



사료용 생균제의 개발 및 이용 현황



김태일 연구사
(농촌진흥청 축산연구소
축산환경과)

서론

현대에는 인간의 복지와 환경보호의 양면을 중요하게 여기는 시대이다.

생물을 담보로 생산성을 추구하는 모든 산업이 환경에 친화적이면서 인간복지에 기여하는 산업으로 접목되기를 강요하고 있는 시대다.

이러한 현상은 범세계적인 추세다. 이러한 대전제에 부응한 산업이 되었을 때 얻게되는 수익에서 수익의 합리성을 찾을 수 있고 지속적인 성장이 기대되는 산업으로 보장받을 수 있기 때문인 것으로 생각된다.

이와 같은 대전제에 축산업도 예외일 수는 없는 것 같다.

축산업에 있어서 생균제의 개발 및 이용성 증대는 현실의 상황을 그대로 흡수하려는 극히 당연한 것이 아닌가 싶다.

항생물질은 각종 질병의 예방과 치료 뿐만 아니라 가축의 성장을 촉진하고 사료효율을 개선하며 가축의 생산성 향상을 위해 과거 수십년간 사용되어 왔다.

그러나 Kaferstein(1964)에 의해 항생물질의 연용시 미생물에 내성이 생겨 사용하는 항생물질의 효능이 떨어지거나 축산물 중에 잔류하게 되어 인체에 해로운 영향을 미친다고 보고된 이래로 항생물질의 첨가에 따른 각종 병폐 없이 가축의 성장을 촉진하며 세균성 질병을 예방할 수 있는 생균제의 개발 및 이용에 초점이 맞추어졌다.

생균제(Probiotics)는 발효식품의 형태로 수천년간 인간이 섭취하였다. 생균제의 이용가치가 과학적인 토대위에 검토된 것은 20세기에 접어들면서부터이며, 이것은 노벨상수상자인 러시아의 과학자 메치니코프(1901)에 의해서 시작되었다.

생균제가 사료첨가제로 사용되면서 1974년 파커(Parker)에 의해 제기된 "소장내 미생물의 균형 유지에 도움을 주는 유기체 및 그로부터 생산된 물질이라는 뜻"에서 Fuller(1989)가 제시한 "소장내 미생물 균형을 개선해서 숙주동물에 도움을 줄 수 있는 살아있는 미생물"로 정의 내려기까지 "살아있는 생명체"라는 점이 중요시되고 있다.

이점은 단백질원으로 이용되는 효모제나 국균제가 생균제와 차등화되어야 하는 논리

사료용 생균제의 개발 및 이용 현황

적 근거기준을 제시한 것이기도 하다.

따라서 생균제의 개발은 우선적으로 숙주동물의 소장내 미생물 상의 탐색을 근간으로 유익균의 선별화 작업부터 이루어져야 한다.

생균제의 개발이 예전에는 가축의 성장촉진에 초점이 맞추어 졌다면 이제는 성장촉진과 더불어 자연환경에 도움이 되는 새로운 기능을 부여하는 방향으로 접근되어야 할 것으로 사료된다. 따라서 본 고에서는 사료용 생균제의 개발을 위한 미생물의 탐색 및 그 이용 현황에 대해서 논하고자 한다.

사료용 생균제 미생물의 탐색시 고려사항

사료용 생균제에 유용한 미생물을 탐색하기 위해서는 몇 가지 요인을 고려해야 한다.

사료용 생균제가 숙주동물에게서 그 효능을 발휘하기 위해선 숙주동물의 장관내에 상존하는 유익균의 성장과 그 대사기능을 원활하게 만들어 주어야 하고 또 그 자체로서 장관내에서 기능성 역할을 하도록 해야 한다.

Fuller(2000)에 의하면 생균제가 장내세균에 영향을 미치는 요인은 먹이체의 경합, 부착장소에 대한 경합, 최종산물에 대한 저해, 세포성 면역 등 면역자극 등으로 요약이 되는데 사료에 첨가되는 생균의 효능이 발휘되기 위해서는 1차적으로 위액의 강산과 췌장에서 분비되는 담즙산에 대한 내성, 장내 상피세포에의 부착력, 장관내 환경에서의 활발한 증식력 및 유해세균에 대한 강한 길항능력이 요구된다.

기능이 우수한 생균제를 만들어내기 위해서는 무엇보다도 적용가축에 있어서 일정하고도 유익한 효과를 나타내야 한다.

또한, 장내와 분변 중에서 생존성이 높아야 하고 열악한 환경에서도 생존력이 검증되어야 하며 유전적으로 안정해야 하는 등의 조건을 갖추어야 한다.

생균제는 가축에 급여되기 때문에 그 효능을 극대화하기 위해서는 균주의 선발에 있어서 몇 가지 기준이 있다.

1. 선발된 균주가 사료용으로 타당한지 검증하여야 한다.

- 우선적으로 선발된 균이 분류학적으로 정확한지 조사하여야 하고
- 가축의 장기내에서 정상적인 서식을 할 수 있는지 검토하여야 하며

- 독성물질을 생산해 내지 않고 비병원성 여부도 반드시 조사해야 한다.
- 2. 장기내에서 경쟁력을 갖춘 생균인가를 검증하여야 한다.
 - 장기내에서 생존하고 증식이 이루어지며 장기내 부착부위에서 대사활성을 가지는지?
 - 담즙에 저항성이 있는지?
 - 산에 저항성이 있는지?
 - 잠재적으로 장기내 상존하는 미생물에 의해 생성된 박테리아신, 산, 항균물질에 저항성을 가지는지?
 - 장기내 선호기질에 고착성이 강한지?
- 3. 기능성 및 가축의 육성율에 효과가 있는지 검토해야 한다.
 - 병원성 미생물에 대해 길항성이 있는지?
 - 항균물질을 생산하는지?
 - 면역자극성 특징을 가지고 있는지?
 - 항암성 물질을 생산하는지?
 - 생리활성 물질을 생산하는지?
- 4. 기술적으로 접근이 용이한 균주가 선발되어야 한다.
 - 대량 생산과 저장이 용이한 생균인가?
 - 고농도로 생균성이 유지(10⁶-10⁸)되는가?
 - 배양준비, 저장, 운반 중 그 기능성이 안정성을 가지는가?
 - 사료나 발효과정에 생균을 이용하였을 때 거부감을 갖는 향이 생성되지는 않은가?
 - 유전적으로 안정한 생균인가?
 - 유전적으로 조작이 쉬운 생균인가?

생균계의 개발은 생균계의 효과가 일정하게 나타나는 세균 계통을 찾는 것이 무엇보다도 중요하다.

작용기전을 알면 보다 더 합리적인 기준에 의해 세균 계통의 선발이 가능해질 것으로 생각되며 더불어 선발된 미생물이 유전자 조작에 의해 생균계의 중간대사물질을 생산할 수 있는 능력과 가축의 장기내에서 항구적으로 집락화할 수 있는 능력을 겸비한 계통의 미생물을 만들 수 있게 될 것이고, 이를 현실적으로 실용화하고자 하는 기술집약적 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

사료용 생균제의 개발 및 이용 현황

사료용 생균제의 이용 현황

지금까지 세계 각국에서 사용 중인 생균제는 대개 락토바실러스, 엔테로코쿠스, 비피도박테리아, 바실러스 등을 기준한 것들이며 주로 동물의 소화기에서 유래된 계통들이고 미국 식품의약청(FDA)에서 가축용으로 인정하고 있는 미생물로는 *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii* subspecies *bulgaricus*, *L. plantarum*, *L. reuteri*, *L. rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus thermophilus*, *Pediococcus pentosaceus*, *Enterococcus faecium*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae*, *Torulopsis* spp., *Streptomyces* spp.(K-1), *Clostridium butyricum* M. 588, *Saccharomyces boulardii*, *Rhodospirillaceae* spp., *Bacillus cereus toyoi*, *Actinomyces* spp., *Bacillus licheniformis*이며, 일본에서는 생균제의 사용이 사료첨가물로 허가되고 있는데 이들도 크게 유산생성균, 낙산균, 고초균으로 대별된다.

즉, *E. coli*에 의한 설사예방에 유익한 *Enterococcus faecium*를 비롯해 *Enterococcus faecalis*, *Clostridium butyricum*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bifidobacterium thermophilus*, *Bifidobacterium pseudolongum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus salivarius*가 있다.

국내에서는 생균제가 사료관리법의 보조사료로서 공정규격에 제시되어 있으며 그 해당 미생물로는 *Enterococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus coaglas*, *Bifidobacterium pseudolongum*, *Lactobacillus acidophilus*, 효모제 등과 그 합제로 하고 있다.

주로 이용되는 미생물은 유산성균으로 주로 락토바실러스와 스트렙토코카스이다. 락토바실러스 종(species) 중에는 면역체계 자극, 발암물질생산에 관여하는 산소의 억제, 가축의 성장촉진의 효과를 갖는 *L. acidophilus* 및 *L. bulgaricus*, *L. plantarium*, *L. casei*가 있고 스트렙토코카스 중에는 *S. faecium*, *S. thermophilus*, *S. diacetylactus*가 주요 균종이다.

포자형성 간균인 바실러스 속 균으로는 *B. subtilis*, *B. cereustoyoi*, *B. toyoi* 등이 있는데 이들은 호기성, 통성혐기성균이고 중온 및 고온성으로 내열성이 강하다.

이들은 일반적으로 아밀라아제와 프로테아제를 분비하며 산과 암모니아를 생성하고 일부는 항생물질(서브틀린, 바실로마이신)을 생산하기도 한다.

비피더스균은 그람양성간균으로써 소화기관내에 우수 균종으로 존재한다.

비피더스균은 아민 생성을 방지하며 소장상부에 정착, 증식하여 설사와 장염이 유발하는 세균의 증식을 억제한다.

포자형성 간균인 *C. butyricum*은 젤라틴 액화력이 있고 전분 및 당을 분해하여 알콜, 아세트, 유기산을 생성한다.

*C. butyricum miyairi*도 이용되는데 통과균으로 체내에 오랫동안 잔류하지 않으며 젖산균 증식인자를 보유하고 있어 젖산 생성균을 증식시키나 저급지방산(아세트이트, 낙산 등) 등을 사용하여 병원성 세균들의 발육을 억제하는 작용을 한다.

곰팡이류는 *Aspergillus oryzae*가 이용되는데 여러 가지 단백질 및 탄수화물 분해효소를 생산하며 다른 생균제와 복합제로 사용된다.

효모로서는 유포자 효모인 *Saccharomyces*와 무포자 효모인 *Torulopsis*가 이용되고 있는데 특히 유량증가, 유질향상, 반추위의 섬유분해균의 증가에 유익한 *S. cerevisiae*는 이스트 킬처로 많이 이용되고 있다.

생균제는 이용 목적에 따라 여러 가지 형태로 이용되어지는데 직접적인 이용 현황에서 공중위생상의 대책으로 이용하는 사례들을 보면 양돈현장에서는 예전부터 생균제를 설사대책으로 사용해오고 있고, 닭에서는 살모넬라감염증 대책으로, 소에서는 O-157 대책으로 생균제를 도입한 것을 들 수 있다.

지금까지 밝혀진 생균제제의 효능을 보면 정상작용과 설사방지, 가축의 성장촉진의 효과를 갖는 고초균(*Bacillus subtilis*)의 발효산물을 사료에 1% 첨가함으로써 육계의 지방축적과 암모니아 생산억제에 영향을 미치는 것으로 보고되어지고 있고 바실러스속균, 유산균속균, 낙산균 및 효모균(*Saccharomyces*와 *Candida*)으로 구성된 복합생균제가 육계의 장내 세균총과 환경을 개선시킴으로써 결과적으로 스트레스를 감소시키고, 육질을 향상시켰다고 하였다.

육계 맹장유래 유산균을 육계에게 5주간 10cfu/g 수준으로 첨가 급여하면 체중증가에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 성장초기 장내 유산균을 증가시킬 수 있다고 보고된 바 있다.

또한, 효모균 및 유산균 등 14종 복합미생물제제를 0.1% 수준으로 돼지에 급여했을 때 14.1%의 증체효과가 나타났으며 사료효율은 13.7%가 개선되었고, 축사내 암모니아가 24.4%, 초산이 18.3%의 감소를 가져와 환경개선에도 효과가 있는 것으로 판명되었다.

복합미생물제제의 급여구는 육질특성조사에서 대조구에 비해 조사항목 13항목 중

사료용 생균제의 개발 및 이용 현황

10항목에서 우수한 결과를 나타내 사료내 생균제 첨가로 가축의 육질개선효과도 있음이 보고되었다.

가축 사료내 유산균 첨가나 복합 미생물제제 0.3% 급여로 항생제 대체 효과가 있는 것으로 나타났다.

결국 가축에 생균제 급여는 장내 세균총의 변화를 유도하고 병원성 대장균의 수를 감소시키며 장기내에서 항생물질을 생산하고 병원성 미생물이 장벽에서 집락형성을 방해하며 각종 독성 아민류의 합성을 방지할 수 있기 때문에 가축의 생산성 및 환경개선에 도움이 되는 것으로 귀결된다.

결과

국내외에서 유통되고 있는 생균제의 상당수는 실제적인 실험 실시로 얻어진 자료보다는 일반적인 자료로 대체하는 경우가 많아 양축가나 사료공장에서 실제로 사용시에는 학술논문을 통해 일부 검증된 우수 생균제를 제외하고는 다시 한 번 재검검하여 효과를 확인한 뒤에 사용여부를 결정하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

생균제의 효과는 앞으로 많은 가능성을 보여주고 있다. 사용자의 입장에서는 생균제의 성격을 잘 파악하여 주어진 환경에서 최대의 효과를 발휘할 수 있도록 하고 공급자는 품질관리 및 사후관리를 한층 강화하여 시장에서 요구하는 우수제품을 제조하는 것이 절대적으로 필요하다.

생균제를 투여하다 중지하면 효과가 감소된다는 것은 사람이나 동물실험에서 입증되고 있다.

생산자가 권장하는 생균제의 투여 방식을 잘 따라야 함도 중요하다.

사료회사에서 생균제를 이용시 사료의 가공처리 특히 펠렛 같은 사료의 경우 생균제가 열처리 조건에 견딜 수 있는지가 중요한 고려 사항이다.

고도기술로 개발된 항생제는 단일항생제로서 광범위 미생물에 성장저해 및 사멸을 유도하기 때문에 유익균이나 유해균 모두에 치명상을 주고 있다. 성장촉진용으로 항생제를 저농도로 사료에 혼합된 상태의 사료에 생균제를 사용함에 있어서는 반드시 생균제제를 가지고 사용하는 항생제에 대한 감수성 시험을 거친 후 사료용 생균제로 선정하였을 때 생균제의 효능과 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다. ㉞