GOVP1200723302

최 종
연구보고서

비육단계별 사료중의 조단백질과 ADF수준에 따른 고품질 거세한우육 생산기술개발

Development of Technology for High Quality Hanwoo Beef by Controlling the Nutrient Level of Protein and ADF in Feeds of Fattening Phases

경상북도 축산기술연구소
(영남대학교)

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "비육단계별 사료중의 조단백질과 ADF수준에 따른 고품질 거세한우육 생산기술개발" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 5월 일

주관연구기관명 : 경상북도 축산기술연구소

총괄연구책임자 : 김 병 기

세부연구책임자 : 김 병 기

연 구 원 : 박 용 수

연 구 원 : 이 지 홍

협동연구기관명 : 영남대학교

협동연구책임자 : 최 창 본

연 구 원 : 정 근 기

연 구 원 : 이 상 욱

요 약 문

I. 제 목

비육단계별 사료중의 조단백질과 ADF수준에 따른 고품질 거세한우육 생산기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

한미 FTA체결 등으로 한우의 생존전략으로 수입 쇠고기와 대응하기 위한 많은 방안으로 고급육생산의 중요성이 더욱 높아졌다. 그 동안 우리는 많은 투자와 연구를 수행해 왔으나 이제 기초토대를 마련한 것에 불과하다.

앞으로 많은 육질개선과 부가가치가 높은 고품질육 생산을 위하여 재현성을 높이는 연구개발이 절실하며 그 중에서도 한우 발육성장의 기초가 되는 영양소 섭취수준 에 따른 고급육 생산기술 개발이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 비육단계별 사료중의 조단백질 및 ADF수준 차이에 따른 고품질 한우육 생산가능성 구명과 한우농가 소득증대에 이바지하고자 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

가. 연구개발 목표와 내용

본 연구는 부가가치가 높은 한우 고급육을 생산하기 위하여 농후사료의 조단백질과 ADF수준을 결정함으로서 거세한우에 대한 재현성 높은 비육기술을 확립함으로 한우산업의 경쟁력 제고를 목표로 한다.

- 세부1과제는 거세한우에 대하여 비육단계별 사료중의 ADF수준과 그 차이에 따른 성장 및 육질에 미치는 영향을 조사하였고
- 협동과제는 거세한우에 대하여 비육단계별 농후사료중의 조단백질수준과 그 차이에 따른 성장 및 육질에 미치는 영향을 조사하였다.

나. 연구개발의 범위 및 조사항목

거세한우 총 60두를 공시하여 세부과제는 비육단계별 사료중의 ADF수준에 따른 비육능력

과 육질에 미치는 영향을 경상북도축산기술연구소에서, 협동과제는 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 비육능력과 육질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 영남대학교에서 구분하여 수행하였다. 주요 조사항목은 비육단계별로 한우사양시험(체중, 증체량, 사료섭취량), 도체 특성(육량, 육질형질)과 이화학적 특성, 지방산 조성 및 혈액성분(콜레스테롤 등) 등을 분석하였다.

세부적으로 아래와 같은 연구내용을 연차별로 나누어 조사하였다.

ㅇ 1 년차

- 농후사료의 조단백질 및 ADF수준에 따른 배합비 작성
- 비육단계별 사료중의 ADF수준에 따른 육성기 발육조사
- 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 육성기 발육조사

ㅇ 2 년차

- 비육단계별 사료중의 ADF 수준에 따른 비육전기 발육조사
- 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 비육전기 발육조사

ㅇ 3 년차

- 비육단계별 사료중의 ADF 수준에 따른 비육후기 발육조사
- 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 비육후기 발육을 조사한다.

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

본 연구개발은 2004 ~ 2007 까지 3년간의 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

□ 세부과제 : 비육단계별 사료중의 ADF수준 차이가 거세한우의 비육능력 및 육질에 미치는 영향

본 연구는 거세한우의 비육능력 및 육질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 한우송아지 30두를 공시하여 비육단계별에 따라 육성기, 비육전기 및 비육후기에 사료중의 ADF수준을 대조구는 18-15-13%, 시험구는 20-17-13%으로 구분하여 비육능력, 도체능력, 이화학적 특성과 지방산 조성 및 혈액성상을 조사하였다.

1. 육성기의 증체량은 대조구와 시험구가 각각 307.1kg와 319.0kg으로 시험구가 8.91% 더 높은 증체량을 보였다(P>0.6302), 일당증체량에서 대조구의 0.70kg보다 시험구가 0.76kg으로 더 높은 증체량을 나타내었다(P>0.5020).

2. 비육종료시 체중은 대조구와 시험구가 각각 721.4kg와 730.7kg이었으며, 총 증체량은 대조구(546.8kg)보다 시험구(555.9kg)으로 9.1kg 더 증체되었다. 일당증체량과 사료요구율은 대조구가 0.76kg, 12.02였고, 시험구는 0.78kg, 11.30으로 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

3. 비육 전기간 동안의 두당 총 농후사료와 조사료 섭취량은 대조구가 각각 4,980.4kg, 1590.8kg였으나, 시험구는 4,541.7kg, 1,739.5kg로서 시험구가 대조구보다 조사료섭취량이 9.3%의 더 많았다. 그러나 총 사료섭취량은 대조구(6,571.2kg)가 시험구(6,281.1 kg)보다 더 높은 경향을 나타내었다.

4. 평균 도체중은 대조구가 409.5kg, 시험구는 411.1kg으로 양 구간에 차이가 없었다. 등지방 두께와 조직감은 대조구(각각 17.53mm, 1.33)보다 시험구(각각 14.23mm,

1.26)로 얇아지거나 좋아지는 경향을 나타내었다(P>0.3020, P>0.3930). 육질등급에서는 대조구가 0.88, 시험구가 0.66으로 대조구에 비하여 시험구가 25%가 육질이 개선되는 경향을 나타내었으나 통계적인 유의차는 없었다(P>0.4526). 도체의 이화학적 특성 및 지방산조성은 양 구간에 뚜렷한 차이는 없었다.

5. 비육단계별 혈액성상은 총 콜레스테롤과 글루코스는 각각 104.70~185.50mg/dℓ, 71.17~79.00mg/dℓ이었고, GOT, GPT 및 BUN은 각각 48.47~85.20u/ℓ, 18.00~27.16mg/dℓ, 13.46~15.03mg/dℓ 범위에 있었고, 일정한 경향은 없었다.

따라서 이상의 본 시험을 종합해 볼 때, 거세한우의 비육단계별에 따라 총 사료중의 ADF 및 NDF 섭취수준은 육성기가 각각 25.00~27.00%, 41.00~45.00%, 비육전기는 17.00 ~19.00%, 30.00%, 비육후기는 13.00%, 22.00% 정도가 적당한 것으로 판단된다. 또한 육성기때 총 사료중의 ADF, NDF수준 조정 및 양질 조사료를 다급하면 증체량, 섭취량 및 육질등급을 어느 정도 개선시킬 수 있을 것으로 사료된다.

□ 협동과제 : 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준 차이가 거세한우의 비육능력 및 육질에 미치는 영향

본 연구는 농후사료의 조단백질 수준이 거세한우의 비육능력 및 육질에 미치는 영향을 구명하기 위해 한우송아지 30두를 공시하여, 비육단계별에 따라 육성기, 비육전기 및 비육후기에 농후사료의 조단백질수준을 대조구는 14-13-11%, 시험구 16-15-14%로 하여 비육능력, 도체특성, 이화학적 특성과 지방산 조성 및 혈액성상을 조사하였다.

1. 육성기의 총 증체량은 대조구와 시험구가 각각 218.9kg와 235.0kg으로 시험구에서 높은 증체량을 보였다. 일당증체량에서 대조구의 0.84kg보다 시험구가 0.90kg으로 시험구에서 유의적(P<0.0548)으로 나타났다.

2. 비육종료시 체중은 대조구와 시험구가 각각 715.3kg와 732.0kg이었으며 총 증체

량은 대조구(577.1kg)보다 시험구(599.0kg)가 21.9kg 더 증체되었다. 일당증체량 및 사료요구율은 대조구가 0.75kg, 11.18, 시험구가 0.77kg, 10.91로 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

3. 평균도체중은 대조구가 411.9kg, 시험구가 419.9kg으로 양 구간에 차이가 없었으며 배최장근 단면적, 등지방두께 및 육량지수도 단백질수준에 따른 두더러 진 차이가 없었다. 육질등급은 대조구에 비해 시험구에서 15.4%개선되는 경향을 나타내었다 도체의 이화학적 특성 및 지방산 조성은 양 구간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

4. 비육단계별 혈액성상에서는 BUN농도가 육성기 및 비육후기의 시험구에서 유의한($P<0.0034$, $P<0.0052$)것으로 나타났으며, GOT는 비육전기와 비육후기에서 유의한($P<0.0134$, $P<0.0233$) 차이가 있는 것으로 나타났으나 일정한 경향을 보이지 않았다. Glucose, GPT, Total cholesterol 함량은 차이를 보이지 않았다.

본 결과를 종합해 보면 비육단계별로 조단백질수준의 차이가 비육능력 및 도체특성에 미치는 영향은 본 시험만으로 결론짓기는 어렵지만, 증체량 증가 및 육질개선이라는 측면에서 볼 때, 육성기에 조단백질수준을 높이는 것이 유리한 것으로 판단되며 보다 확실한 결과를 위해서는 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

2. 활용에 대한 건의

3년간에 걸쳐 거세한우의 한우고급육 생산을 위한 사료중의 조단백질 및 ADF수준 차이가 비육능력과 도체특성을 구명하고자 본 시험을 수행하였다. 그 결과 연구초기에 기대했던 만큼의 결과를 얻었다고는 볼 수 없지만, 특히 ADF수준에 따른 시험에서는 국내외적으로 최초로 시도된 시험연구로서 앞으로 연구수행을 위한 기초자료는 충분히 확보했다는 것에 큰 의의가 있다고 판단된다. 따라서 본 시험의 결과를 토대로 향후에 한우 고급육에 대한 보다 뚜렷한 결과를 얻기 위한 추가적인 보완시험이 이루어져야 한다.

ADF수준에 따른 시험에서 어려웠던 점은 사용한 공시동물의 일령과 체중이 비슷하여야 함에도 불구하고 일령차이가 최고 3개월령까지 차이가 있었고, 동일 일령이라 하여도 체중 크기가 서로 다른 것이 시험성적 및 통계처리에 크게 영향을 미친 것으로 사료된다. 향후 추가적인 보완시험을 할 경우에는 이런 점을 고려한 시험설계와 더불어 사육환경이 개선된다면 더욱 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 조단백질 수준에 따른 시험에서도 ADF시험에서와 같이 일령과 체중의 차이가 큰 원인이였고, 특히 농후사료와 조사료 섭취량의 균형이 유지되지 못한 것이 문제점으로 사료된다. 따라서 향후 이러한 점을 고려한 시험연구가 수행될 경우에는 좋은 결과가 도출될 수 있을 것으로 판단된다. 실제로 유사하게 타 시험연구에서는 증체량, 지육의 등심단면적과 마블링 스코어등 육질이 개선된 결과를 얻고 있다.

SUMMARY

□ Study 1 : The effects of different ADF levels for each fattening phase on performances and beef quality of Hanwoo steers.

This study was performed to determine the effects of ADF levels on performances and beef quality of Hanwoo steers. Thirty(30) Hanwoo steers were allocated into either control or treatment group. ADF levels for growing, fattening, and finishing phase were 18, 15, and 15% for the control animals and those were 20, 17, and 13% for treatment animals. performances, carcass characteristics, physico-chemical characteristics, fatty acid composition, and chemical composition of plasma were determined.

1. Body weight gain during growing phase for control and treatment group were 307.1kg and 319kg, respectively, showing 8.91% higher(P>.0.6302) in treatment group than control group. Treatment group showed higher(P>0.5020) daily gain of 0.76kg than that of 0.70kg in control group.

2. Final body weight for control and treatment group was 721.4kg and 730.7kg for control and treatment group, respectively. Total body weight gain in treatment group(555.9kg) was 9.1kg higher than that in control group(546.8kg). Daily gain and feed requirement during overall period showed no significant differences between control group, 0.76kg and 12.02, respectively, and treatment group, 0.78kg and 11.30, respectively.

3. Total concentrate and roughage intake during overall feeding period for control group was 4,980.4kg and 1,590.8kg, respectively, while those for treatment group was 4,541.7kg and 1,739.5kg, respectively, showing 9.3% higher roughage intake

in treatment group than control group. Total feed intake, however, was higher in control group(6,571.2kg) than treatment group(6,281.1kg).

4. There was no difference in average cold carcass weight between control(409.5kg) and treatment(411.1kg) group. Treatment group(14.23mm and 1.26, respectively) tended to show thinner(P>0.3020) and better(P>0.3930) backfat thickness and maturity than control group(17.53mm and 1.33, respectively). Treatment group showed 25% improved quality grade showing 0.88 comparing 0.66 in control group with no statistical significance(P>0.4526). There were no differences in physico-chemical characteristics and fatty acid composition between two groups.

5. Total cholesterol and glucose concentrations in Hanwoo steers ranged in 104.70~185.50mg/dℓ and 71.17~79.00mg/dℓ, respectively, and the level of GOT, GPT, and BUN were 48.47~85.20u/ℓ, 18.00~27.16mg/dℓ, and 13.46~15.03mg/dℓ, respectively.

The results obtained in the current study implicate that the optimum ADF and NDF intake during growing, fattening, and finishing phases would be 25.00~27.00% and 41.00~45.00%, 17.00~19.00%, and 30.00%, and 13.00% and 22.00%, respectively. Regulation of ADF and NDF levels and feeding good quality roughages during growing phase may improve body weight gain, feed intake, and quality grade in Hanwoo steers.

□ **Study 2 : The effects of different crude protein levels in the concentrates for each fatteing phase on performances and beef quality of Hanwoo steers**

This study was conducted to determine the effects of different crude protein levels in the concentrates on performances and beef quality of Hanwoo steers. Thirty(30) Hanwoo calves were randomly allocated into either control or treatment group and castrated by surgical method. crude protein levels in concentrates for growing, fattening, and finishing phases were 14, 13, and 11% for control group and were 16, 15, and 14% for treatment group. performances, carcass characteristics, physico-chemical characteristics, fatty acid composition, and chemical composition of plasma were determined.

1. Body weight gain during growing phase for control and treatment group were 218.9kg and 235.0kg, respectively, showing higher weight gain in treatment group than control group. Treatment group showed significantly($P<0.0548$) higher daily gain of 0.90kg than that of 0.84kg in control group.

2. Final body weight for control and treatment group was 715.3kg and 732.0kg for control and treatment group, respectively. Total body weight gain in treatment group(599.0kg) was 21.9kg higher than that in control group(577.1kg). Daily gain and feed requirement during overall period showed no significant differences between control group, 0.75kg and 11.18, respectively, and treatment group, 0.77kg and 10.91, respectively.

3. There was no difference in average cold carcass weight between control(411.9kg) and treatment(419.9kg) group. And there were no significant differences in M. longissimus dorsi area, backfat thickness, and yield grade index according to the protein levels in concentrates. Treatment group tended to improve improved quality grade upto 15.4% comparing control group with no

statistical significance. There were no differences in physico-chemical characteristics and fatty acid composition between two groups.

4. BUN levels in plasma of treatment group during growing and finishing phases were significantly higher($P<0.0034$ and $P<0.0052$, respectively), and GOT showed significant differences($P<0.0134$ and $P<0.0233$, respectively) with no consistent tendency. There were no differences in plasma Glucose, GPT, and Total cholesterol leves between group.

In conclusion, increasing crude protein levels in concentrates of Hanwoo steers during growing phase might be beneficial for the improvement body weight gain and beef quality although some results obtained in the current study are conflicting. Further studies to confirm and to apply these results are necessary.

CONTENTS

Chapter 1. Introdution ····· 1

Section 1. Purpose of study ····· 1

Section 2. Nrcessities of study ····· 1

1. The side of techique ····· 2
2. The side of economy and industry ····· 3
3. The side of society and culture ····· 3

Section 3. Extents of study ····· 6

Chapter 2. Domestic and foreign technique and change of envirnoment ····· 6

Chapter 3. Contents and result of study ····· 8

Section 1. The Effects of different ADF level for each physiological stages on performance and beef quality Hanwoo steers ····· 8

1. Introduction ····· 8
2. Materials and methods ····· 9
3. Results and discussions ····· 15
4. Summary ····· 44

Section 2. The Effects of different crude protein level in the concentrates each physiological stages on performance and beef

quality Hanwoo steers ····· 46
1. Introduction ····· 46
2. Materials and methods ····· 47
3. Results and discussions ····· 54
4. Summary ····· 80

Chapter 4. The expectation effects ····· 81
Section 1 Achievement of annual objectives ····· 81
Section 2 Contribution of the study to related industry ····· 82

Chapter 5. The way for practical use ····· 83

Chapter 6. The foreign technique on study ····· 83

Chapter 7. References ····· 84

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 ····· 1

제 1 절 연구개발의 목적 ····· 1

제 2 절 연구개발의 필요성 ····· 1
1. 기술적 측면 ····· 2
2. 경제· 산업적 측면 ····· 3
3. 사회문회적 측면 ····· 3

제 3 절 연구개발의 범위 ····· 3

제 2 장 국내외 기술개발 현황 ····· 6

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 ····· 8

제 1 절 비육단계별 사료중의 ADF수준 차이가 거세한우 비육능력 및 육질에 미치는 영향··· ····· 8

1. 서론 ····· 8
2. 재료 및 방법··· ····· 9
3. 결과 및 고찰 ····· 15
4. 요약 ····· 44

제 2 절 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준차이가 거세한우의 육질에 미치는 영향 ····· 46

1. 서론 ····· 46
2. 재료 및 방법··· ····· 47
3. 결과 및 고찰 ····· 54
4. 요약 ····· 80

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 ····· 81

제 1 절 연차별 연구개발 목표의 달성도 ····· 81

제 2 절 관련분야에 기여도 ····· 82

제 5 장 연구개발결과의 활용계획 ····· 83

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보 ····· 83

제 7 장 참고문헌 ····· 84

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

최근 한,미 FTA체결 등의 한우사육의 환경변화에 따라 수입육에 대한 대책이 더욱 긴요한 실정이다. 이런 대응 방안으로 생산이력제 도입 등 여러 방안이 있겠지만, 그 중에서도 고급육 생산을 통한 품질차별화가 무엇보다도 최우선 과제로 여겨진다. 한우의 생존전략으로 수입육과의 차별화를 꾀하기 위하여 정부 및 대학, 연구소에서 고급육생산을 위해서 많은 투자와 연구를 수행해 왔지만 아직까지도 농가에서 바로 이용하기에는 미비점이 많은 실정이다. 그래서 이제부터라도 좀 더 재현성이 높은 연구개발이 요구되고 있으며, 그 중에서도 한우성장 발육의 기초가 되는 영양소 섭취수준에 따른 연구개발은 부족하거나 전무한 실정이므로 이에 대한 연구가 조기에 이루어져야 할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 비육단계별 사료중의 조단백질 및 ADF수준 차이에 따른 고품질육 생산가능성에 대한 연구개발을 통하여 한우산업 및 농가소득 증대에 이바지하고자 한다.

제 2 절 연구개발의 필요성

수입 쇠고기에 대응하기 위하여 한우고급육 생산에 대하여 투자와 연구개발이 이루져왔으나 한우고급육을 생산할 수 있는 토대가 마련된 것에 불과하다. 그래서 부가가치가 높으면서도 육질개선으로 한우산업의 경쟁력 확보와 고급육 생산의 재현성을 높이기 위하여 이제부터라도 더욱 심도 있는 연구개발이 필요하다고 판단된다.

그 중에서도 성장발육의 가장 기초가 되는 영양소 섭취수준 차이에 따른 한우고급육 생산기술에 대한 연구는 아직까지 거의 전무한 실정에 있다.

현재 한우농가의 비육형태는 육성기, 비육전기 및 비육후기로 구분하여 사육하고 있지만 대부분 한우사양표준(2002)의 권장량 보다 농후사료는 많이 급여하고 조사료는 적게 급여한 결과로 인하여 사료의 불균형으로 개체의 정상적인 성장불량, 육질저하 및 비육후기의 섭취중단을 초래하여 출하체중 저하 등으로 여러가지 경제적인

손실을 보는 경우가 있는 것도 사실이다.

근래 외국의 연구사례를 보면 岡章生 등(1997)은 비육소의 육성기에 조사료를 다급할 경우 지육중량에는 차이를 나타내지 않았으나 근내지방도(BMS)에 있어서 7.3에서 8.8로 크게 증가하였다고 하였으며, 丸山 등(1994, 1998)은 육성기에 조사료를 다급함으로서 일당증체량과 사료효율에는 차이가 없었으나 근내지방도(BMS)가 6.7에서 8.0으로 향상되었다는 보고가 있다. 안 등(2002)은 거세한우 비육시 육성기때 조사료를 많이 급여시키면 배최장근 단면적은 넓어지고 등지방 두께가 얇아지는 경향이 있다고 설명하면서 육성기(200~300kg)에는 조사료를 45%(체중대비 1.26%)정도, 비육후기는 13%(체중대비 0.2%)로 급여할 때 가장 경제적이라고 보고하였다.

또한 소의 성장에 있어 단백질수준을 육성기와 비육전기에 높이면 증체량과 지육량이 증가하고(丸山 등, 1994) 등심단면적 및 근내지방도가 높아진다고 하였다(增山 등, 1997). Rossi 등(2000)은 거세우에 대하여 비육전기에 조단백질 수준을 12%에서 16%로 높여 급여하였을 때 근내 지방도(BMS. No)는 차이가 없었으나 등지방 두께가 유의적으로 감소한다고 하였고, Perry(1983) 등이 육성기때 조단백질 급여 수준을 9, 11 및 13%로 달리한 시험에서 조단백질 급여수준의 증가와 함께 조단백질 섭취량이 증가할수록 증체량과 사료요구율이 개선되었다고 하였고, Byers와 Moxon (1980)이 육성기의 조단백질 급여수준을 11.6, 14.1 및 16.5%로 급여시에 조단백질 섭취량이 증가함에 따라 일당증체량과 증체효율이 개선되었다고 보고하였다. 따라서 이상과 같이 우리나라에는 아직까지 미비한 실정에 있는 영양소 수준차이에 따른 연구개발이 필요한 바, 본 시험은 비육단계별 사료중의 조단백질 및 ADF수준 차이에 따른 고급육생산 가능성을 구명하며, 한우농가 소득증대에 이바지하고자 다음과 같은 기술적 내용에 중점을 두고 연구를 추진하고자 한다.

1. 기술적 측면

- 한우분야의 경쟁력 강화를 위하여 비육단계별 조단백질 및 ADF수준을 제시한다.
- 조단백질 및 ADF수준별 차이를 통하여 고급육 생산효율을 극대화하는 방안을 모색한다.
- 한우 고급육생산을 위한 새로운 기술과 사양프로그램을 개발한다.

2. 경제 · 산업적 측면

- 다양한 한우 고급육 생산기술을 개발 보급한다.
- 한우사료 배합비 변경에 따른 차별화된 고부가가치의 고품질육 생산으로 한우 농가 소득증대 및 한우산업의 활성화를 유도한다.
- 수입육과 차별화된 고품질 한우육 생산으로 한우산업의 경쟁력을 증대시킨다.

3. 사회 · 문화적 측면

- 우리나라 고유 축종인 한우의 유전자원을 보존할 수 있고, 우리 입맛에 맞는 한우육을 생산함으로써 국민건강에 기여할 수 있다.
- 수입육에 대응하여 한우 특유의 맛과 질이 유지될 수 있는 여건을 조성할 수 있다.
- 고품질육 공급으로 소비자 욕구를 충족시키고 소비활성화에 기여할 수 있다.

제 3 절 연구개발의 범위

본 연구는 보다 부가가치가 높은 한우 고급육을 생산하기 위하여 농후사료의 조단백질과 ADF수준을 결정함으로서 거세한우의 사양에 대한 재현성 높은 비육기술을 확립함으로서 한우산업의 경쟁력 제고를 목표로 한다.

- 농후사료의 조단백질 함량에 따른 배합비 작성
- 사료중의 ADF 함량에 따른 배합비 작성
- 한우사양시험 (비육단계별 체중, 증체량, 사료섭취량 등)
- 혈액 내 성분분석
- 도체특성(육량, 육질형질)
- 도체의 이화학적 특성, 지방산 조성 및 총 콜레스테롤 등
- 지방산 조성

Table 1. 연구개발 목표와 범위

구분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위
1 차 년 도	○ 농후사료의 조단백질 및 ADF수준에 따른배합비 작성	• 거세한우의 조단백질 및 ADF수준 결정 • 배합비작성 - 조단백질 및 ADF수준 차이에 따라 • 거세실시(4-5개월령)
	○ 비육단계별 사료중의 ADF수준에 따른 육성기 발육조사	• 체중, 증체량 - 30일간격으로 • 사료섭취량, 사료요구율, ADF섭취량 • 혈액채취 및 분석 - 시험개시시 및 개시후 3개월째 • 사료분석 - 일반성분, NDF, ADF포함
	○ 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 육성기 발육조사	• 체중, 증체량 - 30일간격으로 • 사료섭취량, 사료요구율, 조단백질섭취량 • 혈액채취 및 분석 - 시험개시시 및 개시후 3개월령째에 채취 • 사료분석 - 일반성분, NDF, ADF포함
2 차 년 도	○ 비육단계별 사료중의 ADF 수준에 따른 비육 전기 발육조사	• 체중, 증체량 - 30일간격으로 • 사료섭취량, 사료요구율, ADF섭취량 • 혈액채취 및 분석 - 비육전기 사료급여 3개월후 • 사료분석 - 일반성분, NDF, ADF등
	○ 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 비육 전기 발육조사	• 체중, 증체량 - 30일간격으로 • 사료섭취량, 사료요구율, 조단백질섭취량 • 혈액채취 및 분석 - 비육전기 사료급여 3개월후 • 사료분석 - 일반성분등

구분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위
3 차 년 도	○ 비육단계별 사료중의 ADF 수준에 따른 비육후기 발육조사	• 체중, 증체량 - 30일간격으로 • 사료섭취량, 사료요구율, ADF섭취량 • 혈액채취 및 분석 - 비육후기 사료급여 3개월후(1회) • 사료분석 - 일반성분, NDF, ADF등 • 도체특성 (육량, 육질) • 도체의 이화학적 특성조사
	○ 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 비육후기 발육조사	• 체중, 증체량 - 30일간격으로 • 사료섭취량, 사료요구율, 조단백질섭취량 • 혈액채취 및 분석 - 비육후기 사료급여 3개월후 (1회) • 사료분석 -일반성분등 • 도체특성 (육량, 육질) • 도체의 이화학적 특성조사

제 2 장 국내 · 외 기술개발 현황

1. 국외현황

丸山 등(1994)은 흑모화종 거세우에 대하여 육성기와 비육전기에 급여하는 농후사료의 조단백질수준을 10%에서 16%로 높였을 때 증체량과 지육량이 각각 61kg, 77kg가 더 증가되었으며, 배최장근 단면적은 39.3cm^{2}에서 51.0cm^{2}로 크게 넓어졌으며, BMS가 5.5에서 7.6으로 현저하게 증가되었다고 하였다. 또한 增山 등(1997)은 조단백질 수준을 12%에서 16%로 높였을 때 사료섭취량, 일당증체량 및 증체량에는 차이가 없었으나, 근내지방도가 크게 높아졌다고 하였다.

Rossi 등(2000)은 거세우에 대하여 비육전기에 조단백질 수준을 12%에서 16%로 높여 급여하였을 때 마블링스코어는 차이가 없었으나, 등지방 두께가 유의적으로 감소한다고 하였으며, Martin 등(1979)은 수소에게 조단백질 수준을 11.1, 13.3, 15.5%로 조정하였을 때 조단백질 함량이 증가함에 따라 마블링스코어와 육질등급에는 별 차이가 없었으나 지방축적은 유의적으로 감소하였다고 하였다.

岡章生 등(1997)은 비육우의 육성기때에 조사료 다급시에 지육중량에는 차이가 나타내지 않았으나 근내지방도(BMS)에 있어서 7.3에서 8.8로 크게 증가하였다고 하였으며, 丸山 등(1994, 1998)은 육성기에 조사료 다급시에 일당증체량과 사료효율에는 차이가 없었으나 근내지방도(BMS)가 6.7에서 8.0으로 향상되어 경제성 측면에서 kg당 평균지육단가를 210円을 더 받았다고 하였다.

2. 국내현황

정 (2002)은 거세우를 대상으로 육성기와 비육전기에 조단백질 수준시험에서 증체량과 사료섭취량은 차이가 없었으나 육질등급 판정에서 근내지방도가 높아지는 경향이 뚜렷하였고, 1등급이상 출현율이 42.8%에서 64.5%로 증가되어 조단백질 수준에 의해 육질개선 가능성이 있지만 추가시험이 요구된다고 제안하였다. 신 등(2002)은 거세우에 대한 사료섭취량 조사에서 육성기와 비육전기에 배합사료를 체중비 1.0%와 1.5%로 제한 급여시에 섭취량과 일당증체량의 직선적인 증가는 영양소 요구량에 의한 조절과 비육과 함께 체지방 축적량이 증가되었기 때문이라고 하였다. 또한 안 등(2002)은 거세한우 비육의 경우에 육성기때 조사료 다급시에 배최장근 단면적은 넓어

지고 등지방 두께가 얇아지는 경향이 있다고 설명하였고, 육성기(200~300kg)에는 조사료를 45%(체중대비 1.26%)정도, 비육후기는 13%(체중대비 0.2%)로 급여할 때 가장 경제적이라고 하였다. 송 등(2000)은 거세한우의 경우에 농후사료 급여수준은 영향을 받지 않았으나, 연령에 따라 각 부위별 지방조직의 지방산 조성은 일부 지방산 및 불포화지방산의 상대적인 비율이 다소 영향을 받았다고 보고하였다.

앞에서 살펴본 결과를 통하여 육성기 및 비육전기때에 사료중의 조단백질과 ADF 수준 차이는 다소 한우육질에 영향을 미쳐서 고급육 생산의 가능성을 보여주고 있어 새로운 사료배합비 제시 및 사양체계 확립 보완책이 마련되어야할 것으로 판단되어, 본 연구를 수행하고자 한다.

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

제 1 절 비육단계별 사료중의 ADF수준 차이가 거세한우 비육능력 및 육질에 미치는 영향

1. 서 론

최근 우리나라는 한·미 FTA 체결 등으로 수입 축산물의 무한 경쟁시대에 돌입하게 되었다. 이와 더불어 국민소득과 문화수준의 향상으로 소비자들은 건강에 대한 관심이 높아졌으며, 육류 소비성향도 다양해지고 있다. 이에따라 한우쇠고기도 품질 고급화 또는 기능성 축산물의 생산이 절대적으로 필요하게 되었다. 그 동안 한우 고급육 생산이라는 공통된 인식하에 정부는 정부대로 많은 투자를 해왔고 연구소와 대학에서도 기술개발을 위한 많은 연구를 수행해 온 것이 사실이다.

그러나 농가의 생산성 향상에 활용할 수 있는 충분한 자료가 축척되어 있지 않는 실정이다. 특히 출하체중의 증가와 육질등급을 향상시키기 위한 기술개발은 더욱 미흡한 상태로, 이에 대한 연구가 절실히 필요하다.

국내에서도 한우의 육성기간에 양질의 건초급여가 출하체중을 증가시키고 육질을 향상시킨다는 연구보고가 있다(김 등, 2006. 이 등, 2006). 일반적으로 비육우의 경우 육성기에 조사료 섭취수준을 증가시키면 지육중량 및 사료효율에는 차이가 없으나 근내지방도(BMS)는 크게 증가하고 배최장근 단면적 및 등지방 두께는 현저히 넓어지거나 얇아진 것으로 알려지고 있다(岡章生 등, 1997. 丸山 등, 1994, 1998. Kang 등, 2001. 안 등, 2002).

한편 백 등(1993)은 육성기에 목건초와 볏짚을 급여한 한우거세우 시험에서 근내지방도, 조직감 및 육질등급은 양 구간에 뚜렷한 차이가 없다는 보고를 한 바있다.

따라서 본 연구는 비육단계별 사료중의 ADF수준 차이가 거세한우의 비육능력 및 육질에 미치는 영향을 구명하고자 실시되었다.

2. 재료 및 방법

가. 시험동물 및 시험설계

공시축은 경상북도축산기술연구소에서 자체 생산한 평균 7.8개월령(평균체중 236±39.2kg) 거세송아지 30두를 공시하였으며, 처리구는 시험구와 대조구로 나누고 월령과 체중을 고려하여 처리구당 세우리로 하여 우리당 5두씩 배치하였다.

나. 시험기간 및 장소

본 시험은 2004년 7월 10일부터 2006년 6월 29일까지 총 715일 동안 경상북도축산기술연구소에서 실시하였다.

다. 시험사료 및 ADF수준 결정

시험사료는 ADF수준을 고려한 목적에 부합하도록 D사료공장에 주문생산한 사료를 이용하였고, 조사료는 비육단계에 따라 티머시건초, 톨페스큐 스트로우, 알팔파베일을 사용하였다. 총 사료중의 ADF수준은 아래와 설정하였고, 시험사료의 화학적 조성은 Table 1, 2 및 3에 제시한 바와 같다.

구 분	대조구	시험구
육 성 기(6~13개월)	18.0(%)	20.0(%)
비육전기(14~22개월)	15.0(%)	17.0(%)
비육후기(23~30개월)	13.0(%)	13.0(%)

Table 1. Chemical compositions of concentrates(control)

Composition	Growing	Fattening	Finishing
	- %, as fed basis -		
Moisture	11.67 ± 0.31	10.96 ± 0.11	11.83 ± 0.22
Crude protein	14.42 ± 0.38	14.15 ± 0.17	13.69 ± 0.36
Crude fat	3.50 ± 0.11	3.88 ± 0.10	3.89 ± 0.13
Crude fiber	5.71 ± 0.18	5.23 ± 0.20	5.91 ± 0.55
Crude ash	7.41 ± 0.38	6.42 ± 0.09	4.65 ± 0.14
NFE	57.29 ± 0.78	59.35 ± 0.03	60.04 ± 0.71
Ca	1.02 ± 0.02	0.79 ± 0.03	0.70 ± 0.01
P	0.75 ± 0.12	0.42 ± 0.01	0.48 ± 0.01
ADF	11.67 ± 0.52	10.88 ± 0.08	9.29 ± 0.24
NDF	19.64 ± 0.51	20.68 ± 0.32	16.13 ± 0.43
TDN[1)]	68	70	72

1) Calculated.

Table 2. Chemical compositions of concentrates(treatment)

Composition	Growing	Fattening	Finishing
	— %, as fed basis —		
Moisture	11.61 ± 0.22	11.75 ± 0.42	11.83 ± 0.22
Crude protein	14.40 ± 0.41	14.75 ± 0.20	13.69 ± 0.36
Crude fat	3.50 ± 0.10	3.31 ± 0.02	3.89 ± 0.13
Crude fiber	5.81 ± 0.11	9.02 ± 0.05	5.91 ± 0.55
Crude ash	7.60 ± 0.33	4.59 ± 0.11	4.65 ± 0.14
NFE	57.08 ± 0.71	56.58 ± 0.04	60.04 ± 0.71
Ca	1.02 ± 0.02	0.90 ± 0.02	0.70 ± 0.01
P	0.75 ± 0.12	0.53 ± 0.01	0.48 ± 0.01
ADF	12.17 ± 0.41	14.06 ± 0.47	9.29 ± 0.24
NDF	20.44 ±0.32	21.72 ± 0.43	16.13 ± 0.43
TDN[1)]	68	70	72

1) Calculated.

Table 3. Chemical compositions of roughages

Composition	Timothy hay	Tall fescue straw	Alfalfa
		- %, as fed basis -	
Moisture	8.46 ± 0.29	8.43 ± 0.13	9.66 ± 0.87
Crude protein	6.69 ± 0.16	4.12 ±0.37	16.74 ± 0.57
Crude fat	2.45 ± 0.13	1.65 ± 0.07	2.01 ± 0.31
Crude fiber	28.19 ± 1.20	31.22 ± 0.81	23.84 ± 0.36
Crude ash	6.40 ± 0.27	5.70 ± 0.22	11.16 ± 0.93
NFE	47.83 ± 0.68	53.39 ± 0.47	37.45 ± 0.47
Ca	0.39 ± 0.01	0.26 ± 0.01	1.88 ± 0.05
P	0.36 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.27 ± 0.01
ADF	37.84 ± 0.44	39.40 ± 0.30	31.46 ± 1.22
NDF	63.41 ± 0.17	67.35 ± 1.64	41.36 ± 0.92
TDN[1)]	50.76	36.59	51.47

1) Adapted from the Composition of Korean Feedstuffs(1988).

라. 거세

수송아지의 거세는 생후 5~6개령에 Rompun(마취제)으로 송아지를 마취시킨 다음 외과적 수술법으로 실시하였다.

마. 사양관리

시험우는 4.8 × 9.0m 크기의 우리에 각 5두씩 수용하여 군 사육하였다. 농후사료의 경우 육성기는 제한급여 하였고 그 이후에는 자유채식시켰다. 또한 조사료는 대조구의 경우 톨페스큐 스트로우를 급여하였고, 시험구는 티머시건초, 알팔파베일을 자유채식시키면서 사료중의 ADF 및 NDF수준을 고려하여 조절하였다. 그러나 비육후기부터는 양 구간 모두 동일하게 톨페스큐 스트로우을 급여하였다. 사료급여는 1일 2회(아침 과 저녁)로 나누어 급여하였고, 물과 미네랄 블록은 자유로이 섭취토록 하였다. 체중측정은 시험개시 시와 종료 시까지 30일 간격으로 일정 시각에 실시하였으며, 사료섭취량은 체중 측정 시에 잔량을 조사하여 기록하였다.

바. 혈액분석

채혈은 비육단계별 육성기, 비육전기 및 비육후기에 사료교체 급여 후 2개월째에 오전 사료급여 후 3시간 뒤에 20mL 주사기를 이용하여 소의 경정맥에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 상온에서 약 2시간 방치하여 응고시킨 후 3,000rpm에서 15분간(4℃) 원심분리한 다음 혈청을 초 저온냉동고(-70℃)에 보관하였다가 혈액자동분석기(Fuji Dri- Chem 3500S. Japen)로 총콜레스테롤, 글루코스, GOT, GPT, BUN을 분석하였다.

사. 도체특성

시험 종료된 시험우는 24시간 절식시킨 후, 동아LPC(주)로 운반하여 12시간 계류시켜 도축하였다.

그리고 도축된 소는 24시간 냉장실에서 냉각 시킨 후 한국 소도체 등급판정기준(2006)에 따라 육량형질(냉도체중, 등지방두께, 등심면적)과 육질형질(근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)를 측정하였고, 한국 축산물등급 판정소의 등급사에 의해 육량등급과 육질등급 판정을 받았다.

아. 시료의 일반성분

사료 및 고기의 일반성분은 AOAC방법(1998)에 따라 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량을 측정하였다.

자. 가열감량 및 전단력

가열감량은 시료를 스테이크 모양으로 50g 내외로 절단 후 70℃ water bath에서 30분간 가열한 후, 가열 전·후의 중량차를 백분율(%)로 나타내었다.

전단력은 근섬유와 평행하게 시료를 직경 2cm×2cm×1.2cm로 자른 후 rheometer(Model No. CR-300. Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 이때 측정조건은 table speed 120 mm/min, chart speed 80 mm /sec, sample height 5mm 그리고 load cell 5kg으로 측정하여(kg/㎠) 나타내었다.

차. 보수력

잘 마쇄한 세절육 10g을 원심분리관의 세공(fritted glass disk)이 있는 철판위에 채운 뒤 고무마개를 한 다음 70℃의 water bath에서 30분간 가열하고, 방냉하여 약 1,000rpm으로 10분간 원심분리하여 원심분리관의 하부에 분리된 육즙량을 측정하고, 그 다음 총 수분 함량을 측정하여 다음 공식에 대입하여 보수력(%)을 구하였다.

$$\text{보수력}(\%) = \frac{\text{분리된 수분량}(\text{㎖}) \times 0.951}{\text{시료의 총수분함량}(\text{g})} \times 100$$

※ 0.951= 70℃에서 분리된 육즙중의 순수한 수분함량

카. pH 및 육색

pH는 세절육 10g에 증류수 90mL를 가하고, homogenizer (NS-50. Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 균질한 후 pH meter(Orion Research Inc. USA)로 측정하였다.

육색은 시료를 절단하여 공기 중에 약 30분간 발색시킨 후 색차계(Color difference meter, Minolta CR-300. Japan)를 이용하여 Hunter 값(L^*=명도, a^*=적색도, b^*=황색도)으로 표시하였다. 이때 사용된 표준색판은 L^*=96.18, a^*=0.10, b^*=1.90인 백색의 calibration plate를 이용하였고, 3회 반복하여 평균값을 나타내었다.

타. 지방산 조성

도체의 지방산은 도체 시료에서 Folch 등(1957)의 방법으로 지방을 추출한 다음, Lepage와 Roy(1986)의 방법에 따라 지방산을 methylation시킨 후 gas chromatography로 분석하였다.

하. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS package의 GLM, 분석방법(2002)에 따라 T-test 검정을 실시하였다. 단, 사료섭취량과 사료요구율, ADF섭취량과 요구율 및 NDF섭취량과 요구율의 결과는 군 사육으로 반복이 없기 때문에, 유의성 검정에서 제외하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 사료중의 ADF수준 차이가 비육능력에 미치는 영향

1) 육성기 비육성적

Table 4는 생후 13개월령까지의 육성기때 비육성적을 나타낸 것이다.

육성기의 종료시 체중은 대조구와 시험구가 각각 307.1kg와 319.0kg로서 시험구가 11.9kg 더 증체된 것으로 나타났다. 시험개시후 190일간의 두당 총 증체량을 보면 대조구가 132.3kg, 시험구는 144.2kg으로 대조구 보다 시험구에서 11.9kg이 더 증체된 것으로 나타났다. 또한 일당증체량에서는 시험구가 0.76kg, 시험구가 0.70kg으로 시험구에서 높은 증체량을 보였다(P>0.5020).

사료섭취량에서는 농후사료의 경우 대조구와 시험구가 각각 두당 624.3kg, 663.3kg으로 시험구에서 다소 높은 경향이었고, 조사료는 대조구 679.1kg, 시험구 881.2kg으로 시험구가 29.8%가 더 높아서 두당 총 사료섭취량에서도 시험구(1,544.5kg)가 대조구(1,303.4kg) 보다 18.0% 더 높게 나타났다.

그러나 총 사료요구율에서는 시험구 10.71 보다 대조구에서 9.85로 대조구가 8.0% 더 좋은 것으로 나타났다.

Table 5에서 보는 바와 같이 두당 농후사료 및 조사료중의 ADF섭취량은 시험구(각각 80.7kg, 333.4kg)가 대조구(각각 72.9kg, 254.3kg)보다 각각 10.7%와 31.1%가 더 높은 경향이었고, 시험구에서 조사료중의 ADF섭취량이 더 높았던 것은 주로 티모시 건초로 부터 온 것이다.

농후사료와 조사료를 합한 두당 총 ADF섭취비율에서도 대조구(25.03%)에 비하여 시험구(26.82%)가 더 높은 결과로 나타났다. 그러나 ADF요구율은 대조구가 2.47였으나 시험구는 2.87로서 대조구가 13.9% 더 좋은 것으로 나타났다.

이 시기의 총 사료중의 ADF섭취수준을 보면, 당초 시험설계에서는 대조구를 18%, 시험구는 20%로 설정하여 시험을 수행하였으나 실제 시험결과는 대조구가 25.03%, 시험구는 26.82%로 시험설계치 보다 높게 나타났다.

Table 6에 나타낸 바와 같이 두당 농후사료와 조사료중의 NDF섭취량은 대조구가

각각 122.6kg와 414.0kg이었으나 시험구는 각각 135.6kg와 558.8kg으로 시험구가 10.6%와 35.0%를 더 많이 섭취하였으며, 이에 따라 농후사료와 조사료를 합한 두당 NDF섭취율은 시험구(44.95%)가 대조구(41.19%)보다 더 높게 나타났다. 그러나 NDF 요구율은 대조구(4.06)가 시험구(4.82) 보다 15.8%가 더 좋았다.

김 등(2006)은 거세한우에 대한 티머시건초 급여구와 볏짚급여구의 비교 비육시험에서 육성기때 일당증체량이 각각 1.07kg과 0.80kg으로 티머시급여구가 33.8% 더 높은 증체를 나타내었으며, 총 사료섭취량에서도 티머시급여구가 6.9%가 더 높았다는 연구결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

그러나 이 등(2006)은 육성기의 티머시급여구와 볏짚급여구의 일당증체량이 각각 0.82kg과 0.81kg으로 차이가 없었다는 상반된 보고를 한 바있다.

이상의 본 시험 결과로 볼 때 육성기때 양질의 건초 및 ADF, NDF수준을 고려하여 다급시켜 주면 사료섭취량과 증체량이 개선되었고, 총 ADF및 NDF 섭취 수준은 각각 25.03~26.82%와 41.19~44.95% 범위로 나타났다.

Table 4. Effects of different levels of ADF on performances of Hanwoo steers during growing phase.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of Heads	15	15	
Initial age,day(month)	234(7.8)±39.2[4)]	237(7.9)±38.9	0.9575
Final age,day(month)	424(14.1)±33.2	427(14.2)±34.3	0.8909
Period, day	190	190	
Body weight, kg/hd			
Initial weight	174.8±40.2	174.8±30.3	0.3900
Final weight	307.1±13.2	319.0±6.7	0.2909
Total weight gain	132.3±27.1	144.2±25.3	0.6302
Daily gain	0.70±0.02	0.76±0.02	0.5020
Feed intake, kg/hd			
Concentrate	624.3	663.3	
Alfalfa	166.7	-	
Tall fescue straw	512.4	-	
Timothy hay	-	881.2	
Sub-total	679.1	881.2	
Total	1,303.4	1,544.5	
Feed conversion kg/kg			
Concentrate	4.72	4.60	
Roughage	5.13	6.11	
Total	9.85	10.71	

1) ADF low group
2) ADF high group
3) Probability of the T test.
4) Mean ± standard error.

Table 5. Effects of different ADF levels on ADF intake of Hanwoo steers during growing phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No. of heads	15	15
Period, days	190	190
ADF intake, kg/hd		
Concentrate	72.9	80.7
Alfalfa	52.4	-
Tall fescue straw	201.9	-
Timothy hay	-	333.4
Sub-total	254.3	333.4
Total	327.2	414.2
Total ADF intake rate,%	25.03	26.82
ADF conversion, kg/kg		
Concentrate	0.55	0.56
Roughage	1.92	2.31
Total	2.47	2.87

1) ADF low group.

2) ADF high group.

Table 6. Effects of different ADF levels on NDF intake of Hanwoo steers during growing phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No. of heads	15	15
Period, days	190	190
NDF intake, kg/hd		
Concentrate	122.6	135.6
Alfalfa	68.9	-
Tall fescue straw	345.1	-
Timothy hay	-	558.8
Sub-total	414.0	558.8
Total	536.6	694.3
Total NDF intake rate,%	41.19	44.95
NDF conversion, kg/kg		
Concentrate	0.93	0.94
Roughage	3.13	3.88
Total	4.06	4.82

1) ADF low group.
2) ADF high group.

2) 비육전기 비육성적

Table 7은 생후 23개월령까지 비육전기의 비육성적을 나타낸 것이다.

비육전기의 종료시 체중은 대조구와 시험구가 각각 553.6kg과 577.8kg으로 시험구가 24.2kg 더 높은 증체량을 보였다. 시험개시후 330일간의 두당 총 증체량을 보면 대조구와 시험구가 각각 246.5kg와 248.4kg으로 양 구간에 차이가 없었고, 일당증체량에서도 유사한 경향으로 양 구간이 비슷하였다.

두당 농후사료와 조사료 섭취량의 경우, 대조구는 각각 2,148.8kg와 597.6kg였으나 시험구는 각각 2,123.9kg과 560.7kg으로 농후사료 섭취량은 양 구간에 차이가 없었으나, 조사료는 대조구가 시험구보다 6.6%가 더 높은 경향을 나타내었다.

두당 총 사료섭취량에서는 대조구(2,746.4kg)와 시험구(2,684.6kg)간에는 뚜렷한 차이가 없었고, 총 사료요구율은 시험구(10.81)가 대조구(11.14)보다 더 좋아진 경향을 나타내었다.

Table 8에서 보는 바와 같이 두당 농후사료와 조사료중의 ADF섭취량의 경우, 대조구는 각각 233.8kg과 231.1kg이였으나 시험구는 298.6kg와 211.9kg으로 농후사료는 시험구가 대조구에 비하여 27.7%나 높았으며, 조사료는 시험구가 9.8% 증가된 경향을 보였다. 시험구에서 섭취된 ADF는 거의 대부분 농후사료(58.5%)와 티모시 건초(41.5%)로 부터 온 것이다.

두당 ADF섭취량에서는 시험구(510.5kg)가 대조구(464.9kg)보다 9.8%나 높은 경향이었고, 농후사료와 조사료를 합한 총 ADF섭취 비율은 시험구(19.01%)가 대조구(17.01%) 보다 더 높게 나타났다. 그러나 총 ADF요구율은 대조구(1.89)가 시험구(2.05) 보다 더 7.8%가 좋았다.

본 시험에서 ADF섭취 수준을 보면, 당초 시험설계에서 대조구를 15%, 시험구는 17%로 설정하여 시험을 수행하였으나 실제 시험결과는 대조구가 17.01%, 시험구는 19.01%로 전체적으로 시험설계치에 비해서 2% 향상되었고, 대조구와 시험구간에서 예상기대치에 부합하는 결과를 나타내었다.

Table 9에 나타낸 바와 같이 두당 농후사료와 조사료의 NDF섭취량은 대조구가 각각 444.4kg와 388.2kg이었고, 시험구는 461.3kg와 351.3kg으로 양 구간에 차이가 없었고 총 NDF섭취량에서도 양 구간에 차이가 없었다.

또한 농후사료와 조사료를 합한 두당 총 NDF 섭취비율은 30.29%~30.27%범위였고, 총 NDF요구율도 3.37~3.27로 양 구간에 차이가 없었다.

비육전기때의 대조구가 시험구보다 더 높은 증체는 육성기때 저질조사료 급여 및 섭취량 제한에 따른 반응으로 이 시기에 농후사료 섭취량이 크게 늘어나 결과적으로 시험구(248.4kg) 증체량에 버금가는 보상성장(246.5kg)이 이루어진 것을 사료된다.

Drouillard 등(1991)과 Turgeon 등(1985)은 보상성장의 경우 사료제한 기간보다 제한 정도의 차이에 더 영향을 받으며, 육성기 때 성장제한을 작게한 것이 많이한 것 보다 보상성장 단계에서 덜 증체된다고 하였다. 그러나 Coleman과 Evans(1986), Abdalla 등(1988) 강 등(1995)은 빠른 증체의 보상성장이 사료효율이 더 나쁘다고 보고한 결과로 볼 때, 본 시험에서도 대조구가 큰 보상성장은 있었지만 사료효율면에서는 대조구가 약간 더 나빴던 것과 일치하는 경향을 보였다.

이상의 시험결과로 볼 때 비육전기는 대조구가 보상성장으로 더 높은 증체량을 보였고, 총 ADF 및 NDF 섭취 수준은 각각 17.00~19.00%와 30.00% 범위로 나타났다.

Table 7. Effects of different ADF levels on performances of Hanwoo steers during fattening phase.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of Heads	15	15	
Initial age, day(month)	424(14.1)±33.2[4)]	427(14.2)±34.3	0.8909
Final age, day(month)	694(23.1)±27.1	697(23.2)±29.3	0.8100
Period, day	270	270	
Body weight, kg/hd			
Initial weight	307.1±13.2	328.9±14.3	0.1900
Final weight	553.6±12.3	577.8±10.3	0.2136
Total weight gain	246.5±3.2	248.4±6.4	0.9705
Daily gain	0.91±0.01	0.92±0.92	0.8875
Feed intake, kg/hd			
Concentrate	2,148.8	2,123.9	
Alfalfa	55.0	60.0	
Timothy hay		271.8	
Tall fescue straw	542.6	228.9	
Sub-total	597.6	560.7	
Total	2,746.4	2,684.6	
Feed conversion kg/kg			
Concentrate	8.72	8.55	
Roughage	2.42	2.26	
Total	11.14	10.81	

1) ADF low group.
2) ADF high group.
3) Probability of the T test.
4) Mean ± standard error.

Table 8. Effects of different ADF levels on ADF intake of Hanwoo steers during fattening phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	270	270
ADF intake, kg/hd		
Concentrate	233.8	298.6
Alfalfa	17.3	18.9
Tall fescue straw	213.8	90.2
Timothy hay	-	102.9
Sub-total	231.1	211.9
Total	464.9	510.5
Total ADF intake rate,%	17.01	19.01
ADF conversion, kg/kg		
Concentrate	0.95	1.20
Roughage	0.94	0.85
Total	1.89	2.05

1) ADF low group.

2) ADF high group.

Table 9. Effects of different ADF levels on NDF intake of Hanwoo steers during fattening phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	270	270
NDF intake, kg/hd		
Concentrate	444.4	461.3
Alfalfa	22.8	24.8
Tall fescue straw	365.5	154.2
Timothy hay	-	172.3
Sub-total	388.2	351.3
Total	832.6	812.6
Total NDF intake rate,%	30.29	30.27
NDF conversion, kg/kg		
Concentrate	1.80	1.86
Roughage	1.57	1.41
Total	3.37	3.27

1) ADF low group.

2) ADF high group.

3) 비육후기 비육성적

Table 10은 30개월령까지의 비육후기의 비육성적을 나타낸 것이다.

비육후기의 종료시 체중은 시험구와 대조구가 각각 721.4kg, 730.7kg로서 시험구가 현저한 차이는 없었지만 평균 10kg정도 더 높은 증체량을 보였다. 그러나 시험개시 후 255일간의 두당 총 증체량을 보면 대조구와 시험구가 각각 167.9kg와 153.5kg으로 대조구가 더 높은 증체량을 보였고, 일당증체량에서도 대조구(0.66)가 시험구(0.60)보다 10% 더 높은 경향이었다.

두당 농후사료와 조사료 섭취량의 경우, 대조구는 각각 2,207.3kg와 314.1kg였으나 시험구는 각각 1,959.1kg과 302.6kg으로 대조구가 12.7%와 3.80%가 더 높은 경향을 나타내었다. 두당 총 사료섭취량에서는 대조구(2,521.4kg)가 시험구(2,261.8kg)보다 11.5%가 더 높았지만, 총 사료요구율은 대조구(15.02)와 시험구(14.74) 양 구간에 차이가 없었다.

Table 11에서 보는 바와 같이 농후사료와 조사료의 두당 ADF섭취량의 경우, 대조구가 각각 205.1kg와 123.8kg였으나 시험구는 각각 182.0kg과 119.2kg으로 양 구간에 뚜렷한 차이는 없었으나, 두당 총 ADF섭취량은 대조구(328.8kg)가 시험구(301.2kg)보다 9.2% 더 높은 경향이었다.

농후사료와 조사료를 합한 총 ADF 섭취비율은 대조구(13.04%)와 시험구(13.67%)로 양 구간에 차이가 없었고, 총 ADF요구율에서도 1.96~1.97로 거의 같았다.

비육후기의 ADF섭취 수준은 당초 시험설계에서 대조구와 시험구를 동일하게 13%로 설정하여 시험을 수행하였으나, 본 시험에서도 대조구와 시험구가 각각 13.04%와 13.67%로 당초 설정수준과 일치하였다.

Table 12에서 보는 바와 같이 두당 농후사료와 조사료 NDF섭취량의 경우, 대조구가 각각 356.0kg와 211.6kg였으나 시험구는 각각 316.0kg과 203.8kg으로 대조구가 각각 12.7%와 3.8% 더 많은 섭취량을 보였다. 총 NDF섭취량은 대조구(567.6kg)가 시험구(519.8kg)보다 9.2% 더 높은 경향을 보였다. 그러나 농후사료와 조사료를 합한 총 NDF섭취율은 대조구(22.51%)와 시험구(22.28%)간에는 양 구간에 차이가 없었고, NDF요구율에서도 거의 차이가 없었다.

이처럼 대조구가 시험구에 비하여 증체량과 사료섭취율의 증가로 볼 때 비육전기

부터 비육후기까지 보상성장이 지속된 것으로 여겨진다.

김 등(2006)은 거세한우 대한 티머시건초와 볏짚급여 비교 비육시험에서 비육후기 때 일당증체량은 육성기와 비육전기와는 다르게 볏짚급여구(0.57kg)가 티머시건초 급여구(0.53kg)보다 더 높은 증체량을 나타냈다는 보고와 본 시험의 결과와는 일치하였다. Hicks 등(1990)은 거세우가 비육종료에 도달하면 건물섭취량이 감소하거나 체지방이 32%에 가까워지면 건물섭취량은 급격히 떨어진다고 하였다(Hyer 등, 1986) ; 백 등(1986, 1993 ; Fox 등,1984). 비육후기의 증체에서 육성기와 비육전기 때에 농후사료를 적게 급여한 구가 체지방 축적율이 더 높아진다고 보고하였다(신 등,2002).

이상의 결과로 볼 때, 대조구가 비육후기까지 지속적인 보상성장이 이루어졌음에도 불구하고 출하체중이 시험구(730.7kg)가 대조구(721.4kg)보다 더 높았던 것은 육성기의 양질조사료 급여에 따른 증체효과가 보상성장의 증체효과보다 더 크게 영향을 미친 것으로 판단된다. 비육후기의 총 ADF와 NDF섭취 수준은 각각 13.00 %, 22.00% 범위에 있었다.

Table 10. Effects of different ADF levels on performances of Hanwoo steers during finishing phase.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > |t| [3)]
No. of Heads	15	15	
Initial age, day(month)	694(23.1)±27.1[4)]	697(23.2)±29.3	0.8100
Final age, day(month)	949(31.6)±23.0	952(31.7)±20.1	0.7918
Period, day	255	255	
Body weight, kg/hd			
Initial weight	553.6±12.3	577.3±10.3	0.2136
Final weight	721.4±25.7	730.7±18.5	0.7484
Total weight gain	167.9±13.5	153.5±11.6	0.4638
Daily gain	0.66±0.10	0.60±0.10	0.4233
Feed intake, kg/hd			
Concentrate	2,207.3	1,959.1	
Alfalfa			
Timothy hay			
Tall fescue straw	314.1	302.6	
Sub-total	314.1	302.6	
Total	2,521.4	2,261.8	
Feed conversion, kg/kg			
Concentrate	13.15	12.77	
Roughage	1.87	1.97	
Total	15.02	14.74	

1) ADF low group.
2) ADF high group.
3) Probability of the T test.
4) Mean ± standard error.

Table 11. Effects of different ADF levels on ADF intake of Hanwoo steers during finishing phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	255	255
ADF intake, kg/hd		
Concentrate	205.1	182.0
Alfalfa		
Tall fescue straw	123.8	119.2
Timothy hay		
Sub-total	123.8	119.2
Total	328.8	301.2
Total ADF intake rate,%	13.04	13.67
ADF conversion, kg/kg		
Concentrate	1.22	1.19
Roughage	0.74	0.78
Total	1.96	1.97

1) ADF low group.

2) ADF high group.

Table 12. Effects of different ADF levels on NDF intake of Hanwoo steers during finishing phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	255	255
NDF intake, kg/hd		
Concentrate	356.0	316.0
Alfalfa		
Tall fescue straw	211.6	203.8
Timothy hay		
Sub-total	211.6	203.8
Total	567.6	519.8
Total NDF intake rate,%	22.51	22.28
NDF conversion, kg/kg		
Concentrate	2.12	2.06
Roughage	1.26	1.33
Total	3.38	3.39

1) ADF low group.
2) ADF high group.

4) 전 비육기간 비육성적

Table 13은 생후 7.8개월부터 31.6개월까지 전 비육기간 동안의 비육성적을 나타낸 것이다. 비육개시시 체중은 양 구간에 174.7kg으로 비슷하였으나 대조구와 시험구의 종료시 체중은 각각 721.4kg와 730.7kg으로 나타났다.

비육 전기간(715일간)동안의 총 증체량과 일당증체량은 시험구(각각 555.9kg, 0.78kg)가 대조구(각각 546.8kg, 0.76kg) 보다 더 높은 증체량을 나타내었다(P>0.0580).

두당 농후사료와 조사료 섭취량의 경우, 대조구는 각각 4,980.4kg과 1,590.8kg였으나 시험구는 각각 4,541.7kg과 1,739.5kg으로 농후사료 섭취량은 대조구(9.7%)가, 조사료 섭취량은 시험구(9.3%)가 더 높은 섭취량을 나타내었다.

두당 총 사료섭취량에서는 대조구(6,571.2kg)가 시험구(6,281.1kg)보다 뚜렷한 차이는 없었지만 시험구가 다소 높은 경향이었고, 총 사료요구율은 대조구(12.02)가 시험구(11.30)보다 6.4%가 나빴다.

Table 14에서 보는 바와 같이 전 비육기간의 농후사료와 조사료중의 두당 ADF섭취량은 대조구가 각각 528.4kg와 609.2kg이었으나 시험구는 각각 481.9kg과 662.6kg이었으나 두당 총 ADF섭취량은 양 구간에 차이가 없었다. 농후사료와 조사료를 합한 두당 총 ADF섭취율에서는 시험구(18.22%)가 대조구(17.30%)보다 5.3% 더 높은 경향이었고, ADF요구율에서는 양 구간에 차이가 없었다.

Table 15에 나타낸 바와 같이 전 비육기간의 두당 농후사료와 조사료의 NDF섭취량은 대조구가 각각 937.3kg와 1,013.8kg였으나 시험구는 각각 854.7kg와 1,110.5kg으로 나타났다. 두당 총 NDF섭취량은 대조구(1,951.1kg)와 시험구(1,965.2kg)간에 차이가 없었다. 그러나 농후사료와 조사료를 합한 두당 총 NDF섭취율은 시험구(31.21%)가 대조구(29.71%)보다 뚜렷한 차이는 없었지만 더 높은 경향이었고, NDF요구율은 양 구간에 차이가 없었다.

비육 전기간에서 총 사료섭취량 및 ADF, NDF섭취량이 시험구가 더 높은 섭취량은 육성기때에 양질의 조사료를 다급시킨 결과로 생각된다.

김 등(2006)은 거세한우에 대한 볏짚과 티머시건초의 비교시험에서 개시체중은 200.1kg(7개월)으로 비슷하였으나 비육후기(30개월)의 종료체중은 각각 761.3kg과 799.6kg으로, 총 증체량은 볏짚급여구가 561.2kg, 티머시건초 급여구는 598.5kg이었

다는 보고가 있었고, 이 등(2006)은 거세한우 시험에서 13개월령의 330.4kg, 22개월령 561.4kg, 30개월령 749.1kg였다는 연구보고와 비교해 볼 때 본 시험의 결과보다 더 높은 증체량으로 다소 차이가 있었다.

이상의 시험결과를 종합해보면 비육전기와 후기에는 ADF수준에 따른 영향은 없었지만 육성기 사양에서 조사료의 경우 ADF, NDF 적정수준 및 양질조사료 다급은 배통 만들기를 통하여 총 건물섭취량을 최대로 높혀주어 증체량을 개선시키는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

따라서 본 시험의 결과만으로 볼 때 비육단계별 두당 총 ADF와 NDF섭취수준은 육성기가 각각 25.00~27.00%, 41.00~45.00%정도, 비육전기는 각각 17.00~19.00%, 30.00~25.00%정도, 비육후기는 각각 13.00%, 23.00% 정도이다. 또한 비육 전기간 동안의 두당 총 ADF와 NDF섭취 수준은 17.00~18.00%, 30.00~31.00% 정도로 나타났다. 이와 같은 시험결과는 비육우 대한 최초의 ADF와 NDF의 기초자료를 확보에 큰 의미가 있으며, 향후 농가 자가사료 및 TMR 사료제조에 기여할 것으로 판단된다.

Table 13. Effects of different ADF levels on performances of Hanwoo steers during overall experimental period.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of Heads	15	15	
Initial age, day(month)	234(7.8)±39.2[4)]	237(7.9)±38.9	0.9575
Final age, day(month)	949(31.6)±13.0	952(31.7)±20.1	0.1918
Period, day	715(23.8)	715(23.8)	
Body weight, kg/hd			
Initial weight	174.7±40.2	174.8±30.3	0.1900
Final weight	721.4±25.7	730.7±8.5	0.7484
Total weight gain	546.8±16.6	555.9±29.7	0.8016
Daily gain	0.76±0.13	0.78±0.08	0.9793
Feed intake, kg/hd			
Concentrate	4,980.4	4,541.7	
Afalfa	221.7	60.0	
Timothy hay		1,153.0	
Tall fescue straw	1,369.1	526.4	
Sub-total	1,590.8	1,739.5	
Total	6,571.2	6,281.1	
Feed conversion, kg/kg			
Concentrate	9.11	8.17	
Roughage	2.91	3.13	
Total	12.02	11.30	

1) ADF low group.
2) ADF high group.
3) Probability of the T test.
4) Mean ± standard error.

Table 14. Effects of different ADF levels on ADF intake of Hanwoo steers during overall experimental period.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	715	715
ADF intake, kg/hd		
Concentrate	528.4	481.9
Alfalfa	69.7	18.9
Tall fescue straw	539.4	207.4
Timothy hay		436.3
Sub-total	609.2	662.6
Total	1,137.6	1,144.5
Total ADF intake rate,%	17.30	18.22
ADF conversion, kg/kg		
Concentrate	0.97	0.87
Roughage	1.11	1.19
Total	2.08	2.06

1) ADF low group.

2) ADF high group.

Table 15. Effects of different ADF levels on NDF intake of Hanwoo steers during overall experimental period.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	715	715
NDF intake, kg/hd		
Concentrate	937.3	854.7
Alfalfa	91.7	24.8
Tall fescue straw	922.1	354.6
Timothy hay		731.1
Sub-total	1,013.8	1,110.5
Total	1,951.1	1,965.2
Total NDF intake rate,%	29.71	31.21
NDF conversion, kg/kg		
Concentrate	1.71	1.54
Roughage	1.85	2.00
Total	3.56	3.54

1) ADF low group.
2) ADF high group.

나. 사료중의 ADF수준 차이가 도체성적, 이화학적 특성 및 지방산 조성에 미치는 영향

1) 도체성적

Table 16은 시험종료에 따라 24시간 절식 후 동아LPC(주)로 운송한 다음 도축하여 1일간 냉장처리 후 축산물 등급판정 기준(2006)에 따라 도체등급 판정결과이다.

출하체중은 대조구와 시험구가 721.4kg와 730.7kg이었고, 냉도체중은 409.5kg와 411.09kg(평균 410kg)으로 시험구에서 2kg이 더 높았다.

육량형질의 경우 등지방 두께는 통계적인 유의차는 없었지만(P>0.3020), 대조구가 17.53mm, 시험구가 14.23mm로서 시험구가 23%가 얇아져 상당히 의미가 있는 것으로 사료되며, 배최장근 단면적에서는 88.87~88.63cm^2로 양 구간에는 차이가 없었다. 육량지수에서 시험구(61.94)가 대조구(60.92)보다 다소 증가된 경향이었다. 육량등급(A등급:1, B등급:2, C등급:3)으로 환산하였을 때 시험구는 2.50, 대조구는 2.60으로 시험구가 약간 향상된 경향을 보였다.

한편 육질형질의 경우 Marbling Score(근내지방도)를 1~9단계로 구분할 때 시험구가 5.50, 대조구(5.13)보다 7.21%가 더 높아 유의차는 없었으나(P>0.4791) 시험구의 육질이 크게 개선된 것으로 사료된다. 육색, 지방색은 양 구간에 차이가 없었지만 조직감은 시험구(1.26)으로 대조구(1.33)에 비하여 5.2%가 향상되었다. 또한 육질등급(1++등급:0.01, 1+등급:0.1, 1등급:1, 2등급:2)으로 환산하였을 때, 육질등급은 대조구가 0.88였으나 시험구는 0.66으로 시험구가 대조구보다 25%나 육질이 개선효과가 있었으나 통계적인 유의성은 없었다(P>0.4526).

Kang 등(2001)은 거세한우를 공시하여 6개월령 부터 24개월령까지 조사료를 23.3, 33.5 및 40.3% 비율로 비육시에 근내지방도는 40.3% 급여구가 가장 높았다는 보고와, 안 등(2002)은 육성기에 조사료를 44% 수준으로 급여할 때 배최장근 단면적(86.8cm^2)과 등지방 두께(9.0mm) 및 근내지방도가 넓어지거나 얇아져 근내지방도가 향상되었다고한 보고와 비교해 볼 때 본 시험의 결과와 일치하였다.

또한 강 등(1995)은 비육전기에 농후사료를 체중의 1%로 급여시가 자유채식구보다 근내지방도와 육질등급이 높다고 하였고, Chung 등(1994)은 배최장근 단면적은 농후

사료를 가장 적게 섭취한 처리구가 가장 높게 나타났다고 하였다. 그리고 비육우의 육량 및 육질은 유전적인 요인에 따라 달라질 수있지만 사양조건(환경적요인)과도 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 왔다(Crouse 등, 1989). 그러나 백 등(1993)은 조사료 종류에 따른 한우 비육우 시험에서 육성기에 목건초를 급여한 것과 볏짚을 급여한 것 간에는 근내지방도, 조직감 및 육질등급에서 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다는 상반된 보고도 있었다.

이외에도 대체로 비육기간이 길어질수록 근내지방도(Harrison 등, 1978)와 육질등급(Campion 등, 1975; 西野, 1976; 정 등, 2003; Zinn 등, 1970; Field, 1971; Dolezal 등, 1982)과 연도(Zinn 등, 1970; Epley 등, 1968)가 증가한다고 보고하였다. 그러나 비육기간을 연장하는 만큼의 효율적인 도체형질의 개선효과를 기대하기가 어려울 수도 있으며, 오히려 등지방 두께와 같은 형질은 더욱 불리해질 수도 있다고 설명하면서, 비육기간 연장에 따른 개선효과를 높이기 위해서는 유전적 도체형질의 최대 발현시기를 파악하는 것이 매우 중요하다고 하였다(Duckett 등, 1993; May 등, 1992; Van Koevering 등, 1995).

이상의 본 시험의 결과로 볼 때 육성기 때 양질조사료의 다급과 ADF, NDF의 적정 수준은 도체성적에 크게 영향을 주어 등지방 두께를 얇게하고, 마블링 스코어 등 육질형질을 개선시킨 것으로 판단되었다. 그러나 본 시험의 육성기 개시시기가 무더운 여름철로서 사육환경 관리 등을 고려할 때 시험결과에 대한 재현성 구명을 위해서는 추가적인 보완시험이 필요할 것으로 사료된다.

Table 16. Effects of different ADF levels on carcass characteristics of Hanwoo steers.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of heads	15	15	
Marketing wt, kg	721.4±25.7[4)]	730.7±18.5	0.7447
Chiled carcass wt, kg	409.5±19.3	411.1±10.1	0.9464
Yield traits			
Backfat thickness,㎜	17.53±1.88	14.23±2.06	0.3020
Longissmus muscle area,㎠	88.87±2.85	88.63±1.70	0.9388
Yield index	60.92±2.23	61.94±1.09	0.7042
Yield grade[5)]	2.60±0.33	2.50±0.15	0.6197
Quality traits			
Marbling score[6)]	5.13±0.37	5.50±0.29	0.4791
Meat color[7)]	5.00±0.00	5.00±0.00	1.0000
Fat color[8)]	3.00±0.00	3.00±0.00	1.0000
Texture[9)]	1.33±0.17	1.26±0.14	0.3930
Maturity[10)]	2.27±0.48	2.08±0.65	0.9673
Quality grade[11)]	0.88±0.61	0.66±0.38	0.4526

1) ADF low group.
2) ADF high group.
3) Probabilty of the T test.
4) Mean± standard error.
5) converted to numeric: grade A = 1, B = 2, and C= 3.
6) 9 = the most abundant, 1 = devoid.
7) 7 =dark red, 1 = bright.
8) 7 = yellowish, 1 = white.
9) 3 = Coarse, 1 = fine.
10) 9 = mature, 1 = youthful.
11) converted to a numeric : grade 1^{++} = 0.01, 1^{+} = 0.1, 1 = 1, 2 = 2.

2) 도체의 이화학적 특성 및 지방산조성

도체의 이화학적 특성과 지방산 조성의 결과는 Table 17, 18과 같다.

Table 17에서 보는 바와 같이 수분은 62.63~62.64%, 단백질은 19.69~19.23%, 지방은 16.58~16.66%, 회분은 0.83~0.81%로 양 구간에 차이가 없었다. 전단력는 시험구가 3.75이였으나 대조구는 3.97로 대조구가 5.9% 높은 경향이었고, 가열감량은 대조구와 시험구는 22.90~22.41% 정도였다. 대체로 전단력의 수치가 클수록 질기며, 가열감량은 클수록 감량이 많고, 보수력은 높을수록 좋음을 의미하는 바, 본 시험에서도 다소 개선된 경향을 보였다. pH는 모든 처리구에서 5.59~5.60 범위였고, 보수력에서도 56.28~56.55%로서 양 구간에 차이가 없었다. 또한 육색에서 명도를 나타내는 L값은 39.90~40.46이었고, 적색도를 나타내는 a값은 22.33~21.28이었고, 황색도를 나타내는 b값은 10.39~9.76의 범위로서 처리구간에 거의 차이가 없었다.

小堤 등(1985), Savell 등(1986), Cameron 등(1994) 및 이 등(2004)의 연구결과에 따르면 도체의 이화학적 성분은 근내지방 함량과 근내지방도는 육질등급과 밀접한 관계가 있으며, 근내지방 함량과 근내지방도는 육질등급이 높을수록 조지방 함량은 증가하고 수분함량은 감소하며, 조단백질 함량도 감소한다는 보고와 본 시험의 결과와는 다소 차이가 있었다.

또 다른 연구에서 小堤(1994)는 육질등급, 근내지방도 간에는 정(+)의 상관이 있고, 육질등급이 높을수록 근내지방도가 높으며, 육질등급이 높을수록 가열감량이 적다고 하였다. 김 등(1996)은 거세한우 비육시험에서 20, 22 및 24개월령 도축시 도체의 수분함량은 각각 70.84, 67.96, 67.26%이었고, 조지방 함량은 각각 6.81, 10.08, 11.18%로 크게 증가되었으며 보수력과 연도 및 저작성은 도축월령이 길수록 좋아졌다고 보고하였다. 그리나 육색은 육색소인 myoglobin이 육 색소내의 산소유무에 크게 영향을 받고, 육 조직 내 효소활동, 저장온도, 미생물 오염도 및 pH 그리고 사료등에 따라 다르다고 하였다(Lawrie, 1985 ; Dugan 등, 1999).

본 시험의 결과로 볼 때, 비육단계별 ADF, NDF수준 및 양질의 조사료 급여가 거세한우육의 이화학적 특성(일반성분, pH, 보수력, 육색)에는 영향을 미치지 않는 것으로판단된다.

Table 17. Effects of different ADF levels on physico-chemical characteristics in longissimus muscle of Hanwoo steers.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of carcasses	15	15	
Moisture, %	62.63±0.54[4)]	62.64±0.37	0.9808
Crude fat,%	16.58±0.78	16.66±0.95	0.9297
Crude protein, %	19.69±0.41	19.23±0.49	0.4142
Crude ash,%	0.83±0.02	0.81±0.09	0.3603
Shear force value	3.97±0.50	3.75±0.59	0.7011
Cooking loss,%	22.90±1.77	22.41±2.18	0.8415
WHC,%	56.28±1.44	56.55±1.52	0.9060
pH	5.59±0.02	5.60±0.03	0.7247
Hunter L[5)]	39.90±0.19	40.46±0.61	0.0681
a[5)]	22.33±0.90	21.18±0.71	0.0620
b[5)]	10.39±0.76	9.76±0.60	0.0561

1) ADF low group.
2) ADF high group.
3) Probabilty of the T test.
4) Mean ± standard error.
5) L = lightness, a = redness, b= yellowness.

Table 18은 등심부위의 지방산 조성을 나타낸 것으로, 구성비율에서 C18:1(Oleic acid)이 44.07~44.63%로 가장 많았고, 그 다음으로 C16:0(Palmitic acid)가 30.00~29.09%이었다. C18:0(Stearic acid)는 11.56~11.59%으로 양 구간에 차이가 없었다. 또한 C16:1(Palmitoleic acid)은 4.24~4.12%이었고, C18:2(Linoleic acid)은 3.27~3.94%, C20:0(Arachidic acid)은 2.90~2.74% 범위였다.

전체 포화지방산(Saturated fatty acid, SFA)은 47.81~46.73%이였고, 불포화지방산(Unsaturated fatty acid, UFA)은 52.19~53.27%이었다. 또한 MUFA(Mono- saturated fatty acid)는 시험구가 49.20%, 대조구는 48.79%이었고, UFA/SFA비율에서도 시험구가 1.14로서 약간 높은 경향이었으나 유의차는 나타나지 않았다(P>0.8416).

西野(1976)는 흑모화종의 지방산은 Oleic acid로서 34~45%로 가장 많으며 그 다음으로 Palmitic acid, Stearic acid이며 이들 세 가지의 지방산이 전체의 약 80% 정도라고 하였고, 송 등(2000)은 거세한우육의 지방산 비율은 Palmitic acid($C_{16:0}$), Stearic acid($C_{18:0}$) 및 Oleic acid($C_{18:1}$)가 가장 많은 비율을 차지한다고 하였다. 또한 지방산 조성은 육질등급이 좋을수록 올레인산(C18:1), 불포화 지방산 및 단가 불포화 지방산 비율이 높고, 등급이 낮을수록 리놀산(C18:2), 다가불포화 지방산 및 포화 지방산 비율이 높았다는 보고(정 등,2003)와 본 시험의 결과와 일치하였다.

또 다른 연구결과로 쇠고기 맛은 Oleic acid의 증가가 향상시키고 불포화 지방산의 비율은 맛과 비례한다고 하였으며(常石 등,1987), 지방산 조성은 사료급여 형태(Sumida 등, 1972; Rumsey 등, 1972; Skelley 등, 1973)에 따라 달라지며, 출하 월령이 늦어질수록 불포화 지방산이 증가하고, 포화 지방산은 감소한다고 보고하였다(Hornstein 등,1967). 또한 고기의 관능검사와 지방산의 관련 설명에서 Stearic acid, Palmitic acid 및 포화 지방산의 비율과는 부(-)의 상관관계를 가지며, Oleic acid와는 정(+)의 상관관계가 있다고 보고하였다(Westerling 등, 1979).

본 시험의 지방산 결과로 볼 때 육질등급이 높은 시험구가 미미하지만 불포화지방산이 약간 증가된 경향이였고, 양질조사료 및 ADF, NDF수준 차이는 육의 지방산 조성에 거의 영향을 미치지 않았다.

Table 18. Effects of different ADF levels on fatty acid composition in longissimus muscle of Hanwoo steers.

Fatty acid, %	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
	15	15	
C14:0	2.64 ± 0.15	2.53 ± 0.14	0.5813
C14:1	0.48 ± 0.08	0.45 ± 0.06	0.6953
C16:0	30.00 ± 0.61	29.09 ± 0.72	0.0659
C16:1	4.24 ± 0.22	4.12 ± 0.21	0.8104
C17:0	0.71 ± 0.02	0.78 ± 0.03	0.2110
C18:0	11.56 ± 0.49	11.59 ± 0.47	0.9498
C18:1	44.07 ± 0.99	44.63 ± 0.98	0.7970
C18:2	3.27 ± 0.39	3.94 ± 0.29	0.2339
C18:3	0.13 ± 0.02	0.13 ± 0.01	0.8149
C20:0	2.90 ± 0.36	2.74 ± 0.30	0.4421
SFA[5)]	47.81 ± 1.19	46.73 ± 1.05	0.5793
MUFA[6)]	48.79 ± 1.17	49.20 ± 1.06	0.9246
UFA[7)]	52.19 ± 1.19	53.27 ± 1.05	0.4941
M/S[8)]	1.02 ± 0.05	1.05 ± 0.04	0.6158
U/S[9)]	1.09 ± 0.05	1.14 ± 0.05	0.8416

1) ADF low group.
2) ADF high group
3) Probabilty of the T test.
4) Mean± standard error.
5) Saturated fatty acids($C_{12:0}$+$C_{14:0}$+$C_{16:0}$+$C_{18:0}$+$C_{20:0}$)
6) Mono-Unsaturated fatty acids($C_{16:1}$+$C_{18:1}$+$C_{20:1}$)
7) Unsaturated fatty acids.
8) Mono-Unsaturated fatty acids / Saturated fatty acid.
9) Unsaturated fatty acid / Saturated fatty acid.

다. 사료중의 ADF수준 차이가 비육단계별의 혈액성상에 미치는 영향

Table 19는 비육기간 동안의 혈액성상을 나타낸 것이다.

육성기, 비육전기 및 비육후기에 혈액성상은 Glucose의 경우는 대조구와 시험구가 각각 73.00, 71.33 및 78.64mg/dℓ와 71.17, 71.57 및 79.00mg/dℓ이었고, BUN는 14.37, 15.03 및 14.04mg/dℓ와 14.37, 14.73, 13.46mg/dℓ이었다. 또한 Total cholesterol의 경우 대조구와 시험구는 각각 113.10, 140.94 및 185.50mg/dℓ와 104.70, 132.20 및 177.00mg/dℓ으로 양 구간에 모두 뚜렷한 차이가 없었으며, 비육이 진행됨에 따라 점진적으로 약간 증가하는 경향을 보였다.

GOT의 경우, 대조구와 시험구는 각각 48.73, 85.20 및 60.43u/ℓ와 48.47, 81.40 및 53.93u/ℓ으로 양 구간에 차이가 없었고, 육성기 부터 점차 증가하여 비육전기에 가장 높았다가 그 이후 감소하는 경향이었다. 그러나 GPT의 경우에는 양 구간에도 차이가 없었을 뿐만 아니라 비육 진행도에 상관없이 차이가 없었다.

안 등(2000)은 거세한우에 대한 조사료 급여수준에서 체중 180kg일 때는 Total cholesterol은 128.0~129.50mg/dℓ, Glucose는 73.78~76.57mg/dℓ이었고, 체중 600kg일 때 Total cholesterol은 144.3~159.0mg/dℓ, Glucose는 63.5~70.5mg/dℓ의 범위에 있다는 보고와 본 시험의 결과는 일치하였다.

또한 이 등(1997)은 Total cholesterol의 경우 19개월령 부터 체지방 합성이 활성화되는 시기에 매우 높아진다고 하였고, 丸山 등(1997)은 일본 흑모화종에게 비육전기, 비육중기, 비육후기에 조사료를 40, 20, 10% 비율로 급여할 때 총콜레스테롤은 각각 134.4, 128.0 및 135.7mg/dℓ였으며 글루코스는 83.7, 69.0 및 70.2mg/dℓ라고 보고하였다.

본 시험의 혈액성상을 볼 때, 총 콜레스테롤과 글루코스는 각각 104.70~185.50mg/dℓ, 71.17~79.00mg/dℓ정도였고, GOT, GPT 및 BUN은 각각 48.47~85.20u/ℓ, 18.00~27.16mg/dℓ, 13.46~15.03mg/dℓ 범위로서 일정한 경향은 없었고, 양 구간에 차이가 없었다. 이는 조사료 및 ADF수준에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

Table 19. Effects of different ADF levels on biochemical indexes in plasma of Hanwoo steers for each period.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of Heads	15	15	
Growing Period			
Glucose, mg/dℓ	73.00±3.45[4)]	71.17±3.73	0.9209
GOT[5)], u/ℓ	48.73±3.81	48.47±2.21	0.7182
GPT[6)], mg/dℓ	27.16±1.82	26.60±3.20	0.8802
BUN[7)], mg/dℓ	14.37±1.03	14.37±3.94	0.2952
Total cholesterol,mg/dℓ	113.10±9.99	104.70±8.03	0.7707
Fattening Period			
Glucose, mg/dℓ	71.33±2.03	71.57±2.61	0.9428
GOT, u/ℓ	85.20±4.39	81.40±3.87	0.5213
GPT, mg/dℓ	18.67±0.84	18.00±0.57	0.5157
BUN, mg/dℓ	15.03±0.66	14.73±0.77	0.7136
Total cholesterol,mg/dℓ	140.94±11.76	132.20±13.32	0.1066
Finishing Period			
Glucose, mg/dℓ	78.64±3.66	79.00±4.98	0.1060
GOT, u/ℓ	60.43±7.26	53.93±7.73	0.2681
GPT, mg/dℓ	20.21±0.83	20.79±0.95	0.6538
BUN, mg/dℓ	14.04±0.64	13.46±0.71	0.4542
Total cholesterol,mg/dℓ	185.50±9.14	177.00±10.09	0.1101

1) ADF low group.
2) ADF high group.
3) Probabilty of the T test.
4) Mean± standard error.

4. 요 약

본 연구는 거세한우의 비육능력 및 육질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 한우송아지 30두를 공시하여 비육단계별에 따라 육성기, 비육전기 및 비육후기에 사료중의 ADF수준을 대조구는 18-15-13%, 시험구는 20-17-13%으로 구분하여 비육능력, 도체능력, 이화학적 특성과 지방산 조성 및 혈액성상을 조사하였다.

1. 육성기의 증체량은 대조구와 시험구가 각각 307.1kg와 319.0kg으로 시험구가 8.91% 더 높은 증체량을 보였다(P>0.6302), 일당증체량에서 대조구의 0.70kg보다 시험구가 0.76kg으로 더 높은 증체량을 나타내었다(P>0.5020).

2. 비육종료시 체중은 대조구와 시험구가 각각 721.4kg와 730.7kg이었으며, 총 증체량은 대조구(546.8kg)보다 시험구(555.9kg)으로 9.1kg 더 증체되었다. 일당증체량과 사료요구율은 대조구가 0.76kg, 12.02였고, 시험구는 0.78kg, 11.30으로 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

3. 비육 전기간 동안의 두당 총 농후사료와 조사료 섭취량은 대조구가 각각 4,980.4kg, 1590.8kg였으나, 시험구는 4,541.7kg, 1,739.5kg로서 시험구가 대조구보다 조사료섭취량이 9.3%의 더 많았다. 그러나 총 사료섭취량은 대조구(6,571.2kg)가 시험구(6,281.1 kg)보다 더 높은 경향을 나타내었다.

4. 평균 도체중은 대조구가 409.5kg, 시험구는 411.1kg으로 양 구간에 차이가 없었다. 등지방 두께와 조직감은 대조구(각각 17.53mm, 1.33)보다 시험구(각각 14.23mm, 1.26)로 얇아지거나 좋아지는 경향을 나타내었다(P>0.3020, P>0.3930). 육질등급에서는 대조구가 0.88, 시험구가 0.66으로 대조구에 비하여 시험구가 25%가 육질이 개선되는 경향을 나타내었으나 통계적인 유의차는 없었다(P>0.4526). 도체의 이화학적 특성 및 지방산조성은 양 구간에 뚜렷한 차이는 없었다.

5. 비육단계별 혈액성상은 총 콜레스테롤과 글루코스는 각각 104.70~185.50mg/dℓ,

71.17~79.00mg/dℓ이었고, GOT, GPT 및 BUN은 각각 48.47~85.20u/ℓ, 18.00~27.16 mg/dℓ, 13.46~15.03mg/dℓ 범위에 있었고, 일정한 경향은 없었다.

따라서 이상의 본 시험을 종합해 볼 때, 거세한우의 비육단계별에 따라 총 사료중의 ADF 및 NDF 섭취수준은 육성기가 각각 25.00~27.00%, 41.00~45.00%, 비육전기는 17.00 ~19.00%, 30.00%, 비육후기는 13.00%, 22.00% 정도가 적당한 것으로 판단된다. 또한 육성기때 총 사료중의 ADF, NDF수준 조정 및 양질 조사료를 다급하면 증체량, 섭취량 및 육질등급을 어느 정도 개선시킬 수 있을 것으로 사료된다.

제 2절 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준차이가 거세한우의 육질에 미치는 영향

1. 서 론

한우의 고급육생산은 1993년 UR 농축산물 협상이 타결되면서 수입쇠고기와의 차별화를 위해 꾸준히 제기되어 온 것이며 또한 한우가 살아남기 위한 유일한 수단으로 인식되어 왔다.

더욱이 최근 한·미FTA 출범을 계기로 한우쇠고기의 고품질화는 더욱 절실하게 되었다. 그 동안 정부 및 연구소와 대학에서도 고급육생산을 위한 많은 투자와 기술개발을 수행해 온 것이 사실이다.

그러나 아직 한우 특성에 맞게 효율적인 고급육을 생산하기에는 축척된 자료가 미흡하다. 또한 90년대 이후 한우는 많은 유전적인 형질의 개량이 이루어져 왔으며 외형적으로는 체구의 변화가 두드러지게 나타났다. 이와같은 변화된 유전형질을 최대로 발현시켜 생산성을 높일 수 있는 기술의 개발도 시급히 요구되는 사항이다.

일반적으로 비육우의 비육능력은 비육단계별로 급여하는 사료의 영양소 수준에 크게 영향을 받는다.

특히 육성기와 비육전기에 단백질수준을 높이면 증체량과 지육중량이 증가하고 배최장근 단면적과 근내지방도가 높아지는 것으로 알려져 있으며(Byers와 Moxon 1980. 丸山, 1994. 增山, 1997), 증체량과 사료요구율이 개선되고, 등지방두께가 현저히 감소되는 것으로도 알려지고 있다(Martin 등, 1979. Perry, 1983. Rossi 등, 2000).

따라서 본 연구는 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준 차이가 한우 거세우에 비육능력 및 도체 특성에 미치는 영향을 구명함으로써 농가 소득증대에 이바지 하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 시험동물 및 시험설계

공시축은 번식농가에서 자체 생산한 평균 5.3개월령(평균체중 135.6kg)의 송아지 30두를 공시하였으며, 처리구는 대조구와 시험구로 나누고 월령과 체중을 고려하여 각 처리구당 세우리로 하여 우리 당 5두씩 배치하였다.

나. 시험기간 및 장소

본 시험은 2004년 6월 16일부터 2006년 11월 6일까지 총 773일 동안 김해소재 기태농장에서 실시하였다.

다. 시험사료

본 시험은 비육단계를 육성기(13개월령까지), 비육전기(14~22개월령) 및 비육후기(23~30개월령)로 구분하여 농후사료는 대조구의 경우 K사료회사의 일반시판사료를 이용하였고, 시험구는 시험목적에 따른 비육단계별 단백질 수준(16-15-14%)에 부합하는 배합사료를 주문 생산하여 사용하였다. 단 TDN수준은 비육단계별로 68, 70 및 72%로 처리구간 동일하게 적용하였다.

조사료는 대조구 및 시험구 다 같이 티모시건초, 톨페스큐 스트로우를 사용하였으며 시험사료의 화학적 조성은 Table 1, 2 및 3에 제시한 바와 같다.

Table 1. Chemical composition of concentrates(control)

Composition	Concentrates		
	Growing	Fattening	Finishing
	%, as fed basis		
Moisture	11.88 ± 0.18[1)]	11.81 ± 0.24	12.46 ±0.17
Crude protein	15.31 ± 0.07	13.03 ± 0.16	12.29 ± 0.09
Crude fat	3.02 ± 0.04	3.13 ± 0.03	3.06 ± 0.04
Crude fiber	7.19 ± 0.21	6.21 ± 0.23	5.20 ± 0.06
Crude ash	5.43 ± 0.06	5.23 ± 0.16	5.56 ± 0.05
NFE	57.17 ± 0.10	60.19 ± 0.16	61.43 ± 0.23
Ca	0.97 ± 0.03	0.87 ± 0.03	0.69 ± 0.02
P	0.50 ± 0.00	0.42 ± 0.01	0.39 ± 0.01
ADF	11.90 ± 0.32	10.80 ± 0.10	8.75 ± 0.22
NDF	27.29 ± 0.80	23.87 ± 0.30	21.14 ± 0.29
TDN[1)]	68	70	72

1) Mean ± standard error.

2) Calculated.

Table 2. Chemical composition of concentrates(treatment)

Composition	Concentrates		
	Growing	Fattening	Finishing
	%, as fed basis		
Moisture	12.04 ± 0.25[1)]	12.37 ± 0.20	12.45 ± 0.12
Crude protein	16.33± 0.07	15.86 ± 0.18	14.69 ± 0.09
Crude fat	2.82 ± 0.09	2.87 ± 0.05	3.20 ± 0.04
Crude fiber	8.15 ± 0.23	7.56 ± 0.08	4.54 ± 0.13
Crude ash	6.23 ± 0.13	6.14 ± 0.07	4.89 ± 0.08
NFE	54.43 ± 0.52	55.20 ± 0.38	60.23 ± 0.17
Ca	1.07 ± 0.04	0.92 ± 0.01	0.68 ± 0.01
P	0.58 ± 0.01	0.54 ± 0.01	0.49 ± 0.01
ADF	12.40 ± 0.13	11.34 ± 0.45	6.93 ± 0.35
NDF	27.98 ± 0.21	25.71 ± 1.08	19.46 ± 0.16
TDN[2)]	68	70	72

1) Mean ± standard error.

2) Calculated.

Table 3. Chemical composition of roughages

Composition	Roughages	
	Timothy hay	Tall fescue straw
	%, as fed basis	
Moisture	8.07 ± 1.07[1)]	7.97 ± 1.60
Crude protein	7.00 ± 1.31	5.10 ±0.63
Crude fat	1.53 ± 0.55	0.90 ± 0.19
Crude fiber	33.97 ± 2.19	35.97 ±0.50
Crude ash	5.92 ± 1.33	5.57 ± 0.55
NFE	43.51 ± 2.02	44.49 ± 1.48
Ca	0.23 ± 0.04	0.23 ± 0.03
P	0.18 ± 0.05	0.13 ± 0.06
ADF	40.85 ± 0.51	39.96 ± 2.26
NDF	61.15 ± 0.07	61.11 ± 1.19
TDN[2)]	54.61	40.04

1) Mean ± standard error.

2) Adapted from the Composition of Korean Feedstuffs(1988).

라. 거세

수송아지의 거세는 입식 시에 Rompun(마취제)으로 송아지를 마취시킨 다음 외과적 수술법으로 실시하였다.

마. 사양관리

시험우는 9.0 × 4.5m 크기의 우리에 각 5두씩 수용하여 Group feeding하였다.

농후사료는 육성기, 비육전기 및 비육후기의 세 단계로 구분하여, 육성기는 1일 2회(아침과 저녁), 비육전기 와 비육후기는 1일 3회(아침, 점심, 저녁)로 나누어 급여하였고 조사료는 농후사료와 혼합하여 급여하였다.

물과 미네랄 블록은 자유로이 섭취할 수 있게 하였고, 기타 관리사항은 농장의 관행에 따랐다.

체중측정은 시험개시 시와 시험개시 후 종료 시까지 30일 간격으로 일정 시각에 실시하였으며, 사료 섭취량은 체중 측정 시에 잔량을 조사하여 기록하였다.

바. 도체특성 조사

시험이 종료된 시험우는 24시간 절식시킨 다음, 부경 축산물 공판장으로 운반하여 12시간 계류 시킨 후 도축하였다. 그리고 도축된 소는 24시간 냉장실에서 냉각 시킨 후 한국 쇠고기 등급 기준(2006)에 따라 냉도체중 및 육량 형질(등지방 두께, 배최장근단면적)과 육질형질(근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 측정하였고, 한국축산물등급 판정소의 등급사에 의해 육량등급과 육질등급 판정을 받았다.

사. 이화학적 특성 및 지방산 조성조사

시료는 도체등급 판정 후에 제 13번째와 12번째 늑골의 등심부위 사이에서 일정량 채취하였고, 채취한 시료는 냉장상태(0~5℃)를 유지시켜 실험실로 운반한 후 즉시 육색과 가열감량을 측정하였다. 도체의 수분, 조지방과 조단백질 측정을 하기 위한 시료는 시료 주위의 지방 및 막을 제거 한 후, Hanil Mini Cooking Cutter(한일 전기 주식회사 HMC-150T)로 곱게 분쇄하여 분석 시까지 -80℃에서 냉동 보관하였다.

아. 혈액분석

혈액은 비육단계별로 육성기, 비육전기, 비육후기의 사료를 각각 교체한 후 2개월째에 사료급여 후 3시간 뒤에 10mL K_3 EDTA가 포함된 Vaccutainer 주사기를 이용하여 소의 경정맥으로부터 채취하였다.

채취한 혈액은 상온에서 약 2시간 방치하여 응고시킨 후 3,000rpm에서 15분간(4℃) 원심분리 하여 혈청을 초 저온냉동고(-70℃)에 보관하였다가 혈액자동분석기(Fuji Dri-Chem 3500S. Japen)를 이용하여 Total cholesterol, Glucose, GOT, GPT 및 BUN을 분석하였다.

자. 시료분석

사료의 일반 조성분, Ca와 P 및 도체의 수분, 조지방, 조단백질은 AOAC(1984)법으로 분석하였으며 도체시료의 수분함량은 105℃ 건조기에서 18시간 건조시켜 구했고 조지방 함량은 수분 측정이 끝난 시료를 Ethyl ether로 16시간 추출하여 측정하였다. 육색 측정은 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 이용하여 CIE L(명도), a(적색도), b(황색도)로 표시하였으며, b/a 값을 색상(hue), $\sqrt{a^2+b^2}$ 값을 채도(chroma)로 하였다. 이 때 사용된 표준색판은 기기의 manual에 따라 Y=94.5, x=0.3132, y=0.3203으로 하였으며 시료의 3부위를 1회씩 측정하여 평균값으로 나타내었다.

가열감량은 육편을 약 25g 되게 coring하여 Polyvinylidene chloride 필름에 밀봉하고, 육편 중심부 온도가 70℃에 도달한 다음, 30분간 가열하였다. 가열 후 실온에서 1시간 방냉하고, 수분 손실량을 측정하여 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{가열감량}(\%) = \frac{\text{수분 손실량(g)}}{\text{시료 무게(g)}} \times 100$$

도체의 지방산은 도체 시료에서 Folch 등(1957)의 방법으로 지방을 추출한 다음, Lepage와 Roy(1986)의 방법에 따라 지방산을 methylation시킨 후 gas chromatography로 분석하였다.

차. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS(2002)통계 분석 Package의 GLM분석 방법에 따라 유의성 검정을 실시하였다. 단, 사료 섭취량과 사료 요구율, CP섭취량과 요구율 및 TDN 섭취량과 요구율의 결과는 군 사육으로 반복이 없기 때문에 유의성 검정에서 제외하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 농후사료의 조단백질수준 차이가 비육능력에 미치는 영향.

1) 육성기 비육성적

13개월령 까지의 육성기 결과는 Table 4에 제시한 바와 같다.

육성기의 13개월령 종료시체중은 대조구와 시험구가 각각 357.1kg과 367.9kg으로 시험구에서 10.8kg이 더 높은 것으로 나타났다. 시험개시 후 260일 동안의 총 증체량으로 보면, 대조구가 두당 218.9kg, 시험구가 235.0kg으로 대조구에 비해 시험구에서 16kg이 더 증체된 것으로 나타났다.

또한 일당증체량에서는 대조구가 0.84kg, 시험구가 0.90kg으로 시험구에서 증가되는 경향을 보였다(P>0.0548).

사료섭취량에서는 농후사료의 경우 대조구와 시험구가 각각 두당917.8kg과 923.0kg으로 차이가 없었으며 조사료섭취량도 대조구 689.0kg, 시험구 702.0kg으로 양 구간에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

하지만 사료요구율에서는 농후사료의 경우 시험구(3.93)가 대조구(4.19)보다 6.2%, 조사료에서는 시험구(2.99)보다 대조구(3.15)가 5.1% 더 좋았다. 따라서 총 사료요구율에서는 대조구 7.34보다 시험구에서 6.92로 시험구가 5.7%가 좋은 것으로 나타났다.

한편, 두당 총 단백질 섭취량을 보면(Table 5), 대조구 (188.8kg)보다 시험구(199.9kg)가 5.9% 더 많이 섭취하였다. 이러한 섭취량 차이는 농후사료에서 온 것이다. 조사료 섭취량에 의한 조단백질 섭취비율은 양 구간 비슷한 경향을 나타내었고 농후사료로부터 섭취한 조단백질은 대조구(140.5kg)보다 시험구(150.7kg)가 7.3% 높았다.

또한, TDN 섭취량(Table 6)에서는 대조구와 시험구가 각각 두당 1,000.4kg과 1,011.0kg으로 비슷한 섭취량을 나타내었다.

농후사료의 TDN요구율은 대조구(2.85)에 비해 시험구(2.67)가 6.3%가 조사료요구율에서는 5.2%가 좋았으며 농후사료와 조사료를 합한 총 TDN 요구율에서도 대조구(4.57)보다 시험구(4.30)에서 5.9%가 더 좋았다.

이와 같이 육성기간에 농후사료 내에 조단백질 수준을 높여 급여한 시험구에서 증

체량과 사료요구율이 좋아지는 경향을 보였다.

이는 소의 성장에 있어 육성기때 조단백질 급여수준을 높이면 증체량 및 사료요구율이 개선된다는 연구결과와 비슷한 경향을 나타내었다(Martin 등, 1979. Byers와 Moxon, 1980. Perry, 1983. 丸山, 1994. 增山, 1997. Rossi 등, 2000).

본시험의 결과는 육성기에 단백질섭취량을 높이면 송아지 성장을 촉진하는 효과가 있는 것으로 보인다.

Table 4. Effects of crude protein levels in concentrates on performances of Hanwoo steers during growing phase.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of Heads	15	15	
Initial age, day(month)	161.1(5.4)±28.14[4)]	157.5(5.3)±27.80	0.9319
Final age, day(month)	421.1(14.0)±10.63	417.5(13.9)±12.25	0.9319
Period, day(month)	260	260	
Body weight, kg/hd			
Initial weight	138.2±22.37	133.0±22.79	0.8786
Final weight	357.1±6.37	367.9±21.02	0.6467
Total weight gain	218.9±17.89	235.0±19.65	0.5780
Daily gain	0.84±0.01	0.90±0.02	0.0548
Feed intake, kg/hd			
Concentrate	917.8	923.0	
Tall fescue straw			
Timothy hay	689.0	702.0	
Sub-total	689.0	702.0	
Total	1,606.8	1,625.0	
Feed conversion, kg/kg			
Concentrate	4.19	3.93	
Roughage	3.15	2.99	
Total	7.34	6.92	

1) CP low group.
2) CP high group.
3) Probability of the T test.
4) Mean ± standard error.

Table 5. Effects of crude protein levels in concentrates on crude protein intake of Hanwoo steers during growing phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	260	260
CP intake, kg/hd		
Concentrate	140.5	150.7
Tall fescue straw		
Timothy hay	48.3	49.1
Total	188.8	199.9
CP conversion, kg/kg		
Concentrate	0.64	0.64
Roughage	0.22	0.21
Total	0.86	0.85

1) CP low group.
2) CP high group.

Table 6. Effects of crude protein levels in concentrates on TDN intake of Hanwoo steers during growing phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	260	260
TDN intake, kg/hd		
Concentrate	624.1	627.6
Tall fescue straw		
Timothy hay	376.3	383.4
Total	1,000.4	1,011.0
TDN conversion, kg/kg		
Concentrate	2.85	2.67
Roughage	1.72	1.63
Total	4.57	4.30

1) CP low group.
2) CP high group.

2) 비육전기 비육성적

비육전기(14~22개월령)의 결과는 Table 7에 나타낸 바와 같다.

비육전기 종료 체중은 대조구와 시험구가 각각 566.0kg과 583.4kg으로 시험구에서 17.4kg가 더 높았다. 비육전기 260일 동안의 총 증체량으로 보면 대조구가 두당 208.9kg, 시험구가 215.5kg으로 시험구에서 6.54kg이 더 높은 증체를 보였다. 따라서 일당증체량에서는 대조구와 시험구가 각각 0.80kg, 0.83kg으로 뚜렷한 차이가 없었다. 사료섭취량은 농후사료와 조사료가 대조구 및 시험구에서 각각 두당 2,077.4kg과 410.2kg 및 2,095.6kg과 402.4kg으로 비슷한 섭취량을 보였으며. 이에 따른 사료요구률도 양 구간에 사료섭취량과 같은 섭취경향을 보였다.

한편, 조단백질 섭취량을 보면(Table 8), 농후사료의 두당 조단백질 섭취량은 대조구가 270.4kg, 시험구가 325.0kg으로 대조구에 비해 시험구가 20% 더 많은 섭취량을 보였다. 이와 같이 비육전기의 조단백질 섭취량은 거의 대부분이 농후사료로부터 유래된 것으로, 섭취 비율은, 대조구가 92.1%, 시험구가 93.5%였다. 총 조단백질 요구율은 시험구(1.62)가 대조구(1.40)보다 대조구에서 15.7%가 더 좋은 것으로 나타났으며, 조사료의 조단백질 요구율은 양 구간에 차이가 없었다.

총 TDN 섭취량(Table 9)은 대조구와 시험구가 각각 두당 1634.8kg과 1644.1kg으로 비슷한 섭취수준을 보였다. 섭취한 TDN도 조단백질 섭취량에서와 같이 대부분이 농후사료로부터 섭취되었으며, 섭취비율은 대조구는 89.0%, 시험구는 89.2%로 총 TDN 섭취량과 비슷한 결과였다. 따라서 TDN요구율도 대조구(7.82)와 시험구(7.63)가 뚜렷한 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때, 증체성적에 양 구간 뚜렷한 차이가 없었던 것은 사료섭취량 및 TDN섭취량의 차이가 없었기 때문으로 사료된다. 따라서 본 시험에서 조단백질 수준차이에 의한 비육전기 비육능력에 미치는 영향은 없는 것으로 판단되었다.

이는, 안(1986)도 한우 육성-비육우의 연구에서 증체량은 단백질 수준보다는 에너지수준과 고도의 상관관계가 있다고 보고한 바 있다(Prior, 1977. 오등, 2004, 丸山, 1994).

Table 7. Effects of crude protein levels in concentrates on performances of Hanwoo steers during fattening phase.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > |t| [3)]
No. of Heads	15	15	
Initial age, day(month)	421.1(14.0)±10.63[4)]	417.5(13.9)±12.25	0.9319
Final age, day(month)	681.1(22.7)±7.07	677.5(22.6)±7.07	0.9319
Period, day(month)	260	260	
Body weight, kg/hd			
Initial weight	357.1±6.37	367.9±21.02	0.6467
Final weight	566.0±5.02	583.4±8.91	0.2952
Total weight gain	208.9±9.52	215.5±12.55	0.7839
Daily gain	0.80±0.02	0.83±0.03	0.6257
Feed intake, kg/hd			
Concentrate	2,077.4	2,095.6	
Tall fescue straw	298.2	291.9	
Timothy hay	112.0	110.5	
Sub-total	410.2	402.4	
Total	2,487.6	2,498.0	
Feed conversion, kg/kg			
Concentrate	9.94	9.73	
Roughage	1.96	1.87	
Total	11.90	11.60	

1) CP low group.
2) CP high group.
3) Probability of the T test.
4) Mean ± standard error.

Table 8. Effects of crude protein levels in concentrates on crude protein intake of Hanwoo steers during fattening phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	260	260
CP intake, kg/hd		
Concentrate	270.4	325.0
Tall fescue straw	15.2	14.9
Timothy hay	7.8	7.7
Total	293.5	347.6
CP conversion, kg/kg		
Concentrate	1.29	1.51
Roughage	0.11	0.11
Total	1.40	1.62

1) CP low group.
2) CP high group.

Table 9. Effects of crude protein levels in concentrates on TDN intake of Hanwoo steers during fattening phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	260	260
TDN intake, kg/hd		
Concentrate	1,454.2	1,466.9
Tall fescue straw	119.4	116.9
Timothy hay	61.6	60.3
Total	1,634.8	1,644.1
TDN conversion, kg/kg		
Concentrate	6.96	6.81
Roughage	0.86	0.82
Total	7.82	7.63

1) CP low group.

2) CP high group.

3) 비육후기 비육성적

비육후기(23~30개월령)의 비육 성적은 Table 10에서와 같다

비육후기의 종료 시 체중은 대조구 및 시험구가 각각 715.3kg 및 732.0kg으로 시험구에서 16.7kg가 더 컸다. 그러나 비육후기 253일 동안의 총 증체량으로 보면, 대조구와 시험구가 각각 두당 149.3kg 과 148.6kg으로 차이가 없었으며 일당증체량도 양 구간에 0.59kg으로 동일하게 나타났다.

두당 총 사료섭취량은 대조구 및 시험구에서 농후사료와 조사료가 각각 2,077.1kg 과 278.3kg 및 2,130.3kg과 280.8kg으로 비슷한 섭취량을 보였다. 총 사료요구율도 대조구는 15.8 시험구는 16.2로 양 구간 두드러진 차이가 없었다.

또한, 조단백질 섭취량(Table 11) 및 TDN 섭취량을 보면(Table 12), 총 조단백질 섭취량은 대조구가 두당 269.5kg으로 시험구의 327.3kg보다 시험구가 21.4% 더 많이 섭취한 것으로 나타났다. 이는 농후사료의 조단백질수준 차이에 의한 결과이며 따라서 조단백질 요구율에서도 대조구(1.81)보다 시험구(2.21)가 22.1% 더 나빴다. 그러나 TDN 섭취량 및 요구율은 대조구와 시험구가 각각 1,607.0kg과 10.77 및 1,603.6kg과 10.79로 양 구간에 차이를 나타내지 않았다.

이러한 결과는 비육전기와 같이 농후사료의 조단백질 수준차이에 의한 영향보다는 TDN수준에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다. 따라서 비육후기에 조단백질수준 차이에 의한 비육능력에 미치는 영향은 없는 것으로 판단되었다.

이는 결국 육성기의 조단백질수준 차이에 의한 증체효과가 비육후기까지 이어진 것으로 일부 보상 성장한 증체효과 보다 더 크게 영향을 미친 것으로 판단되었다. 이러한 결과로 볼 때 육성기의 사양관리가 중요시 된다고 할 수 있다.

비육우의 경우 사료의 자유채식(Full-feeding)하에서 건물섭취량과 체중은 곡선적 관계에 있고 건물섭취량은 비육우가 도축체중에 가까워지고 체지방이 32%정도에 도

달하면 건물섭취량은 감소하기 시작한다고 한 연구와 본 시험과는 달랐다(Fox와 Black, 1984. Hicks 등, 1990. Hyer 등, 1986).

특히, 양 구간에 비육전기에 최대섭취량에 비해 비육후기 후반기에 사료섭취량이 감소하지 않고 증가한 것은 육성기에 양질건초섭취량이 충분치 못한 것이 배통 및 기초체형 만들기에 미흡한 것으로 판단되며. 또 하나의 원인은 시험 시작 후 거세와 동시에 혹서기가 시작되었으나 이에 대응한 환경관리에 미흡한 점이 있었던 것으로 판단된다.

Table 10. Effects of crude protein levels in concentrates on performances of Hanwoo steers during finishing phase.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of Heads	15	15	
Initial age, day(month)	681.1(22.70)±7.07[4)]	677.5(22.58)±7.07	0.9319
Final age, day(month)	934.1(30.6)±23.33	930.5(30.5)±23.33	0.9319
Period, day(month)	253	253	
Body weight, kg/hd			
Initial weight	566.0±5.02	583.4±8.91	0.2952
Final weight	715.3±2.69	732.0±10.71	0.2042
Total weight gain	149.3±5.85	148.6±7.81	0.9488
Daily gain	0.59±0.07	0.59±0.08	0.8902
Feed intake, kg/hd			
Concentrate	2,077.1	2,130.3	
Tall fescue straw	278.3	280.8	
Total	2,355.4	2,411.1	
Feed conversion, kg/kg			
Concentrate	13.92	14.34	
Roughage	1.86	1.89	
Total	15.78	16.23	

1) CP low group.
2) CP high group.
3) Probability of the T test.
4) Mean ± standard error.

Table 11. Effects of crude protein levels in concentrates on crude protein intake of Hanwoo steers during finishing phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	253	253
CP intake, kg/hd		
Concentrate	255.3	312.9
Tall fescue straw	14.2	14.3
Timothy hay		
Total	269.5	327.3
CP conversion, kg/kg		
Concentrate	1.71	2.11
Roughage	0.10	0.10
Total	1.81	2.21

1) CP low group.
2) CP high group.

Table 12. Effects of crude protein levels in concentrates on TDN intake of Hanwoo steers during fattening phase.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	253	253
TDN intake, kg/hd		
Concentrate	1,495.5	1,491.2
Tall fescue straw	111.4	112.4
Timothy hay		
Total	1,607.0	1,603.6
TDN conversion, kg/kg		
Concentrate	10.02	10.03
Roughage	0.75	0.76
Total	10.77	10.79

1) CP low group.

2) CP high group.

4) 전 비육기간 비육성적

전 비육기간 773일간의 비육성적은 Table 13에 제시한 바와 같다.

시험 종료 시 체중은 대조구와 시험구가 각각 715.3kg과 732.0kg으로 시험구가 16.7kg이 더 높았고, 시험개시 후 총 증체량에서도 대조구와 시험구에서 각각 577.1kg과 599.0kg으로 시험구에서 21.9kg이 더 증체 되었고, 일당 증체량은 대조구 0.75kg, 시험구 0.77kg이었다.

사료섭취량의 경우 농후사료의 두당 섭취량은 대조구가 5,072.3kg, 시험구가 5,148.9kg이였으며, 조사료섭취량은 대조구와 시험구가 각각 두당 1,377.5kg과 1,385.2 kg으로 차이가 없었다. 두당 총 사료요구율에서 농후사료 및 조사료 경우 대조구와 시험구가 각각 8.79와 2.39 및 8.60과 2.31로 차이를 보이지 않았고 따라서 총 사료 요구율에서도 대조구(11.18)와 시험구(10.91)가 비슷하게 나타났다.

또한 조단백질 섭취량을 보면(Table 14), 대조구는 두당 754.0kg, 시험구가 882.1kg으로, 시험구가 17% 더 많이 섭취하였다. 이러한 차이는 농후사료의 조단백질 수준차이에 의해 온 것으로 농후사료로 부터 두당 조단백질 섭취량은 대조구와 시험구가 각각 666.5kg과 796.0kg으로 시험구에서 19.4%가 더 많았다. 조사료로부터의 조단백질 섭취량은 양 구간에 차이가 없었다.

따라서 총 조단백질 요구율은 시험구에서 1.47로 대조구의 1.30보다 13.1%가 더 나빴으나 조사료의 조단백질 요구율에서는 시험구(0.14)가 대조구(0.15)보다 6.7%가 더 좋은 것으로 나타났다.

TDN 섭취량(Table 15)은 농후사료로부터 섭취한 TDN이 대조구가 3,573.8kg, 시험구는 3,585.7kg으로 차이를 보이지 않았으며 조사료로부터의 TDN섭취량도 대조구 및 시험구가 각각 437.4kg 및 443.7kg로 치이가 없었다. 농후사료로 부터 TDN섭취량에서와 같은 결과였다.

이는 양 구간 사용한 농후사료의 TDN 수준이 동일하였기 때문으로 보인다.

또한 TDN 요구율은 농후사료 및 조사료에서는 대조구와 시험구가 각각 6.19와 1.15 및 5.99와 1.12로 비슷한 경향을 나타내었으며, 따라서 총 TDN요구율은 대조구가 7.34, 시험구가 7.11로 양 구간 차이를 나타내지 않았다..

이는 오 등 (2004)이 거세한우의 비육단계별로 적정단백질 수준에 의한 육성기

(16-15-14%), 비육전기 (15-14-13%), 비육중기 (14-13-12%), 비육후기 (13-12-11%)로 달리한 비교시험에서도 일당증체량 및 사료섭취량은 사료의 조단백질 수준에 의한 영향이 나타나지 않았다고 보고한 연구결과와 비슷한 결과였다.

본 연구결과를 종합해보면 비육전기 및 비육후기에는 조단백질수준에 의한 영향은 없었으나 육성기에는 증체량 및 사료요구율이 개선되는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 결과를 바탕으로 하여 더 많은 점검 및 연구가 진행되어야 할 것으로 생각되지만 본 시험의 결과만으로 볼 때 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준은 육성기, 비육전기 및 비육후기에서 각각 16%, 14%, 12%가 적정한 수준인 것으로 판단되었다.

Table 13. Effects of crude protein levels in concentrates on performances of Hanwoo steers during overall experimental period.

Items	Control[1]	Treatment[2]	Pr > | t | [3]
No. of Heads	15	15	
Initial age, day(month)	161.1(5.41)±28.14[4]	157.5(5.3)±27.80	0.9319
Final age, day(month)	943.1(30.6)±23.33	930.5(30.5)±23.33	0.9319
Period, day(month)	773	773	
Body weight, kg/hd			
Initial weight	138.2±22.37	133.0±22.79	0.8786
Final weight	715.3±2.69	732.0±10.71	0.2042
Total weight gain	577.1±22.52	599.0±22.05	0.5248
Daily gain	0.75±0.03	0.77±0.03	0.6028
Feed intake, kg/hd			
Concentrate	5,072.3	5,148.9	
Tall fescue straw	576.5	572.7	
Timothy hay	801.0	812.5	
Sub-total	1,377.5	1,385.2	
Total	6,449.8	6,534.1	
Feed conversion kg/kg			
Concentrate	8.79	8.60	
Roughage	2.39	2.31	
Total	11.18	10.91	

1) CP low group.

2) CP high group.

3) Probability of the T test.

4) Mean ± standard error.

Table 14. Effects of crude protein levels in concentrates on crude protein intake of Hanwoo steers during overall experimental period.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	773	773
CP intake, kg/hd		
Concentrate	666.5	796.0
Tall fescue straw	29.4	29.2
Timothy hay	56.1	56.9
sub-total	85.5	86.1
Total	754.0	882.1
CP conversion, kg/kg		
Concentrate	1.15	1.33
Roughage	0.15	0.14
Total	1.30	1.47

1) CP low group.
2) CP high group.

Table 15.Effects of crude protein levels in concentrates on TDN intake of Hanwoo steers during overall experimental period.

Item	Control[1)]	Treatment[2)]
No.of heads	15	15
Period, days	773	773
TDN intake, kg/hd		
Concentrate	3,573.8	3,585.7
Tall fescue straw	230.8	229.3
Timothy hay	437.4	443.7
Total	4,242.1	4,258.8
TDN conversion, kg/kg		
Concentrate	6.19	5.99
Roughage	1.15	1.12
Total	7.34	7.11

1) CP low group.

2) CP high group.

나. 농후사료의 조단백질수준 차이가 거세한우의 도체성적, 이화학적 특성 및 지방산 조성에 미치는 영향.

1) 도체성적

도체특성에 관한 결과는 Table 16에 제시한 바와 같다. 대조구와 시험구의 냉도체중은 각각 411.9kg과 419.9kg으로 시험구에서 8kg이 더 높았다.

육량형질의 경우, 등지방두께는 대조구가 9.4mm, 시험구가 11.1mm로 시험구에서 1.7mm가 더 두꺼웠으며, 배최장근단면적은 대조구와 시험구가 각각 83.4㎠와 82.1㎠로 대조구가 1.3㎠ 더 넓었다. 따라서 육량지수는 시험구와 대조구가 각각 65.0와 66.5로 시험구에서 육량등급이 불리해지는 경향이었다(P>0.0853). 이를 육량등급(A=1, B=2, C=3)으로 환산하였을 때 .대조구와 시험구는 각각 1.67과 2.00이였다.

육질형질의 경우는 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에서 대조구가 6.13, 4.67, 2.47, 1.00 및 2.07과 시험구 5.93, 4.47, 2.53, 1.00, 및 2.07로 양 구간에 유의한 차이는 나타내지 않았다.

그러나 육질등급은 1^{++} = 0.01, 1^{+} = 0.1, 1 = 1 및 2 = 2로 환산하였을 때. 시험구가 0.33으로 대조구 0.39보다 시험구에서 15.4% 더 좋아지는 것으로 나타났다.

또한 육질등급의 경우, Table 16에는 제시하지 않았으나, 대조구에서는 1^{++}등급이 13.3%(2두), 1^{+}등급이 53.3%(8두), 1등급이 34.0%(5두)로 1등급이상 출현율이 100%였고 시험구도 1^{++}가 13.3%(2두), 1^{+}가 60%(9두), 1등급이 26.7%(4두)로 양 구간에 1등급이상 출현율이 100%였다.

이와 같이 본 시험의 결과는 농후사료의 조단백질수준이 육량 및 육질등급에 뚜렷한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

또한 이 결과는 오 등(2004)이 비육단계별로 조단백질수준을 달리한 한우거세우 시험에서 조단백질 수준의 차이가 도체특성에 영향을 미치지 않았다고 한 보고와 일치한다.

한편 농후사료의 조단백질 수준을 높이면 배최장근 단면적이 넓어지고, 등지방 두께가 감소하며 근내지방도가 높아진다는 보고도 있다(丸山 등,1994. 增山, 1997).

Table 16. Effects of crude protein levels in concentrates on carcass characteristics of Hanwoo steers.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of heads	15	15	
Marketing wt.,kg	715.3±2.69[4)]	732.0±10.71	0.2042
Chiled carcass wt.,kg	411.9±7.66	419.9±7.54	0.4666
Yield traits:			
Backfat thickness,㎜	9.4±0.68	11.1±0.98	0.1577
Longissmus muscle area,㎠	83.4±1.55	82.1±1.58	0.5517
Yield index	66.5±0.56	65.0±0.75	0.1335
Yield grade[5)]	1.67±0.13	2.00±0.14	0.0853
Quality traits			
Marbling score[6)]	6.13±0.31	5.93±0.33	0.6607
Meat color[7)]	4.67±0.13	4.47±0.13	0.2849
Fat color[8)]	2.47±0.13	2.53±0.13	0.7263
Texture[9)]	1.00±0.00	1.00±0.00	1.0000
Maturity[10)]	2.07±0.07	2.07±0.07	1.0000
Quality grade[11)]	0.39±0.12	0.33±0.11	0.7085

1) CP low group.
2) CP high group.
3) Probabilty of the T test.
4) Mean ± standard error.
5) converted to numeric: grade A = 1, B = 2, and C= 3.
6) 9 = the most abundant, 1 = devoid.
7) 7 =dark red, 1 = bright.
8) 7 = yellowish, 1 = white.
9) 3 = Coarse, 1 = fine.
10) 9 = mature, 1 = youthful.
11) converted to a numeric : grade 1^{++} = 0.01, 1^{+} = 0.1, 1 = 1, 2 = 2.

2) 도체의 이화학적 특성 및 지방산 조성

도체의 이화학적 특성과 지방산 조성에 대한 결과는 Table 17과 18에서와 같다.

Table 17에 나타낸 바와 같이, 도체의 수분, 조지방 및 조단백질 함량은 대조구가 64.5, 14.9 및 19.3%, 시험구의 64.8, 14.5 및 19.6%로 양 구간 에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 또한 육색의 CIE 값 (L, a, b, chroma, hue) 및 가열감량에서도 양 구간 에 뚜렷한 차이가 없었다.

도체의 이화학적 성분은 근내 지방함량 및 근내지방도 또는 육질등급과 밀접한 관계가 있으며 육질등급이 높을수록 조지방 함량은 증가하고 수분 함량이 감소하며, 조단백질 함량도 감소하는 것으로 알려져 있다(McBee와 Wiles, 1967; Kelly 등, 1968;, Savell 등, 1986; Cameron 등, 1994; 이 등, 2004).

또한 CIE 값의 L은 육질등급 및 근내지방과 정(+)의 상관이 있고, 육질등급이 높은 것에서 높으며, 가열감량도 근내지방과 육질등급이 높을수록 가열감량이 적다고 보고 되고 있다(小堤恭平, 1994).

이와 같이 본 시험의 이화학적 특성에서 농후사료의 조단백질 수준에 의한 차이가 나타내지 않았던 것도, 본 시험의 도체특성(Table 16)에서 특히, 근내지방도 및 육질등급의 차이가 없었던 때문으로 여겨진다.

한편 도체의 지방산 조성은 Table 18에 나타 낸 바와 같이 개별지방산(C18:1, C16:0 C18:0, C16:1, C18:2, C20:0) 및 포화지방산, 불포화지방산, 단가불포화지방산 비율은 대조구와 시험구간에 특별한 차이를 나타내지 않았다.

지방산 조성은 도체의 부위, 품종, 성, 계절 및 사료(송 등, 2000; Westerliing과 Hedrick, 1979), 비육기간(정 등, 2003)에 따라 다르고, 지방산 조성에 미치는 영향도 근육조직에서 보다 지방조직에서 더 뚜렷하고 또한 지방산 조성은 육질등급에 의해서도 영향을 받는 것으로 알려지고 있다(정 등, 2003).

본 시험의 나타난 지방산 조성의 결과는 등심지방의 것으로 육질등급(Table 16)의 차이가 없었던 것이 지방산 조성에 영향을 미치지 않았던 것으로 보이며, 또한 지방산 조성은 조단백질 수준 차이에 의한 영향은 없는 것으로 판단되었다

Table 17. Effects of crude protein levels in concentrates on physico-chemical characteristics of carcass of Hanwoo steers.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
Moisture, %	64.5±0.66[4)]	64.8±0.61	0.8081
Crude fat, %	14.9±0.90	14.5±0.83	0.7205
Crude protein,%	19.3±0.27	19.6±0.25	0.3996
CIE value:[5)]			
L[5)]	37.7±0.53	38.9±0.59	0.1437
a[5)]	22.9±0.62	23.1±0.44	0.8116
b[5)]	9.7±0.50	10.2±0.36	0.4316
chroma	24.9±0.76	25.3±0.55	0.6685
hue	22.6±0.56	23.4±0.43	0.2265
Cooking loss,%	27.8±0.40	28.6±0.60	0.2932

1) CP low group.
2) CP high group.
3) Probabilty of the T test.
4) Mean ± standard error.
5) L = lightness, a = redness, b= yellowness.

Table 18. Effects of crude protein levels in concentrates on fatty acid compositions of carcass of Hanwoo steers.

Fatty acid, %	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
	15	15	
C14:0	3.49 ± 0.15	2.93 ± 0.18	0.1783
C14:1	0.47 ± 0.06	0.34 ± 0.04	0.3718
C16:0	33.43 ± 0.89	34.60 ± 0.93	0.4793
C16:1	4.06 ± 0.29	3.75 ± 0.18	0.4229
C17:0	0.51 ± 0.13	0.33 ± 0.05	0.3478
C18:0	10.18 ± 0.76	11.30 ± 0.42	0.0901
C18:1	43.03 ± 0.63	43.43 ± 0.98	0.7845
C18:2	1.87 ± 0.49	1.49 ± 0.28	0.5840
C18:3	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.00	0.3333
C20:0	2.78 ± 0.27	2.95 ± 0.41	0.8725
SFA[5)]	50.36 ± 0.91	51.33 ± 1.05	0.5708
UFA[6)]	49.44 ± 0.92	48.64 ± 1.05	0.6366
MUFA[7)]	47.57 ± 0.69	47.25 ± 0.94	0.8067
U/S[8)]	0.99 ± 0.04	0.96 ± 0.04	0.5970

1) CP low group.
2) CP high group.
3) Probabilty of the T test.
4) Mean± standard error.
5) Saturated fatty acids.
6) Unsaturated fatty acids.
7) Mono-Unsaturated fatty acids.
8) Unsaturated fatty acid / Saturated fatty acid.

다. 농후사료의 조단백질수준 차이가 거세한우의 혈액성상에 미치는 영향.

혈액성상에 미치는 영향은 Table 19에서 보는 바와 같다.

비육단계별 육성기, 비육전기 및 비육후기에 혈액성상은 Glucose의 경우 대조구와 시험구가 각각 77.83, 78.87 및 83.86㎎/dℓ와 75.13, 77.93 및 82.13㎎/dℓ이었고, GPT는 20.13, 17.73 및 37.43㎎/dℓ와 19.90, 17.13 및 38.40㎎/dℓ이였으며, Total cholesterol은 133.80, 134.47 및 181.21㎎/dℓ와 130.57, 121.20 및 185.53㎎/dℓ이었다. 따라서 양 구간에서 모두 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

GOT는 비육전기와 비육후기에서 유의한(P<0.0134, P<0.0233) 차이가 있는 것으로 나타났으나 일정한 경향을 보이지 않았다 혈중 BUN은 육성기와 비육후기에 유의한 (P<0.034, P<0.0052) 차이를 시험구에서 보였다. 그러나 비육전기에서는 유의성은 인정되지 않았지만 시험구에서 높은 경향이었다.

이는 농후사료의 조단백질 수준이 높았던 데서 기인된 것으로 보인다.

비육우에서 혈중 생화학적 대사물질과 호르몬 등은 사료, 사육환경 및 생리적 성장단계와 같은 여러가지 조건에 따라 복잡한 상호작용이 존재하고 영양소 섭취량의 과부족으로 인해 이들 성분의 변화가 유발된다. 변화된 혈중 성분 및 호르몬은 나아가 대사작용 및 체조직의 성장률까지 변화를 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다.

그러나 지금까지 이들 요인에 따른 비육우의 체내 영양소 대사 및 생리적인 상태를 직접적으로 반영하는 산육생리 관련 혈중 대사물질들에 대한 연구가 상대적으로 부족한 실정이다. Glucose, BUN 등과 같은 혈액 생화학성분은 보통 사료 급여 후 급격히 증가하다가 4시간 이후부터 감소하므로 혈액샘플 채취에 따라 크게 달라진다. 소 혈액의 요소태질소(BUN)는 사료 내 단백질 급여량에 비례하여 증가 또는 감소하므로 소가 사료를 통해 섭취한 단백질 수준을 간접적으로 평가할 수 있는 지표로 사용된다. 일반적으로 한우는 사료 급여 전에는 10-18 mg/dl 전후의 값을 나타내며(한국 한우사양표준, 2002), 따라서 본 시험의 비육단계별 및 양 구간에 차이는 인정되었으나 안정범위 내였다.

이러한 결과는 오 등(2004)의 거세한우의 조단백질 수준차이에 의한 혈액성상에서의 연구결과와 유사하다.

Table 19. Effects of crude protein levels in concentrates on biochemical indexes in plasma of Hanwoo steers for each period.

Items	Control[1)]	Treatment[2)]	Pr > | t | [3)]
No. of Heads	15	15	
Growing			
Glucose, mg/dℓ	77.83±3.97[4)]	75.13±3.56	0.6166
GOT[5)], u/ℓ	53.63±2.36	56.56±2.28	0.3799
GPT[6)], mg/dℓ	20.13±0.88	19.90±0.71	0.8383
BUN[7)], mg/dℓ	15.60±0.58	18.57±0.72	0.0034
Total cholesterol, mg/dℓ	133.80±6.27	130.57±7.16	0.7365
Fattening			
Glucose, mg/dℓ	78.87±1.84	77.93±2.71	0.7775
GOT, u/ℓ	82.20±3.37	70.93±2.62	0.0134
GPT, mg/dℓ	17.73±1.02	17.13±0.59	0.6141
BUN, mg/dℓ	17.85±0.77	19.39±0.54	0.1153
Total cholesterol, mg/dℓ	134.47±5.05	121.20±4.05	0.0498
Finishing			
Glucose, mg/dℓ	83.86±4.72	82.13±3.76	0.7757
GOT, u/ℓ	45.14±3.22	59.13±4.74	0.0233
GPT, mg/dℓ	37.43±2.03	38.40±2.92	0.7896
BUN, mg/dℓ	15.69±0.55	19.03±0.92	0.0052
Total cholesterol, mg/dℓ	181.21±9.04	185.53±7.91	0.7210

1) CP low group.
2) CP high group.
3) Probabilty of the T test.
4) Mean± standard error.

4. 요 약

본 연구는 농후사료의 조단백질 수준이 거세한우의 비육능력 및 육질에 미치는 영향을 구명하기 위해 한우송아지 30두를 공시하여, 비육단계별에 따라 육성기, 비육전기 및 비육후기에 농후사료의 조단백질수준을 대조구는 14-13-11%, 시험구 16-15-14%로 하여 비육능력, 도체특성, 이화학적 특성과 지방산 조성 및 혈액성상을 조사하였다.

1. 육성기의 총 증체량은 대조구와 시험구가 각각 218.9kg와 235.0kg으로 시험구에서 높은 증체량을 보였다. 일당증체량에서 대조구의 0.84kg보다 시험구가 0.90kg으로 시험구에서 유의적(P<0.0548)으로 나타났다.

2. 비육종료시 체중은 대조구와 시험구가 각각 715.3kg와 732.0kg이었으며 총 증체량은 대조구(577.1kg)보다 시험구(599.0kg)가 21.9kg 더 증체되었다. 일당증체량 및 사료요구율은 대조구가 0.75kg, 11.18, 시험구가 0.77kg, 10.91로 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

3. 평균 도체중은 대조구가 411.9kg, 시험구가 419.9kg으로 양 구간에 차이가 없었으며 배최장근 단면적, 등지방두께 및 육량지수도 단백질수준에 따른 두더러 진 차이가 없었다. 육질등급은 대조구에 비해 시험구에서 15.4%개선되는 경향을 나타내었다 도체의 이화학적 특성 및 지방산 조성은 양 구간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

4. 비육단계별 혈액성상에서는 BUN농도가 육성기 및 비육후기의 시험구에서 유의한(P<0.0034, P<0.0052)것으로 나타났으며, GOT는 비육전기와 비육후기에서 유의한(P<0.0134, P<0.0233) 차이가 있는 것으로 나타났으나 일정한 경향을 보이지 않았다. Glucose, GPT, Total cholesterol 함량은 차이를 보이지 않았다.

본 시험의 결과를 종합해 보면 비육단계별로 조단백질수준의 차이가 비육능력 및 도체특성에 미치는 영향은 본 시험만으로 결론짓기는 어렵지만, 증체량 증가 및 육질개선이라는 측면에서 볼 때, 육성기에 조단백질수준을 높이는 것이 유리한 것으로 판단되며 보다 확실한 결과를 위해서는 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 보인

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에 기여도

제 1절 연차별 연구개발 목표의 달성도

본 연구는 비육단계별 사료중의 조단백질 및 ADF수준 차이에 따른 고품질 한우육 생산가능성에 대한 연구개발을 통하여 고품질 한우육 생산을 위하여 아래와 같이 연도별 연구목표에 따라 100%로 달성하였다.

구 분	연구 목표	평 가 항 목	달성도
1차년도	○ 농후사료의 조단백질 및 ADF수준에 따른 배합비 작성 ○ 비육단계별 사료중의 ADF수준에 따른 육성기 발육조사 ○ 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 육성기 발육조사	• 조단백질 및 ADF수준에 따른 배합비 작성 • 사료섭취량, 사료요구율, ADF, 조단백질섭취량 • 체중, 증체량 • 혈액성분 분석	100%
2차년도	○ 비육단계별 사료중의 ADF수준에 따른 비육 전기 발육조사 ○ 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 비육전기 발육조사	• 사료섭취량, 사료요구율, ADF, 조단백질섭취량 • 체중, 증체량 • 혈액성분 분석 평가 • 도체특성(육량,육질) • 도체의 이화학적 특성평가	100%
3차년도	○ 비육단계별 사료중의 ADF수준에 따른 비육 후기 발육조사 ○ 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준에 따른 비육후기 발육조사	• 사료섭취량, 사료요구율, ADF, 조단백질섭취량 • 체중, 증체량 • 혈액성분 분석 평가 • 도체특성(육량,육질) • 도체의 이화학적 특성평가	100%

제 2 절 관련분야에 기여도

이번에 수행한 세부과제는 비육단계별 사료중의 ADF수준 차이에 따른 연구결과로서 우리나라에서 최초로 반추동물에서 가장 중요한 조섬유질과 깊은 관계가 있는 ADF 및 NDF함량 수준을 제시한 것에 큰 의미가 있다. 지금까지 외국에서는 ADF 및 NDF함량 수준을 고려한 육성기때 양질조사료 위주의 사양관리 기술이나 조단백질 함량수준이 도체등급을 향상시킬 수 있다는 보고가 있었다. 그러나 우리나라에는 육성기때의 송아지 배통 만들기에 중요성은 이미 알려져 있었으나 ADF와 NDF수준과 섭취율 조사 등에 관한 연구결과는 미흡하였으나 이번 연구를 통하여 비육단계별 섭취수준에 대한 기초자료를 확보한 것은 큰 성과로 생각된다.

한편 협동과제인 비육단계별 농후사료중의 조단백질 수준차이 결정시험에 대한 연구결과는 현행 사용중인 한우고급육 생산사료의 전 기간 조단백질 함량 수준을 높이는 것에 대한 뚜렷한 차이는 없었지만, 본 시험만으로 결론짓기는 어렵지만 증체량 증가 및 육질개선 측면에서 볼 때 육성기에 조단백질수준을 높이는 것이 유리할 것으로 판단된다.

이상과 같이 본 연구의 결과를 종합해보면 한우 고급육을 위한 새로운 기초자료와 기술 및 생산가능성을 제시한 것은 큰 의미가 있는 것으로 생각된다. 그러나 조단백질 및 ADF 수준차이에 따른 한우 고급육 생산의 재현성을 높이기 위해서는 더 많은 시험 및 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

제 5 장 연구개발과제의 활용계획

본 연구를 통하여 다음과 같은 기술을 현장에서 실용적으로 활용될 수 있도록 한다.

1. 고급육 생산시 경제성 있는 사료급여 방안을 제시하고 한우사육농가로 부터 생산성을 높여 소득증대에 기여토록 한다.
2. 한우농가와 생산단체로 하여금 건전한 생산기반 하에서 고급육이 생산되고 아울러 경영합리화를 통하여 실질적인 소득증대가 이루어지도록 한다.
3. 사료업체에게 연구결과를 홍보하여 점진적으로 조단백질과 ADF함량에 대한 사료배합비의 개선을 유도한다.
4. 농가의 주문형 사료 및 자가 배합사료제조에 적극 활용한다.
5. 배합사료업체와 연계하여 거세한우에 대한 새로운 사료개발을 유도한다.
6. 사료업계 제품의 품질향상 및 품목다양화를 유도하여 사료선택의 폭을 확대시킨다

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보

한미 FTA체결 등으로 축산물 수입개방과 함께 밀려오는 세계시장에 대응하기 위해서 한우산업은 고품질육 생산만이 유일한 수단임이 이미 널리 알려진 바이다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 보다 부가가치가 높고 보존성이 있으며 맛있는 고품질육을 생산하지 않으면 안 된다. 또한 소비자로 하여금 안심하고 선택할 수 있는 안전성이 보증되는 고품질육 생산이 필요하다. 그러므로 한우산업은 지속적인 연구를 통하여 새로운 사육기술을 농가에 보급하여 한우 사육농가의 소득증대로 연계되어 활성화될 것으로 전망된다.

• 미국과 일본에서는 젖소에 대하여 사료중의 ADF수준에 따른 연구결과와 최적수준범위를 제시하고 있었다. 그러나 비육우에 대한 연구의 경우 육성기의 조사료 다급과 조단백질 수준에 대한 연구는 다 수 있으나, 거세비육우에 대한 ADF수준에 따른 연구는 미흡한 상태로 향후 배합사료공장 및 비육우에 대한 TMR 및 자가 사료제조에 기초 자료로 활용될 것이다

제 7 장 참고문헌

제 1 절 비육단계별 사료중의 ADF수준 차이가 거세한우 비육능력 및 육질에 미치는 영향

1. Abdalla, H. O., D. G. Fox and M. L. Thonney. 1988. Compensatory gain by Holstein calves after underfeeding protein. J. Anim. Sci. 66, 2687~2695.
2. A. O. A. C. (1998) Official Methods of Analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C. p. 931.
3. Byers, F. M. and A. L. Moxon. 1980. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. J. Anim. Sci. 50, 1136~1144.
4. Cameron, P. J., Zembayashi, D. K. Lunt, T. Mitsuhashi, M. Mitsumoto, S. Dzawa and S. B. Smith. 1994. Relationship between Japanese Beef Marbling Standard and intramuscular lipid in the m. longissimus thoracis of Japanese Black and American Wagyu cattle. Meat Sci. 38, 361~364.
5. Campion, D. R., J. D. Crouse and M. E. Dikeman. 1975. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meet. J. Food. Sci. 40, 1225.
6. Cameron,P. J., Zembayashi, D. K. Lunt, T. Mitsuhashi, M. Mitsumoto, S. zawa and S. B. Smith. 1994. Relationship between Japanese Beef Marbling Standard and intramuscular lipid in the m. longissimus thoracis of Japanese Black and American Wagyu cattle. Meat Sci. 38 : 361~364.
7. Coleman, S. W. and B. C. Evans. 1986. Effect of nutrition age and size on compensarory growth in two breeds of steers. J. Anim. Sci. 63, 1968~1982.
8. Crouse, J. D., Cundiff, R. M. Koch, M.Koohmaraie and S. C. Seideman. 1989. Comparisons of bos indicus and bos Taurus inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. J. Anim. Sci. 67, 2661
9. Chung, T. Y., Kim. C .M., Lee, W. Y., Sunwoo. H. H. 1994. Effects of roughage and feeding level on beef performance and carcass compostion of

korean native bulls. Kor. J. Anim. nutr. feed. 18, 67~76.

10. Dolezal, H. G., Smith, G. C., Savell, J. W., and Carpenter, Z. L. 1982. Effect of time-on-feed on the palatability of rib steaks from steers and heifer. J. Food Sci. 47, 368~370.

11. Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L., Jeremiah, L. E., Kramer, J. K. G., and Schaefer, A. A. 1999. The effect of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. Can J. Anim. Sci. 79, 45~51.

12. Drouillaid, J. S., C. L. Ferrell, T. J. Klopfenstein and R. A. Britton. 1991. Compensatory growth fallowing metabolizable protein or energy restrictions in beef steers. J. Anim. Sci. 69, 811~818.

13. Duckett, S. K., D. G. Wagner, L. D. Yates, H. G. Dolezal and S. G. May. 1933. Effect of time on feed on beef nutrient compositon. J. Anom. Sci. 71, 2079~2088.

14. Epley, R. J., WC., Stringer, H. B. Hedrick, A. R. Schupp and R. H. White. 1968. Influence of sire and length of feeding on palatability of beef steaks. J. Anim. Sci. 27, 1277.

15. Field, R. A. 1971 Effect of castration on meat quality and quantity. J. Anim. Sci. 32, 849~858.

16. Folch, J., M. Lee and G. H. Sloan-Stanley. 1957. A simple method for the isalation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226, 497~504.

17. Fox, D.G., J.R. Black. 1984. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. J. Anim. Sci. 58, 725~739.

18. Harrison, A. R., Smith, M. E., Allen, D. M., Hunt, M. C., Kastner, C. L., and Kropf, D. H. 1978. Nutritionnal regime effects on quality and yield characteristics of beef. J. Anim. Sci. 47, 383~387.

19. Hicks, R. B., F. N. Owens, D. R. Gill, J. W. Oltjen and R. P Lake. 1990. Dry

matter intake by feedlot beef steers : Influence of initial weight, time on feed and season of year received in yard. J. Anim. Sci. 68, 254~265.

20. Hornstein, I., Crowe, P. F. and Hiner, R. 1967, Composition of lipids in some beef muscle. J. Food Sci. 32, 650~658.

21. Hyer, J.C., J. W. Oltjen and F.N. Owens. 1986. The relationship of body composition and feed intake of beef steers. Oklahoma Agric. Exp. Sta. Res. Rep. MP. 118, 96.

22. Kang, S. W., Lim, S. K., Woo, J. S., Jeong, J. W., and Son, Y. S. 2001. Effec of pasture grazing concentrate feeding levels for 6 months of growing steps on growth performance and carcass characteristics on autumn born hanwoo steers. J. Anim. Sci. & Technol.(Kor) 43, 681~689.

23. Lepage, G. and C. C. Roy. 1986. Direct transesterification of all classes of lipid in a one-step reaction. J. Lipid Reseatch. 27, 114~120.

24 Lawrie, R. 1985. Development in meat science : Packaging Fresh Meat (A. A. Taylor(Eds). Elsevier Applied Science Publishers. p.89~95.

25. Martin, T. G., T. W. Perry, M. T.Mohler and F. H. Owens. 1979 Comparison of four levels of protein supplementation with and without oral diethylstibestrol

26. May, S. G., H. G. Dolezal, D. R. Gill, F. K, Ray and D.S. Buchanan. 1992. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle sharacteristics and beef palatability. J. Anim. Sci. 70, 444~453.

27. Perry, T. W., D. R. Shields, W. J. Dunn, and Mohler, M. T. 1983. Protein levels and monensin for growing and finishing steers. J. Anim. Sci. 57, 1067~1076

28. Rossi. J. E S. C. Loerch and F. L. Fluharty. 2000. Effects of crudeprotein concentration on diets feedlot sterrs fed to achieve stepwise increases in rate of gain. J.Anim.Sci. 78, 3036~3044.

29. Rumsey, T. S., Oltjen, R. R., Bovard, K. P., and Priode, B. M. 1972. Influence of widely diverse finishing regimens and breeding on depot fat composition in beef cattle. J. Anim. Sci. 35, 1069~1075.

30. SAS. SAS/STAT. 2002. User's guide : Statics SAS Institute., Inc. Cary, NC. USA.

31. Saninz, R. D., F. Dela Torre and J. W. Oltjen. 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refed beef steers. J. Anim. Sci. 73, 2971~2979.

32. Savell, J. W., H. R. Cross and G. C. Smith. 1986. Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissimus muscl as related to USDA marbling score. J. Food Sci. 51, 838~840.

33. Skelley, G. C., Stanford, W. C., and Edwares, R. L. 1973. Bovine fat composition and its relation tod animal diet and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 36, 573~580.

34. Sumida, D. M., Vogt, D.W., Cobb, E. H., Iwanaga, I. I., and Reimer, D. 1972. Effect of breed type and feeding regime on fatty acid composition of certain bovine tissues. J. Anim. Sci. 35, 1058~1063.

35. Turgeon, A., D. Brink, S. Bartle, T. Klopfenstein and C. Ferrell. 1985. Compensatory growth. Beef cattle report. MP48. pp. 38~41. Agr. Exp. Sta. Univ. of Nebraska.

36. Van Koevering, .M. T., D.R, Gill, F. N. Owens, h. G. Dalezal and C. A. Strasis. 1995. Effects of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscle. J. Anim. Sci. 73. 21~28.

37. Westerling, D.B., H.B. Hedrick. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. J. Anim, Sci. 68, 3677.

38. Zinn, D. W., C. T. Gaskins, G.L. Gann and H. B. Hedrick. 1970b. Beef muscle tenderness as influenced bydays on feed, sex, maturity and anatomical location. J. Anim. Sci., 31, 307.

39. 岡章生, 道後泰治, 壽圓正克, 太田恒進, 1997. 肥育素牛 育成にける粗飼料多級效果. 肉用牛研究會報. 62, 10~12.

40. 丸山 新. 森木 久. 三浦康宏 森井良三, 1994. 飼料の組蛋白質水準が 黑毛和種去勢牛

の 發育および 肉質におす影響. 肉用牛研究會報.58, 10～11.

41. 丸山 新. 坂口憤一.古田 淳.中丸輝彦. 1998. 黑毛和種去勢牛の 早期からの 肥育における 組飼料比が 發育および肉質におよぼす影響 III. 肉用牛研究會報. 64, 27～28.

42. 丸山 新. 坂口憤一.古田 淳. 1997. 黑毛和種去勢牛の 早期からの 肥育における 組飼料比が 發育および肉質におよぼす影響(I). 岐阜縣肉用牛試驗場研究報告. 35, 1～9.

43. 小堤恭平, 安藤四郎, 池田敏雄, 中井博康, 千國幸一.1985. 市場牛肉の格付等級と異化學的特性について. 日本畜産學會報. 56, 1～7.

44. 嶋山秀人. 岩倉直行. 笠井勝美. 生井和夫 等. 1997. 黑毛和種 去勢牛における肥育期別 濃厚飼料中の 組蛋白質水準の違いが 産育性に及ぼす影響. 肉用牛研究會報. 62, 1～3.

45. 中西直人. 相川勝弘. 村元隆行. 三津本. 1997. 黑毛和種去勢子牛への 組飼料多級が 産育性に及ぼす影響. 肉用牛研究會報. 7～9.

46. 西野武臟. 1976. 若齡肥肉牛の枝肉特性に關する研究. 京都大學校, 博士學位論文.

47. 杉本昌仁. 佐藤辛信. 寒河江洋一良.1998. 濃厚飼料給與水準の 違いが育成牛の 飼料攝取量および 發育に及ぼす影響. 肉用牛研究會報. 66 : 20～32.

48. 常石英作, 아本埇治, 武田常人. 1987. 肥育牛の各種筋肉にけろアシルグリセロールとリソ脂質の脂肪酸粗成. 日本畜産學會誌. 58, 919～926.

49. 강수원, 장선식, 정연후, 신기준, 손용석. 1995. 성장 단계별 농후사료 급여수준이 육성비육우의 사료효율, 산육능력 및 육질에 미치는 영향. 한국영양사료학회지. 19, 495～506.

50. 김성일, 정근기, 최창본 등. 2006. 조사료원에 따른 한우고급육 생산 프로그램 개발에 관한 연구. 영남대학교 석사학위논문.

51. 백봉현. 신기준, 김강식, 1986. 양질조사료 다급이 한우의 성장 및 육생산에 미치는 영향. 축산시험장 사업보고서. p78.

52. 백봉현, 조원모, 김용곤, 서기상, 조병대. 1993. 고급 한우쇠고기 생산기술 개발 연구. 한우 비육시 조사료의 종류가 육질 및 육생산에 미치는 영향. 축산시험연구보고서. p29～38. 농촌진흥청 축산시험장.

53. 신기준. 오영균. 이성실. 김경훈. 김창현. 백봉현. 2002. 한우의 육성 및 비육기간 중 배합사료 급여수준에 따른 사료섭취량 조사. 한국동물자원과학회지. 44(1), 95～104.

54. 송만강. 김내수. 정정수. 최양일. 원유석. 정재경. 최성호. 2000. 농후사료 급여수준이 거세한우의 증체와 부위별 지방조직의 지방산 조성에 미치는 효과. 한국동물자원과학회지. 42(6), 859~870.

55. 안병홍. 류재숙. 강효봉. 안동원. 정정수. 2000. 조사료 급여수준이 한우 거세우의 성장 및 육질에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 42(5), 619~628.

56. 안병홍, 송성철, 류재숙. 2002. 조사료와 농후사료의 급여비율이 한우 거세우의 성장 및 도체특성에 미치는 영향. 한국동물자원과학확회지. 44(6), 747~756.

57. 이상욱. 정근기. 최창본. 2006. 사양프로그램에 따른 거세한우의 비육능력과 도체특성 비교연구. 진주산업대학교. 석사학위논문.

58. 이성수. 정재경. 박노형. 원유석. 1997. 거세가 한우의 도체특성과 혈청 대사물질에 미치는 영향. 한국축산학회지. 41(1), 31~38.

59. 이종문, 박범영, 조수현, 김진형, 유영모, 채현석, 최양일. 2004. 한우 도체등급요인 분석과 육질등급에 따른 이화학 및 관능특성. 한국동물자원과학회지.46, 833~840.

60. 정근기 등. 2005. 한우, 전국한우연구회. p195.

61. 정근기 등. 2003. 한우 경재력 제고기술개발(최종보고서). 농림부. p298~302

62. 정근기. 2002. 한우고급육 생산을 위한 비육기술 개발 및 능력개량. 눌원문화재단보고서.

63. 축산물등급판정소. 2006. 축산물등급 판정기준.

64. 축산연구소. 2005. 거세한우 장기비육 사양시스템 개발보고서. 농촌진흥청

65. 한국한우표준사양. 2002. 농림부, 농촌진흥청, 축산연구소

66. 한국표준사료성분표, 1988. 농촌진흥청 축산시험장.

제 2절 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준차이가 거세한우의 육질에 미치는 영향

1. Abdalla, H. O., D. G. Fox and M. L. Thonney. 1988. Compensatory gain by Holstein calves after underfeeding protein. J. Anim. Sci. 66, 2687~2695.
2. A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Woshington, D.C.
3. Byers, F. M. and A. L. Moxon. 1980. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. J. Anim. Sci. 50, 1136~1144.
4. Campion, D. R., J. D. Crouse and M. E. Dikeman. 1975. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meet. J. Food Sci. 40, 1225.
5. Cameron,P. J., Zembayashi, D. K. Lunt, T. Mitsuhashi, M. Mitsumoto, S. zawa and S. B. Smith. 1994. Relationship between Japanese Beef Marbling Standard and intramuscular lipid in the m. longissimus thoracis of Japanese Black and American Wagyu cattle. Meat Sci. 38 : 361~364.
6. Epley, R. J., WC., Stringer, H. B. Hedrick, A. R. Schupp and R. H. White. 1968. Influence of sire and length of feeding on palatability of beef steaks. J. Anim. Sci. 27, 1277.
7. Field, R. A. 1971 Effect of castration on meat quality and quantity. J. Anim. Sci. 32, 849~858.
8. Folch, J., M. Lee and G.H. Sloan-Stanley. 1957. A simple method for the isalation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226, 497~504.
9. Fortin, A., J. T. Reid, A. M. Magia, D. W. Sim and G. H. Wellington. 1980. Effect of energy intake level and influence of breed and sex on the physical composition of the carcass of cattle. J. Anim. Sci. 51, 331~339.
10. Fox, D. G., J. R. Black. 1984. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. J. Anim. Sci. 58, 725~739.
11. Fox, D. G., R. R. Johnson, R. L. Preston, T. R. Dockerty and E. W.

Klosterman. 1972. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. J. Anim. Sci. 34, 310~318.

12. Gregory, K. E., S. C. Seideman and J. J. Ford. 1983. Effects of late castration, zeranol and breed group on composition and palatability characteristics of longissimus muscle of bovine males. J. Anim. Sci. 56, 781~786.

13. Harrison, A. R., M.E. Smith, D. M Allen, M. C. Hunt, C. L. Kastner and D. H Kropf. 1978. Nutritional regiman effects on quality and yield characteristics of beef. J. Anim. Sci. 47, 383.

14. Hicks, R. B., F. N. Owens, D. R. Gill, J. W. Oltjen and R.P Lake. 1990. Dry matter intake by feedlot beef steers : Influence of initial weight, time on feed and season of year received in yard. J. Anim. Sci. 68, 254~265.

15. Hyer, J. C., J. W. Oltjen and F. N. Owens. 1986. The relationship of body composition and feed intake of beef steers. Oklahoma Agric. Exp. Sta. Res. Rep. MP.118, 96.

16. Jung, K. K. 1996. Hanwoo(Korean native cattle) beef production in Korea. The 8th AAAP Anim. Sci. Congress, Proceedings. Vol. 1. 497~504.

17. Kelly, R. F., J. P. Fontenot, P. P. Graham, W. S. Wilkinson and C. M. Kineaid. 1968. Estimates of carcass composition of beef cattle fed at different plane of nutrition. J. Anim. Sci. 27, 620~627.

18. Lepage, G. and C. C. Roy. 1986. Direct transesterification of all classes of lipid in a one-step reaction. J. Lipid Reseatch. 27, 114~120.

19. Martin, T. G., T. W. Perry, M. T. Mohler and F. H. Owens. 1979 Comparison of four levels of protein supplementation with and without oral diethylstibestrol on daily gain, feed conversion and carcass traits of bulls. J.Anim.Sci. 48, 1026~1032.

20. McBee, J. L., Jr. and J. A. Wiles. 1967. Influence of marbling and carcass grade on the physical and chemical characteristics of beef. J. Anim. Sci. 26, 701~704

21. Ntunde, B. N., W. R. Usborne and G. C. Ashton. 1977. Response in meat characteristics of Holstein-Friesian males to castration and diet. Can. J. Anim.

Sci. 57, 449~458.

22. Myer, J. H., J. L. Hull, W. H. Weitkamp and S. Bomilla. 1965. Compensatory growth responses of fattening steers following various low energy intake regimes on hay or inrigated pasture. J. Anim. Sci. 24, 29~37.

23. Perry, T. W., D. R. Shields, W. J. Dunn, and Mohler, M. T. 1983. Protein levels and monensin for growing and finishing steers. J. Anim. Sci. 57, 1067~1076

24. Peterson, L. A., E. E., Hatifield and U. S. Garrius. 1973. Influence of concen-tration of dietary energy on protein needs of growing-finishing cattle. J. Anim. Sci.36(4):772

25. Preston, T. R. and M. B. Willis. 1974. Intensive beef production. 2nd Ed., pp. 306~310. Pergaman Press. New York.

26. Prior, R. H. Kohlmeier, L V. Cunditt, and J. D. Crouse 1977. Inflence of dietary energy and protein on growth and carcass composition in different biological types of cattle. J. Anim. Sci. 45(1):132.

27. Reagan, J. O., Z. L. Carpenter, G. C. Smith and G. T. King. 1971. Comparison of palatability traits of beef produced by young bulls and steers. J. Anim. Sci. 32, 641~646

28. Rossi.J.E S. C. Loerch and F. L. Fluharty. 2000. Effects of crudeprotein concentration on diets feedlot sterrs fed to achieve stepwise increases in rate of gain. J.Anim.Sci. 78, 3036~3044.

29. SAS. 2002. SAS User's Guide : Statistics. SAS Institute Inc. Cary. NC.

30. Savell, J. W., H. R. Cross and G. C. Smith. 1986. Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissimus muscl as related to USDA marbling score. J. Food Sci. 51, 838~840.

31. Seideman, S. C., H. R. Cross, R. R. Oltjen and B. Schanbacher. 1982. Utilization of the intact made for red meat production : A review. J. Anim. Sci. 55, 826 ~840.

32. Turgeon, A., D. Brink, S. Bartle, T. Klopfenstein and C. Ferrell. 1985. Compensatory growth. Beef cattle report. MP48. pp. 38~41. Agr. Exp. Sta.

Univ. of Nebraska.

33. Westerling, D.B., H.B. Hedrick. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. J. Anim, Sci. 68, 3677.

34. Zinn, D. W., C. T. Gaskins, G.L. Gann and H. B. Hedrick. 1970. Beef muscle tenderness as influenced bydays on feed, sex, maturity and anatomical location. J. Anim. Sci., 31, 307.

35. 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, 343~347.

36. 丸山 新. 森木 久. 三浦康宏 森井良三, 1994. 飼料の組蛋白質水準が 黑毛和種去勢牛の 發育および 肉質におす影響. 肉用牛研究會報.58, 10~11.

37. 丸山 新.坂口憤一.古田 淳.中丸輝彦. 1998. 黑毛和種去勢牛の 早期からの 肥育における 組飼料比が 發育および肉質におよぼす影響. 肉用牛研究會報. 64, 27~28.

38. 上坂章次, 並河 澄, 川島良治, 若松 繁, 塩尻泰一, 坪 紀男, 松山隆二, 吉井精一, 藤井吉三, 吉村 久, 杉本忠昭, 田中 廣, 中根逸夫, 近藤郁夫, 板倉楅多郎. 1971. 去勢牛の 若令肥育に 關する研究. 第 34報. とくに 大麥と マイロの差が 牛屠体の脂肪の 品質に及ぼす影響. 京都大學農學部 家育育種學. 飼育學研究室報告 第 296号. 京都大學農學部.

39. 西野武臟. 1976. 若齡肥肉牛の枝肉特性に關する研究. 京都大學校, 博士學位論文.

40. 小堤恭平, 安藤四郎, 池田敏雄, 中井博康, 千國幸一.1985. 市場牛肉の格付等級と異化學的特性について. 日本畜産學會報. 56, 1~7.

41. 小堤恭平. 1994. 食肉の品質評價技術. 農林水産技術研究ジヤーナル 17, 19~26.

42. 木村信熙, 木村聖二, 小迫孝實, 井村 毅. 1996. 黑毛和種 去勢牛の 肥育後期における 粗飼料給與水準が 枝肉性狀 および 枝肉脂肪の 脂肪酸組 成に及ぼす影響. 日本畜産學會報. 67, 554~560.

43. 山崎敏雄, 1988. 黑毛和種去勢牛の体組織の發育に關する研究. 日本草地試 驗場. 11.

44. 山崎敏雄, 小尺忍, 富堅研治, 田中章治. 1977. 生體,枝肉皮び部分肉の形質の相互關係. 中國農試報. B 22, 1.

45. 杉本昌仁, 佐藤幸信, 寒河江洋一郎. 1998. 濃厚飼料 給與水準の 違いが 育成牛の

飼料攝取量 および 發育に 及ぼす 影響. 肉用牛 研究會報. 第 66号.
46. 嶋山秀人. 岩倉直行. 笠井勝美. 生井和夫 等. 1997. 黑毛和種 去勢牛における肥育期別 濃厚飼料中の 組蛋白質水準の違いが 産育性に及ぼす影響. 육용우연구회보. 62, 1~3.
47. 淺田 勉, 木村容子, 砂原弘子, 櫻井由美, 神辺佳弘, 笠井勝美, 鈑島知一, 森 知夫, 小林正和, 井口朋浩, 山田眞希夫, 東山由美, 阿部啓之, 宮重俊 一, 甫立京子. 2005. 丸粒トウモロコシ 給與が 黑毛和種 去勢牛の 産肉性に及ぼす影響. 日本畜産學會報. 76, 175~182.
48. 강수원, 장선식, 정연후, 신기준, 손용석. 1995. 성장 단계별 농후사료 급여수준이 우육성비육우의 사료효율, 산육능력 및 육질에 미치는 영향. 한국영양사료학회지. 19, 495~506.
49. 김성일. 2006. 조사료원에 따른 한우고급육 생산 사양프로그램 개발에 관한연구 - 학위논문
50. 박노형, 최창본 등, 2003. 한우의 경제적인 거세시기 규명. 농협중앙회축산연구소.
51. 백봉현, 조원모, 김용곤, 서기상, 조병대. 1993. 고급 한우쇠고기 생산기술 개발연구. 한우 비육시 조사료의 종류가 육질 및 육생산에 미치는 영향. 축산시험연구보고서. p. 29~38. 농촌진흥청 축산시험장.
52. 백봉현, 조원모, 김용곤, 서기상, 조병대. 1994. 한우 비육시 조사료의 종류가 육질 및 육생산에 미치는 영향. 축산시험연구보고서. 축산기술연구소. 농촌진흥청.
53. 송만강. 김내수. 정정수. 최양일. 원유석. 정재경. 최성호. 2000. 농후사료 급여수준이 거세한우의 증체와 부위별 지방조직의 지방산 조성에 미치는 효과. 한국동물자원과학회지. 42(6), 859~870.
54. 안병홍, 유재숙, 강효봉, 안동원, 정정수, 2000. 조사료 급여수준이 한우거세우의 성장 및 육질에 미치는 영향. 동물자원지:42(5) 619~628.
55. 안동원. 1986, 한우육성비육우의 에너지 및 단백질 요구량에 관한 연구. 경상대학교 대학원 박사학위 논문.
56. 오 등 2004. 게세한우의 성장단계별 적정 단백질 수준 연구.
57. 이종문, 벅법영, 조수현, 김진형, 유영모, 채현석, 최양일. 2004. 한우 도체등급요인 분석과 육질등급에 따른 이화학 및 관능특성. 한국동물자원과학회지. 46, 833~840.

58. 이성수, 정재경, 박노형, 원유석. 1997. 거세가 한우의 도체특성과 혈청 대사물질에 미치는 영향. 한국축산학회지. 39, 145~154.
59. 정근기. 1997. 한우의 고급육 생산에 관한 연구. 축산학의 최근 연구 동향. pp. 288~302. 국담 축산학 교육 연구재단. 서울대학교.
60. 정근기. 1998. 출하 월령의 차이가 한우거세우의 비육과 육질 능력 및 경제성에 미치는 효과. 영남한우발전협의회 세미나 98-1.
61. 정근기 등 2005. 한우, 전국한우 연구회. p195.
62. 정 등, 2003. 한우 경재력 제고기술개발, 85, 298.
63. 축산물등급판정소. 2006. 축산물등급 판정기준.
64. 정근기, 김대곤, 성삼경, 최창본, 김성겸, 김덕영, 최봉재, 윤영탁. 1996. 거세가 한우 및 홀스타인 비육우의 도체등급에 미치는 영향. 한국축산학회지. 38, 249~260.
65. 정근기, 최창본, 김대곤, 성삼경, 이선호, 김태균, 권오옥. 2003. 고품질한우육의 양산체계 확립을 위한 비육기술 개발. 한우 경쟁력 제고 기술개발. 연구보고서. pp. 85~298.
66. 축산연구소. 2005. 거세한우 장기비육 사양시스템 개발 보고서. 농촌진흥청
67. 홍성구, 백봉현, 강희설, 조원모. 1996. 거세한 한우에 대한 제한 수준과 출하체중이 비육능력 및 육질에 미치는 효과. 한축지 38(3), 215~230.
68. 한국한우표준사양. 2002. 농림부, 농촌진흥청, 축산연구소