

돼지의 거세와 난소 적출이 혈중 호르몬 농도의 변화에 미치는 영향

박종대[†] · 황보 종 · 박준철 · 박무균 · 최선호 · 박창식¹ · 윤종택²
농촌진흥청 축산기술연구소

Effects of Castration and Ovariectomy on Plasma Hormone Concentration in Pigs

Park, J. D[†] ., J. Hwangbo, J. C. Park, M. K. Park, S. H. Choi,
C. S. Park¹ and J. T. Yoon²

National Livestock Research Institute of RDA, Cheonan, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of castration and ovariectomy on growth performance and plasma hormone concentration in pigs. A total of 48 pigs of 35 days of age were used. The results obtained in the present study are summarized as follows:

1. No significant difference was found in average daily gain between ovariectomy group (898.6g) and control gilt group (862.7g), and between castration group (926.0g) and control boar group (945.5g), respectively. Average daily gain of control boar group, however, was significantly higher than that of control gilt group ($p<0.05$). There was no significant difference in feed/gain between ovariectomy and control gilt group and between castration and control boar group, respectively. Backfat thickness was significantly ($p<0.05$) higher in ovariectomy or castration group than in control gilt or boar group, respectively.
2. Plasma concentration of IGF- I was significantly ($p<0.05$) increased during the period of 5 weeks of age (45.1 ± 0.72 ng/ml) to 15 weeks of age (356.3 ± 3.05 ng/ml), and maintained constantly afterwards in control gilt group, as was in control boar group. That of IGF- I tended to be lower in ovariectomy or castration group than in control gilt or boar group, respectively. Regarding steroid hormones of estradiol-17 β , progesterone, and testosterone, the concentration was extremely low at 5 weeks of age, however, increased from 11 weeks to 23 weeks of age in control gilt or boar group, while it was nearly under detection limit in ovariectomy or castration group.
3. Chemical compositions of pork loins were not affected by ovariectomy or castration, except that crude ash content was significantly ($p<0.05$) higher in castration group than in control boar group. These results indicated that ovariectomy or castration had no effects on growth performance and feed utilization. However, the concentration of sex steroid hormones was under detection limit in ovariectomy and castration group. Further studies, however, are needed to develop the techniques which minimize the stress related with castration or ovariectomy for the production of high quality pork.

[†] Corresponding author: National Livestock Research Institute of RDA, Cheonan, Korea.

¹ 충남대학교(Chungnam National University, Daejeon, Korea).

² 한경대학교(Hankyong National University, Ansong, Korea).

I. 서론

육류의 소비의 급격한 증가와 함께, 소비 형태도 양적인 면에서 질적인 면으로 바뀌어가고 있으며, 국내의 양돈산업은 1900년대 10여년간의 커다란 발전으로 말미암아, 돼지 사육두수가 786만두를 넘어섰고, 축협조사월보 돈육의 수출도 '99년 한해동안 80천톤(332백만 달러)을 수출하였다. 그러나 WTO 체제의 발족으로 돈육의 수입이 완전 개방됨에 따라 자급율은 1993년의 100%에서 1999년에는 92%로 감소되고 있는 추세이다.

급변하는 지구촌은 이른바 완전 경제 전쟁의 시대에 돌입하게 되었고, 또 세계 무역이 WTO의 체제로 이행됨에 따라 외국의 우수한 축산물의 수입이 급증하게 되었다. 국내 양돈 산업을 지키고 돈육의 수출량을 증대시키기 위해서는 무엇보다도 생산비를 절감시켜야 하고, 지속적인 고품질의 돈육 생산을 위한 기술 개발이 시급한 실정이다.

고품질 돈육 생산의 일환으로 거세를 통한 육질 개선이 일반화되어 있지만(Seideman 등, 1982), 사료효율과 성장율이 지연되는 단점이 있다(Vanderwert 등, 1985; Worrell 등, 1987). 또한 거세한 수퇘지의 체내 단백질 침착은 현저히 감소한 반면 지방 침착은 거세하지 않은 수퇘지보다 증가하는 것으로 보고되었다(Campbell과 Taverner, 1988). 이러한 현상은 거세를 하면 정소에서 합성 분비하는 testosterone이 분비되지 않아 뇌하수체에서 분비하는 성장호르몬(Growth hormone: GH)의 촉진 기능이 상실되어 성장호르몬의 분비가 감소됨으로써 체성장이 지연되는 것으로 알려져 있다(성, 1997). 또한 정소에서 분비하는 돼지 특유의 옹취

가 억제되어 고품질의 돼지고기를 생산할 수 있는 것으로 사료된다.

Insulin-like growth factor-I (IGF-I)은 주로 간에서 합성되어 IGF-binding protein3 (IGFBP-3)와 결합하여 혈중에 대부분이 안정적으로 존재하며, 뇌하수체에서 분비하는 성장호르몬의 성장 촉진 작용을 조절하는 성장인자로 알려져 있다(Johnson 등, 1996). 최근에는 IGF-I이 정소의 Leydig cell에서 testosterone의 분비를 촉진시키는 작용(Ohyama 등, 1995)과, 소의 과립막세포와 황체세포의 체외 배양에서 progesterone 분비를 촉진시키는 작용을 하는 것으로 알려져 있다(Spicer 등, 1993; Lavranos 등, 1996).

따라서 본 연구는 돼지에 있어 거세와 난소적출이 성호르몬과 IGF-I 농도의 변화에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시축 및 실험 설계

공시축은 축산기술연구소 종축개발부에서 35일령(15 kg)의 공시돼지 48두를 이용하여 암컷은 대조구와 난소 적출구, 수컷은 대조구와 거세구로 나누어 돈방당 4두씩 완전임의 배치로 시험을 수행하였다. (Table 1)

2. 거세 및 난소 적출

거세는 35일령의 수컷 돼지를 시술 18시간전 절식시킨 후 전신마취제(Stresnil, azaperme, Janssen) 2 ml를 근육주사하여 전신마취를 실시하였으며, 10분 후 마취제(Hypnodil, Metomidate HCL, Jans-

Table 1. Experimental design

Item	Gilt		Boar	
	Control	Ovariectomy	Control	Castration
Large White Yorkshire				
Replication	3	3	3	3
Head/Rep.	4	4	4	4
Total heads	12	12	12	12

sen) 1.5 ml를 정맥주사하여 마취시킨 다음 양와자 세로 보정하고 음낭상단부에 검자로 고정하여 고환이 복강으로 유인되는 것을 막고 고환을 위쪽으로 색인하여 정중선을 따라 피부를 2 cm 정도 절개하여 압박하여 고환간막을 노출시켜 고환간막을 좌우로 절개하여 고환을 밖으로 끌어낸 다음 정색을 결찰하고 절단하여 거세하였다.

난소적출은 35일령 암컷 돼지를 사용하였고, 마취는 수컷 돼지와 같은 방법을 이용하였으며 좌측 최후 2번째의 유두의 측면을 난소적출용으로 특수 제작된 blade를 이용하여 복벽 및 근층을 절개하여 자궁을 노출시킨 후 난소를 유인하여 제거하였다 (중국농의침구학, 1982). 각각의 대조구에도 시험구와 동일한 스트레스를 주기 위해 가수술(Sham operated)을 실시하였다.

3. 사양관리

시험기간중 사료 급여는 돈방당 1개씩 설치된 급여기를 이용하여 검정사료(축산기술연구소)를 무제한 급여하였고, 음수는 닛뿔형 급수기에 의하여 자유 음수토록 하였으며, 기타 사양관리는 축산기술연구소 종축개발부의 관행에 따라 실시하였다. 시험사료의 영양성분은 Table 2와 같다.

4. 조사항목 및 조사방법

1) 체중과 사료섭취량 조사

체중은 시험 개시직전 및 거세와 난소 적출 후 6주, 10주, 14주, 18주에 5회 측정하였고, 사료섭취량 조사는 매주 실시하였다.

2) 혈액 채취

호르몬 분석을 위한 혈액채취는 거세와 난소 적

출 전 및 적출 후, 6주, 10주, 14주, 18주에 5회 실시하였으며 전대정맥으로부터 10 ml를 채취한 다음 실온에서 1시간 정도 정치하여 응고시킨 후 1,500 rpm에서 20분간 원심분리하여 상층액인 혈청을 분리 채취하여 호르몬 분석시까지 deep freezer (-75°C)에 보관하였다.

3) 혈중 호르몬 분석

(1) Testosterone, 17β-Estradiol 및 Progesterone 농도 분석

혈청중 testosterone, 17β-estradiol 및 progesterone 농도의 분석은 Diagnostic products corporation(USA)의 Coat-A-Count kit를 이용하여 분석하였으며, testosterone 농도 분석은 testosterone 항체가 코팅되어 있는 각각의 tube에 표준액, control 또는 시료를 100 μl 씩 분주한 다음 5분 이내에 표지화(label)된 hormone (¹²⁵I-testosterone) 1 ml를 각각 넣어 4°C에서 overnight하였다. Overnight후 항원-항체반응이 일어나지 않은 부분을 decant한 다음 γ-counter (LKB, Wallay 1227, Gamma Master)를 이용하여 측정하였다. 17β-estradiol 및 progesterone 농도의 분석은 testosterone 분석방법과 동일한 방법으로 처리하여 radioimmunoassay (RIA)법으로 48시간 이내에 γ-counter를 이용하여 분석하였다.

(2) IGF-I (Insulin-like Growth Factor-I)농도 분석

IGF- I의 추출 및 분석은 diagnostic systems laboratories (DSL-5600, USA)의 immunoradiometric assay (IRMA) kit를 이용하여 혈청내에 IGF- I binding protein을 추출하여 분석하였다. 즉, 표준용액(0, 5, 20, 60, 200, 600 ng/100 μl buffer)과 각 혈청으로부터 추출된 시료 50 μl씩을 1차 항체(anti-

Table 2. Chemical composition of experimental diet

Feeding period	Metabolizable energy (kcal/kg)	Crude protein (%)	Lysine (%)	Calcium (%)	Phosphorus (%)
30 ~ 110 kg	3,400	15.55	0.85	0.70	0.55

IGF- I)가 코팅된 시험관에 첨가후 2차 항체인 anti-IGF- I¹²⁵을 200 μ 씩(70,000~80,000 cpm) 각각 첨가하여 혼합한 다음 실온에서 1,800 rpm으로 진탕하여 3시간 배양하였다. 배양후 상층액을 제거하고 증류수로 3회 정도 세척하여 비결합된 anti- IGF- I¹²⁵을 완전히 제거한 다음 48시간 이내에 v-counter 값을 측정하였다.

5. 통계 분석

통계분석은 SAS (1995) program을 사용하여 GLM (general linear model)을 이용한 Duncan의 multiple range test로 처리간의 유의성을 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 체성장과 사료 이용성

암퇘지의 난소 적출구와 수퇘지의 거세구의 체성장 및 사료이용성은 Table 3과 같다.

암퇘지 군내 난소 적출구의 일당증체량은 898.6 \pm 24.8 g으로 대조구의 862.7 \pm 20.9 g보다 높게 나타났으나 유의차는 인정되지 않았고, 수퇘지 군내 거세구의 일당증체량 역시 926.0 \pm 28.0 g으로 대조구의 945.5 \pm 16.2 g보다 다소 낮았으나 유의차는 인정되지 않았다. 반면에 수퇘지 대조구의 경우 암퇘지 군내 난소 적출구와 대조구에 비해 일당증체량이 유의적으로 높았다(P<0.05).

사료요구율은 수퇘지 대조구가 2.51 \pm 0.11으로 암퇘지 군내 난소 적출구(2.84 \pm 0.16)와 대조구(2.92 \pm 0.18)에 비해 유의하게 낮았으며(P<0.05), 수퇘지 군내 거세구와 대조구간 유의차는 인정되지 않았다.

등지방 두께는 수퇘지 군내 거세구(2.39 \pm 0.18)가 대조구(1.65 \pm 0.11)에 비해 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05), 암퇘지 군내 난소적출구(2.16 \pm 0.12)가 대조구(1.85 \pm 0.09)에 비해 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05).

2. 혈중 호르몬

암퇘지의 난소 적출구와 대조구, 수퇘지의 거세구와 대조구를 구분하여 5주부터 23주까지의 혈중 IGF-I 농도변화는 Table 4와 같다.

Table 4에서 나타난 바와같이 혈중 IGF-I의 농도는 암퇘지의 대조구가 5주령부터 15주령까지 356.3 ng/ml으로 유의적으로 증가되었으며 (P<0.05), 그후 감소하는 경향이 있었다. 난소적출구에서도 같은 경향을 보였으며, 대조구에 비해 유의적인 차이는 없었으나 대조구에 비해 대체적으로 낮은 경향이였다. 수퇘지의 대조구에서도 19주령에서 417.7 ng/ml로 최고치를 나타내었고 거세구에서도 비슷한 경향을 보였다.

본 결과에서 유의적인 현상은 IGF-I은 암컷에 비해 수퇘지가 다소 높은 경향치를 보였으며 암퇘지는 15주령에서 수퇘지는 19주령에서 최고치에

Table 3. Effects of ovariectomy and castration on growth performance, feed efficiency and back fat thickness

Item	Gilt		Boar	
	Control	Ovariectomy	Control	Castration
Initial body weight(kg)	30.4 \pm 1.35	28.5 \pm 1.73	30.4 \pm 1.39	31.4 \pm 2.99
Final body weight(kg)	114.1 \pm 2.81	115.6 \pm 2.87	122.2 \pm 1.53	120.0 \pm 4.39
Average daily gain (g/d)	862.7 \pm 20.9 ^c	898.6 \pm 24.8 ^{bc}	945.5 \pm 16.2 ^a	926.0 \pm 28.0 ^{ab}
Feed / gain	2.92 \pm 0.18 ^b	2.84 \pm 0.16 ^b	2.51 \pm 0.11 ^a	2.70 \pm 0.15 ^{ab}
Back fat thickness(cm)	1.85 \pm 0.09 ^a	2.16 \pm 0.12 ^b	1.65 \pm 0.11 ^a	2.39 \pm 0.18 ^b

Mean \pm Standard error.

Number of observations was 12 per treatment.

^{a,b,c} Means with different superscript in the same row are significantly different(P<0.05).

Table 4. Changes of IGF-I concentration in plasma for ovariectomized gilts and barrows from 5 to 23 weeks of age

Weeks of age	Gilt(ng/ml)		Boar(ng/ml)	
	Control	Ovariectomy	Control	Castration
5	45.1±0.72 ^a	51.4±1.35 ^a	53.7±1.08 ^a	49.5±0.69 ^a
11	189.8±2.53 ^b	152.6±2.01 ^b	247.3±1.75 ^b	222.1±1.19 ^b
15	356.3±3.05 ^c	290.0±1.65 ^c	361.3±2.03 ^c	310.4±2.68 ^c
19	326.6±2.09 ^c	296.6±2.33 ^c	417.7±3.21 ^c	368.9±1.69 ^c
23	309.6±1.95 ^c	275.1±1.71 ^c	372.2±2.22 ^c	328.6±2.14 ^c

Mean±Standard error.

Number of observations was 12 per treatment.

^{a,b,c} Means with different superscript in the same column are significantly different(P<0.05).

Table 5. Changes of concentrations of testosterone, progesterone and estradiol-17β in plasma for ovariectomized gilts and barrows from 5 to 23 weeks of age

Weeks of age	Estradiol-17β concentration in Gilt		Progesterone concentration in Gilt		Testosterone concentration in Boar	
	Control (pg/ml)	Ovariectomy (pg/ml)	Control (ng/ml)	Ovariectomy (ng/ml)	Control	Castration
5	0.31±0.09 ^a	0.22±0.07	0.71±0.28 ^a	0.65±0.15	0.28±0.17 ^a	-
11	21.8±1.61 ^b	-	2.32±0.58 ^b	-	4.63±0.78 ^b	-
15	28.2±1.89 ^c	-	4.74±0.83 ^c	-	8.05±1.14 ^c	-
19	30.2±3.05 ^c	-	3.95±0.79 ^c	-	12.30±1.59 ^{cd}	-
23	28.9±1.93 ^c	-	3.17±0.69 ^c	0.33±0.18 [*]	14.61±2.18 ^d	0.11±0.04 [*]

Mean±Standard error.

Number of observations was 12 per treatment.

^{a,b,c,d} Means not sharing a common superscript in the same column are significantly different at P<0.05.

^{*}, Significantly different from the respective control at P<0.0001.

도달한 다음 감소되는 경향이였다. 또한, 암퇘지군에서는 대조구에 비해 난소적출구가 다소 낮은 농도를 보였고, 거세한 수퇘지의 경우에도 대조구에 비해 다소 낮은 IGF-I 농도를 나타내었다. IGF-I은 성장호르몬의 절대치로 활용하며, 혈중 IGF-I의 농도 저하는 비례적으로 작용하여 뇌하수체의 성장호르몬의 분비가 약하다고 인식할 수 있으며, 결과적으로 체성장이 대조구에 비해 다소 감소되는 것으로 사료된다. 또한 IGF-I은 난소의 황체세포로부터 분비하며 체내 스테로이드 호르몬분비를 조절하는 것으로 알려져 있으며, 체성장 뿐만 아니라, 생식기능에도 중요한 작용을 하는 것으로 보고되고 있다(성 등, 1997). 또한, 소의 과립막세포 체외

배양에서 세포성숙과 progesterone 분비를 촉진시키는 작용이 있는 것으로 알려져 있다(Spicer 등, 1993). 본 실험의 결과에서 난소적출 혹은 거세구의 혈중 IGF-I 농도가 대조구에 비해 다소 낮은 것으로 나타났는데 이는 정소나 난소에서 분비하는 스테로이드 호르몬이 IGF-I의 분비를 다소 조절하는 기능이 있는 것으로 추측할 수 있다.

거세와 난소적출에 따른 성호르몬인 testosterone, progesterone 및 estradiol-17β의 변화는 Table 5와 같다.

암퇘지군에서 혈중 estradiol-17β의 농도는 시험개시 후 계속 증가하여 19주령에서 30.2 pg/ml로 최고치를 나타냈고, progesterone은 15주령에서

4.74 ng/ml로 가장 높게 나타났다. 한편, 수태지군에서의 testosterone의 혈중 농도는 23주령까지 계속 증가하였다.

암태지군의 난소적출구에서 혈중 estradiol-17 β 와 progesterone 농도는 거의 낮은 수준이거나 검출한계이하로 나타났다. 이것은 정상대조구에서 검출된 혈중 estradiol-17 β 와 progesterone은 오로지 난소에서 분비되는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 거세구의 testosterone 농도와 비슷한 경향을 나타내었다. 따라서 Table 4에서 나타난 혈중 IGF-I 농도와 Table 5의 결과를 비교해 볼 때 스테로이드 호르몬은 혈중 IGF-I 분비를 촉진시키는 작용을 하는 것으로 사료된다. 한우의 경우 발정 주기중 혈중 IGF-I 농도는 혈중 progesterone과 유사한 경향치를 보였으나, 프리마틴우의 경우 혈중 progesterone은 전혀 검출이 되지 않았고, IGF-I 농도는 정상치의 1/4정도로 낮은 수준이었다(성 등, 1997). 이와 같이 IGF-I은 앞에서 기술한 바와 같이 성장 호르몬의 절대치로 판정할 수 있기 때문에 체성장과 밀접한 관련이 있다. 돼지의 경우에서도 지방합성과 체중은 밀접한 관련이 있으므로 체지방 합성과 IGF-I의 어떤 관련이 있는지는 앞으로의 연구되어야 할 것으로 사료된다.

본 결과에서 거세 및 난소 적출구에서 혈중 IGF-I 농도는 대조구에 비해 낮았으나, 일당증체량의 경우에는 대조구에 비해 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 IGF-I은 적어도 근육 및 골격 발달과 성장에는 깊이 관여하지만, 체지방 합성에는 중요하게 작용하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 돼지의 난소 적출이나 거세는 일당증체량에는 변화를 주지 않으나, 체내 내분비관련 호르몬 변화에는 다소 관여하고 있는 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 돼지의 성별에 따른 거세와 난소 적출이 체성장과 사료 이용성, 혈중 호르몬 농도에 미치는 영향을 구명하기 위하여 축산기술연구소에서 계통 조성중인 35일령의 돼지 48두를 이용하여 실시하였으며, 얻어진 주요 결과를 요약하면 다음

과 같다.

1. 체성장 및 사료 이용성

산육능력에 있어서 암태지 난소 적출구의 일당 증체량은 898.6 g으로 대조구의 862.7 g보다 높게 나타났으나 유의차는 없었고, 수태지 거세구의 일당증체량은 926.0 g으로 대조구의 945.5 g 보다 약간 낮았으며, 유의차는 없었으나, 수태지 대조구는 암태지군 보다 일당증체량이 높게 나타났다.

사료요구율은 수태지 대조구가 2.51로 가장 낮게 나타났으며 암태지군에 비해 유의하게 낮았으나 거세구와의 유의차는 없었으며, 난소 적출구와 대조구와는 차이가 없었다. 등지방 두께는 수태지 대조구가 1.65 cm로 가장 낮게 나타났고, 암태지군과 유의차는 없었으며, 각각의 대조구가 시험구에 비해 유의하게 낮게 나타났다.

2. 혈중 호르몬 변화

혈중호르몬 변화에 있어서 IGF-I 농도는 암태지군 대조구에서는 5주령의 45.1 \pm 0.72ng/ml에서 15주령의 356.3 \pm 3.05ng/ml까지 점차적으로 높은 경향을 나타내었으나, 그 이후부터 23주령까지 일정한 수준으로 유지되었다. 수태지 군에서도 혈중 IGF-I 농도 변화는 암태지와 비슷한 경향을 보였으나 전구간에서 암태지 군에 비해 수태지 군이 다소 높은 경향을 보였다. 한편, 거세 및 난소 적출구의 경우에는 각각의 대조구에 비해 다소 낮은 경향치를 나타내었다.

혈중 스테로이드 호르몬 변화에 있어서 대조구 암태지의 혈중 estradiol-17 β 농도는 5주령에서는 극히 낮은 수준이었으나, 그 이후 11주령의 21.8 \pm 1.61pg/ml에서 23주령까지 점차 증가되었다. 또한 대조구의 혈중 progesterone 농도는 5주령에 비해 11주령 이후부터 다소 높은 농도를 나타내었다. 반면에 난소적출된 암태지에 있어서는 estradiol-17 β 와 progesterone 농도는 거의 검출한계 이하로 나타났다.

한편, 수태지의 testosterone 농도는 대조구의 5주령에서는 0.28 \pm 0.17ng/ml로 낮은 수준이었으나 11주령에서는 4.63 \pm 0.78ng/ml로 증가되었으며 그

후 23주령까지 유의적으로 증가되었다. 이에 반해 거세돼지의 경우에는 23주령까지 전혀 검출이 되지 않아 거세돼지의 경우 혈중 testosterone은 거의 분비가 되지 않는 것으로 나타났다.

V. 인용문헌

1. Campbell, R. G. and Taverner, M. R. 1988. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 66: 676.
 2. Campbell, R. G., Taverner, M. R. and Curic, D. M. Curic. 1985. Effects of sex and energy intake between 48 and 90kg live weight on protein deposition in growing pigs. *Anim. Prod.* 40: 497.
 3. Johnson, B. J., Hathaway, M. R., Anderson, P. T., Meiske, J. C. and Dayton, W. R. 1996. Stimulation of circulating insulin-like growth factor-I(IGF-I) and insulin-like growth factor binding protein(IGFBP) due to administration of a combined trenbolone acetate and estradiol implant in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 74: 372.
 4. Lavranos, T. C., O'Leary, P. C. and Rodgers, R. J. 1996. Effects of insulin-like growth factors and binding protein-I on bovine granulosa cell division in anchorage-independent culture. *J. Reprod. Fertil.* 107: 221.
 5. Ohyama, K., Ohta, M., Nakagomi, Y., Yamori, T., Sano, T., Shimura, Y., Sato, K. and Nakazawa, S. 1995. Effects of growth hormone and insulin-like growth factor I on testosterone secretion in premature male rats. *Endocrin. J.* 42: 817.
 6. Seideman, S. C., Cross, H. R., Oltjen, R. R. and Schanbacher, B. D. 1982. Utilization of the intact male for red meat production(A review). *J. Anim. Sci.* 55.
 7. Spicer, L. J., Alpizar, E. and Echternkamp, S. E. 1993. Effects of insulin, insulin-like growth factor-I, and gonadotropins in bovine granulosa cell proliferation, progesterone production, estradiol production and(or) insulin-like growth factor-I production *in Vitro*. *J. Anim. Sci.* 71: 1231.
 7. Vanderwert, W., Berger, L. L., Mckeith, F. K., Shanks, R. D. and Bechtel, P. J. 1985. Influence of zeranol implants on growth, carcass and palatability traits in bulls and castrates. *J. Anim. Sci.* 61: 537.
 8. Worrell, M. A., Clanton, D. C. and Calkins, C. R. 1987. Effects of dietary lipid supplementation on adipose tissue metabolism in lambs and steers. *J. Anim. Sci.* 47: 686.
 9. 성환후, 우제석, 임석기, 고응규, 백광수, 박진기, 구용범, 이장형. 1997. 한우에 있어서 발정 주기중 혈중 progesterone 및 insulin-like growth factor-I농도의 변화. *한국축산학회지.* 39(3): 237.
 10. 축협조사월보. 1999. 축협중앙회.
 11. 程紹迥. 1982. 中國農醫 針灸學. 中國畜牧獸醫學會: 406-426.
- (접수일자: 2003. 1. 16. / 채택일자: 2003. 2. 7.)