 고품질의 육류를 생산하고자 돼지에게 생봉독을 처리하거나[17], CLA(conjugated linoleic acid) [12, 13], 비타민 E[10, 19], 한약 부산물[14], 키토산[5, 11], 광물질(제오라이트, 게르마늄, 흑운모 등)[6, 7, 75] 및 *Streptococcus faecium*[2]을 사료에 첨가하여 육류의 품질을 개선하고자 하는 연구개발이 보고되었다. 이 중에서 항산화제는 첨가수준과 가축에게 급여하는 기간 등에 따라 육색과 막 조직에 함유된 다가 불포화지방산의 산화를 방지하여 식육의 저장기간 연장 및 고기의 안정성에 기여하는 것으로 알려져 있다[26].

*Corresponding author

Tel: +82-31-220-2614, Fax: +82-31-220-2533

E-mail: ley@suwon.ac.kr

사료의 구성 및 주요 악취 발생원

사료의 사전적 의미는 가축의 생명을 유지하고 젖·고기·알·털가죽 등을 생산하는데 필요한 유기 또는 무기영양소를 공급하는 물질이라 정의 할 수 있으며, 사료의 주요성분으로는 탄수화물, 전분, CP(조단백질), EE(조지방), CA(조회분), NDF(중성 세제 섬유), ADF(산성 세제 섬유), NFC(비섬유소탄수화물), 및 NFE(가용무질소물) 등을 포함하고 있다.

악취는 분뇨가 다양한 습기와 온도조건에서 혐기적으로 분해되는 과정에서 대기권으로 노출될 때 휘발성 물질 및 그 중간생성물이 대기로 방출되는 화합물이다. 이러한 미립자 물질(먼지)은 건물 표면 및 의류에 흡수될 수 있으며 대부분 방향족 화합물로 나타난다. 이전의 연구에서 폐쇄식 돈사의

공기에서 168개 이상의 화학적 화합물이 확인되었으며[93], 이 화합물은 불쾌한 악취로 인해 작업자의 심리 및 건강뿐만 아니라 가축의 심리, 건강 및 생산 효율성에 영향을 미친다고 보고되었다[115]. 그 중 주요 악취 화합물은 암모니아, 황화합물, 휘발성 지방산, 인돌, 스카톨, 페놀, 알콜 및 카보닐로 조사되었다[30]. Fig. 1에 주요 악취 화합물의 생물학적 생산 및 이용 및 악취 농도의 생산량 및 이용율의 상대적 의존도를 나타내었다(Fig. 1).

특히, 사료 내의 유기물은 주로 탄수화물로서 대부분이 acetic acids(C2), propionic acids(C3), butyric acids(C4), valeric acids(C5), hexanoic acids(C6; caproic) 및 heptanoic acids(C7; caprics)로 발효된다. 장에서의 탄수화물 발효 및 VFA 형성을 간단히 도식화하여 나타내었다(Fig. 2). 미생물

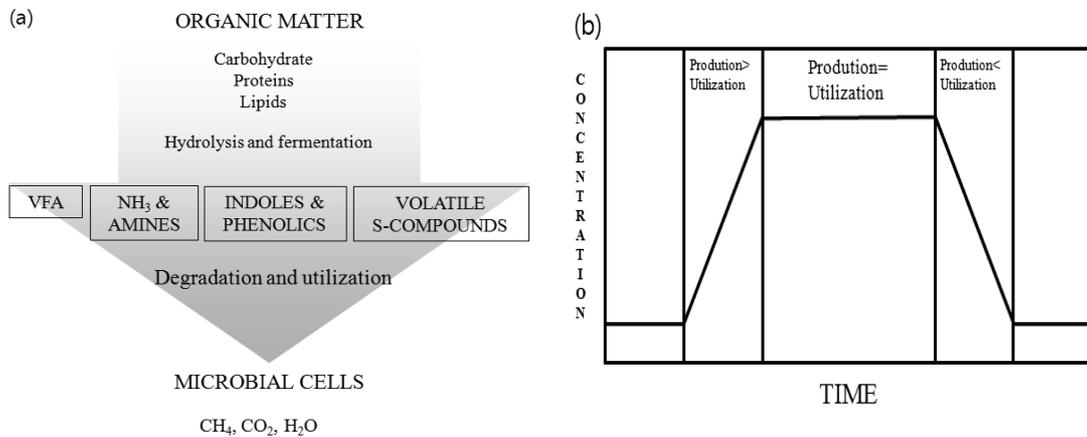


Fig. 1. (a) Production and utilization of odor compounds under anaerobic conditions and (b) Odor concentration is dependent on the relative rates of production and utilization [83].

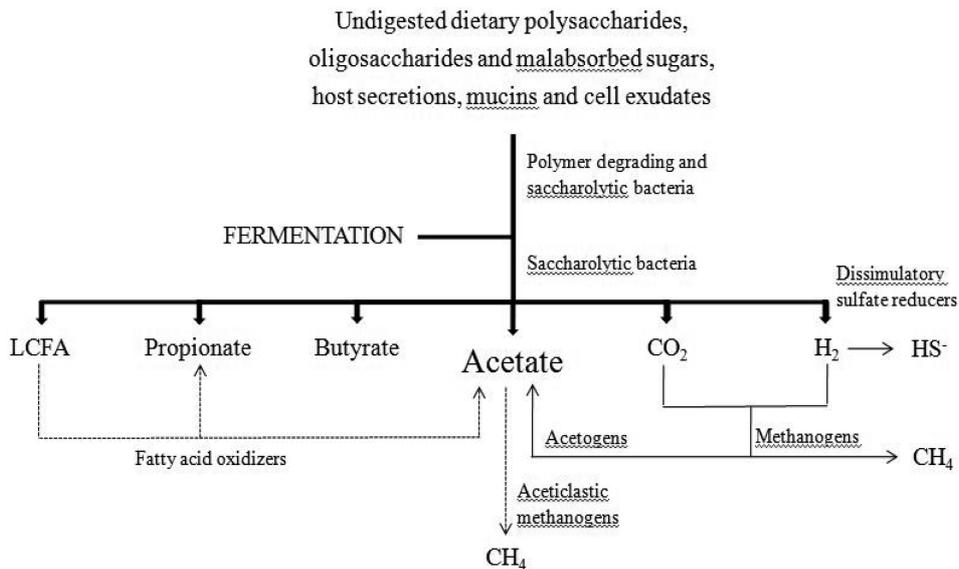


Fig. 2. Simplified scheme showing carbohydrate fermentation and VFA formation in the intestinal tract. *Processes involved in the complete anaerobic degradation of organic matter in stored wastes are marked with broken arrows (.....>) [56].

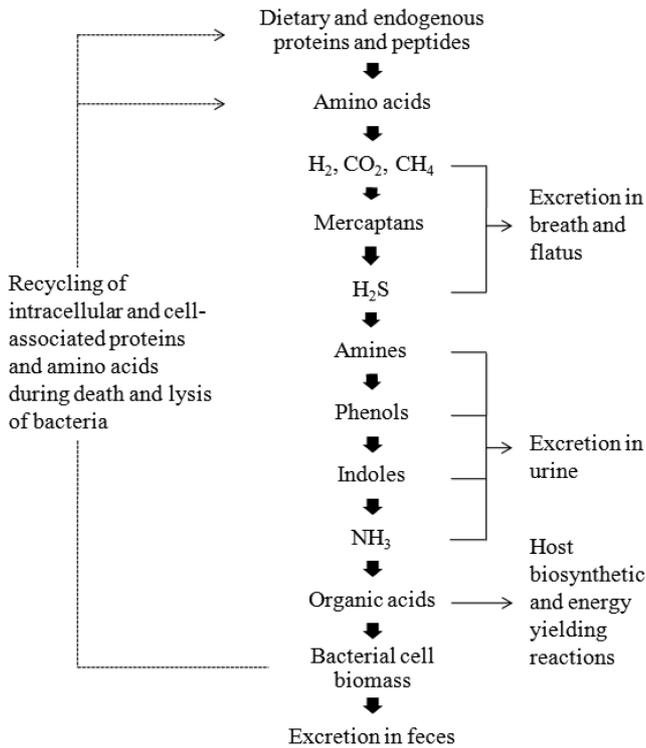


Fig. 3. Overview of dietary and endogenous proteins, and peptides and amino acid fermentation in the intestinal tract [82].

생체량, 발효 가스(CO₂, CH₄) 및 약간의 열은 혐기성 소화도중 생성된다. 또한 휘발성 지방산은 혈액에 흡수되어 장기와 조직에 운반되고, 에너지의 원천으로서 계속해서 대사작용을 하고, CO₂와 CH₄는 호흡과 트림으로 흑위에서 제거된다. CH₄의 손실은 크게 발효에 의해 결정되며, 사료에 있어서 에너지의 5-10%는 이러한 방식으로 손실되고[24], 또한, CH₄은 무취이지만 온실 효과에 크게 영향을 나타낸다고 보고되었다[106].

장관 및 분뇨는 중성(pH 6-7)인 환경이 일반적이는데 아미

노산의 탈아미노반응(demination)이 진행되면, 탈아미노반응은 NH₃ 뿐만 아니라 VFA, CO₂, 및 H₂를 생산한다(Fig. 3).

Fig. 4에서는 분뇨의 주요악취물질인 인돌 및 페놀이 아미노산 물질대사로부터 생산되는 과정을 설명하고 있다. Phenol, *p*-cresol, 4-ethyl phenol 및 수산기를 가진 페놀 대용 지방산은 tyrosine 발효의 주요 생성물이다. 또한, Indole 및 3-methyl indole(skatole)은 tryptophan 물질 대사의 주요한 최종 생산물인 반면, phenyl acetate 및 phenyl propionate는 phenylalanine에서 생성된다고 보고되었다[82].

오줌의 90% 이상이 *p*-cresol로 이루어져 있고, 나머지는 소량의 4-ethyl phenol로 구성되어 있다. 특히, tryptophan 대사산물인 Indole 및 3-methyl indole은 지용성으로 대장으로부터 빠르게 흡수된다. 이렇게 체내에 흡수된 동물성 지방조직에서 skatole의 축적은, boar taint(웅취)에서 중요한 인자로서 관련된다. 또한, 항생제와 같은 식이 성분 및 섬유질 식품은 장 미소생물학을 통하여 간접적으로 skatole 생산에 영향을 미친다.

섭취된 사료가 악취문제의 중요 원인 중 하나인 축산업에서는 발생하는 악취 화합물질을 크게 휘발성지방산, 암모니아와 휘발성 아민, 인돌그룹 및 페놀과 황화합물의 4 그룹으로 구분 할 수 있다. 가축으로부터 질소의 50% 이상이 요소로 배설되기 때문에, 분뇨에 포함되어 있는 질소원을 감소시키기 위해서는 요소가 암모니아로 전환될 때, urease 효소를 억제해야 한다고 보고되었다[83].

분뇨는 또한 도시와 시골 주민 사이에 민원을 유발하는 악취의 근원이며[80], 이러한 발생 오염 물질 및 질소의 배설량을 감소시키기 위해서는 저단백질 사료를 급여하거나, 단백질 소화율을 개선시킬 수 있는 소화효소제나 미생물제제, 효모제, 및 생균제를 이용하여 배설량 및 질소의 배출량을 감소시킨다는 연구 등이 있었으며[9, 98], Sutton 등(1999)[114]과 Shriver 등(2003)[108]은 사료내 단백질 수준을 낮추고, 합성아미노산을 급여함으로써 질소 배설량을 감

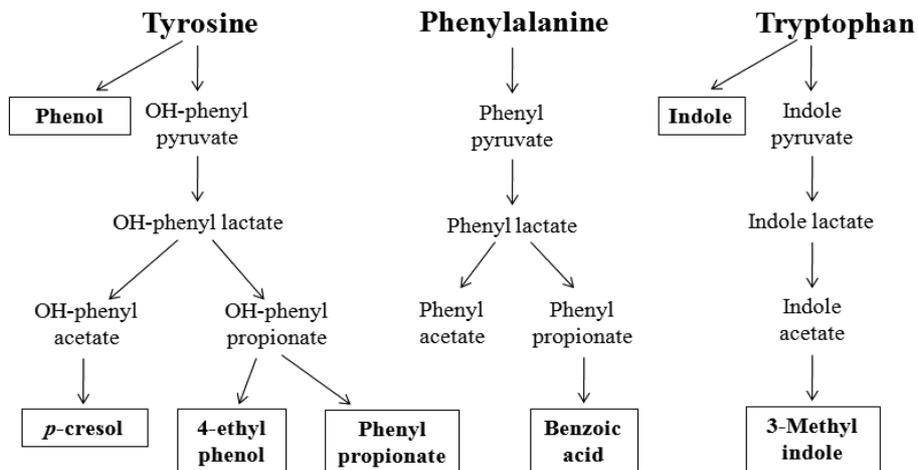


Fig. 4. Metabolic pathways involved in the formation of phenolic and indolic compounds by intestinal anaerobic bacteria [82].

소시켰다고 보고하였다. 이처럼 급이 사료에 대한 많은 연구들이 이루어지고 있으며, 또한, 보조 사료로서의 생균제 급여는 축산업에 있을 뿐만 아니라 환경개선 및 생산성 향상에 많은 영향을 미칠 것이다.

생균제 및 첨가제의 작용 및 종류별 특징

생균제 및 첨가제의 작용

생균제는 항생제적 물질을 배제하고 살아있는 미생물 또는 비항생제적 물질[40]로서 가축에게 급여시 장내 유해 미생물을 감소시키고, 성장을 촉진하며, 소화기관 미생물의 환경을 개선함으로써 사료의 가치를 증진시킬 수 있다고 하였다[61]. 일반적으로 생균제의 작용은 가축 장내 유용미생물의 성장, 사료의 소화 흡수율 향상, 축분발효촉진 연구 등이 보고되었으며[9, 95] 유해가스 발생감소 등으로 냄새와 해충을 저감시켜 줌으로써 가축의 사육환경을 개선할 수 있다고 알려져 있다[63]. 이러한 생균제의 기본 조건으로 산을 생성하는 동시에 산에 잘 견디고, lysozyme 같은 효소에 강해야 하며, 소장에 쉽게 정착할 수 있어야 하고, 동결이나 동결건조에 대해서도 잘 견디며 가축에 대해 무해 무독해야 한다고 하였다[41]. 생균제는 유해한 균의 증식을 억제하거나 유해균 억제물질생산[116], 세균이나 그 대사산물이 NH₃, H₂S, amines, indole 및 phenols 등의 독성물질 생성억제[53], 비타민의 생성 촉진과 소화흡수 촉진[77] 등의 작용을 한다. 또한 유산균의 유기산 분비에 의한 장내 pH 저하 및 병원균의 감소[117], 소화기관의 상피세포에서 병원체와 경쟁적 작용에 의한 병원균 부착 및 서식 방지[23], 유산균 세포벽에 존재하는 peptidoglycan의 작용에 의해 면역계 세포 자극에 의한 항병성 증진효과를 가진다는 보고가 있다. 이 밖에도 돈분뇨의 주요 악취 발생 물질인 NH₃제거를 위한 방법으로는 미생물첨가제 종류에 따라 약 64%까지 제거가 가능하였다고 보고되어 있다[58, 63]. 이처럼 생균제는 악취 제거 뿐만 아니라 먹이를 통해 흡수하게 되면 가축의 소화율을 높여, 1석 2조 효과를 얻을 수 있다. 최근 사료첨가용이나 치료약제로 이용되고 있는 동물용 항생제의 무절제한 사용으로 축산물의 안전성에 큰 문제를 야기하고 있어, 효소제, 생균제, 식물성 생리 활성물질 등이 많은 관심을 받고 연구되고 있는 실정이다.

생균제 및 첨가제의 종류별 특징

생균제의 종류로는 *Lactobacillus* spp[29, 42, 50, 54, 74, 85, 97, 117], *Streptococcus* spp, *Bacillus* spp, *Clostridium* spp, *Bifidobacterium* spp[76, 97], *Enterococcus*[94, 96, 117], *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus*, *Aspergillus oryzae* 등의 균주가 주로 이용되고 있다[21, 27, 39]. 특히 *Lactobacillus*는 숙주에 대한 부착능을 가지며, 병원

성 세균의 장내 부착을 방해하거나 억제하며, bacteriocin 등의 항균 단백질을 생성하여 물리적, 화학적으로 병원균의 성장을 저지시킨다[22]. 뿐만 아니라 유산균은 장내 미생물에 영향을 미치는 여러 종류의 대사산물을 생산하며, 장 내용물의 pH 저하와 Coliforms, *Salmonella* 및 *Clostridium* 등 유해 미생물의 독소 작용을 억제시키는 역할을 한다[120]. 또한 장내에 잔류 시 장내균총을 정상화 시켜 증체율, 생산성 및 사료 이용율을 증진시켜 주며[50], 반추동물에 있어서 probiotic 유산균 균주는 반추위에 발효정상화와 성숙의 실사를 예방하기 위하여 사용되고 있다[119]. 유산균은 탄수화물을 다량 소비하여 유산이 많이 생성되게 하는 균으로 식품이나 사료에서 부패를 막고 맛을 개선하며 사람과 가축의 장내에서 영양분의 흡수 촉진, 변비 개선, 항암 작용, 면역 기능 강화시켜주기 때문에 식품 제조의 스타터나 생균제로 널리 이용된다[105, 109].

효모는 산소와 강한 친화력을 가지는 특성 때문에 장내 용존산소를 흡수함으로써 유익균이 증식되는 것을 돕는다. 특히 효모 배양물은 가축의 장내에서 유익균의 증식을 촉진함으로 유해균의 증식을 억제시켜 질병예방작용(prophylactic mechanism)을 하는 것으로 알려져 있다[101, 104]. 유산균, 바실러스, 효모균, 백년초 등은 천연성분으로서 장기 투여시 독성이나 내성 등의 문제점이 전혀 없다는 장점이 있어 유기농 축산에 기여하는 바가 크다고 하겠다. 유산균 이외에도 다양한 천연활성물질과 마늘, illite, zeolite, bentonite 등의 규산염 광물질, 활성탄, 백년초, 목초액(죽초액) 및 Hub가 다양한 기능을 가진 것으로 알려져 있다.

마늘(*Allium sativum* L.)은 대표적인 백합목 백합과 *Allium* 속에 속하는 다년초로, 대개 지중해와 중앙아시아 연안 지방이 원산지인 것으로 알려져 있으며, 요즘에는 세계 각지에서 재배되고 있다. 마늘은 특유의 향미를 가지고 있어서 식품의 맛을 증진시키는 향신료로서 널리 사용되어 왔으며, 식중독균과 같은 병원성 세균의 증식을 억제하는 항균작용[68, 103], 항암작용[38], 항산화작용[26, 66], 항당뇨작용[57], 항돌연변이원성[64], 혈청콜레스테롤 저하능[111] 및 심장질환 예방[90] 등 여러 가지 생리적 활성이 과학적으로 입증되어 향신료뿐만 아니라 건강보조식품, 의약품으로도 널리 사용되고 있다. 마늘을 이용시 발생하는 마늘순, 쪽정리와 같은 마늘 부산물은 항산화 작용을 하는 폴리페놀을 함유하고 있고, pectin과 같은 섬유소 함량이 높아서 장내 미생물의 성장개선 효과가 있으며, 혈중 콜레스테롤 함량과 간 지방량을 감소시키는 등의 기능이 있어, 가축 사육 시 투여되는 다량의 항생제에 대한 대체 효과가 있는 것으로 보고되고 있다[65]. 또한, 세균, 진균류 및 바이러스 등에 비교적 넓은 항균활성을 나타내며, 유산균보다는 병원성 세균의 증식 억제율[28]이 있다고 보고된 바 있다. 마늘의 세균에 대한 항균력에도 불구하고 마늘 추출물이 첨가된 배지에서 생육 가능한 유산균들은 마늘이 첨가된 사료에 생균제로 함께 첨가해도 사멸하지 않고 생존할 수 있을 것으로 생각되며, 마늘

추출물의 유효성분이 일부 유산균의 성장을 촉진시킨다는 연구 결과도 보고되고 있다[55].

목초액은 목재를 이용하여 숯을 제조할 때 생성되는 연기를 최적 포집 온도인 80-150°C에서 포집한 액체로서 생물체 내의 미생물 bacteria의 생활환경을 조성하고 세포의 기능을 활성화시켜 소화·흡수를 촉진시킴으로서 정장효과를 가져온다고 알려져있다[20].

또한 돼지는 무기태 광물질을 필요로 하는데, 이들 광물 질들 중 셀레늄은 지방 과산화물의 독성을 제거하고, 과산화물에 의한 세포의 손상을 막는 glutathione peroxidase의 구성 성분의 생리활성에 중요한 무기물이며[48], 번식능력 및 포유자돈, 이유자돈의 스트레스 예방에 영향을 미친다고 보고되었다[79, 84].

Hub와 Ravenda가 함유된 식물성 천연향료는 돈사 내 악취 억제제로서의 역할 뿐 아니라, 황 계열 악취 원인 물질을 생성하는 분뇨 내 토착 미생물들의 활성 억제제로서의 역할도 하는 것으로 보고되었다[118].

생균제의 가축 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 미치는 영향

일반적으로 미생물제제를 사료에 첨가 급여할 경우, 영양소 소화율이 향상되는 것은 미생물제제가 장관내의 pH를 낮추어 유해균의 생성을 억제시키고 유익균의 안정적인 정착을 도와 사료의 기호성을 증진시킬 뿐만 아니라 장관내의 유용한 효소가 생성되는 영양소 소화율을 개선시키는 것으로 알려져 있다[117]. 노 등(1995)[8]과 전 등(1996)[18]은 생균제 급여시 육성비육돈의 사료섭취량에는 차이가 없었으나 증체량과 사료요구율에는 유의적인 개선효과가 있었다고 하였다. 김 등(2001)[4]이 발효사료 1.0%를 첨가한 경우 비육돈의 일당증체량과 사료요구율을 개선한다고 하였다. 한편 양 등(1998)[15]은 시판중인 몇 가지 생균첨가제를 육성비육돈에 급여하였을 경우, 증체량이 향상되고, 시판 생균제, 효소제, 효모 및 항생제를 이용하여 이유자돈에서 비육시까지 급여한 결과 증체량과 사료효율이 뚜렷이 개선되었는데, 특히 생균제의 급여효과가 가장 우수하였다고 보고하였다. Kim 등(2001(b))[67]은 육성·비육돈(YLxD)에 *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces lactics*, *Streptomyces albus* 및 *Rhodopseudomonas palustris* 등의 복합 생균제를 사료에 0.5~1.0% 첨가하여 급여 시 일당 증체량과 사료요구율이 향상되었으며, 이는 생균제 내의 *Lactobacillus faecium* 균주에 의한 lysine 분비작용으로 육성돈의 발육을 개선시킨 결과로 판단된다고 하였다[92]. 또한, 시판 생균제, 효소제, 효모제 및 항생제를 이유자돈·비육시까지 급여한 결과 증체량과 사료효율이 뚜렷이 개선되었고, 특히 생균제의 급여효과가 가장 우수하다고 보고하여 생균제제의 성장촉진제로서의 효능을 입증한 바 있다[123]. Kim과 Kim (2007)[69]은 복합

생균제에 *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus casei*, *Candida utilis*, *Mucor hiemalis*, *Streptomyces albus*, *Rhodopseudomonas palustris* 및 *Rhodopseudomonas sphaeroides* 등의 균주가 혼합되어 있어 lipase, protease, amylase 및 cellulase 등의 효소가 다량 생산되어 난분해성 섬유소의 분해, 비타민 B군의 공급 및 UGF(Unknown Growth Factor)의 공급원으로서 증체량의 향상 및 사료요구율이 개선된다고 하였다. 이러한 생균제의 첨가는 미생물 균총이 장관내서 안정적으로 정착되어 장관 내 유익균의 발육증식과 영양소의 흡수에 최적의 조건이 조성되었기 때문이라 하였다. 육성·비육돈 사료에 illite를 1.5% 첨가함으로써 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율이 개선되어 가축의 생산성 향상을 위한 효과가 있었다고 보고하였다[45]. 또한 시판되고 있는 사료 첨가용 생균제(Biopro, Ataphon-0, YC-2000 및 Photoplus)를 육성·비육돈에 급여할 경우 증체량이 향상되었으며[122], 시판 생균제, 효소제, 효모 및 항생제를 이유자돈부터 비육 시까지 급여한 결과 증체량과 사료효율이 뚜렷이 개선되었고, 특히, 생균제의 급여 효과가 가장 우수[16]하다고 보고하여 생균제제의 성장촉진제로서의 가능성이 입증된 바 있다. 백년초를 함유한 복합 생균제를 비육돈에 급여 시 체중 증가 및 사료효율 향상뿐만 아니라 NH₃ 및 H₂S 가스의 발생을 감소시킴으로써 사육환경 개선효과가 있었다고 하였다[102]. Illite는 zeolite, bentonite 등과 같이 대표적인 규산염 광물질로서 주로 탈취제, 이온교환제 및 토양개량제로 사용되고 있다. 이러한 규산염광물질을 육성·비육돈에 1.5% 첨가 급여할 경우 유해가스가 감소되고 연변방지효과가 있으며, 일당 증체량, 사료요구율 및 A등급 출현율이 향상된다고 보고되었다[45]. 이와 같은 효과는 소화율이 향상되고 정장작용에 의해 건강상태가 개선됨으로서 질병 발생율과 폐사율이 감소되기 때문이다[51, 89].

반면에 Hale와 Newton(1979)[47]은 *Lactobacillus* spp. 균주 발효 생성물을 돼지에게 급여하였을 때, 파리의 발생율은 감소되지만 질소축적율과 소화율 및 증체량의 개선효과는 없었다는 보고를 하였는데, 김 등(1997)[3]도 시판되는 효소, 효모 및 생균제를 육성·비육돈에 급여한 결과 증체량과 사료요구율의 개선효과는 없었다는 상반된 보고를 하였는데 이는 첨가되는 균주의 종류와 첨가방법의 차이에 따른 결과로 판단되어진다[60].

생균제의 도체중, 도체율, 등지방무게 및 도체등급에 미치는 영향

생균제 급여가 가축의 생체무게에 대한 도체 무게의 비율인 도체율의 개선효과에 미치는 영향을 알아보았다. 비육돈의 사료에 생균제[3, 16], 항생제, 복합설파제, 유산동 및 효소제가 함유된 생균제[9]를 첨가할 경우 도체율의 개선효과가 없다는 보고가 있었다. 그러나 양 등(1998)[15]은 시판되

는 사료 첨가용 생균제(Biopro, Ataphon-0, YC-2000 및 Photo-plus)를 육성·비육돈에 급여할 경우 대조구에 비하여 도체중량과 도체율은 향상되고 등지방 두께는 두꺼워졌다고 보고하였다. 반면에 Newman 등(1980)[91]은 효소제인 bacteria distase를 0.2% 첨가함으로써 도체율에는 효과가 없었으나 등지방 두께에서는 개선효과를 보았다고 하였다. 이와 같이 생균제 급여 효과가 일치하지 않는 것은 주로 미생물의 부정확한 배양 방법[43]과 첨가되는 균주의 종류와 첨가방법[60] 및 환경에 의한 스트레스요인[123] 등이 크게 작용한 것으로 생각되며, 복합생균제의 첨가에 대한 보다 구체적인 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

육성·비육돈에 대한 활성탄과 목초액을 첨가하여 시험한 보고는 미진한 상태이다. 도체특성을 결정하는 주요 요인의 50% 이상은 유전력에 의존하며, 유전요인에 따라 glycongen 함량이 다르고 도축 전 스트레스 반응에 따라라도 육질이 달라질 수 있다[107].

생균제의 식육 지방산 조성에 미치는 영향

지방산의 조성은 식육의 품질을 크게 좌우하는데 그 이유는 지방산의 조성에 따라 지방의 경도나 응집성에 차이가 나고, 불포화 지방산과 포화지방산의 비율에 따라 저장성에 영향을 받기 때문이다[121]. 일반적으로 포화지방산 함량이 높은 식육은 지방의 산화안정성 및 육색 안전성이 좋은 것으로 보고되고 있다[35]. 그러나 인체 건강과 관련하여 동맥경화증, 고혈압 등과 같은 심혈관계 질환을 예방하기 위해서는 건강에 유익한 필수지방산과 불포화지방산 비율이 높고, 포화지방산 비율이 낮아야 한다고 보고된 바 있다[31, 32, 36]. 일반적으로 단위동물의 경우, 근육 내 지방 함량 및 지방산 조성은 급여되는 사료를 통해 변화될 수 있다고 보고된 바 있다[78, 86].

축초액을 급여한 연구에서 콜레스테롤 전구물질이며 포화 지방산에서 가장 높은 비율을 차지하는 palmitic acid는 대조구에 비해 감소하는 경향이었고, 풍미와 향에 영향을 주며 불포화 지방산에서 가장 높은 비율을 차지하는 oleic acid는 대조구에 비해 유의적으로 증가함을 보고하였다. 또한, 돼지고기의 저장 중 전단가의 변화에서 2~4% 첨가한 급여구에서 대조구에 비해 낮은 전단가를 보였으며 연도개선 효과를 나타내었다[76]. 또한, 근육 단백질소 화합물의 증가에 의해 전단력이 감소되는 것으로 보고되었다[37].

일반성분 및 콜레스테롤 함량

생균제가 돈육의 일반성분 및 콜레스테롤 함량에 미치는 영향을 알아보는 많은 연구가 있었다. 생균제를 급여한 돈육의 일반성분 분석에 대한 선행연구에서도 유의적인 차이가 없었으며[61, 70, 71], 셀레늄 급여를 통한 일반성분 변

화에 대한 연구에서도 일반성분의 유의적인 변화가 없었다고 보고하였다[102, 103]. 한편, Hah 등(2005)[46]은 생균제 급여시 돈육의 수분함량이 높고, 콜레스테롤 함량이 유의적으로 낮았다고 보고하였다. 반면, Kim 등(2008)[72]은 복합생균제 급여시 돈육의 수분은 낮았다는 상반된 보고를 하였다. 활성탄을 급여한 Moon 등(2002)[88]의 실험에선 돼지에서 불포화지방산 함량이 증가함을 보고 하였다. 돈육의 지방함량 조성 중 포화지방산에는 palmitic acid, 불포화지방산에는 oleic acid 함량이 가장 높으며[52] 식육내 oleic acid 함량이 높으면 식육의 맛을 좋게 하고[81] 관능평가에서 높은 점수를 얻는다고[34] 보고 된 바 있다.

요 약

동물은 고기, 우유, 및 달걀과 같은 중요한 산물을 생산한다. 현대사회의 도시화과정 및 고도 성장은 보다 많은 동물성 산물을 요구하고 작은 농장에서 밀집화된 사육이 이루어지게 되는 원인이 되었다. 결과적으로 가축 분뇨생산량이 증가되었으며, 그에 따른 악취문제도 필연적인 결과로 나타났다. 분뇨로 인한 악취문제를 해결하지 못할 경우 축산업의 지속적인 발전과 환경개선을 이루는 큰 장애가 될 것이다. 축산환경으로 생산되는 악취는 휘발성지방산, 암모니아와 휘발성아민, 인돌과 페놀, 그리고 황화합물 네 종류로 분류된다. 질소성분의 절반이상은 노로 배설되기 때문에 동물을 사육하는 과정에서 저단백 사료와 합성아미노산을 급여시키고, 소화효소나 미생물제제 혹은 생균제를 사료에 첨가시켜줄 경우 질소원의 배출량을 감소시켜줄 수 있는 중요한 방법이 될 것이다. 따라서, 축산환경의 개선과 축산분야의 생산성을 향상시켜주기 위하여 사료 및 보조사료를 급여하는 다양한 시도가 진행되고 있다.

Acknowledgement

This work was supported by a grant (20110401-302-552-001-05-00) from the Agenda program of Rural Development Administration (rda), for which the authors are grateful.

REFERENCES

1. 가축동향조사. 2010. 통계청 사회통계국 농어업통계과.
2. 김경수, 이준훈, 신명수, 조미선, 김영필, 조성구, 강연중. 2005. Astaxanthin을 생성하는 *Phaffiarhodomyces*를 포함한 미생물제제의 급여가 오리의 성장과 육질에 미치는 영향. 가금학회지. 32(2): 73-80.
3. 김문철, 정창조, 송대곤, 김영봉. 1997. 사료첨가제가 육성 비육돈의 성장 및 체조성에 미치는 영향. 한국축산학회지. 41: 231-238.

4. 김재황, 김창현, 고영두. 2001. 사료내 발효사료 첨가가 비육돈의 생산성 및 분중 암모니아 발생량에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지*. **43**(2): 193.
5. 김종원, 김종적, 성기승, 강석남. 2003. 키토산 발효사료의 첨가가 비육돈의 도체특성 및 육질에 미치는 영향. *동물자원지*. **45**(3): 463-472.
6. 공창수, 주원석, 김동용, 임종선, 윤민성, 김유용. 2004. 규산염 광물질로 정수된 급이수 및 사료내 규산염광물질 첨가제의 급여가 돼지의 성장능력 및 돈육의 품질에 미치는 영향. *동물자원지*. **46**(5): 743-752.
7. 권오석, 김인호, 홍종욱, 이상환, 정연권, 민병준, 이원백, 손경승. 2003. 이유자돈, 육성돈 및 비육돈에 있어 게르마늄흑운모의 급여 효과. *동물자원지*. **45**(3): 355-368.
8. 노선호, 문홍길, 한인규, 신인수. 1995. 사료내 성장촉진제가 돼지의 성장에 미치는 영향. *한국축산학회지*. **37**: 66.
9. 민태선, 한인규, 정일병, 김인배. 1992. 사료내 항생제, 복합설파제, 유산동, 복합효소제, 생균제의 첨가가 돼지의 성장능력 및 도체특성에 미치는 효과. *한국영양사료학회지*. **16**(5): 265-272.
10. 홍종욱, 김인호, 강종욱, 홍의철, 이상환, 권오석, 한영중. 2001. 사료내 비타민 E의 추가급여가 돈육질에 미치는 영향. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**(4): 344-348.
11. 이재룡, 허선진, 강근호, 주선태, 박구부. 2001. 키토산 급여가 돈육의 pH, 전단력, 수분함량 및 육색에 미치는 영향. *J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**(3): 200-207.
12. 이정일, 최진성, 박종대, 박준철, 김영화, 문홍길, 주선태, 박구부. 2001. Conjugated Linoleic Acid(CLA) 급여가 돈육 품질에 미치는 효과. *동물자원지*. **43**(5): 735-746.
13. 이정일, 하여주, 광석준, 이종동, 김도환, 강근호, 허선진, 박구부. 2003. Conjugated Linoleic Acid(CLA) 급여수준과 급여기간이 돈육의 조직감과 지방산 조성에 미치는 영향. *동물자원지*. **45**(6): 1047-1060.
14. 유영모, 안종남, 조수현, 박범영, 이종문, 김용곤, 박형기. 2002. 인삼 부산물 급여 돼지의 도체 및 육질 특성. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **22**(4): 337-342.
15. 양승주, 현재석, 양창범, 고석민, 최홍훈. 1998. 육성비육돈에 대한 사료첨가제 급여시험: 생균제의 첨가가 육성비육돈의 성장과 육질에 미치는 영향. *한국축산학회지*. **40**: 21-30.
16. 양창범, 정선부, 고서봉, 이종언, 김지훈, 조원탁, 한인규. 1997. 기능성 물질이 자돈, 육성돈 및 비육돈의 성장과 오염물질 배설량에 미치는 영향. *한국 영양사료학회지*. **21**, 315-321.
17. 조성구, 김경수, 이석천. 2005. 생봉독 처리가 돼지의 생산성에 미치는 효과. *동물자원지*. **47**(2): 293-304.
18. 전병수, 광정훈, 유용희, 차장욱, 박홍석. 1996. 효소, 생균 및 유카제의 첨가가 돼지의 성장과 분 악취 발생성분에 미치는 영향. *한국축산학회지*. **38**(1): 52.
19. 추교문, 안병홍. 2004. 비타민 C 및 비타민 E 급여가 한우 거세유의 도체등급과 지방산 조성에 미치는 영향. *동물자원지*. **46**(3): 387-396.
20. 谷田貝光克. 1998. 木酢液の特性と其の利用. *Res. Natural Resources* **1**, 71-77.
21. Abdulrahim, S. M., Haddadin, S. Y., Hashlamoun, E. A., and Robinxon. R. K. 1996. The influence of Lactobacillus acidophilus and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk. *British Poultry Science, Edinburgh*. **37**: 341-346.
22. Barefoot, S. F., and Klaenhammer, T. B. 1983. Detection and activity of lactacin B, a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.*, **45** (6): 1808-15.
23. Berg, R. D. 1980. Mechanisms confining indigenous bacteria to the gastrointestinal tract. *Am. J. Clin. Nutr.* **33**: 2472-2484.
24. Bryant, M. P. 1979. Microbial methane production-theoretical aspects. *J. Anim. Sci.* **48**: 193-201.
25. Buckley, D. J., Morrissey, P. A., and Gray, J. I. 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J. Anim. Sci.* **71**: 3122-3130.
26. Carmia, B. 2001. Recent advances on the nutritional effects associated with the use of garlic as a supplement. Antioxidant health effects of aged garlic extract. *J. Nutr.* **131**: 1010S-115S.
27. Chiang, S. H., and Hsieh, W. M. 1995. Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.* **8**: 159-162.
28. Chung, K. S., Kang, S.Y., and Kim, J. Y. 2003(a). The antibacterial activity of garlic juice against pathogenic bacteria and lactic acid bacteria. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **31**: 32-35.
29. Conway, P. L., Gorbach, S. L., and Goldin, B. R. 1987. Survival of lactic acid bacteria in the human stomach and adhesion to intestinal cells. *J. Dairy Sci.* **70**, 1-12.
30. Curtis, S. E. 1993. Environmental Management in Animal Agriculture. Iowa State University Press, Ames.
31. Decker, E. A., and Shantha, N. C. 1994. Concentrations of the anticarcinogen, conjugated linoleic acid in beef. *Meat Focus Int.* **3**, 61-69.
32. Department of Health. 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects No. 46. London: Her Majesty's Stationery Office.
33. Dixon, B. 2000. Antibiotics as growth promoters : Risks and alternatives. *ASM-News.* **66**: 264-265.
34. Dryden, F. D. and Marchello, J. A. 1970. Influence of three bovine muscle. *J. Anim. Sci.* **31**: 36-41.
35. Du, M., Ahn, D. U., and Sell, J. L. 2000. Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) and linoleic/linolenic acid ration on polyunsaturated fatty acid status in laying hens. *Poultry Sci.* **79**: 1749-1756.
36. Engler, N. M., Karanian, J. W., and Salem, J. M. 1991. Influence of dietary polyunsaturated fatty acids on aortic and plate fatty acid composition in the rat. *Nutr. Res.* **11**: 753-762.
37. Field, R. A., and Chang, Y. O. 1969. Free amino acids in bovine muscle and their relationship to tenderness. *J. Food Sci.* **34**: 329-335.
38. Fleischaer, A. T., and Arab, L. 1996. Garlic and cancer: a critical review of the epidemiologic literature. *J. Nutr.* **131**: 1032S-1040S.

39. Fuller, R. 1977. The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balance in crop. *Br. Poult. Sci.* **18**: 85-94.
40. Fuller, R., and Cole, C. B. 1989. The scientific basis of the pro-biotics concept. In: Probiotics-theory and applications. Stark, B. A. and Wilkinson, J. M. (eds), pp. 1-14.
41. Gilliland, S. E. 1979. Beneficial interrelationships between certain microorganism and humanism: Candidate microorganism for use as dietary adjuncts. *J. Food Prot.* **42**: 164-167.
42. Gilliland, S. E., Staley, T. E., and Bush, L. T. 1984. Importance of bile tolerance of *Lactobacillus acidophilus* used as a dietary adjunct. *J. Dairy Sci.* **67**: 3045-3049.
43. Gilliland, S. E. 1987. Influence of bile tolerance in Lactobacilli used dietary adjunct. In Biotechnology in the Feed Industry ed. Lyons, T. P. Kentucky, USA: Alltech Feed Co. pp. 149-155.
44. Guest, G. B. 1976. Status of FDA's program on the use of antibiotics in animal feeds. *J. Anim. Sci.* **42**: 1052.
45. Ha, H. M., Kim, J. H., Kim, S. C., Kim, K. M., and Ko, Y. D. 2001. Effect of the dietary supplementation of illite on the growing and finishing pigs. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **43**: 663-670.
46. Hah, K. H., Lee, C. W., Jin, S. K., Kim, I. S., Song, Y. M., Hur, S. J. Kim, H. Y., Lyou, H. J., and Ha J. H. 2005. Effect of feeding probiotics on physico-chemical properties and sensory evaluation of pork. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **25**: 295-303.
47. Hale, O. M. and Newton, G. L. 1979. Effect of a nonviable lactobacillus species fermentation product on performance of pigs. *J. Anim. Sci.* **48**: 770-775.
48. Hakkarainen, J., Lindberg, P., Bengtsson, G., Jonsson, L., and Lannek, N. 1978. Requirement for selenium (as selenite) and vitamin E (as alphatocopherol) in weaned pigs. III. The effect on the development of the VESD syndrome of varying selenium levels with a low-tocopherol diet. *J. Anim. Sci.* **46**: 1001-1012.
49. Harms, R. H. and Damron, R. H. 1973. The influence of various dietary follers on the utilization of energy by poultry. *Poult. Sci.* **52**: 2034-2041.
50. Havenaar, R., Brink, B. T., and Veld, J. H. 1992. Selection of strains for probiotic use. In "Probiotics" : The scientific basis, Fuller, R.(ed.), Chapman & Hall, New York, pp. 209-224.
51. Hays, V. W. 1976. The role of antibiotics in efficient livestock production. International Symposium on Nutrition and Drug Interrelations. Nutrition Science Council. Iowa State University. Ames. August.
52. Hildith, T. P., Jones, E. C., and Rhead, A. J. 1984. The body fats of the han. *J. Biochem.* **28**: 786-792.
53. Hill, I. R., Kenworthy, R., and Porter, P. 1970. Studies of the effect of dietary lactobacilli on intestinal and urinary amines in pigs in relation to weaning and postweaning diarrhea. *Res Vet Sci* **11**: 320-326.
54. Hong, S., Kim, W. J., Cha, S., and Lee, B. H. 1996. Growth of *Lactobacillus acidophilus* in whey-based medium and preparation of cell concentrate for production of probiotics. *J. Microbiol. Biotechnol.* **6**: 128-134.
55. Hong, S. H. 2005. Partial purification of lactic acid bacteria growth factor form *Allium sativum* extract and the activation effect on murine immune cells. MS thesis. Seoul National University, Seoul, Korea.
56. Hudson, M. J., and P. D. Marsh. 1995. Carbohydrate metabolism in the colon. En: G. R. Gibson and G. T. Macfarlane (Ed.) Human Colonic Bacteria. pp. 61-73. CRC Press, New York.
57. Jain, R. C. and Vyas, C. R. 1975. Garlic in alloxan - induced diabetic rabbits. *American Journal of Clinical Nutrition* **28**: 684-685.
58. Jang, Y. K. Song, K. P., Kim, H. J., and Yoo, Y. H. 2004. AN Investigation on the Odor Characteristics of Livestock Facilities. *Environmental Impact Assessment* **13**(1): 33-40.
59. Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N., and Jalaludin, S. 1996. Influence of dried *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus* cultures on intestinal microflora and performance in broilers. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.* **9**: 397-403.
60. Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N., and Jalaludin, S. 1998. Growth performance, intestinal microbial population, and serum cholesterol of broilers fed diets containing *Lactobacillus* cultures. *Poult. Sci.* **77**: 1259-1265.
61. Jin, S. K., Kim, I. S., Song, Y. M., Ha, J. H., Park, K. H., Lee, J. I., Lee, J. R., and Lee, C. W. 2006(a). Effects of feeding probiotics on quality properties of pork. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**: 49-57.
62. Jukes, T. H. 1972. Antibiotics in animal feeds and animal production. *Bioscience* **22**: 526.
63. Kang, K. H., Kim, S. K. Hu, C. G., and Lee, M. G. 2006. The Effect of Reduction of Contaminants and Odor according to the Additives in the Anaerobic Maturation Process of Piggery Slurry. *Journal of the Environmental Sciences* **15**(2): 169-175.
64. Kim, S. H., Kim, J. O., Lee, S. H., Park, K. Y., Park, H. J., and Chung, H. Y. 1991. Antimutagenic compounds identified from the chloroform fraction of garlic (*Allium sativum*). *J. Korean Soc. Food Nutr.* **20**: 253-259.
65. Kim, M. H. 1996. The functional properties of garlic (*Allium staviu*m L.) shoots as a food material. MS thesis. Kyungpook National University, Taegu Korea.
66. Kim, S. M., Kubota, K., and Kobayashi, A. 1997. Antioxidative activity of sulfur-containing flavor compounds in garlic. *Biosci. Biotech. Biochem.* **61**: 1482-1485.
67. Kim, Y. J. and Park, C. I. 2001(b). Effects of addition of activated carbon on productivity and physico-chemical characteristics in broilers. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**: 24-31.
68. Kim, J. Y., Lee, Y. C., and Kim, K. S. 2002. Effect of heat treatments on the antimicrobial activities of garlic (*Allium sativum*). *J. Microbiol. Biotechnol.* **12**: 331-335.
69. Kim, H. Y. and Kim, Y. Y. 2007. Effect of the Feeding Probiotics on the Performance and Meat Quality Characteristics of the Finishing Pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*

- 27(1): 73-79.
70. Kim, H. Y., Kim, Y. J., and Park, G. B. 2007(a). The effect of feeding probiotics, illite, active carbon and hardwood vinegar on the performance and fatty acid composition of finished pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**: 60-66.
 71. Kim, H. Y., Kim, Y. J., and Park, G. B. 2007(b). Effect of probiotic supplementation on the performance and quality characteristics of meat from finishing pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**: 53-59.
 72. Kim, K. S., Lim, J. C., Shin, M. S., Choi, Y. I., Lee, S. C., and Cho, S. K. 2008. Effect of dietary combined probiotics (Any-Lac, R) supplementation contained with *Phaffiarhodozyma* on the growth performances and meat quality of pigs. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **50**: 656-666.
 73. Kiser, J. S. 1976. A perspective on the use of antibiotics in animal feeds. *J. Anim. Sci.* **42**: 1058.
 74. Klaver, F. A. M., and van der Meer, R. 1993. The assumed assimilation of cholesterol by *Lactobacillus* and *Bifidobacterium bifidum* is due to their bile salt deconjugation activity. *Appl. Environ. Microbiol.* **59**: 1120-1124.
 75. Kondo, N. and Wagai, B. 1968. Experimental use of clinoptilolite-trff as dietary supplements for pig. *Yonokai*, May. 1-4.
 76. Kook, K., and Kim, K. H. 2003. Changes in meat quality characteristics on refrigerated pork loin fed with supplemental bamboo vinegar. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **45**: 265-272
 77. Langston, C. W. and Bouma, C. 1960. A study of the microorganisms grass silage: The lactobacilli. *Appl. Microbiol.* **8**: 223-234.
 78. Larick, D. K., Turner, B. E., Schoenherr, W. D., Coffey, M. T., and Pilkington, D. H. 1992. Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *J. Anim. Sci.* **70**: 1397-1403.
 79. Lillie, R. J., and Frobish, L. T. 1978. Effect of copper and iron supplements on performance and hematology of confined sows and their progeny through four reproductive cycles. *J. Anim. Sci.* **46**: 678-682.
 80. Lowe, P. D. 1995. Social issues and animal wastes: A European perspective. In: *Proceedings of International Livestock Odor Conference*. pp. 168-171. Iowa State Univ. College of Agric., Ames.
 81. Lunt, D. K., and Smith, S. B. 1991. Wagyu beefs holds profit potential for U.S. *feed lot. Feedstuffs* **19**: 18-22.
 82. Macfarlane, J., and Macfarlane, G. T. 1995. Proteolysis and amino acid fermentation. In: G. R. Gibson and G. T. Macfarlane (Ed.) *Human Colonic Bacteria*. pp 75-100. CRC Press, New York.
 83. Mackie, R. T., Stroot, P. G., and Barel, V. H. 1998. Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. *Journal of Animal Science.* **76**: 1331-1342.
 84. Mahan, D. C., Moxon, A. L., and Cline, J. H. 1975. Efficacy of supplemental selenium in reproductive diets on sow and progeny serum and tissue selenium values. *J. Anim. Sci.* **40**: 624-629.
 85. McDonald, L. C., Flemming, H. P., and Hassan, H. M. 1990. Acid tolerance of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum*. *Appl. Environ. Microbiol.* **56**: 2120-2128.
 86. Miller, M. F., Shackelford, S. D., Hayden, K. D., and Reagan, J. D. 1990. Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. *J. Anim. Sci.* **68**: 1624-1631.
 87. Mitsubashi, S., K. Harada., and M. Kameda. 1961. On the drug resistance of enteric bacteria. 6. Spontaneous and artificial elimination of transferable drug resistance factors. *Japan J. Microbiol.* **31**: 119.
 88. Moon, S. S., Shin, C. W., Kang, G. H., Joo, S. T., and Park, G. B. 2002. Effects of dietary activated carbon on physicochemical characteristics and fatty acid composition of pork. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **22**: 145-150.
 89. Mumpton, F. A., and Fishman, P. H. 1977. The application of natural zeolites in animal science. *J. Anim. Sci.* **45**: 1188-1203.
 90. Neil, H., and Sigali, C. 1994. Garlic, its cardioprotective properties. *Curr. Top. Lipidol.* **5**: 6-10.
 91. Newman, C. W., Eslick, R. F., Peoer, J. W., and EL-Negoumy, A. M. 1980. Performance of pigs fed hullless and covered barley supplementes with or without a bacterial distase. *Nutr. Rep. Int.* **22**: 833-841.
 92. Newman, C. W., Sands, D. C., Megeed, M. E., and Newman, R. K. 1988. Replacement of soybean meal in swine diets with L-lysine and *Lactobacillus fermentum*. *Nutr. Rep. Int.* **37**: 347-352.
 93. O'Neill, D. H., and Phillips, V. R. 1992. A review of the control of odour nuisance from livestock building: Part 3, Properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them. *J. Agric. Eng. Res.* **53**: 23-50.
 94. Park, S. Y., Ko, Y. T., Jeong, H. K., Yang, J. O., Chung, H. S., Kim, Y. B., and Ji, G. E. 1996(a). Effect of various lactic acid bacteria on the serum cholesterol levels in rats and resistance to acid, bile and antibiotics. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **24**: 304-310.
 95. Park, H. R., Han, I. K., Kim, J. W., and Heo, K. N. 1994. Effects of dietary yeast culture products on the performance of broiler and Yeast colony in intestinal tracks. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* **18**(5): 346.
 96. Park, C. J., Pyeon, J. S., Cho, Y. K., Hong, S. S., and Lee, H. S. 1996(b). Characteristics of *Enterococcus* sp. isolated from animal intestine and its powder. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **24**: 393-398.
 97. Park, H. K., Lee, S. H., and Uhm, T. B. 1998. Selection of microorganisms for probiotics and their characterization. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**: 433-440.
 98. Park, J. C., Kim, I. S., Kwon, S. K., Noh, J. M., Lee, S. M., Park, J. P., Lee, W. K., and Ryu, S. R. 2000. Prevalence of anti-biotic-resistant strains among bacteria isolated from

- bovine mastitis, swine diarrhea, and swine pneumonia. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **28**: 189-194.
99. Park, B. Y., Kim, J. H., Hwang, I. H., Hah, K. H., Lee, S. H., Cho, S. H., Kim, D. H., Lee, M. H., and Kim, W. Y. 2005(b). Effects of feeding period of organic selenium supplementation on meat quality of Hanwoo steers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **25**: 430-435.
 100. Park, B. Y., Cho, S. H., Seong, P. N., Hah, K. H., Lee, S. H., Hwang, I. H., Kim, D. H., Kim, W. Y., Lee, J. M., and Ahn, J. N. 2006. Effect of selenium sources on meat quality of Hanwoo steers. *J. Anim. Sci. Technol. (Kor.)* **47**: 277-281.
 101. Piva, G., Belladonna, S., Fusconi, G., and Sicbaldi, F. 1993. Effect of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components and manufacturing properties. *J. Dairy Sci.* **76**: 2717-2723.
 102. Ra, J. C., Han, H. J., and Song, J. E. 2004. Effect of probiotics on production and improvement of environment in pigs and broiler. *Kor. J. Vet. Publ. Health* **28**: 157-167.
 103. Rees, L. P., Minney, S. F., Plummer, N. T., Slater, J. H., and Skyrme, D. A. 1993. A quantitative assessment of the antimicrobial activity of garlic (*Allium sativum*). *World J. Microbiol. Biotechnol.* **9**: 303-307.
 104. Rose, A. H. 1980. recent research on industrially important strains of *Saccharomyces cerevisiae*. In: *Biology and Activities of Yeast*. Skinner, F. A., Rassmore, S. M., and Daven, R. R.(eds.), The Society for Applied Bacteriology Symposium Series. Academic Press, London, Vol. 9, pp. 103.
 105. Sanders, M. E. 2000. Considerations for use of probiotic bacteria to modulate human health. *J. Nutr.* **130**: 384S-390S.
 106. Schulte, D. D. 1997. Critical parameters for emissions. In: J.A.M. Voermans and G. J. Monteny (Ed.) *Proc. Ammonia and Odour Emissions from Animal Production Facilities*. pp 23-34. NVTL Publishing, Rosmalen, The Netherlands.
 107. Sellier, P. 1987. Cross-breeding and meat quality in pigs. In *evaluation and control of meat quality in pigs*. Eikilenboom, P. V. and Monin, G. (eds.), Dordecht. The Netherlands. pp. 329-342.
 108. Shriver, J. A., Carter, S. D., Sutton, A. L., Richert, B. T., Senne, B. W., and Pettery, L. A. 2003. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* **81**: 492-502.
 109. Simpson, K. L., Pettersson, B., and APriest, F. G. 2001. Characterization of lactobacilli from Scotch malt whisky distilleries and description of *Lactobacillus ferintoshensis* sp. nov., a new species isolated from malt whisky fermentations. *Microbiol.* **147**: 1007-1016.
 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. *Korean J. Anim. Sci. & Technol.* **43**(5): 721-726.
 111. Slowing, K., Ganado, P., Sanz, M., Ruiz, E., and Tejerima, T. 2001. Study of garlic extracts and fractions on cholesterol plasma levels and vascular reactivity in cholesterol-fed rats. *J. Nutr.* **131**: 219-225.
 112. Smith, H. W. 1962. The effects of the use of antibiotics on the emergence of antibiotic-resistant disease-producing organisms in animals. *Antibiotics in Agriculture*. Proceedings of the University of Nottingham Ninth Easter School in Agriculture Science. Butterworth, London. p. 374.
 113. Smith, H. W. 1975. Persistence of tetracycline resistance in pig *E. coli*. *Nature* **258**: 628.
 114. Sutton, A. L., Kephart, K. B., Berstegen, M. W. A., Canh, T. T., and Hobbs, P. J. 1999. Potential for reduction of odours compounds in swine manure through diet modification. *J. Anim. Sci.* **77**: 430-439.
 115. Tamminga, S. 1992. Gaseous pollutants by farm animal enterprises. In: C. Phillips and D. Piggins (Ed.) *Farm Animals and the Environment*. pp 345-357. CAB International, Wallingford, U.K.
 116. Toutuero, F. 1973. Influence of the implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption fats syndrome and intestinal flora. *Poult. 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. Varel, V. H., and Miller, D. N. 2001. Plant-derived oils reduce pathogens and gaseous emissions from stored cattle waste. *Appl. Environ. Micorbiol.* pp. 1366-1370.
 119. Wallace, R. J. and Newbold, C. J. 1992. Probiotics for ruminant, In : *Probiotics : The scientific basis*. Fuller, R. (ed.), Chapman & Hall, London. pp. 317-353.
 120. White, F. G., Wenham, G. A., Shatman, A. S., Johns, E. A., Rattray, A., and McKonald, I. 1969. Stomach function in relation to a scour syndrome in the piglet. *Br. J. Nutr.* **23**: 847-858.
 121. Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sherd, P. R., and Enser, M. 2003. Effect of fatty acid on meat quality; a review. **66**: 21-32.
 122. Yang, C. J., Hyon, J. S., Yang, C. B., Ko, S. M., and Choi, H. H. 1998. Studies on the effects of feed additives fed to pigs effects of feeding probiotics on the growth performance and carcass quality in pigs. *Korean J. Anim. Sci.* **40**: 230.
 123. Yu, D. J., Na, J. C., Kim, T. H., Kim, S. H., and Lee, S. J. 2004. Effect of supplementation of complex probiotics on performanc, physico-chemical properties of meat and intestinal microglora in broiler. *Korean J. Anim. Sci.* **46**: 593-602.