

유전자재조합된 돼지성장호르몬(rPST)의 최근 연구동향

편집기획실

서 론

최근 양돈분야에서 흥분이 되는 한시대가 우리의 바로 지척에서 매우 빠른 속도로 전개되고 있다. 지난 수년간 발표된 수많은 연구를 보면 외인성 돼지성장호르몬(Exogenous pGH)을 처리한 돼지는 극적으로 돼지의 성장능력을 향상시켜왔다는 것을 알 수 있다(Boyd 등, 1988; Boyd 등, 1986; Campbell 등, 1988; Chung 등, 1985; Etherton 등, 1986; Etherton 등, 1987; Evock 등, 1988)

지금까지 수행된 연구에서 나타난 외인성성장호르몬의 반응정도는 실험계획(예: 개시시 돼지의 체중, 시험기간, 품종, 성별, 사용된 pGH의 투여량과 사료의 차이)때문에 약간 다양하게 나타나고 있다.

지난 십년동안 유전적 선발과 영양에 대한 이해의 증대는 고품질의 정육돼지고기의 효율적인 생산에 굉장한 향상을 가져왔다. 이러한 정육형 돼지(leaner pigs)의 특징은 이들이 자연적으로 분비하는 호르몬인 Somatotropin(또는 성장호르몬, GH)의 수준이 보다 높다는 것이다. 또한 지난 십년동안 돼지성장호르몬(PST)를 함유하고 있는 조직추출물(Tissue extracts)을 돼지에게 주사하는 것은 육성돈에 있어서 정육조직축적의 증가와 지방부착(adipose accretion)의 감소를 야기시킨다는 것이 보고되어지고 있다.

PST는 일당증체량(ADG)을 약 10~20% 증가시키고 사료효율을 15~35% 향상시키는 것으로 나타나고 있다. 또한 지방조직량(adipose tissue mass)과 지방축적율(lipid accretion rates)을 50~80

%나 감소시키고 단백질축적(protein deposition)을 50%나 증가시키는 것으로 보고되고 있으나 연구자에 따라서 다소간에 차이를 나타내고 있다(Henricson과 ollberg, 1960; Machlin, 1972). pGH가 돼지에 미치는 영향을 도해하면 그림 1과 같다.

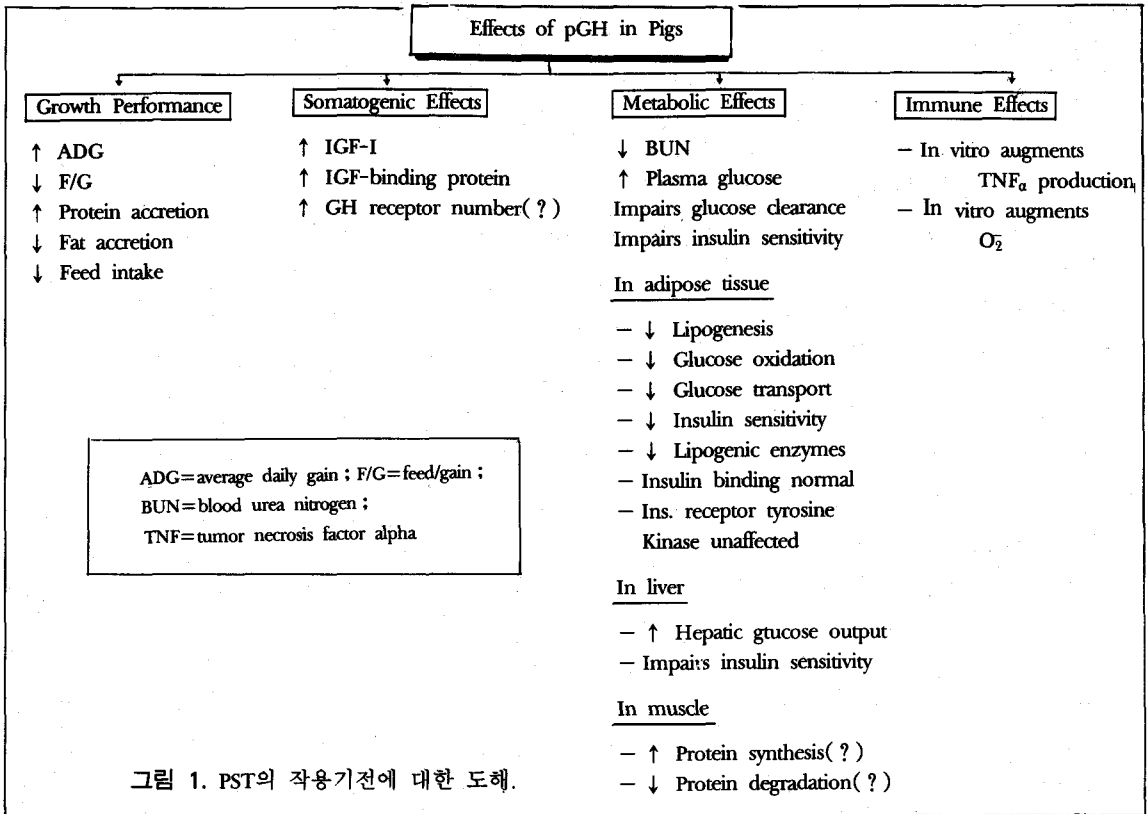
생명공학(Biotechnology)의 발전은 현재 상업적인 규모로 PST를 생산할 수 있는 수단을 제공하고 있으며 양돈의 생산성을 향상시키기 위하여 유전자조합 유래된 PST를 매일 또는 수일에 한번씩 주사하는 것이 효용성이 있다는 것은 의심할 여지가 없을 정도로 기정사실화되어가고 있다.

그러나 PST를 통한 돼지의 개량에는 PST주사에 드는 비용, 보다 빨리 성장하기위해 아미노산의 사료내 밀도를 높이지 않으면 안된기 때문에 이를위해 추가로 드는 원가부담문제 등 해결되어야 할 과제들이 많이 남아 있어 현재도 연구가 계속 진행되고 있다. 또한 국내에서도 일부 연구자들이 80년대말부터 PST에 대한 연구에 참여하고 있기 때문에 앞으로의 연구결과가 기대되고 있다.

따라서 본고에서는 돼지성장호르몬(PST)에 대한 최신 연구논문 자료를 정리하여 수의사들에게 제공하고자 한다.

1. 성장호르몬의 화학적 특징

성장호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되며 종에 따라 약간의 차이는 있지만 약 190개의 아미노산 잔기로 구성되어 있고 약 21~22K dalton의 Single-chained polypeptide이다(Phillips, 1987). 이들 성장호르몬의 구조는 종마다 그 특이성이 있지만 분자구조내 상당부분은 공통부분을 갖는다(Cam-



pion 등, 1989).

성장호르몬은 Somatotrophs라고 불리는 뇌하수체전엽의 특이세포에서 합성되어 분비되는 물질이다. 이들 성장호르몬의 아미노산 결합순서(Amino acid Sequence)에 대한 최초의 보고는 Li 등(1966)에 의한 인간 성장호르몬 결합순서이며 그이후 Recombiant DNA 기법과 전통적인 단백질 결합순서 결정기술을 이용하여 적어도 20종의 성장호르몬에 대한 아미노산 결합순서 규명되었다. 여기에는 2종의 여장류와 9종의 비영장 포유동물, 2종이 조류, 1종의 양서류 및 7종의 어류가 포함된다(Wallis, 1989).

소성장호르몬(BST)은 191개의 아미노산으로 이루어진 단백질로서 돼지성장호르몬(PST)과 높은 유사도를 나타내고 있다. 즉, 소성장호르몬과 돼지성장호르몬은 18곳의 아미노산 잔기가 서로 다르나 돼지성장호르몬과 인간성장호르몬(hST)은 59곳의 아미노산 잔기가 서로 다르다고 보고하였다(Seeburg, 1983).

성장호르몬은 가족종간의 단백질구조에 있어서

특이성을 보이고 세포나 조직에서 성장호르몬 결합능력에 차이를 보이고 있기 때문에 성장촉진 목적으로 성장호르몬을 투여할 경우에는 각 가축 고유의 성장호르몬을 투여해야 한다(Wallis, 1989). 특정종의 성장호르몬을 다른 종에게 투여하면 투여받은 가축은 투여된 성장호르몬을 이물질로 취급하여 가축체내에서 항체형을 일으켜 역효과를 나타낼 위험성이 있기 때문에 돼지에게는 돼지 성장호르몬을 소에게는 소성장호르몬(BST)을 투여하여야 한다(Meisinger, 1989).

성장호르몬의 투여효과에 대한 연구는 오래전부터 이루어져 왔다(Giles, 1942). 그러나 충분한 양의 순수한 성장호르몬의 공급이 어려웠고 또한 성장호르몬은 분자량이 매우 커서 화학적으로 합성하는 문제도 불가능하였기 때문에 가축에게 산업적으로 투여할 충분한 만큼의 성장호르몬을 확보할 수가 없어서 오랫동안 연구에 어려움이 있었다(Hof 등, 1991). 그러나 현재는 1~23번째 아미노산은 화학적방법으로 합성하고 24~191번째 아미노산은 유전공학적이법을 이용하여 뇌하수체 세포내의

mRNA로 유전자를 확보하고 유전자재조합기법을 이용하여 Plasmid(PBR₃₂₂)를 Vector로 이용하고 제한효소를 이용 성장호르몬 유전자를 삽입하여 재조합유전자를 생산한 뒤 이들 재조합 유전자를 E. coli(K₁₂RV₃₀₈)에 transformation하여 Recombinant DNA를 대량생산하게 되었다(Keith 1990 ; Bauman 등, 1985 ; Hutchinosn 등, 1986).

성장호르몬은 아미노산으로 구성된 단백질호르몬이기 때문에 돼재사료에 이들 호르몬을 직접 첨가하여 급여하게되면 급여된 PST는 소장내의 단백질 분해효소에 의해 쉽게 분해된 뒤 아미노산으로 체내에 흡수되어 버리기 때문에 성장호르몬의 역할을 제대로 발휘하지 못하게 된다. 따라서 현재는 BST를 주사제로 만들어 매일 또는 14~28 일만에 한번씩 주사는 방법만이 이용되고 있다(William, 1989 ; Hartmell 등, 1991)

2. 성장호르몬의 분비기전 및 작용

(1) 분비기전

성장호르몬은 뇌하수체 전엽의 성장호르몬 분비세포(somatotrophs)에서 합성분비되는데 분비의 조절은 주로 시상하부의 정중용기(mediabn eminace)에서 끝나는 신경세포에서 방출되는 두 분비 조절 호르몬에 의해 일어난다. 즉, 성장호르몬의 분비를 촉진하는 Growth hormone releasing hormone(GHRH)와 억제하는 Somatotropin releasing inhibiting factor(SRIF)의 협력작용에 의하여 통제 조절된다(Tannenbaum과 Ling, 1985)(표 1).

GHRH는 44개의 아미노산 잔기로 구성된 펩타이드인데 이를 분비하는 세포는 시상하부 이외의 다른 부위에서도 발견되기도 하지만 주로 중추신경계에 한정되어 분포하며 특히 궁상핵에 많이 산재하고 있다.

이 GHRH는 정중용기 축색돌기 말단에서 분비되어 문맥혈관계에 들어간 뒤 뇌하수체전엽에 도달한다. 한편 SRIF는 14개의 아미노산 잔기로 구성된 펩타이드이고, SRIF 분비세포는 GHRH 경우와는 달리 매우 넓은 분포를 나타내어 시상하부 이외에도 발견되는데 이 SRIF는 장기기능에도 영향을 미친다.

한편 정중용기에는 시상하부 수준에서 성장호르몬 방출에 영향을 주는 많은 factor들 즉, Thyrotropin-releasing hormone(TRH), Pombesin, Motilin, Cholecystokinin(CCK), Vasoactive intestinal peptide(VIP), Vasopressin과 신경전달물질인 Dopamine(DA), Epinephrine과 Acetylcholine 등이 있다. 그러나 이들의 생리적 중요성이나 정확한 기능에 대해서는 아직 불분명한 상태이다(Rawling와 Mason, 1989).

성장호르몬의 분비는 하루중 일정한 양으로 분비되는 것이 아니고 맥동적(pulstile)으로 분비되는데 GHRH와 SPIF가 이에 관여하고 catecholamine이나 신경세포에 의해서도 영향을 받는다(Tannenbaum과 Ling, 1985). 이 맥동적분비형상 때문에 어느 동물의 성장호르몬 stress를 알기 위해서는 여러시간동안 자주 혈액을 채취해야 한다(Althen

표 1. GH방출을 조절하는 요인에 대한 도해

	촉진	억제
Hormones	GHRH	Somatostatin
	Glucagon	Somatomedins
	Pentagastrin	Cortcosteroid excess
	Enkephalin	Hypothyroidism
Biogenic amines	α -Adrenergic agonists(clonidine, xylzine)	α -Adrenergic antagonists
	β -Adrenergic antagonists(propranolol)	α -Adrenergic agonists
	Dopamine agonists(L-dopa, bromocriptine)	Serotonin antagonists(Cyproheptadine)
Others	Hypoglycemia	Hyperglycemia
	Fall in free fatty acids	Rise in free fatty acids
	Amino acids(arginine)	
	Sleep	
	Stress(emotional), exercise	

등, 1988).

GHRH는 성장호르몬 분비세포에 대해 세포내 증계자 역할을 하는 3', 5'-cyclic AMP(cAMP)를 생산하도록 adenylate cyclase를 활성화시킴으로써 그 영향을 미친다. 즉, GHRH에 의한 cAMP 수준증가는 cAMP-dependent protein kinase와 같은 특이 활성효소를 인산화하여 세포활성에 영향을 미치는 결과가 되는데, 이 cAMP 분비증가반응은 Ca^{++} 에 의존한다. 그러나 성장호르몬 방출을 자극하는 GHRH의 작용이 cAMP와 Ca^{++} 에 의해 매개된다 할지라도 지금까지의 연구결과를 가지고 볼 때 Ca 농도의 증가가 성장호르몬 합성량 변화를 줄 정도로 크게 관여하는 것은 아니다. 그러나 cAMP 수준증가는 성장호르몬 유전자의 전사(transcription)를 변형시키는데 충분히 signal로써 작용한다.

한편, SRIF 수용체의 활성화는 adenylate cyclase에 의한 cAMP 생산을 억제하는 G-protein을 자극하여 성장호르몬의 합성, 분비를 저해하는데 SRIF는 GHRH와는 달리 뇌하수체의 여러 호르몬 방출에 대해 영향을 미친다(Rawlings와 Mason, 1989).

(2) 성장호르몬의 작용

성장호르몬(GH)는 비유의 유지에 불가결한 호르몬이다. 비유산양의 뇌하수체를 제거하면 비유가 정지되지만 프로락틴(PRL), 갑성선호르몬, glucocorticoid 호르몬과 함께 GH를 투여하면 유량은 제거전의 수준으로 회복된다.

또한 가축의 성장은 유전, 영양, 환경 등의 제 요인과 함께 각종 호르몬의 작용에 의해서 조절되고 있다. 성장의 조절에 관여하는 호르몬으로서 GH 이외에 Somatomedin, 갑성선호르몬, glucocorticoid, 인슐린, Androgen, Estrogen 등이 있으나 이 중에서 GH는 성장을 지배하는 가장 중요한 호르몬이다.

성장호르몬의 작용은 직접작용과 주로 somatomedin을 통하는 간접작용이 있다. 직접작용은 항인슐린작용을 나타내는 것으로서 지질대사에서는 지방분해의 촉진, 당대사에서는 혈당을 상승시킨다. 지방조직에 성장호르몬을 추가해서 배양하면 지방산 및 글리세롤의 생성이 많게 된다.

동물에 성장호르몬을 투여하면 혈중의 유리지방산이 증가되고 간장에서의 지방산순화가 왕성하게 된다. 성장호르몬 투여에 의해 말초조직의 포도당

이용이 적게되고 간장의 당신생(gluconeogenesis)이 많이 되기 때문에 혈당이 상승한다. 이러한 작용 발현에는 cortizol의 존재를 필요로 한다.

생체에는 세포의 증식 및 비대 등을 조절하는 성장인자라고 불리우는 몇가지의 호르몬이 존재하는 것이 알려지고 있다. Somatomedin A 및 C, 인슐린양 성장인자 I 및 II(IGF-I 및 II), 증식활성 촉진인자(MSA)등이 대표적인 호르몬이고 somatomedin C와 IGF-I은 동일물질인 것이 분명해지고 있다.

성장호르몬은 주로 간장으로부터 somatomedin-C 방출을 촉진한다. 지방 및 단백질대사에 미치는 성장호르몬의 효과는 somatomedin을 통하는 작용인 것으로 고려되고 있다. 뇌하수체를 제거한 Rat에 somatomedin-C를 투여하면 성장호르몬 투여와 마찬가지로의 성장을 나타낸다. 반추가축의 somatomedin-C에 관한 연구는 거의 행해지고 있지 않다.

3. PST에 의한 지방조직과 근육의 축적변화

PST투여의 가장 큰 효능중의 하나는 도체지방을 줄이고 근육을 증가시키는 것이다. 77일간 PST투여로 도체지방은 68%나 감소되었고 단백질은 37%나 증가하였다(Evock 등, 1988). 그리고 지방조직과 근육의 양도 비슷하게 영향을 받았다. Campbell 등(1989)은 31일간 PST투여한 결과 도체지방은 34% 감소되었고 단백질은 19% 증가하였다고 보고했다.

Boyd(1988a, b)는 단백질 1g을 축적하기 위해서는 11.5Kcal의 대사에너지가 요구되고 지방 1g을 축적하기 위해서는 12.8Kcal의 대사에너지가 요구된다. 단백질 1g은 5.7Kcal의 에너지를 나타내고 지방 1g은 9.5Kcal의 에너지를 나타내고있다. 지방축적 에너지효율은 약 74%이고 단백질축적 에너지효율은 51%에 해당되나, 지방조직은 약 5~10%가 수분이지만 근육조직은 약 75%가 수분이기 때문에 지방조직 1g합성을 위해서는 근육조직 1g 합성을 위해서보다 3~4배 정도가 더 많은 에너지가 투입되어야 한다고 보고하였다.

따라서 지방조직보다 근육조직이 더 많이 축적되도록 한다면 에너지이용효율을 증대시킬 수 있다고 하였다. 그러나 유전적으로 이미 확정되어진 근육세포크기의 증대는 PST를 투여한다고 하더라도

도 한계가 있을 수 밖에 없다고 보고하였다(Stelle 등, 1989). 그러나 pPST나 rPST투여시에는 무투여 시보다 단백질의 축적량이 증가하기때문에 PST투여시에는 사료내 단백질공급량을 증대시켜주고 있다(Campbell 등, 1988a, b, c, 1989a, b; 1990).

가축의 지방축적과정은 근육단백질 축적보다도 에너지적으로 덜 유용한데 그 이유는 첫째, 지방의 축적은 체중당 보다 많은 에너지를 요구하기 때문이다. 둘째, 선진국 국민은 근육노동(Manual Labour) 및 식품에너지에 대한 필요성 감소와 동물성지방의 높은 섭취, 인간비만, 심장혈관 질병(Car-diovascular disease)와 시기상조의 죽음(premature death)과의 관계등 건강에 보다 관심을 쏟기 때문이다. 셋째, 지방은 많은 국가에서 지방의 생산은 폐기물(Waste product)로서 버려져 불필요한 비용을 초래한다. 이러한 요인들은 특히 도체등급이 개관적으로 실시돼 지방함량기준으로 가격이 매겨져 도체지방이 매우 높으면 벌금을 무는 국가에서는 돈육생산에 직접적 영향을 관련이 있다(Peters 1990).

도체지방(carcass fat)을 줄이려는 접근과 제품의 개발은 현재의 소비자 기호 (Consumer preference) 및 정육형고기(leaner meat)의 섭취를 권장하는 의료계의 충고(medical advice)와도 의견이 일치되고 있다.

열량이 적은 돼지고기는 소비자가 선호하기 때문에 PST가 돼지성장촉진제로 이용될 전망을 밝

게해 준다. 그러나 연도와 다즙성을 포함한 육질에 미치는 PST의 영향이 평가되어야 한다. 특히 다즙성에 대한 평가는 중요한데 그 이유는 PST가 근육간 지방을 감소시킬 가능성이 있기 때문이다. Beerman 등(1988)은 1일 돼지체중 kg당 60 μ g의 PST를 투여하는 돼지근육의 다즙성이 감소되었다고 보고했다. 그러나 대조구, 30 μ g 및 90 μ g 투여구에서는 아무런 감소가 없었다고 했다. 한편 Evock 등(1988)은 PST를 투여받은 돼지고기가 대조구에 비해 다즙성, 연도 및 육색에 아무런 차이가 없었다고 했다.

4. PST의 작용기전

(1) PST가 대사작용에 미치는 영향

호르몬은 여러조직에 의한 영양소의 이용에 변화를 가져오는 대사작용에 관여한다고 알려져 있다(표 2). PST투여로 지방조직이 줄고 근육조직이 증가하는 것은 이 작용을 나타낸다고 볼 수 있다. 이것은 단백질축적이 증가하고 지방축적이 감소하도록 PST에 의해 영양소의 재분배작용이 일어났다는 사실로 설명할 수 있다.

영양소의 분배작용과 관련해서 지방대사에 미치는 PST의 작용이 매우 중요하다. 지방조직의 축적은 지방합성과 지방분해의 상대적인 비율에 의해 결정된다. PST는 지방조직축적은 현저히 감소시키기에 지방합성이 줄어들거나 지방분해가 증가하거나 또는 두 작용이 함께 일어나야 한다. Etherton 등

표 2. 각종 호르몬의 대사작용에 관한 요약

호 르 몬	작 용	조 직
Insulin	Increased uptake of glucose	Adipose tissue, muscle
	Increased uptake of amino acids	Muscle
	Increased activity of pyruvate dehydrogenase, glycogen synthetase	Adipose tissue, liver
	Decreased activity of hormone-sensitive lipase	Adipose tissue
	Increased concentration of glycolytic and lipogenic enzymes	Adipose tissue, liver
Glucagon	Increased activity of glycogen phosphorylase	Adipose tissue, liver
	Increased activity of hormone-sensitive lipase	Adipose tissue
	Decreased activity of glycogen synthetase, phosphofructokinase, pyruvatekinase	Liver
Prolactin	Increased concentration of lactose synthetase	Mammary gland
Glucocorticoids	Increased concentration of gluconeogenic enzymes, tyrosine aminotransferase	Liver
	Decreased uptake of glucose	Adipose tissue

(1989)은 무제한 급여할 경우 PST가 돼지의 지방 축적에 미치는 영향은 지방분해보다 지방합성의 변화를 통해서라고 주장했다. PST가 지방합성에 미치는 영향을 규명하기 위해 돼지에게 1일 체중 kg당 70 μ g PST를 7일동안 투여했다(Walton 등, 1987). 포도당이 총지방으로 변화된 양으로 췌장 지방합성은 PST를 투여받은 돼지에서 취한 지방조직의 절편에서 현저히 감소되었다. 그리고 이것은 지방합성에 관여하는 몇가지 중요한 효소 즉, glucose-6-phosphate dehydrogenase, malic enzyme 및 fatty acid synthase의 활성이 감소된 사실로 뒷받침된다(Magri 등, 1990). Bornstein 등(1983)은 쥐의 지방세포와 간세포의 acetyl CoA carboxylase의 활성이 PST구에서 40~50%나 감소되었다고 보고했다.

PST의 지방합성억제작용외에도 인슐린에 의한 포도당수송과 지방합성의 촉진작용도 PST에 의해 크게 감소된다(Walton 등, 1987; Magri 등, 1990). Basal 그리고 insulin-stimulated 포도당수송과 지방합성이 1일 체중 kg 당 70 μ g의 PST를 7일동안 투여한 결과 감소되었다.

PST에 의한 지방합성의 억제가 직접적인지 또는 간접적인지를 규명하기 위해서 지방조직절편을 배양했다. 48시간동안 배양중 여러농도의 PST를 함유한 지방조직의 지방합성량이 PST 농도에 비례해서 감소되었는데 ED50는 0.5~1.0ng/ml이었다(Walton 등, 1986; Evock 등, 1989). 양과 소의 지방조직에서도 비슷한 작용이 나타났다(Vernon, 1982; Etherton 등, 1987b). 위의 결과는 지방합성에 미치는 PST의 작용은 직접적이고 insulin-like growth factor에 의한 간접작용이 아님을 나타낸다.

돼지지방조직에서 PST의 지방합성억제 작용은 아래의 3가지 점에서 중요하다. (1) 포도당은 돼지에서 지방산합성의 주 탄소공급원이고, (2) 지방조직이 돼지에서 지방산합성이 일어나는 주 기관이고(O'Hea and Leveille, 1969), (3) 지방합성의 억제가 돼지체내의 PST 농도에서도 나타난다는 점이다(Evock 등, 1988).

5. PST의 성장촉진작용

성장이 단일의 성장촉진호르몬(A Single growth promoting hormone)에 의해서 조절된다고 생각하

표 3. PST 효능연구에 대한 연구결과의 요약(Figs지에서 발췌)

Study no	No. pigs	Feeding treatment	traject	daily gain gr.	feed/intake %	feed/ gain %	lean %	backfat %	loin %	eye %
EC studies :										
2	34	ad lib	control	40- 90	834	2.21	2.69			
	34	ad lib	PST	40- 90	952 +14%	2.17	-2%	2.28	-15%	+11%
3	88	ad lib	control	60-100	859	2.86	3.37			
	88	ad lib	PST	60-100	964 +13%	2.73	-5%	2.87	-15%	+4%
1	20	restr.	control	50-100	845	1.91	2.67			
	20	restr.	PST	50-100	827 -2%	1.76	-8%	2.47	-8%	+13%
1	24	ad lib	control	100-140	710	3.16	4.52			
	24	ad lib	PST	100-140	851 +19%	3.27	+3%	3.89	-14%	+8%
US studies :										
4	70	ad lib	control	55-105	821		3.55			
	70	ad lib	PST	55-105	886 +7%		2.94	-18%		+7%
2	24	ad lib	control	45-80			3.38			
	24	ad lib	PST	45-80	+19%		2.71	-20%	-17%	+25%
Chinese studies :										
1	47	ad lib	control	30-64	444		4.03			
	44	ad lib	PST	30-69	503 +13%		3.44	-15%	+12%	-15%
1	48	ad lib	control	67-91	846		4.23			
	48	ad lib	PST	67-95	1001 +18%		3.46	-19%	+9%	-6%

표 4. PST 사양시험에 대한 요약(Feedstuffs-치에서 발췌)

European experiments :	Breed	Feeding			Feed-Feed-										
		Dose mg/d	Weight range(Kg)	Gain gr/day	Gain %	intake kg	intake (%)	Feed/gain	Feed/gain (%)	Lean %	Backfat %	Loin eye(%)	10-rib fat(%)		
European experiments :	Ellendorff <i>et al.</i>	Large White/ Pietrain	restr.	0	50-100	845	98	1.91	92	2.67	92	113	N.R.	N.R.	N.R.
	Fabry <i>et al.</i>	Belgian Landrace	ad lib	0	60-95	760	125	2.92	96	3.85	79	103	89	N.R.	N.R.
	Fowler <i>et al.</i>	Large White ×Landrace	ad lib	0	30-95	871	110	2.16	100	2.51	89	113	N.R.	N.R.	N.R.
	Hanrahan <i>et al.</i>	Large White ×Landrace	ad lib	0	48-84	966	119	2.17	96	2.25	80	109	N.R.	N.R.	N.R.
	Hanrahan <i>et al.</i>	Large White ×Landrace	ad lib	0	65-102	792	121	2.26	94	2.89	80	108	N.R.	N.R.	N.R.
	Kanis <i>et al.</i>	Duroc/DY×>L /Pietrain	ad lib	0	60-100	801	104	2.52	95	3.21	77	108	N.R.	N.R.	N.R.
	Kanis <i>et al.</i>	Duroc/DY×>L /Pietrain	ad lib	0	100-140	966	119	2.94	103	3.19	91	104	86	N.R.	N.R.
	Kanis <i>et al.</i>	Duroc/DY×>L /Pietrain	ad lib	0	100-140	927	104	2.81	95	2.92	91	104	86	N.R.	N.R.
	Kanis <i>et al.</i>	Duroc/DY×>L /Pietrain	ad lib	0	100-140	710	119	3.16	103	4.52	86	108	77	N.R.	N.R.
	Kanis <i>et al.</i>	Duroc/DY×>L /Pietrain	ad lib	0	100-140	851	119	3.27	103	3.89	86	108	77	N.R.	N.R.
U.S. experiments :															
Bechet <i>et al.</i>	N.R.	ad lib	0	64-99	863	105	3.08	77	3.56	73	N.R.	N.R.	111	61	
Ivy <i>et al.</i>	Large white	ad lib	0	50-85	907	121	2.39	94	2.63	78	N.R.	N.R.	111	61	
Knight <i>et al.</i>	crossbred	ad lib	0	70-105	820	117	3.15	89	3.85	78	N.R.	N.R.	127	88	
Knight <i>et al.</i>	crossbred	ad lib	0	70-105	990	117	2.99	89	3.02	78	N.R.	N.R.	127	88	
Knight <i>et al.</i>	crossbred	ad lib	0	70-105	820	117	3.49	89	4.25	77	N.R.	N.R.	127	88	
McLaren <i>et al.</i>	crossbred	ad lib	0	57-103	960	111	3.14	85	3.29	77	N.R.	N.R.	113	52	
McLaren <i>et al.</i>	crossbred	ad lib	0	57-103	774	111	2.93	85	3.79	76	N.R.	N.R.	113	52	
McLaren <i>et al.</i>	crossbred	ad lib	0	57-103	885	111	2.50	85	2.89	76	N.R.	N.R.	113	52	
Chinese experiments :															
Fung <i>et al.</i>	Chinese Black & White×Landrace	ad lib	0	30-64	444	115	1.81	96	4.07	88	110	89	N.R.	N.R.	
Fung <i>et al.</i>	Chinese Black & White×Landrace	ad lib	0	30-64	512	115	1.78	96	3.48	88	110	89	N.R.	N.R.	
McLaughlin <i>et al.</i>	Beijing Black	ad lib	0	67-95	846	118	3.58	97	4.23	81	109	94	N.R.	N.R.	
McLaughlin <i>et al.</i>	Beijing Black	ad lib	0	67-95	1,001	118	3.46	97	3.46	81	109	94	N.R.	N.R.	
SRF analog :															
Dubreull <i>et al.</i>	crossbred	N.R.	C	49-106	1,070	105	3.30	78	3.17	75	N.R.	71	111	N.R.	
Dubreull <i>et al.</i>	crossbred	N.R.	C	49-106	1,120	105	2.57	78	2.38	75	N.R.	71	111	N.R.	

PY=Dutch Yorkshire ; DL=Dutch Landrace ; N.R.=not reported

는 것은 더이상 가능하지 않은 것으로 인식되고 있다. 성장은 세포크기의 증가, 세포수의 증가 및 세포내 물질의 축적(deposition)이 관련되는 복잡한 현상이다. 이러한 상호관련된 과정이 각각 관련되는 정도는 환경, 영양소 이용율, 호르몬과 호르몬 수용체(hormone receptors)와같은 요인간의 미묘한 균형(intricate balance)에 의존하고 있다. 이들은 추가적으로 연령, 성별, 성장중인 조직내의 차이에 의해서 영향을 받는다.

골격(skeletal)과 somatic growth에 유의성있는 영향을 미치는 것으로 알려진 호르몬은 Growth hormone, Thyroid hormones, Glucocorticoids, Sex steroids, Insulin과 성장요인으로서 간혹 언급되어지는 여러가지 종류의 peptides를 포함한다. 이러한 호르몬은 ① 순환호르몬(circulating hormones)과 순환호르몬의 수용체(receptors)간의 상호작용과 ② 호르몬간의 상호관계에 의해서 호르몬의 영향을 발휘하게 되기때문에 전술의 2가지 사항들은 실질적으로 중요한 것으로 인정되고 있다.

연골의 성장이 정상취 또는 성장호르몬(PST)를 투여받은 뇌하수체를 제거한 쥐의 혈청에 의해 촉진되었고 PST 자체나 뇌하수체를 제거한 쥐의 혈청에 의해서는 촉진되지 않았다는 사실이 소마토미딘 가설을 확립하게 했다(Salmon and Dayday, 1957). ST가 혈중 소마토미딘(IGF)의 농도를 증가시켜서 간접적으로 세포의 증식을 촉진시킨다는 것을 의미하다. 간은 IGF-I 생산의 주요기관으로 알려져 왔다. 최근의 여러연구에 의해 ST는 몸의 여러부분에서 지엽적으로도 IGF-I의 생산을 촉진시킨다는 것이 밝혀졌다. 이것을 뒷받침하는 예로 뇌하수체를 제거한 쥐의 경골성장부의 ST를 투여한 결과 뼈성장이 촉진되었다(Russel and Spencer, 1985).

근육세포의 증식은 새 근육세포의 생성(hyperplasia)이나 이미 만들어진 세포내 새로운 세포가 융합되어(hypertrophy) 일어난다. 태어난후의 동물 근육세포의 새로운 핵의 원천은 위성세포이다(Allen 등, 1979; Campion, 1984). ST 투여는 위성세포의 증식과 이것의 이웃세포의 융합을 증가시키는 작용을 하는 것으로 알려져 있다. ST의 근육세포의 증식작용과 관련하여 Florini(1985)는 여러종의 원시근육세포로부터 얻어진 결과를 종합했는데 모든

연구들이 ST가 원시근육세포의 분화나 증식에 직접적인 영향을 주지 않았다고 했다. ST의 이와같은 작용과 대조적으로 IGF-I는 원시근육세포나 위성세포의 증식을 촉진시켰다(Dodson 등, 1985; Florini, 1987). Kotts 등(1987)은 3일동안 PST를 투여한 결과 돼지의 혈중 IGF농도가 증가하였고, PST투여받은 돼지의 혈청은 L-6 세포의 증식을 증가시켰음을 확인했다.

ST의 성장촉진작용이 IGF-I에 의해 이뤄진다는 사실은 ST대신에 IGF-I를 투여하는 것도 돼지의 성장촉진을 유발할 수 있지 않을까 하는 가능성을 고려하게 되었다. 쥐에게 IGF-I을 투여한 결과 성장이 촉진되었지만 그 효능은 ST투여에 비해 훨씬 떨어졌다(Schoenle 등, 1985; Skottner 등, 1987). 돼지에서도 IGF-I투여가 PST투여에 비해 성적이 떨어질 것이 예측되는데 그 이유는 다음과 같다. (1) PST가 지방조직의 대사작용에 미치는 영향 즉, 지방합성억제는 IGF-I에 의해 유발되지 않는다는 사실이다. Etherton 등(1989)은 PST가 대사작용에 미치는 영향이 지방조직 축적을 조절하는 중요한 역할을 하고 이 작용이 도체조성과 사료효율 향상을 가져온다고 주장했다. (2) IGF-I 결합단백질은 PST에 의해 증가되지 않는다는 사실이다(Walton and Etherton, 1989). 돼지에게 IGF-I을 투여하면 혈중에서 빨리 사라져 버린다(반감기가 약 6분)(Walton 등, 1989). 이렇게 빨리 사라지는 이유는 IGF-I 결합단백질이 내생 IGF-I에 의해 거의 완전히 결합되어 있어서 외생 IGF-I이 결합될 수가 없기 때문이다(Walton, 1988).

6. PST의 투여효과

PST에 대해 그동안 발표되었던 자료중에서 종합적인 성격을 띤 2편의 논문을 근착외지(Pigs and feed international)에서 발췌하여 소개하면 표 3, 표 4와 같다.

결 언

지금까지 돼지성장호르몬(PST)의 최근 연구동향에 대해서 살펴보았다. 정육형 돼지고기 생산에 이익을 가져다줄 새로운 부류의 화합물이 현재 전세계를 통해서 연구되어지고 있다. 이 화합물은

돼지의 성장과 근육의 발달에 극적인 효과를 나타내며 이 화합물중의 하나가 돼지성장호르몬(Porcine somatotropin, PST)이다.

성장호르몬이 가축대사에 미치는 영향은 50년이 상동안 관심을 끌어들였다. 성장호르몬이 대사작용을 조절하고 근육과 지방조직간의 흡수된 영양소를 재분배하는데 있어서 중요한 역할을 담당한다는 것도 분명해지고 있다(Bauman 등, 1982; Ethern-ton과 kensigner, 1982).

생명공학(Biotechnology)은 농업에 혁명적인 영향을 미칠 과학으로서 예고되어져 왔다. 현재 전 세계에서는 축산업계에 새로운 영역을 구축할 신제품개발을 위해 산업체, 대학, 정부기관의 각부처간의 협동노력이 펼쳐지고 있으며 국내에서도 비록 외국에 비해 미흡하기는 하지만 이러한 노력이

마찬가지로 경주되고 있는 것이 현실이다.

비록 PST는 정치적인 이유 때문에 아직 FDA의 허가가 언제날지 예측하기 힘들고 제품이 시판되기 전이기 때문에 혹자에게는 현안의 문제(UR타결 시 대책, 유통문제, 사양관리기술개발, 축분처리문제, 폐수처리문제 등)도 제대로 처리되지도 않는 시점에서 PST에 대해 기술하는 것이 성급한 감이 들 수도 있다.

그러나 이미 국내에서도 차후의 PST판매시기에 대비하여 외국 및 국내업체가 활발히 시장조사 및 사양시험을 실시하고 있기 때문에 이들의 동향을 결코 좌시할 수만은 없는 입장이다. 따라서 이들의 활동상황을 예의주시하면서 대비책을 강구하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

“Veterinarian Oath”



“따뜻한 가슴을 가진 수의사”

살아있음을 느낍니다
따뜻한 체온으로,
힘찬 심장의 박동으로...

그리고 나는 쓰러진 가축을 일으켜 세우는
수의사임으로 서갈새를 처방합니다.
함께 일어서서 푸른 미래를 향하고자...



수의사의 권위와 품위를 존중하는
주식 과학축산
수신자부담 080-023-2361
전화서비스

