

농후사료 급여수준 및 방목이 춘계분만 한우 암송아지의 성장발육, 번식능력 및 사료이용성에 미치는 효과

강수원·임석기·정종원·우제석·전기준

농촌진흥청 축산기술연구소

Effect of the Level of Concentrates and Pasture Grazing on Growth, Reproductive Performance and Feed Efficiency in Spring born Hanwoo Heifers

S. W. Kang, S. K. Im, J. W. Jeong, J. S. Woo and K. J. Jeon

National Livestock Research Institute, R.D.A.

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of the level of concentrates and pasture grazing in 60 head of spring born Hanwoo heifers(initial body weight; 125.3kg) for 450days from six to 21 months in age. Feeding trial was conducted with 5 treatment(twelve heads/ treatment) which were T1(1.5% of apparent body weight in concentrates and indoor feeding for over-all period), T2(0.5% of apparent body weight in concentrates for pre-pasture grazing and pasture grazing), T3(1.0% of apparent body weight in concentrates for pre-pasture grazing and pasture grazing), T4(1.5% of apparent body weight in concentrates for pre-pasture grazing and pasture grazing), T5(2.0% of apparent body weight in concentrates for pre-pasture grazing and pasture grazing).

During the total experimental period, average daily gains by treatments ranged from 0.322 to 0.465kg(average 0.405kg) and higher in the order of T5, T4, T1, T3 and T2, and increased with the level of concentrates feeding for pre-pasture grazing. TDN intakes required per unit of kilogram gain were 9.13 to 9.79kg(average 9.49kg) higher in the order of T1, T3, T5, T4 and T2, For the grazing period, they were ranged from 12.39 to 12.98kg(average 12.68kg), and were not significantly different. But TDN requirements of grazing groups was higher about 15.6% than the indoor feeding group's. The rate of roughage to concentrates by treatments were 57.8 to 73.6%(average 63.7%).

The body weight of 15 and 21 month in ages, that is, the ages at puberty and first conception by treatments were 201.2 to 230.7kg(average 223.8kg) and 270.2 to 331.4kg (average 307.6kg), respectively, and the latter were high per unit of 20.4kg by increasing the level of concentrates feeding for pre-pasture grazing every 0.5% addition of apparent body weight. The age of 225 and 275kg in body weight, that is, the body weight at puberty and first conception by treatments were 14.0 to 17.6 month (average 15.3 month) and 17.9 to 21.7 month(average 19.4), respectively, and the latter were shorter about 1.3 month by increasing the level of concentrates feeding every 0.5% addition of apparent body weight.

According to the above results, it may be concluded that spring born Hanwoo heifers are raised at indoor have to feed with 1.8% of body weight in concentrates under full feeding of rice straws for all period from six to 21 months in age, but with 1.5% of apparent body weight in concentrates for grazing period.

(Key words : Spring born Hanwoo heifers, Indoor feeding, The level of concentrates, Pasture, Growth performance)

Corresponding author : S. W. Kang, National Livestock Research Institute, R. D. A., SeongWhan-eup, Cheonan-Si, Chungnam-do, 330-800, Korea. Tel : (041) 580-3352, Fax : (041) 580-3385, E-mail : swkang@rda.go.kr

I. 서 론

국내 초지 면적은 '80년대 이전에는 소 입식 자금지원이 초지 조성과 연계되어 면적이 해마다 3~4천ha씩 증가됨으로서 '90년도에는 89.9천ha까지 되었으나, 그 후 농촌지역이 산업화 및 공업화가 진전되고 토지가격이 상승됨에 따라 신규 초지 조성이 급격하게 감소하였고, 기 조성된 초지도 타 용도로 전용되거나 산림으로 환원되는 등, 해마다 400~500ha 정도가 감소됨에 따라 '01년 12월 현재 50.4천ha로 줄어들었다. 그리고 조성된 초지의 생산성도 극히 낮아 1ha 당 35톤 이상의 상급 초지가 불과 19천ha(39.6%)이고, 나머지 32천ha(60.4%)는 중·하급 초지이다(TMR연구회와 농촌진흥청, 2002). 그러나 우리 나라는 전 국토면적의 2/3가 산림이다 보니, 초지 개발 가능면적이 총 임야 면적(6,571천ha)의 26.6%(1,748천ha)로 기존 초지 면적의 35배에 달한다. 따라서 언제나라도 초지 면적의 확대가능성이 상존 함으로 초지를 활용한 방목기술이 실용화되어야 하지만, 농가에서는 무계획적인 방목과 성장단계에 맞는 적정사양관리가 실시되지 않아 방목우의 생산성이 극히 낮음으로, 방목을 통한 건강한 소화기관 육성과 방목종료후 생산성 향상방안 모색을 위해 방목전후 사사관리에 필요한 사양관리 방법의 제시가 요구된다.

암송아지의 성장발육과 관련된 연구에서 이 유전 송아지의 성장발육에 영향을 미치는 잠재적 요인으로 품종, 성별, 연령 및 어미 소의 산유량과 포육능력 등을 들지만(Buston 등, 1980; Buston과 Berg, 1984), 암송아지를 번식우로 공여 할 때까지 적정수준이상 고영양으로 사육하여 성장발육을 과다하게 촉진시키면 비유 및 번식기관에 지방이 축적되어 산유능력이 저하되고(Arije 등, 1971; Short와 Bellows, 1971), 번식우로서 경제수명이 단축(Swanson, 1960; Pinney 등, 1972)되는 반면, 지나치게 저영양으로 사육해도 초발정 및 초임시기가 지연되며(Clanton과 Zimmerman, 1970; Short와 Bellows, 1971; Earley 등, 1977), 분만시 난산율이 증가하거나 분만된 송아지의 이유시 체중이 저하된다

(Swanson, 1967; Anderson과 Wilham, 1978; Wiltbank 등, 1985). 또한 이유 후 초임 전 송아지의 성장발육 및 번식성적은 품종에 따른 차이도 크지만, 그 보다는 이 기간 동안에 급여된 사료의 양과 질에 의해 결정되며, 이 시기에 결정된 생산능력 들은 암소의 전 생애를 통해 계속적으로 영향을 미치므로 이 시기의 사양관리에 특히 유의해야 한다. Lesmeister 등 (1973)도 처녀 소에서 성 성숙은 암소의 전 생애를 통한 생산능력과 관련성이 매우 큰 중요한 경제형질이므로 초임이 지연될 경우 생산효율이 그만큼 낮아진다고 하였다. 그러므로 암송아지가 번식우로서 생산능력을 최대로 발휘할 수 있도록 적정성장을 유도해야 하고, 적정성장은 성장단계에 따라 요구되는 영양소를 과부족 없이 급여하여야 얻을 수 있는데, 한우에서 초발정월령은 12.9~15.5개월령(한 등, 1987; 강 등, 1988; 이 등, 1991), 초발정 체중은 185.9~236.5kg(이 등, 1991; 강 등 1988) 그리고 초임월령과 초임시 체중은 각각 17.6~22.1개월령 및 260.1~272.3kg이지만(강 등, 1996) 이 들 모두는 육성기의 영양소 급여수준에 크게 영향을 받는다고 하였다.

그 밖에 영양소 요구량은 생리적 상태 등 가축에서 유래된 요인과 사료종류 및 가공상태 등 사료에서 오는 요인 그리고 기타 사양관리 및 기상요인 등에 따라 상당한 차이가 있고, 더욱이 동일 크기, 동일 체구성의 가축이라도 생리적 상태에 따라 영양소 요구량이 일정하지 않아 유지와 생산을 위해 소요되는 량을 정확히 구분하지 못하고 형식적으로 분할 할 수밖에 없는 실정이다(Moe와 Tyrrell, 1975). 이와 같이 가축이 방목과 같이 다양한 기상환경에서 사육될 때는 특히 요구조건에 맞는 적정 요구량을 급여하는 것이 그리 쉬운 일만은 아니다. 더욱이 한우 암송아지의 성장발육 및 번식능력에 관한 연구도 그리 많지 않을 뿐더러 그나마 육성기 동안의 영양소 요구량에 관한 대사시험(정 등, 1992a; 탁과 이, 1988) 또는 축사 내에서의 사양시험(정 등, 1992b) 정도이고 전일방목에 의한 사양시험은 전무한 실정이다.

따라서 본 시험은 봄철에 분만된 한우 암송

아지를 대상으로 육성기 농후사료 급여수준 및 방목사육에 따른 사료이용성, 성장 및 번식능력에 미치는 효과를 구명하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

공시가축은 축산기술연구소 대관령지소(해발표고 800m, 강원도 평창군 도암면 소재)에서 자체 교배계획에 의거 '98년 봄에 태어난 한우 암송아지로 150일령에 이유하여 30일간 예비사양을 거쳐 6개월령부터 본 시험에 공시하였다. 공시축(평균 체중 125.3kg)은 6개월령부터 21개월령까지 총 450일 동안에 5개 처리(T1: 전기간 우사내 사육, 농후사료 체중의 1.5% 급여 및 볏짚 자유채식, T2: 방목전 사사기 농후사료 체중의 0.5% 및 볏짚자유채식, 방목, T3: 방목전 사사기 농후사료 체중의 1.0% 및 볏짚 자유채식, 방목, T4: 방목전 사사기 농후사료 체중의 1.5% 및 볏짚 자유채식, 방목, T5: 방목전 사사기 농후사료 체중의 2.0% 및 볏짚 자유채식, 방목)를 두었으며 처리구 마다 12두씩 총 60두를 완전임의 배치하였다.

방목전 사사기('98년 10월 16일부터 '99년 5월 22일 까지 222일간) 동안에는 철근콘크리트 벽체의 철골구조 칼라강판 지붕아래 전면에서 사료조를 갖추고 좌·우측에 가변형으로 지어진 우방에서 처리구별로 군사하였다(pen size, 10m×10m). 공시기간 중의 사료는 Table 1에서 보

는 바와 같이 방목 전에는 성장단계에 따라 성분량을 달리한 시중의 배합사료와 볏짚이 사용되었으며, 그 밖에 광물질사료 및 물 등은 자유롭게 섭취토록 하였다. 방목기('99년 5월 26일부터 11월 21일까지 180일간)에는 전기간 우사에서 사육한 12두를 제외한 나머지 48두들은 해발표고 850m 지역에 위치한 개량목초지(티머시 우점초지) 10ha를 2ha씩 분할하여 윤환방목을 실시하되 전일방목을 실시하였으며, 방목 기간에는 성장단계에 맞는 배합사료를 방목지로 운반하여 매일 체중의 1.0% 수준으로 급여하였다. 목초 섭취량은 철제보호망(2m×1m)을 방목지마다 목초의 분포 및 생육상태가 방목구의 평균치가 되는 지역을 2개소씩 선정하여 공시축이 입목되기 전에 설치한 후 방목이 종료된 시점에서 철제보호망 속에 있는 목초를 예취하여 수량조사를 실시하였다. 방목후 사사기('99년 11월 22일부터 '00년 1월 9일까지 48일간)에는 시험축군 모두 옥수수 사일리지를 주사료로 하는 동절기 사양관리체계(옥수수 사일리지 체중의 5%, 농후사료 체중의 0.7% 수준 급여)로 전환하였다.

공시축의 체중은 시험 개시부터 종료까지 매 30일 간격으로 측정하였고, 개시 및 종료시는 2일 연속 측정치의 평균치를 사용하였다. 사료 섭취량은 방목전 사사기와 방목기간 동안 조사하였으며, 급여량에서 잔량을 제한 것으로 하였다. 사료의 일반성분 및 TDN은 농후사료의

Table 1. Chemical composition and TDN value of experimental feeds

Feed name	Dry matter	Crude protein	Crude fiber	Crude fat	Ash	TDN
..... %						
Concentrates						
For growing heifer ¹⁾	87.8	13.0	10.7	4.1	6.4	67.0
For pregnant beef cow ²⁾	87.7	12.5	12.0	2.0	11.0	68.0
Roughage						
Rice straw	88.0	4.5	28.3	2.2	15.1	37.5
Green forage	17.0	2.9	4.3	0.8	1.8	12.7
Corn silage	31.1	2.2	7.6	0.8	1.9	22.3

¹⁾ Fed to 12 month of age. ²⁾ Fed after 13month of age.

경우 사료회사에서 제시한 수치를 사용하였고, 조사료는 A.O.A.C.법(1990)에 의거 일반성분 분석을 실시하였으며, TDN은 사료성분표(농촌진흥청 축산시험장, 1988)에서 제시된 소화율을 적용하여 산출하였다. 그리고 본 시험에서 얻어진 결과는 SAS(1997)의 GLM(General Linear Model) 방법으로 분석하였고, 처리 평균간 비교를 위해 Duncan의 Multiple Range Test가 이용되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 체중 및 일당증체량 변화

6개월령부터 21개월령까지 총사육기간 450일을 방목전 우사 내에서 사육시의 농후사료 급여수준과 방목기의 방목 유무에 따라 5개 처리로 구분하여 처리구별로 공시한 한우 암송아지의 월령별 체중 및 일당증체량 변화는 Table 2에서 보는 바와 같다.

공시된 전 두수의 처리별 체중은 개시시인 6개월령이 122.0(T5)~127.6kg(T3), 방목직전인

13개월령이 190.6(T2)~228.0kg(T5), 방목직후인 19개월령이 252.3(T2)~301.4kg(T5) 그리고 종료시인 21개월령이 270.2(T2)~331.4kg(T5)으로 방목전 육성기 농후사료 급여수준이 증가함에 따라 13개월령 체중이 유의적으로($P<0.05$) 증가하였고, 이 기간 동안에 결정된 체중이 이후에도 영향을 미쳐 19 및 21개월령 체중도 같은 순서로 증가하였으며, 그 결과 21개월령 체중은 방목전 사사기 동안 농후사료 급여수준이 가장 높았던 T5가 가장 낮았던 T2에 비해 61.2kg이 더 무거운 것으로 나타났다.

처리구별 일당증체량도 방목전 사사기(6~13개월령)에는 0.295(T2)~0.478kg(T5), 방목기(13~19개월령)에는 0.343(T2)~0.412kg(T1), 방목후 사사기(19~21개월령)에는 0.374(T2)~0.625kg(T5) 그리고 전기간에는 0.322(T2)~0.465kg(T5)으로 방목전 사사기 동안 농후사료를 체중의 2% 수준으로 급여한 T5의 증체량이 가장 높은 반면, 체중의 0.5% 수준으로 급여한 T2의 증체량이 가장 낮아, 방목전 육성기 7개월 동안의 농후사료 급여수준이 이후의 성장발육에 유의적으로($P<0.05$) 영향을 미치는 것으로 나타

Table 2. Live weight and average daily gain of spring born Hanwoo heifers by treatments

Item	Treatments				
	T1	T2	T3	T4	T5
No. of animals(head)	12	12	12	12	12
Body weight(kg)					
Initial(6mo.), A	125.2±9.6	125.1±28.2	127.6±27.3	126.7±21.0	122.0±25.2
Pre-grazing(13mo.), B	220.6±20.8 ^{ab}	190.6±39.4 ^b	211.2±34.2 ^{ab}	220.9±38.0 ^{ab}	228.0±39.4 ^a
Post-grazing(19mo.), C	294.8±12.3 ^{ab}	252.3±49.3 ^b	281.7±60.4 ^{ab}	292.8±58.5 ^{ab}	301.4±55.5 ^a
Final(21mo.), D	315.6±12.3 ^{ab}	270.2±51.7 ^b	301.8±62.6 ^{ab}	319.2±67.2 ^{ab}	331.4±62.9 ^a
Average daily gain(kg) ¹⁾					
B-A	0.430±0.07 ^{ab}	0.295±0.06 ^c	0.377±0.08 ^b	0.424±0.09 ^{ab}	0.478±0.12 ^a
C-B	0.412±0.05 ^a	0.343±0.08 ^a	0.392±0.17 ^a	0.399±0.17 ^a	0.408±0.15 ^a
D-C	0.436±0.01 ^{bc}	0.374±0.21 ^c	0.419±0.17 ^{bc}	0.549±0.21 ^{ab}	0.625±0.23 ^a
D-A	0.423±0.02 ^a	0.322±0.06 ^b	0.387±0.09 ^{ab}	0.428±0.11 ^a	0.465±0.12 ^a

¹⁾ B-A(Indoor feeding period before pasture grazing): '98. 10. 16~'99. 5. 25(222 days).

C-B(Grazing period): '99. 5. 26~'99. 11. 21(180 days).

D-C(Indoor feeding period after grazing): '99. 11. 22~'00. 1. 9(48 days).

²⁾ Values with different superscripts at the same row are significantly different($P<0.05$).

났다.

이들 처리별 체중변화를 방목유무에 따라 살펴보면, 전기간 축사 내에서 농후사료를 체중의 1.5% 수준으로 급여하고 볏짚을 자유채식시킨 T1은 방목전 사사기에 농후사료를 체중의 1.5% 수준으로 급여하고, 그 후 방목시에 체중의 1.0% 수준으로 농후사료를 급여한 T4와 증체량이 비슷한 것으로 나타나, 체중변화만으로 살펴본다면 개량초지에서 전일방목 할 경우 축사 내에서 사육시보다 농후사료 급여량이 체중의 0.5% 정도 적게 소요된다는 것을 알 수 있다. 그 밖에 한우암송아지를 6개월령부터 13개월령까지, 즉 봄에 태어나 다음 번 봄 방목 전까지 농후사료 급여량을 체중의 0.5%씩 증량할수록 평균체중이 약 12.5kg씩 증가하였고, 이후 21개월령까지는 방목기 6개월 및 방목후 사사기 2개월동안 동일조건으로 사육하였음에도 불구하고, 일당증체량이 방목기에는 T2의 0.343kg부터 T5의 0.408kg까지, 그리고 방목후사사기에는 T2의 0.374kg부터 T5의 0.625kg까지 처리간에 따라 증체량이 유의적인($P<0.05$) 차이가 있었고, 일당증체량의 증가폭은 방목전 육성기에 증체량이 낮았을 때보다 높았을 때가 더욱 높아 육성기에 저영양수준으로 사육하였던 T2의 보상성장효과가 그리 크지 않았던 것을 알 수 있다.

이와 같이 육성기의 증체량이 높을수록, 즉 농후사료 급여수준이 증가할수록 이후의 증체량이 높았던 것으로 볼 때, 한우의 경우 육성기에도 일정수준 이상으로 증체가 되어야 하고, 그 수준은 1일 0.4kg 이상이 되어야 할 것으로 판단되는데, Allen과 Kilkeny(1984)도 육우가 열악한 환경에 있을 때 증체가 지연되다가 환경이 개선됨으로서 열악한 환경에서 증체하지 못했던 것을 보상받는다 고 하였고 보상성장의 효과는 저영양기간 동안의 일당증체량이 0.5kg 정도일 때가 가장 크다고 하였다.

또한 육성기에 조사료를 볏짚으로 사용하였을 때, 농후사료를 체중의 0.5~1.0% 수준으로 급여시 이 기간 동안의 일당증체량이 장기간에 걸쳐 0.4kg 이하에 지나지 않아 한우 암송아지가 발정시 수정시기에 적당한 체중으로 농촌

진흥청(2001) 및 강 등(1996)은 성성숙 도달체중이 200~250kg이며, 번식적령기는 성성숙을 2~3개월 지나 체중이 250~260kg이상일 때라고 하였던 바, 250kg이상의 체중에 도달하기 위해서는 최소한 19개월령 이상이 되어야 하고, 그 결과 송아지 생산까지는 적어도 3년 이상이 경과되어야 하므로 최근과 같이 24개월령 전후에 송아지를 생산하는 체계에서는 적절하지 않다는 것을 알 수 있다.

그러므로 암송아지의 성장발육을 촉진하도록 농후사료 급여수준을 증가시켜야 하지만, 최근 축협에서 전국 가축시장에 출하된 한우 암소 5,066두를 대상으로 조사한 제 10차 한우개량 추세조사(농림부 축산기술연구소, 2002)에서 조사된 한우 암송아지의 월령별 체중이 6개월령에 109.1~135.1(평균 120.3), 13개월령에 196.7~250.8(평균 228.2), 19개월령에 240.1~312.0(평균 286.4) 그리고 21개월령이 250.7~326.8kg(평균 299.4kg)으로, 본 시험 공시축들의 월령별 체중과 거의 비슷한 바, 국내의 번식우 농가의 경우에도 한우 암송아지에 대한 성장속도를 지금보다 높게 조정할 필요가 있으며, 볏짚을 주요 조사료원으로 하여 전기간 우사에서 사육하거나, 방목사육이 가능한 경우 한우 암송아지의 월령별 체중을 본 시험의 T1, T4 및 T5와 비슷하거나 다소 높은 수준으로 끌고 가는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

따라서 암송아지가 24개월령 전후에 송아지를 분만하기 위해서는 전기간의 일당증체량이 0.5kg 정도가 되어야 하므로 전기간 우사에서 사육할 때에는 농후사료 급여수준을 체중의 1.5~2.0%정도로 하고, 축사내 사육이후 개량초지에서 방목위주로 사육하거나 양질의 조사료를 자유채식시킬 경우에도 송아지의 발육상황 및 이전의 영양소 급여상태 등에 따라 농후사료를 체중의 1.0~1.5% 수준에서 조정 급여하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

2. 사료섭취량 및 이용성

공시기간 450일간의 사료섭취량 및 이용성은 Table 3에서 보는 바와 같다. 이 기간 동안의

Table 3. Daily feed and nutrient intakes of spring born Hanwoo heifers

Item	Treatments				
	T1	T2	T3	T4	T5
Feed and nutrient intake(As-fed, kg/day)	Pre-grazing period(222 days)				
Concentrate	2.59	0.79	1.66	2.49	3.40
Rice straw	3.68	3.92	3.85	3.65	3.51
DM	5.51	4.14	4.85	5.41	6.08
CP	0.50	0.29	0.40	0.50	0.61
TDN	3.12	2.00	2.55	3.03	3.58
	Grazing period(180 days)				
Concentrate	4.08	2.26	2.70	2.91	3.09
Rice straw	4.76	–	–	–	–
Green forage	–	22.08	24.08	24.90	25.45
DM	7.77	5.73	6.45	6.78	7.05
CP	0.72	0.92	1.03	1.08	1.12
TDN	4.56	4.32	4.88	5.13	5.31
	Post-grazing period(48 days)				
Concentrate	2.16	1.87	2.07	2.13	2.21
Corn silage	15.28	13.03	14.63	15.28	15.84
DM	6.65	5.69	6.37	6.62	6.86
CP	0.60	0.50	0.57	0.59	0.62
TDN	4.87	4.16	4.66	4.85	5.03
	Over-all period(450 days)				
Concentrate	3.14	1.49	2.12	2.62	3.15
Rice straw	3.72	1.93	1.90	1.80	1.73
Green forage	–	8.83	9.63	9.96	10.18
Corn silage	1.63	1.39	1.56	1.63	1.69
DM	6.69	4.94	5.65	6.09	6.55
CP	0.61	0.56	0.67	0.74	0.82
TDN	3.86	3.15	3.70	4.06	4.42
Concentrate intake to body weight(%)					
Pre-grazing period	1.46	0.95	1.23	1.49	1.79
Grazing period	1.65	1.06	1.12	1.19	1.23
Post-grazing period	0.71	0.69	0.70	0.70	0.69
Over-all period	1.44	0.77	0.99	1.20	1.40
TDN intake per kg gain(kg)					
Pre-grazing period	7.26	6.78	6.79	7.17	7.53
Grazing period	10.97	12.56	12.39	12.78	12.98
Post-grazing period	11.08	11.07	11.03	8.82	7.82
Over-all period	9.13	9.79	9.55	9.48	9.51
Roughage intake ratio(DM basis, %)					
Pre-grazing period	58.8	83.3	69.9	59.4	50.8
Grazing period	53.9	65.4	63.3	62.3	61.5
Post-grazing period	71.6	71.7	71.7	71.6	71.7
Over-all period	57.8	73.6	67.1	62.2	57.8

일평균 사료섭취량은 농후사료가 1.49(T2)~3.15kg(T1), 볏짚이 1.73(T5)~3.72kg(T1), 청초가 0.00(T1)~10.18kg(T2) 그리고 옥수수 사일리가 1.39(T2)~1.69(T5)kg이었고, 섭취된 사료의 DM, CP 및 TDN은 각각 4.94(T2)~6.69(T1), 0.56(T2)~0.82kg(T5) 및 3.15(T2)~4.42kg(T5)으로 사육형태에 따라 사료종류별로 섭취한 양이 다소 차이가 있었으며, TDN은 T5, T4, T1, T3 및 T2의 순으로 섭취량이 많았다.

또한 성장단계별 체중에 대한 농후사료 섭취비율은 공시기간을 방목전 사사기, 방목기 및 방목후 사사기로 구분하였을 때, T1에서는 각각 1.46, 1.65 및 0.71%로 평균 1.44%였고, T2에서는 각각 0.95, 1.06, 및 0.69%로 평균 0.77%였으며, T3에서는 각각 1.23, 1.12 및 0.70%로 평균 0.99%였다. 그리고 T4에서는 각각 1.49, 1.19 및 0.70%로 평균 1.20%였고, T5에서는 각각 1.79, 1.23 및 0.69%로 평균 1.40%였다.

본 시험에서의 체중에 대한 농후사료 급여비율 0.77(T2)~1.44%(T1)는 농촌진흥청(1992)의 한우 사료급여기준에서, 볏짚을 조사료원으로 하여 한우 암송아지를 사육할 때, 체중 200kg 부터 350kg까지 체중대별 일당증체량 목표가 0.5kg일 경우 배합사료 권장량이 체중의 1.4%라고 한 것과 비교해 볼 때, 본 시험에서 T1 및 T5의 경우 동일한 수준임에도 불구하고 농후사료 급여수준에 따라 나타난 일당증체량은 농촌진흥청(1992)의 농후사료 급여기준에 따른 목표 증체량 목표치보다 각각 7.5%(T5) 및 18.2%(T1)가 낮은 것으로 나타나 전기간의 일당증체량을 0.5kg 이상을 유지하기 위해서는 현재 권장되고 있는 농후사료의 양을 더욱 높여야 할 것으로 판단된다. 본 시험에서 한우 암송아지를 전기간 우사에서 사육한 T1의 경우에도 농후사료 급여수준을 체중의 1.5% 수준으로 하여 장기간 사육하였지만, 전기간 동안의 일당증체량이 0.423kg 정도인 것으로 볼 때, 농촌진흥청(1992)의 한우 사료급여기준에서 제시하고 있는 현재의 농후사료급여 권장비율보다 다소 높은 1.8% 정도가 되어야 할 것으로 사료된다. 또한 개량초지에서 배합사료 급여량을

체중의 1.0% 수준으로 급여하면서 하루종일 방목하였을 경우, 일당증체량이 이전의 영양상태에 따라 다소 차이가 있지만 평균 0.392kg에 지나지 않는 것으로 볼 때, 개량초지에서 전일 방목을 실시할 때에도 농후사료 급여량이 체중의 1.5% 정도는 되어야 할 것으로 판단된다.

처리구별 1kg 증체에 따른 TDN 섭취량은 방목전사사기, 방목기, 방목후사사기 및 전 기간 동안에 각각 6.78(T2)~7.53(T5), 10.97(T1)~12.98(T5), 7.82(T5)~11.08(T1) 및 9.13(T1)~9.79kg(T2)으로 전 기간 우사 내에서 사육한 T1구가 방목사육 하였던 나머지 4개 처리보다 TDN 이용성이 높은 것으로 나타났고, 방목구에서는 방목전 육성기의 농후사료급여수준이 증가할수록 TDN 소요량이 감소하여 방목전에 증체량을 높이는 것이 방목기 이후의 증체량 및 사료이용성을 증가시키는 것으로 나타났다.

처리구별 성장단계에 따른 섭취사료의 농후사료에 대한 조사료비율은 T1에서는 각각 58.8, 53.9 및 71.6%로 평균 57.8%이었고, T2에서는 각각 83.3, 65.4 및 71.7%로 평균 73.6%이었으며, T3에서는 각각 69.9, 63.3 및 71.7%로 평균 67.1%이었다. 그리고 T4에서는 각각 59.4, 62.3 및 71.6%로 평균 62.2%이었고, T5에서는 각각 50.8, 61.5 및 71.7%로 평균 57.8%이었는데, Table 2에서 보는 바와 같이 조사료비율이 평균 57.8%인 T1 및 T5의 일당증체량이 각각 0.423 및 0.465kg에 지나지 않아 일당증체량 목표치를 높이기 위해서는 조사료 급여비율을 본 시험에서보다 더욱 낮은 40~50% 수준을 유지하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

山崎敏雄(1988)도 번식우의 조사료 섭취와 성장발육과의 관계에서, 골격은 생시부터 11개월령까지, 내장은 3개월령부터 13개월령까지 성장량의 70%가 집중되기 때문에, 육성기에 양질의 조사료를 충분히 급여하여 내장의 발달을 촉진하고 근육 및 골격의 충실을 시도하는 것이 중요하며, 육성기에 저질조사료를 많이 급여하는 저영양 수준은 그 기간이 길수록 또 연령이 어릴수록 이후의 발육성적에 미치는 영향이 크므로, 육성기에는 양질조사료를 충분히 급여하되, 뼈, 근육 등의 발육에 필요한 영양소

를 부족하게 하지 않는 것이 중요하다고 하였다. 또한 中央畜産會(2000)도 화우번식우에서, 시장출하를 목적으로 사육한 번식용 육성우의 일당증체량은 0.7~0.9kg 정도가 일반적인 목표이고, 조사료 섭취비율은 생후 6개월령까지 20~40%, 그 이후는 40~60% 정도로 하는 것이 바람직하다고 하였다.

방목기간 동안 처리별로 섭취된 영양소 함량과 방목종료 후 공시축 들의 체중변화량에 따른 영양소 요구량을 NRC(1986)와 비교해 보면 표 4에서 보는 바와 같이 CP 섭취량은 0.74(T1)~1.13kg(T5)으로 평균 0.99kg이었고, TDN은 4.31(T2)~5.29kg(T5)으로 평균 4.82kg이었지만, 요구량은 CP가 0.527(T2)~0.599kg(T5)으로 평균 0.579kg이었고, TDN은 3.228(T2)~3.734kg(T5)으로 평균 3.585 kg이 되어 CP 섭취량은 각 처리별 요구량에 비해 24.4(T1)~88.6%(T5), 평균 70.5%가 많은 반면 TDN은 22.1(T1)~41.7%(T5), 평균 34.3%가 많아 TDN에 비해 CP 이용성이 매우 낮았고, 축사구와 방목구간

비교에서는 CP 및 TDN 모두 축사내 사육시보다 방목시에 이용성이 처리구에 따라 CP는 51.5~64.2%(평균 57.6%), TDN은 11.4~19.6%(평균 15.3%) 약 낮은 것으로 나타났는데, 이는 CP의 경우 목초로부터 충분한 양을 섭취할 수 있지만, 에너지는 가축이 전일방목 됨에 따라 우천시 또는 야간의 저온에 따른 소비량 증가는 물론 방목지에서의 채식과 보행 등에 소요되는 소비량이 축사내 사육보다 높았기 때문에 에너지 부족에 따른 단백질이용성의 저하가 주요 원인인 것으로 판단된다.

農林水産技術會議事務局(1984) 및 Osuji(1974)는 방목구의 TDN 이용성이 축사내 사육보다 낮은 것은 방목시에는 채식과 보행 등에 따른 에너지 소비량이 증가하기 때문으로, 우사 사육시의 보행거리가 보통 하루에 1km 이하이지만 방목시에는 채식 및 음수 때문에 2~6km 정도 보행하고 조건에 따라서는 그 이상 보행할 수도 있기 때문이며, 보행시의 에너지소비량도 수평방향으로 1m 이동할 때는 체중 1kg

Table 4. Effect of pasture grazing on the nutrient utilization for the body weight change in spring born Hanwoo heifers

Item	Treatments				
	T1	T2	T3	T4	T5
Body weight (kg)					
Initial (13mo.)	220.6	190.6	211.2	220.9	228.0
Final (19mo.)	294.8	252.3	281.7	292.8	301.4
Average	247.4	212.6	241.9	244.8	252.0
Average daily gain (kg)	0.412	0.343	0.392	0.399	0.408
Nutrient intake (kg/day)					
CP	0.74	0.93	1.04	1.09	1.13
TDN	4.52	4.31	4.86	5.10	5.29
Nutrient requirement ¹⁾ (kg/day)					
CP	0.595	0.527	0.583	0.589	0.599
TDN	3.701	3.228	3.610	3.651	3.734
Residual nutrient (kg/day)					
CP	0.145	0.403	0.457	0.501	0.531
TDN	0.819	1.082	1.25	1.449	1.556
Nutrient loss per requirement(%)					
CP	24.4	75.9	78.4	85.1	88.6
TDN	22.1	33.5	34.6	39.7	41.7

¹⁾ NRC(1986).

당 0.5cal가 소요되지만, 경사지를 내려갈 때는 이것의 2/3, 수직방향으로 이동할 때는 7cal가 소요되는 등, 기복이 많은 지형이나 혹은 음수장이 먼 경우와 기타 목초량이 적은 경우 등에는 에너지 소비량이 증가하기 때문이라고 하였다. 그 밖에 채식에 필요한 에너지는 체중 1kg 당 0.5kcal/시 정도로 단위시간당 에너지소요량으로는 축사 내 사육과 방목에 따른 커다란 차이는 없지만, 채식시간에서는 축사 내 사육의 경우 1일 2~4시간인데 비해 방목시에는 초지가 양호한 상태라도 6시간 정도가 소요되어 건물 1kg을 섭취하는데 필요한 에너지 소비량이 축사내 사육시의 수배에 달하기 때문이다(内藤元男, 1978). 그리고 기본적인 방목조건과 우사내 사육에 따른 유지에너지의 증가비율은 풀 상태, 초지의 평균 경사도 등에 따른 채식시간의 장·단에 따라 다소 상이하지만, 일반적인 방목조건에서는 15~50% 정도가 증가하며 방목개시 당초 및 심각한 환경조건에서는 특히 증가율이 높다고 하였다(NRC, 1996; SCA, 1990).

따라서 한우 처녀우를 개량초지에서 장기간에 걸쳐 전일 방목할 때에는 단백질보다 에너지 함량이 높은 사료를 추가로 급여하되, 축사내 사육시보다 최소한 15% 정도는 추가해 주어야 할 것으로 판단된다.

3. 번식능력

한우 암송아지에서 성성숙과 관련된 나이와 체중과의 관계에 대해 국내의 여러 연구자들에 의하면, 한우 암송아지의 초발정 월령 및 체중이 각각 12.9~17.1개월령 및 185.9~237.5 kg 이었고, 초임월령 및 체중도 각각 18.1~22.1개월령 및 260.1~272.3kg으로 육성기 영양소 급여수준에 따라 다소 늦거나 빨라지는 등 변화가 있었지만, 일반적으로 초발정은 15개월령 전후, 체중 225kg 내외, 그리고 초임은 19.5개월령 전후, 체중 275kg 내외에서 많이 이루어진다고 보고(한 등, 1987; 이 등, 1991; 강 등, 1996) 하였던 바, 본 시험에서도 12개월령부터 21개월령까지 처리구간 월령별 체중과 체중 200kg부터 275kg까지 도달되는 시기(월령)를 조사한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다.

월령별 체중은 처리구에 따라 12개월령이 177.3(T2)~206.9kg(T5), 15개월령이 201.2(T2)~237.3kg(T5), 18개월령이 233.6(T2)~280.0kg(T5), 21개월령이 270.2(T2)~331.4kg(T5)으로, 각 월령의 체중은 방목전 육성기의 농후사료 급여수준이 증가함에 따라 무거웠으며, 전기간 우사에서 사육한 T1의 경우 방목전의 농후사료를 체중의 0.5 및 1.0% 수준으로 사육한 뒤 방목한 T2 및 T3구 보다 동일 월령의 체중이 무

Table 5. Change of body weight and age at pre-and post-sexual maturation by treatments

Item	Treatments				
	T1	T2	T3	T4	T5
Body weight by age(kg)					
12 month	201.3±19.0	177.3±35.9	197.9±34.4	200.2±31.9	206.9±34.4
15 month	232.3±21.6 ^{ab}	201.2±41.4 ^b	220.9±42.0 ^{ab}	227.3±34.7 ^{ab}	237.3±40.7 ^a
18 month	271.4±16.2 ^{ab}	233.6±45.2 ^b	262.1±52.4 ^{ab}	270.2±47.2 ^{ab}	280.0±45.1 ^a
21 month	315.6±12.3 ^{ab}	270.2±51.7 ^b	301.8±62.6 ^{ab}	319.2±67.2 ^{ab}	331.4±62.9 ^a
Age by target weight(mo.)					
200 kg	12.2± 1.6	14.9± 4.0	13.0± 3.9	12.4± 2.9	11.9± 3.5
225 kg	14.2± 1.7 ^b	17.6± 4.0 ^a	15.6± 4.9 ^{ab}	15.2± 3.6 ^{ab}	14.0± 3.5 ^b
250 kg	16.2± 1.6 ^{ab}	19.8± 3.9 ^a	18.2± 5.9 ^{ab}	16.3± 3.6 ^{ab}	16.0± 3.6 ^b
275 kg	18.2± 1.0 ^{ab}	21.7± 4.1 ^a	20.6± 7.1 ^{ab}	18.4± 3.5 ^{ab}	17.9± 3.5 ^b

¹⁾ Values with different superscripts at the same row are significantly different(P<0.05).

거웠으나 체중의 1.5 및 2.0% 수준으로 사육한 뒤 방목한 T4 및 T5 보다는 다소 가벼워 번식 간격을 단축시키기 위해서는 방목전 육성기의 농후사료 급여수준이 결정적인 역할을 할 뿐 아니라, 방목 및 축사내 사육구 모두 농후사료 급여를 체중의 1.5% 수준 이상으로 하는 것이 바람직하다는 것을 알 수 있다.

처리구별 체중에서는, 체중 200kg부터 275kg 까지 총 75kg을 매 25kg 단위로 분류하여 분류된 체중별로 나이(월령)를 조사한 결과, 200kg 일 때는 처리구에 따라 11.9(T5)~14.9개월령(T2)이 되었고, 225kg일 때는 14.0(T5)~17.6개월령(T2), 250kg일 때는 16.0(T5)~19.8개월령(T2) 그리고 275kg일 때는 17.9(T5)~21.7개월령(T2)으로 역시 방목전 육성기의 농후사료 급여수준이 증가할수록 목표체중에 도달되는 월령이 유의적으로($P<0.05$) 낮아지는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 암송아지에 대한 육성기 영양수준 비교에서 고영양수준이 저영양수준보다 성성숙이 빨랐다고 한 보고(Short와 Bellows, 1971; Gardner 등, 1977)와 비슷한 결과였다.

그러나 본 시험의 결과에서, 초발정기(15개월령)의 체중이 평균 223.8kg, 그리고 초임시 체중(275kg)에 도달되는 나이(월령)가 19.4개월령이었던 바, 이와 같은 결과는 초발정 및 초임시기의 체중이 너무 적을 뿐 아니라, 초발정기인 15개월령(225kg)부터 초임시기인 19.4개월령(275 kg)까지 4.4개월의 간격이 있어, 21일 간격의 발정주기를 6회 정도 지나치게 되어 공태기간이 너무 길어지고, 결과적으로 29개월령이 되어야 첫 송아지가 생산될 수 있는 것으로 나타났다.

그러므로 24개월령 전후에 첫 송아지를 생산하기 위해서는 초임시의 나이(월령)를 단축하여야 하지만, 한국가축사료급여기준(한우)에서 체중 250~300kg인 한우 암송아지를 1일 0.5kg 씩 증체시키기 위해서는 볏짚이 조사료원일 때 농후사료 급여 권장량이 체중대비 1.4% 내외라고 하였고, Table 3에서 보는 바와 같이 본 시험의 T1이나 T5가 전기간 농후사료 급여수준이 체중의 1.4%이지만, 이와 같은 수준으로 사

육시에는 초발정 및 초임시기의 체중이 너무 적어 적정시기에 수정을 시킬 수 없게 되고, 그 결과 인위적으로 초임시기를 늦추게 될 수밖에 없다. 따라서 15개월령 전후에 초임시기를 맞기 위해서는 육성기에 농후사료 급여수준을 현행 권장수준보다 높여야 할 것으로 판단된다.

Buskirk 등(1995)도 육용우 송아지 452두를 대상으로 이유 후 번식계절에 도달 할 때까지 고영양(일당증체량 0.62kg) 및 저영양(일당증체량 0.43kg)으로 사육한 결과, 고영양구의 경우 공시두수의 70.9%가 성성숙에 이른 반면 저영양구는 61.3%였고, 고영양구에서는 송아지 분만시 산유량이 10% 증가하였으며, 분만된 송아지의 일당증체량도 우수한 것으로 나타나는 등 이유후 육성기에 충분한 에너지를 공급하여 성장이 제한되지 않도록 사육하면 향후 번식과 산유량이 현저하게 개선된다고 하였다. 그리고 한우 암소가 24개월령에 첫 송아지를 생산하려면, 적어도 임신우가 분만을 함에 따라 송아지 및 기타 부속품에 의해 감소되는 양이 35.1~44.5kg(강 등, 1992) 인 것으로 볼 때, 최소한 임신말기의 체중이 400kg 정도는 되어야 하며, 그러기 위해서는 생시부터 24개월령까지 전기간 동안 일당증체량이 평균 0.52kg 정도는 되어야 한다. 그러므로 이와 같은 조건을 맞추어 주기 위해 암송아지에게 급여하여야 하는 배합사료의 양은 조사료원이 볏짚일 경우에는 체중의 1.8% 내외가 적당하고, 방목 또는 양질 조사료를 사용할 경우에도 배합사료 급여량은 체중의 1.5% 내외가 적당할 것으로 판단된다.

IV. 요약

봄에 태어난 한우 암송아지 60두를 방목전의 농후사료 급여수준 및 개량초지에서의 방목유무에 따라 5개 처리(T1: 전기간 우사 내 사육, 농후사료 체중의 1.5%, T2: 방목전 농후사료 체중의 0.5%, 방목, T3: 방목전 농후사료 체중의 1.0%, 방목, T4: 방목전 농후사료 체중의 1.5%, 방목, T5 : 방목전 농후사료 체중의 2.0%, 방목)를 두어 450일간 사양 시험한 결과

를 요약하면 다음과 같다.

1. 전기간의 일당증체량은 T5, T4, T1, T3 및 T2가 각각 0.465, 0.428, 0.423, 0.387kg 및 0.322 kg으로 방목전 육성기의 농후사료 급여수준이 증가할수록 높았으며, 방목기의 일당증체량도 방목전 육성기의 농후사료 급여수준이 증가할수록 높았다.

2. 공시기간 동안 kg 증체에 소요된 TDN량은 9.13~9.79kg(평균 9.49kg)이었고, T1, T3, T5, T4 및 T2의 순으로 사료이용성이 높았으며, 방목전 사사기의 농후사료 급여수준이 증가할수록 TDN 이용성이 높았다. 방목기간의 처리구별 kg 증체에 소요된 TDN량은 12.39~12.98 kg(평균 12.68kg)으로 방목전의 농후사료 급여수준에 따른 차이는 없었으나 축사내 사육시 보다 TDN 소요량이 15.6% 증가하였다. 그리고 전기기간동안 농후사료에 대한 조사료비율은 57.8~73.6%(평균 63.7%)이었다.

3. 성성숙기인 15개월령 체중은 201.2~237.3 kg(평균 223.8kg)으로 육성기 농후사료 급여수준이 증가할수록 증가하였고, 초임시기인 21개월령 체중은 270.2~331.4kg(평균 307.6kg)으로 방목전 사사기의 배합사료 급여수준이 체중대비 0.5% 증가할수록 20.4kg이 증가하였다.

또한 체중 225kg에 도달되는 시기는 14.0~17.6개월령(평균 15.3개월령), 그리고 체중 275kg에 도달되는 시기는 17.9~21.7개월령(평균 19.4개월령)으로 육성기의 배합사료 급여수준이 체중 대비 0.5% 증가함에 따라 초임시기가 약 1.3개월씩 단축되었다.

이상과 같은 결과들을 종합해 볼 때 봄에 태어난 한우 암송아지를 축사에서 벗길 위주로 사육할 때의 농후사료 급여수준은 체중의 1.8% 그리고 개량초지에서 방목사육 할 때에는 체중의 1.5%가 적정 수준인 것으로 판단된다.

V. 인 용 문 헌

1. Allen, D. M. and Kilkeny, B. 1984. Beef production from dairy bred calves. In *Planned Beef Production*. 2nd ed. p. 131. Granada, London, Toronto, Sydney, New York.
2. Anderson, J. H. and Willham, R. L. 1978. Wean-

- ing weight correction factors from Angus field data. *J. Anim. Sci.* 47:124.
3. A.O.A.C. 1990. Official method of analysis(15th ed.), Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
4. Arije, J. N., Robert, N. S., Nix, J. and Rowden, L. 1971. Age and weight at puberty in Hereford heifers. *J. Anim. Sci.* 33(2):401.
5. Buskirk, D. D., Faulkner, D. B. and Ireland, F. A. 1995. Increased postweaning gain of beef heifers enhances fertility and milk production. *J. Anim. Sci.* 73:937.
6. Buston, S. and Berg, R. T. 1984. Lactation performance of range beef and dairy-beef cows. *Can. J. Anim. Sci.* 64:253.
7. Buston, S., Berg, R. T. and Hardin, R. T. 1980. Factors influencing weaning weights of range beef and dairy beef cows. *Can. J. Anim. Sci.* 60:727.
8. Clanton, D. C. and Zimmerman, D. R. 1970. Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 30:122.
9. Earley, R., Vatthaeur, R., Paulson, W. and Peshel, D. 1977. Effects of nutritional level on performance of young crossbred heifers. *Lancaster Cow-Calf Day Rep.* p. 47.
10. Gardner, R. W., Schuh, J. D. and Vargus, L. G. 1977. Accelerated growth and early breeding of Holstein heifers. *J. Dairy. Sci.* 60:1941.
11. Lesmeister, J. L., Burfening, P. J. and Blackwell, R. L. 1973. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *J. Anim. Sci.* 36: 1.
12. Moe, P. W. and Tyrrell, R. A. 1975. Efficiency of conversion of digested energy to milk. *J. Dairy Sci.* 58:602.
13. National Research Council. 1986. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. National Academy Press, Washington, D. C.
14. National Research Council. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th. National Academy Press, Washington, D. C.
15. Osuji, P. O. 1974. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. *J. Range Management* 27:437.
16. Pinney, D. O., Stephens, D. F. and Pope, I. S. 1972. Life-time effects of winter supplemental feed level and age at first parturition on range beef

- cows. J. Anim. Sci. 34:1067.
17. SAS. 1997. SAS User's Guide: Stastics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
 18. Short, R. E. and Bellows, R. A. 1971. Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in beef heifers. J. Anim. Sci. 32:127.
 19. Standing Committee on Agriculture. 1990. Ruminants Subcommittee, Feeding Standards for Australian Livestock, Ruminant. C. S. I. R. O. Pub. East Melbourne, Australia.
 20. Swanson, E. W. 1960. Effect of rapid growth with fattening of dairy heifers on their lactational ability. J. Dairy Sci. 43:377.
 21. Swanson, E. W. 1967. Symposium on optimum growth patterns for dairy cattle J. Dairy Sci. 50 (2):244.
 22. Wiltbank, J. N., Roberts, S., Nix, J. and Rowden, L. 1985. Reproductive performance and profitability of heifers fed to weight 272 or 318kg at the start of the first breeding season. J. Anim. Sci. 60(1):25.
 23. 内藤元男. 1978. 世界の牛. p. 167. 養賢堂. 東京.
 24. 山崎敏雄. 1988. 肉牛の發育と合理的な肥育様式, 粗飼料および放牧の利用について. 養牛の夜 151 :22.
 25. 農林水産技術會議事務局. 1984. 山地畜産技術マニュアル第1編. 山地畜産の基本と共通技術.
 26. 中央畜産會. 2000. 日本飼養標準 肉用牛(2000年版).
 27. 강수원, 장선식, 임석기, 정창화, 신기준. 1996. 성장단계별 농후사료 급여수준이 한우 육성빈우의 체중변화 및 번식능력에 미치는 영향. 한영사지 20(12):136.
 28. 강수원, 정연후, 손용석, 신형태. 1992. 사양시험에 의한 경산 한우의 영양소 요구량 결정에 관한 연구. 2. 임신시 에너지 및 단백질 요구량결정에 관한 연구. 한영사지 16(3):125.
 29. 강수원, 정연후, 이병석, 손용석, 정천용. 1988. 한우번식우의 월동기 야외사육에 관한 연구. III. 월동기 사육환경과 영양수준이 육성빈우의 체중변화 및 번식능력에 미치는 영향. 한축지 30(10):600.
 30. 농림부 축산기술연구소. 2002. 2001년 가축개량 관련자료. 2. 한육우 개량. p. 15.
 31. 농촌진흥청. 1992. 한국표준사료급여기준(한우). p. 36.
 32. 농촌진흥청. 2001. 표준영농교본. 한우. 제 3장 번식기술. p. 78.
 33. 농촌진흥청 축산시험장. 1988. 한국표준사료성분표. I. 반추가축용 사료의 조성, 소화율, 영양가. p. 7.
 34. 이근상, 나기준, 김관태. 1991. 사양형태별 한우와 Charolais 교잡종 암소의 발육과 번식능력 비교. 농업논문집(축산편) 33(1):1.
 35. 정연후, 이상철, 강수원, 정정수, 정천용. 1992a. 한우 육성빈우의 에너지와 단백질 요구량 추정. I. 대사시험에 의한 한우 육성빈우의 에너지와 단백질요구량 결정. 한축지 34(5):293.
 36. 정연후, 이상철, 강수원, 정정수, 정천용. 1992b. 한우 육성빈우의 에너지와 단백질 요구량 추정. II. 사양시험에 의한 한우 육성빈우의 에너지와 단백질요구량 결정. 한축지 34(6):343.
 37. 탁태영, 이상철. 1988. 한우 암소육성비육시 에너지 및 단백질대사에 관한 연구. 농업논문집(축산편) 30(3):11.
 38. TMR 연구회, 농촌진흥청. 2002. 낙농산업의 현안과 TMR의 효율적 이용. 1. 사료산업의 정책방향. p. 17.
 39. 한찬규, 박진홍, 이남형, 박영일. 1987. 한우의 번식실태 조사. 한축지 29(12):566.
- (접수일자 : 2002. 10. 16 / 채택일자 : 2003. 2. 6)