

단백질 균형시험에 의한 한우 거세우의 유지 조단백질 요구량

김경훈* · 오영균* · 이상철** · 신기준* · 강수원* · 문여황*** · 송만강****

농촌진흥청 축산연구소*, 농림부**, 진주산업대학교 동물생명과학과***, 충북대학교 축산학과****

Crude Protein Requirements for Maintenance of Hanwoo Steers by Protein Balance Trial

K. H. Kim*, Y. G. Oh*, S. C. Lee**, K. J. Shin*, S. W. Kang*, Y. H. Moon***
and M. K. Song****

National Livestock Research Institute, RDA*, Ministry of Agriculture and Forestry**,
Jinju National University***, Chungbuk National University****

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine crude protein requirements for maintenance (CPm) of growing Hanwoo steers. Eighteen Hanwoo steers (173.7 kg) were allocated randomly to diets with three levels of crude protein in the concentrate by replacing ground corn with corn gluten meal: 0% (LCP), 7.2% (MCP) and 14.2% (HCP), respectively. Hanwoo steers in each treatment were fed diets containing rice straw (20%) and concentrates (80%). CP intake was 5.5, 7.8 and 10.7 g/BW^{0.75} for LCP, MCP and HCP, respectively. Protein balance was -0.05, 2.36 and 4.07 g/BW^{0.75} for LCP, MCP and HCP, respectively. Intercept of the regression equation between CP intake and retained CP indicated that CPm was 5.56 g/BW^{0.75}. The estimate of CPm adopted by Korean Feeding Standard (2002) was almost 20% higher than that adopted by Japanese Feeding Standard for Beef Cattle (2000); this would need to be verified with more feeding trial data set including protein requirements for growth.

(Key words : Crude protein requirements, Hanwoo steers, Maintenance, Protein balance, Standard feeding)

I. 서 론

에너지 및 단백질 요구량을 구하기 위해서는 먼저 유지(maintenance)에 필요한 요구량 실험을 수행하여야 한다. 즉, 가축이 섭취한 영양소는 생산활동과 기본적인 생명현상의 유지를 위해 사용된다. 체중의 증감 없이 생명현상만을 유지하기 위해 사용되는 영양소를 유지요구량이라 하고, 그 이상의 영양소 공급에 의해 생산성이 좌우되기 때문에 가축에게 공급되는 영양소를 적절히 조절하기 위해서는 유지요구량을 알아야 한다(Kim 등, 2004).

유지 단백질 요구량을 결정하는 실험법은 요인법(factorial method), 질소균형법(nitrogen balance)과 사양실험법이 있다. NRC(1984)와 일본 육우 사양표준(農林水産技術會議事務局, 2000)에서는 요인법으로 유지 단백질 요구량을 제시하고 있다. 즉, 대사성 분질소(metabolic fecal nitrogen), 내인성 뇨질소(endogenous urinary nitrogen), scurf nitrogen 손실량을 더하여 유지 단백질 요구량을 나타내지만, 측정치가 비교적 높게 나타난다는 결점을 가지고 있다. INRA(1988)는 질소균형법에 기초해서 3.25 g MP/SBW^{0.75}을 이용하고 있지만, NRC 육우편(2000)은 질소균형보

Corresponding author : K. H. Kim, National Livestock Research Institute, R. D. A. Suwon 441-350, Korea
Tel : 031-290-1656, E-mail : kh665@rda.go.kr

다는 동물의 성장에 기초한 사양실험(Wilkerson 등, 1993)에서 얻은 유지 대사단백질 3.8 g MP/BW^{0.75}을 이용하고 있다. 그러나 질소균형법에 의한 Susmel 등(1993)의 실험에서도 3.8 g MP/BW^{0.75}을 보여주고 있고, 조단백질(CP) 요구량으로는 5.83 g/BW^{0.75}이었다.

국내에서의 한우 실험결과는 아주 적다. 탁 등(1983)은 300~400 kg의 공시축에게 유지 수준의 사료를 급여한 대사시험과 그 후 실시한 절식대사 시험에서 한우 성빈우의 유지 CP 요구량은 4.85 g/BW^{0.75}이었고, 정 등(1992)은 한우 육성빈우를 공시하여 150 kg에서 350 kg까지 50 kg 간격으로 4회의 질소균형 실험으로 유지 CP 요구량 6.1 g/BW^{0.75}을 보고하였다. 한우 경산우를 공시한 강 등(1992^{ab})의 사양실험에서는 비유시와 임신시의 유지 CP 요구량은 각각 7.43 g/BW^{0.75}과 6.44 g/BW^{0.75}이었다. 한우 비거세우의 유지 CP 요구량은 이(1991)의 실험결과에서 4.6 g/BW^{0.75}으로 보고되었고, 한국표준가축 사료급여기준(농촌진흥청, 1992)에서 한우 성별에 관계없이 동일하게 적용되었다. 이와 같이 성별의 차이는 물론 암소 실험결과에서도 큰 차이를 보여주고 있고, 고급육 생산을 위한 필요조건인 한우 거세우의 유지 단백질 요구량에 관한 실험은 보고된 바 없었다. 한우 사양표준(농림부, 2002)에서는 한우 거세우의 유지

에너지 요구량은 김 등(2004)의 연구에서 얻어진 113.6 kg/BW^{0.75}을 채택하고 있고, 유지 단백질 요구량은 본 실험의 결과를 채택하고 있기 때문에 본 논문에서는 실험결과의 보고와 함께 한우 사양표준(농림부, 2002)의 개정작업에서 고려해야 할 내용에 대해 고찰하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험동물

평균체중 173.7 ± 26.3 kg의 한우 거세우 18두를 공시하여 3수준의 단백질을 급여하였다. 대사실험장치 6기를 이용하여 각 단백질 수준별 2두씩 총 6두의 실험을 3회 실시하였다. 대사실험장치의 개체별 면적은 127cm × 250 cm 이었다. 급여사료의 조단백질(CP) 수준을 조절하기 위하여 분쇄옥수수를 corn gluten meal(CGM)로 0%(저단백질: LCP), 7.2%(중단백질: MCP)와 14.2%(고단백질: HCP) 대체하였고, 각 배합사료의 CP 함량은 건물(DM)당 9.8, 14.0과 18.9%이었다. 급여 볏짚의 평균 CP 함량은 6.0%이었다(Table 1).

배합사료와 볏짚의 급여비율은 DM 기준으로 80:20으로 동일 적용하였으며, 전량섭취 가능한 평균 체중의 2.0%를 오전 9시와 오후 5시에 2

Table 1. Ingredient composition and crude protein contents of the experimental concentrate¹⁾

Dietary protein content	Low protein (LCP)	Medium protein (MCP)	High protein (HCP)
Ingredient (% as fed basis)			
Ground corn grain	72.7	65.5	58.5
Corn gluten meal	—	7.2	14.2
Beet pulp	25.1	25.1	25.1
Limestone	1.6	1.6	1.6
Salt	0.4	0.4	0.4
Vitamin mix ²⁾	0.2	0.2	0.2
Crude protein (% DM)	9.8	14.0	18.9

¹⁾ Values represents as fed basis.

²⁾ Contained following nutrients per kg : Vitamin A, 2,650,000 IU; Vitamin D₃, 530,000 IU; Vitamin E, 1,050 IU; Niacin, 10,000 mg; Mn, 4,400 mg; Zn, 4,400 mg; Fe, 13,200 mg; Cu, 2,200 mg; I, 440 mg; Co, 440 mg; B.H.T, 10,000 mg.

회로 균등분할 급여하였고 물과 칼슘, 인 공급용 린칼블록은 자유 섭취케 하였다. 사료적용은 2주간 실시하였고, 그 이후 본 실험 7일 동안 시료를 채취하였다. 공시사료는 각 실험기간 21일 중 2회 수집하였고, 분·뇨는 본 실험 7일간 전량을 채취하였으며, 뇨는 4N의 황산 300 ml를 매일 아침 뇨 채집용기에 넣어 암모니아태질소의 휘발을 방지하였다. 분은 1일 총 배설량을 정량한 후 혼합기에서 15~20분간 교반하여 1/10량을 채취, -15°C 냉동실에 보관하였는데 이러한 과정을 본 실험 7일간 반복하면서 최종적으로 채취된 7일간의 분을 해동시킨 후 혼합 교반하여 1/10량을 채취하고, 60°C 송풍건조기에서 48시간 건조시켜 분석하였다. 뇨는 1일 배설량의 1/10을 채취하여 냉동실에 보관하였으며, 분석 전에 뇨 시료를 혼합한 후 그 중 일정 비율을 채취하였다. 분 질소 함량은 생분 상태로 분석하였으며, 사료와 분·뇨의 일반조성분은 AOAC (1990)법에 의해 분석하였다.

유지 조단백질 요구량은 수준별 대사체중당 CP 섭취량과 CP 균형의 관계식을 구하고, CP 균형이 0이 되는 X축 절편을 계산하여 구하였다. 각 실험별 단백질 급여수준의 통계분석은 DM 및 CP 소화율에 대해서만 GLM procedure (SAS, 1996)에 의한 유의성 검정을 수행하였고, 단백질 섭취 및 손실량은 평균 \pm SD만을 표기

하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 영양소 섭취량 및 소화율

Susmel 등(1991)의 실험에서는 옥수수의 약 10%를 CGM으로 대체하였을 때, 각 원료사료의 대사단백질 함량(3.29 Mcal vs. 3.20 Mcal/kg)에서 큰 차이가 없었고, 조사료를 포함한 전체 섭취사료의 대사에너지 함량에서도 차이가 없었다. 본 실험도 단백질 수준별 사료 에너지 함량은 큰 차이가 없도록 하기 위해 CGM을 사용하였고, 반추위 미분해 단백질(UDP) 함량이 높은 사료적 특성을 갖고 있다. 공시된 한우 거세우의 체중은 LCP 구에서 133~206 kg, MCP 구는 138~202 kg, HCP 구는 125~206 kg 범위의 차이가 있었지만 체중의 2.0% 기준으로 급여된 사료는 모든 개체가 전량 섭취하였고, 처리간 DM 섭취량의 차이는 없었다(Table 2). 그러나 단백질섭취량은 처리 간에 1일 약 100 g씩의 차이를 보였고, DM 섭취량에 대한 CP 섭취량의 비율은 약 3%씩 높아졌다. 단백질 섭취량이 높아지면서 DM 소화율도 LCP 구와 비교하여, MCP, HCP 구에서 각각 14%, 20%의 유의성($p<0.05$) 있는 증가를 보였고, LCP 구와 비교하여 MCP 및 HCP 구의 CP 소화율은 각각

Table 2. Effect of crude protein intake levels on nutrients intake and digestibility of Hanwoo steers

Dietary protein content	Low protein (LCP)	Medium protein (MCP)	High protein (HCP)
Body weight (kg)	173.4 \pm 25.0	173.9 \pm 27.3	173.7 \pm 26.5
Total DM intake (kg/d)	3.5 \pm 0.6	3.5 \pm 0.6	3.5 \pm 0.6
(g/kg ^{0.75})	72.9 \pm 5.6	72.3 \pm 5.6	72.7 \pm 4.9
Rice straw (g/kg ^{0.75})	15.0 \pm 1.2	14.7 \pm 1.5	15.0 \pm 0.9
Concentrate (g/kg ^{0.75})	57.8 \pm 4.4	57.7 \pm 4.2	57.7 \pm 4.0
CP intake (g/d)	274.2 \pm 43.3	373.8 \pm 62.1	494.6 \pm 85.5
(% DMI)	7.9 \pm 0.0	10.8 \pm 0.0	14.2 \pm 0.1
DM digestibility (%)	57.1 \pm 4.5 ^b	65.3 \pm 2.3 ^a	68.3 \pm 1.9 ^a
CP digestibility (%)	34.8 \pm 2.9 ^c	51.5 \pm 1.8 ^b	62.5 \pm 2.7 ^a

^{a,b} Means \pm SD with different superscripts in the same row differ significantly ($p<0.05$).

50%, 80% 유의성($p < 0.05$) 있게 증가하였고, MCP와 HCP 간에도 유의성($p < 0.05$) 있는 차이를 보였다.

Low crude protein 구는 에너지와 단백질의 주요 공급원이 옥수수과 비트펄프이었고, 옥수수 단백질의 약 66%가 UDP이기 때문에 반추위 분해단백질(RDP) 함량이 부족했을 것이다(Sindt 등, 1993). 또한 전체 섭취사료 중의 CP 함량은 약 8%로 평균 체중 170 kg의 공시축에게는 단백질 균형(Table 3)이 섭취단백질의 1% 수준에서 음(-)의 균형을 보여주는 것으로 보아 유지수준에 가까운 공급수준으로 평가된다. LCP 구의 CP 섭취량 수준과 35%의 낮은 전장 소화율은 질소균형법에 의한 유지 단백질 요구량 결정에 영향을 주는 것은 아닌지, 단백질 대사와 관련해서 좀 더 주의 깊은 고찰이 요구된다. DM 및 CP의 전장소화율은 반추위 내 분해 및 하부 소화관에서의 소화율이 종합적으로 반영되기 때문에 단백질과 에너지의 수준, 그리고 각 사료의 분해속도 차이에 의해서 영향을 받는다. Hannah 등(1991)은 저질조사료 단독 급여구의 질소 섭취량은 10.3 g 이었지만, 제 4위를 지나 십이지장으로 유입되는 질소량은 43.9 g 이었고, 그 결과, 전장소화율은 -41.5%로 나타났다. 저질조사료에 대두박 7%를 1.8 kg 보충급여하였을 때는 43.4 g의 질소 섭취, 십이지장 유입 질소 70.6 g, 전장소화율 37.5%의 결과를 보여주었다. 즉 저질조사료 단독 급여구와 단백질 보충구에서 반추위 외관상 질소 소화율 -326%와 -59%가 각각 반영된 결과이며, Krysl 등(1989)에서도 보여진다. 동일 량의 질소 섭취량 조건이라면 대두박과 동일 량의 CGM을 보충 급여하는 경우, 십이지장 유입 질

소는 섭취질소량을 더욱 더 상회하게 되고, 전장소화율은 더 낮게 측정될 수 있다는 것은 Stern 등(1985)이 대두박 보충급여구와 UDP 함량을 높이기 위해 열처리 대두박의 보충급여구를 비교한 시험결과에서 유추할 수 있다. 이들 문헌들을 볼 때, 본 실험의 LCP 구에서 낮은 단백질 섭취량과 높은 미분해단백질 양이 질소 재순환 이용량을 높여주었기 때문에 외관상 전장 단백질 소화율이 낮았던 것으로 판단되며, 따라서 전장 단백질소화율 52%, 63%를 보여준 MCP 구와 HCP 구에서의 십이지장 유입 질소량은 섭취질소량 수준과 비슷하거나 조금 적은 수준일 가능성을 보여준다. Prairie hay를 단독 급여하면서 대두박을 체중의 0.12, 0.24% 보충급여한 Stokes 등(1988)의 실험에서도 단백질 전장소화율 36, 63, 71%와 외관상 반추위소화율 -37, 11, 21%를 보고하였다. 이와 같은 이유로 본 실험 LCP 구의 CP 외관상 소화율이 낮게 나타난 것으로 판단되고, 단백질 섭취수준과 단백질 균형 간의 상관(Fig. 1)이 높게($R^2 = 0.9765$) 나타난 점으로 보면 단백질균형 실험과 유지 단백질 요구량 산출에 큰 영향을 주는 요인은 아니라고 생각된다.

2. 단백질 균형과 유지 단백질 요구량

6두의 착유우를 공시한 Castillo 등(2001)의 실험에서는 섭취사료의 약 15%와 18%의 CP를 섭취하는 양(+)의 CP 균형 조건에서는 단백질 섭취량 증가가 분 배설량에 영향을 미치지 않았지만, 뇨에 의한 CP 손실은 큰 차이를 보였다. 본 실험에서도 분 CP 손실량은 차이가 없으나 뇨 CP 손실량은 증가하였다(Table 3).

Table 3. Effect of crude protein intake levels on crude protein balance of Hanwoo steers

Dietary protein content	Low protein (LCP)	Medium protein (MCP)	High protein (HCP)
CP intake (g/d/kg ^{0.75})	5.73 ± 0.40	7.80 ± 0.54	10.31 ± 0.65
CP losses (g/d/kg ^{0.75})			
Feces	3.75 ± 0.08	3.79 ± 0.33	3.88 ± 0.42
Urine	2.03 ± 0.75	1.65 ± 0.58	2.36 ± 0.41
CP retention (g/d/kg ^{0.75})	-0.05 ± 0.52	2.36 ± 0.74	4.07 ± 0.36

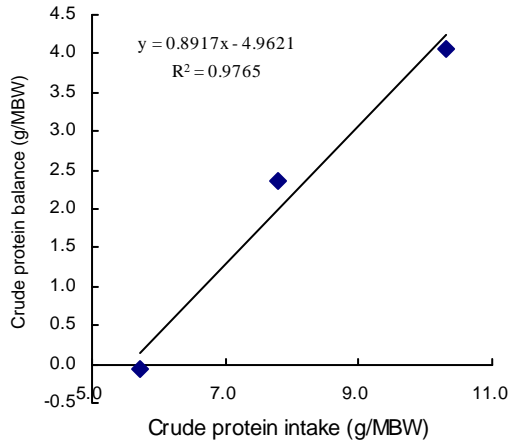


Fig. 1. Crude protein requirements estimation for Hanwoo steers. by regression between intake and deposited crude protein.

단백질 수준별 대사체중당 CP 섭취량과 CP 균형의 관계는 Fig. 1과 같고 CP 균형이 0이 되는 X축 절편인 유지 단백질 요구량은 $5.56 \text{ g/BW}^{0.75}$ 으로 나타났다. 유지를 위한 한우 수소의 CP 요구량을 구한 이(1991)의 실험결과 $4.6 \text{ g/BW}^{0.75}$ 보다는 높았고, 한우 육성빈우의 유지 CP 요구량 $6.1 \text{ g/BW}^{0.75}$ (정 등, 1992)과 한우 경산우의 비유시와 임신시 유지 CP 요구량 $7.43 \text{ g/BW}^{0.75}$ 과 $6.44 \text{ g/BW}^{0.75}$ (강 등, 1992^{ab}) 보다는 낮은 수준이었다. NRC 육우편(2000)에서는 11개의 사양실험에서 총 543두의 시험축의 결과로부터 방정식을 유도한 Wilkerson 등(1993)의 결과와 3두의 공시축을 이용해서 4 수준의 단백질 급여에 따른 질소균형 실험을 4회 연속 수행한 Susmel 등(1993)이 제시한 유지 대사단백질 $3.8 \text{ g MP/BW}^{0.75}$ 을 이용하고 있다. Susmel 등(1993)의 실험은 본 실험과는 달리 RDP 함량이 높은 대두박으로 건초를 대체하는 방법으로 수행하였지만 본 실험의 결과보다 약 0.3 g 높은 $5.83 \text{ g CP/BW}^{0.75}$ 의 요구량을 보여주고 있다. 우리나라의 실험결과 만을 비교하면 $4.6 \text{ g} \sim 7.4 \text{ g/BW}^{0.75}$ 의 넓은 범위이고, 비거세 수소 < 거세 수소 < 암소의 순을 보여주고 있으며, 육성빈우 보다는 성빈우가, 그리고 임신기보다는 비유기가 더 높은 유지 단백질을 요구하는 것으로 나

타났다.

일본 육우 사양표준(農林水産技術會議事務局, 2000)에서는 암소, 거세우, 수소에 동일한 유지 단백질 요구량을 적용하고 있다는 점, 그리고 본 실험의 결과가 NRC 육우편(2000)과 가장 유사하였다는 결과에 기초해서 한우 사양표준(농림부, 2002)은 본 실험의 결과인 $5.56 \text{ g CP/BW}^{0.75}$ 의 유지 요구량을 거세우는 물론 비거세우와 암소에게 동일 적용하여 단백질 요구량을 제시하고 있다.

단백질 요구량을 결정하기 위한 실험의 수행과 결과 해석에는 몇 가지 어려움이 있다(NRC, 2000). 가장 큰 어려움은 단백질 수준을 높이기 위해 단백질사료의 양이 증가함에 따라 에너지도 증가하기 때문에 증체 결과가 대사단백질과 증체에너지 어느 쪽에 의한 것인지 해석하기 쉽지 않다는 것이다. 또한 대사단백질의 효과도 RDP 혹은 UDP 어느 쪽인지 구분하기 쉽지 않다. 두 번째로는 0 kg 에서 약 1.4 kg 이상까지 증체량이 얻어진 실험결과(Ainslie 등, 1993; Wilkerson 등, 1993)라도 단백질 요구량 관련 시험에는 일반적으로 $100 \sim 250 \text{ kg}$ 미만의 공시축이 이용될 수밖에 없다는 것이다. 체중이 증가하면서 대사단백질 결핍에 대한 가축의 반응이 작기 때문이며, 그 이유로 본 실험도 평균 170 kg 범위의 한우 거세우를 공시하였다.

일본 육우 사양표준(農林水産技術會議事務局, 2000)에서 사용한 요인법(factorial method)은 반추가축의 대사성 분질소(metabolic fecal nitrogen; MFN)와 내인성 뇨질소(endogenous urinary nitrogen; EUN)를 구하는 어려움이 있고(Ørskov, 1982), MFN, EUN, scurf nitrogen 손실량을 더하여 구한 유지 단백질 요구량은 비교적 높게 나타난다는 결점을 가지고 있다. 단위동물의 경우, 무질소(N-free) 사료를 섭취하여 분의 MFN은 적은 양으로 측정된다. 그러나 반추가축의 경우는 무질소 사료를 급여하는 실험을 하기 어려운 두 가지 이유가 있다. 첫째, 반추가축은 반추위 미생물이 있어서 무질소 사료를 급여하면 서서히 사료 섭취량이 감소한다. 또 다른 하나는 무질소 사료를 섭취하면 반추가축은 단위가 축과 달리 N의 기초 대사를 측정할 수 없는

문제점, 즉, EUN의 약 2배가 되는 많은 양의 MFN을 배설한다. 그 이유는 사료중의 탄수화물의 반추위내 이용성이 낮아지고 결국은 대장에 유입되는 탄수화물이 증가함에 따라 대장 미생물의 보다 많은 증식, 분 중 내용물 증가, 그리고 소화효소가 재흡수 되는 효율이 낮아지기 때문이다. 또한 무질소 사료를 섭취하면 반추가축의 특징인 N의 재순환과 이용에 따라 분 중 N은 감소하고 분 중 N은 증가한다. 이와 같이 대사과정이 영향을 받아 MFN과 EUN을 명확히 구분하기 어렵게 된다.

NRC에서 비육우의 단백질 요구량을 CP로 제시한 것은 제6판(1984)이 마지막이었다. CP 체계는 모든 사료가 반추위에서 분해되는 양이 동일하고, CP의 대사단백질 전환율이 동일하다고 가정하는 커다란 단점이 있기 때문이다. 그 보다는 대사단백질 체계가 반추위 미생물단백질(Microbial crude protein; MCP)과 UDP에 대한 보다 유용한 정보를 제공한다는 장점이 있다. 그러나 사료의 대사단백질 함량에 대한 국내 자료가 부족하여 한우 사양표준(농림부, 2002)에서는 CP 요구량의 사용을 권장하고 있지만, 대사단백질 요구량도 함께 제시하고 있다.

3. 한우 사양표준(2002)의 유지 단백질 요구량

일본 육우 사양표준(農林水産技術會議事務局, 2000)에서는 요인법에 기초한 유지 정미단백질 요구량을 제시하고 있다. 따라서 본 실험의 한우 거세우 결과(한우 사양표준, 2002)와 일본 육우 사양표준(農林水産技術會議事務局, 2000)의 거세우 유지 단백질 요구량은 산출방법간의 차이 때문에 직접 비교하기는 어렵다. 일본의 유지 정미단백질 요구량 결정에서는 대사성 분질소(MFN = 4.80 × DMI)가 전체 유지 정미단백질 요구량의 가장 많은 비율을 차지하고(60% 이상), DM 섭취량을 기초로 산출되기 때문에 유지 수준의 DM 섭취량이 어떻게 결정되느냐에 따라 달라질 수 있다. 그러나 한우 사양표준(농림부, 2002)에서 TDN 요구량(kg)과 사료중 TDN 농도(%)로부터 사료 DM 요구량을 산출하는 방법은 일본 육우 사양표준(農林水産技術會議事務局, 2000)과 같기 때문에 한우 거세우의 일당증체량을 zero(0)로 한 경우의 사료 DM 요구량을 일본의 대사성 분질소 산출식에 대입하여 구한 유지 정미단백질 요구량은 Table 4와 같다.

Table. 4. Comparison of net protein requirements for maintenance of Hanwoo steers with Japanese beef steers

Body weight (kg)	Korean Feeding Standard for Hanwoo steers	Calculated values for Japanese beef steers	
		Daily gain 0 kg	Daily gain 0.3~0.5 kg
150	121.5	101.2	119.8~131.4
200	150.8	122.5	145.5~159.9
250	178.3	142.1	169.4~186.4
300	204.4	160.6	191.8~211.2
350	229.5	178.1	213.1~235.0
400	253.6	194.8	236.0~260.6
450	277.1	210.9	253.2~279.6
500	299.8	226.5	272.3~300.9
550	322.1	246.5	297.2~328.8
600	343.8	261.5	315.6~349.3
650	365.0	276.2	333.6~369.4
700	386.0	290.5	351.2~389.1

한국과 일본의 사양표준이 제시하는 한우 거세우와 일본 육용종 거세우의 DM 섭취요구량을 비교하면 350 kg 이전에는 한우가 다소 적지만, 500 kg 이후에는 한우가 다소 많이 제시되어 있다. 이 점을 감안하더라도 한우 거세우의 유지 정미단백질 요구량은 일본의 육용종 거세우보다 평균 20% 이상 높게 제시되었다. 한우 거세우의 유지 정미단백질 요구량은 일본 육용종이 0.3~0.5 kg 증체 범위에서의 사료 DM 섭취량을 대입하였을 때의 범위에 해당하였다. 한편, 본 실험이 평균 170 kg의 육성우인 점을 감안하면, 대사체중당 단백질 요구량이 가장 높은 시기임을 알 수 있다. 유지 수준 이상으로 섭취된 단백질(g)의 약 89%가 체내에 축적된 본 실험 결과(Fig. 1)도 이를 뒷받침하고 있고, 성장이 진행되면서 단백질 섭취량이 축적되는 비율은 낮아진다는 것을 고려하면, 본 연구결과를 적용한 한우 사양표준(농림부, 2002)의 유지 단백질 요구량이 좀 더 낮아져야 할지에 대해서는 다음 개정 작업에서 충분히 고찰되어야 할 것이다. 이러한 개정 검토 작업에서는 증체를 위한 단백질 요구량을 포함한 총 단백질 요구량 면에서도 판단되어야 하기 때문에 그동안의 사양시험 결과들을 수집 분석하는 종합적인 고찰도 요구된다.

IV. 요약

본 연구는 거세우의 1일 유지 단백질 요구량을 구하기 위해 실시하였다. 평균체중 173.7±26.3 kg의 한우 거세우 18두를 공시하여 3수준의 단백질을 급여하면서 질소균형법을 통해 유지 단백질 요구량을 결정하였다. 급여사료의 조단백질(CP) 수준을 조절하기 위하여 분쇄옥수수를 corn gluten meal(CGM)로 0%(LCP), 7.2%(MCP), 14.2%(HCP) 대체하였고, 각 배합사료의 CP 함량은 9.8, 14.0, 18.9% DM 이었다. 1일 사료급여량은 체중의 2.0%로 하면서 배합사료와 볏짚의 비율은 80:20로 동일하게 하였다.

CP 섭취량은 LCP, MCP, HCP 구에서 각각 5.1, 7.8, 10.3 g/BW^{0.75} 이었고, 단백질 섭취량이 높아지면서 DM 소화율도 LCP 구와 비교하여,

MCP 구, HCP 구에서 각각 14%, 20%의 유의성 있는 증가를 보였으며, CP 소화율은 LCP 구와 비교하여 MCP 구 및 HCP 구에서 각각 약 50%, 80% 증가하였다. LCP, MCP, HCP 구에서의 CP 균형은 각각 -0.05, 2.36, 4.07 g/BW^{0.75} 이었고, 대사체중당 CP 섭취량과 CP 축적량과의 관계식에서 CP 균형이 0이 되는 X축 절편, 즉, 유지 단백질 요구량 5.56 g/BW^{0.75} 이었다. 본 결과는 일본의 육용종 거세우보다 평균 20% 이상은 높기 때문에 본 연구결과를 적용한 한우 사양표준(농림부, 2002)의 유지 단백질 요구량이 좀 더 낮아져야 할지에 대해서는 증체 단백질을 포함한 총 단백질 요구량과 그동안의 사양시험 결과들을 수집 분석하는 종합적인 고찰이 필요하다.

V. 사 사

본 연구는 1999년 농림부 농림기술관리센터(ARPC)의 지원(과제번호:299092-3)에 의하여 수행된 연구결과 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

VI. 인용 문헌

1. Ainslie, S. J., Fox, D. G., Perry, T. C., Ketchen, D. J. and Barry, M. C. 1993. Prediction amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 71:1312-1319.
2. A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
3. Hannah, S. M., Cochran, R. C., Vanzant, E. S. and Harmon, D. L. 1991. Influence of protein supplementation on site and extent of digestion, forage intake, and nutrient flow characteristics in steers consuming dormant bluestem-range forage. *J. Anim. Sci.* 69:2624-2633.
4. Krysl, L. J., Branine, M. E., Cheema, A. U., Funk, M. A. and Galyean, M. L. 1989. Influence of soybean meal and sorghum grain supplementation on intake, digesta kinetics, ruminal fermentation,

- site and extent of digestion and microbial protein synthesis in beef steers grazing blue grama rangeland. *J. Anim. Sci.* 67:3040-3051.
5. National Research Council. 1984. Nutrient requirements of domestic animals: Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. NAS-NRC, Washinton, D.C.
 6. National Research Council. 2000. Nutrient requirements of domestic animals: Nutrient requirements of beef cattle. update. NAS-NRC, Washinton, D.C.
 7. Ørskov, E. R. 1982. Protein nutrition in ruminant. Academic press, London. pp 86-94.
 8. SAS. 1996. SAS user's guide. Release 6.12 edition, SAS Institute. Inc., Cary, NC.
 9. Sindt, M. H., Stock, R. A., Klopfenstein, T. J. and Shain, D. H. 1993. Effect of protein source and grain type on finishing calf performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 71:1047-1056.
 10. Stern, M. D., Santos, K. A. and Satter, L. D. 1985. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heat-treated whole soybeans. *J. Dairy Sci.* 68:45-56.
 11. Stokes, S. R., Goetsch, A. L., Jones, A. L. and Landis, K. M. 1988. Feed intake and digestion by beef cows fed Prairie hay with different levels of soybean meal and receiving postruminal administration of antibiotics. *J. Anim. Sci.* 66: 1778-1789.
 12. Susmel, P., Spanghero, M., Stefanon, B. and Mills, C. R. 1991. Performance of lactating Simmental cows fed two diets differing in the content of digestible intestinal protein (PDI). *Livest. Prod. Sci.* 27:157-175.
 13. Susmel, P., Spanghero, M., Stefanon, B., Mills, C. R. and Plazzotta, E. 1993. N losses, purine N derivatives excretion and intestinal digestible protein requirements of cows at maintenance. *Livestock Prod. Sci.* 36:213-222.
 14. Wilkerson, V. A., Klopfenstein, T. J., Britton, R. A., Stock, R. A. and Miller, P. S. 1993. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. *J. Anim. Sci.* 71:2777-2784.
 15. 農林水産技術會議事務局 : 日本飼養標準, 肉用牛. (2000), 中央畜産會. 東京.
 16. 강수원, 정연후, 손용석, 이규호. 1992^a. 사양시험에 의한 한우 경산우의 영양소 요구량 결정에 관한 연구. I. 비유시 에너지 및 단백질 요구량 결정에 관한 연구. *한영사지.* 16:115-124.
 17. 강수원, 정연후, 손용석, 이규호. 1992^b. 사양시험에 의한 한우 경산우의 영양소 요구량 결정에 관한 연구. II. 임신시 에너지 및 단백질 요구량 결정에 관한 연구. *한영사지.* 16:125-135.
 18. 김경훈, 오영균, 김원, 이상철, 신기준, 전병태. 2004. 거세한우의 유지에너지 요구량 결정. *한국동물자원과학회지.* 46:193-200.
 19. 농림부. 2002. 한국사양표준(한우).
 20. 농촌진흥청. 1992. 한국표준가축사료급여기준(한우).
 21. 이상철. 1991. 한우 수소의 유지 및 증체시 에너지 대사와 단백질 이용효율에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
 22. 정연후, 이상철, 강수원, 정정수, 정천용, 1992^a. 한우 육성빈우의 에너지와 단백질요구량 추정. I. 대사시험에 의한 한우 육성빈우의 에너지와 단백질 요구량 결정. *한축지.* 34:293-300.
 23. 정연후, 이상철, 강수원, 정정수, 정천용, 1992^b. 한우 육성빈우의 에너지와 단백질요구량 추정. II. 사양시험에 의한 한우 육성빈우의 에너지와 단백질 요구량 결정. *한축지.* 34:343-350.
 24. 탁태영, 강태홍, 김강식. 1983. 대사시험에 의한 한우 성빈우 유지시 양분요구량에 관한 연구. *한축지* 25(2)117-137.
- (접수일자 : 2006. 5. 12. / 채택일자 : 2006. 7. 31.)