

가축 성장촉진물질에 대한 약리학적 평가

윤 호 인*

I. 서 론

우리나라 국민의 식생활에서 육류가 차지하는 비중은 계속 증대되고 있다. 이에 따라 우리나라의 축산은 대규모화되어 집단사육의 형태를 띠게 되었으며 이에 수반하여 사양관리의 개선, 축산용 기기의 개발, 배합사료의 품질향상, 품종개량, 사료첨가물, 백신, 동물용 의약품의 사용 등 여러 방면에서 가축의 생산성을 향상시키려는 다양한 시도가 있어 왔다. 특히 성장촉진 물질은 가축의 성장율과 사료효율을 개선시켜 생산성을 높일 수 있다는 측면에서 우리나라의 축산에서도 많이 사용되고 있다. 성장촉진 물질은 비영양적 물질로서 소량을 투여하거나 또는 영양물질일지라도 요구수준 이상으로 투여함으로써 가축의 성장촉진을 일으키는 물질을 가르킨다. 가축의 성장촉진용으로 사용하고 있는 물질에는 항균성 물질, 효모, 효소, 생균제, 유기산, 호르몬, 광물질, 아드레날린성 베타 수용체 작용약 등이 있다.

모든 사물에는 바람직스러운(desirable) 효과가 있는 반면에 거기에 원하지 않는(undesirable) 효과도 동시에 내재하고 있다는 보편적인 사실은 성장촉진물질의 경우에도 그대로 적용된다고 생각된다. 일례로 항생물질은 과거 40여년동안 가축의 질병예방, 치료 그리고 성장과 사료효율을 개선시킴으로써 가축의 생산성 증대에 크게 이바지해 왔음을 누구도 부인하지 않지만 항생 물질은 축산물에 잔류를 일으키고 내성균을 발현시켜 공중위생상의 위해를 가져올 수 있어 최

근 국내외적으로 사용상의 규제가 보다 엄격해지고 또한 대체성장촉진물질 사용에 대해서도 관심이 고조되고 있는 실정이다. 특히 축산물의 안정성에 대한 책임을 맡고 있는 수의사는 가축 성장촉진물질에 대한 깊은 지식이 요구된다 할 수 있다. 따라서 본고에서는 가축의 성장촉진 목적으로 사용되는 여러 성장촉진물질의 작용기전과 사용상의 문제점을 약리학적 측면에서 검토하고 특히 최근 항생물질 대체물질로서 주목을 받고 있는 성장촉진물질인 성장호르몬, 생균제, 아드레날린성 베타 수용체 작용약에 대해 수의사가 알아야 할 정보에 대해 소개를 하고자 한다.

II. 성장촉진물질로서의 항균성 물질

항균성 물질은 세균을 살멸시키거나 증식을 억제시키는 물질로서 항생물질과 합성 항균제를 가르키고 있다. 항균성 물질의 가축 성장촉진효과는 1946년 Moore^등¹⁾이 정제사료에 항생물질인 스트렙토마이신을 첨가하여 병아리의 증체량이 개선되었다고 보고한 이래 많은 연구자들에 의해 병아리, 칠면조, 돼지, 양, 송아지 등 거의 모든 어린가축에 성장촉진 및 사료효율을 개선 효과가 있음이 밝혀졌다. 성장촉진 목적으로 사용되는 항균성 물질에는 페니실린계의 benzylpenicillin, 폴리펩티드계의 bacitracin, colistin, thiopentin, virginiamycin, enramycin, 테트라사이클린계의 oxytetracycline, chlortetracycline, 마클라이드계의 tylosin, kitasymycin, spiramycin, oleandomycin, erythromycin, 아미노글리코시드계의

* 충남대학교 수의학과대학

destomycin, hygromycin, kanamycin, streptomycin, fradiomycin, 폴리에틸계의 salinomycin, monensin, lasalocid, 폴리사카라사이드계의 flavophospholipol 그리고 기타 계열로 chloramphenicol, bigozamycin, nobobiocin, nystatin 등의 항생물질이 있으며, 합성 항균제로 설파제의 sulfadimethoxine, sulfamonomethoxine, sulfachlorhydrazine, sulfamethyphenazole, sulfamethoxazole, sulfamethoxyhydrazine, sulfaquinoxaline, 니트로푸란제 중 furazolidone, nitrofurazone 그리고 그밖에 carbadox, olaquinox, pyrimethazine, oxysolinic acid, amprolium, ethopabate, robenidine, chlorhydril, dinitromide, decoquinate 등이 있다. 이들 항균성 물질이 나타내는 성장촉진과 사료효율 개선효과는 사용물질의 종류, 대상 가축의 종류, 사양관리 조건, 가축의 영양상태 등에 따라 달리 나타난다. 이중 항생물질의 성장촉진효과에 관련하여 그 기전과 이에 영향을 주는 인자 및 항생물질 사용상의 문제점에 대해 알아보려고 한다.

1. 항생물질의 성장촉진효과 기전

항생물질의 성장촉진효과는 일반적으로 잘 인정되고 있으나 이러한 성장촉진효과가 어떠한 기전에 의해서 일어나는가에 대해서는 아직까지 완전한 결론이 나와 있지 않다. 그 이유는 항생물질의 작용기전이 각 체계에 따라 다르고 또한 여러 주변 여건에 따라 그 효과가 달리 나타날 수 있기 때문이다. 지금까지 성장촉진효과의 기전으로 알려진 학설을 정리해 보면 다음과 같다.

가. 유해한 장내미생물의 성장 억제

가축의 장내에서 영양소를 소모하는 유해 미생물 또는 가축에 해로운 유독물질을 생성하는 장내 미생물의 성장을 억제함으로써 가축의 성장을 촉진한다는 가설이다. 1983년 Stutz 등²⁾ 은 bacitracin에 의한 브로일러의 성장촉진효과는 회장내용물의 *Clostridium perfringens*의 증식 억제와 비례한다고 보고한 바가 있다. *Cl. perfringens*는 유해한 장내미생물의 하나로 많은 경우에 가축의 성장억제의 원인이 되는 미생물이다. 성장촉진물질로서의 항생물질의 작용은 장내미생물을

모두 죽이는 것이 아니고 미생물의 분포를 변화시켜 새로운 평형을 유지하게 함으로써 나타낸다.

나. 영양소의 절약

사료중에 함유되어 있는 영양소는 장내 미생물에 의해서도 이용되기 때문에 사료효율은 저하된다. 사료중의 탄수화물은 가축 장내 혐기성 세균에 의해 대사되어 유산과 휘발성 지방산을 생성시키는데 이들은 원래의 탄수화물에 비해 에너지 효율이 낮다. 또한 유산은 장의 연동운동을 촉진시켜 영양소의 흡수시간을 감소시켜 사료효율을 저하한다.

단백질과 아미노산은 장내 미생물에 의해 대사되어 암모니아와 여러 아민을 생성시키며 이들중 독성을 가진 암모니아와 아민을 가축이 해독시키기 위해서는 추가적인 에너지가 필요하게 된다. 뿐만 아니라 필수 아미노산 중에서 제한 아미노산이 미생물에 의해 파괴되어 특정 아미노산의 부족현상이 일어날 수 있다. 사료에 첨가하는 항생물질은 이러한 장내 미생물의 작용을 억제함으로써 영양소를 절약하는 효과가 있다.

다. 영양소의 흡수에 미치는 영향

장내 미생물은 장상피를 손상시켜 흡수기능을 감퇴시키게 한다. 항생물질은 이러한 장내 미생물을 억제함으로써 장상피의 손상을 막아 영양소의 흡수기능을 용이하게 한다. 이에 대한 실험적 증거로 1955년 Coate 등³⁾ 이 항생물질을 첨가한 사료를 급여한 병아리에서의 장의 무게가 대조구에 비해 현저히 가벼웠으며 특히 장벽의 두께가 얇아져 영양소의 흡수를 용이하게 함으로써 증체효과를 나타낸다고 보고한 것을 들 수 있다. 그러나 항생물질에 의한 장무게의 감소가 영양소의 흡수를 돕는 원인인지 또는 다른 기전에 의해 영양적으로 개선된 결과 장무게가 감소하게 된 것인지 아직 확실하지 않다. 어떤 항생물질은 장벽의 두께 감소와 무관하게 직접적으로 영양소의 흡수를 촉진시키는 작용을 가진 것도 있다고 보고되어 있다.

라. 불현성 감염증의 치료

불현성 감염증은 명백한 임상증세를 나타내지 않는 감염증으로 환경이나 생체의 방어능력이 저하될 때 증세가 일어날 수 있는 준임상적 감염증이다. 많은 가축에 존재하고 있는 이러한 불현성 감염증을 항생물질이 제거해 줌으로써 성장촉진효과를 나타내게 한다는 것이다. 이에 대한 실험적 증거로는 무균실에서 기른 건강한 가축에게 항생물질을 급여하더라도 그 증체효과는 뚜렷하지 않으며 또한 보통의 계사에서 기르고 있는 가금에 항생물질이 첨가되어 있지 않은 사료를 급여할 경우 이 가금의 분변에 성장억제 물질이 존재하게 되나 항생물질을 첨가하였을 때 이러한 성장억제 물질이 저하된다는 사실이다. 뿐만 아니라 가축의 일반 사양관리와 위생환경이 좋으면 좋을수록 사료에 첨가하는 항생물질의 성장촉진효과는 떨어지게 된다는 사실에 의해 불현성 감염증의 치료에 의해 성장촉진효과가 일어남에 대해 많은 연구자들이 동의하고 있다.

2. 항생물질의 성장촉진효과에 미치는 인자

사료에 첨가하는 항생물질의 가축성장촉진효과는 영양, 환경 및 유전적 요인에 따라 달라 나타날 수 있다.

가. 영양적 인자

에너지 수준이 높은 사료보다 낮은 사료에 항생물질을 첨가할 때 성장촉진 효과가 크다.

나. 환경적 인자

항생물질을 처음 급여하거나 이따금 급여하는 것이 지속적으로 급여하는 것보다 그 효과가 크다. 또한 널리 사용되고 있는 항생물질보다 가축이 노출되지 않은 항생물질이 증체효과가 뚜렷하다. 일반적으로 장기간 사용하여 환경위생이 불량한 축사에서 사육되고 있는 가축이 신축 축사에서의 가축보다 항생물질의 성장개선효과가 더 크게 나타난다.

다. 유전적 인자

품종간에 따른 항생물질의 성장촉진효과는 다르다. 일반적으로 폐사율이 높고 개체의 능력이 낮은 계통에서 촉진효과가 크다.

3. 항생물질 사용상의 문제점

항생물질의 가축성장촉진, 사료효율개선 및 질병예방효과에 대해서 아무도 부인하지 않는다. 따라서 항생물질이 발견된 이래, 항생물질은 세계 각국에서 주요한 사료첨가제로 사용되고 있는 실정이다. 그러나 가축에 사용된 항생물질은 유, 육, 난 등의 축산물에 잔유하기 때문에 공중위생상 큰 문제점으로 대두되었음도 사실이다. 축산물을 통하여 섭취된 항생물질은 인체의 병원성 미생물에 대해 항생물질 내성을 획득시켜 약물요법을 어렵게하고 독성 또는 알러지 반응을 일으켜 사람의 건강에 심대한 영향을 미치게 된다.

가축에 급여된 항생물질은 가축의 장내에서 비병원성 세균에 전이성 내성인자 (R-factor)를 갖게 하고 이 인자를 가축체내의 다른 병원성 세균에 전이시킬 수 있어 수의임상치료상 문제점을 제공한다. 그리고 이러한 항생물질 내성병원균이 사람에게 옮겨지거나 또는 내성인자가 사람의 장내에 이미 존재하는 병원성세균에 직접 전이될 수도 있다. 한편 최근 활발하게 논의가 되고 있는 축산물의 국제교역에 있어 항생물질이 잔류된 축산물은 상품으로서 가치를 상실시켜 양축가에 경제적인 손실을 일으킬 수 있음에도 간과해서는 안된다. 특히 국내유통 축산물의 경우 우리나라민의 건강에 직접적인 위해를 주게 된다.

한편 내성을 획득한 병원성 미생물은 수의임상에서 난치의 원인을 제공하는 주요한 문제이긴하나 모든 항생물질에 의해 확실적으로 발생되는 것은 아니다. 페니실린은 과거 40여년동안 널리 사용되었음에도 불구하고 화농성 연쇄상구균에 의한 감염증에는 여전히 유효하다.

내성은 대상균과 살모넬라와 같은 장내균 (enterobacteriaceae)과, 가스피저균 그리고 가금에서 *Mycoplasma gallisepticum*에 의한 동물질병에 주로 문제가 되고 있다. 그러나 아직까지 파스튜렐라균, 돈단독균, 화농간균 및 대부분의 연쇄상구균속 세균에 의한 내성문제는 임상상 크게 심각하지 않다는 견해도 많다. 병원성 미생물이 내성을 획득하게 되면 다음과 같은 기전에 의해

서 약물효과를 어렵게 한다. 약물을 불활화시키는 효소를 생성시키든지(예, penicillin), 약물의 세균체내 흡수량을 감소시키든지(예, tetracycline) 또는 세균이 약물의 억제경로를 회피함으로써(예, 염산합성능력의 획득) 약물에 대한 내성을 갖게 된다.

항생물질의 내성문제를 경감시키기 위해서는 질병의 예방 및 치료에 사용되는 항생물질과 성장촉진용으로 사용되는 제제는 엄격하게 구분해서 사용되어야 하며 또한 질병예방 및 치료용의 경우 수의사의 처방에 의해서만 사용되어야 할 것이다. 항생물질 사용으로 인한 공중위생상의 위해에 관해서는 지금도 많이 논란이 되고 있지만 앞으로도 계속해서 주요 문제로 취급될 것이다.

III. 비항균성 성장촉진물질

앞에서도 언급하였듯이 항균성물질의 유해성에 대해 논란이 끊이지 않음에 따라 가축의 성장촉진을 위해 항균성물질을 대체시킬 수 있는 여러 방법이 시도되고 있다.

1. 광물질

가축의 성장에 필수적인 기능을 하고 있는 광물로 Ca, P, Na, K, Se, Mo, Cl, Mg, Fe, S, I, Mn, Cu, Co, Zn, F, N, Vd, Si, Cr, Ti 등이 있으며 이들은 사료를 통해서 공급되어야 한다. 이들의 사료중에서의 요구량은 광물질 사이의 상호작용, 광물질과 유기물질의 상호작용에 의해 증대되든지 또는 감소하게 된다. 사료내에 광물질 함량이 요구량보다 더 많이 들어 있으면 흡수효율이 떨어진다. 광물질의 형태와 생체내 저장량에 따라 생체이용률이 달라진다. 이들 광물질 원소중 어떤 하나를 빼고 다른 영양소들을 모두 표준에 맞추어 급여하게 되더라도 결핍증이 생긴다. 이때 해당 원소를 첨가하면 결핍증이 없어져 그 필수성이 증명되게 된다. 광물질중 성장촉진효과를 위해 많이 사용하고 있는 유기비소제와 황산동에 대해서 아래에 설명하고자 한다.

가. 유기비소제

비소는 체내 에저지대사에서 단당류 및 다당류의 인산화작용을 촉매하는 효소인 phosphorylase를 활성화시킨다. 1946년 Morehouse와 Mayfield⁴⁾는 유기비소제인 3-nitro-4-hydroxyphenylarsonic acid를 닭에 급여하여 성장촉진효과를 보고하였으며 그뒤 약 20년 후에 Sibbald와 Slinger⁵⁾는 유기비소제의 닭에서의 성장효과를 다시 확인하고 그 이유로 열손실을 감소시켜 고품물, 지방, 에너지의 체내축적 상승에 기인한다고 설명하였다. 돼지의 성장촉진효과도 1951년 Carpenter⁶⁾에 의해 보고가 되었다. 그러나 돼지에 있어서의 유기비소제의 성장촉진효과는 뚜렷하지 못하다는 성적도 있다.⁷⁾ 일반적으로 유기비소제는 가금에 뚜렷한 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 비소중독은 주로 신경계와 관련되어 나타나며 닭에서는 각약증, 후궁반장이 그리고 돼지에서는 혼도증이 일어난다.

나. 황산동

돼지사료에 황산동을 첨가하면 성장촉진효과가 있음이 Evvard 등⁸⁾에 의해 처음으로 보고되었으며 그후 많은 연구자들에 의해 확인이 되었다. 황산동의 성장촉진효과는 단순히 Cu요구량의 충족에 의한 것이기보다는 Cu 자체에 성장을 촉진시키는 기능이 있기 때문이라고 해석되며 성장을 촉진하는 기전에 대해서 아직 불분명하지만 황산동이 작용하는 장소는 소장이며 특히 독소생성 세균을 억제하여 장벽을 얇게하는 작용이 있다고 생각되어지고 있다. 황산동의 첨가 수준은 매우 주요한데 돼지에서 사료중 0.5%, 1.0% 수준으로 각각 5주 및 3주 급여하였을 때 사료섭취량이 저하되고 성장도 중지하였으나 이보다 낮은 수준이 0.1%에서는 뚜렷한 증체효과를 얻었다는 보고가 있다. 닭에 대한 Cu 급여시험 결과에 의하면 Cu 100ppm 수준에서 증체효과는 관찰할 수 없었고, 400ppm에서는 오히려 성장이 지연되었으나 그 가운데 수준인 250ppm에서는 발육촉진효과가 뚜렷하게 인정되었다고 한다. Jensen과 Maurice⁹⁾는 Cu 120~250ppm을 브로일러 사료에 첨가하여 맹장이 확대되고 그 내용물의 색조가 검게 되고 또한 점도가 높아졌음을 보고하고 Cu가 맹장의 정상적

인 미생물 발효에 어떤 영향을 미치는 것이라고 시사하였다. 닭의 성장촉진제로서의 Cu 첨가에 대해서 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

2. 효모제

효모는 사람이 산업적으로 이용하고 있는 주요한 미생물중의 하나로서 양조 및 제빵에 사용된 역사는 매우 깊다. 효모는 단세포 단백질(single cell protein, SCP)의 일종으로서 조성은 단백질 50%, 탄수화물 40%, 지방질 2% 그리고 나머지 8%가 회분으로 되어 있다.

효모의 높은 질소치는 아미노산과 비타민을 다량함유하고 있기 때문이며 또한 많은 소화효소를 분비할 수 있어 소화이용률과 생물가(biological value)가 매우 높다. 효모는 수용성 비타민을 다량 함유하고 있는데 이 중 PABA는 세균이 성장물질로 이용하고 있으며 그외에도 많은 비타민 B군의 미지물질들이 세균의 성장에 도움을 주고 있다. 효모의 벽은 매우 강한 세포벽을 가지고 있어 이 벽이 파쇄되지 않으면 함유물질을 이용할 수가 없기 때문에 효모배양액 또는 고온건조시킨 건조효모가 이용되고 있다. 효모에는 39종이 있는데 이 중에서 *Sachromyces cerevisiae*와 *Sachromyces uvarum*이 가장 많이 응용되고 있다. 효모는 우수한 아미노산 조성을 가지고 있지만 methionine과 cystine의 함량이 낮기 때문에 이 영양소에 대한 보충에 주의를 하여야 한다.

가. 효모의 성장촉진 기전

1) 예방적 기전

효모는 장관내의 유익한 세균의 증식을 높이고 유해한 세균을 감소시킨다. 이는 효모에 의해 장관의 pH가 저하되어 산성조건에서 잘 자라는 유익한 세균이 증식되고 알칼리 조건에 유리한 병원성 세균의 증식이 억제됨에 기인한다. 증식된 유익한 세균은 장관벽에 정착하여 병원성 세균에 대한 장점막의 방어역할을 수행한다.

2) 수복기전

효모는 장염 또는 설사에 동반되는 장관점막의 손상을 수복시키는 작용을 가지고 있다. 장관점막이 손상되면 장에서는 계속해서 출혈이

일어나게 된다. 효모는 이러한 손상을 신속하게 치유시켜 동물의 기능을 정상적으로 바꾸게 한다. 장관의 기능이 향상되면 동물의 전체적인 기능이 향상되게 된다.

3) 효소적 기전

효모가 가지고 있는 효소, 조효소, 비타민 B 복합체 및 기타 세포성분은 동물의 소화에 크게 기여한다. 효모는 섬유소의 소화 및 지방질의 이용도 증대시킨다.

나. 각종 동물에 있어서의 효모의 성장촉진효과

유우의 사료에 효모를 첨가하면 사료섭취량이 증대되고 유량의 증대, 유지방의 개선효과를 나타낸다. 비육우의 경우 건초 및 섬유소의 소화율이 증대된다. 효모는 직접적으로 hemicellulose를 분해시키는 작용을 가지고 있으며 간접적으로 hemicellulose를 분해하는 세균의 증식을 높인다. 효모는 송아지의 수송시 생기는 스트레스를 극복시켜 사료섭취와 체중을 증대시키는 효과를 가지고 있다. 미농무성의 보고에 의하면 효모를 급여한 수송아지가 대조구에 비해 수송열은 현격하게 감소하였고 27% 증체와 30%의 사료섭취량 증대가 있었다고 한다. 가금의 경우 산란계에서 난중이 증대되고 난각의 질이 개선되며 육계에서는 성장율과 사료이용능이 개선된다고 하여 특히 riboflavin이 부족한 사료에서 이 비타민의 좋은 공급원이 되었으며 폐사율은 감소되었다고 한다. 그러나 육계 초생추에서의 효모의 증체효과는 4주이상 급여하여야 효과가 있는 것 같으며 따라서 초생추의 경우 효모제품에 대한 어느 정도의 적응기간이 필요한 것으로 사료된다.

3. 효소제

효소는 생체세포와 미생물이 생산하는 단백질성 고분자 유기촉매물질로서 특이 기질에 작용함으로써 생체반응을 촉진시킨다. 사료의 소화작용은 사료의 이용에 매우 중요한데 효과적으로 사료를 이용하기 위해서는 효소의 작용이 필요하다. 이러한 효소의 결핍이나 부족한 사료의 소화감퇴와 연결되어 사료이용률이 떨어지게

된다. 소화효소의 질적 및 양적변화는 동물의 태생후 일어나기 때문에 어린 동물에서는 상당 기간 동안 각종 소화효소의 결핍이 있다. 사료에 효소제제의 첨가는 약 30여년전 동구에서 양돈 및 양계의 사료이용률의 증대와 증체목적으로 처음으로 시도된 이래 주로 그 지역에서 계속 사용되어 왔으나 보고된 논문들에는 사용된 개별 효소에 대한 정보가 없어 반복실험에 어려움이 많았다. 효소는 온도, 습도, 산도, 광선, pH 등의 영향을 받아 활성을 잃기 쉽다. 이들 효소중에서 사료첨가제로서 소화율을 향상시켜 사료이용률을 개선하는데 이용되는 효소는 소화 효소로서 효소의 분비량이 적은 어린 동물이나 섬유소 함량이 높은 특수사료를 급여할 때에 사용되고 있다. 이러한 목적으로 사용하는 효소에는 amylase, sucrase, pepsin, trypsin 및 pancreatine 등이 있다. 육성 비육돈에 대한 효소의 첨가 효과는 일정하지 않은것 같다. 송아지의 경우에도 대용유중에 단백질분해효소를 사료 kg당 88~110mg 정도 첨가할 때 성장효과가 있다는 보고가 있으나 육성 비육우에서는 역시 부정적인 결과도 보이고 있다. 가금의 경우 대백사료에 효소를 첨가하여 성장촉진효과와 사료이용 개선 효과를 관찰하였다는 보고도 있다. 최근 사료의 소화효율을 개선시키는 소화효소와는 별도로 사료성분중 영양학적으로 유해한 작용을 하는 물질을 분해시키기 위해 효소를 첨가하고 있다. 보리에 함유되어 있는 beta glucan과 호밀에 다량 함유되어 있는 수용성 pentosan은 장내용물의 점도를 높힘으로써 사료의 소화와 흡수작용을 저하시킨다. 보리에 betaglucanase를 처리하여 육계의 증체율이 9.4%, 사료효율이 5.8% 개선되었다는 보고도 있으며, 호밀 위주의 사료에 *Trichoderma viride*에서 추출한 효소를 첨가함으로써 사료의 영양학적인 가치를 크게 향상시켰다는 보고도 있다. 사료에 효소를 첨가함으로써 가축의 생산성을 증대시킬 수 있으리라 생각이 되고 특히 영양가가 낮은 사료를 급여하는 동물에 있어 크게 도움이 될 것이다. 그러나 지금까지의 효소에 관련된 성장촉진 성적을 종합하면 그 효과의 일관성이 결여되어 있기 때문에

향후 효소에 대한 보다 광범위한 연구가 기대된다 하겠다. 사료에 첨가되는 효소제제는 사료성분을 분해시키는 작용이 있어야 하며, 사료중에 적절한 양이 유지되어야 하며 펠렛화, 장관내의 pH, 다른 단백질 소화효소에 의한 파괴가 일어나지 않는 특성을 구비하여야 한다.

4. 유기산제제

이유 자돈의 성장부진 원인의 하나로 소화기능 미숙을 들 수 있다. 이유 자돈은 곡류사료에 함유되어 있는 복잡한 형태의 탄수화물을 소화시킬 수 있는 효소들의 분비기능이 충분히 발달되어 있지 않아 미소화된 영양소들이 대장으로 내려가 미생물 발효의 배지역할을 하게 되며 이러한 미생물 발효는 삼투압성 설사를 일으킨다.¹⁰⁾ 또한 이유 자돈은 위산 분비능력이 충분하지 못하기 때문에 위내용물의 pH가 높아지고 pepsin이 활성화 되지 않아 단백질의 소화도 저하된다.¹¹⁾ 유기산을 사료에 첨가하면 장내의 pH가 저하되어 pepsin의 활성화를 돕고 유해미생물의 증식을 막아줄 수 있다. 또한 유기산은 영양소를 가축과 경쟁 이용하는 장내미생물을 제거함으로써 성장촉진과 사료효율을 개선시키는데 이러한 작용은 항생물질의 그것과 비슷하다고 볼 수 있다. 그러나 항생물질에서 볼 수 있는 약물잔류와 약물내성균주의 발현이 없어 매우 유리하다 할 수 있다. 산도를 높혀주기 위해서는 무기산도 고려할 수 있으나 무기산의 경우 산·염기평형을 교란시키기 때문에 사용하지 않는다.¹²⁾ 사료에 첨가하는 유기산에는 formic acid, propionic acid, sorbic acid, lactic acid, fumaric acid와 citric acid가 있는데 이중에서 formic acid와 propionic acid는 냄새, 부식성이 있어 사용이 추천되지 않는다. 이유 자돈의 소화장애를 극복하기 위해 처음으로 사용된 유기산은 lactic acid이었으며 1970년대에 들어와 가축의 성장촉진 및 사료효율개선 목적으로 많이 사용되었다. 그외의 다른 유기산도 체내에서 완전히 대사되기 때문에 사용하기가 간편하고 특히 fumaric acid와 citric acid는 TCA cycle의 중간대사산물이기 때문에 에너지 공급효과가 기대되며 장내 미생물의 균집형성과 산도를 높혀주어 성

장축진화 사료효율 개선효과가 크다.

송아지에 있어서 유기산의 성장촉진 기전에 대해서 Fallon은¹³⁾ 아래와 같이 설명하고 있다. 즉, 유기산에 의한 제4위의 pH 저하는 옹괴형성을 신속하게(1분 이내)이루며 이러한 신속한 옹괴형성은 영양소의 이용능을 촉진시킨다. 또한 어린 송아지에서의 소화효소는 산성조건에서 활발하며 산성하에서 병원성 세균의 증식은 억제되고 유익한 세균인 유산균의 증식이 촉진되기 때문에 성장촉진효과가 나타나게 된다. 유기산의 돼지 성장촉진에 대해 Manners는¹⁴⁾ 위점막에서 분비되는 pepsinogen의 활성화는 어린 돼지가 생성하는 염산으로는 충분하지 않기 때문에 추가적인 유기산의 급여가 필요하다고 하였다. 또 다른 성장촉진효과의 기전으로 유기산의 항균작용¹⁵⁾ 광물질 균형, 영양소의 중간대사에 유리한 역할 등을 지적할 수 있다. 유기산 첨가로 인한 사료의 산성화가 모든 성장부진 문제를 해결해 줄 수 없다. 사료의 산성화 효과는 급여 사료의 형태에 따라 달라, 곡류 식물성 단백질 사료의 경우 그 효과가 크고, casein 또는 lactose 등의 유제품의 경우 그 효과는 미진하다. 또한 자돈의 경우 이유후의 성숙단계에 따라 유기산제의 성장촉진효과는 달리 나타나는데 이유직 후에 가장 크고 이유후 4주이후엔 그 효과가 감소하게 되어 실용성이 없다고 알려져 있다.

5. 호르몬제

생체의 호르몬은 내분비기관에서 분비되어 혈액을 통하여 표적기관으로 운반되어 특유한 생화학적 기능을 나타내게 된다. 호르몬의 특징은 아주 소량에 의해서도 효과를 나타낼 수 있다. 특히 호르몬은 체조직의 조성을 변화시켜 도체 지방조직을 감소시키고 근육조직을 증가시켜 동물의 성장을 촉진시키는 작용을 가지고 있다. 여러 종류의 합성호르몬제가 성장을 촉진시키거나 비육, 비육 촉진시킬 목적으로 사료에 첨가하거나 주사 또는 피부이식에 의해 사용되고 있다. 여기에 속하는 호르몬으로서 성장호르몬(후술함), 성호르몬(발정, 황체, 옹성 호르몬 및 옹성-여성 호르몬 복합제), 갑상성 호르몬 및 항갑상선 화합물 등이 있으며 호르몬제의 효과

는 가축에 따라 일정하지 않다.

발정호르몬인 estrogen은 소, 브로일러 등의 비육에 대해 효과가 있는데 최근까지 많이 사용되어 왔던 제제는 합성 여성호르몬인 diethylstilbestrol (DES)로서 거세우와 거세양에서 증체량과 사료효율이 각각 10~20%정도 개선효과를 나타낸다고 보고되어 있다. 그러나 DES의 대사산물이 발암성이 있음이 밝혀지면서 미국에서는 1979년 6월 29일자로 모든 가축에 대하여 DES의 전면 사용금지조치가 내려졌다. DES이외의 실제로 사용되고 있는 주요 성호르몬제로 hexestrol, melengestrol acetate (MGA), trenbolone acetate 등이 있다. Hexestrol은 DES와 같은 합성 estrogen으로 DES와 비슷한 증체 및 사료효율 개선효과를 가지고 있으며 MGA는 합성 progesteron제로 암소에 있어 발정억제효과에 의해 증체율과 사료효율을 개선시킨다. 첨가효과는 대개 7~10%로 알려져 있으나 주로 미경산우이고 나소를 제거한 암소와 거세우 및 수송아지에서는 효과가 없다고 한다. 일반적으로 성호르몬은 약물대사를 변동시키고 잔유량에 대한 영향을 줄 수 있기 때문에 다른 약물치료시 또는 도살시 충분한 주의를 기울여야 한다. thyroprotein은 합성 갑상선호르몬으로 단백질의 일종인 카제인에 옥소를 결합시킨 것으로 대사를 촉진시켜 비유분비를 증가시키는 효과가 있으나 농후사료를 다량 급여하여야 하며 특히 비유중기 이후에 있어서 전 비유기간의 총우유생산량은 크게 차이가 없다고 한다. 젖소 이외의 배육우, 비육양, 육성돈 및 닭 등에서는 이 호르몬의 사용효과는 없는 것으로 알려져 있다.

갑상선에서 thyroxine의 분비기능을 억제하여 가축의 대사율을 저하시킴에 의해 이 절약된 에너지를 체지방 증가에 이용하여 비육효과를 가져오게 하는 항갑상선물질로 thiourea와 thiouracil이 있거나 이들은 비육기간 말기 40~50일간에 유효하다고 입증되었으나 그 이상의 장기간 사용은 오히려 식욕을 저하시키는 효과가 있다. 현재 호르몬제는 널리 이용되지 않고 있는 실정인데 그 이유로 가축에 대한 호르몬의 작용기전이 완전히 밝혀져 있지 않으며 또한 정제방법

및 분석방법에 미진한 점이 많다. 그 밖에도 각 호르몬의 적정한 용량에 대해 불명한 점이 많으며 발정호르몬제를 처치한 가축은 필요이상의 불안한 태도를 보이며 비유기가 아닌때에도 젖이 분비될 수 있다. 특히 도체에 합성호르몬이 미량이라도 남아 있을 경우 발암이 생길수 있는 등 섭취한 인체에 해를 끼칠 우려가 있기 때문에 호르몬제의 사용은 엄격히 규제가 되고 있다.

IV. 성장호르몬

성장촉진에 관여하는 주요한 호르몬인 성장호르몬(growth hormone 또는 somatotropin)은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 190개의 아미노산(사람의 경우 191개)으로 구성되어 있는 분자량이 약 22,000의 단백질성 호르몬이다. 각 가축의 성장호르몬은 크기는 비슷하지만 아미노산의 조성은 가축마다 다르다. 가축의 성장촉진에는 해당 가축에 고유한 (species specific) 성장호르몬이 효과가 있다. 즉, 돼지에는 돼지성장호르몬, 소의 경우 소성장호르몬이 성장촉진효과가 있다. 만약에 종이 다른 성장호르몬이 투여되면 이종 단백질에 의한 면역반응이 일어날 수 있다. 성장호르몬은 분자량이 매우 큰 단백질성 호르몬이므로 화학적합성은 거의 불가능하기 때문에 지금까지 성장호르몬은 도체의 뇌하수체에서 직접 분리 정제하여 이용하여 왔는데 충분한 량의 성장호르몬 획득의 곤란, 분리정제과정에서 다른 호르몬(예, ACTH)의 혼입, 가격이 매우 비싼 점 등이 실제 가축에의 응용을 지연시키는 주요 문제점으로 지적되어 왔다. 1970년대 말에 와서 각 동물에 고유한 성장호르몬들이 유전공학적 방법으로 값싸고 순수하게 다량 제조할 수가 있게 되어,¹⁶⁾ 현재 소성장호르몬(bST), 돼지성장호르몬(pST), 닭성장호르몬(cST) 등 유전공학제품이 개발되어 실제 야외에서의 이용을 기다리고 있다. 따라서 위에서 지적한 많은 문제점은 해결이 되었다고 볼 수 있으나 정작 성장호르몬의 성장촉진효과 기전에 대해서 많은 연구자들이 완전히 일치한 견해를 가지고 있지 않으며

또한 부작용에 대해서도 논란이 많다. 그러나 성장호르몬은 단백질이기 때문에 체내에서 파괴가 용이하게 일어나 반감기가 8.9분에¹⁷⁾ 불과하여 항생물질 또는 성호르몬에서 볼 수 있는 잔류문제가 없어 휴약기간에 구애됨이 없이 출하 체중시까지 투여할 수 있는 이점이 있다. 그리고 돼지에서 성장호르몬의 투여는 사료효율을 개선시켜 체외배설물이 25% 감소될뿐 아니라 질소 및 인의 체내저류되어 이용됨에 따라 배설물중의 질소, 인, 함량이 더욱 감소되어 사회적으로 문제가 되고 있는 축산폐기물을 감소시킬 수 있다. 그러나 유전공학기법에 의해 만들어진 성장호르몬 제품이 성장촉진 및 비유촉진에 확실한 효과가 있고 안전하다는 것을 확보하기 위해서는 더 많은 연구가 뒤따른후 실용화 되리라 생각한다.

1. 성장호르몬의 투여효과

돼지에서 성장호르몬은 주로 증체율의 향상과 사료효율 개선 및 도체지방 감소 목적으로 검토되어 왔는데 Etherton 등에¹⁸⁾ 의하면 성장호르몬은 체중 kg당 70 μ l 수준으로 매일 투여하였을 때 당일 증체율은 12.6%, 사료효율 17.5%, 근육성분이 14.7% 각각 증가되었다 하며 도체지방은 24.7% 감소되었다 한다. 한편 Boyd 등¹⁹⁾ 도 체중 kg당 90 μ l 수준에서 최고의 성장율을 나타내었음을 보고하고 있다. 소에서는 성장호르몬은 유량을 20%정도 증가시키며 또한 같은 용량의 우유를 생산하기 위해 소모하는 사료의 량은 적게 요구되고 산유량 최고시점이 오래 동안 지속된다고 한다.

2. 성장호르몬의 기전

성장호르몬의 성장촉진효과가 성장호르몬의 직접작용인지 또는 다른 생체내 물질을 매개하여 간접적으로 일어나는지 아직 확실하지 않다. 성장촉진작용을 설명하기 위해 다양한 적용기전이 제시되어 있으며 이들중에는 일부 상호배치되는 듯한 것도 있다. 즉, 인슐린양 작용,²⁰⁾ 당뇨병, 생성작용,²¹⁾ 지방분해작용 및 지방합성억제작용 등²²⁾ 은 지금까지 성장호르몬의 성장촉진작용을 설명하기 위해 제시가된 기전이라 볼 수 있다. 최근 성장호르몬의 성장촉진작용은

somatomedin이라는 물질을 통해 간접적으로는 일어난다는 설이 일반적으로 받아들여지고 있다. 성장호르몬은 간에서 somatomedin(분자량이 약 7,500인 단백질)의 분비를 촉진시키는데 이 somatomedin이 뼈의 성장과 단백질의 생성을 촉진시키고 근육의 생성을 증가한다.²³⁾ Somatomedin은 인슈린양 성장인자(IGF)로서 성장호르몬을 직접투여할 때와 같은 효과를 나타냄이 입증되었다.

3. 성장호르몬의 부작용

유전공학적으로 다량 제조가 가능하게된 성장호르몬의 실용화가 이루어지지 않는 큰 이유는 이제제의 안전성과 관련된 문제때문이라 생각된다. 성장호르몬은 단백질이기 때문에 가축이나 사람에게 투여될 경우 체내에서 완전히 분해되며 설사 소량 함유된 고기 또는 우유를 사람이 섭취한다고 하더라도 안전성에 큰 문제점이 없다고 주장하는 시각도 있다. 그러나 유전공학적 기법으로 제조되는 DNA 재조합형 소성장호르몬의 부작용에 대해 Kronfield는 FDA에 다음과 같은 공개질문을 한바 있다, 1) 성장호르몬이 함유된 우유를 먹는 성인에서의 노화촉진에 대한 우려, 2) 우유에 함유된 성장호르몬에 의한 사람의 면역반응(알러지 반응)에 대한 우려, 3) 소성장호르몬의 근육증강작용을 부정적인 목적으로 이용하는 운동선수에 대한 우려, 4) 소에 있어서 유방염과 번식장애에 대한 우려, FDA는 위에 기재한 우려점 몇 가지에 대해 우려할 정도는 아니라고 해명하였지만 이에 대한 보다 광범위한 연구가 있어야 한다고 생각된다. 한편 최근 약물대사에 대한 성장호르몬의 작용이 밝혀짐에 따라 다른 약물과 병용하고 있는 동물에 있어서 해당 약물의 용법 용량의 조절과 약물 잔류에 미치는 영향 등에 대해서도 고려해야할 것이다.

4. 성장호르몬에 대한 문제점 및 금후 전망

현재 성장호르몬은 우리나라를 포함하여 여러 나라에서 유전공학적기법으로 값싸게 다량으로 제조할 수 있어 성장호르몬의 실용화는 멀지 않은 장래에 이루어질 것으로 전망된다. 그러나

문제가 되고 있는 안전성에 대해 보다 적극적인 해명이 있어야할 것이다. 성장호르몬이 실용화되기 위해 우선적으로 극복되어야할 과제는 투여방법(delivery system)의 개발이라 지적할 수 있다. 무엇보다도 사료첨가제 형태로 개발이 되어야 하며 특히 내산성과 소장의 흡수부위에서 유리형으로 쉽게 방출되는 특성을 가져야 할 것이다. 성장호르몬은 시상하의 성장호르몬 방출인자(GHRF)와 성장호르몬 분비억제인자(SRIF)인 somatostatin에 의해 조절이 된다. 따라서 최근 somatostatin에 대한 면역반응을 유도함으로써 성장호르몬의 분비를 촉진시키려는 시도도 있다. somatostatin 면역에 대한 성장촉진 방법은 실용적인 관점에서 상당히 유력하다. 왜냐하면 매일 투여하여야 하는 성장호르몬과 달리 수주간에 수회 투여하면 되기 때문이며 또한 현재 투여방법이 확립되어 있지 않은 성장호르몬에 비해 주사할 수 있는 이점이 있기 때문이다. 지금까지 성장호르몬이 효능을 보인 대부분의 실험에서 단백질과 아미노산 함량이 높은 사료를 사용하였는데 사료효율 향상을 가져오기 위해 적게 먹고 많이 성장하기 위해 사료중의 단백질 함량이 높은 것을 사용하였기 때문이다. 그러나 농후사료를 거의 전량 수입에 의존하는 우리나라의 경우 단백질함량이 낮은 사료에서 성장호르몬이 작용을 나타내는지에 대해 추후 많은 검토가 필요하다할 것이다. 일반적인 이야기가 되겠지만 외부적으로 성장호르몬을 투여하게 되면 표적장기에서의 성장호르몬에 대한 민감성이 저하되고 생체의 정상 성장호르몬의 분비가 억제될 수 있다는 점에 대해서도 검토를 하여야할 것이다.

V. 생균제제

생균제제는 미생물을 이용한 제제로서 가축에게 급여하여 다른 미생물의 성장을 억제하고 섭취한 사료의 소화와 흡수를 도와주어 가축의 성장을 촉진하고 사료효율을 개선시켜 준다. 항생물질 또는 호르몬제에 의한 여러 문제점을 배제시킬 수 있다는 측면에서 최근 관심을 끌고 있

는 성장촉진제의 하나이다. 생균제제는 영어의 Probiotics를 우리말로 번역한 용어로 희랍어인 pro(for)와 biotics(life)을 합성하여 만든 용어이다. 항생물질(antibiotics)이 'against life'를 뜻하는 것과 좋은 대조가 된다. probiotics란 용어를 처음 사용한 Parker²⁴⁾에 의하면 장내 미생물 균형에 도움을 주는 미생물이나 미생물이 분비하는 물질이라고 정의하였다. 생균제제의 종류는 유산생성균, Bacillus균, Clostridium균, Streptococcus균, 효모, 곰팡이 등이 있으며 우리나라에서도 최근 유산균 계통의 생균제제에 대한 관심이 높아져 많은 제품이 유통되고 있다. 동물이 스트레스를 받으며 사료섭취가 저하되며 이러한 사료섭취의 저하는 장내 유익균(예, 유산균)이 이용할 기질을 감소시킨다. 일반적으로 유산생성균은 지속적인 영양이 공급되지 않으면 그 수가 저하된다. 이런 경우 병원성 세균의 이상증식이 일어난다. 따라서 지속적인 영양공급은 매우 중요하다. 대장균이 이상증식하게 되면 장관내로 수분을 저류시키고 장관 상피세포를 손상시켜 설사를 일으킨다. 유산균과 대장균의 균형은 pH에 의해 조정되는데 pH가 저하되면 대장균을 포함한 많은 혐기성 균의 증식이 억제된다. 많은 생균제제는 pH를 저하시키는 작용을 가지고 있다.

1. 생균제의 가축 성장촉진효과

생균제의 효과에 대해 처음 보고한 Metchnikoff²⁵⁾ 불가리아 농부의 장수 원인이 *Lactobacillus acidophilus*로써 발효시킨 yogurt를 다량 섭취하는 식습관과 밀접한 관련이 있다고 보고하였다. 그 뒤 사람에게 있어서 각종 유산균 음료로 널리 보급되었고, 의학적으로는 정장제로서 장내이상발효, 설사, 소화불량, 변비 등에 오래 동안 이용되어 왔다. 이러한 생균제가 가축 가금의 발육촉진이나 설사치료 등 생산성향상의 목적으로 최근에 사용되기 시작하였다. 예를들면 자돈에 *Lactobacillus aciophilus*로 배양한 인공유를 급여하면 소장내 diamine의 생성이 감소하고 설사증상이 경감되며,²⁶⁾ 장염발생이 감소한다.²⁷⁾ 또한 King²⁸⁾ 이유자돈에 5일간 *L. aciophilus* 제제 2g 씩 급여하여 증체와 사료효율

개선을 보았다고 보고하였다. 가금의 경우에도 유산균 첨가사료의 사료효율과 증체효과는 항상 물질 첨가사료와 대등한 성적을 얻을 수 있다. 건강한 동물은 장관의 기능이 정상적이며 이때 장관내의 세균총은 균형을 이루고 있다. 일반적으로 건강한 동물의 장관 세균총에는 유산을 생성시키는 세균인 유산균과 연쇄상구균이 많다. 이러한 정상세균총의 균형은 동물이 스트레스를 받을때 깨어지게 되어 병원성 세균인 대장균 등이 증가하는 쪽으로 세균총이 형성되게 된다. Smith²⁹⁾ 심한 설사를 하는 송아지의 제4위에서 대장균의 존재를 보고한 바 있으며 이러한 사실은 Ingram³⁰⁾ 의해서 확인되었는데 설사증의 송아지의 십이장에서 대장균수는 1ml당 수백만개인데 비해 건강한 송아지의 그것은 1ml당 100개 이하이었다고 하였다. 지금까지 많은 종의 동물에서 생균제의 증체효과가 여러 연구자에 의해서 보고되어 있다.^{31, 32)} 그러나 생균제의 투여가 성장촉진효과를 나타내지 않았다는 보고도 있다.³³⁾ 아마 이러한 부정적인 효과는 사용 미생물의 부적절로 인한 생균제의 장관내 증식이 이루어지지 않을 경우에 나타나는 현상이라고 보여지고 있다.

2. 생균제의 작용기전

장내 세균총의 구성은 숙주의 생리, 사료, 약물, 사육환경 등의 요인에 의해서 영향을 받는다. 생균제는 항균제만큼 장내균총에 대하여 강력한 작용을 가지고 있지 않지만 장내균총을 교란시키지 않고 정상적인 구성을 갖게하는 특성을 가지고 있다. 따라서 이상균총이 되어 있는 경우에도 부작용 없이 정상균총이 되도록 정장효과를 발휘한다. 이러한 정상균총의 유지는 가축의 생산성 증가에 연결되게 한다. 지금까지 알려진 생균제의 작용기전을 정리하면, 1) 장내 증식에 의한 다른 유해균 증식, 정착의 저지(c-ompetitive exlusion), 2) 증식하지 않을 경우 균체성분의 직접적인 생체 또는 장내균총의 정상화, 3) 유산의 생성과 장내 pH의 저하, 4) 생균체 또는 그 대사산물에 의한 균체 독소의 무독화 또는 생성저지, 5) 비타민 B군의 생성, 비타민 E의 흡수촉진, 6) 생성하는 유기산이나 아미

노산 등에 의한 소화흡수 개선, 7) 면역 응답의 증강, 8) 항균물질의 생성, 9) 성장촉진물질의 생성 등이 제시되고 있다.

3. 유용한 생균제의 구비조건

유용한 생균제는 수많은 균계대와 효능검사를 거쳐 선발되게 되는데 생균제가 갖추어야 할 요건은 다음과 같다.

1) 비병원성 : 무엇보다도 생균체 자체는 병원성을 가지면 안된다. 또한 다른 병원성 세균이 오염되어서는 안된다.

2) 그람양성 : 그람양성균은 lysoyme과 같은 효소에 의하면 쉽게 파괴되지 않는다. 또한 그람양성균은 체제화하는 과정중의 냉동, 건조에 대한 저항력이 크다.

3) 내산성 및 산생성 능력 : 위장에서 소장을 통과하는 과정에서 파괴되지 않기 위해서는 내산성이 있어야 한다. 또한 병원성 세균을 길항하기 위해서는 신속하게 산을 생성하는 능력을 갖추어야 한다.

4) 종특이성 : 생균제의 장관벽 정착은 동물의 종에 따라 다르기 때문에 각종 동물에 따른 정착효과가 우수하여야 한다.

5) 항대장균물질 분비 : 대장균의 증식을 억제하는 작용이 있어야 한다.

6) 내담즙 작용 : 담즙은 지방의 소화작용을 도우는 물질이다. 이러한 소화작용은 표면장력의 감소에 의해 일어난다. 또한 담즙은 약물, 독소, 콜레스테롤, 구리, 아연, 수은 등의 무기물질의 배설에 주요한 역할을 한다. 이러한 담즙이 소장내에 들어오게 되면 대부분의 세균을 죽이게 하는데 그 이유는 세균막은 지방을 함유하고 있기 때문이다. 따라서 생균제는 담즙에 대해서 저항성을 가져야 좋다.

7) 안정성, 활성 : 무엇보다도 사용하여야 할 생균제는 활성이 있어야 하며 제제학적으로 안정하여야 한다.

4. 생균제에 대한 전망

성장촉진제로 많이 사용되어 왔던 항균제는 내성, 식욕, 잔류 등의 공중위생상 많은 문제점이 있기 때문에 대체성장촉진제 사용은 더욱 증

대될 것이다. 이 중에서도 생균제는 내성균, 잔류 등의 문제가 없으므로 앞으로 가장 유력한 대체성장촉진제로 간주되고 있다. 그러나 생균제의 사료첨가물로서의 일반적인 사용에 앞서 많은 연구가 선행되어야 할 것이다. 즉, 가축의 정상 장내균총에 대한 완전한 해명, 사료나 스트레스의 영향, 균총에 의해서 생성되는 물질의 영향 등에 대한 계속적인 연구가 있어야 하겠다. 특히 모든 생균제가 일률적으로 같은 효과를 나타내지 않을 것이므로 투여하여야 할 목적에 따라 특정한 행균제를 선택해서 그 효과를 최대한으로 나타내기 위해 관련된 많은 연구가 선행되어야 할 것이다.

VI. 아드레날린성 베타 수용체 작용약

가축의 생산성 향상을 위해 사용되어질 또 하나의 제제로서 아드레날린성 베타 수용체 작용약이 있다. 아드레날린성 약물은 교감신경이 흥분되었을 때 나타나는 반응과 비슷한 작용을 나타낸다. 여기에는 아드레날린성 수용체에 직접 작용하는 약물과 아드레날린성 신경전달물질을 유리시켜 그 유리된 신경전달물질로 하여금 간접적으로 아드레날린성 효과를 나타내는 것이 포함된다. 아드레날린성 수용체는 크게 나누어 주로 흥분적인 작용을 매개하는 알파 수용체와 주로 억제적인 작용을 매개하는 베타 수용체가 있다. 벌써 오래전부터 이러한 알파, 베타 수용체는 더욱 세분류되고 있으며³⁴⁾ 향후 그 분류는 더욱 세분되어질 것이다. 우리가 살펴보고 있는 베타 수용체의 경우, 현재 일반적으로 두 개로 나누어 심장에 운동적으로 작용하는 베타1 수용체와 기관지, 혈관, 자궁 등에 억제적으로 작용하는 베타2 수용체가 있다³⁵⁾ (물론, 학자에 따라 베타 수용체를 1, 2, 3, 4로 나누는 사람도 있다). 베타 수용체를 가축의 생산성 향상과 연결시켜 살펴보면 베타 수용체가 흥분되면 지방분해가 촉진된다는 것과 관련이 있다. 지방함량이 적은 도체를 생산하는 것이 축산이 추구하는 가장 큰 관심사의 하나라고 생각할 수 있는데 지방함량이 많다는 것은 사료효율이 나쁜 것을

의미한다. 1kg의 지방질의 생산은 근육의 생산보다 더욱 많은 에너지가 요구되기 때문이다. 도체의 조성을 향상시키기 위해 품종개량, 사양법, 사료영양학 등 여러 측면에서 시도가 되고 있다. 화학물질에 의한 방법으로는 아드레날린, 노르아드레날린, 니코틴, 갑상선작용 요드화 카제인이 사용되고 있다. 최근 아드레날린성 베타 수용체 작용약이 도체 지방 감소효과가 뚜렷하여 관심을 모으고 있는데 cimaterol과 coenbuterol이 이러한 목적으로 사용되고 있다. 이들 제제는 지방을 감소하고 근육성분에 더 많은 영양소를 가계하는 작용이 있다 하여 흔히 'repartitioning agent'라고 불리워지고 있다.³⁶⁾ 이들 제제의 작용기전은 베타 수용체에 결합함으로써 세포내의 CAMP를 증가시켜 지방생성작용의 감소와 지방분해작용을 증대시킨다.³⁷⁾ 이들은 또한 근육의 단백질분해를 감소시키고 단백질합성을 증대시킨다. 결국 궁극적인 작용은 지방침착에 사용되는 에너지를 근육의 합성쪽으로 유도함으로써 사료효율의 개선과 도체조성을 유리하게 한다는 것이다. 도체지방 저하효과는 확실한 반면에 사료효율과 증체량에 있어서는 재현성이 적다는 보고도 있다. 제제학적인 측면에서 아드레날린성 베타 수용체 작용약은 화학물질이기 때문에 성장호르몬에 비해 사료첨가제로 개발하기가 용이하다. 그러나 체내에 널리 분포되어 있는 여러 베타 수용체에 대한 비선택적 작용에 의한 부작용과 잔류문제에 대한 대책 등 해결해야 할 문제가 남아있다.

Ⅶ. 요 약

가축의 생산성을 향상시키기 위해 다양한 성장촉진물질이 사용되고 있다. 본고에서는 이러한 목적으로 사용되고 있는 여러 제제의 효과와 작용기전 그리고 그 위해성에 대해 간단하게 검토를 하여 보았다. 항생물질은 여러 축종에 대한 성장촉진 목적으로 가장 많이 사용되고 있는 제제이나 잔류독성 및 내성에 의한 공중위생상 위해성 때문에 안전한 대체성장촉진물질에 대한 요구는 계속 증대되고 있다. 광물질 첨가제, 효

모제, 효소제, 유기산제제, 생균제, 호르몬제 등에 대해서 간단히 살펴보았으며 특히 최근 관심이 고조되고 있는 성장호르몬과 아드레날린성 베타 수용체 작용약에 대해 약리학적 평가를 시도하였다. 일찌기 스위스의 Paracelsus(1493~1541)는 "모든 물질은 독물이며 다만 용량이 문제일뿐 독성이 없는 물질은 없다"라고 하였듯이 새로운 물질의 사용은 항상 그에 수반하는 부작용이 있을 것이므로 이에 대한 깊은 관심을 가져 올바른 사용법을 확립하는데 최선을 다하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Moore, P. R., Evenson, J., Luckey, T. D., McCoy, E., Elvehjem, C. A. and Hart, E. G.: Use of sulfasuxidine and streptothricine and streptomycin in nutritional studies with the chick. *J. Biol. Chem.*, (1946) 165:437.
2. Stutz, M. W., Johnson, S. L. and Judith, F. R.: Effects of diet and bacitracin on growth, feed efficiency, and populations of *Clostridium perfringens* in the intestine of broiler chicks. *Poultry Sci.*, (1983) 62:1619.
3. Coats, M. E., David, M. K. and Kon, S. K.: The effects of antibiotics on the intestine of the chick. *Brit. J. Nutrition*, (1955) 9:110.
4. Morehouse, M. F. and Mayfield, O. J.: The effect of some aryl arsonic acids on experimental coccidiosis infection in chickens. *J. Parasitol.*, (1946) 32:20.
5. Sibbald, J. R. and Slinger, S. J.: The effects of breed, sex, An arsenical and nutrient density on the utilization of dietary energy. *Poultry Sci.*, (1963) 42:1325.
6. Carpenter, L. E.: The effect of 3-nitro-4-hydroxyphenyl arsonic acid on the growth of swine. *Arch. Biochem. Biophysics*, (1951) 32:181.
7. Hanson, L. E., Carpenter, L. E., Aunan, W. J. and Ferrin, E. F.: The use of arsenic acid in the production of market pigs. *J. Anim. Sci.*, (1955) 14:513.
8. Ewaard, J. M., Nelson, V. E. and Sewell, W. E.: Copper salts in nutrition. *Iowa Acad. Sci.*, (1928) 35:211.
9. Jensen, L. S. and Maurice, D. V.: Effect of high dietary copper on the ceca of chicks. *Poultry Sci.*, (1978) 57:166.

10. Etheridge, R. D., Seerley, R. W. and Huber, J. L.: *J. Anim. Sci.*, (1984) 58:1403.
11. Manners, M. J.: *Proc. Nut. Soc.*, (1976) 35:49.
12. Giesting, D. W.: Utiliation of soy protein by the young pig. PhD thesis (1986) Univ. of Illinois, Urbana.
13. Fallon, R.: Acidification of calf and piglet diets—the European experience, Alltech's Second Annual Symposium (1986) Lexington, Kentucky.
14. Manners, J.: Milk replacers for piglets. *J. Sci. Food Agri.*, (1970) 21:333.
15. Vogt, H. S., Matthers, S. and Harmischs, S.: Preservatives/organic acids in broiler and layer rations conference on feed additives (1981) Budapest, Hungary.
16. Goddel, D. V., Heyneker, H. L., Hozumi, T., Arentzen, R., Itakura, K., Ross, M. J., Mozzari, G., Cra, A. and Seeberg, R. H.: *Nature*, 281:544.
17. Althen, T. B. and Geriits, R. J.: *Endocrinology*, (1976) 91:511.
18. Etherton, T. D., Wiggins, J. P., Chung, C. S., Evoke, C. M., Rebhun, J. F., Walton, P. E. and Steele, N. C.: *J. Anim. Sci.*, (1987) 64:433.
19. Boyd, R. D., Wray-Cahen, D., Bauman, D., Beermann, D., Deneergard, A. and Souza, L.: *Proc. Maryland Nutr. Confr.* (1987) p. 58.
20. Goodman, H. M.: *Endocrinology*, (1965) 76:216.
21. Kostyo, J. L., Gennick, S. E. and Sauder, S. E.: *Am. J. Physiol.*, (1984) 246:E356.
22. Goodman, H. M. and Grichting, G.: *Edocrinology*, (1983) 113:1697.
23. Daughaday, W. H.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, (1982) 170:257.
24. Parker, R. B.: Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Anim. Nutr. Heal.*, (1974) 29:4.
25. Metchnikoff, E.: *Prolongation of life* (1907) G. P. Putnam & Sons, New York.
26. Hill, I. R., Kenworkthy, R. and Porter, P.: *J. Med. Microbiol.*, (1970) 3:593.
27. Redmond, H. E. and Moore, R. W.: *Southwest Vet.*, (1965) 18:287.
28. King, J. O. L.: *The Veterinarian*, (1968) 5:293.
29. Smith, W. H.: The bacteriology of the alimentary tract of domestic animals suffering from *E. coli* infection. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, (1971) 176:110.
30. Ingram, P. L.: Observations of the pathology and pathogenesis of experimental coli bacillosis in calves. PhD thesis (1962) Univ, London.
31. McDonough, F. E., Mitchens, A. D. and Wong, N. P.: Effects of yogurt and freeze-dried yogurt on growth stimulation of rats. *J. Food Sci.*, (1982) 47:1463.
32. Pollmann, D. S., Danielson, D. M. and Peo, E. R.: Effects of microbial feed additives on performance of starter and growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, (1980) 51:577.
33. Harper, A. F., Kornegay, E. T., Bryant, K. L. and Thomas, H. R.: Efficacy of virginiamycin and a commercially available lactobacillus probiotic in swine diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, (1983) 8:69.
34. Alquist, R. P.: A study of adrneotropic receptors. *Am. J. Physiol.*, (1948) 153:586.
35. Lands, A. M., Arnold, A., McAuliff, J. P., Luduena, F. P. and Brown, T. G.: Differentiation of receptor systems activated by sympathomimetic amines. *Nature*, (1967) 214:597.
36. Dalrymple, R. H., Barker, P. K., Doscher, N. E., Ingle, D. L., Pankavich, J. A. and Ricks, C. A.: Effect of the reparationing agent CL 263,780 on muscle and fat accretion in finishtion swine. *J. Anim. Sci.*, (1984) 59(Suppl. 1):212.
37. Duquett, R. F. and Muir, L. A.: *J. Anim. Sci.* (1985) 61(Suppl. 1):265.