

Zeranol 투여가 홀스타인 거세우의 성장 단계별 건물 및 양분 섭취량에 미치는 영향

김현섭* · 권응기* · 윤상기* · 신종서** · 홍병주**

Effect of Zeranol Injection on Dry Matter and Nutrient Intake Requirements at the Growth Stages of Holstein Steer

H. S. Kim* · U. K. Kweon* · S. K. Yun* · J. S. Shin** and B. J. Hong**

Summary

This research was carried out to investigate the effect of zeranol injection on dry matter(DM) and nutrient intake requirement by growth stage of early castrated bull with 3 treatments(bull, steer, steer+zeranol) with 28 Holstein bull at National Livestock Research Institute. The main results were as follows :

1. DM intake at growing and fattening stage was the highest in steer groups, that the highest in bull groups at finishing stage and overall mean DM intake was 5% lower at steer+zeranol groups compared to bull and steer, respectively.
2. Net energy intake at finishing stage was the highest as 35.49 Mcal at bull groups, while overall mean net energy intake was 101~109% of NRC requirement without significant difference.
3. Concentrate intake to body weight was 1.68~1.82, 1.91~2.08 and 1.81~2.05% at growing, fattening and finishing stage, respectively. Overall mean concentrate intake to body weight at steer groups was 1.94%, which is 1.8 and 1.81% higher compared to bull and steer+zeranol groups, respectively.
4. Feed conversion ratio(DM) during overall period was the worst at steer groups as 9.32/kg, and also net energy conversion ratio was similar to DM conversion ratio.

I. 서 론

Holstein 수소는 증체율과 사료이용성이 좋고 적육 생산량이 많아 비육우로서의 자질은 충분히 갖추고 있지만 육질이 저하되는 단점(Seideman 등, 1983)을 갖고 있다. 그러나 거세를 하게 되면 근내 지방도, 육색, 조직감 및 관능 특성 등이 개선(Anderson

등, 1987; Worrell, 1987)되어지는 반면, 성장율이나 사료 이용성이 저하(Anderson 등, 1987; Martin, 1989)되기 때문에 증체량을 향상시키기 위해 비육촉진제 투여(Schwarz 등, 1993; McLaughlin 등, 1994)가 필요하다.

현재 국내 비육농가에서 이용되고 있는 비육촉진제는 여러 종류가 있지만 성분 함량, 이용 범위 및

* 축산기술연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

** 강원대학교 낙농학과(Department of Dairy Science, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea)

투여방법 등이 다양하고 비육촉진제의 효능에 대한 연구도 부분적으로만 실시되었다. Zeranol은 mycotoxin zeralenone으로 부터 유래된 estrogenic 복합체로서 옥수수, 클로버 및 알팔파등의 뿌리나 줄기의 Giberella zeae로부터 분리한 resorcylic acid lactone이라는 합성체(Meyer and Rapp, 1985)로서 1969년 미국 FDA의 승인인래 소와 양의 피하이식용으로 동물 산업에 단백질 동화작용을 하는 비육촉진제로써 널리 이용되고 있지만, 아직 국내에서는 젓소수소에 Zeranol 투여시 적정 사양관리 기준이 명확하게 제시되어 있지 않고 있다.

따라서 본 연구는 Holstein 수소를 조기에 외과적 거세 후 내인성 성장 호르몬의 합성과 분비를 자극하여 성장을 증가시키는 Zeranol 투여시 사육 단계별 건물 및 영양분 섭취량 변화를 구명하여 Zeranol 투여시 적정 사료급여기준을 제시코저 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험장소 및 기간

사양 시험은 '95. 1월부터 '96년 9월까지 약 20개월 동안 축산기술연구소 개방식 유우사에서 군사를 하였다.

2. 공시동물

'94년 11월 경기도 일원 구입축과 축산기술연구소 자체 생산축 Holstein 수송아지 24두를 이용하였다.

3. 시험설계

비거세, 거세, 거세 후 체중 80kg경에 Zeranol을 투여한 3처리로 하였고, 각 처리당 8두씩 완전임의 배치법으로 하였다.

4. 거 세

Holstein 수송아지를 구입 후 1개월정도 적응시킨 다음 생후 50~60일령(체중 60~70kg경)에 외과적 거세를 실시하였다.

5. 비육촉진제 처리방법

본 시험에서 사용된 Zeranol은 거세 후 체중 80kg 경부터 출하 3개월전까지 90일 간격으로 36mg/회를 이근부에 피하이식 하였다.

6. 사료 급여기준

월 2회 체중 및 일당증체량을 측정하여 육성기 및 비육전기때 각각 일일 증체목표량인 0.9 및 1.3 kg가 충족될 수 있도록 정미에너지 요구량(NRC of Beef cattle, 1984)을 기준으로 각 생육단계별 영양성

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

Items	Concentrates ¹⁾			Rice straw		
	Growing	Fattening	Finishing	Growing	Fattening	Finishing
Chemical composition ²⁾						
Moisture, %	15.25	14.1	14.4	12.91	17.81	12.55
Crude protein, %	14.59	12.62	10.87	4.25	4.78	4.67
Crude fat, %	3.01	3.57	4.53	1.72	1.36	1.96
Crude fiber, %	8.81	7.13	7.07	27.08	25.88	29.94
Crude ash, %	4.59	4.51	4.31	11.71	11.13	11.01
Calcium, %	0.81	0.86	0.83	0.37	0.37	0.35
Phosphorous, %	0.52	0.49	0.44	0.14	0.17	0.13
NE _m , Mcal/kg	1.66	1.71	1.75	0.66	0.63	0.68
NE _g , Mcal/kg	1.05	1.09	1.13	0.13	0.10	0.15
NE _{m+g} , Mcal/kg	2.71	2.80	2.88	0.79	0.73	0.83

¹⁾ Concentrates for the beef cattle at growing stage(less than 300kg of body wdight), fattening stage(300~450kg) and finishing stage(more than 450kg).

²⁾ Calculated from NRC of Beef Cattle(1984).

분이 다른 농후사료(표 1)를 축산기술연구소 자체 사료공장에서 배합하여 이용하였다. 이때 사용한 농후사료의 급여량은 육성기인 생후 3~6개월까지는 총건물요구량의 60%, 7~12개월령까지는 70%, 비육전기인 13~17개월까지는 80%로 급여하였으며, 비육후기인 18개월 이후에는 자유채식 시켰다. 조사료인 벼짚과 무기물 첨가제 및 요결석 방지제도 전기간 자유채식 시켰다.

7. 사료 섭취량과 일반성분 분석

사료 섭취량은 매일 아침 사료급여전 그룹별로 전일 급여한 사료량에 잔량을 감하여 조사하였고, 사료의 일반 조성분은 AOAC방법(1990)에 준하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 건물 섭취량

Table 2에는 성장 단계별로 처리별 시험축들의

Table 2. Effect of growth promotant on dry matter intake during various growing stages in Holstein bulls and steers.

(unit : DM, kg)			
Items	Bulls	Steers	Steers+Zeranol
Growing stage			
Concentrate	3.41	3.54	3.35
Rice straw	1.65	1.71	1.61
Subtotal(A)	5.06	5.25	4.97
NRC requirement(B)	5.76	5.96	5.69
A/B × 100	87.90	88.10	87.40
Fattening stage			
Concentrate	8.17	8.50	8.59
Rice straw	1.96	2.06	1.90
Subtotal(A)	10.13	10.56	10.49
NRC requirement(B)	11.00	11.38	11.48
A/B × 100	92.10	92.80	91.40
Finishing stage			
Concentrate	12.09	11.57	10.82
Rice straw	0.79	0.82	0.76
Subtotal(A)	12.88	12.39	11.58
NRC requirement(B)	11.73	11.60	11.76
A/B × 100	109.80	106.80	98.50
Overall period			
Concentrate	6.86	6.87	6.60
Rice straw	1.50	1.56	1.46
Subtotal(A)	8.36	8.43	8.06
NRC requirement(B)	8.56	8.73	8.65
A/B × 100	97.70	96.60	93.20

¹⁾ Growing stage= 3~12 month of age; Fattening stage= 13~17 month of age; Finishing stage= 18~21 month of age.

²⁾ Zeranol : injected at about BW of 80kg after castration.

³⁾ NRC of Beef Cattle, 1984.

평균 건물 섭취량과 NRC 비육우(1984)의 건물 요구량 대비 섭취율이 표시되어 있다.

육성기의 건물섭취량은 Zeranol구가 4.97kg으로서 거세구 및 비거세구의 5.25 및 5.06kg에 비해 적었으며 비육전기 또한 거세구에 비해 건물섭취량이 적었고, 비육후기에서도 비육촉진제를 투여한 Zeranol구가 비거세구나 거세구에 비해 건물섭취량이 적어서 전체 시험기간중 건물 섭취량은 Zeranol 투여구가 다른 처리구들에 비해 적었다. James(1986)는 교잡종 거세비육우를 자유채식과 제한급여를 시키면서 성장호르몬을 투여한 결과 일당중체량은 차이가 없었지만 사료 섭취량은 감소하였다고 보고한 바 있는데 본 연구에서도 Zeranol 투여구들의 사료섭취량이 적었던 이유는 성장호르몬의 영양분 조절 분배효과(Bines 등, 1980) 때문인 것으로 사료된다.

시험기간중 시험축들의 NRC 건물요구량 대비 섭취율을 보면 육성기의 경우 87.4~88.1%로 처리구들간에 차이가 없었지만 Zeranol 투여구들이 다른 처리구보다 더 적게 섭취하였는데 이것은 Zeranol 투여구에서 볏짚의 섭취량이 다른 처리구들에 비해 적었던 것에 기인된 것으로 사료된다.

비육전기에도 NRC 건물요구량 대비 91.4~92.8%를 섭취하여 처리간에 큰 차이가 없었으나 비육후기

에서는 농후사료의 자유채식으로 NRC비육우 요구량의 98.5~109.8%를 섭취하여 비육촉진제 투여구들을 제외하고는 건물 요구량이 충족되었는데 대체로 비육촉진제 투여시 사료 섭취량이 감소하는 경향을 보였다.

시험 전체 기간동안 NRC 비육우 요구량 대비 건물섭취율은 비거세구 및 거세구가 각각 97.7 및 96.6% 그리고 Zeranol구가 93.2%로 Zeranol 투여구의 사료 섭취율이 비거세구 및 거세구의 섭취율보다 5% 정도 낮은 경향을 보였다. 이와같이 시험 전체 기간 동안 NRC 비육우의 요구량을 완전히 충족시키지 못했는데, 이는 3~6개월령 사이의 육성기때 사료 섭취량이 감소했기 때문이다. 따라서 육성기때 볏짚과 같은 저질 조사료 급여조건하에서 농후사료를 제한 급여하는 것은 재고해야 할 사육방법으로 사료된다.

2. 농후사료 섭취율 및 조:농비율

Table 3에는 처리별 생체중 대비 평균 농후사료 섭취율 및 조사료:농후사료의 비율이 각 성장단계별로 표시되어 있다.

육성기동안 각 처리별 생체중 대비 평균 농후사료의 섭취율은 1.68~1.72%의 범위였고, 비육전기동안은 1.91~2.08% 범위로 거세구가 다른 처리구들 보

Table 3. Effects of growth promotant on concentrate intake ratio to body weight, roughage and concentrate ratio during various growing stages in Holstein bulls and steers.

Items	Bulls	Steers	Steers+Zeranol
• Growing stage			
–Concentrate intake to body weight (%)	1.68	1.82	1.72
–Roughage : Concentrate ratio	34.3 : 65.7	34.1 : 65.9	33.4 : 66.6
• Fattening stage			
–Concentrate intake to body weight (%)	1.91	2.08	1.98
–Roughage : Concentrate ratio	19.4 : 80.6	19.6 : 80.4	18.2 : 81.8
• Finishing stage			
–Concentrate intake to body weight (%)	1.92	2.05	1.81
–Roughage : Concentrate ratio	6.0 : 94.0	6.6 : 93.4	6.6 : 93.4
• Overall period			
–Concentrate intake to body weight (%)	1.80	1.94	1.81
–Roughage : Concentrate ratio	18.0 : 82.0	18.5 : 81.5	18.1 : 81.9

다 더 높은 편이었다.

농후사료를 자유채식시킨 비육후기 때는 Zeranol 투여구에서 체중대비 농후사료의 섭취율이 1.81%로 비거세구와 거세구의 1.92%와 2.05%에 비해 낮은 경향이었으며 전체 시험기간 동안에도 거세구가 1.94%로 가장 높았고 비거세구가 1.80%으로 가장 낮았다.

시험축들이 섭취한 조:농 비율은 육성기의 경우 33.4~34.1:65.7~66.6 범위로 Zeranol 투여구에서 농후사료의 섭취비율이 66.6%로 다른 처리구들보다 높았는데 이는 Zeranol 투여구에서 볏짚 섭취량이 다른 처리구들에 비해 상대적으로 감소했기 때문인 것으로 사료된다. 한편, Sharp와 Dyer(1971)의 연구 결과에 의하면 미경산우(평균체중 280kg 전후)에 zeranol을 투여하면서 조사료와 농후사료의 비율을 각각 20:80, 30:70 및 40:60으로 급여한 결과 30:70으로 급여한 것이 육성기 중체가 19% 개선되어 비육촉진제 이용시 적정 조:농 비율은 30:70이라고 제시하였는데 본 연구에서도 육성기때 조:농 비율은 30:70 수준이었다. 비육전기에서 볏짚과 농후사료의 섭취 비율은 18.2~19.6:80.4~81.8로 육성기와 마찬가지로 Zeranol 투여구에서 농후사료 섭취 비율이 다른 처리구들에 비해 높은 경향이었지만 나머지 처리구들간에는 차이가 없었다. 한편 비육후기에서 평균 조사료:농후사료의 섭취비율은 6.0~6.6:93.4~94.0로서 모든 처리구들의 농후사료 섭취비율이 90%이상이었으며, 전체 시험기간중 농후사료의 섭취 비율은 81.5~82.0%의 범위로 큰 차이는 없었지만 Zeranol 투여구에서 조사료에 대한 농후사료 섭취비율이 다른 처리구들에 비해 약간 높은 수준이었다.

3. 에너지 섭취량

Table 4에는 처리별 평균 정미에너지 섭취량이 성장단계별로 표시되어 있다.

시험기간동안 각 처리별 평균 정미에너지 섭취량은 육성기에 10.08~10.65Mcal, 그리고 비육전기에는 24.33~25.27Mcal의 범위로서 처리구간에 큰 차이가 없었으나 완전 자유채식을 시킨 비육후기의 경우 비

Table 4. Effect of growth promotant on net energy intake during various growing stages in Holstein bulls and steers.

(unit: Mcal)

Items	Bulls	Steers	Steers + Zeranol
Growing stage			
Concentrate	9.19	9.57	9.05
Rice straw	1.05	1.08	1.03
Subtotal (A)	10.24	10.65	10.08
NRC Requirement (B)	10.06	10.43	9.90
B/A × 100	101.8	102.1	101.8
Fatteing stage			
Concentrate	22.92	23.79	23.62
Rice straw	1.41	1.48	1.37
Subtotal (A)	24.33	25.27	24.99
NRC Requirement (B)	22.72	23.57	23.46
B/A × 100	107.1	107.2	106.5
Finishing stage			
Concentrate	34.82	33.27	31.17
Rice straw	0.67	0.69	0.64
Subtotal (A)	35.49	33.96	31.81
NRC Requirement (B)	31.38	31.31	31.49
B/A × 100	113.1	108.5	101.0
Overall period			
Concentrate	19.30	19.29	17.89
Rice straw	1.04	1.08	1.01
Subtotal (A)	20.34	20.37	18.90
NRC Requirement (B)	18.53	18.94	18.69
B/A × 100	109.8	107.6	101.1

거세구와 거세구의 정미에너지 섭취량이 각각 35.49 Mcal 및 33.96Mcal로서 zeranol구의 31.81Mcal에 비해 많은 편이었으며, 전체 시험기간동안 섭취한 정미에너지 섭취량도 비거세구나 거세구가 다른 처리구들에 비해 많은 편이었다.

한편 NRC 요구량 대비 정미에너지의 섭취율은 농후사료의 에너지가가 높아서 볏짚 섭취량이 감소하였음에도 불구하고 대부분의 처리구들이 NRC 비육

우의 정미에너지 요구량에 100% 이상 충족되어 시험축들의 에너지 부족 현상은 없었을 것으로 사료된다.

4. 사료 및 정미에너지 이용효율

Table 5에는 처리별 평균 사료 및 정미에너지 이용효율이 성장단계별로 표시되어 있다.

육성기동안 사료 건물이용 효율은 Zeranol 투여구가 5.92kg으로 거세구의 7.00kg 보다 양호하였으며, 비거세구는 6.03kg으로 비육촉진제 투여구보다는 낮았지만 거세구보다는 좋은 편이었다. 이처럼 rbST와 zeranol 투여시 사료건물이용 효율이 개선되는 것은 영양소 흡수의 개선과 도체특성의 변화에 기인된 것으로 사료된다(McShane, 1989).

또한 Galbraith 등(1978)은 Friesian종 수소와 거세우에 충분한 에너지와 건물을 공급했을 때 사료이용 효율은 수소와 거세우가 각각 6.8kg과 8.2kg으로 수소에서 유의하게 개선되었다고 하였다. Bailey 등(1966)도 Hereford종(평균체중 106kg)의 수소와 외과적으로 거세를 한 거세우의 사료이용 효율을 비교한 결과 이유 후 약 400kg까지는 비거세우가 거세우보다 사료이용 효율이 좋았다고 보고하였다. 그러나,

Neathery 등(1991)은 Holstein 수송아지에 bST를 투여시 사료이용 효율은 무투여구와 차이가 없었다고 하였는데 이는 조기이유(45일령)후 반추위가 발달되지 못한 상태에서 bST를 주입한 결과에 기인된 것이라고 하였다.

비육전기에서도 Zeranol구가 사료섭취량 감소와 증체량 향상때문에 사료건물이용 효율이 9.23kg으로 다른 처리구들 보다 양호하였으며, 비육후기에는 비거세구가 10.20kg으로 거세구나 Zeranol 투여구의 12.52kg 및 11.24kg에 비해 양호하였다. 전체 시험기간 동안은 거세구가 농후사료와 볏짚의 섭취량은 증가하였지만 증체가 지연된 관계로 사료이용 효율이 9.32kg으로 가장 불량한 반면에 Zeranol구가 건물섭취량 감소와 증체량 향상때문에 8.33kg으로 가장 양호하였다.

육성기동안 정미에너지이용 효율은 거세구가 14.18Mcal로 다른 처리구들에 비해 불량하였으며 다른 처리구들 간에는 큰 차이가 없었다. 그리고 비육 전기에는 Zeranol구가 농후사료의 섭취량 감소와 일당증체량의 현저한 개선때문에 22.01Mcal로 가장 좋았지만 처리구들간에는 유의적 차이가 없었다.

한편 비육후기에는 거세구의 정미에너지 이용효

Table 5. Effects of growth promotant on feed and net energy conversion ratio by various growing stage in Holstein bulls and steers.

Items	Bulls	Steers	Steers + Zeranol
• Growing stage			
–Feed conversion ratio (DM, kg)	6.03	7.00	5.92
–NE conversion ratio (DM, Mcal)	12.20	14.18	12.06
• Fattening stage			
–Feed conversion ratio (DM, kg)	9.41	9.41	9.23
–NE conversion ratio (DM, Mcal)	22.59	22.52	22.01
• Finishing stage			
–Feed conversion ratio (DM, kg)	10.20	12.52	11.24
–NE conversion ratio (DM, Mcal)	28.13	34.30	30.12
• Overall period			
–Feed conversion ratio (DM, kg)	8.29	9.32	8.33
–NE conversion ratio (DM, Mcal)	20.15	22.50	19.53

율이 34.30Mcal로 가장 나빴던 반면에 비거세우구에서 양호한 편이었다.

또한, 전체 시험기간중 정미에너지이용 효율도 거세구가 22.50Mcal로 가장 나빴던 반면에 Zeranol구가 19.53Mcal로 가장 좋았다. 이와같은 결과는 Schwarz 등(1993)이 German Simmental종 미경산우의 평균체중 286kg에서 520kg까지 옥수수 사일레지를 자유채식시키고 농후사료를 대사에너지 요구량에 따라 급여하면서 비육촉진제를 투여한 결과 사료 및 에너지 섭취량은 차이가 없었지만 kg 증체당 에너지 이용 효율은 개선되었다는 연구결과와 비슷한 경향이었다.

이상의 결과를 요약하면 거세한 젖소수소에 성장호르몬을 투여하여 육량과 육질을 동시에 개선하고자 벗짚위주로 사육할 때 적정 사료급여량은 육성기 때는 벗짚위주로 사육하면 영양분 섭취량은 충족될 수 있으나 건물섭취량이 NRC 요구량 보다 약 10% 이상 부족하여 만족감이 모자라는 결점이 있기 때문에 적정조사료:농후사료의 비율을 유지하면서 건물섭취량을 충족시키기 위해서는 벗짚만 급여하면 다소 문제점이 있기 때문에 양질의 조사료를 반추위 발달을 위해 보충 급여하는 것이 건물 및 영양소 섭취를 동시에 충족시킬 수 있는 수소 육성기의 바람직한 사육방법인 것으로 사료된다.

IV. 요 약

본 연구는 Holstein 수소를 조기에 외과적 거세후 천연 대사물질로 알려진 Zeranol 투여시 성장단계별 정미에너지 요구량에 따른 건물 및 영양분 섭취량 변화를 구명하기 위하여 축산기술연구소 유우사에서 28두의 Holstein 수소를 공시하여 수행한 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 건물 섭취량은 육성기와 비육전기에는 거세구가, 비육후기에는 비거세구가 많았으며 전체 시험기간 동안에는 Zeranol 투여구들이 비거세구와 거세구에 비하여 약 5% 정도 건물 섭취량이 작았다.

2. 정미에너지 섭취량은 비육후기 비거세구가 35.49 Mcal로 다른 처리구보다 더 많았지만 전 시험

기간 평균 정미에너지량은 NRC 요구량의 101~109%로 처리간에 차이가 없었다.

3. 체중대비 농후사료 섭취비율은 육성기와 비육 전기에는 각각 1.68~1.82%와 1.91~2.08% 범위였고, 농후사료를 자유채식시킨 비육후기에는 1.81~2.05%였으며, 전체 시험기간 동안에는 거세구가 1.94%로 비거세구와 Zeranol구의 1.8 및 1.81% 보다 더 많이 섭취하였다.

4. 사료건물 이용효율은 거세구가 전체 시험기간 동안 9.32kg으로 가장 불량하였으며, 정미에너지 이용효율 역시 사료건물 이용효율과 비슷한 경향이었다.

V. 인 용 문 헌

1. Anderson, J.M.L., and G.M. Webster. 1987. The Effect of castration and ewe proximity on the behaviour, growth, carcass composition and meat quality of male lambs reared outdoors. Proceedings of the British Society of animal Science. 62:660(Abstr).
2. AOAC. 1990. Official Method of Analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
3. Bailey, C.M., C.L. Probert, and V.R. Bohman. 1966. Growth rate, Feed utilization and body composition of young bulls and steers. J. Anim. Sci. 25:132.
4. Bines, J.A., I.C. Hart, and S.V. Morant. 1980. Endocrine control of energy metabolism in the cow: the effect on milk yield and levels of some blood constituents of injecting growth hormone and growth hormone fragments. Br. J. Nutr. 43:179.
5. Galbraith, H., D.G. Dempster, and the late T.B. Miller. 1978. A Note on the effect of castration on the growth performance and concentrations of some blood metabolites and hormones in British Friesian male cattle. Anim. Prod. 26:339.

6. James, P., Peters. 1986. Consequence of accelerated gain and growth hormone administration for lipid metabolism in growing beef steers. *J. Nutr.* 116:2490.
7. Martin Spencer, E. 1989c. Endocrinology of bone formation. *Animal Growth Regulation*. Plenum Press. New York.
8. McLaughlin, C.L., H.B. Hedrick, J.J. Veenhuizen, R.L. Hintz, L. Munyakazi, T.R. Kasser, and C.A. Baile. 1994. Performance, Clinical chemistry, and carcass responses of finishing lambs to formulated sometribove(Methionyl Bovine Somatotropin). *J. Anim. Sci.* 72:2544.
9. McShane, T.M., K.K. Schillo, J.A. Boling, N.W. Bradley, and J.B. Hall. 1989. Effects of recombinant dna-derived somatotropin and dietary energy intake on development of beef heifers: I. Growth and puberty. *J. Anim. Sci.* 67:2230.
10. Meyer, H. H. D., and M. Rapp. 1985. Estrogen receptor in bovine skeletal muscle. *J. Anim. Sci.* 60:294.
11. Neathery, M.W., C.T. Crowe, G.F. Hartnell, J.J. Veenhuizen, J.O. Reagan, and D.M. Blackmon. 1991. Effect of sometribove on performance, carcass composition, and chemical blood characteristics of dairy calves. *J. Dairy. Sci.* 74:3933.
12. Nutrient Requirements of Domestic Animals. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 6th rev Ed. National Academy of Science. Washington, D.C.
13. Schwarz, F.J., D. Schams, R. Ropke, M. Kirchgessner, J. Kogel, and P. Matzke. 1993. Effects of somatotropin treatment on growth performance, carcass, traits, and the endocrine system in finishing beef heifers. *J. Anim. Sci.* 71:2721.
14. Seideman, S.C., H.R. Cross, R.R. Oltjen, and B.D. Schonbacher. 1982. Utilization of the intact male for red meat production. A review. *J. Anim. Sci.* 55:826.
15. Sharp, G.D., and I.A. Dyer. 1971. Effect of zearalanol on the performance and carcass composition of growing-finishing ruminants. Washington State University, Pullman. *J. Anim. Sci.* 33:4
16. Worrell, M.A., D.C. Clanton, and C.R. Calkins. 1987. Effect of weight at castration on steer performance in the feedlot. *J. Anim. Sci.* 64:343.