

## 외인성 성장호르몬이 한우의 성장 및 유방의 발달에 미치는 영향

최광수 · 신원집\* · 최호성\*

우석대학교 동물자원학과

### Effect of rGH on Body Growth and Udder Development on Korean Native Heifers

Choi, K. S., W. J. Shin\* and H. S. Choi\*

Department of Animal Resource Science, WooSuk University

#### SUMMARY

This experiment was carried out with 12 Korean native heifers(8~12month old, body weight, 160~240kg) raised at a farm of Chang-Soo Livestock Cooperatives to evaluate the effects of rGH(recombinant growth hormone) on serum concentrations of growth hormone, estrogen, and IGF-I, weight gain, teat volume gain and processing enzyme activity of IGF-I, binding protein III at 28 day intervals. Animals used were injected with 250mg rGH at 14 day intervals from December to February in 1994. The significant difference was found in the group of treatment on the 4th week in the endogenous GH( $p<.01$ ) and 8th week in estrogen and IGF-I( $p<.05$ ) after injection of rGH in Korean native heifers. There were significant differences between control group and treatment group in weight and teat volume on 8th week after treatment( $p<.05$ ). Processing enzyme activity before injection of rGH were low. However, heifers injected with 250mg of rGH showed that processing enzyme activity of IGF binding protein was highly increased throughout the experiment.

Present results suggest that injection of exogenous rGH to heifers can increase the growth performance and udder development of Korean native heifers by the endogenous hormonal changes.

(Key words : Korean native heifer, rGH, Growth hormone, Estrogen, IGF-I, Growth performance, Udder development)

#### I. 서 론

한우를 육용종으로 지속적인 개량을 시도한 결과 한우의 산육능력이 향상되었으나 종빈우의 경우 우량한 자축의 분만 및 육성과 관련된 경제형질의 개선에는

아직 미흡한 상태에 있다. 가축의 경제형질을 개선하는 데에는 보통 당대검정과 후대검정을 이용하는데 검정시 소는 세대간격이 길고 산자수 또한 적어 다른 가축에 비하여 많은 시간을 요하게 된다. 이러한 이유로 최근에 호르몬을 이용해 경제형질의 수준을 단기간에 향상시키려는 시도가 많은 연구자들에 의해서 이루어

이 논문은 1998년도 우석대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

\* 전북대학교 농과대학 축산학과(Dept. of Animal Science, Chonbuk National University)

지고 있다(Bauman 등, 1985). 이러한 연구 결과를 한우에 적용하기 위해 본 실험실에서 한우암송아지의 유선 및 증체와 관련된 호르몬 수준을 조사한 결과 estrogen농도는 Holstein종에 비하여 높게 나타났으나, GH농도는 47% 정도 낮게 나타났다. 이러한 결과를 근거로 한우 암송아지에 estrogen을 투여시 증체량 및 유두용적이 유의적으로 증가하여 개선점을 확인할 수 있었다. 한편 Tucker(1987)에 의하면 유선발달과 분화는 estrogen과 성장호르몬(growth hormone)의 협동작용에 의해 일어난다고 보고한 바 있고, Davis 등(1987)은 성장호르몬 주사에 의한 乳汁生産 증가시 혈장내 IGF-1이 증가했다는 내용을 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 외인성 GH 투여를 통해 한우 암송아지의 혈청내 GH(growth hormon), IGF(insulin-like growth factor) 그리고 estrogen의 농도 변화를 조사하고 또 이 성장 호르몬이 한우 암송아지의 증체 및 유두용적에 미치는 영향을 한우 중빈우 생산성을 높이는데 도움을 주는 자료를 제공코자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시동물

본 실험은 장수축협 농장에서 사육한 8~12개월령, 체중은 160~240kg 범위의 미경산 한우 12마리를 선정 후 체중이 비슷한 것끼리 처리 및 대조구로 나누어 배치하여 1994년 12월부터 1995년 2월초까지 2개월간 실험에 이용하였다. 사양관리는 관행에 준하여 사육하였다.

### 2. rGH 투여 및 유두용적 측정

rGH를 14일 간격으로 LG Bio-Tech에서 생산되는 Bustin을 두당 250mg씩 귀뒤에 주사하는 방법을 택하였다. 대조구는 같은 량의 생리적 식염수로 처리하였다. 혈액채취, 체중 그리고 유두용적 측정은 실험개시일 및 28일 간격으로 2회, 전체 3회에 걸쳐 유두길이와 직경을 측정한 후 다음과 같은 공식을 이용하여 실시하였다.

$$\text{유두용적} = (\text{teat diameter} / 2)^2 \times \pi \times \text{유두길이}$$

### 3. 혈액채취 및 호르몬 분석

#### 1) 혈액채취

한우의 경정맥을 통하여 혈액을 10ml 채취한 후 3,000rpm에서 15분간, 혈액을 원심분리하여 혈청을 얻어  $-70^{\circ}\text{C}$ 에 냉동보관 하였다.

#### 2) 호르몬의 분석

Growth hormone은 RADIM사의 상업용 rGH kit를, Insulin-like growth hormone은 Euro-Diagnostia, estrogen은 Biomedicals사의 상업용 kit를 이용하여 분석하였다.

## 4. IGF binding protein(IGFBP)의 측정

### 1) 시료의 전처리

한우의 혈중 IGF binding protein(IGFBP)으로부터 IGF-1을 분리하기 위한 전처리로서 혈청을 Sep-Pak  $\text{C}_{18}$  cartridge(Waters, MA, USA)를 사용하여 농축시켰다. 시료 0.2ml에 1.3ml의 1% trifluoroacetic acid(TFA, Sigma, MO, USA)를 첨가하여 10분간 정체시켜 free form과 bound form을 분리시킨 다음, 4ml의 100% acetonitrile과 0.1% TFA 4ml로 활성화시킨 Sep-Pak  $\text{C}_{18}$  cartridge에 시료를 가하고 다시 4ml의 0.1% acetonitrile로 씻어냈다. Cartridge에 흡착된 IGF-1은 3ml의 100% acetonitrile과 0.1% TFA 용액으로 용출하여 Speed-vacconcentrator(Savant, NY, USA)를 이용하여 건조시켰다.

### 2) IGF-1의 tracer 제조

Chorammin-T method를 약간 변형시킨 방법으로 0.2M sodium phosphate buffer(pH 7.4) 10 $\mu\text{l}$ 에 rhIGF-1 1 $\mu\text{l}$ 를 첨가한 후  $^{125}\text{I}$ odin(Amersham, Buckingham shire, England) 1mCi를 넣어서 신속히 pipetting한 후 cellulose CF-11(Bio-Rad, CA, USA) column을 washing 하였다. 그 후 12% bovine serum albumin(BSA) buffer로 column을 용출시켜 fraction collector를 이용하여 tube당 20 drops을 받아서  $\gamma$ -counter(Packard, ILL, USA)로 측정하였다. 높은 방사 활성도에 의한 rhIGF-1 tracer의 파괴를 방지하기 위하여 각각 분획된 시험관의 용출

용액을  $3 \times 10^6$  cpm이 되도록 분주하여  $-70^\circ\text{C}$ 에 냉동 보관하였다.

### 3) 방사면역측정법(Radioimmunoassay, RIA)

RIA buffer로 0.02M  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , 0.15M NaCl, 0.1% sodium azide, 0.5% bovine serum albumin 및 0.02M sodium phosphate buffer용액을 사용하였다. 전 처리하여 추출한 시료를 100 $\mu\text{l}$ 의 RIA 완충용액에 재조성하고 DRs, LE Underwood & JJ Van (Wyk University of North Caroline at Chapel Hill)에 의하여 공급받은 polyethylene glycol(PEG #8000, Sigma, MO, USA)을 1ml 첨가하여 3,000rpm에 30분간 원심분리함으로써 bound form을 분리하였다. 분리된 bound form은  $\gamma$ -counter로 방사선 면역활성도를 측정하였다.

### 4) IGFBP<sub>3</sub>에 대한 protease activity

정상 한우의 혈장과 순수 IGF-1 tracer ( $^{125}\text{I}$ IGF-1, 20,000cpm)을 혼합한 후  $4^\circ\text{C}$ 에서 24시간 incubation 시킨 후 Sephacryl S-300 column에 loading시켜 elution시켰다. 이 때 elution buffer로는 0.05% phosphate buffer를 사용하였으며, 용출액을 fraction collector를 통하여 tube에 받아  $\gamma$ -counter로 확인한 결과 150KDa, 50KDa, Free IGF-1등 세 종류의 protein을 확인할 수 있었다. 본 column에서 나온 150KDa은 IGFBP<sub>3</sub>와 Free IGF-1이 결합된 상태의 것으로 추정되고, 50KDa은 IGFBP<sub>3</sub>가 결합되었다고 인정되는 150KDa 영역인 50번째 tube를 동결건조 후  $-70^\circ\text{C}$ 에 보관하였다. 그후 냉동건조 된 것(50,000 cpm)에 시료 10 $\mu\text{l}$ (처리구와 무처리구의 3차에 걸쳐 채취한 혈청으로 총 6개의 sample임)를  $37^\circ\text{C}$ 에서 10분간 incubation후 Sephacry S-300 column을 통과시켰다. 이때 하나의 시험관마다 60 drops을 받아  $\gamma$ -counter로 IGFBP<sub>3</sub>와 Free IGF-1의 분획을 확인하였다.

### 4. 통계처리

분산분석결과 유의성이 나타나 Duncan multiple test를 실시하였다. 이용한 통계 Package는 SAS (Ver. 6.08; 1991)의 ANOVA procedure이다.

## III. 결과 및 고찰

한우 암송아지에 rGH를 투여 후 혈청내 GH 농도의 변화는 Table 1에 나타나 있다. Table 1에서 보는 바와 같이 rGH 투여 4주 및 8주째 혈청중 GH의 농도는 처리구가 무처리구에 비하여 현저히 높은 수준을 보였고( $P < .01$ ) 처리구는 시간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였지만 무처리구는 시간이 경과함에 따라 다소 떨어지는 경향을 보였다.

Kazmer 등 (1992)은 Holstein종 숫송아지를 72시간 절식 후 1, 4, 7, 10월에 혈액을 채취한 후 GH 농도를 측정한 결과 1월의 경우 다른 시기에 비하여 현저하게 낮게 나타났다고( $P < .01$ ) 보고하였다. 또한 Verde와 Trenkle(1987)도 높은 성장을 보인 축군에서 GH 농도가 3~6월 사이에 9~12ng/ml인데 반하여 11~2월 사이에는 5~6ng/ml로 낮은 수준을 보였으며, 낮은 성장을 보인 축군에서도 같은 시기에 6.5~7.5ng/ml과 4.5~5ng/ml로 나타나 온화한 기후에 비하여 추운 계절에서 상대적으로 GH 농도가 낮은 것으로 보고되었다. 이는 겨울철에 실시된 본 실험의 대조구에서 시간이 경과함에 따라 GH 농도가 낮아지는 것과 같은 경향임을 뒷받침해 준다. Kown 등 (1991)에 의하면 Holstein종 경산우에 서방형 bST를 1회 주사시 처리구와 무처리구간의 혈청내 bST의 농도에는 많은 차이를 보였다( $P < .05$ ). 따라서 위 연구 결과들은 본 연구결과와 유사한 경향임을 알 수 있다.

Table 2는 한우 암송아지에 rGH를 투여 후 혈청내 estrogen농도의 변화를 나타낸 것이다. rGH를 투여한 처리구가 무처리구에 비하여 혈청내 estrogen의 농도가 투여 8주째에 많은 차이를 보인 것으로 나타났다( $P < .05$ ).

**Table 1. Effect of rGH on concentration of GH in the serum (ng/ml)**

Classifi- cation	After rGH injection		
	0 week	4 week	8 week
Control	2.85±0.187	2.36±0.096**	2.33±0.112**
Treat	3.21±0.185	3.64±0.255	3.82±0.097

\*\* ;  $p < .01$

**Table 2. Effect of rGH on concentration of estrogen in the serum (ng/ml)**

Classification	After rGH injection		
	0 week	4 week	8 week
Control	44.2±1.607	45.9±2.061	40.8±1.061*
Treat	48.8±4.657	54.4±4.900	53.3±4.251

\* p<.05

Muir 등(1983)은 estrogen의 체내 동화작용이 GH의 증가에 기인하지 않는다고 하였고, Meyer와 Rapp(1985)도 estrogen이 특정 수용체를 통하여 GH와는 무관하게 직접적으로 근육성장에 관여하고 있다고 하여 estrogen과 GH는 근육성장을 위한 직접적인 협동작용은 없는 것으로 밝혔다. 또한 Gallo와 Block(1991) 및 Schemm 등(1990)은 소에 있어서 bST를 투여시 난소주기 및 시상하부-뇌하수체-난소로 연결되는 호르몬 분비체계에 별다른 영향을 미치지 않는다고 하였으며, Lefebvre와 Block(1992)도 외인성 육우용 암송아지의 난소를 제거 후 2mg의 estradiol propionate를 투여한 것과 bST 및 위약을 투여한 것을 비교했을 때 bST를 투여한 실험구에서의 번식을 위한 행동의 강도가 훨씬 미약했던 것으로 보고하여 estrogen은 번식행동에 직접 관여하나 bST는 직접 관여하지 않는 것으로 밝혔다. 본 연구에서 8주째 estrogen농도가 무처리구에 비해 현저히 높은 것은 어떠한 기전에 의한 것인지 추후에 더 연구해 보아야 할 문제이다.

Table 3은 한우 암송아지에 rGH를 투여했을 때 혈청내 IGF-1 농도의 변화를 나타낸 것이다. Table 3에서 보는 바와 같이 rGH를 투여한 처리구가 무처리구에 비하여 8주째 혈청내 IGF-1 농도가 높았다(P<.05). 무처리구의 경우 본 실험에서 조사한 estrogen과 IGF-1은 8주째 농도가 감소하는 것으로 나타났으나 처리구의 경우 그 농도가 지속적으로 증가하였다. Enright 등(1990)은 소에 있어서 estrogen의 체내 동화작용에 관한 효과는 GH 분비량의 증가를 통하여 유도되는 것 같고 estrogen과 GH는 IGF의 농도를 상승시킨다고 보고하여 Wagner 등(1988a,b)과 Breier 등(1988)의 결과와 일치하였다. 특히 Breier 등(1988)은 estrogen이 간세포에 GH 수용체수를 증가시키고 체내 GH농도를 상승시킴으로써 IGF의 분비

**Table 3. Effect of rGH on concentration of IGF-1 in the serum (ng/ml)**

Classification	After rGH injection		
	0 week	4 week	8 week
Control	102.7±10.34	118.0±12.54	95.7± 6.112*
Treat	95.9±12.54	134.3±10.67	154.3±12.12

\* p<.05

량이 상승된다고 하였다. 따라서 estrogen은 내인성 및 외인성 GH와 협동작용으로 간세포를 자극하여 IGF의 분비를 자극시키는데 관여하고 있다는 연구결과 이었다. 이 같은 연구결과들은 본 연구에서 나타난 rGH투여 후 IGF-1의 증가를 잘 설명해 주고 있다.

Table 4는 한우암송아지에 rGH를 투여 후 체중 및 유두용적의 변화를 나타낸 것이다. 체중을 보면 처리 8주째에 처리구는 평균 244.8kg이었고 무처리구는 220.7kg으로 처리구가 무처리구에 비하여 현저한 체중증가가 있었다(P<.01). Serjsen 등(1986)은 8~12개월령 사이의 암송아지에 성장호르몬 18mg을 매일 주사시 일당중체량에 많은 증가를 보였다고 하였으며, 쌍태 송아지로 체중이 180kg인 젖소 암송아지에 bST를 15주 동안 투여시 일당중체량이 투여치 않은 것에 비하여 8% 가량 상승하였다고 보고하였다. Gringe 등(1990)도 Holstein 암송아지에 매일 41.2mg의 bST를 투여한 처리구가 무처리구에 비하여 평균체중에서 유의적인 증가를 (P<.05)보였다고 하였으며, Enright 등(1990)도 9개월령 육용 암송아지에 bGH를 30주 동안 투여 후 평균 일당중체량을 살펴본 결과 약 6% 정도 유의적(P<.05)으로 증가하여 본 연구와 유사한 경향을 나타냈다. 그러나 Oldenbrek 등(1993)에 의하면 착유우의 경우 28일 간격으로

**Table 4. Effect of rGH on body wight and teat volume at 8 weeks after rGH injection**

Classification	After rGH injection	
	B. W. (kg)	T. V. (mm <sup>3</sup> )
Control	220.7±9.00b**	861±153b*
Treat	244.8±8.36a	1114±163a

\* p<.05 \*\* ; p<.01

B. W. = Body weight

T. V. = Teat volume

bST를 피하주사시 일일 산유량은 3.3kg 증가하였으나 체중은 4.0g 감소했다고 하였다. Asmov(1937)가 낙하수체의 추출물을 이용하여 동물의 성장증진을 시도한 이래 bST(bovine somatotropin)를 이용한 많은 학자들의 연구결과에 의하면 bST는 성숙시기(8~12개월령)의 암송아지에서 유선세포의 수를 증가시켰다고 하였고(Sandlese 등, 1986) 유생산과 관련된 유전자와 밀접한 관계가 있어(Kaxmer, 1991) GH의 최대증가 시기와 산유 최대시기가 일치한다고 한다(Vasilatos와 Wangness, 1981; Sartin 등, 1988).

따라서 본 연구에서 rGH 투여 8주째에 처리구 1,114mm<sup>3</sup>과 무처리구 861mm<sup>3</sup>로 처리구가 훨씬 컸다(P<.05). Topper와 Freeman(1980)은 난소에서 분비되는 호르몬중 estrogen은 growth hormone과 협력하여 유선관계(mammary duct system) 발달에 관여한다고 하였고 Serjsen 등(1986)은 쌍태아로 체중이 180kg인 암송아지에 성장호르몬 18mg을 15주 동안 투여했을 때 유선 실질조직량이 46% 가량 증가했다고 하는 연구결과를 잘 설명해준다. 혈액중 IGF의 대부분은 결합단백질(binding protein)과 결합되어 있다. IGFBP(IGF binding protein)에 관한 기능이 아직 명확히 밝혀진 것은 아니나 IGFBP는 IGF가 파괴되는 것을 방지해 주는 것으로 알려져 있다(Baxter, 1988; Clemmons, 1990; Rechler와 Nisley, 1990). 지금까지의 결과에 의하면 순환 중인 IGF-1의 대부분은 BP<sub>3</sub>와 결합하여 150KD의 분자량을 보이는 것으로 알려져 있다. 따라서 GH 처리구가 무처리구에 비하여 Table 4에서 보는 바와 같이 체중이 현저히 증가하였는데 이 체중의 증가는 IGFBP<sub>3</sub>에 대한 processing enzyme의 활성화에 기인된 것으로 사료된다. Vicini 등(1991)에 의하면 외인성 bST를 소에 투여했을 때 IGFBP<sub>3</sub>는 증가한다고 하였다. McGrath 등(1991)은 *In vitro*상태에서 IGF를 mammary cell에 공급하면 자체적으로 BP를 생산하며, Vega 등(1991)은 분만전 유증 분비시 BP의 활성은 떨어지나 유생산이 증가하게 되면 IGFBP의 생산활동이 활발해 진다고 하였다. 결론적으로 외인성 rGH을 투여한 소의 경우 혈청내 estrogen을 증가시켰고, 체중 및 유두용적이 증가하였으며 IGF-1의 체내 증가 및 BP와 관련된 processing enzyme 활성화도 증가

하였다.

#### IV. 적 요

외인성 성장호르몬(rGH)을 14일 간격으로 두당 250mg씩 한우 암송아지(8~12개월령, 160~240kg)에 대한 투여한 후 내인성 성장호르몬, estrogen, IGF-1, 체중, 유두용적의 변화 및 IGFBP<sub>3</sub>에 대한 processing enzyme의 활성 정도를 파악하고자 28일 간격으로 1994년 12월부터 다음 해 2월까지 본 연구를 실시하였다.

GH 혈청농도는 처리구가 무처리구에 비해 rGH는 투여 후 시간이 경과함에 따라 현저히 증가하였고(P<.01), estrogen과 IGF-1도 처리 후 8주째(P<.05)에 증가를 보였다. 또한 체중(P<.01)과 유두용적(P<.05)도 투여 8주째에 증가를 보였다. 250mg의 rGH 투여 후에는 processing enzyme의 활성이 실험 기간 내내 현저히 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구 결과 외인성 호르몬은 한우 암송아지의 내인성 호르몬 변화를 통하여 성장 및 유방발달을 증진시킬 수 있다는 것을 제시하여 주었다.

#### V. 인용문헌

1. Asmov, G. J. and N. K. Koruze, 1937. The lactogenic preparations from the anterior pituitary and the increase of milk yield in cows. J. Dairy Sci., 20:289.
2. Bauman, D. E., P. T. Eppard, M. J. DeGeeter and G. M. Lanza, 1985. Responses of high-producing dairy cows to long-term treatment with pituitary somatotropin and recombinant somatotropin. J. Dairy Sci., 68:1352.
3. Baxter, R. C. 1988. The insulin-like growth factors and their binding proteins. Comp. Biochem. Physiol., 91B:229.
4. Breier, B. H., P. D. Gluckman and J. J. Bass, 1988. Influence of nutritional status and oestradiol-17 $\beta$  on plasma growth hormone, insuline-like growth factors- I and II

- and response to exogenous growth hormone in young steers. *J. Endocrinol.*, 118:243.
5. Clemmons, D. R. 1990. Insulin-like growth factor binding proteins. *Trends Endocrinol. Metab.*, 1:412.
  6. Davis, S. R., P. D. Gluckman, I. D. Hart and H. V. Henderson. 1987. Effects of injecting growth hormone or thyroxine on milk production and blood plasma concentrations of insulin-like growth factors I and II in dairy cows. *J. Endocrinol.*, 114:17.
  7. Elsasser, T. H., T. S. Rumsey, A. C. Hammond, and R. Fayer. 1988. Influence of parasitism on plasma concentrations of growth hormone, somatomedin-C and somatomedin-binding-proteins in calves. *J. Endocrinol.*, 116:191.
  8. Enright, W. J., J. F. Quirke, P. D. Gluckman, B. H. Breier, L. G. Kennedy, I. C. Hart, J. F. Roche, A. Coert and P. Allen. 1990. Effects of long-term administration of pituitary-derived bovine growth hormone and estradiol on growth in steers. *J. Anim. Sci.*, 68:2345.
  9. Gallo, G. H. and E. Block. 1991. Effect of recombinant bovine somatotropin on hypophyseal and ovarian function of lactation dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 71:343.
  10. Grings, E. E. E., D. M. deAvila, R. G. Egger and J. J. Reeves. 1990. Conception rate, growth, and lactation of dairy heifers treated with recombinant somatotropin. *J. Dairy Sci.*, 73:73.
  11. Kazmer, G. W., R. W. Canfield and B. Bean. 1991. Somatotropin and prolactin profile characteristics in proven AI dairy sires. *J. Anim. Sci.*, 69:1601.
  12. Kazmer, G. W., R. W. Canfield and B. Bean. 1992. Characteristics of somatotropin and prolactin profiles in young dairy sires before and after a 72-hour fast during different seasons. *J. Anim. Sci.*, 70:503.
  13. Kwon, K. H., W. Chung and J. C. Joo. 1991. Effects of recombinant bovine somatotropin on milk production, and bST concentration in serum and in milk of dairy cows. *J. Anim.*, 33:706.
  14. Lefebvre, D. M. and E. Block. 1992. Effect of recombinant bovine somatotropin on estradiol-induced estrous behavior in ovariectomized heifers. *J. Dairy Sci.*, 75:1461.
  15. McGrath, M. F., R. J. Collier, D. R. Clemmons, W. H. Busby, C. A. Sweeny, and G. G. Krivi. 1991. The direct *in vitro* effect of insulin-like growth factors(IGF) on normal bovine mammary cell proliferation and production of IGF binding proteins. *Endocrinology*, 129:671.
  16. Meyer, H. H. D. and M. Rapp. 1985. Estrogen receptor in bovine skeletal muscle. *J. Anim. Sci.*, 60:294.
  17. Moran, C., J. F. Quirke, D. J. Prendiville, S. Bourke and J. F. Roche. 1991. The effect of estradiol, trenbolone acetate, or zeranol on growth rate, mammary development, carcass traits, and plasma estradiol concentrations of beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 69:4249.
  18. Muir, L. A., S. Wien, P. F. Deguette, E. L. Rickes and E. H. Cordes. 1983. Effects of exogenous growth hormone and diethylstilbestrol on growth and carcass composition of growing lambs. *J. Anim. Sci.*, 59:1315.
  19. Oldenbroek, J. K., G. J. Jonker and J. I. D. Wilkinson. 1993. Effects of treatment of dairy cows with recombinant bovine somatotropin over three or four lactations. *J. Dairy Sci.*, 76:453.
  20. Rechler, M. M., and S. P. Nissley. 1990. Insulin-like growth factors. In M. B. Sporn and A. B. Roberts(Ed. )*Handbook of Experimental Pharmacology*. Vol. 95/1. Peptide Growth Factors and Their Receptors, 1.

- 263:367. Springer-Verlag, Berlin, FRG.
21. Sandles, L. D., C. J. Peel and P. D. Temple-Smith. 1986. Mammogenesis and first lactation milk yields of identical-twin heifers following pre-pubertal administration of bovine growth hormone. *Anim. Prod.*, 44:21.
  22. Sartin, J. L., R. J. Kemppainen, K. A. Cummins and J. C. Williams. 1988. Plasma concentrations of metabolic hormones in high and low producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 71:650.
  23. SAS Institute Inc. 1991. SAS /STAP User's Guide. Release 6. 03 Edition. SAS Institute, Cary, NC, USA.
  24. Schemm, S. R., D. R. Deaver, L. C. Griel, Jr, and L. D. Muller. 1990. Effects of recombinant bovine somatotropin on luteinizing hormone and ovarian function in lactating dairy cows. *Biol. Reprod.*, 42:815.
  25. Sejrsen, K., J. Foldager, M. T. Sorensen, R. M. Akers and D. E. Bauman. 1986. Effect of exogenous bovine somatotropin on pubertal mammary development in heifers. *J. Dairy Sci.*, 69:1528.
  26. Topper, Y. J. and C. S. Freeman. 1980. Multiple hormone interactions in the developmental biology of the mammary gland. *Phys. Rev.*, 60:1049.
  27. Tucker, Y. A. 1987. Quantitative estimates of mammary growth during various physiological states: A review. *J. Dairy Sci.*, 70:1958.
  28. Vasilatos, R. and P. J. Wangsness. 1981. Diurnal variations in plasma insulin and growth hormone associated with two stages of lactation in high producing dairy cows. *Endocrinology*, 108:300.
  29. Vega, J. R., C. A. Gibson, T. C. Skar, D. L. Hadsell, and C. R. Baumrucker. 1991. insulin-like growth factor(IGF)-I and II and IGF binding proteins in serum and mammary secretions during the dry period and early lactation in dairy cows. *J. Anim. Sci.*, 69:2538.
  30. Verde, L. S. and A. Trenkel. 1987. Concentrations of hormones in plasma from cattle with different growth potentials. *J. Anim. Sci.*, 64:426.
  31. Vicini, J. L., F. C. Buonomo, R. J. Collier, J. J. Veenhuizen, M. A. Miller, and Clemmons. 1991. Effects of nutritional balance and stage of lactation on insulin, insulin-like growth factors I and II, and insulin-like growth factor binding protein 2 responses to somatotropin administration. *J. Nutr.*, 121:1656.
  32. Wagner, J. F., T. Cain, D. B. Anderson, P. Johnson and D. Mowrey 1988. Effect of growth hormone(GH) and estradiol( $E_2\beta$ ) alone and in combination on beef steer growth performance, carcass and plasma constituents. *J. Anim. Sci.*, 66:(suppl. 1):283 (Abstr.).
  33. Wagner, J. F., R. E. Paxton, D. B. Anderson, E. L. Potter and D. Mowrey. 1988. The effect of bovine growth hormone(bGH) and estradiol( $E_2\beta$ ) alone and in combination on urinary nitrogen excretion in beef steers. *J. Anim. Sci.*, 66:(suppl. 1):253(Abstr.).
- (접수일자 : 1998. 2. 23. / 채택일자 : 1998. 3. 22.)