

지속형 유전자 재조합 pST(Recombinant Porcine Somatotropin; rpST)

투여가 비육돈의 성장, 혈중 pST 및 IGF-1 농도에 미치는 영향

김영화* · 문홍길* · 박준철* · 정현정* · 김인철* · 이상진* · 장병선** · 정정수*** · 정일병*
농촌진흥청 축산연구소*, (주)LGCI 생명과학기술원 동물의학연구소**, 충북대학교 축산학과***

Effects of Slow Release Recombinant Porcine Somatotropin (rpST) Administration on Growth Performance and pST and IGF-1 of Blood in Finishing Pigs

Y. H. Kim*, H. K. Moon*, J. C. Park*, H. J. Jung*, I. C. Kim*, S. J. Lee*, B. S. Chang**,
C. S. Chung*** and I. B. Chung*

National Livestock Research Institute, RDA*,
Animal Health Research Institute, Life Sciences R&D, LG Chemistry Investment, Ltd**,
Department of Animals Science, Chungbuk National University***

ABSTRACT

The present study was performed to investigate the effect of plant type recombinant porcine somatotropin (pST) administration on growth performance and blood profile of finishing pigs. Forty-eight Landrace barrows weighing 78 kg were employed for six week growth trial. Twelve barrows were allocated into various rpST types ; the control (CONT), the 4:1 type rpST (TRT 1), the 1:1 type rpST (TRT 2); and the 4:1 type rpST group(TRT 3) respectively. CONT group were not planted rpST. TRT 1 group was treated with rpST once a week for 6 weeks. Each dose contained the rpST equivalent to 100mg from initial to two weeks and 125mg from three weeks to final week. TRT 2 and TRT 3 groups were planted rpST four times contained the rpST equivalent to 100mg during trial period from initial to two weeks, and 125 mg from three weeks, to four weeks, respectively. All pigs were fed a commercial feed containing 0.9% lysine *ad lib*. Daily gain increased by 19.4% in TRT 1(p<0.05) compared to the CONT. rpST improved feed/gain by 13.4~28.9% in all treatment groups(p<0.05). Back fat thickness of the all rpST treated groups were 23.3~29.2% thinner than that of the CONT. These results indicated that the rpST stimulated growth performance in finishing pigs and plant type rpST could be used as a growth stimulant for finishing pigs.

(Key words : rpST, Finishing pigs, Growth performance, Back fat thickness)

I. 서 론

1922년 Evans와 Long에 의해 처음 발견된 성장호르몬 (porcine somatotropin; pST)은 가축의 뇌하수체전엽의 세포로부터 합성되어 분비되는 물질로 종에 따라 약간의 차이는 있으나, 190

~191개의 아미노산으로 구성되어 있는 single-chained polypeptide인데, 크기는 약 21~22K dalton 이다 (Garssen과 Oldenbroek, 1992).

돼지의 생산성 향상을 위해 많은 pST 연구들이 수행되었는데, pST 투여는 단백질 축적을 촉진시키고 (Boyd와 Bauman, 1988; Campbell 등

Corresponding author : I. B. Chung, National Livestock Research Institute, RDA, Cheonan 330-801, Korea, Phone: 041)580-3455, e-mail: yhkims@rda.go.kr

1989), 체중 증가와 체지방 함량을 감소시킨다고 보고하였다 (Etherton 등, 1987; Boyd 등, 1986; Evock 등, 1988; Goodband 등, 1990).

pST는 아미노산으로 구성된 단백질 때문에 사료에 첨가할 경우 장내의 단백질 분해효소에 의해 분해된 후 체내로 흡수되고, 피부에 이식할 경우 체온에 의해 변성되어 버리므로 반드시 주사로 매일 투여해야 하는 어려움이 있다.

Chilliand (1990)에 의해 pST의 방출 속도를 지연시켜 2~4주 간격으로 피하에 주사하는 제품이 개발되었다. 그러나 Alan (1990)은 혈액으로 흡수되는 속도의 변이가 크고, 주사 간격에 따른 반응의 주기가 발생하여 주사 부위의 반응이 악화될 가능성이 있으므로 사용시 유의해야 한다고 보고하였다. Hacker 등(1993)은 평균 체중이 71 kg인 암퇘지와 수퇘지 각 45두씩 90두를 이용하여 0, 100 및 200 mg 서방출형 pST를 1회 투여하고, CP 20.3%, lysine 1.17%, DE 3.49Mcal/kg인 사료를 사용해 42일간 사양시험을 실시하였는데, pST 처리구는 대조구에 비해 증체량은 차이가 없었고, 사료섭취량은 200 mg 서방출형 투여구가 15% 감소하였고, 사료효율은 22% 개선되었다고 보고하였다.

그런데 국내 기업에서 pST의 효능이 1주일 정도 지속되는 서방출형 pST를 개발하는데 성공하였다. 따라서 본 연구는 서방출형 pST가 비육돈의 성장 및 도체성적에 미치는 효과를 구명하기 위해 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험기간, 장소 및 시험동물

사양시험은 42일간 축산연구소 시험돈사에서 실시하였다. 공시동물은 평균체중이 78 kg 내외인 랜드레이스 거세돈 48두를 이용하였다.

2. 시험설계

서방출형 rpST의 코팅물질 형태와 투여횟수에 따라 4처리를 두고, 처리당 12두 (6반복, 반복당 2두)를 완전임의 배치하여 대조구는 아무

것도 투여하지 않았고, 처리1구는 4:1제형 rpST를 주 1회씩 개시부터 2주까지는 100 mg을, 3주부터 6주까지는 125 mg씩, 총 6회 펠렛형태로 근육에 이식하였고, 처리2구 및 처리3구는 1:1제형과 4:1제형 rpST를 주 1회씩 개시부터 2주까지는 100 mg을, 3주부터 4주까지는 125 mg씩, 총 4회 근육에 이식한 후 2주간 휴약하였다. 서방출형 rpST는 (주) LGCI 동물의학연구소에서 유전자재조합 방법으로 제조한 것을 이용하였다.

3. 시험사료

시험사료는 시판 육성돈사료를 급여하였는데, 시험사료의 성분함량과 화학적 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of experimental diet (% , as fed basis)

Nutrients	%
C. protein	16.26
C. fat	4.02
C. fiber	3.12
C. ash	4.38
Ca	0.65
P	0.39
Amino acids	
Cystine	0.197
Methionine	0.229
Aspartic acid	1.511
Threonine	0.608
Serine	0.833
Glutamic acid	3.182
Proline	1.012
Glycine	0.643
Alanine	0.815
Valine	0.630
Isoleucine	0.565
Leucine	1.377
Tyrosine	0.563
Phenylalaine	0.770
Lysine	0.900
Histidine	0.513
Arginine	0.940

4. 사양관리

사양시험에 공시한 시험동물은 1.5 m × 2.7 m 크기의 콘크리트 바닥돈사에 2두씩 배치하였고, 물은 자동급수기를 이용하였으며, 시험사료는 자유급이도록 하였다.

5. 조사항목 및 분석방법

(1) 체중, 사료섭취량 및 등지방두께

체중 및 사료섭취량은 시험개시 후 2주 간격으로 조사하였고, 등지방두께는 체중 측정시 생체상태에서 Piglog 105를 이용하여 제11과 제12늑골사이, 최종늑골 및 제1요추 등 3부위를 측정해 평균값을 사용하였다.

(2) 혈중 pST, IGF-1, BUN과 glucose 농도

혈중 pST, IGF-1, BUN과 glucose 농도측정을 위한 채혈은 경정맥으로부터 rpST 첫 번째 투여 30분전, 투여 1일 후, 4일 후, 두번째 투여 30분전, 투여 1일 후, 4일 후, 7일 후 등 7회 실시하였다.

혈중 pST와 IGF-1 농도는 1470 WIZARD automatic gamma counter를 이용하여 RIA (Radioimmuno assay) method로 조사하였고, 혈중 BUN과 glucose 농도는 Clinical chemistry analyzer를 이용해 GLDH (Glutamate dehydrogenase) method 및 glucose oxidation method로 분석하였다.

(3) 육색 및 관능검사

육색은 등심의 절단면을 이용하여 측정하였

는데 육색 측정시 slice한 단면을 Chromameter (Minolta Co. CR 301, Japan)를 사용하여 명도 (lightness)를 나타내는 L* 값, 적색도 (redness)를 나타내는 a* 값 및 황색도 (yellowness)를 나타내는 b* 값을 측정하였다. 이 때 표준색은 L* 값이 89.2, a* 값이 0.921, b* 값이 0.783인 표준색판을 사용하여 표준화 작업을 한 후 측정하였다.

관능검사는 잘 훈련된 관능검사위원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 신선육은 풍미, 육색, 불쾌치 및 기호성의 항목으로 관능검사를 실시하였다.

(4) 통계분석

통계분석은 서방출형 pST가 비육돈의 성장 및 도체성적에 미치는 영향을 조사하였다. 본 시험에서 비육돈의 생산성, 혈중 pST, IGF-1, BUN, glucose 결과는 SAS(1995)의 GLM(General Linear Model) 방법으로 분석하였다. 처리간의 평균 비교를 위해 Duncan의 Multiple Range Test가 이용되었다. 육색 및 관능검사 결과는 t-Test를 활용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 증체량, 사료효율 및 등지방두께

Table 2에서 보는 바와 같이 시험 전기간 동안 일당증체량은 대조구에 비해 처리1구가 유의적으로 높았으나 (p<0.05), 처리2구와 처리3구는 유의적인 차이는 없었다. 이와 같은 경향

Table 2. Effects of plant type rpST on growth performance and backfat thickness

Item	CONT	TRT 1	TRT 2	TRT 3
Initial body wt., kg	78.3 ± 8.1	78.0 ± 8.3	78.2 ± 8.7	77.9 ± 8.8
Final body wt., kg	124.4 ± 12.9	131.9 ± 9.9	126.7 ± 11.7	125.5 ± 7.0
Average daily gain, kg	1.08 ^b ± 0.2	1.29 ^a ± 0.1	1.15 ^b ± 0.2	1.13 ^b ± 0.1
Feed intake, kg/day	3.92 ^a ± 0.12	3.33 ^c ± 0.32	3.63 ^b ± 0.30	3.43 ^{bc} ± 0.31
Feed/gain	3.67 ^a ± 0.66	2.61 ^c ± 0.24	3.18 ^b ± 0.31	3.06 ^b ± 0.46
Backfat thickness, cm	2.53 ^a ± 0.4	1.79 ^b ± 0.2	1.92 ^b ± 0.4	1.94 ^b ± 0.5

Values are means ± SE

^{a,b,c} Means with different superscripts in a row differ(p<0.05)

은 Boyd 등 (1986)이 체중 kg당 30~200 µg 씩 매일 투여한 결과와 비슷한데, 처리2구와 처리3구가 처리1구에 비해 rpST 투여효과가 낮은 것은 투여횟수가 적기 때문인 것으로 사료된다. 사료섭취량은 rpST를 투여함에 따라 대조구에 비해 전 처리구에서 유의적 ($p<0.05$)으로 감소하여 7.4~15.1% 적게 섭취하였다. 이는 rpST가 지방합성을 억제해서 (Dunshea, 1992) 혈중 glucose 농도를 높게 유지시켰기 때문인 것으로 사료되는데, Hacker 등(1993)도 체중 71 kg인 비육돈에 서방출형 pST를 100~200 mg 이식한 결과 사료섭취량이 12~16% 감소했다고 보고하였다. 사료요구율은 서방출형 rpST 모든 처리구가 대조구 (3.67)에 비해 13.4~28.9% 개선되었는데 ($p<0.05$), 이 결과는 서방출형 rpST를 이식함에 따라 증체량 증가 및 사료섭취량 감소에 기인되었기 때문인 것으로 사료되는데, Hacker 등(1993)도 서방출형 pST를 이식할 경

우 사료효율이 15~19% 개선된다는 보고하였다. 등지방두께는 서방출형 rpST 모든 투여구가 대조구 (2.53 cm) 보다 23.3~29.2% 감소하였다 ($p<0.05$). 이는 Smith와 Kasson (1991)이 rpST를 체중 kg당 120 µg 투여시 등지방두께가 47.1% 감소하였다는 보고와 일치하는데, 증체량과 사료요구율보다 등지방두께 감소효과가 뚜렷한 것은 pST를 투여할 경우 일당증체량과 사료요구율은 급여사료 내 영양수준에 영향을 받으나, 등지방두께는 일정한 수준의 영양소가 함유될 경우 pST에 영향을 받는 것으로 추정된다.

2. 혈중 pST, IGF-1, BUN 및 glucose 농도

서방출형 rpST 투여 후 2주간 일정한 간격으로 측정된 혈중 pST, IGF-1, BUN 및 glucose 농도는 Table 3과 4에서 보는 바와 같다. 혈중

Table 3. Effects of plant type rpST on plasma pST and IGF-1 concentrations

Item	Coating material of rpST ratio	
	1:1	4:1
pST(ng/ml)		
Day 0 ^X	5.50 ^c ± 3.2	4.7 ^{bc} ± 1.6
Day 1	200.0 ^a ± 62.2	155.3 ^a ± 53.0
Day 4	6.1 ^c ± 3.5	7.6 ^{bc} ± 3.4
Day 7 ^Y	5.0 ^c ± 3.6	5.1 ^{bc} ± 2.7
Day 8	149.3 ^b ± 77.2	28.9 ^b ± 16.2
Day 11	1.8 ^c ± 1.3	2.6 ^{bc} ± 1.6
Day 14	0.6 ^c ± 0.2	0.5 ^c ± 0.2
IGF-1(ng/ml)		
Day 0	184.3 ^d ± 16.2	189.4 ^d ± 16.1
Day 1	300.0 ^{ab} ± 29.4	282.0 ^b ± 23.1
Day 4	327.1 ^a ± 27.2	318.5 ^a ± 32.1
Day 7	273.3 ^{bc} ± 30.0	305.9 ^{ab} ± 53.5
Day 8	246.5 ^c ± 40.2	240.8 ^c ± 24.1
Day 11	339.4 ^a ± 62.3	323.6 ^a ± 45.1
Day 14	328.8 ^a ± 37.7	335.1 ^a ± 30.9

Values are means ± SE

^X Before the first plant rpST.

^Y Before the second plant rpST.

^{a,b,c,d} Means with different superscripts in a column differ ($p<0.05$)

pST 농도는 4:1제형과 1:1제형 모두 pST 투여 직전에 비해 투여 1일 후에는 높아졌다가 4일 후부터 두 번째 투여직전까지 낮아지는 경향을 반복하였고, IGF-1 농도는 pST 투여직전보다 pST 투여시간이 지남에 따라 서서히 높아졌는데, pST 농도의 변화와는 달리 IGF-1 농도가 꾸준히 유지되었다. IGF-1 농도를 기준으로 살펴볼 때 서방출형 rpST는 1회 투여로 1주일 간 그 효과가 지속된다는 것을 알 수 있었다. Evock 등 (1988)은 pST 투여로 혈중 IGF-1의 농도가 높아진다고 보고하였고, Wolverton 등 (1992)과 Brameld 등 (1996)은 pST 투여가 혈중 IGF-1 농도뿐만 아니라 지방조직과 간 조직의 IGF-1 유전자 발현정도를 증가시켰다고 보고하였다. pST의 간접적 작용기작은 간에서 합성되어 분비되는 IGF-1의 활성화에 관여하여 유선, 골격 및 근육 성장에 관여하는 촉진인자로 알려져 있는데 (Hadlay, 1988) 본 연구에 나타난 일

당증체량 및 사료요구율 개선은 높아진 혈중 IGF-1 농도에 일부 기인된다고 할 수 있다(Table 3). 혈중 BUN 농도는 1:1제형과 4:1제형 모두 pST 투여직전에 비해 투여 후 시간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보였고, glucose 농도는 반대의 경향을 나타내었다. Etherton과 Chung (1981), Chung 등 (1983)은 돼지 지방조직을 이용해 단기간 *in vitro* 시험한 결과 pST 투여는 glucose 이용율과 insulin에 대한 감수성을 감소시켜 지방축적을 억제해 혈중 glucose 농도를 높이고, 높아진 혈중 glucose 농도는 근육조직으로 배분되도록 함으로써 사료섭취량 감소와 단백질 축적 증가를 초래한다고 하였다. 따라서 본 연구의 결과에서 나타난 사료섭취량과 등지방두께 감소 및 일당증체량 증가는 혈중 glucose 농도가 pST를 투여함에 따라 높아지는 것에 기인한다고 사료된다(Table 4).

Table 4. Effects of plant type rpST on plasma BUN and glucose concentrations

Item	Coating material of rpST ratio	
	1:1	4:1
BUN(mg/dl)		
Day 0	22.0 ^a ± 3.45	21.6 ^a ± 1.59
Day 1	9.6 ^{cd} ± 1.70	9.7 ^{cd} ± 1.41
Day 4	12.4 ^{cd} ± 1.98	8.6 ^d ± 1.94
Day 7	23.1 ^a ± 4.97	16.1 ^b ± 3.37
Day 8	7.9 ^e ± 2.13	8.4 ^d ± 2.36
Day 11	14.1 ^c ± 1.43	11.6 ^c ± 1.86
Day 14	18.7 ^b ± 2.65	14.4 ^b ± 2.99
glucose(mg/dl)		
Day 0	80.9 ^{cd} ± 9.80	75.5 ^b ± 10.27
Day 1	204.5 ^a ± 71.63	206.4 ^a ± 65.98
Day 4	97.9 ^{cd} ± 10.12	106.5 ^b ± 7.41
Day 7	84.5 ^{cd} ± 10.58	106.0 ^b ± 9.32
Day 8	151.5 ^b ± 13.43	180.3 ^a ± 74.23
Day 11	114.3 ^c ± 38.49	97.6 ^b ± 9.93
Day 14	77.4 ^d ± 4.66	92.5 ^b ± 15.59

Values are means ± SE

^{a,b,c,d,e}: Means with different superscripts in a column differ(p<0.05)

Table 5. Effects of plant type rpST on color of pork loin

Item	L*	a*	b*
CONT	43.67 ± 3.06	8.67 ± 1.05	7.09 ± 1.03
TRT	44.55 ± 3.29	8.76 ± 1.51	7.09 ± 1.22

Values are means ± SE

Table 6. Effects of plant type rpST on sensory evaluation of pork loin

Item	Flavor	Drip loss	Off-flavor	Acceptability
CONT	4.55 ± 0.85	4.55 ± 1.30	3.55 ± 1.04	4.90 ^b ± 0.12
TRT	4.65 ± 1.01	5.05 ± 0.62	3.50 ± 0.90	5.50 ^a ± 0.38

Values are means ± SE

^{ab} : Means with different superscripts in the same row are significantly different(p<0.05)

3. 육색 및 관능특성

서방출형 rpST를 투여한 돈육 등심의 육색(명도, 적색도, 황색도) 및 관능특성을 분석한 결과는 Table 5와6과 같다. 육색의 명도를 나타내는 L* 값, 적색도를 나타내는 a* 및 황색도를 나타내는 b* 값은 서방출형 rpST 투여한 처리구가 대조구 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. Joo 등 (1995, 1999)에 의하면 돈육품질은 등심의 pH, 육색 및 WHC의 상호작용에 의하여 결정되어 진다고 보고하였는데, 본 연구결과 rpST 투여가 육색에는 영향을 미치지 않아 현재 양돈 개량목표인 살코기형 돈육 생산이 가능하리라 사료된다. 척도묘사평가법에 따른 관능검사 결과, 돈육 풍미, 육즙손실 및 이상취는 서방출형 rpST를 투여한 처리구와 대조구간에는 유의적 차이를 나타내지 않았다(Table 6). Knight 등 (1991)도 pST 투여가 풍미, 조직감, 다즙성, 기호성 등 관능적 특성에는 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 기호성은 서방출형 rpST를 투여구가 대조구에 비하여 높았다(p<0.05).

IV. 요약

국내에서 제조된 서방출형 유전자재조합 돼지 성장호르몬 (porcine somatotropin; pST)이 돼지의 성장과 등지방두께에 미치는 영향을 구명

하기 위해 평균체중이 78 kg인 랜드레이스 거세돈 48두를 공시하여 대조구, 4:1제형 rpST구 (6회 투여), 1:1제형 rpST구 (4회 투여), 4:1제형 rpST구 (4회 투여)에 각각 12두씩 배치하였다. 대조구는 pST를 투여하지 않았고, rpST 처리구는 1주일에 1회, 목 근육에 서방형 제재를 주입하였는데, 6회 투여구는 개시부터 2주까지는 100 mg을, 3주부터 6주까지는 125 mg을, 4회 투여구는 개시부터 2주까지는 100 mg을, 3주부터 4주까지는 125 mg을 투여하였다. 시험사료는 라이신 함량이 0.9%인 시판 육성돈사료를 무제한 급여한 결과 (주) LG 화학에서 제조한 서방출형 유전자재조합 pST는 증체량 및 사료요구율을 개선시켜 생산성 향상과 등지방두께 감소로 육질이 향상되었다.

V. 인용 문헌

1. Alan, L. R. 1990. Safety and efficacy of sustained-release recombinantly derived bovine somatotropin administered to lactating dairy cows. Graduate Thesis Minnesota Univ.
2. Boyd, R. D. and Bauman, D. E. 1988. Mechanisms of action for somatotropin in growth. In : Champion, D. R., Hausman, G. J. and artin, R. J. (Eds.) Animal growth regulation. Plenum Press. pp. 257-284.

3. Boyd, R. D., Bauman, D. E., Beerman, D. H., DeNeergard, A. F., Souza, L. and Butler, W. R. 1986. Titration of the porcine growth hormone dose which maximizes growth performance and lean deposition in swine. *J. Anim. Sci.* 63 (Suppl. 1):218.
4. Brameld, J. M., Atkinson, J. L., Saunders, J. C., Pell, J. M., Buttery, P. J. and Gilmour, R. S. 1996. Effects of growth hormone administration and dietary protein intake on insulin-like growth factor I and growth hormone receptor mRNA expression in porcine liver, skeletal muscle, and adipose tissue. *J. Anim. Sci.* 74:1832-1841.
5. Campbell, R. G., Steele, N. C., Caperna, T. J., McMurtry, J. P., Solomon, M., Solomon, B. and Mitchell, A. D. 1989. Interrelationships between sex and exogenous growth hormone administration on performance body composition and protein and fat accretion of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 67:177-186.
6. Chilliard, Y. 1990. Long-term effects of recombinant bovine somatotropin (rbST). In use of Somatotropin in Livestock Production (Sejrsen K., Vestergaard, M. and Niemann-Sorensen, A., aditors). Elsevier Applied Science New York.
7. Chung, C. S., Meserole, V. K. and Etherton, T. D. 1983. Temporal nature of insulin binding and insulin-stimulated glucose metabolism in isolated swine adipocytes. *J. Anim. Sci.* 56:58-63.
8. Clemmons, D. L., Klibanski, A., Underwood, L. E., McArthur, J. W., Ridgway, E. C., Beithins, I. Z. and Van Wyk, J. J. 1981. Reduction of plasma immunoreactive somatomed-C. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 53:1247- 1250.
9. Dunshea, F. R., Bauman, D. E., Boyd, R. D. and Bell, A. W. 1992. Temporal response of circulating metabolites and hormones during somatotropin treatment of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 70:123-131.
10. Etherton, T. D. and Chung, C. S. 1981. Preparation, characterization, and insulin sensitivity of isolated swine adipocytes : Comparison with adipose tissueslices. *J. Lipid Res.* 22:1053-1059.
11. Etherton, T. D., Wiggins, J. P., Evock, C. M., Chung, C. S., Rebhun, J. F., Walton, P. E. and Steele, N. C. 1987. Stimulation of pig growth performance by porcine growth hormone : Determination of the does-response relationship. *J. Anim. Sci.* 63:433-443.
12. Evans, H. M. and Long, J. A. 1922. Characteristic effects upon growth, oestrus and ovulation induced by the intraperitoneal administration of fresh anterior hypophyseal substance. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 8:38-39.
13. Evock, C. M., Etherton, T. D., Chung, C. S. and Ivy, R. E. 1988. Pituitary porcine growth hormone (pGH) and a recombinant pGH analog stimulate pig growth performance in a similar manner. *J. Anim. Sci.* 66:1928-1941.
14. Garssen, G. S. and Oldenbroek, J. K. 1992. Somatotropins in animal production. In : N. A. A. Macfarlane(Ed.) *Biotechnological Innovations in Animal productivity.* Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford.
15. Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Hines, R. H., Kropf, D. H., Thaler, R. C., Schrickler, B. R., Fitzner, G. E. and Lewis, A. J. 1990. The effects of porcine somatotropin and dietary lysine on growth performance and carcass characteristics of finishing swine. *J. Anim. Sci.* 68:3261-3276.
16. Hacker, R. R., Deschutter, A., Adeola, O. and Kasser, T. R. 1993. Evaluation of long-term somatotropin implants in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 71:564-570.
17. Hadlay, M. E. 1988. *Endocrinology*(2nd ed.). Prentice-Hall Intrl. INC., New Jersey.
18. Joo, S. T., Kauffman R. G., Kim, B. C. and Kim, C. J. 1995. The relationship between color and water-holding capacity in postrigor porcine longissimus muscle. *J. Muscle Foods.* 6:211-226.
19. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Park, G. B. 1999. The relationship of sarcoplasmic myofibrillar protein solubility to colour and water-

- holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Sci.* 52:291-297.
20. Knight, C. D., Kasser, T. R., Swenson, G. H., Hintz, R. L., Azain, M. J., Bates, R. O., Cline, T. R., Crenshaw, J. D., Cromwell, G. L., Hedrick, H. B., Jones, S. T., Kropf, D. H., Lewis, A. J., Mahan, D. C., Mckeith, F. M., McLaughlin, C. L., Nelssen, J. L., Novakofski, J. E., Orcutt, M. W. and Parrett, N. A. 1991. The performance and carcass composition response of finishing swine to a range of porcine somatotropin doses in a 1-week delivery system. *J. Anim. Sci.* 69:4678-4689.
21. Meisinger, D. J. 1989. Question and answers about porcine somatotropin. Pitman-Moore, Personal Communication.
22. SAS. 1995. SAA/STAT User's Guide : Version 6, 11th edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
23. Smith, V. G. and Kasson, C. W. 1991. The interrelationship between crude protein and exogenous porcine somatotropin on growth, feed and carcass measurements of pigs. *J. Anim. Sci.* 69: 571-577.
24. Wolverton, C. K., Azain, M. J., Duffy, J. Y., White, M. E. and Ramsay, T. G. 1992. Influence of somatotropin on lipid metabolism and IGF gene expression in porcine adipose tissue. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 263:E637-E645.
- (접수일자 : 2006. 9. 4. / 채택일자 : 2006. 10. 18.)