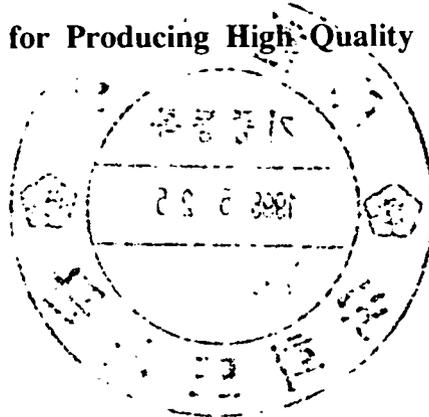


636.213  
L2930

최 종  
연구보고서

한우육의 품질고급화를 위한 특수사양 기술개발

Feeding Strategy for Producing High-Quality Meat of Hanwoo



연구기관

강원대학교 축산대학

농림부

## 최 종 보 고 서

1997년도 농림수산특정연구사업에 의하여 완료한 한우육의 품질고급화를 위한 특수사양 기술개발에 관한 연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

- 첨부 : 1. 최종보고서 8부  
2. 최종보고서 디스켓 1매

1997. 12.

주관연구기관 : 강원대학교

총괄연구책임자 ; 홍 병 주 (인)

주관연구기관장 : (직인)

농 립 부 장 관 귀 하

# 제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “한우육의 품질 고급화를 위한 특수 사양기술개발에 관한 연구” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

1997. 12. .

주관연구기관명 : 강 원 대 학 교

총괄연구책임자 : 홍 병 주

연 구 원 : 김 종 복  
신 종 서  
엄 창 국  
임 광 철  
권 응 기  
김 창 동  
심 태 수

# 요 약 문

## I. 제 목

한우육의 품질고급화를 위한 특수사양기술 개발에 관한 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

한우산업분야는 타축종에 비해 경제적 중요성이 매우 크며 농촌경제의 중추적 역할을 담당하는 분야로서 농가의 중요한 소득원이다. 그러나 수입개방과 더불어 한우사육농가들은 사육기반이 영세하고 쇠고기 생산비용이 높아 미국등의 대량쇠고기 생산국가와의 가격경쟁에 매우 불리한 입장에 놓여있는 실정 때문에 불안감으로 인한 사기의 저하와 더불어 사육포기가 늘어나게 되어 궁극적으로 농촌경제가 파탄될 우려가 있다. 따라서 수입개방에 대처하기 위하여 최근 국가적으로 실시하고 있는 한우 고급육 생산사업은 한우사육기반을 보호하고 한우산업을 활성화하여 국제경쟁력을 강화시킬 수 있는 방안인 것으로 생각된다.

그러나 한우육의 품질을 고급화 하기 위해서는 배합사료와 볏짚위주로 사육하는 기존의 사양방법만으로는 그 효과가 낮기 때문에 육질을 향상시키는 새로운 방안이 모색되어야 하며 이러한 방안의 일환으로는 쇠고기 품질을 고급화할 수 있는 특

수발효사료, 전지대두 및 생리활성물질등의 신기술을 이용하는 새로운 사료개발 및 사양기술의 응용이 시급히 요구된다. 또한 고급육 생산을 위해서는 한우에 양질의 조사료 급여가 필수적인데, 현재에는 사료가치가 낮은 볏짚을 활용하기 때문에 생산성이 저하될 뿐 만 아니라 한우 고급육 생산에도 막대한 차질을 일으키는 원인이 되고 있다. 따라서 한우 고급육 생산에 볏짚을 활용하기 위해서는 미생물등의 처리를 통해 사료가치를 높이는 실증적인 연구가 필요하다

아직까지 우리나라의 한우는 육질 1등급 및 육량 A등급 출현율이 낮은 뿐 만 아니라 고급육 생산을 위해 사육기간을 연장하다보니 농가의 사양비용이 가중되는 등의 문제를 안고 있으며, 육질을 개선하는 가장 좋은 방법은 거세가 필수적이지만 증체효과가 비거세우 보다 떨어지고 거세우의 사양비용 증가로 양축가들이 기피하고 있기 때문에 육질 및 육량을 향상시키고 양축가의 사양비용을 절감시키거나 수익성을 보장할 수 있는 대책이 요구된다.

따라서 본연구의 목적은 한우 사육분야의 국제 경쟁력을 강화하고 농촌의 한우 사육기반을 보호하며, 효율적이고 경제성이 있는 고급육 생산기술을 개발하여 농가에 실용화하는 방안을 강구하고자 실시하였다.

### III. 연구개발 내용 및 범위

수입개방에 대응하여 한우 사육분야의 국제경쟁력을 높이고 한우 사육기반을 보호하기 위한 일환으로 한우육의 품질 고급화를 달성하여 한우사육농가의 소득을 증진시키는 것은 시급하면서도 매우 중요한 일이다.

고급육은 지방의 체내 분포도, 지방의 경도, 지방색 및 근육량과 이화학적 특성 등에 의해 결정되는데 이는 가축에 급여하는 사료의 종류, 질, 양 및 체내대사 과정을 조절해주는 생리활성 물질 그리고 사육기간 및 거세유무 등에 의해 조정될 수 있다. 일반농가에서 한우 쇠고기 생산 비용을 절감 하면서 육질을 개선하는데 도움을 주기 위해서는 원료구입이 용이한 특수사료 개발, 풍부한 양질의 조사료원 확보 및 접목하기 편리한 신 기술의 활용 등이 필요하다.

최근 축산업분야에서는 미생물을 활용하는 제반기술들을 개발하는데 노력하고 있으며, 그 일환으로 사료첨가제, 축산폐기물 처리 및 생리활성 물질생산등에 미생물을 이용하는 연구가 많이 이루어지고 있는데 한우 사육분야에서 미생물은 특수발효 사료의 제조와 저질 조사료의 가치를 증진시키는데 이용할 수 있다. 또한 열처리 전지대두를 활용한 TMR 사료 및 유전공학적 기법으로 생산되는 첨단신물질 등도 한우의 증체율, 사료효율 및 육질등을 개선하는데 이용할 수 있다. 그리고 이러한 사육기술들은 일반농가에서 고급육 생산을 하기 위해서 쉽게 실용화할 수 있는 것들이다.

따라서 수입개방에 대응하여 국제경쟁력을 높이고 농가현장 애로사항을 타개하기 위해 수행한 본 연구의 내용과 범위는 다음과 같다.

#### 1. 연구 I : 육질개선을 위한 발효사료 개발이용

육질개선을 위한 발효사료를 개발한 후 성장단계에 따라 육성우, 비육후기우 및 거세우에 개발한 알코올 발효사료를 급여하여 육성성적 및 도체등급에 미치는 효과를 규명하고 반추위내 알코올 발효사료의 발효양상, 분해율과, 미생물에 미치는

영향을 검토하고자 하였다.

## 2. 연구 II: 저질 조사료의 사료가치 증진을 위한 발효기술 개발

저질 조사료인 벃짚의 사료가치를 증진시키기 위한 연구로서 기존의 물리, 화학적인 처리방법에서 벗어나 생물학적 처리방법인 미생물을 이용하여 벃짚을 발효한 후 발효벃짚의 소화율 시험 및 사료가치 평가등을 수행하고 아울러 발효벃짚의 사양시험을 통해 한우의 육성성적 및 도체등급에 미치는 효과를 규명하기 위하여 실시하였다.

## 3. 연구 III : T.M.R. 배합사료와 열처리 전지대두를 이용한 쇠고기 생산기술 개발

육량과 육질을 개선하기 위하여 연구 I 과 II에서 개발한 발효사료 및 열처리 전지대두를 이용한 TMR 배합사료가 한우 비육우의 육성성적 및 도체 등급에 미치는 효과를 검토하기 위하여 실시하였다.

## 4. 연구 IV: Anabolic agent투여가 내분비 대사 및 도체품질에 미치는 영향

최신 유전공학 기법으로 생산되는 재조합 소성장호르몬을 투여수준을 달리하여 한우 거세우에 처리할 때 육성성적 및 도체등급에 미치는 영향을 검토하기 위하여 실시하였다.

그리고 상기의 연구내용을 수행하기 위하여 사료섭취량, 인당증체량, 사료효율의

육성성적 및 혈액성분과 등지방두께, 배최장근 단면적, 근내지방도 등의 도체형질 그리고 근육의 일반성분, 도체등급 및 경매가격등을 조사하여 한우 비육우의 생산성 향상에 미치는 효과를 규명하였다.

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 가. 연구개발 결과

###### 1) 육질개선을 위한 발효사료 개발이용

1. 육성우의 일당증체량은 옥수수발효사료구가 다른 처리구들에 비해 컸으며, 사료효율도 옥수수발효사료구에서 다소 향상된 결과를 보였다.
2. 비육후기우의 일당증체량은 알코올 발효사료구들이 대조구보다 컸으며, 특히 옥수수발효사료구가 가장 높은 증체율을 보였다.
3. 거세우의 일당증체량 및 사료효율도 옥수수발효사료구가 다른 처리구들 보다 양호하였다.
4. 육성우의 옥수수 발효사료구는 다른 처리구 보다 배최장근 단면적 및 근내지

방도가 향상되는 경향을 보였다.

5. 비육후기우의 배최장근단면적은 옥수수발효사료구가 다른 처리구들 보다 넓었으며, 등지방 두께는 4처리구 모두 비슷한 경향으로 나타났다. 또한 근내지방도는 4처리구중 옥수수발효사료구가 높게 나타났다.
6. 거세우의 등지방두께 및 배최장근 단면적은 옥수수발효사료구가 대조구, 귀리 발효사료구 및 혼합발효사료구 보다 두껍고 넓은 경향을 보였다. 또한 근내지방도도 4처리구중 옥수수 알코올 발효사료구가 다른 처리구보다 개선되었다.
7. 한우 육성우 및 거세우의 혈액성분중 BUN의 함량은 옥수수 알코올 발효 사료구가 대조구보다 낮게 나타났다.
8. 한우 육성우, 비육후기우 및 거세우의 혈액성분중 glucose, cholesterol 및 triglyceride의 함량은 옥수수 알코올 발효사료구가 대조구 보다 높았다.
9. 등심의 지방산 조성에서 포화 지방산 함량은 옥수수 발효 사료구가 대조구보다 낮았으며, 불포화 지방산 함량은 높았는데 특히, 올레인산 함량이 옥수수 알코올 발효사료구에서 높은 경향을 보였다.
10. 반추위내 암모니아 농도는 사료급여후 2시간째에 가장 높았으나 시간이 경과

할수록 낮아졌다. 또한 알코올발효사료구는 대조구에 비하여 전반적으로 암모니아 농도가 낮았다.

11. 반추위내 총 휘발성 지방산 함량은 알코올 발효 사료구가 대조구 보다 높게 나타났으며, acetate 함량은 알코올 발효사료구가 대조구보다 낮았으나 propionate 함량은 높았다.
12. 반추미생물의 아미노산 함량은 알코올발효사료구가 대조구에 비하여 높았다.
13. 반추위내 미생물단백질 합성량은 사료급여후 2시간째 가장 많았으며, 특히 대조구에 비하여 알코올 발효 사료급여구가 더 많았다.
14. 시험사료의 조단백질과 조회분 함량은 대조구 보다 발효 사료구들에서 높은 경향을 보였으나, 조지방, NDF 및 ADF함량은 발효사료구가 대조구에 비해 낮은 경향을 보였다.
15. 반추위내 12시간 배양시 건물 소실율은 옥수수 알코올발효사료구가 다른 처리구들 보다 개선되었다.
16. 반추위에서 건물이 신속히 분해되는 부분인 A값은 옥수수 알코올 발효사료구가 대조구에 비하여 다소 높은 경향을 보였으며, 주어진 시간 내에서 천천히 분해되는 부분인 B값은 옥수수 및 귀리 알코올 발효사료(50:50)구가 다른 처

리구 보다 높게 나타났다. 또한  $K(\text{시료의 반추위 속도}) = 0.02$  조건하에서 건물의 유효분해도는 옥수수 및 혼합 알코올 발효사료(50:50, 80:20)구가 대조구에 비하여 높은 것으로 나타났다.

17. NDF소실율은 옥수수발효사료구가 다른 처리구들 보다 전반적으로 높은 경향이였다.

18. NDF의 A값은 옥수수발효사료구가 대조구에 비하여 높게 나타났으며, B값은 귀리발효사료구나 (귀리+옥수수)혼합 발효사료구들이 대조구들에 비하여 다소 높은 경향을 보였다. 또한 유효분해도( $K=0.05$ )는 옥수수발효사료구가 대조구보다 높은 결과를 보였으며 조단백질 소실율도 옥수수 알코올 발효사료구가 대조구보다 높은 경향을 보였다.

19. 조단백질의 A값은 알코올 발효사료구들이 대조구 보다 낮은 경향으로 나타났으며, 유효분해도( $K=0.05$ )는 알코올발효사료구와 대조구 간에 비슷한 경향을 보였다.

## 2) 저질조사료의 사료가치 증진을 위한 발효기술개발

1. 표고버섯재배폐기물의 NDF, ADF 및 cellulose 함량은 참나무톱밥 및 혼합톱밥보다 낮았으나 ADL의 함량은 높은 것으로 나타났다.

2. 건물소실율은 혼합톱밥에 비하여 표고버섯폐기목이 우수한 경향이였다.
3. NDF, ADF, ADL, cellulose 및 crude protein 함량은 대조구 보다 호기성발효 사료구에서 증가하였으며, 또한 hemicellulose 함량은 호기성발효사료구가 다른 처리구보다 현저하게 감소하였다. 혐기성발효사료구의 각각의 성분은 대조구와 비슷한 경향을 보였다.
4. 반추위내 건물소실율은 대조구에 비해 혐기성발효사료구가 낮은 경향을 보였다. 한편 호기성발효사료구의 건물소화율은 반추위 체류 6 및 12시간에서 대조구 보다 감소하였으나 24시간 이후부터 유의하게 증가하였다.
5. NDF소실율은 3처리구중 혐기성발효사료구가 가장 낮았으며, 호기성발효사료구는 24시간 이후부터 대조구에 비해 유의하게 증가하였다.
6. 대조구 및 혐기성발효사료구의 ADF소실율은 비슷한 경향을 보였으며 호기성 발효사료구의 ADF소실율은 대조구 보다 높았다.
7. 반추위내에서 건물, NDF 및 ADF의 분해 속도는 호기성발효사료구가 대조구 및 혐기성발효사료구에 비해 높았고, ADF 유효분해도는 K(반추위 통과속도)=0.02, 0.05, 0.08에서 대조구에 비해 호기성발효사료구가 각각 9.4%, 6.3%, 4.8% 높았다.

8. 거세우의 일당증체량은 호기성발효사료구가 다른 구들 보다 증가하는 경향을 보였고, 비거세우의 일당증체량은 처리구간에 유의적인 차이가 없었다.

9. 비거세우 및 거세우의 혈액성분과 도체등급은 처리구간에 커다란 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 3) TMR 배합사료와 열처리 전지대두를 이용한 쇠고기 생산 기술 개발

1. 옥수수알코올발효사료군의 일당증체량은 생볏짚 급여구(CR)에서 0.80kg, 발효볏짚 급여구(CF)에서 0.91kg, 발효볏짚 및 전지대두 급여구(CFW)에서 1.01kg 으로서, CFW구가 CR구 및 CF구에 비해 유의적으로 컸으며( $P < 0.05$ ), 사료섭취량은 CR구, CF구 및 CFW구가 각각 8.98, 9.70 및 9.45kg으로 CR구에 비해 CF구와 CFW구에서 많았다. 한편 사료효율은 CFW구와 CF구가 CR구에 비해 18.9% 및 4.5%개선되는 경향을 보였다.

2. 귀리알코올발효사료군의 일당증체량은 생볏짚 급여구(OF), 발효볏짚 급여구(OF) 및 발효볏짚 전지대두 급여구(OFW)가 각각 0.76, 0.81 및 0.88kg으로 OR구에 비해 OF구와 OFW구가 각각 6.2 및 13.6%향상 되었다. 사료섭취량은 OR구가 9.06kg, OF구가 9.69kg 및 OFW구가 9.46kg으로 처리구간에 큰 차이는 없었다. 사료효율은 OR구, OF구 및 OFW구가 각각 11.92, 11.96 및 10.95로 OFW구가 OR구나 OF구에 비해 다소 향상되었다.

3. 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료군의 일당중체량은 발효볏짚 및 전지대두 급여구(MFW)에서 0.92kg으로 생볏짚 급여구(MR) 및 발효볏짚 급여구(MF)의 0.80과 0.87kg에 비해 각각 13.0%와 5.4% 향상되었으며, 사료섭취량 및 사료효율은 처리구들 간에 차이가 없었다.
4. 옥수수, 귀리 및 혼합알코올발효사료군의 혈알성분은 처리구간에 통계적 유의차가 없었으며, 조사된 혈액성분은 정상적인 혈액범위에 있었으나 triglyceride함량은 3처리군중 발효볏짚 및 전지대두 급여구가 생볏짚 급여구 및 발효볏짚 급여구에 비해 다소 낮았다.
5. 옥수수알코올발효사료군의 등지방두께는 3처리구간에 차이가 없었으며, 배척장근 단면적은 CR구가 CF구 및 CFW구에 비해 넓었다. 한편 근내지방도는 CR구, CF구 및 CFW구가 각각 No. 3.5, 4.2, 5.0으로 나타나 CFW구가 다른 처리구 보다 우수하였으며, 경매가격은 CFW구가 10,828원으로 CR구 및 CR구의 8,689원과 10,500원 보다 높았다.
6. 귀리알코올발효사료군의 배척장근 단면적은 OR구가 OF구 및 OFW구 보다 넓은 경향이었으며, 등지방두께 및 육량지수는 3처리구간에 차이가 없었다.
7. 혼합(옥수수+귀리)알코올 발효사료군의 등지방두께는 MR구, MF구 및 MFW구에서 각각 0.5, 0.4 및 0.8cm로 MFW구의 등지방두께가 다른 처리구보다

두꺼웠으며 배최장근 단면적은 MR구 및 MFW구가 MF구에 비해 넓은 경향을 보였다.

#### 4) Anabolic agent 투여가 내분비 대사 및 도체 품질에 미치는 영향

1. 일당증체량은 0.03mg구 및 0.06mg구가 대조구 및 0.09mg구 보다 컸는데, 특히 0.03mg구는 대조구보다 14.6% 증가하였다.
2. 사료섭취량은 대조구와 처리구간에 차이가 없었으며, 사료효율은 다른 처리구보다 0.03mg구가 양호하였다.
3. 배최장근단면적은 대조구 보다 성장호르몬 투여구에서 넓었다.
4. 근내지방도는 대조구와 처리구간에 비슷하였으나 0.03mg구가 다소 향상된 편이었다.
5. 육색과 지방색은 대조구와 처리구간에 차이가 없었으며, 모두 정상 범위에 있었다.
6. 등심의 지방함량은 성장 호르몬 처리구들이 대조구에 비해 낮았는데, 특히, 0.03mg구에서 가장 낮은 결과를 보였다. 또한 cholesterol의 함량도 대조구보다 성장호르몬 처리구에서 낮았으며, 특히 0.03mg구에서 가장 낮게 나타났다.

7. 도체 1kg당 경매가격은 0.03mg구에서 다소 높았다.

#### 나. 활용에 대한 건의

본 연구의 궁극적인 목표는 한우의 육질을 개선하고 육성능력을 향상시킴으로서 한우의 국제경쟁력을 높이고 한우사육농가의 소득증대를 도모할 수 있는 새로운 사양기술을 개발하고 실용화 하는데 있다. 본 연구가 성공하여 양축가들에게 실용화 될 경우 농민 스스로가 경제적 수익성을 피부로 직접 느끼게 됨으로 단기간내에 기술이전이 가능할 것으로 기대된다.

본 연구 개발이 계획되로 진행되고 성공리에 마무리되어 다음과 같은 효과를 얻을 것으로 기대된다. 즉, 한우육 품질이 고급화되고 한우 쇠고기의 국제경쟁력을 높여 외국산 수입 쇠고기와의 경쟁이 가능하여 양축농가를 보호할 수 있고, 한우품종 보존은 물론 고급육생산에 대해 새로운 사육기술이 보급되고 효율적이고 경제적인 생산체계가 확립되어 농가경제가 활성화될 것으로 판단된다.

[한편 성공적인 본 연구성과가 강원도의 고급육생산 특화사업으로 선정되어 1996년 10월에 강원도비의 지원으로 일산 30톤 규모의 자동화 알코올발효사료 공장이 준공 되었고 현재 강원도내 6개 시·군(춘천, 홍천, 양구, 횡성, 평창, 강릉) 100개의 농가가 도비와 시·군비(2억 5천만원)의 지원으로 실용화 사업에 참여하여 좋은 결과를 얻고 있다. 현장에로 기술개발 사업에 의한 농가 실용화가 이루어진 성공적인 사례라 할 수 있다.]

따라서

1. 정부의 기술 파급을 위한 재정적 지원과 산·학·연의 협조체계 구축이 필요함.
2. 지도소등을 통한 양축농가의 체계적인 교육과 지도로 고급육 생산에 대한 의욕의 활성화를 도모함.
3. 축협등의 사양관리 지도와 사료가공 처리시설 그리고 특수사료의 개발보급등이 안정적으로 이루어져야 하고 농민은 진취적인 자세를 가지고 지역적 특성을 살려 한우육의 품질고급화를 위한 쇠고기 생산 및 브랜드화 전략을 추진해야 함.
4. 얻어진 연구결과가 단기간내에 양축가들에게 실용화되어 농가이익을 직접 느낄 수 있는 획기적인 방안이 성공적으로 확립됨으로서 정부가 추진하고 있는 한우고급육 생산사업에 크게 공헌하게 되고 신농업기술이 확산되는 효과를 얻을 수 있음.
5. 새로운 기술개발에 대한 정부의 지속적인 관심이 요구됨.
6. 전문교육을 받은 인력을 고급육 생산 지도에 활용하는 방안을 모색할 필요가 있음.

# Summary

1. Development of alcohol-fermented feedstuffs for producing high quality meat of Hanwoo.

This experiment was conducted to evaluate the corn, oat, and mixtures (corn;70%, oat;30%) as a alcohol-fermented feedstuff on daily gain, feed intake, carcass trait, and economical profitability in Hanwoo. The animals used divided into three groups; in growing, in finishing, and steers. In addition, it was investigated the effect of alcohol-fermented feedstuffs (AFF) on fermentation, amino acid composition of microorganism, protein composition, nutrient disappearance, degradation, and effective degradability in the rumen. One hundred twenty Hanwoo (in growing; 40, in finishing;40, steers; 40) were used in a completely randomized experiment. Ten Hanwoo from each group were arranged in control, alcohol-fermented corn (AFC), alcohol-fermented oat (AFO), and mixed alcohol-fermented corn and oat (Mix) treatments. Cannulation techniques provided for effects of AFF on fermentation, microorganism, and digestion in the rumen.

- 1) Daily gain and feed efficiency of growing Hanwoo increased in AFC compared to others.
- 2) Daily gain of finishing Hanwoo was greater in AFF than control, especially in AFC.

- 3) Daily gain and feed efficiency of steers were improved in AFC compared to others.
- 4) Rib-eye area (REA) and marbling score of growing Hanwoo were improved in AFC compared to others.
- 5) The REA of finishing Hanwoo were more enlarged in AFC, but back fat thickness (BFT) were similar among all treatments. Marbling score was the highest in AFC.
- 6) The BFT and REA of steers tended to increase in AFC compared to AFO and Mix. Marbling score was higher in AFC than others.
- 7) Among blood metabolites, BUN contents of growing Hanwoo and steers were higher in AFC than control.
- 8) Among blood metabolites, the contents of glucose, cholesterol and triglyceride of all animal groups were higher in AFC than control.
- 9) Total amino acid contents of all animal groups were similar among all treatments.

- 10) Saturated fatty acid contents of back loin was lower in AFC than control, but unsaturated fatty acid contents was higher in AFC than control. Especially, oleic acid contents tended to increase in AFC.
- 11) Ammonia concentration in the rumen was highest at 2 hours after feeding and gradually decreased with time. Ammonia concentration was generally lower in AFC than control.
- 12) Total volatile fatty acid contents in the rumen were higher in AFF than control. Acetate contents were lower, but propionate contents were higher in AFF.
- 13) Amino acid compositions of ruminal microorganism were higher in AFC than control.
- 14) Microbial protein synthesis in the rumen was highest at 2 hours after feeding, and higher in AFC than control.
- 15) The contents of crude protein and crude ash tended to increase in AFC compared to control, but the contents of crude fat, NDF, and ADF tended to decrease in AFC compared to control.
- 16) After 12 hour incubation in the rumen, dry matter disappearance increased in AFC.

17) A value (rapidly degraded fraction in the rumen) tended to increase in AFC compared to control. B value (slowly degraded fraction in the rumen) was higher in AFC and AFO (50:50) than others. Under K (passage rate) =0.02, effective degradability of dry matter was higher in AFC and Mix (50:50, 80:20) than others.

18) Higher NDF disappearance was generally occurred in AFC.

19) A value of NDF in AFC was higher, and B value in AFC or Mix was somewhat higher than control. Effective degradability (K=0.05) in AFC was higher, and CP disappearance in AFC was somewhat higher than control.

20) A value of CP tended to decrease in AFF compared to control, and effective degradability (K=0.05) of AFF was similar to that of control.

2. Development of fermentation technique for improvement of feed value of low quality forage.

This experiment was conducted to evaluate the feed value of rice straw fermented with yeasts and waste sawdust after shiitake culture. Disappearance of some nutrients of the rice straw, degradability, effective degradability were measured and the effects of the rice straw feeding on body gain, feed intake, and carcass traits were investigated with in situ using female castrated

Hanwoo. Three different types of feeds were prepared: waste sawdust after shiitake culture (WSSC) + rice straw ;Control, WSSC + rice straw + anaerobic fermentation; WRAF, WSSC + rice straw + anaerobic fermentation + aerobic treatment; WRAT. Twenty four Hanwoo steers were used for this experiment and the results are as follows:

- 1) The contents of NDF, ADF, and cellulose in waste sawdust after shiitake culture (WSSC) were lower , but ADL content was higher compared to those in oak and mixed sawdust.
- 2) Higher dry matter disappearance was occurred in WSSC compared to mixed sawdust.
- 3) Mycelia were existed at surface and depths of WSSC.
- 4) Feed pH during fermentation tended to decrease with time.
- 5) The contents of NDF, ADF, ADL, cellulose, and CP in WRAT increased, but hemicellulose content clearly decreased compared to control. Chemical compositions of WRAF were similar to those of control.
- 6) Lower dry matter disappearance in the rumen was occurred in WRAF. The dry matter disappearance in WRAT was lower at 6 and 12 hours after feeding, but significantly increased from 24 hours after feeding.

- 7) The NDF disappearance was lowest in WRAF, and NDF disappearance in WRAT significantly increased from 24 hours after feeding.
- 8) The ADF disappearance in WRAF was similar to that in control, but ADF disappearance in WRAT was higher than that in control.
- 9) Degradable rate of dry matter, NDF, and ADF in the rumen increased in WRAT compared to WRAF and control. Effective degradability of ADF were higher in WRAT than control by 9.4, 6.3, and 4.8% at K (passage rate) =0.02, 0.05, and 0.08, respectively.
- 10) Daily gains of steers increased in WRAT, but daily gains of bulls were similar among all treatments.
- 11) No difference of blood metabolites and carcass traits of steers or bulls was occurred among all treatments.

3. Development of beef production techniques by feeding TMR ration and heat treated soybean.

This trial was conducted to examine the feeding effects of alcohol fermented corn (AFC), alcohol fermented oat (AFO), and alcohol fermented corn and oat (Mix) added with untreated rice straw, fermented rice straw, and whole soybean

on the body weight gain, feed efficiency, carcass grade, and economical effectiveness. Thirty six Hanwoo steers with average 392kg of body weight were assigned to this feeding trial which proceeded during 210 days of experimental period. The results are summarized as follows:

- 1) In daily gain, untreated rice straw group (CR), fermented rice straw group (CF) and fermented rice straw + whole soybean groups (CFW) added with alcohol fermented corn recorded 0.80, 0.91, and 1.01kg, respectively; CFW was significantly higher than CR and CF ( $P < 0.05$ ). Feed intakes in CR, CF, and CFW were 8.98, 9.70, and 9.45kg, respectively; CF and CFW were higher than CR. Feed efficiency elevated in CFW and CF by 18.9 and 4.5%, respectively, compared to CR.
- 2) Daily gain of untreated rice straw group (OR), fermented rice straw group (OF) and fermented rice straw + whole soybean groups (OFW) added with alcohol fermented oat were 0.76, 0.81 and 0.88kg, respectively; OF and OFW increased by 6.2 and 13.6%, respectively, compared with OR. Feed intakes in OR, OF and OFW were 9.06, 9.69 and 9.46kg, respectively; no difference was found among all treatments. Feed efficiency in OR, OF and OFW were 11.92, 11.96 and 10.95, respectively; OFW was slightly improved comparing with OR and OF.
- 3) Daily gain of MFW (fermented rice straw + whole soybean added with Mix) was 0.92kg which exceeded 0.80kg of MR (untreated rice straw added with

Mix) and 0.87kg of MF (fermented rice straw added with Mix) by 13.0 and 5.4%, respectively. Difference was not found in feed intake and feed efficiency among the treatments.

- 4) Significant difference in blood metabolites was not recognized among AFC, AFO, and Mix. Blood metabolites were in normal range, but tryglyceride content of fermented rice straw and whole soybean groups was slightly lower than that of untreated rice straw and fermented rice straw groups.
- 5) No difference was found in BFT among all treatments. The REA of CR was larger than that of CF and CFW. Marbling scores of CR, CF and CFW marked as 3.5, 4.2 and 5.0, respectively; CFW presented better result than the other treatments. In auction price, CFW (10,828 Won) was higher than CR (8,689 Won) and CF (10,500 Won).
- 6) The REA of OR tended to show larger area than that of OF and OFW. Marbling score of OFW (4.0) improved evidently compared to OR (2.0) and OF (2.5). The highest auction price was marked by CFW (9,561 Won) which showed higher marbling score than CR (8,089 Won) and CF (9,452 Won).
- 7) The BFT of MR, MF and MFW were 0.5, 0.4 and 0.8cm, respectively; MFW demonstrated the thickest in back fat than others. In REA, a trend to grow larger was observed in MR and MFW comparing with MF. No

difference was observed in meat quality index among the three groups. Auction prices of MR, MF and MFW were 8,641, 10,278 and 10,108 Won, respectively.

#### 4. Effects of anabolic agent administration on endocrine metabolism and carcass quality.

This experiment was carried out to investigate the effects of rBST, which provided to Hanwoo steers once in two weeks at the rate of 0.03, 0.06 and 0.09mg per 1kg body weight, on the body weight gain, feed intake, blood metabolites, carcass grade and economical efficiency. Twenty heads of Hanwoo steers were randomly divided into four groups (0.03, 0.06, 0.09mg and control); five heads of the steers were assigned to each group. The results are summarized as follows:

- 1) Daily gains of 0.03 and 0.06mg groups were bigger than 0.09mg group and control; especially 0.03mg group was bigger than control by 14.6%
- 2) No difference was found in feed intake between control and the other treatments. Feed efficiency of 0.03mg group was improved compared to the other treatments.
- 3) The REA of rBST treatment groups was larger than control.

- 4) Marbling score of rBST treatment groups was similar to that of control; however, 0.03mg group was higher than the other groups.
- 5) No difference was observed in meat and fat colors between control and rBST treatments; all groups existed within normal range.
- 6) Fat contents of back loin were lower in rBST treatments than control; especially 0.03mg group presented the lowest content. Cholesterol contents were also lower in rBST treatments than control; especially 0.03 mg group marked the lowest content.
- 7) Slightly higher auction price per 1kg of carcass was obtained in 0.03mg group.

# CONTENTS

## Title : Feeding strategy for producing High Quality Meat of Hanwoo

Chapter 1. General introduction .....	41
Chapter 2. Development of alcohol-fermented feedstuff for producing high quality meat of Hanwoo .....	44
Part I. Introduction .....	44
Part II. Marterial and Methods .....	47
(Experiment 1) Effect of alcohol-fermented feedstuff for growth performance, carcass grades and meat composition .....	47
1. Experimental period, place and animal .....	47
2. Manufacturing of alcohol-fermented feedstuff .....	47
3. Experimental design .....	52
4. Feeding management .....	52
5. Sample analysis .....	54
6. Statistical analysis .....	62
(Experiment 2) Effects of alcohol-fermented feedstuff on ruminal characteristics and microbial protein synthesis .....	63
1. Experimental period, place and animal .....	63

2. Manufacturing of alcohol-fermented feedstuff .....	63
3. Experimental design .....	63
4. Feeding management .....	64
5. Sample analysis .....	64
6. Statistical analysis .....	67
 (Experiment 3) Degradation of alcohol-fermented feedstuff in the rumen .....	67
1. Experimental period, place and animal .....	67
2. Manufacturing of alcohol-fermented feedstuff .....	68
3. Feeding management .....	68
4. Sample analysis .....	69
5. In situ digestibility .....	69
6. Measurements of nutrients disappearance and degradation .....	70
7. Statistical analysis .....	71
 <b>Part III. Results and discussion .....</b>	<b>72</b>
 (Experiment 1) Effect of alcohol-fermented feedstuff for growth performance, carcass grades and meat composition .....	72
1. Daily gain, feed intake and feed conversion .....	72
2. Carcass traits .....	75
3. Carcass grades .....	79
4. Blood metabolites .....	82
5. Chemical composition of strip loin .....	88
6. Amino acid composition .....	90
7. Fatty acid composition .....	94
8. Profitability .....	99
 (Experiment 2) Effects of alcohol-fermented feedstuff on ruminal characteristics and microbial protein synthesis .....	103

1. Change of ruminal pH .....	103
2. Amonium concentration in the rumen .....	105
3. Volatile fatty acid concentration in the rumen .....	108
4. Amino acid composition of ruminal microorganism .....	111
5. Microbial protein synthesis .....	114
 (Experiment 3) Degradation of alcohol-fermented feedstuff in the rumen ...	117
1. Chemical composition of alcohol-fermented feedstuff .....	117
2. Dry matter disappearance and degradation .....	118
3. NDF disappearance and degradation .....	124
4. Crude protein disappearance and degradation .....	128
 <b>Part IV. Abstracts .....</b>	<b>134</b>
 <b>Part V. References .....</b>	<b>138</b>
 <b>Chapter 3. Development of fermentation technique for improving of feed value of low quality forage .....</b>	<b>152</b>
 <b>Part I. Introduction .....</b>	<b>152</b>
 <b>Part II. Marterial and methods .....</b>	<b>156</b>
1. Waste sawdust after shiitake culture .....	156
2. Rice straw treatments .....	156
3. Shiitake mycelia .....	156
4. Manufacturing of alcohol-fermented feedstuff .....	157
5. The pH change during fermentation .....	158
6. In situ digestibility .....	159
7. Feeding management .....	161
8. Statistical analysis .....	163

<b>Part III. Results and discussion</b> .....	<b>164</b>
1. Characteristics of waste sawdust after shiitake culture .....	164
2. Change of general components of aerobic treatment .....	169
3. Daily gain and feed conversion .....	185
4. Blood metabolites .....	188
5. Carcass grades and profitability .....	189
<b>Part IV. Abstracts</b> .....	<b>194</b>
<b>Part V. References</b> .....	<b>199</b>
<b>Chapter 4. Development of beef production techniques by feeding TMR ration and heat treated soybean.</b> .....	<b>203</b>
<b>Part I. Introduction</b> .....	<b>203</b>
<b>Part II. Marterial and methods</b> .....	<b>206</b>
1. Experimental period, place and animal .....	206
2. Manufacturing of alcohol-fermented feedstuff .....	206
3. Manufacturing of fermented rice straw using waste sawdust after shiitake culture .....	206
4. Experimental design .....	206
5. Feeding management .....	207
6. Sample analysis .....	208
7. Statistical analysis .....	209
<b>Part III. Results and discussion</b> .....	<b>209</b>
1. Daily gain, feed intake and feed conversion .....	209
2. Blood matabolites .....	214

3. Carcass traits and carcass grades .....	220
4. Profitability .....	227
<b>Part IV. Abstracts .....</b>	<b>230</b>
<b>Part V. References .....</b>	<b>233</b>
<b>Chapter 5. Effects of anabolic agent administration on endocrine                   metabolism and carcass quality .....</b>	<b>239</b>
<b>Part I. Introduction .....</b>	<b>239</b>
<b>Part II. Marterial and methods .....</b>	<b>241</b>
1. Experimental period and animal .....	241
2. Experimental design and feeding management .....	241
3. Sample analysis .....	243
4. Chemical composition of strip loin .....	245
5. Statistical analysis .....	245
<b>Part III. Results and discussion .....</b>	<b>246</b>
1. Daily gain .....	246
2. Feed intake and feed conversion .....	247
3. Blood metabolites .....	250
4. Carcass traits .....	252
5. Chemical composition of strip loin .....	254
6. Profitability .....	255
<b>Part IV. Abstracts .....</b>	<b>258</b>
<b>Part V. References .....</b>	<b>260</b>

# 목 차

제 1 장. 서 론 .....	41
제 2 장. 육질개선을 위한 발효사료 개발, 이용 .....	44
제 1 절. 서 설 .....	44
제 2 절. 재료 및 방법 .....	47
(실 험 1) 알코올발효사료 급여가 육성성적, 도체등급 및 육조성에 미치는 영향 .....	47
1. 시험기간, 장소 및 공시동물 .....	47
2. 알코올발효사료 제조 .....	47
3. 시험설계 .....	52
4. 시험축의 사양관리 .....	52
5. 조사항목 및 시료분석 .....	54
6. 통계처리 .....	62
(실 험 2) 알코올발효사료 급여가 반추위액 성상 및 미생물의 단백질 합성에 미치는 영향 .....	63
1. 시험기간, 장소 및 공시동물 .....	63
2. 시험구 배치 .....	63
3. 알코올발효사료 제조 .....	63
4. 사 양 관 리 .....	64
5. 조사항목 및 시료분석 .....	64
6. 통계처리 .....	67

(실 험 3) 알코올발효사료의 반추위내 분해특성 .....	67
1. 실험기간, 장소 및 공시동물 .....	67
2. 알코올발효사료 제조 .....	68
3. 사양 관리 .....	68
4. 시료의 일반성분 분석 .....	69
5. In situ 소화 시험 .....	69
6. 알코올발효사료의 영양소 소실을 및 분해도 .....	70
7. 통계처리 .....	71
<b>제 3 절. 결과 및 고찰 .....</b>	<b>72</b>
(실 험 1) 알코올발효사료 급여가 육성성적, 도체 및 육조성에 미치는 영향 .....	72
1. 증체량, 사료섭취량 및 사료효율 .....	72
2. 도체형질 .....	75
3. 도체등급 .....	79
4. 혈액성상 .....	82
5. 근육의 일반성분 조성 .....	88
6. 아미노산 조성 .....	90
7. 지방산 조성 .....	94
8. 경제성 분석 .....	99
(실 험 2) 알코올 발효사료 급여가 반추위액 성상 및 미생물의 단백질 합성에 미치는 영향 .....	103
1. 반추위내 pH 변화 .....	103
2. 반추위내 암모니아 농도 .....	105
3. 반추위내 VFA 조성 .....	108
4. 반추미생물의 아미노산 조성 .....	111
5. 반추미생물의 단백질 합성량 .....	114

(실 험 3) 알코올발효사료의 반추위내 분해 특성 .....	117
1. 알코올발효사료의 일반조성분 .....	117
2. 건물 소실을 및 분해율 .....	118
3. NDF 소실을 및 분해율 .....	124
4. 조단백질 소실을 및 분해율 .....	128
<b>제 4 절. 요약</b> .....	<b>134</b>
<b>제 5 절. 참고문헌</b> .....	<b>138</b>
<b>제 3 장. 저질 조사료의 사료가치 증진을 위한 발효기술 개발</b> .....	<b>152</b>
<b>제 1 절. 서 설</b> .....	<b>152</b>
<b>제 2 절 재료 및 방법</b> .....	<b>156</b>
1. 표고버섯재배 폐기목처리 .....	156
2. 볏짚처리 .....	156
3. 표고버섯균사 및 표충곰팡이균사 관찰 .....	156
4. 시험사료제조 .....	157
5. 발효과정의 pH변화 및 미생물의 성장 관찰 .....	158
6. In situ 소화시험 .....	159
7. 사양관리 .....	161
8. 통계처리 .....	163
<b>제 3 절. 결과 및 고찰</b> .....	<b>164</b>
1. 표고버섯폐기목의 특성 .....	164
2. 호기성처리볏짚의 일반성분변화 및 발효제의 영향 .....	169
3. 증체량 및 사료효율 .....	185

4. 혈액성상 .....	188
5. 도체등급 및 경제성 분석 .....	189
<b>제 4 절. 요약</b> .....	<b>194</b>
<b>제 5 절. 참고문헌</b> .....	<b>199</b>
<b>제 4 장. T. M. R. 배합사료와 열처리 전지대두를 이용한 쇠고기 생산기술 개발</b> .....	<b>203</b>
<b>제 1 절. 서 설</b> .....	<b>203</b>
<b>제 2 절. 재료 및 방법</b> .....	<b>206</b>
1. 시험기간, 장소 및 공시동물 .....	206
2. 알코올 발효 사료 제조 .....	206
3. 표고 버섯 폐기물 톱밥을 이용한 발효 볶짚 제조 .....	206
4. 시험 설계 .....	206
5. 사양 관리 .....	207
6. 조사항목 및 시료분석 .....	208
7. 통계 처리 .....	209
<b>제 3 절. 결과 및 고찰</b> .....	<b>209</b>
1. 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율 .....	209
2. 혈액성상 .....	214
3. 도체형질 및 도체등급 .....	220
4. 경제성분석 .....	227
<b>제 4 절 요약</b> .....	<b>230</b>
<b>제 5 절 참고문헌</b> .....	<b>233</b>

제 5 장. Anabolic agent 투여가 내분비 대사 및 도체품질에 미치는 영향 .....	239
제 1 절. 서 설 .....	239
제 2 절. 재료 및 방법 .....	241
1. 시험기간 및 공시동물 .....	241
2. 시험설계 및 사양관리 .....	241
3. 조사항목 및 시료분석 .....	243
4. 근육의 육조성분석 및 시료분석 .....	245
5. 통계처리 .....	245
제 3 절. 결과 및 고찰 .....	246
1. 일당증체량 .....	246
2. 사료섭취량 및 사료효율 .....	247
3. 혈액성상 .....	250
4. 도체형질 .....	252
5. 등심의 육조성분 .....	254
6. 경제성 분석 .....	255
제 4 절. 요 약 .....	258
제 5 절. 참 고 문 헌 .....	260

## 표 차 례

표 2-1. 시험 사료의 화학 조성분 (육성우) .....	53
표 2-2. 시험 사료의 화학 조성분 (비육 후기우) .....	53
표 2-3. 시험사료의 화학 조성분 (거세우) .....	54
표 2-4. 시험사료의 화학조성분 .....	64
표 2-5. 시험 사료의 화학 조성분 .....	68
표 2-6. 발효사료 급여가 한우 비육우(육성우)의 육성성적에 미치는 영향 .....	72
표 2-7. 발효사료 급여가 한우 비육우(비육후기우)의 육성성적에 미치는 영향 .....	73
표 2-8. 발효사료 급여가 한우비육우(거세우)의 육성성적에 미치는 영향 .....	74
표 2-9. 발효사료 급여가 한우비육우(육성우)의 도체형질에 미치는 영향 .....	76
표 2-10. 발효사료 급여가 한우 비육우(비육후기우)의 도체형질에 미치는 영향 .....	77
표 2-11. 발효사료 급여가 한우 비육우(거세우)의 도체형질에 미치는 영향 .....	78
표 2-12. 육성비육우의 출하시 도체등급판정 결과 .....	80
표 2-13. 비육후기우의 출하시 도체등급판정 결과 .....	80
표 2-14. 거세우의 출하시 도체등급판정 결과 .....	81
표 2-15. 발효사료 급여가 한우 비육우(육성우)의 혈액성상에 미치는 영향 .....	83
표 2-16. 발효사료 급여가 한우 비육우(비육후기우)의 혈액성분에 미치는 영향 .....	84
표 2-17. 발효사료 급여가 한우비육우(거세우)의 혈액성분에 미치는 영향 .....	85
표 2-18. 발효사료급여가 (육성비육우) 등심의 육조성분에 미치는 영향 .....	89
표 2-19. 발효사료 급여가 (비육후기우) 등심의 육조성분에 미치는 영향 .....	89

표 2-20. 발효사료 급여가(거세우)등심의 육조성분에 미치는 영향 .....	90
표 2-21. 육성비육우의 근육내 아미노산 조성 .....	91
표 2-22. 비육후기우의 근육내 아미노산 조성 .....	92
표 2-23. 거세우의 근육내 아미노산 조성 .....	93
표 2-24. 육성비육우의 근육내 지방산 조성 .....	95
표 2-25. 비육후기우의 근육내 지방산 조성 .....	96
표 2-26. 거세우의 근육내 지방산 조성 .....	97
표 2-27. 알코올발효사료 급여가 한우 육성우의 수익성에 미치는 영향 .....	100
표 2-28 알코올발효사료 급여가 한우 비육후기우의 수익성에 미치는 영향 .....	101
표 2-29. 알코올발효사료 급여가 한우 거세우의 수익성에 미치는 영향 .....	102
표 2-30. 발효사료급여가 반추미생물아미노산 조성에 미치는 영향 .....	113
표 2-31. 발효시간에 따른 알코올 발효사료의 일반조성분 .....	118
표 2-32. 반추위내에서 알코올발효사료의 건물소실율 .....	119
표 2-33. 반추위내에서 알코올발효사료의 건물분해율 및 유효분해도 .....	122
표 2-34. 반추위내에서 알코올발효사료의 NDF소실율 .....	125
표 2-35. 반추위내에서 알코올발효사료의 NDF분해율 및 유효분해도 .....	127
표 2-36. 반추위내에서 알코올발효사료의 조단백질소실율 .....	129
표 2-37. 반추위내 알코올발효사료의 조단백질분해율 및 유효분해도 .....	131
표 3-1. 시험사료의 배합비 .....	158
표 3-2. 시험 사료 화학조성분 .....	159
표 3-3. 급여사료의 일반조성분 .....	162
표 3-4. 톱밥의 화학 조성분 .....	164

표 3-5. 반추위내 배양시간에 따른 표고버섯폐기물 톱밥 및 일반톱밥의 건물 소실율 .....	165
표 3-6. 건물 소실을 보완한 톱밥의 화학조성분 .....	165
표 3-7. 생물학적 처리에 의한 볏짚의 화학 조성분 변화 .....	170
표 3-8. 건물소실을 보완한 시험사료의 화학조성분 변화 .....	173
표 3-9. 반추위내 배양시간에 따른 시험사료의 건물소실율 .....	173
표 3-11. 반추위내 배양시간에 따른 시험사료 NDF소실율 .....	175
표 3-11. 반추위내 배양시간에 따른 시험사료 ADF소실율 .....	177
표 3-12. 반추위내 시험사료의 건물 유효분해도 .....	182
표 3-13. 반추위내 시험사료의 NDF 유효분해도 .....	183
표 3-14. 반추위내 시험사료의 ADF유효 분해도 .....	184
표 3-15. 발효볏짚 급여가 사료섭취량에 미치는 영향 .....	186
표 3-16 발효볏짚 급여가 일일증체량에 미치는 영향 .....	187
표 3-17. 발효볏짚급여가 비거세우 혈액성상에 미치는 영향 .....	188
표 3-18. 발효볏짚급여가 비거세우 혈액성상에 미치는 영향 .....	189
표 3-19. 발효볏짚 급여가 거세 비육우의 도체성적에 미치는 영향 .....	190
표 3-20. 버섯균처리볏짚(호기성처리)의 급여가 비육우의 경제성에 미치는 영향	191
표 4-1. 시험사료의 배합비 .....	208
표 4-2. 옥수수 알코올 발효사료 급여 조건하에서 발효볏짚 및 전지대두급여가 육성성적에 미치는 영향. ....	210
표 4-3. 귀리알코올 발효사료 급여 조건하에 발효볏짚 및 전지대두급여가 육성성적에 미치는 영향 .....	211

표 4-4. 혼합(옥수수+귀리)알코올 발효사료 급여 조건하에 발효벚짚 및 전지대두 급여가 육성성적에 미치는 영향. ....	212
표 4-5. 옥수수 알코올 발효사료 급여 조건하에서 발효벚짚 및 전지대두급여가 혈액성상에 미치는 영향 .....	215
표 4-6. 귀리알코올 발효사료 급여 조건하에서 발효벚짚 및 전지대두급여가 혈액성상에 미치는 영향 .....	216
표 4-7. 혼합(옥수수+귀리)알코올 발효사료 급여 조건하에서 발효벚짚 및 전지대두급여가 혈액성상에 미치는 영향 .....	217
표 4-8. 옥수수 알코올 발효사료 급여조건하에서 발효벚짚 및 전지대두 급여가 도체형질 및 도체등급에 미치는 영향 .....	223
표 4-9. 귀리 알코올 발효사료 급여조건하에서 발효벚짚 및 전지대두 급여가 도체형질 및 도체등급에 미치는 영향 .....	225
표 4-10. 혼합(옥수수+귀리) 알코올 발효사료 급여조건하에서 발효벚짚 및 전지대두 급여가 도체형질 및 도체등급에 미치는 영향 .....	227
표 4 <sup>1</sup> 11. 옥수수알콜발효사료 급여하에서 발효벚짚 및 전지대두급여가 경제성에 미치는 영향 .....	228
표 5-1. 시험 사료의 화학조성분 .....	243
표 5-2. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 일당증체량에 미치는 영향 ....	246
표 5-3. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 사료섭취량 및 사료효율에 미치는 영향 .....	248
표 5-4. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 혈액성분에 미치는 영향 .....	250

표 5-5. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 도체형질에 미치는 영향 .....	252
표 5-6. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 등심의 육조성분에 미치는 영향 .....	254
표 5-7. 재조합소성장호르몬 투여가 경제성에 미치는 영향 .....	256

## 제 1 장. 서 론

현재 50만여 농가에서 사육되고 있는 한우 약 290만두는 농촌경제의 중추적인 역할을 담당하고 있는 산업분야이나 수입개방으로 인해 한우사육농민의 사기가 저하되고 농촌경제가 피폐되어가고 있는 실정인바 최근 국가적으로 실시하고 있는 한우 고급육 생산사업은 이런 수입개방에 대처하여 사육기반이 영세한 한우사육농가를 보호하고 활성화시키는데 매우 중요하며 필수적인 사업이다.

한우 고급육이란 우리나라 사람들의 기호에 맞는 품질 좋은 고기를 말하는 것인데 현재 이러한 고급육 등급판정은 축산업협동조합중앙회의 축산물 등급판정소에서 실시하고 있으며, 소 도체 등급기준에서 육량등급은 등지방두께, 배최장근 단면적 및 도체중량에 의한 육량지수로 환산하여 분류하며 육질등급은 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도 등에 따라 분류된다.

최근 소비자들이 선호하는 고급육이란 근육내에 백색 지방분포가 잘 형성되어 육류등급판정에서 육질 1, 2, 3, 등급순으로 평가 받은 도체 (상강육, 대리석육)를 말한다. 즉 육류등급 판정을 통하여, 육량이 우수한 것부터 A, B, C등급 순으로, 육질이 우수한 것부터 1, 2, 3 등급순으로 판정하는데, A1으로 평가받은 도체가 육량 및 육질에서 가장 우수한 등급의 고급육이라고 할 수 있으며 C3을 평가받은 도체가 가장 낮은 것이라 할 수 있다.

이러한 쇠고기의 품질 고급화를 위해 일부 한우 농가에서는 거세하거나 비육기간을 연장하고 있으나, 거세는 육질의 개선효과가 있음에도 불구하고 증체량을 저하시킨다는 이유때문에 많은 한우사육농가들이 기피하고 있다. 또한 육질은 비육우의 체중과 어느정도 관련이 있는 것으로 알려져 있는데 비육기간을 연장하여 출하체중

을 늘리면 등심내 지방침착을 향상시켜 육질을 개선하는 장점이 있으나, 비육기간이 길어져서 추가비용이 발생하는 문제점이 있다. 또한 비육기간동안에 인삼박이나 보리등을 급여하여 육질개선의 효과를 얻고 있으나, 이러한 방법은 효과가 미흡하고 사료구입이 용이하지 않을 뿐만아니라 가격이 비싸 생산비용이 가중되는 등의 문제를 안고 있어 실용화가 어려운 실정이다.

앞으로 수입개방에 대응하면서 한우산업의 국제경쟁력을 제고하기 위해서는 사육두수의 증대, 한우단지조성 및 산지 송아지 가격의 안정화 등 한우 사육기반 체계의 정비와 더불어 사육기술 개발로 생산비를 절감하여야 하며 동시에 국가적으로 실시하고 있는 한우 고급육 생산사업을 통해 한우육의 품질을 고급화시켜야 한다. 그러나 한우 사육농가들은 시중에 유통되는 배합사료와 볏짚 위주로 급여하는 기존의 사육방법으로는 고급육 생산 효과가 낮아 한우 쇠고기의 품질을 개선할 수 있는 새로운 특수사료개발과 사육기술이 절실히 요구되고 있다. 즉, 고급육 생산 체계를 확립하기 위해서는 일반농가에서도 구입이 용이하고 가격이 저렴한 특수사료와 양질 조사료가 확보되어야 하며, 농가에 쉽게 보급될 수 있는 실용적인 사양기술이 필요하다.

일반적으로 고급육은 가축에 급여하는 사료의 종류, 사육기간 및 체내 대사과정을 조절하는 생리활성 물질에 의해 생산이 가능하다. 최근 축산업분야에서는 미생물을 이용해 가축에 응용하려는 기술을 개발하는데 노력하고 있는데 축산에서 미생물은 사료첨가제, 축산폐기물 처리 및 생리활성 물질생산등에 활용되고 있으며, 한우 사육분야에서 미생물은 생산성 향상을 도모할 수 있는 특수발효사료의 제조와 저질 조사료의 가치를 증진시키는데 이용할 수 있다. 또한 TMR기법의 이용, 열처리 전지대두의 이용 및 유전공학적 기법으로 생산되는 첨단신물질 등도 한우의 증

체율, 사료효율 및 육질등을 개선하는데 이용할 수 있다. 그리고 이러한 것들은 일반 농가에서 고급육 생산을 하기 위해서 쉽게 실용화할 수 있는 필요한 기술이다.

따라서 본 연구는 한우의 육질 및 육성능력을 향상시켜 국제 경쟁력을 높여 수입 개방에 대응하며, 한우의 고급육 생산을 위한 현장 애로사항을 개선하는 새로운 사양체계를 확립하고, 고급육 생산의 부대비용을 절감하여 소득증대를 도모코져 하는 목표의 일환으로서 특수미생물을 이용한 특수사료의 개발, 저질조사료의 사료가치 개선, 생산성을 향상시킬 수 있는 새로운 TMR사양기법의 개발 및 최신 유전공학적으로 생산되는 신물질 응용기술개발 등을 통해 한우육의 생산원가를 절감하고 이 상적인 사양체계를 확립하며, 사료가공기술을 발전시키고, 한우의 육질개선으로 양 축가의 소득증대를 가져오며, 고급한우육생산에 의한 소득보장으로 한우사육기반을 확보하여 궁극적으로는 농촌경제를 활성화 시키는데 기여코져 실시하였다.

## 제 2 장. 육질개선을 위한 발효사료 개발 이용

### 제 1 절. 서 설

우리나라의 농촌경제에 중추적인 역할을 담당하고 있는 한우비육산업은 2001년에 완전수입개방을 하여야 하는 어려운 상황에 놓여 있어 이에 대한 대처방안이 시급한 문제로 대두되고 있다. 따라서 많은 연구자와 정책을 수립하고 있는 관계자들은 새로운 쇠고기 생산기술 개발, 사육규모 확대, 시설개선 및 부가세 영세율 적용 등과 같은 정책을 통하여 비육농가의 생산비를 절감시키는 노력을 해왔다. 그러나 연중 양질의 목초지에서 대규모로 방목 사육하는 체계로 쇠고기를 생산하는 축산 선진국과는 가격경쟁면에서 불리하므로 축산 환경이 열악한 우리나라는 쇠고기 품질을 높일 수 있는 기술개발을 통해 국제 경쟁력을 강화하고 농가 수익을 보장하도록 해야 한다.

쇠고기의 육질은 품종에 따라 크게 차이가 날 뿐 만 아니라 동일한 품종에서도 성별, 성장단계, 거세유무, 비육기간 및 사료요인 등의 제반 사항에 의해 달라질 수 있으며 동일 도체내에서도 부위에 따라 근육형태와 지방분포상태가 다르고 이에 따른 육질도 현저히 차이가 있는 것으로 알려져 있고(Berg와 Butterfield, 1976), 한우의 육질에 대한 우수성은 일찍 국내외에서 입증된 바 있는데 肥塚(1910)은 당시 일본에 수출된 여원 한우를 수개월간 사육한 결과 영양상태가 회복되면서 지방 침착이 좋아 졌고 일본재래종보다 육질이 연하고 근내지방침착 및 정육율이 높아 소비자들로부터 각광을 받았으며 비육능력이 우수하여 육용으로 매우 적합하다고 보고

한 바 있다. 또한, 한우육이 한국 국민들의 전통적인 미각에 따라 기호도가 높을 뿐만 아니라 쇠고기 맛을 좌우하는 올레인산 및 불포화지방산 함량 등이 높아 질적면에서 우수한 것으로 보고하고 있다(박 등, 1994). 따라서 외국산 쇠고기의 수입개방에 대응하기 위해 고급육생산에 적합한 사양기술을 지속적으로 개발하고 이용한다면 품질이 우수한 한우 쇠고기 생산이 가능하여 부가가치가 높은 축종으로 존속시킬 수 있을 것으로 판단된다.

최근 비육농가에서는 한우 고급육 생산을 위하여 거세를 실시하고 있지만 거세는 육질개선 효과가 있음에도 불구하고 증체량을 저하시킨다는 이유 때문에 많은 비육농가에서 기피하고 있는 실정이다. 또한 쇠고기의 육질개선을 위하여 비육기간동안 인삼박이나 보리 등을 급여하므로써 어느 정도 육질개선 효과를 얻고 있으나 사료구입이 용이하지 않거나 가격이 비싸 생산비용이 가중되는 문제점을 안고 있어 농가 실용화가 어려운 실정에 있다. 따라서 고급육 생산에 뚜렷한 효과가 있는 새로운 사양 기술의 개발이 필요하다.

일본의 비육농가에서는 오래 전부터 비육우의 육질을 개선하기 위하여 알코올을 급여하고 있다. 즉 일정한 농도로 희석된 알코올을 비육우에 급여시키면 일당증체량, 사료효율 및 근육내지방도가 향상되는 것으로 보고하고 있다(Itabashi 등, 1991; 津吉 등, 1990; 板橋 등, 1990; 奈良 등, 1990). 그러나 우리나라 현실에서는 알코올 원액을 비육우에 직접 급여 한다는 것은 경제적 현실성이 떨어지기 때문에 육질 개선제로 이용하기 어려운 점이 있다.

또한, 신 등(1994)은 일반 농가에서 원료구입이 용이하고 접목시키기 편리한 특수 미생물을 이용하여 개발된 알코올발효사료 급여가 비육우의 사료섭취량, 일당증체량, 배최장근단면적 및 육질을 개선한다고 보고한 바 있다. 그러나 알코올발효사료

에 대한 체내 대사과정과 육성성적 및 도체등급과 연관 짓는 연구가 없었으며 특히, 비육우의 혈액성상, 반추위 발효성상, 반추미생물단백질 합성량 및 반추위내에서 알코올발효사료 분해특성에 관한 연구가 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 고급육생산을 위한 일환으로 알코올 발효사료를 개발하고 이를 한우 육성우, 비육후기우 및 육성거세우에 급여하여 증체량, 사료 섭취량, 및 도체 등급에 미치는 영향을 검토하고자 실시하였으며 아울러 알코올 발효사료의 반추위 내 분해율, 반추위액 성상 및 미생물 단백질 합성에 미치는 영향을 검토하여 알코올 발효사료의 급여효과와 생체내에서의 기초적인 작용기작을 이론적으로 제시하고자 실시하였다.

## 제 2 절. 재료 및 방법

(실 험 1) 알코올발효사료 급여가 육성성적, 도체등급 및 육조성에 미치는 영향

### 1. 시험기간, 장소 및 공시동물

본 실험은 강원도 홍천군 동면 및 서석면의 한우 고급육 생산단지에서 1994년 12월부터 1996년 6월 까지 평균체중 270kg인 한우 육성우 40두, 1995년 4월부터 1996년 6월 까지 평균체중 490kg인 한우 비육후기우 40두 및 1995년 7월부터 1997년 9월 까지 평균체중 230kg인 한우 거세우 40두를 공시하여 실시하였다.

### 2. 알코올발효사료 제조

본 시험에 이용하는 발효사료는 당분의 알코올발효법을 이용하여 원료사료(옥수수, 귀리, 또는 옥수수와 귀리를 70:30의 비율로 혼합한 사료)에 물 50%, 당밀 10%, 효모 5%를 첨가한 후 충분히 혼합하여 32℃조건에서 4시간 혐기성 발효를 실시하여 제조하였는데, 알코올 발효사료 제조 공정(그림 2-1)과 발효사료 제조에 사용한 시설은 그림 2-2 및 그림 2-3과 같다. 그리고 알코올 자동화공장에서 생산되는 제품은 그림 2-4와 같이 상차하여 한우고급육 생산단지에 공급하였다.

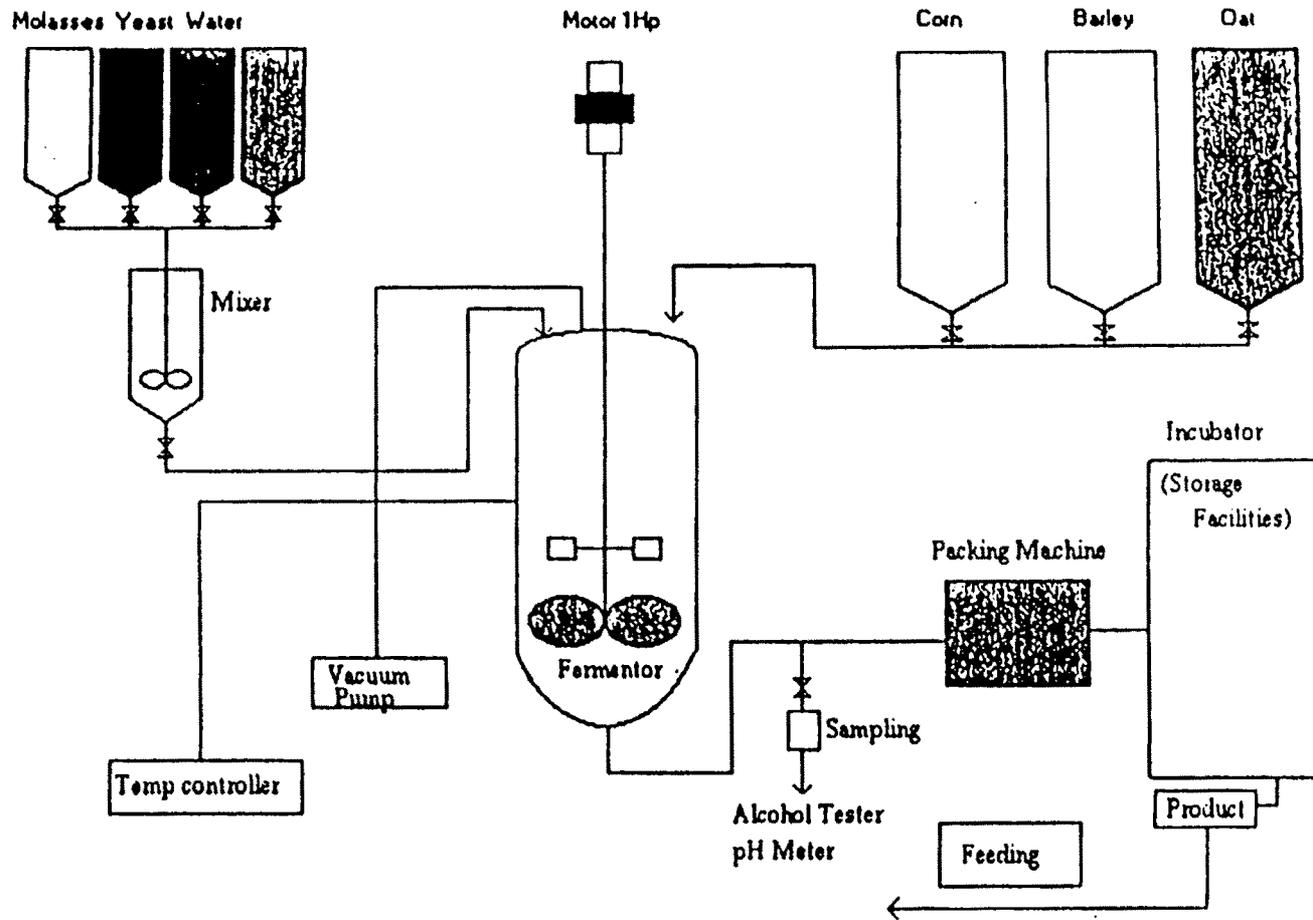


그림 2-1. 알코올발효사료의 제조과정

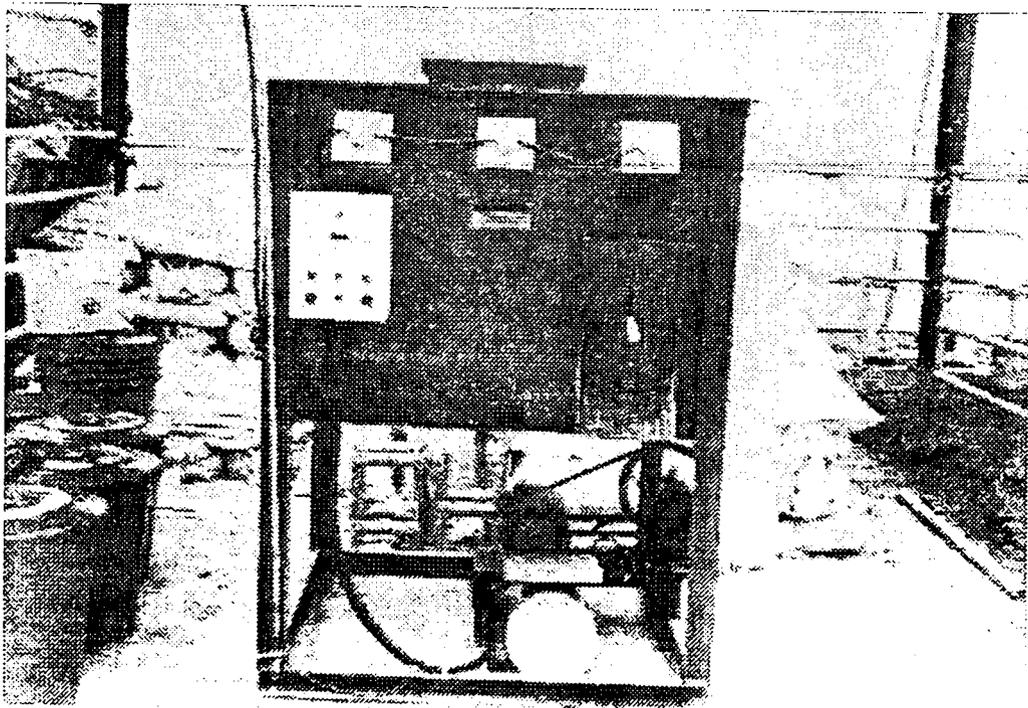
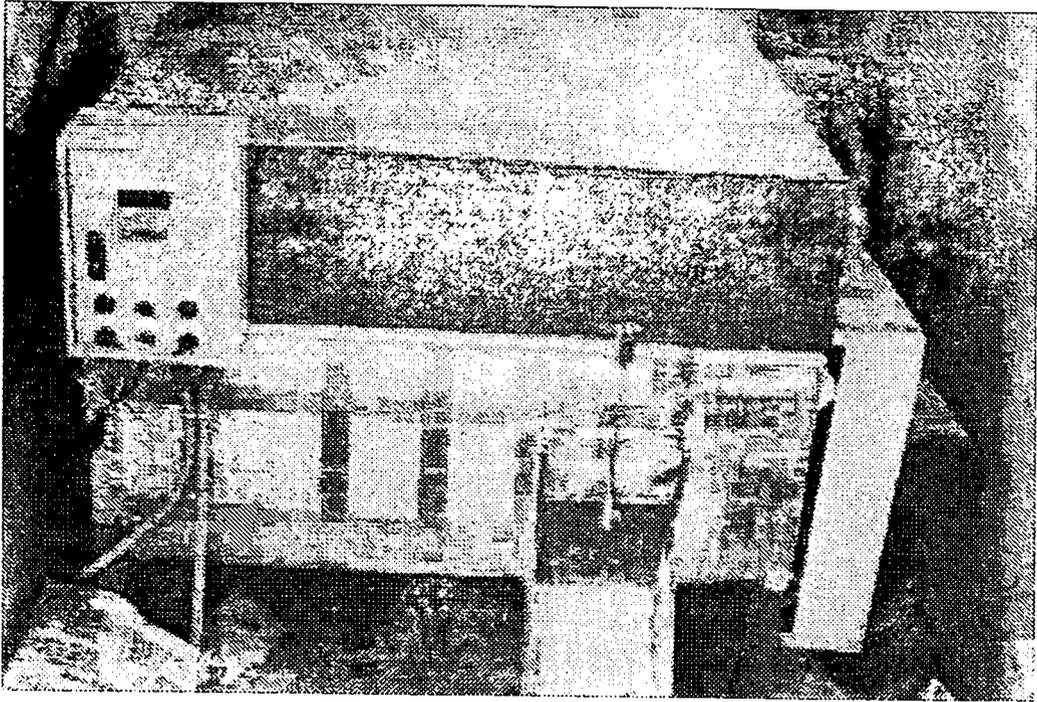


그림 2-2. 시험초기에 사용한 반자동 알코올발효사료 기기

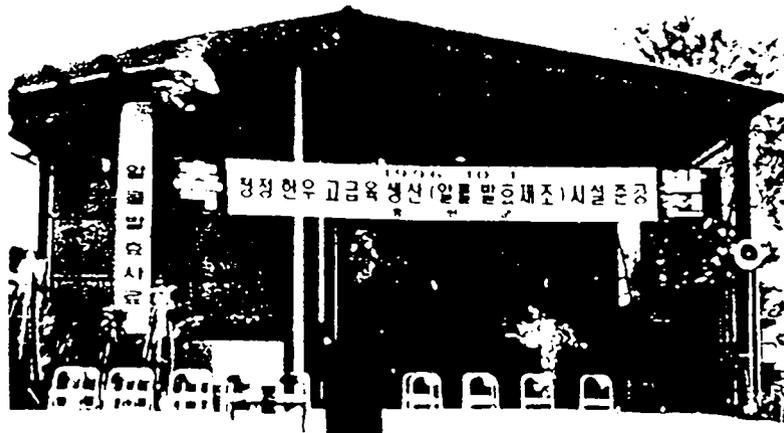


그림 2-3. 알코올발효사료의 자동화 공장 준공

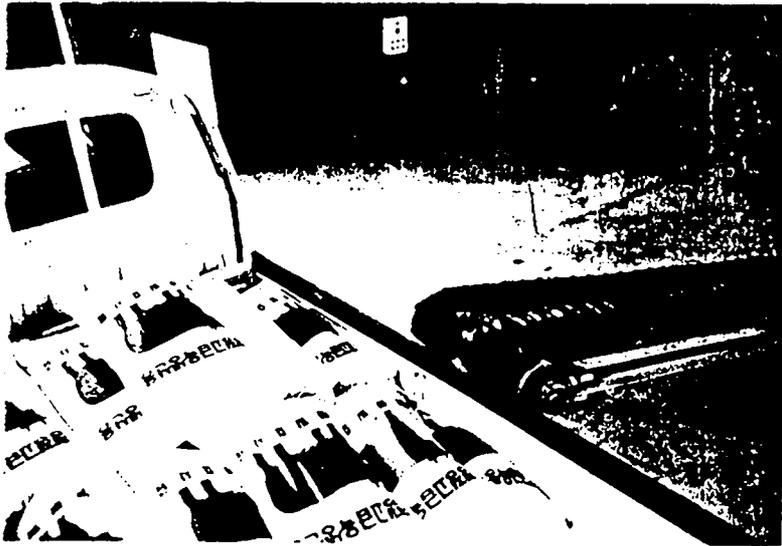
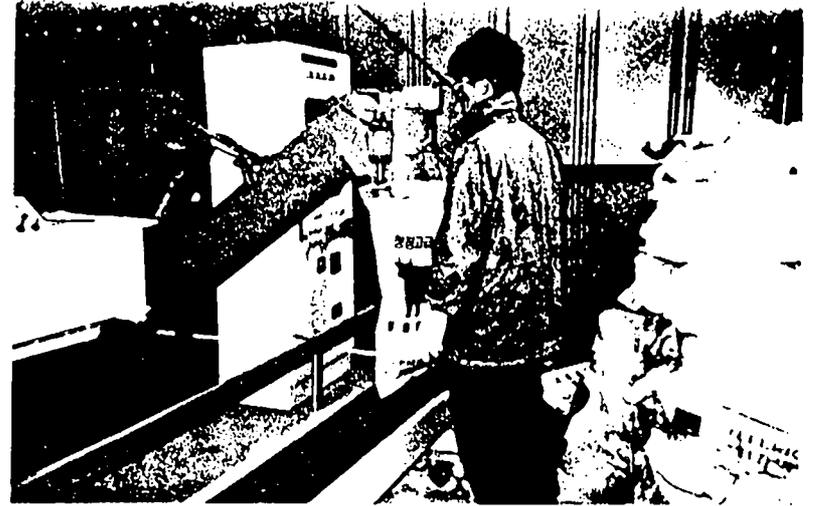
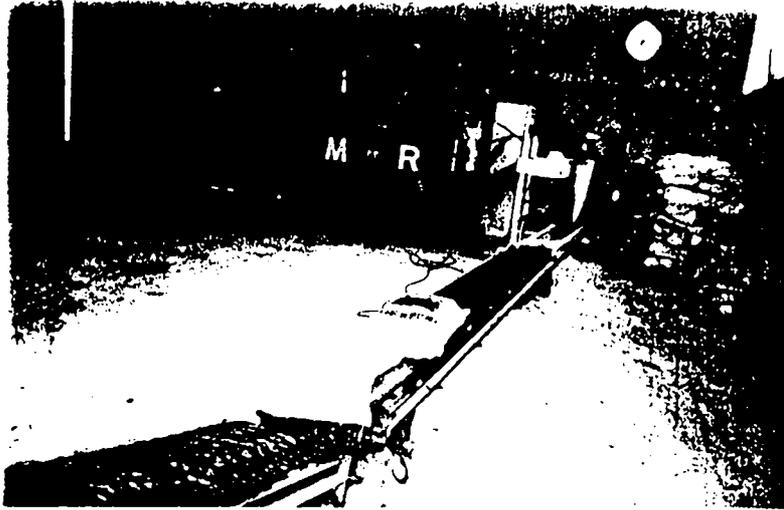


그림 2-4. 알코올발효사료가 자동화 공장에서 제조되는 과정과 농가에 보급하기까지의 상차 과정

### 3. 시험설계

시험설계는 육성우, 비육후기우, 및 거세우 각각 40두(총 120두)를 완전임의 배치법에 의거하여 각각의 군에 알코올발효사료를 처리하지 않은 대조구(대조구), 옥수수 알코올 발효사료를 급여한 옥수수발효사료구(Fermented alcoholic corn : FC), 귀리 알코올 발효사료를 급여하는 귀리발효사료구(Fermented alcoholic oat : FO) 및 옥수수와 귀리를 70:30으로 혼합하여 알코올 발효시킨 사료를 급여하는 혼합발효사료구(Mix : FC + FO)등 4개의 처리로 배치하였으며 각 처리구에는 10두씩 공시하였다.

### 4. 시험축의 사양관리

시험축에 급여한 사료는 배합사료, 알코올발효사료 및 볏짚등 이었는데 배합사료는 농가 관행에 따라 제한 급여하였으며 볏짚은 약 4~5cm길이로 세절하여 자유채식 하도록 하였다. 한편 옥수수발효사료구, 귀리발효사료구 및 혼합발효사료구에 대해서는 각각의 발효사료를 1일 두당 1.71kg(건물기준)씩 아침 저녁으로 나누어 배합사료 급여전에 급여하였다. 육성우, 비육후기우 및 거세우의 사양시험에 이용한 시험사료들의 일반성분조성은 표 2-1, 표 2-2 및 표 2-3과 같다.

표 2-1. 시험 사료의 화학 조성분 (육성우)

	배 합 사 료			FC <sup>1)</sup>	FO <sup>2)</sup>	Mix <sup>3)</sup>	벧 질
	육성기	비육전기	비육후기				
	%						
조단백질	13.65	11.68	9.89	10.09	13.00	10.60	5.65
조 지 방	2.68	2.72	3.05	2.72	3.55	2.90	2.58
N D F	28.81	27.69	20.43	14.51	39.35	23.64	71.96
A D F	10.08	9.86	4.59	3.45	17.54	6.31	45.43
조 회 분	7.76	7.69	4.47	2.56	4.74	3.23	9.37
알코올, %	-	-	-	5.0	3.5	3.8	-

<sup>1)</sup> 옥수수 알코올 발효사료

<sup>2)</sup> 귀리 알코올 발효사료

<sup>3)</sup> 옥수수와 귀리를 7:3으로 혼합하여 제조한 알코올 발효사료

표 2-2. 시험 사료의 화학 조성분 (비육 후기우)

	배 합 사 료	FC <sup>1)</sup>	FO <sup>2)</sup>	Mix <sup>3)</sup>	벧 질
	%				
조단백질	9.65	10.02	13.10	10.79	5.56
조 지 방	3.24	2.63	3.62	3.04	1.99
N D F	19.07	14.38	40.95	23.44	71.02
A D F	5.80	3.42	17.48	6.31	45.26
조 회 분	5.94	2.51	4.78	3.24	9.36
알 코 올, %	-	5.0	3.5	3.8	-

<sup>1)</sup> 옥수수 알코올 발효사료

<sup>2)</sup> 귀리 알코올 발효사료

<sup>3)</sup> 옥수수와 귀리를 7:3으로 혼합하여 제조한 알코올 발효사료

표 2-3. 시험사료의 화학 조성분 (거세우)

	배 합 사 료			FC <sup>1)</sup>	FO <sup>2)</sup>	Mix <sup>3)</sup>	벧 짚
	육성기	비육전기	비육후기				
	————— 건			물 % —————			
조단백질	13.41	11.15	9.65	10.09	13.19	10.89	5.65
조 지방	2.93	3.47	3.24	2.72	3.69	3.10	2.58
N D F	29.89	21.27	19.07	14.51	40.09	23.39	71.96
A D F	10.21	6.76	5.80	3.45	17.97	6.28	45.43
조 회 분	7.59	6.76	5.94	2.56	3.94	3.27	9.37
알 코 올, %	-	-	-	5.0	3.5	3.8	-

<sup>1)</sup> 옥수수 알코올 발효사료

<sup>2)</sup> 귀리 알코올 발효사료

<sup>3)</sup> 옥수수와 귀리를 7:3으로 혼합하여 제조한 알코올 발효사료

## 5. 조사항목 및 시료분석

본 연구에서 조사된 항목은 시험사료의 화학 조성분, 증체량, 사료 섭취량, 사료 효율, 혈액성상 및 도체평가 형질 등이었는데 다음과 같이 실시하였다.

### 가. 시험사료의 성분분석

본 실험에 이용된 공시사료는 월 1회씩 채취한 후, 일반성분은 A.O.A.C(1990)방법에 준하여 분석하였으며, neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)의 함량은 Goering과 Van Soest(1988)방법을 이용하여 분석하였다.

또한 알코올 농도측정은 Bucheer와 Redetzki(1951)방법에 의해 측정하였는데 측

정방법은 에탄올에 alcohol dehydrogenase(ADH)와 nicotin-amide adenine dinucleotide (NAD)의 효소를 처리하여서 340nm에서 spectrophotometer(U-2000, Hitachi, Japan)를 이용하여 optical density (OD)값을 측정하여 산출하였다.

#### 나. 증체량, 사료섭취량 및 사료효율

##### 1) 증체량

실험개시시 및 종료시 그리고 시험기간중 매 2개월마다 우형기를 이용하여 체중을 측정하였다.

##### 2) 사료섭취량

시험 개시시부터 매 1개월마다 3~5일씩 측정하였으며 오전 08:00시 사료급 여전에 사료잔여량과 허실량을 측정하여 산출하였다.

##### 3) 사료효율

사료효율은 아래 공식과 같이 증체1kg당 사료소요량으로 계산하였다.

$$\text{사료효율} = \frac{\text{사료급여량(kg)}}{\text{증 체 량(kg)}}$$

#### 다. 혈액성상

혈액성상 분석을 위하여 실험 개시시부터 2개월 간격으로 13시에 1회씩 육성우, 비육후기우 및 거세우의 대조구, FC구, FO구 및 Mix구에서 각각 5~7두씩 선정하여 혈액채취용 10ml vacutainer (Becton Dickinson Co. U. S. A)를 사용하여 미정맥에서 혈액을 채취하였다(그림 2-5).

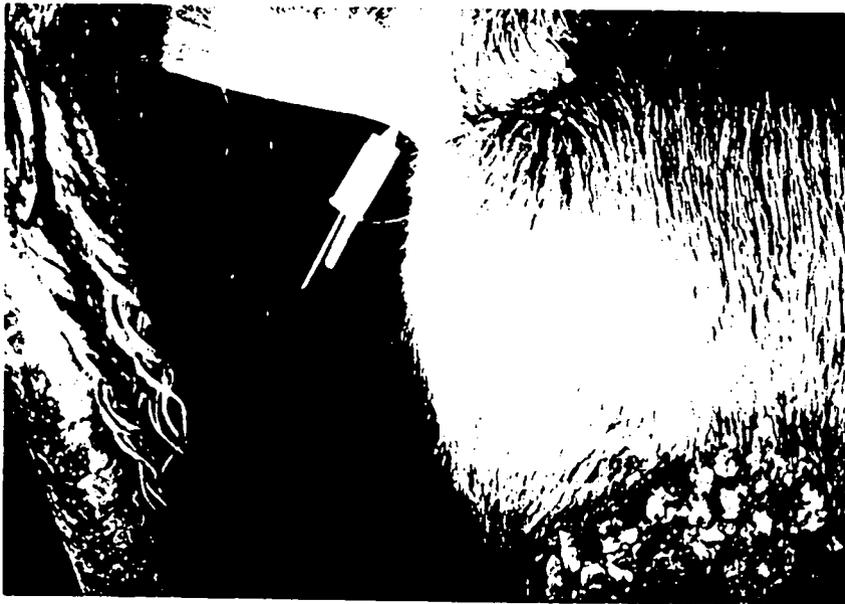


그림 2-5. 한우 비육우의 미근부에서 혈액을 채취하는 과정

채취된 혈액중 일부는 4℃에서 12시간 방치한 후 hematology blood cell counter(Cell-DYN 900, Sequidia-Turner Co., USA)를 이용하여 hematocrit(HCT), mean corpuscular volum(MCV), mean corpuscular hemoglobin(MCH), mean corpuscular hemoglobin(MCHC), red blood cell(RBC), white blood cell(WBC), hemoglobin(Hb)을 분석하였고 나머지 혈액은 4℃에서 12시간 정치한 후 1500rpm 조건에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 혈액자동분석기(Model : Impact 400., USA)를 이용하여 total protein, albumin, glucose, blood urea nitrogen(BUN), creatinine, triglyceride, cholesterol, calcium 및 phosphorus을 분석하였다.

#### 라. 도체평가

사양실험이 종료된 공시축은 소도체 등급 판정이 가능한 도축장에 출하하여 도살 후 도체 평가 및 도체등급 판정을 다음과 같이 실시하였다(축협 축산물 등급판정소, 1995 ; 축산물 등급제, 1996).

##### 1) 생체중

24시간 절식하여 우형기로 측정하였다.

##### 2) 육량등급

소의 도체로부터 얻을 수 있는 고기의 양을 등지방두께, 배최장근 단면적 및 도체중량에 의한 지수로 환산하여 분류하였다.

##### 가) 등지방두께

배최장근단면적 측정부위에서 측정하였는데 배최장근 단면적에 나타난 피하지방을 척추쪽에서 2/3안쪽으로 들어간 지점에서 측정하였다.

나) 배최장근 단면적

최후 흉추와 제1요추 사이를 척추쪽으로 수평하게 절단하여 최후 흉추쪽 의 배최장근단면적을 면적자로 측정하였다.

다) 도체중

냉도체 중량으로 측정하였는데, 냉도체는 0℃~5℃의 조건에서 12시간 이상 냉장되어 측정부위의 중심온도가 10℃ 이하인 도체를 말하는 것으로 도살후 냉장된 2분체의 무게를 측정하였다.

라) 육량등급기준

등 급	지 수	육 량
A	77이상	부분육량이 표준보다 많은 것
B	74.5이상~77미만	부분육량이 표준인 것
C	74.5미만	부분육량이 표준보다 적은것

※육량기준지수 산식

- 육량등급 결정을 위한 육량기준 지수는 다음과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} \text{· 육량기준 지수} &= 74.80 - [2.001 \times \text{등지방두께(cm)}] \\ &\quad + [0.075 \times \text{배최장근단면적(cm}^2\text{)}] \\ &\quad - [0.014 \times \text{도체중량 (kg)}] \end{aligned}$$

[단, 육용종우 도체는 1.58을 가산하여 육량기준 지수로 하였다.]

3) 육질등급

쇠고기의 질을 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도 등에 따라 분류하였다.

가) 근내지방도 : 냉도체의 제 13늑골(최하단)부위 절개면적중 배최장근단면적

에 나타나는 근내지방의 분포도를 1~5까지 구분하여 판정한다.

나) 육의 색과 광택이 현저하게 나쁘거나 육색이 육색기준 No. 1또는No. 7에 해당될 때는 근내지방도기준에 의한 등급을 조정한다.

다) 지방의 색, 광택 및 질이 현저하게 나쁘거나 지방색이 지방색 기준 No. 7에 해당될 때는 근내지방도기준에 의한 등급을 조정한다.

라) 육의 조직감은 보수·탄력성이 없고 결이 거칠어 조직감 기준 No.3에 해당될 때는 근내지방도기준에 의한 등급을 조정한다.

마) 성숙도는 연골의 골화정도가 심하여 흉추 및 요추절단면의 상태가성숙도 기준 No. 3에 해당될 때는 근내지방도 기준에 의한 등급을 조정한다.

바) 육질등급

#### 근내지방도 기준

근내지방도 등급	근 내 지 방 도
1	배최장근 단면에 있어서 근내지방이 근내지방도기준 No. 4이상인 것
2	배최장근 단면에 있어서 근내지방이 근내지방도기준 No. 2 또는 No. 3인것
3	배최장근 단면에 있어서 근내지방이 근내지방도기준 No. 1이하인 것

#### 4) 등외등급

육량, 육질등급 기준에도 불구하고 노폐우 도체로서 비육도가 매우 낮은 것, 절박도살우로서 방혈 불충분, 심한 오염 및 손상이 큰 것, 하자로 인한 절제의 정도가 심한 것, 극히 왜소한것, 기타 도체상태 및 육질이 현격하게 나쁜것을 등외로 하였다.

등급표시

육질 \ 육량	1	2	3	등외
A	A1	A2	A3	
B	B1	B2	B3	
C	C1	C2	C3	
등외	D			

#### 마. 근육의 특성

분석용 고기샘플은 축협중앙회 서울 공판장에 출하된 시험우 도체에서 최후 흉추와 제 1요추사이를 척추쪽으로 수평하게 절단한 최후 흉추쪽의 등심을 절취하였으며 분석시 까지 -20℃ 냉동실에서 보관하였다.

#### 1) 일반성분 분석

근육중의 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 등을 A.O.A.C(1990) 방법에 준하여 분석하였다.

## 2) 아미노산 분석

등심부위중 아미노산분석은 6N HCl로 24시간동안 105℃에서 가수분해하여 phenylisothiocyanate(PITC)로 유도체화 하여 phenylthiocarbamate(PTC)아미노산을 만들어 HPLC(Waters 486)를 이용해 UV(254nm)검출기를 통해 분석하였다.

酸安定아미노산 분석과정은 시료 1g를 취하여 분해병에 넣고 6N HCl을 60ml첨가하여 N<sub>2</sub> gas로 충전한 후 완전히 밀봉하여 gas가 밖으로 분출되지 않도록 하고 110℃에서 24시간 가수분해시켰다. 가수분해가 완료된 후 이를 증발 flask에 붓고 rotary evaporator에서 증발 건조시켰으며 증류수로 세척하여 산을 제거한 후 분석에 이용하였다.

酸不安定 아미노산인 cystine과 methionine은 시료를 분해병에 채취한 다음 과개미산을 20ml를 첨가하여 5℃이하의 냉장고에 넣어 24시간 방치한 후 위와 같이 rotary evaporator로 증발시키고 6N HCl를 사용하여 산안정 아미노산 전 처리 방법과 동일하게 실시하였다. 전 처리가 완료된 후 검액을 20 $\mu$ l를 취하여 HPLC에 주입하여 아미노산을 분석하였다.

아미노산 함량은 표준용액의 peak면적에 대한 비율로서 다음과 같은 공식에 의하여 계산하였다.

$$\text{아미노산 함량(\%)} = \frac{\langle (B/A) \times C \times D \times M \rangle}{E} \times 100$$

여기에서

A : 표준용액의 peak면적

B : 시료의 peak면적

C : 표준용액의 농도

D : 시료의 회석배수

E : 시료주입량( $\mu$ l)

M : 각 아미노산의 분자량

### 3) 지방산 분석

지방산분석은 AACC method 58-18에 의한 gas chromatograph를 이용한 지방산의 methyl ester화로 유도체화하는 전처리 방법으로 분석하였다.

가) 시료 2g에 chloroform과 methanol을 2 : 1로 혼합한 용매 40ml 첨가하여 homogenizer로 2, 500rpm에서 3분간 교반하여 균질화시킨 후 여과하여 지질을 추출하였는데 이를 3반복하였다.

나) 추출액 1/3에 해당되는 증류수를 가하여 3,000rpm으로 30분간 원심 분리한 후 상층액을 제거하고 하층액을 취하여 40℃ 이하에서 증류하여 잔류용매를 제거하고 전지질을 얻었다.

다) 전 지질에 0.5N-NaOH(2g NaOH/100ml methanol)용액 2ml를 가한 후 1시간 가열하여 비누화한 후 냉각한다. 냉각후 ethyl ether로 추출하여 불비누화물을 제거하고 ethyl ether를 분리시켜 지방산을 얻었다.

라) 조제한 지방산 전부를 14% 삼가 붕소메탄올 용액 3ml를 넣고 2분간 가열한 후 냉각하여 석유 에테르로 추출한다. 석유 에테르층을 합쳐서 용매를 분리시켜 지방산 methyl ester를 얻은 후 여기에 3ml ethyl ether를 가하고 그 다음 1-2 $\mu$ l를 취하여 gas chromatograph에 주입하여 지방산을 분리 정량 하였다.

### 6. 통계처리

본 실험에서 조사된 성적은 다음과 같은 선형모형을 적용하여 분석하였다.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

여기서  $Y_{ij}$  : 개별 측정치

$\mu$  : 전체평균

$T_i$  :  $i$ 번째 처리의 효과

$e_{ij}$  : 각 개체의 고유한 임의오차

(실 험 2) 알코올발효사료 급여가 반추위액 정상 및 미생물의 단백질 합성에 미치는 영향

### 1. 시험기간, 장소 및 공시동물

본 실험은 1996년 3월 7일부터 1996년 4월 30일까지 강원대학교 부속동물 사육장에서 제1위에 cannula가 부착된 체중450kg의 한우 암소를 이용하여 실시하였다.

### 2. 시험구 배치

배합사료와 수단그라스 사일레지를 급여하는 대조구와 배합사료와 수단그라스 사일레지를 급여하면서 옥수수 알코올 발효사료를 급여하는 알코올 발효사료 (Alcohol-fermented feedstuffs, AFF)구로 나누어 실시 하였다.

### 3. 알코올발효사료 제조

옥수수에 물 50%, 당밀 10%, 효모 5%를 첨가한 후 충분히 혼합하여 32℃ 조건에서 4시간 혐기성 발효를 실시하여 제조하였다.

#### 4. 사양 관리

사료는 시험우 체중의 1.8% 수준으로 급여하였는데 배합사료와 조사료를 50 : 50 비율로 하여 시판중인 배합사료 4.58kg과 수단그라스 사일리지 6.57kg를 1일 2회로 나누어 급여하였으며 알코올발효사료 급여는 옥수수알코올발효사료를 1일 1.72kg (건물기준)을 급여하였다. 본 시험에 이용한 시험사료의 성분은 표 2-4와 같다.

표 2-4. 시험사료의 화학조성분

	배 합 사 료	알코올발효사료	수단그라스 사일리지
건 물, %	87.08	57.36	38.72
	%		
조단백질	12.98	10.12	7.45
조 지방	2.11	2.78	2.21
N D F	21.16	13.96	70.86
A D F	6.59	3.25	46.33
조 회 분	6.83	2.62	11.91
알코올, %	-	3.9-4.5	-

#### 5. 조사항목 및 시료분석

##### 가. 시험사료의 일반성분 분석

시험사료의 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분함량은 A.O.A.C(1990)방법에 준하여 분석하였으며 NDF와 ADF함량은 Goering과 Van Soest(1988)방법에 준하여, 그리

고 알코올 농도 측정은 Bucheer와 Redetzki(1951)방법에 준하여 실시하였다.

#### 나. 반추위액의 pH 측정

Cannulae가 부착된 한우 암소를 이용하여 사료급여 후 0, 2, 4, 6 및 8시간별로 반추위액을 채취하고 4점의 치즈가제로 여과한 후 즉시 digital pH/ION meter (MODEL DP-215)를 사용하여 반추위액의 pH를 측정하였다.

#### 다. 반추위액의 NH<sub>3</sub>-N 함량측정

반추위액의 pH를 측정한 후 위액 50ml를 취하여 50% 황산용액 1ml를 가하고 NH<sub>3</sub>-N분석시까지 -20℃ 냉동실에 보관하였다.

시간별로 채취한 반추위액의 NH<sub>3</sub>-N함량은 Chaney와 Marbach 방법(1962)에 따라 indophenol 반응에 의하여 측정하였는데, 위액12ml를 15ml centrifuge tube에 넣고 3000rpm에서 15분간 원심 분리한 후 상층액(supermatant)을 0.02ml 취한 후 phenol color reagent 1ml 및 akali-hypochlorite reagent 1ml를 첨가하여 37℃ water bath에서 약 15분간 반응시켜 발색되는 정도를 spectrophotometer (MODEL U-2000)를 이용하여 파장 630nm에서 측정하였다.

#### 라. 반추위액의 VFA함량 측정

반추위액을 채취한 후 4점의 가제로 여과한 후 미생물의 작용을 정지시키기 위하여 즉시 반추위액과 50% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 50 : 1비율로 잘 혼합하고 분석 시까지 -20℃의 냉동실에 보관하였다.

휘발성지방산(volatile fatty acid, VFA's)함량은 분석전 반추위액을 3,000rpm에서

10분간 원심 분리시켜 상층액을 취하여 Erwin 등(1961)의 방법에 준하여 전 처리하고 GC에 일정한 량을 주입하여 측정하였다. 반추위액의 VFA함량은 알고 있는 standard VFA 용액의 농도와 Peak면적을 비교하여 다음과 같은 공식에 의하여 구하였다.

$$\text{Sample(mM/l)} = \frac{\text{Sample 면적}}{\text{St. 면적}} \times \text{St. 의 농도(mM)} \times \text{희석배수}$$

#### 마. 반추미생물아미노산함량 분석

미생물아미노산 조성을 분석하기 위하여 사료급여 후 3시간째에 위액 1000ml을 채취하고 아래의 방법으로 반추미생물건물을 얻은 후 분석에 이용하였다.

반추위액을 50ml centrifuge tube에 일정한 양을 옮겨 놓고 Hsu와 Fuhey(1990) 및 Czerkawski방법을 참조하여 500×g에서 원심 분리한 후 사료입자와 protozoa를 제거하고 상층액을 취하여 또 다시 20,000×g에서 20분간 원심 분리하여 상층액을 버리고 침전물을 0.85% 생리식염수와 증류수로 각각 2회씩 세척한 후 다시 20,000×g에서 원심 분리하여 상층액을 버리고 침전물을 취하여 60℃에서 3일간 건조시켜 미생물건물량을 측정하였다.

미생물의 아미노산 측정은 Mason등(1980)의 방법에 준하여 실시하였다.

#### 바. Microbial protein함성량 측정

반추미생물단백질함성량을 조사하기 위하여 사료급여 후 0, 2, 4, 6 및 8시간별로 반추위액 500ml 위액을 채취하고 4겹의 치즈가제로 여과한 후 미생물발효를 정지시키기 위하여 50% 황산을 50 : 1 비율로 첨가하였으며 -20℃ 냉동실에 보관한 후 반추미생물단백질 측정에 제공하였다.

위 방법으로 반추미생물건물 전량을 취하여 micro-kjeldahl방법으로 질소함량을 측정하고 이를 단백질함량(P)으로 환산하였으며( $\times 6.25$ ) 미생물건물량(M)에 단백질 함량을 곱하여( $M \times P$ ) 산출함으로서 반추위액 100ml당에 함유된 미생물단백질합성량으로 측정하였다.

## 6. 통계처리

본 실험에서 조사된 성적은 다음과 같은 선형모형을 적용하여 분석하였다.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

여기서  $Y_{ij}$  : 개별 측정치

$\mu$  : 전체평균

$T_i$  :  $i$ 번째 처리의 효과

$e_{ij}$  : 각 개체의 고유한 임의오차

### (실 험 3) 알코올발효사료의 반추위내 분해특성

#### 1. 실험기간, 장소 및 공시동물

In situ 소화시험은 1995년 9월 12일부터 1996년 7월 26일까지 강원대학교 부속 동물 사육장에서 제1위에 cannula가 부착된 체중 450kg인 한우 암소를 이용하여 실시하였다.

## 2. 알코올발효사료 제조

알코올발효사료는 원료사료[옥수수, 귀리, 옥수수귀리혼합 I (80:20) 또는 옥수수귀리혼합 II (50:50)]에 물 50%, 당밀 10%, 효모 5%를 첨가한 후 32℃조건에서 4, 12 및 24시간별 혐기성발효를 실시하여 제조하였다.

## 3. 사양 관리

사료급여량은 공시동물 체중의 1.8%수준으로 하고, 배합사료와 조사료를 40 : 60 비율로 하여 시판중인 배합사료 3.2kg, 수단그라스 사일리지 4.9kg를 1일 2회로 나누어 급여하였다. 시험사료의 화학조성분은 표2-5와 같으며 물은 자유채식 시켰다.

표 2-5. 시험 사료의 화학 조성분

	배 합 사 료	수 단 그 라 스 사 일 리 지
건 물, %	87.71	31.33
	%	
조단백질	14.02	7.73
조 지방	2.05	2.20
N D F	20.95	73.44
A D F	6.55	48.15
조 회 분	7.10	12.58

#### 4. 시료의 일반성분 분석

본 실험에 이용된 공시사료는 월 1회씩 채취한 후, 일반성분은 A.O.A.C(1990)방법에 준하여 분석하였으며, neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)의 함량은 Goering과 Van Soest(1988)방법을 이용하여 분석하였다.

또한 알코올 농도측정은 Bucheer와 Redetzki(1951)방법에 의해 측정하였다.

#### 5. In situ 소화 시험

In situ dacron bag소화시험은 Ganev등(1979)의 방법을 적용하여 dacron bag은 크기가 100mm×170mm이고, pore size는 50×80microns인 것을 사용하였다. 그리고 dacron bag 모통이의 실밥이 풀리는 것을 방지하기 위하여 불에 그을렸고 재봉자국은 아교로 접착하여 시료가 터져 나오지 않도록 한 후 105℃의 건조기에서 12시간 건조시켜 사용하였다. 각 bag에 시료 8~10g를 넣고 bag의 입구에 No 8 rubber stopper를 이용하여 밀봉한 후, 이 bag을 다시 mesh bag(459×450mm)에 넣어 38℃의 온도에서 30분간 담근 후 제1위에 cannula가 부착된 한우 암소의 반추위 복낭에 잠기도록 하여 반추위에서 3, 6, 9, 12, 24, 48 및 72시간별 배양을 하였으며, 발효시간에 따라 mesh bag을 꺼내 36℃의 온수로 수돗물이 맑아질 때까지 세척하여 bag표면에 붙어 있는 rumen ingesta를 1차로 제거하고 다시 dacron bag을 하나씩 꺼내 rubber stop를 제거하였는데 이때 온수는 분당 4리터로 흐르게 하는 조건을 유지하면서 세척하였다. 세척이 완료된 후 60℃의 열풍순환 건조기에서 72시간 건조시킨 후 시료를 플라스틱 병에 회수하였으며 1mm 크기로 분쇄하고 분석시까지 냉장보관 하였다.

6. 알코올발효사료의 영양소 소실율 및 분해도

$$\text{가. 건물소실율 (\%)} = \frac{\text{Initial DM(g)} - \text{Final DM(g)}}{\text{Initial DM(g)}} \times 100$$

$$\text{나. 영양소 소실율 (\%)} = \frac{\text{발효전영양소중량(g)} - \text{발효후 영양소 중량(g)}}{\text{발효전영양소중량(g)}} \times 100$$

다. 건물 및 영양소 분해율

반추위에서 건물 및 영양소 분해율은 Ørskov와 McDonald(1979)의 방법을 이용하여 a, b, c값을 다음과 같은 공식으로 산출하였다.

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

여기에서,

P : 시간“t”경과시 건물 및 영양소의 반추위 분해율

a : 반추위에서 빠르게 분해되는 부분

b : 주어진 시간 내에서 천천히 분해되는 부분

c : b부분의 시간당 분해상수

t : 반추위내 발효시간

라. 건물 및 영양소 유효분해율

건물 및 영양소 유효분해율은 시료의 반추위 통과속도에 따라 bag내에 잔류하는 영양소(a, b, c)를 조합하여 NRC(1984)에서 적용한  $0.02, 0.05$  및  $0.08 \cdot h^{-1}$ 을 다음과 같은 공식에 대입하여 추정하였다( $\phi$ rskov와 Mcdonald, 1979).

$$E_p = a + bc/(c+k)$$

여기에서,

$E_p$  : 건물 및 영양소 유효분해율

$k$  : 시료의 반추위 통과속도, %/h/100

$a$  : 반추위에서 빠르게 분해되는 부분

$b$  : 주어진 시간 내에서 천천히 분해되는 부분

$c$  : b부분의 시간당 분해상수

7. 통계처리

본 실험에서 조사된 성적은 다음과 같은 선형모형을 적용하여 분석하였다.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

여기서  $Y_{ij}$  : 개별 측정치

$\mu$  : 전체평균

$T_i$  :  $i$ 번째 처리의 효과

$e_{ij}$  : 각 개체의 고유한 임의오차

### 제 3 절. 결과 및 고찰

(실 험 1) 알코올발효사료 급여가 육성성적, 도체등급 및 육조성에 미치는 영향

#### 1. 증체량, 사료섭취량 및 사료효율

한우 육성우, 비육후기우, 육성거세우를 대조구, FC구, FO구 및 Mix구로 나누어 증체량, 사료섭취량 및 사료효율을 조사한 결과는 표 2-6, 표 2-7 및 표 2-8에서 나타난 바와 같다.

한우 육성비육우의 증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 표 2-6에서 보는 바와 같이 일당증체량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 0.89, 1.06, 0.96 및 0.95kg으로 FC구가 가장 좋아서 대조구에 비해 19.1%개선된 결과를 보였으며(P<0.05), FO구와 Mix구는 대조구보다 다소 향상된 성적이었으나 통계적 유의성은 없었다(P>0.05). 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 사료섭취량은 각각 8.62, 9.56, 9.50 및 9.60kg으로 FC구, FO구 및 Mix구가 대조구보다 각각 10.9, 10.2 및 11.4%증가하였고, 증체kg당 사료소요량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 9.69, 9.02, 9.90 및 10.11kg으로 처리구간에 큰 차이는 없었으나 FC구에서 다소 향상된 경향을 보였다.

표 2-6. 발효사료 급여가 한우 비육우(육성우)의 육성성적에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
일당증체량, kg	0.89±0.04 <sup>b</sup>	1.06±0.09 <sup>a</sup>	0.96±0.10 <sup>ab</sup>	0.95±0.11 <sup>ab</sup>
건물섭취량, kg				
배합사료	7.13	6.42	6.33	6.41
알코올발효사료	-	1.71	1.72	1.71
볏짚	1.49	1.43	1.45	1.48
총건물섭취량, kg	8.62	9.56	9.50	9.60
사료효율	9.69±0.26	9.02±0.31	9.90±0.32	10.11±0.28

(P<0.05)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리 알코올 발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

한우 비육후기우의 증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 표 2-7에서 나타난 바와 같다. 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 일당증체량은 각각 0.86, 1.02, 0.91 및 0.93kg으로서 FC구가 대조구에 비해 18.6%개선된 결과를 보인 반면(P<0.05) FO구는 대조구와 비슷한 결과를 보였고, Mix구는 대조구보다 8.1% 개선되었다(P>0.05). 사료섭취량은 FC구, FO구 및 Mix구가 대조구에 비해 각각 12.2, 11.0 및 11.3% 더 많았으며 증체 kg당 사료소요량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 13.10, 12.39, 13.75 및 13.48로서 FC구가 다른 처리구들 보다 적은편이었다.

표 2-7. 발효사료 급여가 한우 비육우(비육후기우)의 육성성적에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
일당증체량, kg	0.86±0.07 <sup>b</sup>	1.02±0.08 <sup>a</sup>	0.91±0.09 <sup>b</sup>	0.93±0.05 <sup>ab</sup>
건물섭취량, kg				
배합사료	9.80	9.53	9.45	9.47
알코올발효사료	-	1.71	1.68	1.71
벼짚	1.47	1.40	1.38	1.36
총건물섭취량	11.27	12.64	12.51	12.54
사료효율	13.10±1.06	12.39±1.14	13.75±0.72	13.48±0.55

(P<0.05)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리 알코올 발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

거세우의 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 표 2-8에서 나타난 바와 같다.

한우 거세우의 일당증체량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 0.68, 0.79, 0.73 및 0.72kg으로서 FC구가 대조구에 비해 16.2% 향상되었으며(P<0.05), FO구와 Mix구는 대조구에 비해 각각 7.4 및 10.3%향상되는 경향을 보였다(P>0.05). 사료섭

취량은 FC구, FO구 및 Mix구가 대조구에 비해 각각 6.1, 7.6, 6.9% 더 섭취하는 것으로 나타났으며, 사료효율은 FC구가 대조구에 비해 9.4%개선된 경향을 보였으나 FO구 및 Mix구의 사료효율은 대조구와 비슷하였다.

표 2-8. 발효사료 급여가 한우비육우(거세우)의 육성성적에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
일당증체량, kg	0.68±0.08 <sup>b</sup>	0.79±0.06 <sup>a</sup>	0.73±0.04 <sup>ab</sup>	0.72±0.06 <sup>ab</sup>
건물섭취량, kg				
배합사료	6.59	5.48	5.55	5.49
알코올발효사료	-	1.72	1.71	1.72
볏짚	1.56	1.45	1.51	1.50
총건물섭취량	8.15	8.65	8.77	8.71
사료효율	11.98±0.78	10.95±0.88	12.01±0.72	12.10±0.69

(P<0.05)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리 알코올 발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

板橋 등(1990)은 알코올급여구에 당밀과 알코올을 각각 사료건물의 5%수준으로, 대조구에는 당밀만 5%첨가하여 급여 할 경우 알코올급여구의 일당증체량은 0.92kg, 대조구의 일당증체량은 0.82kg으로 대조구에 비해 알코올처리구가 12%개선되었고 알코올처리구의 사료섭취량은 대조구 보다 많았다고 보고하였고, 大勇 등(1990)은 알코올첨가에 의하여 흑모화우의 일당증체량이 8% 개선되었다고 보고한 바 있다. 또한, Itabashi 등(1991)은 알코올급여에 따라 비육우의 일당증체량과 사료섭취량이 각각 16.3 및 16.7%개선되었다고 하였다. 그외에도 홀스타인종 거세우에 yeast culture를 급여할 경우 조사료의 건물소화율이 개선되고(Willams 등, 1990), yeast culture첨가는 오줌내 질소배설량을 줄일 수 있어서 질소이용율을 높이며(Glade와

Biesik, 1982) *saccharomyces cerevisiae*를 가축에 급여하면 가축의 성장 및 사료효율이 개선된다(Harrison 등, 1988; Dawson과 Newoman 등, 1988)는 보고등도 있는데, 이러한 결과들은 본 실험에서 알코올 발효사료구들이 대조구에 비해 일당증체량이 크고 사료섭취량이 많으며 사료효율이 양호했던 결과를 뒷받침해 주는 것으로 생각된다.

한편, 알코올 및 알코올발효사료 급여에 따라 사료섭취량이 증가하며(Itabashi 등, 1991; 米持 등, 1990; 板橋 등, 1990; 신 등, 1994, 1995), 사료섭취량 또는 에너지섭취량이 증가하게 되면 지방조직의 지방대사에 크게 영향을 미친다(Jones 등, 1981). 대체로 고에너지 사료는 체지방합성에 관여하는 주요 효소의 activity를 증가시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있는데, Smith 등(1976)은 에너지섭취량이 증가할 경우 reducing equivalent인 NADPH의 증가를 초래한다고 보고한 바 있다. 따라서 알코올 및 알코올발효사료 급여는 알코올성분이 직접적으로 조직에 에너지원으로 이용되는 동시에 간접적으로 섭취된 사료영양소의 이용효율을 개선시키고, 반추위내의 발효양상을 변화시키며 사료섭취량의 증가로 비육우의 육성성적과 육질을 향상시키는 것으로 사료된다.

## 2. 도체형질

알코올발효사료급여가 한우 육성우의 도체형질에 미치는 영향은 표2-9에서 표시한 바와 같이 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 등지방두께는 모두 비슷한 수준으로 나타났으나 배최장근단면적은 FC구가 86.14cm<sup>2</sup>으로서 대조구의 80.50cm<sup>2</sup>보다 넓게 나타났으며 FO구와 Mix구는 각각 80.79 및 79.55cm<sup>2</sup>으로서 대조구와 비슷한 수준

을 보였다. 도체중, 등지방두께, 배최장근단면적에 의해 계산된 육량지수는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 76.09, 76.49, 76.17 및 76.16으로서 비슷한 성적이었다.

육질에 가장 중요한 영향을 미치는 근내지방도는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 No. 2.75, No. 3.29, No. 2.81 및 No. 2.98으로 통계적인 유의 차가 없었으나, FC구가 대조구보다 다소 높았으며, 육색은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구 4.23에서 4.85사이로 모두 정상범위에 있었고, 지방색도 FC구가 No. 3.43으로 대조구의 No. 4.75보다 다소 옅었으나 처리구들 모두 정상적인 범위에 있었다.

표 2-9. 발효사료 급여가 한우비육우(육성우)의 도체형질에 미치는 영향

항 목	대조구	FC	FO	Mix
도살체중, kg	631 ± 11	677 ± 43	668 ± 32	652 ± 36
육량형질				
도체중, kg	366 ± 29	380 ± 52	375 ± 49	376 ± 43
등지방두께, cm	0.53 ± 0.19	0.51 ± 0.12	0.50 ± 0.11	0.53 ± 0.15
배최장근단면적, cm <sup>2</sup>	80.50 ± 14.55	86.14 ± 11.43	80.79 ± 12.56	79.55 ± 11.54
육량지수	76.09 ± 0.32	76.49 ± 0.91	76.17 ± 0.85	76.16 ± 0.66
육질형질				
근내지방도, No	2.75 ± 0.75	3.29 ± 0.95	2.81 ± 0.86	2.98 ± 0.75
육색, No	4.75 ± 0.96	4.57 ± 0.96	4.85 ± 0.75	4.23 ± 0.61
지방색, No	4.75 ± 0.50	3.43 ± 0.79	4.52 ± 0.72	4.50 ± 0.71

FC : 옥수수알코올발효사료

FO: 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

표 2-10은 알코올발효사료 급여가 한우비육후기우의 도체형질에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 육량형질중 등지방두께는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각

0.52, 0.54, 0.51 및 0.53cm으로서 비슷한 경향이었으나 배최장근단면적은 FC구가 85.98cm<sup>2</sup>으로서 대조구의 80.05cm<sup>2</sup>보다 넓었으며 FO구와 Mix구의 배최장근단면적은 대조구와 비슷하였다. 또한 육량지수는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구간에 유의적인 차이가 없었다. 한편, 근내지방도에 있어서 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 2.36, 3.33, 2.31 및 2.88로 나타나 FC구가 제일 양호한 결과를 보였으며 대조구와 FC구는 비슷한 수준을 보였다.

표 2-10. 발효사료 급여가 한우 비육우(비육후기우)의 도체형질에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
도살체중, kg	633±18	656±35	649±37	632±46
육량형질				
도체중, kg	368±25	379±51	375±52	365±50
등지방두께, cm	0.52±0.19	0.54±0.22	0.51±0.15	0.53±0.13
배최장근단면적, cm <sup>2</sup>	80.05±13.55	85.98±12.23	80.02±13.66	80.12±12.64
육량지수	76.04±0.42	76.44±0.56	76.34±0.87	76.59±0.59
육질형질				
근내지방도, No	2.36±0.72	3.33±0.86	2.31±0.81	2.88±0.76
육색, No	4.55±0.91	4.67±0.77	4.79±0.77	4.55±0.56
지방색, No	4.67±0.52	4.03±0.73	4.32±0.82	4.62±0.67

FC : 옥수수알코올사료

FO: 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

알코올발효사료 급여가 한우 육성거세우의 도체형질에 미치는 영향은 표 2-11에 나타내었다. 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 등지방두께는 각각 0.73, 0.86, 0.68 및 0.81cm으로 FC구가 가장 두꺼웠고 FO구가 얇은 편이었다. 배최장근단면적은 FC구, FO구 및 Mix구가 대조구에 비해 넓은 편이었으며, 특히 FC구의 배최장근단면

적이 다른 처리구보다 넓게 나타났다. 육량지수는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 76.21, 76.17, 76.80 및 76.13으로 비슷한 수준을 보였다. 한편 육질형질에서 근내지방도는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 2.86, 3.81, 2.72 및 3.03으로 FC구의 근내지방도가 다른 처리구보다 양호한 결과를 보였다.

표 2-11. 발효사료 급여가 한우 비육우(거세우)의 도체형질에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
도살체중, kg	551 ± 28	566 ± 33	549 ± 47	553 ± 42
육량형질				
도체중, kg	318 ± 43	329 ± 45	321 ± 45	322 ± 48
등지방두께, cm	0.73 ± 0.21	0.86 ± 0.32	0.68 ± 0.15	0.81 ± 0.13
배최장근단면적, cm <sup>2</sup>	76.58 ± 12.55	81.58 ± 13.23	79.12 ± 12.66	80.12 ± 12.64
육량지수	76.21 ± 0.43	76.17 ± 0.66	76.80 ± 0.87	76.13 ± 0.59
육질형질				
근내지방도, No	2.86 ± 0.62	3.81 ± 0.84	2.72 ± 0.74	3.03 ± 0.76
육색, No	4.50 ± 0.92	4.21 ± 0.63	4.88 ± 0.46	4.82 ± 0.56
지방색, No	4.55 ± 0.58	4.01 ± 0.62	4.41 ± 0.76	4.56 ± 0.77

FC : 옥수수알코올사료

FO: 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합발효사료

신 등(1994)은 비육전기에 있는 한우 비거세우에 알코올발효사료를 급여한결과 출하체중이 증가하고 배최장근단면적이 넓게 나타났다고 보고하고 있어 본 실험의 도체평가 결과를 뒷받침하고 있으며 津吉 등(1990)은 비육우에 알코올을 급여시에 근내지방도, 광택 및 육색이 대조구에 비하여 현저히 개선되어 우수한 도체등급 평가를 받았다고 보고한 바 있다.

육색은 혈액의 hemoglobin과 근육의 myoglobin에 의하여 결정되며 방혈이 잘된

도체에서 육색은 근육의 myoglobin에 의하여 거의 결정되는데 stress를 받게되면 myoglobin이 증가되어 육색이 짙어지게 된다. 奈良 등(1990)의 보고에 의하면 출하 직전 비육우에 알코올을 급여시에 수송stress가 감소된다고 하였으며, 비육우에 알코올을 급여시에 육색이 대조구보다 알코올급여구에서 개선된다는 보고도 있다.(津吉 등, 1990). 또한 stress를 받으면 혈액이 농축되어 단시간 내에 혈구수가 증가할뿐만 아니라 부신피질에서 catecholamines가 분비되어 혈압이 상승되고 비장을 수축시켜 비장중에 저장되어 있던 적혈구로 인하여 HCT, HB 및 MCH도 증가한다. 따라서 알코올발효사료구가 대조구보다 육색이 열어 지는 것은 알코올발효사료의 알코올성분이 수송stress를 감소시키므로써 육색을 열게한 것으로 판단된다. 그 외 Bridenstine 등(1986)은 육색과 근내지방도는 상관관계가 있다고 하였으며, 土屋 등 (1989)은 지육의 육색은 근내지방도가 높을수록 육색이 향상된다고 한바 있다.

### 3. 도체등급

알코올발효사료 급여가 한우 육성우의 육량 및 육질등급 출현율에 미치는 영향은 표 2-12에서 나타낸 바와 같다. 대조구, FC구, FO구 및 Mix구에서 A등급출현율은 각각 20, 60, 40 및 60%으로서 FC구와 Mix구의 A등급출현율이 많았으며, 육질 1등급은 FC구와 Mix구에서만 출현되었고 그 출현율은 각각 40 및 20%이었다. 2등급 출현율은 FC구가 60%으로서 가장 많았으며, 대조구, FO구 및 Mix구는 모두 40%으로 비슷하였다.

표 2-12. 육성비육우의 출하시 도체등급판정 결과

도체등급	대조구	FC	FO	Mix
	%			
육량등급				
A	20(1)	60(3)	40(2)	60(3)
B	80(4)	40(2)	60(3)	40(2)
C				
육질등급				
1		40(2)		20(1)
2	40(2)	60(3)	40(2)	40(2)
3	60(3)		60(3)	40(2)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

알코올발효사료 급여가 한우 비육후기우의 육량 및 육질등급 출현율에 미치는 영향은 표 2-13에서 나타난 바와 같다. 육량 A등급은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 20, 60, 40 및 60%으로 나타났으며, 육질 1등급은 FC구와 Mix구에서 각각 20%출현율을 보였고 육질 2등급 출현율은 FC구와 FO구가 각각 80%, 대조구와 Mix구가 각각 60%였다.

표 2-13. 비육후기우의 출하시 도체등급판정 결과

도체등급	대조구	FC	FO	Mix
	%			
육량등급				
A	40(2)	60(3)	40(2)	60(3)
B	40(2)	40(2)	60(3)	40(2)
C	20(1)			
육질등급				
1		20(1)		20(1)
2	60(3)	80(4)	80(4)	60(3)
3	40(2)		20(1)	20(1)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

표 2-14는 알코올발효사료 급여가 한우 거세우의 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 도체등급에 미치는 영향을 나타낸 것이다.

육량 A등급은 FC구, FO구 및 Mix구에서 출현되었고 대조구에서는 출현되지 않았으며 FC구, FO구 및 Mix구에서 A등급출현율은 20%로 같았다. 육질등급 1등급 출현율은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구에서 각각 20, 60, 20 및 40%으로 나타나 FC구, Mix구 순으로 많았으며 대조구와 FO구는 같은 수준이었다.

표 2-14. 거세우의 출하시 도체등급판정 결과

도체등급	대조구	FC	FO	Mix
육량등급	%			
A		20(1)	20(1)	20(1)
B	80(4)	80(4)	60(3)	80(4)
C	20(1)		20(1)	
육질등급				
1	20(1)	60(3)	20(1)	40(2)
2	60(3)	40(2)	60(3)	60(3)
3	20(1)		20(1)	

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

이상의 결과에 의하면 알코올발효사료 급여가 한우 육성우, 비육후기우 및 육성 거세우의 육량등급뿐만 아니라 육질등급도 개선하여 최종 도체등급을 향상시키는 것으로 생각된다.

신 등(1994)은 한우 비거세우에 알코올발효사료를 급여할 경우 비육전기에는 배 최장근단면적 및 육량등급이 개선되었으나 육질등급은 차이가 없었으며, 비육후기

에는 육질개선에 뚜렷한 효과가 있다고 보고한 바 있다. 한편, 津吉 등(1990)과 板橋 등(1990)은 비육우에 알코올을 급여하면 근내지방도가 개선된다고 보고하여 본 실험결과를 뒷받침해 주고 있다. 따라서 알코올발효사료 급여는 알코올성분은 물론, 사료에너지와 영양소섭취량의 증가로 인하여 체조직에서의 지방축적을 증가시켜 비육우의 근내지방도 개선을 가져와 육질을 향상시키는 동시에 배최장근단면적의 증가로 육량등급을 향상시키는 것으로 사료된다. 본 실험결과에 의하며 한우 육성우, 비육후기우 및 육성거세우에 알코올발효사료를 급여시 육량등급과 육질등급이 개선된 효과는 FC구가 가장 우수하게 나타났고 다음으로 Mix구가 좋은 것으로 나타났으며 FO구와 대조구는 비슷한 경향으로 나타났다.

#### 4. 혈액성상

알코올발효사료 급여가 한우 육성우, 비육후기우 및 육성거세우의 혈액성상에 미치는 영향은 표 2-15, 표 2-16 및 표 2-17에서 나타낸 바와 같다.

한우 육성우의 혈액성상은 표 2-15에서 나타낸 바와 같이 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 혈청total protein, albumin, calcium, phosphorus 및 creatinine 등의 함량은 비슷하였으나 혈청glucose, cholesterol 및 triglyceride함량은 FC구가 대조구보다 현저히 높게 나타났으며( $P<0.05$ ) 또한 BUN함량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 11.64, 7.70, 10.70 및 8.81mg/dl으로서 FC구, Mix구, FO구 및 대조구 순으로 낮게 나타났다. 그리고 HCT, MCV, MCH, MCHC, RBC, WBC 및 Hb 등 혈액화학치는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 모두 정상범위에 있으며 비슷한 수준으로 나타났다.

표 2-15. 발효사료 급여가 한우 비육우(육성우)의 혈액성상에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
Chemistry variables				
Total protein, g/dl	7.03±0.06	6.71±0.35	7.07±0.25	6.79±0.26
Albumin, g/dl	3.53±0.20	3.64±0.09	3.54±0.09	3.61±0.09
Cholesterol, mg/dl	102.02±1.51 <sup>b</sup>	117.98±2.42 <sup>a</sup>	107.18±2.12 <sup>b</sup>	118.62±2.33 <sup>a</sup>
Glucose, mg/dl	63.54±8.38 <sup>b</sup>	88.17±12.36 <sup>a</sup>	64.51±7.32 <sup>b</sup>	81.62±8.13 <sup>a</sup>
BUN, mg/dl	11.64±0.63 <sup>a</sup>	7.70±1.00 <sup>b</sup>	10.70±1.03 <sup>a</sup>	8.81±0.86 <sup>ab</sup>
Calcium, mg/dl	10.87±0.25	10.97±0.97	10.30±0.69	11.26±0.87
Phosphorus, mg/dl	6.10±0.42	7.12±0.52	6.25±0.46	7.05±0.66
Creatinine, mg/dl	1.01±0.19	0.93±0.21	0.96±0.11	0.98±0.13
Triglyceride, mg/dl	28.09±3.03 <sup>b</sup>	34.18±4.55 <sup>a</sup>	30.02±5.35 <sup>ab</sup>	32.25±5.02 <sup>ab</sup>
Hematology				
HCT, %	30.2	29.1	30.1	29.8
MCV, fl/cell	37.9	37.1	36.9	36.6
MCH, pg/cell	14.0	13.8	14.5	13.5
MCHC, g/cell	36.1	35.9	36.4	34.9
RBC, 10 <sup>3</sup> /ml	7.8	7.5	7.9	7.1
WBC, 10 <sup>3</sup> /ml	8.5	8.8	8.1	8.3
Hb, g/dl	10.8	10.2	11.0	11.1

(P<0.05)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료.

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

HCT : Hematocrit

MCV : Mean corpuscular volume

MCH : Mean corpuscular hemoglobin

RBC : Red blood cell

WBC : White blood cell

Hb : Hemoglobin

BUN : Blood urea nitrogen

MCHC : Mean corpuscular hemoglobin concentration

한우 비육후기우에 알코올발효사료를 급여시 혈액성상에 미치는 영향은 표 2-16에서 나타난 바와 같은데 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 혈청total protein,

albumin, BUN, calcium, phosphorus 및 creatinine 등의 함량은 비슷한 경향으로 나타났으나 혈청cholesterol, glucose 및 triglyceride 함량은 FC구가 대조구보다 현저히 높게 나타났으며(P<0.05) FO구와 대조구는 비슷한 경향으로 나타났고(P>0.05), 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 HCT, MCV, MCH, MCHC, RBC, WBC 및 Hb 등 혈액화학치는 비슷한 수준이었다.

표 2-16. 발효사료 급여가 한우 비육우(비육후기우)의 혈액성분에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
Chemistry variables				
Total protein, g/dl	7.28±0.50	7.33±0.35	7.77±0.32	7.27±0.25
Albumin, g/dl	3.41±0.24	3.43±0.14	3.44±0.10	3.24±0.05
Cholesterol, mg/dl	123.66±12.60 <sup>b</sup>	159.69±13.01 <sup>a</sup>	132.68±9.41 <sup>ab</sup>	137.68±10.21 <sup>ab</sup>
Glucose, mg/dl	78.56±7.65 <sup>b</sup>	98.32±10.01 <sup>a</sup>	79.51±6.86 <sup>b</sup>	96.53±9.52 <sup>a</sup>
BUN, mg/dl	11.57±1.25	12.17±1.21	12.70±1.10	11.71±1.01
Calcium, mg/dl	7.83±0.66	7.73±1.36	7.97±0.87	6.97±0.92
Phosphorus, mg/dl	6.03±0.32	6.25±0.70	6.55±0.56	6.39±0.46
Creatinine, mg/dl	1.09±0.08	1.20±0.03	1.19±0.05	0.96±0.11
Triglyceride, mg/dl	44.33±3.02 <sup>b</sup>	53.44±5.08 <sup>a</sup>	46.17±5.22 <sup>b</sup>	50.18±4.55 <sup>ab</sup>
Hematology				
HCT, %	31.6	29.6	30.4	31.1
MCV, fl/cell	38.2	41.2	39.9	37.8
MCH, pg/cell	13.5	14.2	13.5	13.6
MCHC, g/cell	35.6	36.3	37.1	35.7
RBC, 10 <sup>3</sup> /ml	8.0	7.4	7.3	7.2
WBC, 10 <sup>3</sup> /ml	8.6	8.0	8.2	8.6
Hb, g/dl	10.4	10.8	11.2	10.5

(P<0.05)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료.

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

HCT : Hematocrit

MCV : Mean corpuscular volume

MCH : Mean corpuscular hemoglobin

RBC : Red blood cell

WBC : White blood cell

Hb : Hemoglobin

BUN : Blood urea nitrogen

MCHC : Mean corpuscular hemoglobin concentration

알코올발효사료 급여가 한우 거세우의 혈액성상에 미치는 영향은 표 2-17에서 보는 바와 같다.

한우 거세우의 혈청total protein, albumin, calcium, phosphorus 및 creatinine 등 함량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 비슷한 수준으로 나타났으나 혈청glucose, cholesterol 및 triglyceride함량은 FC구가 대조구 및 FO구보다 현저히 높게 나타났으며(P<0.05) 또한 BUN함량은 FC구가 9.72mg/dl로서 대조구의 12.70mg/dl보다 낮았다. 그러나 HCT, MCV, MCH, MCHC, RBC, WBC 및 Hb 등 혈액화학치는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구간에 차이가 없었다.

표 2-17. 발효사료 급여가 한우비육우(거세우)의 혈액성분에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
Chemistry variables				
Total protein, g/dl	7.32±0.44	7.07±0.55	7.11±0.36	7.21±0.36
Albumin, g/dl	3.64±0.17	3.60±0.17	3.66±0.15	3.52±0.12
Cholesterol, mg/dl	114.58±14.17 <sup>b</sup>	133.15±14.36 <sup>a</sup>	115.36±13.41 <sup>b</sup>	127.66±12.32 <sup>ab</sup>
Glucose, mg/dl	83.49±11.29 <sup>b</sup>	104.12±13.29 <sup>a</sup>	88.23±16.36 <sup>b</sup>	97.51±12.32 <sup>ab</sup>
BUN, mg/dl	12.70±0.87 <sup>a</sup>	9.72±0.84 <sup>b</sup>	11.71±1.22 <sup>ab</sup>	10.88±1.11 <sup>ab</sup>
Calcium, mg/dl	9.68±0.39	10.04±0.61	9.97±0.77	9.56±0.82
Phosphorus, mg/dl	8.18±0.69	8.12±0.51	8.55±0.51	8.35±0.56
Creatinine, mg/dl	1.03±0.08	1.02±0.10	1.09±0.08	0.98±0.13
Triglyceride, mg/dl	36.18±5.13 <sup>b</sup>	47.74±7.17 <sup>a</sup>	34.28±6.42 <sup>b</sup>	44.15±8.52 <sup>ab</sup>
Hematology				
HCT, %	30.3	29.8	30.3	31.8
MCV, fl/cell	37.5	38.2	39.5	38.8
MCH, pg/cell	14.1	14.3	13.8	13.6
MCHC, g/cell	36.6	35.8	36.3	36.0
RBC, 10 <sup>3</sup> /ml	7.6	7.5	7.8	7.0
WBC, 10 <sup>3</sup> /ml	8.1	8.3	8.0	8.3
Hb, g/dl	11.2	10.8	10.3	11.5

(P<0.05)

FC : 옥수수알코올발효사료	FO : 귀리알코올발효사료.
Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료	HCT : Hematocrit
MCV : Mean corpuscular volume	MCH : Mean corpuscular hemoglobin
RBC : Red blood cell	WBC : White blood cell
Hb : Hemoglobin	BUN : Blood urea nitrogen
MCHC : Mean corpuscular hemoglobin concentration	

신 등(1995)은 한우 비거세우에 있어서 혈청 total protein 및 albumin함량은 알코올발효사료구와 대조구는 비슷한 수준을 나타냈으나 혈청cholesterol 및 triglyceride 함량은 알코올발효사료구가 대조구보다 높게 나타났다고 보고하여 본 실험결과와 같은 결과를 보였으나 혈청glucose 및 calcium함량은 알코올발효사료구가 대조구보다 낮게 나타났다고 보고하여 본 실험결과와 차이를 나타냈다. 또한 板橋 등(1989)은 평균체중이 300kg인 홀스타인 육성우에 있어서 혈청total protein 및 albumin함량은 알코올급여구와 대조구는 비슷한 수준으로 나타났으나 BUN함량은 알코올급여구가 대조구보다 높게 나타났다고 보고한 바 있다.

혈액속의 glucose수준은 insulin의 anabolic효과와 glucogen, catecholamin 및 glucocorticoids의 catabolic효과에 의하여 결정된다(Smith, 1989). 본 실험에서 육성우, 비육후기우, 육성거세우의 FC구가 대조구에 비하여 혈청glucose함량이 높게 나타났는데 이것은 알코올발효사료 급여에 따른 사료섭취량의 증가로 체내에 에너지 공급이 증가되어 에너지원으로 사용량이 많아지기 때문인 것으로 사료된다. 또한 혈중glucose함량은 근내지방도 개선에 직접적인 효과를 미치므로 육질등급개선에 공헌한다. 따라서 FC구가 육질등급이 우수한 것으로 나타난 하나의 원인이라고 할 수 있다. 혈청total protein 및 albumin함량은 알코올발효사료급여에 의해 변화되지 않았는데 이는 알코올발효사료 급여가 비육우의 간장에서 단백질대사 장애를 일으

키지 않음을 시사한다.

BUN은 흔히 in vivo에서 질소축적에 대한 사료나 호르몬의 효과를 분석하는데 이용되어 왔는데 BUN의 감소는 단백질합성이 일어난 조직에서 질소가 축적되었다는 것을 의미한다(Enright 등, 1990). 본 실험에서 육성우, 거세우에서 BUN함량은 FC구가 대조구에 비하여 낮게 나타났는데 이는 알코올발효사료 급여에 의하여 시험우 성장이 빨라짐에 따라 단백질합성량이 증가되었음을 보여 주고 있다. 또한 비육후기우에서 알코올발효사료급여에 따른 BUN함량은 차이를 나타내지 않았는데 이는 육성기의 성장은 주로 단백질축적으로 이루어지지만 비육후기의 증체는 주로 지방축적으로 이루어지기 때문이다.

본 실험에서 FC구가 대조구에 비하여 혈청cholesterol 및 triglyceride함량이 높게 나타났다. 이러한 결과는 에너지섭취량의 증가가 지질대사에 영향을 미친 것으로 사료되는데 근육과 지방조직의 cholesterol함량은 품종, 성 등에 따라 큰 차이가 없지만 혈청내 cholesterol함량은 차이가 있어서 간장에서 합성된 cholesterol이 체조직에서 일정한 수준으로 유지될때 사료로부터 합성된 cholesterol은 스테로이드계 호르몬 전구물질로 이용되거나 지질대사에서 지방합성에 영향을 미치며(Wheeler 등, 1987), 과량의 탄수화물 섭취는 glucose를 triglyceride로 전환시키는(Smith, 1989)것으로 알려져 있다. 그리고 혈청glucose, cholesterol 및 triglyceride함량은 근내지방도 개선에 직접적인 효과를 미치는 것으로 알려져 있는데 지방세포는 glucose을 흡수하여 세포내에서 글리세린을 생성하며 생성된 글리세린은 지방산과 결합하여 지방을 합성하고 따라서 근내지방도개선에 기여하게 된다. 또 혈청 cholesterol함량은 근내지방도와 정의(+)상관관계가 있으며, 근내지방도가 높은 비육우에 혈장triglyceride농도가 높은(農山漁村文化協會, 1985) 것으로 보고되고 있다.

그러므로 알코올발효사료 급여에 따른 비육기의 혈청glucose, cholesterol, triglyceride함량 증가가 근내지방도개선에 직접적으로 기여하여 육질개선 효과를 발휘하는 원인으로 판단된다.

혈청creatinine함량은 성장단계별 큰 변화가 없이 일정한 수준으로 유지하였을 뿐만 아니라 알코올발효사료급여에 따른 차이가 나타나지 않았는데 이는 혈청 creatinine함량은 알코올발효사료의 영향을 크게 받지 않는다는 것을 의미한다. creatinine은 고에너지 인산의 중요한 저장형으로 근육량의 지표가 되며 과잉의 고에너지 인산이 생기게 되면 ATP에서 creatine으로 전환된 다음 인산과 결합하여 근육과 간장에 저장되며 creatine phoshote는 인산을 유리시켜 creatinine으로 배설된다.

#### 5. 근육의 일반성분 조성

알코올 발효사료 급여가 한우 육성우, 비육후기우 및 육성거세우의 근육내 일반 조성분 함량에 미치는 영향은 표 2-18, 표 2-19 및 표 2-20에서 나타낸 바와 같다.

알코올발효사료를 한우 육성우에 급여시 근육의 일반성분함량은 표 2-18에서 나타낸 바와 같이 FC구와 Mix구의 수분 및 조단백질함량은 대조구와 FO구에 비해 낮았으나 반면에 조지방함량은 높은편 이었으며 조회분함량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 비슷한 수준이었다.

표 2-18. 발효사료급여가 (육성비육우) 등심의 육조성분에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
	% —————			
수 분	67.14±0.21	66.28±0.26	67.03±0.31	66.48±0.18
조 단 백 질	23.28±0.71	22.10±0.85	23.42±0.76	22.04±0.88
조 지 방	8.20±0.65	9.86±1.29	8.18±0.86	9.62±0.95
조 회 분	0.99±0.09	1.08±0.08	0.97±0.06	1.01±0.08

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

한우 비육후기우에 알코올발효사료를 급여시 근육중 일반성분함량은 표 2-19에서 나타내었는데 FC구와 Mix구의 수분함량은 대조구와 FO구에 비해 낮았으며 조지방함량은 FC구가 대조구, FO구 및 Mix구보다 높은 경향으로 나타났으며 조회분함량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 비슷한 수준이었다.

표 2-19. 발효사료 급여가 (비육후기우) 등심의 육조성분에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
	% —————			
수 분	67.33±1.67	66.48±0.37	67.62±1.04	66.75±1.16
조 단 백 질	23.14±0.45	22.04±0.85	22.41±0.67	22.71±0.85
조 지 방	8.02±0.97	9.82±1.29	8.92±1.03	8.57±0.96
조 회 분	0.97±0.09	1.07±0.09	0.91±0.07	1.18±0.06

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

한우 거세우의 근육중 일반성분함량은 표 2-20에서 나타낸 바와 같이 FC구의 수분함량은 대조구, FO구 및 Mix구보다 낮았으나 조지방함량은 높은 경향을 보였으며 조단백질 및 조회분함량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 비슷한 수준이었다.

표 2-20. 발효사료 급여가(거세우)등심의 육조성분에 미치는 영향

	대조구	FC	FO	Mix
	%			
수 분	66.59±0.36	65.86±0.61	66.67±0.51	66.02±0.53
조 단 백 질	21.06±0.75	21.02±0.66	21.21±0.76	21.13±0.81
조 지 방	10.68±0.76	11.23±0.81	10.39±0.69	11.06±0.72
조 회 분	1.06±0.08	1.01±0.07	1.02±0.09	1.05±0.08

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

본 실험에서 FC구는 대조구에 비하여 조지방함량이 높고 조단백질 및 수분함량이 낮은 경향을 보였다. 이는 알코올발효사료 급여에 따라 근내지방도가 개선된 것이 주요 원인으로 사료되는데 Schulz 등(1974)은 비육우의 체중이 증가함에 따라 체구성성분중 단백질, 광물질, 수분함량은 감소하고 지방함량은 증가한다고 보고한 바 있다.

## 6. 아미노산 조성

알코올 발효사료 급여가 한우 육성우, 비육후기우 및 육성거세우의 근육단백질을 구성하는 아미노산 조성에 미치는 영향은 표 2-21, 2-22 및 표 2-23에서 나타낸 바와 같다.

표 2-21에서 보는 바와 같이 한우 육성우에서는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 필수아미노산과 비필수아미노산이 총 아미노산 중에 점하는 비율은 비슷한 수준이었으며 lysine과 glutamic acid함량은 FC구, FO구 및 Mix구가 대조구보다 다소 많은 편이었다( $P>0.05$ ) 한편 필수아미노산중에서는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 모두 lysine함량이 높았고 methionine함량이 제일 낮았다. 그리고 비필수아미노산함량중에서는 모든 처리구가 glutamic acid, aspartic acid함량이 제일 높았다.

표 2-21. 육성비육우의 근육내 아미노산 조성 (단위:%)

	대조구	FC	FO	Mix
EAA	44.29	44.06	43.33	44.57
histidine	4.08	4.23	3.96	4.10
arginine	6.23	6.63	4.39	8.00
methionine	1.84	1.77	2.18	1.53
phenylalanine	1.45	1.39	1.54	1.39
threonine	4.81	4.47	4.21	4.93
iso-leucine	2.71	2.49	3.31	2.08
leucine	7.56	6.44	6.95	6.48
lysine	9.25	9.89	10.05	9.61
valine	6.36	6.75	6.74	6.45
NEAA	55.71	55.94	56.67	55.43
alanine	5.11	4.98	4.21	5.43
aspartic acid	13.01	13.76	13.58	12.12
glutamic acid	22.95	23.88	24.81	21.57
glycine	4.31	3.52	3.70	3.94
cystine	0.97	1.06	1.15	0.97
proline	2.96	2.77	3.68	2.36
serine	4.77	4.69	3.88	4.82
tyrosine	1.34	1.28	1.66	1.22
Total amino acid	100	100	100	100

FC : 옥수수알코올발효사료

FO: 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

EAA : 필수아미노산

NEAA : 비필수아미노산

한우 비육후기우에 알코올발효사료를 급여시 아미노산함량에 미치는 영향은 표 2-22에서 나타낸 바와 같다.

표 2-22. 비육후기우의 근육내 아미노산 조성 (단위:%)

	대조구	FC	FO	Mix
EAA	42.72	43.54	42.81	44.07
histidine	3.16	4.49	3.14	4.11
arginine	7.16	7.23	7.13	4.64
methionine	1.54	1.57	1.78	2.20
phenylalanine	1.22	1.42	1.59	1.39
threonine	3.64	4.11	3.58	4.36
iso-leucine	3.04	2.22	2.77	3.19
leucine	7.56	5.74	7.18	6.10
lysine	9.02	10.08	9.69	10.98
valine	6.38	6.70	5.95	7.10
NEAA	57.29	56.46	57.19	55.93
alanine	8.37	6.53	6.97	5.11
aspartic acid	13.31	13.68	12.83	13.49
glutamic acid	23.17	23.83	23.87	23.12
glycine	3.79	2.93	3.43	3.69
cystine	0.90	1.11	0.85	1.10
proline	2.65	2.55	2.54	3.40
serine	3.97	4.60	5.46	4.64
tyrosine	1.13	1.23	1.24	1.38
Total amino acid	100	100	100	100

FC : 옥수수알코올발효사료

FO: 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

EAA : 필수아미노산

NEAA : 비필수아미노산

필수아미노산과 비필수아미노산이 총 아미노산 중에 점하는 비율은 4개의 처리구가 비슷한 경향을 보였으며 필수아미노산중에서 histidine함량은 FC구가 대조구, FO구 및 Mix구보다 높은 경향이었으며 비필수아미노산중에서 alanine함량은 대조

구가 FC구, FO구 및 Mix구보다 높은 경향을 보였다.

알코올발효사료 급여가 한우 거세우의 아미노산함량에 미치는 영향은 표 2-23에서 나타낸 바와 같다.

표 2-23. 거세우의 근육내 아미노산 조성 (단위:%)

	대조구	FC	FO	Mix
EAA	44.17	44.28	44.52	44.04
histidine	4.16	4.12	4.22	4.68
arginine	6.43	6.73	7.16	6.32
methionine	1.80	1.72	1.62	1.82
phenylalanine	1.42	1.36	1.22	1.13
threonine	4.64	4.74	3.96	4.67
iso-leucine	2.60	2.52	2.84	2.78
leucine	7.00	6.82	7.25	7.18
lysine	9.57	9.31	9.62	8.34
valine	6.55	6.96	6.63	7.12
NEAA	55.83	55.72	55.48	55.96
alanine	5.05	5.01	4.52	5.12
aspartic acid	13.54	13.51	13.12	13.22
glutamic acid	23.41	24.13	24.02	23.11
glycine	3.91	3.62	4.16	4.16
cystine	1.01	1.01	1.02	0.92
proline	2.87	2.69	3.11	3.03
serine	4.73	4.57	4.23	4.43
tyrosine	1.31	1.18	1.30	1.21
Total amino acid	100	100	100	100

FC : 옥수수알코올발효사료

FO: 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료

EAA : 필수아미노산

NEAA : 비필수아미노산

총 아미노산 중에 점하는 점하는 필수아미노산과 비필수아미노산비율은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 모두 비슷하였으며 각종 아미노산함량도 비슷한 수준이었

다. 그리고 4개의 대조구 및 처리구 모두 필수아미노산중에서 lysine함량이 제일 높게 나타났고 반면에 phenylalanine함량이 제일 적게 나타났으며 비필수아미노산함량은 glutamic acid, aspartic acid, alanine, serine순으로 높게 나타났다.

신 등(1994)은 한우 비거세우의 근육중 총 아미노산에 대한 필수아미노산과 비필수아미노산 비율은 알코올발효사료구와 TMR구간에 차이가 없었다고 보고한바 있다.

## 7. 지방산 조성

알코올발효사료 급여가 한우 육성우, 비육후기우 및 육성거세우의 근내 지방산조성에 미치는 영향은 표 2-24, 표 2-25 및 표 2-26에서 나타낸 바와 같다.

알코올발효사료 급여가 한우 육성우의 근내 지방산조성에 미치는 영향은 표 2-24에서 나타낸 바와 같이 포화지방산 함량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 44.20, 42.52, 44.92 및 42.16%으로서 FC구가 제일 적게 나타났고 불포화지방산함량은 각각 55.80, 57.48, 55.08 및 57.84%으로서 FC구가 제일 높게 나타났으며 따라서 불포화지방산과 포화지방산의 비율(UFA/SFA)은 FC구가 1.35으로서 제일 높게 나타났다. 올레인산함량은 FC구가 50.01%으로서 대조구 및 FO구의 각각 46.59 및 46.27% 보다 높았다( $P < 0.05$ ). 그리고 통계적인 유의성은 없었으나 필수지방산인 linolenic acid함량도 FC구가 0.62%으로서 다른 처리구들보다 높은 경향을 보였다.( $P > 0.05$ ).

표 2-24. 육성비육우의 근육내 지방산 조성

	대조구	FC	FO	Mix
12 : 0 (Lauric acid)	0.55	0.61	0.58	0.44
14 : 0 (Myristic acid)	4.36 <sup>a</sup>	2.43 <sup>b</sup>	4.20 <sup>a</sup>	4.88 <sup>a</sup>
16 : 0 (Palmitic acid)	27.76	24.78	27.35	27.00
16 : 1 (Palmitoleic acid)	5.55 <sup>a</sup>	3.78 <sup>b</sup>	5.01 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>
18 : 0 (Stearic acid)	11.53	14.70	12.79	9.84
18 : 1 $\omega$ 9 (Oleic acid)	46.59 <sup>b</sup>	50.01 <sup>a</sup>	46.27 <sup>b</sup>	48.41 <sup>ab</sup>
18 : 2 $\omega$ 6 (Linoleic acid)	3.26	3.07	3.41	2.73
18 : 3 $\omega$ 3 (Linolenic acid)	0.40	0.62	0.39	0.43
TOTAL	100.00	100.00	100	100
SFA	44.20	42.52	44.92	42.16
UFA	55.80	57.48	55.08	57.84

(P<0.05)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료.

SFA : 포화지방산

UFA : 불포화지방산

한우 비육후기우의 근내 지방산조성에 미치는 알코올발효사료 급여효과는 Table 2-25에서 나타낸 바와 같다.

근내 포화지방산 함량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 43.17, 39.85, 43.23 및 43.20%으로서 FC구가 제일 적었고 불포화지방산함량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 56.83, 60.15, 56.77 및 56.80%으로서 FC구가 제일 높았으며 따라서 불포화지방산과 포화지방산의 비율(UFA/SFA)은 FC구가 1.51%로서 제일 높게 나타났다. 대조구, FO구 및 Mix구에서의 불포화지방산과 포화지방산의 비율(UFA/SFA)은 같은 수준을 보였다. 또한, 올레인산함량은 FC구가 51.40%으로서 대조구, FO구 및 Mix구보다 높은 경향이였으며(P>0.05) 대조구, FO구 및 Mix구의 올레인산함량은 비슷한 수준이었다.

표 2-25. 비육후기우의 근육내 지방산 조성

	대조구	FC	FO	Mix
12 : 0 (Lauric acid)	1.18	1.17	0.13	0.06
14 : 0 (Myristic acid)	4.09	2.60	3.62	2.26
16 : 0 (Palmitic acid)	24.14	21.86	26.82	25.71
16 : 1 (Palmitoleic acid)	4.61	4.10	4.16	3.42
18 : 0 (Stearic acid)	13.76	14.22	12.66	15.17
18 : 1 $\omega$ 9 (Oleic acid)	47.58	51.40	48.91	48.93
18 : 2 $\omega$ 6 (Linoleic acid)	4.02	3.52	3.57	3.62
18 : 3 $\omega$ 3 (Linolenic acid)	0.62	1.13	0.13	1.10
TOTAL	100	100	100	100
SFA	43.17	39.85	43.23	43.20
UFA	56.83	60.15	56.77	56.80

(P<0.05)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료.

SFA : 포화지방산

UFA : 불포화지방산

한우 거세우의 근내지방 지방산조성에 미치는 알코올발효사료 급여효과는 2-26에서 나타낸 바와 같이 포화지방산 함량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 44.33, 42.39, 43.80 및 43.18%으로서 FC구가 대조구, FO구 및 Mix구에 비해 낮은 경향으로 나타났고 불포화지방산함량은 대조구가 제일 낮은 경향으로 나타났다. 불포화지방산과 포화지방산의 비율(UFA/SFA)은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 1.26, 1.36, 1.28 및 1.32 으로서 FC구, Mix구, FO구 및 대조구순으로 높게 나타났으며 올레인산함량도 FC구, Mix구, FO구 및 대조구순으로 높게 나타났다 (P>0.05).

표 2-26. 거세우의 근육내 지방산 조성

	대조구	FC	FO	Mix
12 : 0 (Lauric acid)	0.56	0.38	0.63	0.52
14 : 0 (Myristic acid)	3.30	2.35	3.12	3.03
16 : 0 (Palmitic acid)	27.11	25.01	26.62	25.42
16 : 1 (Palmitoleic acid)	4.40	3.81	3.95	4.18
18 : 0 (Stearic acid)	13.36	14.65	13.43	14.21
18 : 1 $\omega$ 9 (Oleic acid)	47.51	50.11	48.27	49.15
18 : 2 $\omega$ 6 (Linoleic acid)	3.26	3.11	3.36	3.12
18 : 3 $\omega$ 3 (Linolenic acid)	0.50	0.58	0.62	0.37
TOTAL	100	100	100	100
SFA	44.33	42.39	43.80	43.18
UFA	55.67	57.61	56.20	56.82

(P<0.05)

FC : 옥수수알코올발효사료

FO : 귀리알코올발효사료

Mix : (옥수수+귀리)혼합알코올발효사료.

SFA : 포화지방산

UFA : 불포화지방산

쇠고기지방산조성에 있어서 특히 단일불포화지방산인 올레인산은 쇠고기의 嗜好度에 영향을 줄 수 있으며 또한 쇠고기를 비롯한 대부분 食肉의 주요 지방산으로 알려져 있다. Lunt와 Smith(1991)는 일본화우의 쇠고기가 앵거스 쇠고기에 비해 올레인산함량이 높고 단일불포화지방산과 포화지방산 비율이 높아 쇠고기 맛을 좋게 한다고 보고한 바 있다. 쇠고기 기호성은 올레인산 함량증가에 의하여 개선될 뿐만 아니라 사람에게 의한 올레인산의 섭취는 혈중“유해콜레스테롤”로 알려져 있는 低密度脂蛋白콜레스테롤 함량을 떨어뜨리거나 증가시키지 않는 것으로 보고되고 있다. 이러한 이유때문에 건강을 위해 팔미틴산과 같은 포화지방산을 올레인산으로 대체한 쇠고기를 섭취할 것을 권장하고 있다(Sturdivant 등, 1992). 그리고, 지방산조성

변화는 쇠고기 기호도 특히 風味에 영향을 미치는데 쇠고기내 올레인산 함량증가는 쇠고기 기호성과 쇠고기에 대한 사람들의 知覺力을 개선한다. 쇠고기등심중 올레인산함량이 높으면 일반적으로 맛에 대한 관능평가에서 높은 관능평가점수를 얻으며 (Dryden과 Marchello, 1970)多汁性 점수에서도 미리스틴산, 팔미틴산의 함량과는 부의 상관성이 있고 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율과는 정의 상관성이 있는 것으로 알려지고 있다(Waldam 등, 1965). 최근에는 linolenic acid와 같은 불포화지방산이 고혈압이나 심장질환 등 발생율을 감소시키는 것으로 알려져 있어 이러한  $\omega$ -3지방산에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, EPA(C20 : 5 $\omega$ 3)와 DHA(C22 : 6 $\omega$ 3)에 관련된 연구도 활발히 진행되고 있는데 이러한 물질은 어류에 상당량 함유되어 있고 체내에서도 linolenic acid으로부터 합성되는 것으로 알려지고 있다 (Hansen, 1994).

축적지방을 구성하는 지방산은 주로 palmitic acid, stearic acid 및 oleic acid등으로 구성되어 있는데 이러한 지방산구성은 소의 품종이나 성별, 비육정도, 환경조건, 사료 등에 의하여 변화된다. 三橋 등(1980)은 사료의 지방산조성이 축적지방 지방산 조성에 영향을 미치는 것으로 사료되는데 이는 사료중 불포화지방산 절대량이 반추위에서 수소첨가를 초과한 경우에 사료의 불포화지방산 일부가 포화되지 않은 채로 축적지방으로 이행하기 때문인 것 같다고 보고한 바 있다.

한편 박 등(1994)은 한우의 근내지방 지방산조성에 있어서 올레인산(C18 : 1 $\omega$ 9) 함량은 48.01%이라고 보고한 바 있으며, 김 등(1996)은 한우 비거세우의 등심지방산 조성에서 올레인산(C18 : 1 $\omega$ 9)함량은 45.64%라고 보고한 바 있다.

본 실험결과에 의하면 알코올발효사료 급여에 따라 특히 FC구는 대조구에 비하

여 포화지방산함량은 낮게 나타났고 불포화지방산함량이 높게 나타났으며 올레인산 함량도 대조구보다 높게 나타났다. 이로부터 알코올발효사료급여가 한우고기의 맛과 품질을 개선시키는 것으로 사료되며 이에 대한 지속적인 연구가 요망된다.

## 8. 경제성 분석

공시축들은 시험종료후 축협 중앙회 서울공판장에 출하하여 도체평가를 받은후 경매되었는데 경매가격등의 자료를 근거로 알코올발효사료 급여가 한우 육성우, 비육후기우 및 거세우의 수익성에 미치는 영향을 추정하고 그 결과를 표2-27, 표2-28 및 표2-29에 표시하였다.

표 2-27에서 보는 바와 같이 한우 육성우에 알코올발효사료를 급여하여 비육 출하시 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 도체 판매가격은 각각 3,263,622원, 3,566,398원, 3,349,976원 및 3,526,504원 이었다. 본 실험에서 급여한 배합사료, 알코올발효사료 및 볏짚 그리고 시험우의 구매가격을 합치면 총 생산비용은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 2,692,196원, 2,688,555원, 2,927,478원 및 2,804,853원으로 나타났으며 1두당 평균 소득액은 포상금을 포함하여 각각 571,426원, 927,843원, 422,498원 및 761,651원으로 나타났다. 육성비육우에 알코올발효사료를 급여하여 비육시 1두당 소득액은 FC구에서 제일 높게 나타나서 대조구보다 356,416원 더 많았으나 FO구는 오히려 대조구보다 적었다.

표 2-27. 알코올발효사료 급여가 한우 육성우의 수익성에 미치는 영향(두당평균)  
(단위:원)

	대조구	알코올발효사료구		
		FC	FO	Mix
도체판매 가격	3, 263, 622	3, 566, 398	3, 349, 976	3, 526, 504
송아지 구입가격	1, 734, 096	1, 588, 000	1, 861, 136	1, 708, 688
배 합 사 료	828, 398	745, 907	735, 450	744, 745
발 효 사 료	-	230, 170	204, 672	222, 589
벗 짚	129, 702	124, 478	126, 220	128, 831
총 비 용	2, 692, 196	2, 688, 555	2, 927, 478	2, 804, 853
포 상 금	-	50, 000	-	40, 000
소 득	571, 426	927, 843	422, 498	761, 651

한우 비육후기우의 도체의 경매가격은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 3,307,952원, 3,668,341원, 3,376,268원 및 3,384,112원이었으며 시험우의 구매가격과 배합사료, 알코올발효사료 및 볏짚 등 사료비용을 포함한 총 생산비용은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구에서 3,236,316원, 3,315,784원, 3,351,978원 및 3,243,285원이었는데 1두당 평균 소득액은 포상금을 포함시켜 각각 71,635원, 392,557원, 24,290원 및 180,827원이었다. 한우 비육후기우의 대조구, FC구, FO구 및 Mix구에서 1두당 소득액은 FC구가 392,557원으로서 제일 많았으며 대조구보다 320,922원 더 많은 수익을 얻었다. (표 2-28)

표 2-28 알코올발효사료 급여가 한우 비육후기우의 수익성에 미치는 영향(두당편군)  
(단위:원)

항 목	대조구	알코올발효사료구		
		FC	FO	Mix
도체 판매 가격	3, 307, 952	3, 668, 341	3, 376, 268	3, 384, 112
송아지 구입가격	2, 877, 770	2, 873, 364	2, 924, 754	2, 807, 294
배 합 사 료	305, 838	297, 412	294, 916	295, 540
발 효 사 료	-	94, 809	82, 827	91, 687
벗 짚	52, 708	50, 198	49, 481	48, 764
총 비 용	3, 236, 317	3, 315, 784	3, 351, 978	3, 243, 285
포 상 금	-	40, 000	-	40, 000
소 득	71, 635	392, 557	24, 290	180, 827

한우 거세우의 도체 경매가격은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 2,312,587 원, 2,636,029원, 2,358,328원 및 2,420,072원으로서 시험우의 구매가격과 급여한 배합 사료, 알코올발효사료 및 벗짚을 포함한 총 생산비용은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 2,543,915원, 2,449,149원, 2,494,755원 및 2,474,248원으로서 1두당 소득액은 각각 -181,328원, 246,880원, -126,427원, 및 -4,176원이었다. 한우 거세우에서 소득액은 특히 대조구와 FO구는 마이너스 결과를 나타냈지만 FC구는 대조구 보다 1두당 428,208원더 많은 수익을 얻었다. (표 2-29)

표 2-29. 알코올발효사료 급여가 한우 거세우의 수익성에 미치는 영향(두당평균)  
(단위:원)

항 목	대조구	알코올발효사료구		
		FC	FO	Mix
도체판매가격	2, 312, 587	2, 636, 029	2, 358, 328	2, 420, 072
송아지구입가격	1, 764, 600	1, 536, 240	1, 598, 520	1, 563, 920
배 합 사 료	632, 400	525, 881	532, 598	526, 840
발 효 사 료	-	250, 473	221, 431	242, 224
벗 질	146, 915	136, 555	142, 206	141, 264
총 비 용	2, 543, 915	2, 449, 149	2, 494, 755	2, 474, 248
포 상 금	50, 000	60, 000	10, 000	50, 000
소 득	-181, 328	246, 880	-126, 427	-4, 176

본 실험에서 알코올발효사료 급여가 소득액을 증가시키는 것으로 나타났는데 이는 FC구의 육량등급과 육질등급이 기타 처리구보다 높게 나타났기 때문인 것으로 사료된다. 한편 津吉 등(1990)은 화우에 알코올을 급여하여 사육하면 지육단가가 대조구보다 높게 평가되었다고 보고한 바 있으며 신 등(1994)도 비육후기우에 알코올 발효사료를 급여하여 사육시 대조구보다 1두당 소득액이 많았다고 보고한 바 있다.

(실 험 2) 알코올 발효사료 급여가 반추위액 정상 및 미생물의 단백질 합성에 미치는  
영향

1. 반추위내 pH 변화

알코올발효사료구(AFF구) 및 대조구(대조구)의 사료급여후 시간별로 채취한 반추위액의 pH변화는 그림 2-6에서 나타낸 바와 같다.

대조구의 pH는 6.04-6.62범위로 나타났으며 사료급여후 2시간째에 가장 낮았다. 그러나 시간이 경과됨에 따라 반추위액의 pH가 점차 증가하였으며 사료급여후 8시간째에는 사료급여전 수준과 비슷하였다. 알코올발효사료구도 대조구의 반추위액 pH보다는 약간 낮은 5.92-6.59범위로 나타났지만 대조구와 마찬가지로 사료급여후 2시간째에 가장 낮은 수준으로 나타났다가 사료급여후 8시간째에는 사료급여전 수준과 가까운 수준으로 되었다. 또한 알코올발효사료구와 대조구의 평균 pH는 각각 6.2 및 6.3이었다. 알코올발효사료구와 대조구의 pH가 사료급여후 2시간째부터 6시간째까지 낮았던 것은 섭취된 농후사료가 반추위미생물에 의하여 급속히 분해되어 많은 酸이 생성되었기 때문인 것으로 생각된다.

배 등(1994)은 한국재래 산양의 반추위액 pH를 사료급여후 0, 2, 4, 6, 8 및 10시간별로 채취하여 측정 한 실험결과 사료급여후 2시간째에 가장 낮았고 시간이 경과함에 따라 점차 증가한다고 하여 본 실험결과와 비슷한 결과를 보고하였다. 그러나 이 등(1996)은 에너지사료인 옥수수과 단백질사료인 대두박을 시험사료로 하여 젖소에 급여할 경우 반추위액 pH가 사료급여후 4-6시간째에 가장 낮게 나타났다고하여 본 실험결과와는 다소 차이가 나는 결과를 보고하였다.

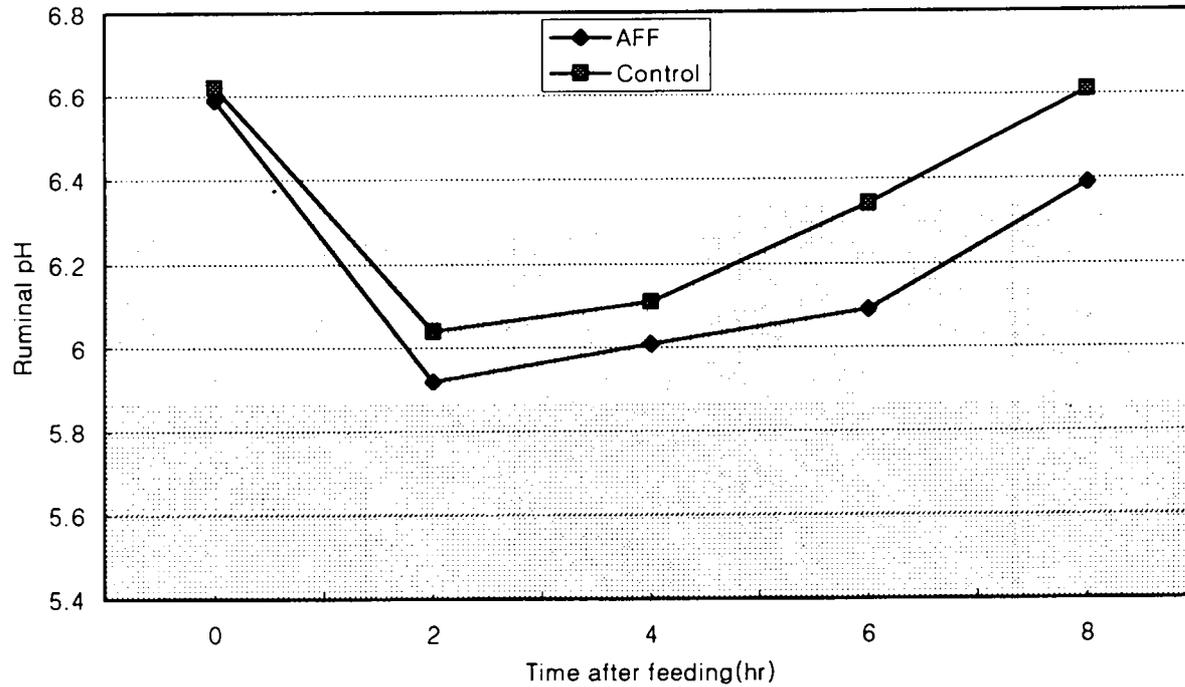


그림 2-6. 발효사료 급여가 반추위액의 pH에 미치는 영향

알코올발효사료구와 대조구의 반추위액 pH변화를 고찰하여 보면 전반적으로 알코올발효사료구의 pH가 대조구에 비하여 낮게 나타났는데 이는 알코올발효사료 급여에 따른 농후사료섭취량 증가와 알코올 자체의 반추위 내에서 휘발성지방산으로 전환 등에 의하여 기인된 것으로 생각된다.

大槻 등(1991)은 홀스타인 거세우에 있어서 알코올급여구와 대조구의 반추위액 pH는 사료급여후 1시간째에 낮았고 그 후 시간이 경과함에 따라 점차적으로 증가하였으며 사료급여후 4-6시간째에는 정상적인 수준으로 회복되었다고 하였고 板橋 등(1989)은 알코올급여구와 대조구의 반추위액 pH는 사료급여후 2시간째에 가장 낮은 수준으로 나타났고 이후 시간이 경과함에 따라 pH가 증가하였으며 사료급여 6시간째에는 정상적인 수준에 이르렀을 뿐만 아니라 알코올급여구가 대조구에 비하여 반추위액 pH가 낮은 경향이었다고 보고한 바 있다.

## 2. 반추위내 암모니아 농도

알코올발효사료구와 대조구의 사료급여후 시간별로 채취한 반추위액의  $\text{NH}_3\text{-N}$ 함량 변화는 그림 2-7에서 나타낸 바와 같다.

대조구의 반추위액  $\text{NH}_3\text{-N}$ 함량은 사료급여후 2시간째에 19.14mg/100ml으로 가장 높게 나타났으며 그 이후 점차적으로 감소하여 8시간째에는 5.61mg/100ml으로 낮아져서 사료급여전 수준과 비슷하였다. 그리고 알코올발효사료구의 반추위액  $\text{NH}_3\text{-N}$ 함량도 대조구와 마찬가지로 사료급여후 2시간째에 17.05mg/100ml으로 제일 높게 나타났으며 이후 시간의 경과에 따라 점차 감소하는 경향을 보였으며 사료급여후 8시간째의  $\text{NH}_3\text{-N}$ 함량은 사료급여전 수준과 비슷하였다.

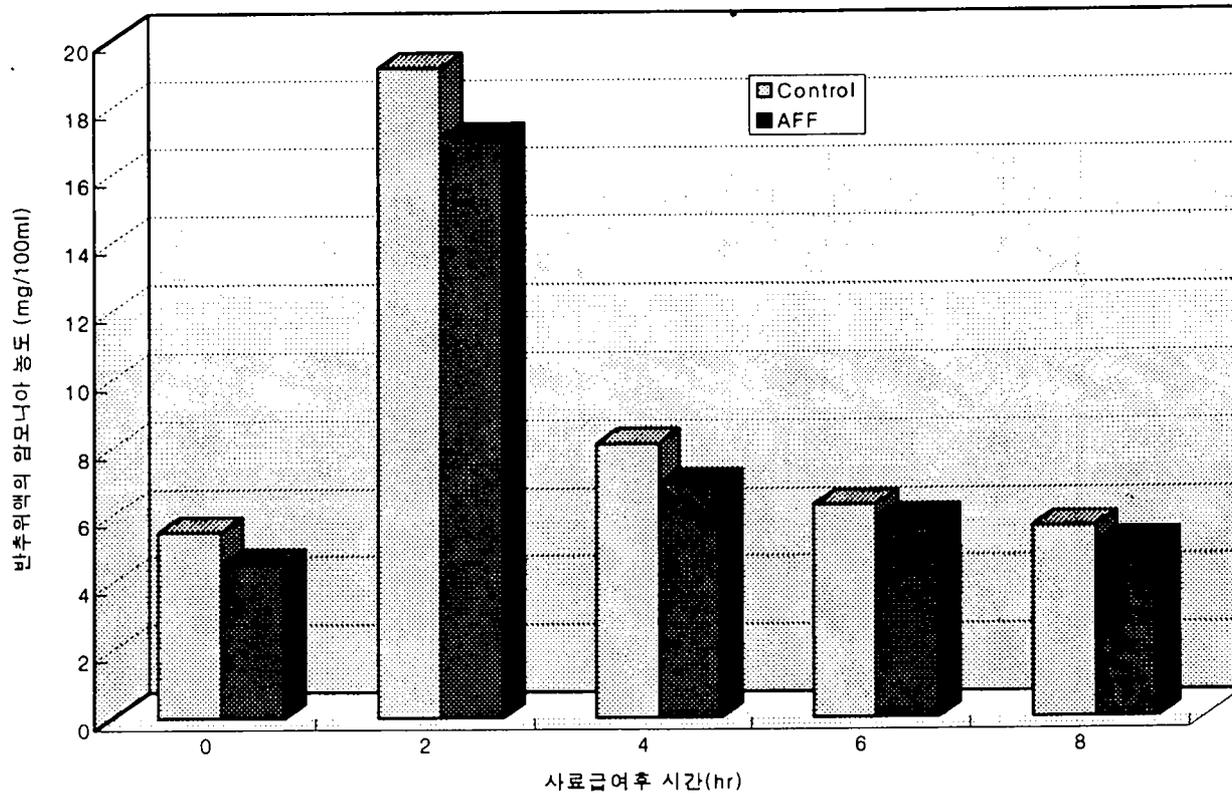


그림 2-7. 발효사료 급여가 반추위액의 암모니아 농도에 미치는 영향

알코올발효사료구와 대조구의 반추위액  $\text{NH}_3\text{-N}$  함량이 사료급여 2시간째에 일시적으로 상승한 것은 사료섭취후 2시간째에 사료의 소화 분해가 가장 왕성하기 때문이며 2시간후 부터는 분해된  $\text{NH}_3\text{-N}$ 가 반추위에서 bacteria에 이용되어 소실되기 때문에 시간이 경과함에 따라 점차적으로 반추위내의  $\text{NH}_3\text{-N}$  농도가 감소한다고 생각된다. 이는 반추위의 pH가 사료급여후 2시간째 가장 낮은 결과와 일치 한다고 할수 있다.

알코올발효사료구와 대조구의 반추위내  $\text{NH}_3\text{-N}$  함량은 사료급여후 0시간째부터 8시간째까지 각각 4.53mg/100ml 및 5.49mg/100ml, 17.05mg/100ml 및 19.14mg/100ml, 6.89mg/100ml 및 8.09mg/100ml, 5.86mg/100ml 및 6.26mg/100ml, 그리고 5.10mg/100ml 및 5.61mg/100ml으로서 알코올발효사료구가 대조구에 비하여 낮은 경향이였으나 사료급여후 시간별 반추위 액  $\text{NH}_3\text{-N}$  농도에 대한 알코올. 발효 사료구와 대조구간의 차이는 통계적 유의성은 없었다( $P>0.05$ ).

정 등(1996)은 0.3%수준으로 분말알코올을 한국재래산양에 급여하였을 때 반추위액의  $\text{NH}_3\text{-N}$  농도는 알코올급여구가 15.75mg/dl로서 대조구의 16.96mg/dl보다 낮았다고 하였으며, 板橋 등(1989)은 홀스타인 거세우에 있어서 반추위액  $\text{NH}_3\text{-N}$  함량은 알코올급여구가 사료급여 2시간째에 약간의 증가하다가 그 이후에는 점차적으로 감소하는 반면에 대조구는 사료급여후 시간이 경과함에 따라 반추위액  $\text{NH}_3\text{-N}$  함량은 계속 감소하는 경향을 보이며, 반추위액  $\text{NH}_3\text{-N}$  함량은 알코올급여구가 대조구에 비하여 높았지만 통계적인 유의차는 없었다고 보고한 바 있다. 또한 배 등(1994)은 반추위액  $\text{NH}_3\text{-N}$  함량은 사료급여후 2시간째에 가장 높게 나타났고 그후 시간이 경과함에 따라 감소하여 사료급여 6시간째에 제일 낮았으며 이후  $\text{NH}_3\text{-N}$  함량은 점차 증가하였다고 보고한 바 있다.

한편, 大槻 등(1991)은 반추위액  $\text{NH}_3\text{-N}$ 함량은 알코올급여구와 대조구 모두가 사료급여후 1시간째에 제일 높게 나타났고 그 이후 시간이 경과함에 따라 서서히 감소하였으며 알코올급여구가 대조구에 비해 사료급여 1시간째 낮게 나타났으나 사료급여 2-6시간시에는 높게 나타났다고 보고한 바 있고, 이 등(1996)은 에너지사료인 보리, 단백질사료인 대두박을 홀스타인 젖소에 급여 할 경우 반추위액  $\text{NH}_3\text{-N}$ 함량은 사료급여후 2시간째에 가장 높았고 이후 시간이 경과함에 따라 감소하였다고 보고한바 있다.

### 3. 반추위내 VFA 조성

사료급여 후 2시간 간격으로 채취한 알코올발효사료구 및 대조구의 반추위액의 총 휘발성지방산 함량과 acetate, propionate 및 butyrate 비율은 그림 2-8에서 나타낸 바와 같다.

총 휘발성지방산 함량은 대조구의 경우 사료급여 후 시간이 경과됨에 따라 점차 증가하여 4시간째에는 31.29mM/l이었으나 그후 시간이 경과됨에 따라 점차 감소하는 경향으로 나타났으며 사료급여 후 8시간째는 사료급여전의 19.68mM/l보다 낮은 12.80mM/l으로 나타났다. 그러나 알코올발효사료구는 대조구와 반대로 총 휘발성지방산함량은 사료급여 후 2시간째까지 증가하다가 4시간째에는 같은 수준을 유지하였고 그 후 급격히 증가하여 사료급여 후 6시간째에는 가장 높은 50.27mM/l수준이었으며 이후 총 휘발성지방산 함량은 감소하기 시작하였으나 사료급여 후 8시간째에도 여전히 높은 44.05mM/l이라는 높은 수준을 유지함으로써 총 휘발성지방산함량은 알코올발효사료구가 대조구보다 높게 나타났다. 板橋 등(1989)은 알코올을 홀

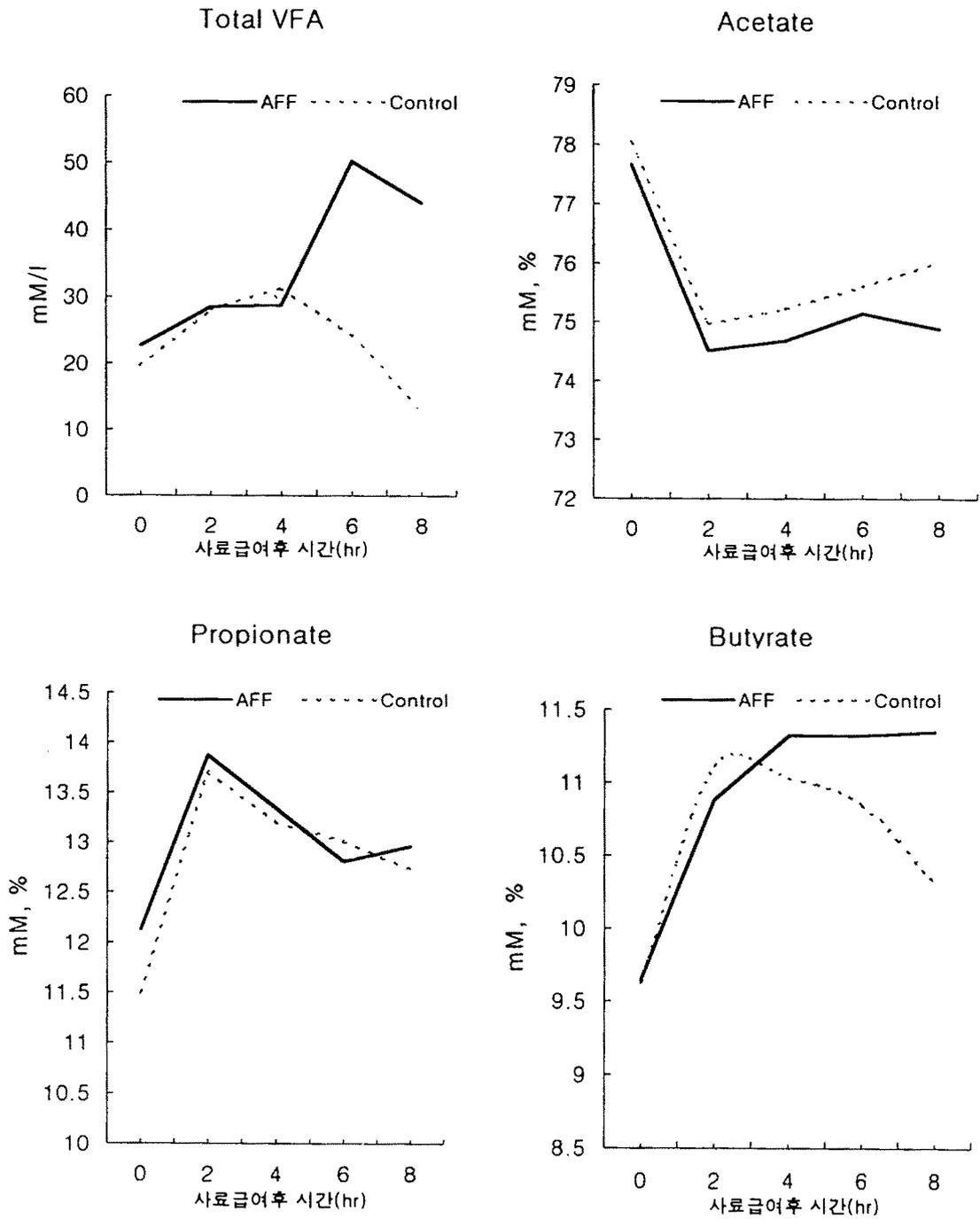


그림 2-8. 발효사료 급여가 반추위내의 휘발성지방산 생성량에 미치는 영향

스타인 거세우에 급여시 반추위내의 총 휘발성지방산 함량은 알코올급여구가 대조구에 비하여 항상 높게 나타났다고 하였으며, 大槻 등(1991)과 정 등(1996)도 분말알코올을 홀스타인 거세우와 면양에 급여시에 반추위액의 총 휘발성지방산 함량은 대조구에 비하여 높게 나타났다고 보고한 바 있다.

총 휘발성지방산중에서 acetate의 점유비율은 알코올발효사료구가 대조구에 비해 사료급여후 0, 2, 4, 6 및 8시간째에 모두 낮은 수준이었으며 propionate의 점유비율은 알코올발효사료구가 대조구에 비하여 사료급여후 6시간째를 제외하고 높은 수준이었다. 또한 총 휘발성지방산중에서 butyric acid의 점유비율은 알코올발효사료구가 대조구에 비해 사료급여 후 2시간째를 제외하고 항상 높게 나타났다.

大槻 등(1991)과 板橋 등(1991)은 홀스타인 거세우에 알코올을 사료에 첨가하여 급여 시에 acetate가 총 휘발성지방산중에서 점하는 비율은 알코올급여구가 대조구에 비해 높은 반면에 propionate가 총 휘발성지방산중에서 점하는 비율은 알코올급여구가 대조구에 비하여 낮게 나타났다고 하여 본 실험결과와 틀린 결과를 보고한 바 있으나, 정 등(1996)은 분말알코올을 사료에 첨가하여 면양에 급여시에 알코올급여구가 대조구에 비하여 총 휘발성지방산에 점하는 acetate비율은 감소하고 반면에 propionate비율은 증가하였다고 하였으며, 板橋(1979)는 비육말기에 프로피온산염 및 초산염을 기초사료에 첨가하여 비육우에 급여시 체지방조성에 미치는 영향을 검토한 바 있는데 프로피온산염 첨가에 의한 반추위액의 총 휘발성지방산함량은 큰 변화가 나타나지 않았으나 프로피온산 비율은 대조구에 비하여 증가한 반면에 초산 비율은 감소하였고 초산염첨가에 의한 휘발성지방산 비율은 프로피온산 첨가경우와 반대의 변화가 나타났으며 프로피온산 첨가에 의해 체지방구성에 있어서  $C_{16} : 0$ ,  $C_{18} : 0$ 의 비율은 저하되고  $C_{18:1}$ 비율은 증가되나 초산염첨가는 근내지방조직에서

의 지방산구성을 변화시키지 않았다고 보고하였다. 그리고 Garton 등(1972)은 프로피온산을 첨가하여 홀수탄소지방산이나 측쇄지방산의 비율이 증가하였다고 보고한 바 있다.

혈중propionate나 glucose는 체장에서 인슐린분비를 촉진시킨다(矢野, 1994). 인슐린은 지방조직에서 지방합성을 촉진하고 지방분해를 억제하는 작용이 있어 육우의 지방침착에 영향을 미치는 주요한 호르몬이다. 반추동물의 혈중glucose는 간장에서 반추위 발효산물인 프로피온산으로부터 합성된다. 알코올 발효사료구가 대조구에 비해 propionate생성량이 많았다는 점을 감안할 때 알코올 발효사료구가 대조구보다 증체량 및 근내지방도가 양호한 것은 알코올발효사료급여로 휘발성지방산 함량이 증가하는 것도 하나의 원인이라고 판단된다. 또한 반추동물의 지방조직에 따라 탄소원이 다르다는 보고가 있는데 근내지방의 경우 지방산합성에 이용되는 탄소원의 상대적인 비율은 glucose가 67%로 가장 큰 비율을 차지하고, 피하지방의 경우 acetate가 지방합성을 위한 탄소원으로서 68% 정도의 비율을 차지하지만 근내지방에서는 15%정도에 불과하다(Smith와 Crouse, 1984). (실험 1)에서 알코올발효사료구의 혈청glucose함량은 대조구보다 높게 나타났고 (실험 2)에서는 알코올발효사료구가 대조구에 비해 acetate비율이 낮게 나타났는데 이러한 결과도 알코올발효사료구의 근내지방도가 개선된 하나의 원인일 것으로 사료된다.

#### 4. 반추미생물의 아미노산 조성

알코올발효사료구와 대조구의 반추위액에서 분리한 bacteria균체 아미노산함량은 표 2-30에서 나타낸 바와 같다.

bacteria균체g당 총 아미노산함량은 알코올발효사료구와 대조구가 각각 339.18mg 및 269.09mg으로서 알코올발효사료구가 대조구보다 균체g당 70.09mg 더 많았다. bacteria아미노산 구성에 있어서 균체g당 가장 높은 함량을 나타낸 아미노산종류를 보면 알코올발효사료구에는 glutamic acid, lysin 및 aspartic acid 3종으로서 균체g당 함량은 각각 48.98mg, 39.76mg 및 37.39mg이며 대조구에서는 glutamic acid와 aspartic acid 2종으로서 균체g당 함량은 각각 40.39mg 및 31.30mg으로 나타났다.

균체g당 lysine, arginine, threonine, leucine, valine, alanine, aspartic acid, glutamic acid 및 serine함량은 알코올발효사료구가 대조구보다 높게 나타났으며 그 중 lysine함량은 알코올발효사료구가 균체g당 39.76mg으로서 대조구의 12.42mg보다 27.34mg 높게 나타난 반면 histidine함량은 알코올발효사료구가 균체g당 10.57mg으로서 대조구의 20.18mg보다 9.61mg 적게 나타났고 methionine, phenylalanine, iso-leucine, glycine, cystine, proline 및 tyrosine함량은 알코올발효사료구와 대조구가 비슷한 수준으로 나타났다. 특히 쇠고기 맛과 관련이 있는 glutamic acid함량은 알코올발효사료구가 대조구에 비해 약 8.59% 높게 나타났는데 이러한 변화가 쇠고기의 풍미에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

배는(1989) 한국재래산양 반추위액에서 분리한 bacteria균체g당 총 아미노산함량은 293.77mg이라고 한바 있어 본 실험결과의 알코올발효사료구보다는 45.41mg 낮게 나타났고 대조구보다는 24.68mg 높은 것으로 나타났다. 이러한 차이는 공시동물의 차이 때문인 것으로 사료된다.

표 2-30. 발효사료급여가 반추미생물아미노산 조성에 미치는 영향

(단위 : mg/g)

	대조구	알코올발효사료
Histidine	20.18±1.69(7.50) <sup>a1</sup>	10.57±0.91(3.12) <sup>b1</sup>
Arginine	13.48±0.64(5.01) <sup>b1</sup>	17.51±1.32(5.16) <sup>a1</sup>
Methionine	5.73±0.72(2.13)	5.73±0.61(1.69)
Phenylalanine	17.23±1.66(6.40)	15.15±0.75(4.47)
Threonine	14.65±0.91(5.44) <sup>b1</sup>	21.02±1.10(6.20) <sup>a1</sup>
Iso-leucine	11.37±0.73(4.23)	12.92±0.92(3.81)
Leucine	17.33±0.89(6.44) <sup>b1</sup>	21.57±1.45(6.36) <sup>a1</sup>
Lysine	12.42±0.77(4.62) <sup>b1</sup>	39.76±1.62(11.72) <sup>a1</sup>
Valine	13.69±0.68(5.09) <sup>b1</sup>	20.18±1.47(5.95) <sup>a1</sup>
Alanine	18.85±1.46(7.00) <sup>b1</sup>	28.44±1.16(8.38) <sup>a1</sup>
Aspartic acid	31.30±1.66(11.63) <sup>b1</sup>	37.39±1.23(11.02) <sup>a1</sup>
Glutamic acid	40.39±0.95(15.01) <sup>b1</sup>	48.98±1.07(14.44) <sup>a1</sup>
Glycine	13.41±0.73(4.98)	13.28±1.19(3.92)
Cystine	3.27±0.29(1.21)	3.87±0.45(1.14)
Proline	11.70±0.97(4.35)	13.07±1.10(3.85)
Serine	11.84±0.42(4.40) <sup>b1</sup>	16.31±0.83(4.81) <sup>a1</sup>
Tyrosine	12.27±1.57(4.56)	13.45±0.81(3.97)
Total	269.09±4.44(100) <sup>b1</sup>	339.18±5.28(100) <sup>a1</sup>

( ):%

(P<0.05)

Purser와 Buechler(1966)는 bacteria가 반추위내 微生物菌叢에 중요한 위치를 차지하며 bacteria種의 비율에 따라 다소 변화가 있다고 할지라도 총 아미노산 함량에는 큰 영향을 미치지 않는다고 보고하였으나 본 실험결과에 의하면 총 아미노산 함량은 급여사료의 종류 즉 알코올발효사료의 급여에 따라 많은 차이를 나타냈다. 이는 bacteria의 優勢菌叢에 변화가 생겨 아미노산 조성에 차이가 있었기 때문인 것으로 생각된다. 배 는(1989) 산양의 반추위액에서 분리한 bacteria균체g당 총 아

미노산함량은 각각 4% 가성소다처리 볏짚급여구와 대조구에서 320.99mg 및 293.77mg으로 4% 가성소다처리 볏짚급여구가 대조구보다 9.3% 높게 나타났다고 보고한 바 있다.

본 실험에서 bacteria균체g당 glutamic acid 함량과 aspartic acid 함량은 처리구 별 관계없이 매우 높게 나타났는데 이는 미생물단백질을 구성하는 아미노산중에서 이러한 아미노산이 기질로부터 쉽게 전환될 수 있으므로 Bacteria내 축적량이 높게 나타난 것으로 생각된다. 또한 알코올발효사료구의 경우 lysine함량이 대조구에 비하여 현저히 높았는데 이는 優勢菌叢內 特定 미생물에 의한 영향 때문이 것으로 생각되며 이에 대한 연구는 앞으로 계속 수행되어야 할 필요가 있다고 판단된다. 그리고 Barnes 등(1961)은 arginine이 반추미생물 성장을 촉진시키는 인자라고 보고한 바 있는데 본 연구에서 알코올발효사료구의 bacteria균체g당 arginine함량은 대조구에 비하여 높게 나타났다.

##### 5. 반추미생물의 단백질 합성량

일반적으로 반추위에서 소장으로 유입되는 단백질의 60-80%가 반추위에서 합성된 미생물단백질로 구성되며(Smith, 1979) 이러한 미생물단백질 소화율은 70%이상이라고 한다. 따라서 반추위에서 합성되는 미생물단백질은 숙주동물에게 주된 단백질공급원으로서 동물의 성장과 생산성 향상에 중요한 역할을 담당하고 있다.

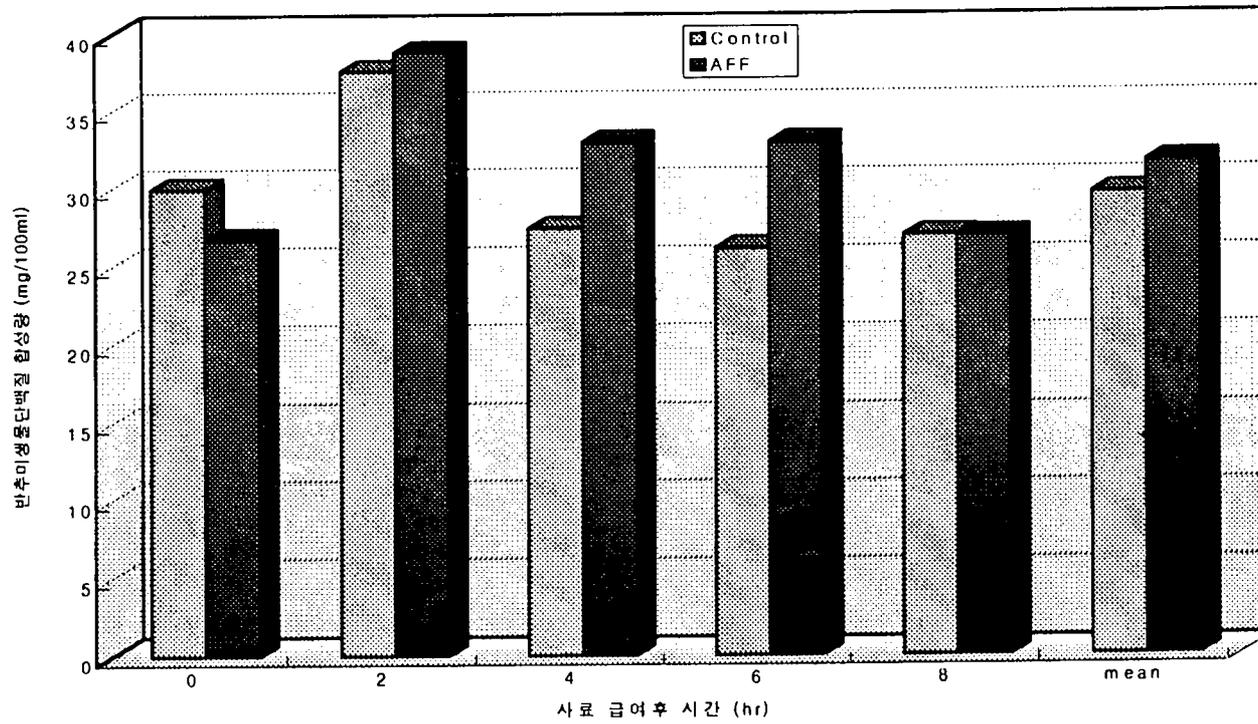
알코올발효사료구 및 대조구의 반추미생물단백질 합성량은 그림 2-9에서 표시한 바와 같이 사료급여 2시간째에 각각 37.1mg/100ml 및 34.2mg/100ml으로서 가장 높았으며 이후 시간이 경과함에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보였다. 배 등

(1994)은 면앙을 이용하여 사료급여후 0, 2, 4, 6, 8 및 10시간별 반추위액을 채취하여 측정된 반추미생물단백질 합성량은 사료급여후 2시간째에 반추미생물단백질 합성량이 가장 높았고 이후 발효시간이 경과됨에 따라 점차 감소하였다고 보고한바 있다.

또한, 사료급여 후 0, 2, 4, 6 및 8시간별 알코올발효사료구와 대조구의 반추미생물단백질 합성량은 각각 26.7mg/100ml 및 30.0mg/100ml, 38.8mg/100ml 및 37.6mg/100ml, 32.9mg/100ml 및 27.4mg/100ml 그리고 32.9mg/100ml 및 26.1mg/100ml, 26.8mg/100ml 및 26.9mg/ml으로서 알코올발효사료구가 대조구에 비해 반추미생물단백질 합성량이 사료급여후 6시간째까지 높게 나타났으나 사료급여 8시간째에는 비슷한 수준으로 나타났다.

백 등(1990)은 반추위액을 3시간 배양시 반추미생물단백질 합성량은 32.7mg/100ml이라고하여 본 실험결과의 2시간째 반추미생물단백질 합성량보다는 낮았지만 4시간째 반추미생물단백질 합성량과는 같은 수준을 보고하였다.

$\text{NH}_3\text{-N}$ 은 반추미생물단백질 합성량에 영향을 미치는 요인의 하나이며(Stern 등, 1978), 반추위에서 미생물성장에 필요로 하는 필수적인 질소원이다. 반추미생물단백질 합성량은 알코올발효사료구가 대조구보다 높게 나타났는데 이는 반추미생물단백질 합성량의 필수적 질소원인  $\text{NH}_3\text{-N}$ 가 알코올발효사료구에서 많았기 때문인 것으로 생각된다.



그 립 2-9. 발효사료 급여가 반추미생물단백질 합성량에 미치는 영향.

### (실 험 3) 알코올발효사료의 반추위내 분해 특성

#### 1. 알코올발효사료의 일반조성분

당분의 알코올발효법을 이용하여 제조된 알코올발효사료의 일반성분조성은 표 2-31에서 보는 바와 같다.

일반성분조성에 있어서 corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구의 조단백질함량과 조회분함량은 대조구에 비해 약간 증가하였으나, 통계적인 유의 차는 없었다 ( $P>0.05$ ). 조지방함량은 알코올발효구가 대조구에 비해 약간 감소하였으며 NDF함량은 corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구가 대조구에 비해 각각 2.39%, 4.91%, 3.48% 및 2.17% 감소하였고 ADF함량도 알코올발효사료구들이 대조구에 비해 감소하였다.

Corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구에 있어서 알코올발효시간에 따른 일반성분 조성은 차이가 없는 것으로 나타났다.

알코올발효구가 대조구와 일반조성분에서 차이를 보이는 것은 알코올발효사료 제조공정에 따른 당밀 및 효모의 첨가가 주요 원인으로 사료된다. 당밀 및 효모의 조단백질, 가용성무질소물, 조회분함량은 종류에 따라 차이가 있지만 일반적으로 당밀의 조단백질, 가용성무질소물, 조회분함량은 각각 45~6.6%, 61.9~64.7% 및 7.8~8.9%이고 효모의 조단백질, 가용성무질소물 및 조회분 함량은 각각 27.8~44.7%, 35.2~38.7% 및 6.6~11.7%인 것으로 알려져 있다(한, 1994). 그러므로 당밀과 효모의 첨가에 의하여 알코올발효구는 대조구에 비해 조단백질 및 조회분함량이 증가하는 것으로 나타났고 조지방, NDF 및 ADF함량은 상대적으로 감소한 결과를 나타낸 것으로 생각된다.

표 2-31. 발효시간에 따른 알코올 발효사료의 일반조성분(건물기준%)

		조단백질	조지방	NDF	ADF	조회분
Corn	대조구	9.32	3.86	16.77	3.61	1.64
	T4	10.09	2.72	14.51	3.45	2.56
	T12	10.02	2.63	14.38	3.42	2.51
	T24	10.09	3.13	14.26	3.41	2.47
Oat	대조구	12.59	3.73	45.04	19.14	3.91
	T4	13.00	3.55	39.35	17.54	4.74
	T12	13.10	3.62	40.95	17.48	4.78
	T24	13.19	3.69	40.09	17.97	3.94
CO I	대조구	10.70	3.67	33.40	12.12	2.87
	T4	11.29	3.38	29.32	10.62	3.41
	T12	11.64	3.48	29.99	10.19	3.42
	T24	11.57	3.25	30.46	10.19	3.94
CO II	대조구	10.16	3.43	25.66	7.23	2.19
	T4	10.60	2.90	23.64	6.11	3.23
	T12	10.89	3.10	23.39	6.28	3.27
	T24	10.79	3.04	23.44	6.31	3.24

CO I : 옥수수과 귀리혼합 비율(80 : 20)

CO II : 옥수수과 귀리혼합 비율(50 : 50)

T4 : 알코올발효 4시간

T12 : 알코올발효 12시간

T24 : 알코올발효 24시간

## 2. 건물 소실을 및 분해율

### 가. 건물 소실율

반추위에서 corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구와 대조구의 건물 소실율은 표 2-32에서와 같다.

표 2-32. 반추위내에서 알코올발효사료의 건물소실율(건물기준, %)

		반추위내 체류시간						
		3	6	9	12	24	48	72
Corn	Control	34.56	39.22	49.06	55.09 <sup>b</sup>	63.94 <sup>b</sup>	83.09	91.96
	T4	34.37	39.02	49.12	60.59 <sup>a</sup>	73.18 <sup>a</sup>	86.72	95.76
	T12	35.21	39.88	48.40	61.62 <sup>a</sup>	73.33 <sup>a</sup>	87.02	95.81
	T24	34.17	39.05	48.78	62.13 <sup>a</sup>	71.92 <sup>a</sup>	86.68	95.98
Oat	Control	24.83	33.73	38.08	42.92	50.57	56.30	63.97
	T4	23.16	32.92	38.81	43.93	49.07	56.16	63.72
	T12	23.15	32.96	38.65	43.61	50.28	56.60	63.82
	T24	24.97	32.83	38.16	43.43	50.26	57.56	63.01
CO I	Control	31.61	38.55	43.46	50.87 <sup>b</sup>	61.55 <sup>b</sup>	71.70	80.40
	T4	31.10	38.35	43.25	55.86 <sup>a</sup>	68.17 <sup>a</sup>	74.14	84.06
	T12	31.46	39.32	43.98	56.59 <sup>a</sup>	67.65 <sup>a</sup>	75.59	83.74
	T24	31.70	38.61	44.22	56.81 <sup>a</sup>	69.85 <sup>a</sup>	75.74	84.67
CO II	Control	28.65	35.33	41.13	46.96	53.20 <sup>b</sup>	65.89 <sup>b</sup>	72.89 <sup>b</sup>
	T4	28.86	35.65	42.52	49.41	61.63 <sup>a</sup>	70.79 <sup>a</sup>	78.34 <sup>a</sup>
	T12	29.13	36.47	43.25	50.73	61.03 <sup>a</sup>	71.91 <sup>a</sup>	78.15 <sup>a</sup>
	T24	27.56	35.88	42.28	51.43	60.94 <sup>a</sup>	72.32 <sup>a</sup>	78.58 <sup>a</sup>

(P<0.05)

CO I : 옥수수과 귀리혼합 비율(80 : 20)

CO II : 옥수수과 귀리혼합 비율(50 : 50)

T4 : 알코올발효 4시간

T12 : 알코올발효 12시간

T24 : 알코올발효 24시간

일반적으로 사료입자의 반추위 통과속도가 시간당 6%(Verit 등, 1987)~8%(Nocek, 1988)라고 한다면 평균 정체시간이 12.5~16.7시간(Ganesh와 Grieve, 1990)정도이다.

이 시간대와 유사한 배양시간대 12시간을 기준으로 하면 corn알코올발효구는 대조구에 비하여 건물 소실율이 6.35% 높게 나타났으며( $P < 0.05$ ) 발효시간에 따른 건물 소실율은 비슷한 경향으로 나타났다( $P > 0.05$ ). 이 등(1990)은 in situ 방법으로 측정된 corn건물 소실율이 60.0%이었다고 보고한 바 있는데 이 등(1990)의 성적은 본 실험의 알코올발효구보다는 낮고 대조구보다는 높은 수준이었다. 또한, 하 등(1993)은 젖소에서 corn건물소실율이 74.4%라고 보고하여 본 실험결과와 상당한 차이를 보였다. 이것은 하 등(1993)이 소실율산출시에 “0”시간대의 소실율을 보정하지 않았기 때문에 건물소실율이 높게 나타난 것으로 사료된다. 그리고 이 등(1994)은 corn 건물소실율이 57.8%라고 보고한 바 있는데 본 실험결과의 알코올발효구보다 약 2.7% 낮게 나타난 반면 대조구보다 약 3.7% 높게 나타났다.

귀리알코올발효구와 대조구의 건물 소실율은 비슷한 수준으로 나타났으며 발효시간에 따른 차이가 없었다. 또한 반추위에서 3시간 체류시 소실율은 24%수준이었다. Herrera -saldana 등(1990)은 귀리건물의 80%이상이 반추위에서 발효 2시간 이전에 분해된다고 보고하여 본 실험결과와 상당한 차이를 보였다. 귀리의 경우 hemicellulose로 구성되어 있는 껍질부분이 약 30%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있는데 Herrera-saldana 등(1990)의 실험결과와는 껍질중 섬유소의 분해가 매우 빠르게 진행되었다는 것을 나타내고 있다. 이 등(1996)은 귀리의 건물 소실율은 72.6%이라고 보고하여 본 실험결과와 상당한 차이를 나타냈다. 이는 이 등이 “0”시간대의 소실율을 보정하지 않은 것이 주된 원인이라고 사료된다.

또한 CO I 알코올발효구가 대조구에 비하여 건물 소실율이 5.55% 높게 나타났으며( $P < 0.05$ ) 알코올발효시간에 따른 건물소실율은 비슷한 수준으로 나타났다( $P > 0.05$ ). 그리고 CO II 알코올발효구는 대조구에 비하여 건물 소실율은 3.56%정도

높게 나타났으나 통계적인 유의 차는 없었으며( $P>0.05$ ) 발효시간별 비슷한 수준을 보였다.

본 실험에 공시된 사료는 반추위내 배양시간이 길어짐에 따라 건물소실율이 증가하는 경향을 나타내고 있으며 반추위에서 3시간배양시 소실율이 급격히 증가하고 그 이후 시간대에는 서서히 분해되는 것으로 관찰 되었다. 또한, 알코올발효구에서 발효시간에 따른 건물 소실율은 비슷한 수준으로 나타났다.

#### 나. 건물 분해율 및 유효분해도

반추위 배양시간별 건물 소실율을 기초로하여 산출된 corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구 및 대조구의 건물분해율과 유효분해도는 표 2-33에서 보는 바와 같다.

A값은 가용성이거나 반추위에서 빠르게 분해되는 부분으로서 A값에 영향을 미치는 요인은 사료의 입자도와 nylon bag 기공의 크기 차이 때문에 물리적으로 유출되는 양, 시험사료의 가용성, 영양소의 함량 및 반추위에서 신속하게 사료를 분해시키는데 관련하고 있는 ruminococcus albus 등의 미생물 분포정도를 들 수 있고, 이러한 값들의 변이는 nylon bag 실험 에 있어서 커다란 단점으로 지적되고 있다. 때문에 보통 "0" 시간대에 소실율은 사료의 입자도 및 nylon bag기공의 크기 차이로 유출되는 양을 고려하여 소실율을 보정하고 있다.

본 실험에서 건물의 A값은 corn알코올발효구는 대조구보다 높은 경향으로 나타났으나 통계적인 유의차를 보이지 않았으며 oat, CO I 및 CO II알코올발효구와 대조구의 A값은 비슷한 수준으로 나타났다.

표 2-33. 반추위내에서 알코올발효사료의 건물분해율 및 유효분해도(건물기준, %)

		Parameters			C <sup>1</sup>	ERD		
		A	B	Und		Ruminal passage rate, h <sup>-1</sup>		
		%				0.02	0.05	0.08
Corn	대조구	27.09	64.87	8.04 <sup>a</sup>	4.06	70.54	56.14	48.91
	T4	28.65	67.11	4.24 <sup>b</sup>	4.28	74.37	59.58	52.03
	T12	29.06	66.75	4.19 <sup>b</sup>	4.31	74.67	59.98	52.45
	T24	29.06	66.92	4.02 <sup>b</sup>	4.18	74.34	59.55	52.04
Oat	대조구	27.83	36.14	36.03	3.45	50.00	42.58	38.71
	T4	27.45	36.27	36.28	3.44	50.38	42.23	38.36
	T12	27.13	36.69	36.18	3.60	50.70	42.47	38.50
	T24	26.08	36.93	36.99	4.18	51.06	42.89	38.75
CO I	대조구	29.47	50.93	19.60 <sup>a</sup>	3.79	62.81	51.43	45.88
	T4	31.66	52.40	15.94 <sup>b</sup>	3.78	65.92	54.21	48.47
	T12	30.65	53.09	16.26 <sup>b</sup>	4.14	66.44	54.69	48.75
	T24	31.57	53.10	15.33 <sup>b</sup>	4.04	67.09	55.30	49.39
CO II	대조구	26.15	46.74 <sup>b</sup>	27.11 <sup>a</sup>	3.93	57.14	46.73	41.56
	T4	26.53	51.81 <sup>a</sup>	21.66 <sup>b</sup>	4.17	61.53	50.08	44.27
	T12	25.72	52.43 <sup>a</sup>	21.85 <sup>b</sup>	4.51	62.04	50.58	44.62
	T24	24.52	54.06 <sup>a</sup>	21.42 <sup>b</sup>	4.56	62.11	50.32	44.16

(P<0.05)

A : 반추위내에서 속히 분해되는 부분

B : 반추위에서 서서히 분해되는 부분

Und : 미분해 건물

C : 분해상수

ERD : 유효분해도

CO I : 옥수수과 귀리혼합비율(80 : 20). CO II : 옥수수과 귀리혼합비율(50 : 50).

T4 : 알코올발효 4시간.

T12 : 알코올발효 12시간

T24 : 알코올발효 24시간

Corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구의 알코올 발효시간별 A값은 같은 수준으로 나타났다.

B값은 반추위에서 서서히 분해되는 부분으로서 건물의 B값은 oat알코올발효구와

대조구간에 차이가 없었으며 corn 및 CO I 알코올발효구는 대조구에 비하여 각각 2.06% 및 1.93% 높게 나타났으나 통계적인 유의차가 없었고, CO II 알코올발효구는 대조구에 비하여 6.03% 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구에 있어서 알코올 발효시간별 B값은 차이가 없었다.

B fraction의 시간당 분해상수를 나타내는 건물의 C값은 corn, cat, CO I 및 CO II 알코올발효구와 대조구는 비슷한 결과를 나타냈으며 corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구에 있어서 발효시간에 따른 C값은 차이가 없는 것으로 나타났다.

반추위에서의 미분해건물은 oat알코올발효구와 대조구는 같은 수준을 나타냈고, corn, CO I 및 CO II 알코올발효구는 대조구에 비하여 각각 3.89%, 3.76% 및 5.46% 적게 나타났으며 통계적인 유의차를 보였다( $P < 0.05$ ). 반면에 알코올발효구에서 알코올발효시간에 따른 차이는 없었다.

반추위 통과율을 0.02, 0.05 및 0.08(%/h/100)로 가정하여 건물 유효분해도(ERD)를 추정하였는 바, 반추위 통과율이 빨라짐에 따라 분해율이 감소하는 경향을 보였는데 이러한 결과는 Broderick 등(1988), 및 Collucci 등(1982)의 연구결과와 일치하였다. 반추위 통과율을 0.05%/h/100(Collucci 등, 1982; Hartnell과 Salter, 1979)으로 가정하여 산출된 건물의 유효분해도( $K=0.05$ )는 Oat알코올발효구와 대조구는 같은 수준을 나타냈으나 corn, CO I 및 CO II 알코올발효구는 대조구에 비하여 유효분해도( $K=0.05$ )는 각각 3.56%, 3.30% 및 3.60% 높게 나타났으며 알코올발효시간에 따른 유효분해도( $K=0.05$ )는 차이가 없는 것으로 나타났다.

하 등(1993)은 corn의 건물 분해율 및 유효분해도를 나타내는 A, B, C 및 ERD( $K=0.05$ )값은 각각 31.88%, 56.86%, 11.81% 및 71.83%이었다고 보고한 바 있어 A와 B값은 본 실험결과와 비슷한 수준이었지만 C 및 ERD( $K=0.05$ )값은 본 실험결과보다 높은 수준으로 나타났다. 또한, 이 등(1994)은 옥수수의 건물 A, B, C

및 ERD(K=0.05)값이 각각 22.7%, 66.2%, 6.27% 및 61.3%이었다고 하여 본 실험과 비슷한 결과를 보고하였다.

Cernau와 Michalet-Doreau(1991)는 oat의 건물중 A값은 63.6%, B값은 20.6%, C값은 7.0%이고 유효분해도(K=0.06)는 74.6%이었다고 보고하여 본 실험결과에 비해 B값을 제외하고 모두 높은 결과를 보였다. 또한, 이 등(1996)은 oat의 건물 A, B, C 및 ERD(K=0.05)값이 각각 50.9%, 15.1%, 19.2% 및 62.8%이었다고 보고한 바 있다.

한편 corn, CO I 및 CO II알코올발효구는 대조구에 비하여 건물의 A+B값 및 유효분해도 증가로부터 알 수 있는 바 반추위에서 이용성이 개선된 것으로 사료된다.

### 3. NDF 소실을 및 분해율

#### 가. NDF 소실율

반추위에서 알코올발효구와 대조구의 NDF 소실율은 표 2-34에서 나타낸 바와 같다.

반추위에서 oat알코올발효구와 대조구의 NDF 소실율은 비슷한 수준으로 나타났으며 corn, CO I 및 CO II알코올발효구와 대조구는 반추위에서 배양초기에는 비슷한 수준으로 나타났으나 12시간 배양시에는 알코올발효구가 대조구에 비하여 각각 10.19%, 6.38% 및 5.84% 높게 나타났다(P<0.05). 반면에 corn, oat, CO I 및 CO II알코올발효구에 있어서 알코올발효시간에 따른 NDF 소실율은 차이가 나타나지 않았다.

표 2-34. 반추위내에서 알코올발효사료의 NDF소실율(건물기준, %)

		반추위내 체류시간						
		3	6	9	12	24	48	72
Corn	Control	21.28	26.34	35.59	43.02 <sup>b</sup>	50.61 <sup>b</sup>	66.15	82.23
	T4	22.23	27.07	35.17	53.01 <sup>a</sup>	60.41 <sup>a</sup>	70.21	85.16
	T12	22.17	27.19	35.56	53.23 <sup>a</sup>	61.92 <sup>a</sup>	70.82	85.76
	T24	22.55	26.99	36.52	53.38 <sup>a</sup>	62.86 <sup>a</sup>	69.86	85.25
Oat	Control	11.73	17.02	23.83	29.26	33.26	40.26	55.26
	T4	12.01	17.08	23.91	29.68	34.02	41.17	56.13
	T12	11.37	17.03	23.72	29.08	33.89	41.68	56.62
	T24	12.67	17.52	23.86	29.11	33.16	41.76	56.98
CO I	Control	18.44	22.15	32.41	39.56 <sup>b</sup>	46.66 <sup>b</sup>	58.43 <sup>b</sup>	76.55
	T4	18.62	22.85	32.68	45.21 <sup>a</sup>	51.18 <sup>a</sup>	63.01 <sup>a</sup>	80.26
	T12	19.51	23.85	33.01	46.69 <sup>a</sup>	52.26 <sup>a</sup>	62.19 <sup>a</sup>	81.03
	T24	18.58	23.60	32.51	45.92 <sup>a</sup>	51.06 <sup>a</sup>	63.21 <sup>a</sup>	80.92
CO II	Control	16.22	20.46	28.30	32.16 <sup>b</sup>	40.26 <sup>b</sup>	50.78	69.78
	T4	16.91	20.64	28.04	37.83 <sup>a</sup>	45.62 <sup>a</sup>	53.69	73.02
	T12	17.01	21.02	28.66	37.91 <sup>a</sup>	45.08 <sup>a</sup>	53.26	73.92
	T24	16.69	21.32	29.35	38.26 <sup>a</sup>	44.92 <sup>a</sup>	52.43	73.28

(P<0.05)

CO I : 옥수수과 귀리혼합 비율(80 : 20)

CO II : 옥수수과 귀리혼합 비율(50 : 50)

T4 : 알코올발효 4시간

T12 : 알코올발효 12시간

T24 : 알코올발효 24시간

알코올발효가 반추위에서 NDF 소실율에 미치는 영향을 보면 oat에 대한 알코올 발효가 NDF 소실율에 미치는 영향은 미흡하였지만 com에 대한 영향은 큰 것으로

나타났다. 이것은 oat와 corn품종간의 NDF구조상 차이가 있어 oat겉질부분이 반추위미생물에 의한 침투를 허용하지 않기 때문인 것으로 사료되며 이에 대한 계속적인 연구가 필요하다.

#### 나. NDF 분해율 및 유효분해도

반추위에서 corn, oat, CO I 및 COII알코올발효구와 대조구의 NDF 분해율 및 유효분해도는 표 2-35에서 보는 바와 같다.

반추위에서 신속히 분해되는 A값은 corn 및 COII알코올발효구가 대조구에 비하여 각각 4.10% 및 2.27% 높게 나타났으나 통계적인 유의 차는 없었으며( $P>0.05$ ), oat 및 CO I알코올발효구와 대조구의 A값은 비슷한 수준으로 나타났다( $P>0.05$ ).

Corn, oat, CO I 및 COII알코올발효구에 있어서 알코올발효시간별 A값은 비슷하였다.

반추위에서 서서히 분해되는 B값은 oat, CO I 및 COII알코올발효구가 대조구에 비하여 약간 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의 차는 없었으며( $P>0.05$ ), corn알코올발효구와 대조구는 같은 수준으로 나타났다. 또한 corn, oat, CO I 및 COII알코올발효구에 있어서 알코올발효시간별 B값은 비슷하였다.

시간당 분해상수 C값은 corn, oat, CO I 및 COII알코올발효구와 대조구는 비슷한 수준으로 나타났으나 반추위에서의 미분해부분은 corn, oat, CO I 및 COII알코올발효구는 대조구에 비하여 각각 3.16%, 2.32%, 4.19% 및 3.63% 적게 나타났으며 알코올발효구에 있어서 알코올발효시간별에 의한 C값은 차이를 나타내지 않았다.

유효분해도( $K=0.05$ )는 corn알코올발효구가 대조구에 비하여 5.26% 높게 나타났고 통계적인 유의차를 보였으며( $P>0.05$ ) CO I 및 COII알코올발효구는 대조구에 비하

여 유효분해도(K=0.05)가 각각 3.27% 및 2.70% 증가된 결과로 나타났으나 통계적인 유의차를 보이지 않았다(P>0.05). 반면에 oat알코올발효구와 대조구의 유효분해도(K=0.05)는 같은 수준으로 나타났다. 또한 알코올발효구에 있어서 알코올발효시간별에 따른 유효분해도(K=0.05)는 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 2-35. 반추위내에서 알코올발효사료의 NDF분해율 및 유효분해도(건물기준, %)

		Parameters				ERD		
		A	B	Und	C	Ruminal passage rate, h <sup>-1</sup>		
		%				0.02	0.05	0.08
Corn	Control	19.84	62.39	17.77	2.87	56.59	42.58 <sup>b</sup>	36.91
	T4	23.37	61.79	14.84	3.18	61.30	47.39 <sup>a</sup>	40.94
	T12	23.56	62.20	14.24	3.22	61.94	47.93 <sup>a</sup>	41.41
	T24	24.89	60.36	14.75	3.15	61.79	48.20 <sup>a</sup>	41.92
Oat	Control	14.92	39.34	45.74	2.30	35.97	27.32	23.71
	T4	14.99	41.14	43.87	2.26	36.80	27.78	24.04
	T12	14.23	42.39	43.38	2.31	36.94	27.62	23.72
	T24	14.74	42.24	43.02	2.23	37.00	27.76	23.94
CO I	Control	19.01	57.54	23.45	2.51	51.05	38.26	32.76
	T4	19.69	60.57	19.74	2.76	54.80	41.23	35.22
	T12	21.85	59.18	18.97	2.56	55.09	41.91	36.21
	T24	20.09	60.83	19.08	2.71	55.08	41.46	35.47
CO II	Control	16.65	53.13	30.22	2.23	44.66	33.04	28.23
	T4	18.27	54.75	26.98	2.34	47.82	35.75	30.68
	T12	18.89	55.03	26.08	2.21	47.76	35.74	30.78
	T24	19.60	53.68	26.72	2.15	47.40	35.73	30.96

(P<0.05)

A : 반추위내에서 속히 분해되는 부분

B : 반추위에서 서서히 분해되는 부분

Und : 미분해 건물

C : 분해상수

ERD : 유효분해도

CO I : 옥수수과 귀리혼합비율(80 : 20). CO II : 옥수수과 귀리혼합비율(50 : 50).

T4 : 알코올발효 4시간.

T12 : 알코올발효 12시간

T24 : 알코올발효 24시간

#### 4. 조단백질 소실율 및 분해율

##### 가. 조단백질 소실율

반추위에서 corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구와 대조구의 조단백질 소실율은 표 2-36에서 보는 바와 같다.

Ganesh와 Grieve(1990)은 반추위에서 사료의 정체시간이 12.5-16.7시간 정도라고 보고한 바 있는데 이 시간대와 비슷한 반추위에서의 12시간 배양대에 있어 corn 및 CO I 알코올발효구가 대조구에 비하여 조단백질 소실율은 각각 4.49% 및 3.60% 높게 나타났으며 알코올발효시간별 조단백질 소실율은 차이를 나타내지 않았다. 반면에 oat 및 CO II 알코올발효구와 대조구는 비슷한 수준으로 나타났다. 특히 oat의 조단백질은 건물 및 NDF와 달리 반추위내 배양초기(3시간)소실율이 40%이상으로 옥수수의 조단백질 초기분해율(35.8%)보다도 높게 나타났다. 이러한 경향은 곡류사료가 함유하고 있는 영양소들의 반추위에서 소실율이 각각 다르다는 것을 의미하고 있는데, 특히 사료자체를 구성하고 있는 단백질형태가 서로 다르기 때문에 나타나는 결과라고 사료된다. Oat의 조단백질 분해율이 배양초기에 높은 이유는 단백질의 조성(Fahmy 등, 1991; NRC,1988), 단백질의 구조 및 배열의 차이(Mahadevan 등, 1980; Cheftel 등, 1985)에서 기인된 것으로서 oat단백질 fraction중 globulin과 prolamine이 총 단백질의 80%이상을 차지하고 있으므로 구조적으로 느슨하기 때문에 미생물의 균락형성과 효소의 공격이 용이하며 또한, 단백질matrix로 둘러 싸여 있는 전분구조 역시 amylase와 환원당함량이 높아서 치밀하지 못하기 때문에 반추위에서 초기소실율이 높기(Spicer 등,1986; Banks와 Greenwood, 1992) 때문인 것으로 생각된다.

표 2-36. 반추위내에서 알코올발효사료의 조단백질소실율(건물기준, %)

		반추위내 체류시간						
		3	6	9	12	34	48	72
Corn	대조구	35.77	43.62	48.74	58.29	70.54	87.27	92.66
	T4	35.61	42.12	48.12	63.18	73.88	90.85	95.66
	T12	35.48	43.72	46.91	62.76	74.03	91.19	95.81
	T24	36.01	43.04	47.40	62.39	74.32	90.89	95.59
Oat	대조구	40.98	58.91	66.44	73.37	79.35	85.95	92.95
	T4	40.67	57.49	64.04	72.13	79.84	86.30	92.50
	T12	42.08	56.41	65.10	72.46	80.43	86.05	92.66
	T24	41.81	56.64	64.68	73.59	80.29	87.29	91.64
CO I	대조구	35.89	46.97	53.86	55.01	71.99 <sup>b</sup>	83.86	89.86
	T4	35.46	44.83	52.15	58.54	77.68 <sup>a</sup>	89.12	91.73
	T12	35.42	46.24	52.52	58.14	78.44 <sup>a</sup>	88.35	90.62
	T24	35.82	45.27	51.36	59.14	78.70 <sup>a</sup>	89.77	92.82
CO II	대조구	37.47	48.60	55.35	61.45	72.16 <sup>b</sup>	85.94	89.15
	T4	37.67	47.67	55.94	62.85	78.35 <sup>a</sup>	89.57	92.50
	T12	37.76	47.23	54.94	62.50	80.06 <sup>a</sup>	89.40	92.66
	T24	37.28	50.11	55.92	62.41	79.73 <sup>a</sup>	89.16	91.64

(P<0.05)

CO I : 옥수수과 귀리혼합 비율(80 : 20)

CO II : 옥수수와 귀리혼합 비율(50 : 50)

T4 : 알코올발효 4시간

T12 : 알코올발효 12시간

T24 : 알코올발효 24시간

Corn단백질은 zein으로 대표되는데 물과 알칼리에 불용성이며 알코올에는 가용성인 것이 특징이다. Corn단백질이 반추위에서 초기 소실율이 oat보다 낮게 나타난 원인은 반추위에서 분해될 수 있는 부분은 약 40%(NRC, 1984)로서 반추가축용 곡류사료단백질중 분해율이 가장 낮은 것으로 알려져 있다.

이 등(1996)은 oat를 반추위에서 15시간 배양시 조단백질 소실율이 90.60%이라고 보고한 바 있는데 본 실험결과와 상당한 차이를 보였다. 그 주요 원인은 이 등(1996)은 “0”시간대의 소실율이 76.6%이었다는 보고에 비추어 보아 “0”시간 소실율을 보정하지 않았기 때문인 것으로 추정된다.

본 실험결과는 이 등(1990)이 corn조단백질을 반추위에서 12시간 배양시 소실율은 60.0%이었다는 보고와 비슷한 수준이었으나 하 등(1993)과 이 등(1994)의 반추위에서 corn조단백질 소실율이 각각 71.6% 및 47.4%이었다는 보고와는 상당한 차이를 나타냈다.

#### 나. 조단백질의 분해율 및 유효분해도

조단백질 소실율을 기초로 하여 산출된 반추위에서 corn, oat, CO I 및 COII 알코올발효구와 대조구의 조단백질분해율과 유효분해도는 표 2-37에서 나타낸 바와 같다.

반추위에서 서서히 분해되는 A값은 corn, oat, CO I 및 COII알코올발효구가 대조구에 비하여 각각 2.63%, 2.96%, 3.42% 및 2.17% 낮게 나타났으며( $P>0.05$ ), B값은 corn, oat, CO I 및 COII알코올발효구가 대조구에 비하여 각각 5.66%, 2.28%, 2.28% 및 7.29% 높게 나타났는데 그중 corn 및 COII알코올발효구가 대조구에 비하여 통계적인 유의차를 나타냈다( $P<0.05$ ). 알코올발효구에 있어서 A값과 B값은 발효시간에 따른 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ).

표 2-37. 반추위내 알코올발효사료의 조단백질분해율 및 유효분해도(건물기준, %)

		Parameters				ERD		
		A	B	Und	C	Ruminal passage rate, h <sup>-1</sup>		
		%				%		
Corn	대조구	24.57	68.09 <sup>b</sup>	7.34	5.19	73.71	59.24	51.35
	T4	22.31	73.35 <sup>a</sup>	4.34	5.59	76.33	61.03	52.48
	T12	21.50	74.31 <sup>a</sup>	4.19	5.68	76.47	61.03	52.37
	T24	22.01	73.58 <sup>a</sup>	4.41	5.65	76.54	61.18	52.45
Oat	대조구	51.38	41.57	7.05	4.00	79.09	69.85	65.23
	T4	48.62	43.88	7.50	4.37	78.73	69.09	64.13
	T12	49.27	43.39	7.34	4.27	78.82	69.25	64.37
	T24	47.37	44.27	8.36	5.09	79.15	69.70	64.58
CO I	대조구	23.44	69.42	7.14	5.83	75.14	60.82	52.72
	T4	19.06	72.67	8.27	6.90	75.40	61.19	52.71
	T12	19.87	70.75	9.38	7.17	75.19	61.55	53.30
	T24	21.13	71.69	7.18	6.59	76.13	61.90	53.52
CO II	대조구	29.18	57.97 <sup>b</sup>	10.85	6.01	74.19	63.79	56.09
	T4	26.58	65.92 <sup>a</sup>	7.50	6.48	76.95	63.79	56.08
	T12	27.73	64.93 <sup>a</sup>	7.34	6.34	77.09	64.03	56.44
	T24	26.71	64.93 <sup>a</sup>	8.36	6.84	76.96	64.23	56.65

(P<0.05)

A : 반추위내에서 속히 분해되는 부분

B : 반추위에서 서서히 분해되는 부분

Und : 미분해 건물

C : 분해상수

ERD : 유효분해도

CO I : 옥수수과 귀리혼합비율(80 : 20) CO II : 옥수수과 귀리혼합비율(50 : 50)

T4 : 알코올발효 4시간.

T12 : 알코올발효 12시간

T24 : 알코올발효 24시간

Corn, oat, CO I 및 CO II 알코올발효구와 대조구의 분해상수 C값은 비슷한 수준으로 나타났다(P>0.05). 또한 반추위에서의 미분해조단백질은 corn 및 CO II 알코올 발효구가 대조구에 비하여 각각 3.03% 및 3.12% 적게 나타났으나 oat 및 CO I 알

코올발효처리구와 대조구는 비슷한 수준으로 나타났다. 알코올발효구에 있어서 분해상수 C값과 미분해조단백질은 알코올발효시간에 따른 차이가 없었다.

Corn, oat, CO I 및 COII 알코올발효구와 대조구의 유효분해도(K=0.05)는 비슷한 수준으로 나타났을 뿐만 아니라 알코올발효시간별로 차이도 나타나지 않았다.

이상의 실험결과로부터 알코올발효는 반추위에서 사료단백질의 신속히 분해되는 부분을 감소시키고 서서히 분해되는 부분을 증가시키는 효과가 어느 정도 있는 것으로 추측되며 반추미생물이 사료단백질에 대한 접촉시간을 증가 시킴으로서 반추위에서의 조단백질 이용성을 향상시키는 것으로 사료된다.

하 등(1993)은 corn단백질의 A값, B값, 분해상수 C값 및 유효분해도가 각각 31.9%, 56.9%, 11.8% 및 71.8%이라고 하였으며, 이 등(1996)은 oat조단백질의 A값은 77.8%, B값은 15.08%, 분해상수 C값은 11.8% 및 유효분해도(K=0.05)는 88.4%이라고 보고하여 본 실험과 같지 않는 결과를 보였으나 이 등(1994)은 corn조단백질의 A값은 22.2%, B값은 66.6% 및 분해상수 C값은 6.24%이고 유효분해도(K=0.05)는 59.2%였다고 하여 본 실험결과와 비슷한 결과를 보고했다. Michalet-Doreau와 Cerneau 등(1991)은 corn의 분쇄정도에 따라 조단백질 A값의 범위는 10.5~25.3%라고 보고한 바 있다.

반추미생물에 의한 탄수화물과 질소 이용성은 곡류사료의 종류(Kay 등, 1972; Spicer 등, 1986)와 처리방법(Hale 등, 1966; Brethour, 1984)에 따라 다양하며, 이들이 지니고 있는 영양소의 수량, 분해율 및 품질에 따라 반추미생물 활성과 단백질 합성이 크게 영향을 받으므로 이에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 특히 에너지와 단백질과의 반추위내 분해동기화 (Synchronization)개념이 도입(Nocek, 1988)되면서부터 에너지 사료의 분해속도 및 정도에 더욱 많은 관심을 가지게 되었다.

Corn은 사료 산업에서 에너지원으로 가장 많이 사용되고 있으며 그 가공형태와 종류에 따라 반추위 및 소장에서의 소화는 다양하게 일어난다(Owens와 Goetsch, 1986). 또한, oat는 corn의 90%정도 사료적가치를 가지고 있는 것으로 알려져 있으며 주로 말의 사료로 가장 널리 사용되어 왔다. Oat는 반추동물에 있어서 기호성이 좋고 용적도 있을 뿐만 아니라 조단백질함량도 풍부한 편이다. 다만 TDN함량은 65~70%으로서 corn의 80%보다 훨씬 떨어지며 필수아미노산이 결핍되어 있어 단백질품질이 처진다. 그러나 지질 특히, 불포화지방산 함량이 높은 것으로 알려져 있고(Close와 Menke, 1986) 껍질부분이 전체의 약 30%정도를 차지하고 있으므로 섬유소도 풍부하다. Oat는 혈중 cholesterol수준을 낮게 하는 효과가 있는 바(Fisher와 Griminger, 1967, a; b) 이는 주로 oat의 피층에 기인한다고 보고하였다. Oat는 전분을 약 62% 함유하고 있으며 그중 가용성전분이 약 91%를 차지하고 있으므로 곡류 사료중 전분함량이 가장 높고 반추위에서 빠르게 분해되는 특성을 가지고 있는 것으로 알려지고 있다(Robinson과 Mcqueen,1989). 이러한 사료적 특성으로부터 알코올발효사료개발로 반추위에서 oat의 급속한 분해를 서서히 분해될 수 있도록 조절함으로써 반추위액의 급격한 pH저하 및 휘발성지방산에 의한 사료섭취량 감소 등을 완화시키고 하부기관내 에너지 흡수량을 증가시킬 것으로 기대된다.

## 제 4 절. 요약

본 연구는 농가실용화가 가능한 알콜발효사료를 개발한 후 강원도 홍천군에 소재한 한우비육 목장에서 알코올발효사료 급여가 한우 육성우, 비육후기우 및 육성거세우의 산육능력 및 도체성적에 미치는 영향을 평가하는 동시에 알코올발효사료의 체내작용기작을 규명코저 실시하였는데 실험결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 한우 육성우의 일당증체량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 0.89, 1.06, 0.93 및 0.95kg으로서 FC구가 제일 높게 나타났으며 대조구에 비해 19.1%개선된 결과를 보였다( $P<0.05$ ). 대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 사료섭취량은 각각 8.62, 9.56, 9.50 및 9.60kg으로 FC구, FO구 및 Mix구가 대조구보다 10.9, 10.2 및 11.4%더 많았으며 사료효율은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 비슷한 수준이었다.

대조구, FC구, FO구 및 Mix구의 배척장근단면적은 FC구가  $86.14\text{cm}^2$ 으로서 대조구의  $80.50\text{cm}^2$ 보다 넓었으며 FO구와 Mix구는 대조구와 비슷하였다. 육량지수는 처리간에 차이가 없었다. 근내지방도는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 No. 2.75, No. 3.29, No. 2.81 및 No. 2.98로서 FC구가 대조구보다 높았다. 또한 대조구, FC구, FO구 및 Mix구에서 A등급출현율은 각각 20, 60, 40 및 60%으로서 FC구와 Mix구가 대조구보다 40% 높았다. 육질등급에서 1등급은 FC구와 Mix구에서만 출현되었고 그 출현율은 각각 40 및 20%이었다.

2. 비육후기우의 일당증체량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 0.86, 1.02, 0.91 및 0.93kg으로서 FC구가 대조구에 비해 18.6% 더 많았던 반면 ( $P<0.05$ )

FO구는 대조구와 비슷하였다. 사료섭취량은 FC구, FO구 및 Mix구가 대조구에 비해 12.2, 11.0 및 11.3% 더 많았으며 사료효율은 FC구가 대조구보다 개선된 경향을 보인 반면 FO구와 Mix구는 대조구와 큰 차이가 없었다.

배최장근단면적은 FC구가  $85.98\text{cm}^2$ 으로서 대조구의  $80.05\text{cm}^2$ 보다 더 넓었으며 육량지수는 처리구간에 차이가 없었다. 육질등급 1등급출현율은 FC구와 Mix구가 각각 20%였다.

3. 한우 거세우의 일당증체량은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 0.68, 0.79, 0.73 및 0.72kg으로서 FC구가 대조구에 비해 16.2% 더 많았다( $P<0.05$ ). 사료섭취량은 FC구, FO구 및 Mix구가 대조구에 비해 각각 6.1, 7.6, 6.9% 더 많았으며 사료효율은 FC구가 대조구에 비해 9.4% 개선된 결과를 나타냈다.

배최장근단면적은 FC구, FO구 및 Mix구가 대조구에 비해 더 넓었으며 육량지수는 처리구간에 차이가 없었고 근내지방도는 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 2.86, 3.81, 2.72 및 3.03으로서 FC구가 제일 높았다. A등급출현율은 FC구, FO구 및 Mix구가 모두 20%로 동일하였으나 대조구에서는 A등급이 출현되지 않았다. 육질 1등급출현율은 대조구, FC구, FO구 및 Mix구가 각각 20, 60, 20 및 40%으로서 FC구, Mix구 순으로 높았다.

이상의 결과에 의하면 알코올발효사료 급여가 한우 육성우, 비육후기우 및 육성거세우의 일당증체량 및 사료효율을 개선시키고 도체품질도 향상시키는 것으로 판단된다.

4. 한우 육성우, 비육후기우 및 거세우의 혈액성상중 혈청total protein, albumin, calcium, phosphorus 및 creatinine 등의 함량은 처리구간에 차이가 없었으나 혈청glucose, cholesterol 및 triglyceride함량은 FC구가 대조구보다 현저히 높았

으며( $P < 0.05$ ) BUN함량은 육성우 및 거세우에서 FC구가 대조구에 비해 낮았다. 그리고 HCT, MCV, MCH, MCHC, RBC, WBC 및 Hb 등의 혈액화학치는 4처리구가 비슷한 수준이었다.

등심근육의 총 아미노산중 필수아미노산과 비필수아미노산의 점유 비율은 처리구간에 차이가 없었으나 근내 지방산조성중에서 포화지방산 함량은 FC구가 대조구에 비해 적었고 불포화지방산함량은 많았으며 따라서 불포화지방산과 포화지방산의 비율(UFA/SFA)도 FC구가 대조구에 비해 컸다. 또 올레인산함량도 FC구가 대조구, FO구 및 Mix구보다 높았다( $P > 0.05$ ).

알코올발효사료 급여가 육성우, 비육후기우 및 육성거세우의 혈청glucose, cholesterol 및 triglyceride함량을 증가시키고 또한, 근육지방산에 쇠고기의 맛과 관련이 있는 올레인산함량을 향상시킬 뿐만 아니라 포화지방산함량을 감소시키고 불포화지방산함량을 증가시키므로 쇠고기의 품질 및 근내지방도를 개선하는 것으로 판단된다.

5. 반추위액의 총 휘발성지방산 함량은 사료급여후 4시간째를 제외하고 알코올발효사료가 대조구에 비해 항상 높게 나타났으며 특히 알코올발효사료구는 대조구의 총 휘발성지방산 함량이 낮은 수준으로 내려가는 사료급여 후 6시간째 가장 높은 수준을 나타냈다. 또한 총 휘발성지방산중에 acetate의 점유비율은 알코올발효사료가 대조구에 비하여 낮은 경향을 나타낸 반면에 propionate의 점유비율은 알코올발효사료가 대조구에 비하여 높은 경향을 나타냈다.

bacteria균체g당 총 아미노산함량은 알코올발효사료구와 대조구가 각각 339.18mg 및 269.09mg으로 알코올발효사료구가 대조구보다 70.09mg 더 많았으며 반추미생물단백질 함성량은 2, 4, 6시간째에 알콜발효사료가 대조구에

비해 많은 수준으로 나타났다.

알코올발효사료 급여가 반추위액의 총 휘발성지방산 함량을 증가시키고 프로피온산 비율을 증가시키는 동시에 bacteria균체g당 총 아미노산함량과 및 반추미생물단백질 합성량을 증가시켜 한우 육성우, 비육후기우 및 육성거세우의 증체량, 사료효율 및 육량등급을 개선시킨 것으로 사료된다.

6. 반추위내 12시간 배양대에 있어서 건물 소실율은 corn알코올발효구가 대조구에 비해 6.35% 높았으며 유효분해도(K=0.05)는 oat알코올발효구와 대조구간에는 큰 차이가 없었으나 corn, CO I 및 CO II알코올발효구가 대조구에 비하여 높은 경향을 보였다. NDF 소실율은 corn, CO I 및 CO II알코올발효구가 대조구보다 높게 나타났으며 유효분해도(K=0.05)도 corn, CO I 및 CO II알코올발효구가 대조구에 비하여 높은 경향으로 나타났다. 조단백질 소실율은 corn, 및 CO I 알코올발효구가 대조구에 비하여 각각 4.49% 및 3.60% 높았으며 유효분해도(K=0.05)는 알코올발효사료구와 대조구간에 큰 차이가 없었다.

알코올발효사료급여는 반추위에서 영양소 분해율을 개선시켜 사료이용효율을 향상시키는 동시에 많은 에너지획득으로 일당증체량과 근내지방도개선에 기여하는 것으로 판단된다.

## 제 5 절. 참고문헌

1. AOAC. 1990. Official Method of Analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
2. Banks. A. S., and C. T. Greenwood. 1992. Effects of feeding fish meal to cows on digestibility, milk production and milk composition. *J. Dairy Sci.* 75, p. 502.
3. Barnes, I. J., H. W. Seeley and P. J. VanDemark. 1961. Nutrition of *Streptococcus bovis* in relation to dextran formation. *J. Bacteriol.* 82, p. 85.
4. Berg, R. T., R. H. Butterfield. 1976. New concepts of cattle growth. Sydney Univ. Press., p. 30.
5. Breidenstain, B. B., C. C. Cooper, R. G. Gassence, G. Evanse and R. W. Bray. 1968. Influence of marbling and maturity on the palatability of beef muscle. *J. Anim. Sci.* 27, p.1532.
6. Brethour, J. R 1984. Processing grains for maximum utilization comparison of "dry" processing methods. In: *proc. Feed Grains Utilization Symposium(For Feedlot Cattle)*. Texas Tech Univ. Lubbock.
7. Broderick, G. A., R. J. Wallace, E. R. 1988. Orskov and Lisbeth Hansen. Comparison of estimates of ruminal protein degradation by in vitro and in situ methods. *J. Anim.*

- Sci. 66, p. 1739.
8. Cerneau. P. B., Michalet-Doreau. 1991. In situ starch degradation of different feeds in the rumen . *Reprod. Nutr. Dev* 31, p. 65.
  9. Cheptel, J. C., J. L. Cucq and D. Lorient. 1985. Les protein duple p. 204 In: Cheptel, J. C. Cucq, J. L. and Lorient(Ed). *D. Protein Alimentaires. Technique et Documentation(Lavoisier) Paris, France.*
  10. Close. W. H., and K. H. Menke. 1986. Selected topics in the nutrition; In:annual prepared for the 3rd Hohenheim course on animal nutrition in the tropics and semi-tropics 2nd edition Univ. of Hohenheim, Germany. p. 48.
  11. Collucci, P. E., L. E. Chase, and P.J. Van Soest. 1982. Feed intake, apparent diet digestibility, and rate of particulate passage in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 65, p. 1445.
  12. Dawson, R. J., B. A., and K. E. Newman. 1988. Fermentation in rumen stimulating continuous cultures receiving probiotic supplements. *J. Anim. Sci.* 66(suppl. 1), p. 500(Abstr).
  13. Dryden, F. D. and J. A. Marchello. 1970. Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.* 31, p. 36
  14. Enright, W. J., J. F. Quirke, P. D. Gluckman, B. H. Breier, L. G. Kennedy, I. C. Hart, J. F. Roche. Coert and P. Allen. 1990. Effects of long-term administration of

- pituitary-derived bovine growth hormone and estradiol on growth in steers. *J. Anim. Sci.* 68, p. 2345.
15. Fahmy, W. G., J. G., Dominique, C. demarquilly, and K. EI-Shazly. 1991. Compostion between the metabolism of protein degradation of two cereals by enzymatic and in situmethods using gel electrophoresis. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 35, p. 115
  16. Fisher, H. and P. Griminger. 1967a. Cholesterol-lowering aciton of complex carbohydrates 2. Oats and its fractions. *Poultry Sci.* 46, p. 1258.
  17. Fisher, H. and P. Griminger. 1976b. Cholesterol-lowering effects of certain grains and of oat fractions in the chick, *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.* 126, p. 108
  18. Ganesh, D., and D. G. Grieve. 1990. Effect of roasting row soybeans at three temperatures on in situ dry matter and nitrogen disappearance in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 73, p. 3222.
  19. Ganev, G., E. R. Orskov and R. Smart. 1979. The effect of roughage or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in the rumen. *J. Agr. sci., Camb.* 93, p. 651
  20. Garton, G. A., F. D. DEB. Hovell and W. R. H. Duncan, 1972. *Br.J.Nutr.*, 28, p. 409.
  21. Glade, M. J. and L. M. Biesik. 1982. Dept. of Anim.Sci.Univ.of maryland. college park, maryland.

22. Hale, W. H., L. Cuitun, W. J. Soba, B. Taylor, and B. theuler. 1966. Effect of steam processing and flaking milo and barley on performance and digestion by steers. *J. Anim. Sci.* 25, p. 392.
23. Harrison, G. A., R. W. Hemken, K. A. Dawon, R. J. Harmon, and K. B. Barker. 1988. Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. *J. Dairy Sci.* 71, p. 2967.
24. Hartnell, G.F. and L.D. Satter. 1979. Determination of rumen fill, retention time, and ruminal turnover rates of digesta at different stages of lactation in dairy cows. *J. Anim.* 48, p. 381.
25. Herrera-saldana, R. E., J. T. Huber. and M. H. Poore. 1990. Dry matter, crude protein, and starch degradability of five cereal grains. *J. Dairy Sci.* 73, p. 2386.
26. Itabashi, H., T. Kobayashi, A. Takenaka and M. Matsumoto., 1991. Influence of ethanol on ruminal microbes and fermentation pattern, hydrogenation of unsaturated fatty acid, and meat quality of beef cattle. 3rd International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Malaysia.
27. Jones, S. D. M., M. A. Price., R. T. Berg, and R. T. Hardin. 1981. The influence of dietary roughage level on efficiency of growth and muscle deposition in bulls and steers. *Can. J. Anim. Sci.* 61, p.369.
28. Kay, M. N. A. MacLeod, and A. Paviecvic. 1972. The value of different cereals in

- diets for growing steers. Proc. Br. Nutr. Soc. 31, 57A(Abstr.).
29. Lunt. D. K. and S. B. Smith. 1991. Wagyu beef holds profit potential for U. S. Feedlots. Feedstuff. 8, p. 18
  30. Mahadevan, S. J., D. Erfle and F. D. Sauer. 1980. Degradation of soluble and insoluble protein by bacteroides amylophilus and by microorganism. J. Anim. Sci. 50, p. 723.
  31. Michalet-Doreau. B. and P. Cerneau. 1991. Influence of foodstuff particle size on in situ degradation of nitrogen in the rumen. Anim. Feed Sci. and tech. 35, p.69.
  32. Morrison, W. R and L. M. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. J. Lipid Res. 5, p. 600.
  33. Nocek, J. E. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A review. J. Dairy Sci. 71, p. 2051.
  34. NRC. 1988. Nutrient Requirements of dairy cattle. 6th Rev. Natl. Acad. Washington.
  35. NRC. 1984. Ruminant Nitrogen Usage National Academy Press. Washington.
  36. Ørskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agr. Sci., Camb. 92, p. 499.

37. Owens, F. N. and A. L. Goetsch. 1986. Digesta passage and microbial protein synthesis. In; control of digestion and metabolism in ruminants. p. 196. eds. Milligan, L. P., W. L. Grovum. and A. Dobson. A Reston Book. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. New jersey 07632.
38. Purser, D. B. and S. M. Buechler. 1966. Amino acid composition of rumen organisms. J. Dairy Sci, 49, p. 81.
39. Robinson. P. H., and R. E. Mcqueen. 1989. Non-structural carbohydrate in rations for dairy cattle, In Proceedings of the tenth western nutrition conference. Saskatoon, Saskatchewan. September 13 and 14.
40. Salter, D. N., K. Daneshvar and R. H. Smith. 1979. The origin of nitrogen incorporated into compounds in the rumen bacteria of steers given protein and urea-containing diets. Br. J. Nutr. 41 , p. 197.
41. Smith, G. M., D. B. Laster, L. V. Cundiff and K. E. Gregory. 1976. Characterization of biological types of cattle. II. Postweaning growth and feed efficiency of steers. J. Anim. Sci.43, p. 37.
42. Smith. R. H. 1979. Synthesis of microbial nitrogen compounds in the rumen and their subsequent digestion. J. Animal Sci.49:6, p. 1604.
43. Smith, Robert. J.1989. Biological actions and interactions of insulin and glucagon.

Wisconsin Univ.

44. Smith, S. B. and J. D. Crouse. 1984. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. *J.Nutr.* p. 792.
45. Spicer, L. A., C. B. Theurer, J. Sowe and T. H. Noon. 1986. Ruminant and post-ruminal utilization of nitrogen and starch from sorghum grain-, corn- and barley-based diets by beef steers. *J. Anim. Sci.* 62, p. 521.
46. Stern, M. D., W. H. Hoover and P. H. Crooker. 1978. Knowlton. Effects of non structural carbohydrate, urea and soluble protein synthesis in continuous culture of rumen contents. *J.Anim.Sci.*47, p. 944.
47. Sturdivant, C. A., D. K. Lunt, G. C. Smith and S. B. Smith. 1992. Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and *M. longissimus dorsi* of Wagyu cattle. *Meat Sci.* 32, p. 449.
48. Verite, R., B. Michalet-Doreau, P. Chapoutot, J. L. Peyraud and C. Poncet. 1987. Revision du systeme des proteines digestibles dans l'intestin (PDI). *Bull. Tech. CRZV. Theix, INRA*, 70, p. 19.
49. Waldam, R C., Suess, G. G. and Brungardt, V. H. Fatty acids of certain bovine tissues and their association with growth, carcass and palatability traits. *J. Anim*

Sci. 27, 1965 p. 632.

50. Wheeler, T. L., G. W. Davis, B. J. Stoeker and C. J. Harmon. 1987. Cholesterol concentration of longissimus muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. J. Anim. Sci. 65, p. 1531.
51. Williams, P. E. V., C. A. G. Tait, G. M. Innes and C. J. Newbold. 1990. Effects of the inclusion of yeast culture(*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of Cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. J. Anim. Sci. 69, p. 3016.
52. 알코올飼料化研究推進委員會, 1993. 飼料用알코올.
53. 農山漁村文化協會, 1985. 畜産全書. 肉牛.
54. 小林 剛, 松本光人, 板橋久雄, 萬田富治. 1989. 肥育牛の血漿インスリンとガストリン濃度に及ぼすホールクロップサイレージ給與の影響. 畜試研報, 49, p. 19.
55. 小林 剛, 小田 修治, 竹中 昭雄, 板橋 久雄. 1995. 酵母醗酵培養物の添加が乳蛋白質生産, ルーメン醗酵および血液性状に及ぼす影響. 畜試研報, 55, p. 13.
56. 日野常男, 家田武史, 宮崎孔志. 1991. ルーメン微生物によるトリグリセリドの加水分解とリノール酸の水素添加に及ぼすエタノールの影響. 日畜會報, 62, p. 1009.

57. 日野常男, 宮崎孔志, 黒田眞司. 1992. ルーノン微生物によるタンパク質・アミノ酸の分解に及ぼすエタノールの影響. 日畜會報, 63, p. 173.
58. 大槻和夫, 小林 剛, 松本光人, 板橋久雄. 1991. 濃厚飼料多給牛のルーノン醗酵パターンに及ぼすエタノール添加の影響. 畜試研報, 51, p. 9.
59. 土屋平四郎, 西野武藏, 福原利一. 1964. 牛枝肉格付規準に関する研究. -とくに若齡去勢牛について-. 中國農試報 B12, p. 49.
60. 三橋 忠由, 北村 豊, 三津本 充, 山下良弘. 1980. 黒毛和去勢牛の脂肪組織における脂肪酸組成ならび色調におよぼす給與飼料の影響, 中國農研報, 3, p. 71.
61. 宮崎孔志, 日野常男, 板橋久雄. 1989. ルーメン微生物の醗酵パターンと細胞膜脂肪酸組成に及ぼすエタノールの影響. 日畜會報, 60(8), p.776.
62. 宮崎孔志, 日野常男, 板橋久雄. 1991. エタノール給與によってもたらされるルーノン内VFA生成の變動要因. 日畜會報, 62(10), p. 1000.
63. 板橋久雄. 1979. 肉牛肥育とルーメン醗酵. -特に體脂肪脂肪酸組成を中心に-- . 營養生理研報. 23, p. 85.
64. 板橋久雄, 松本光人, 小林 剛. 1994. バイパストリプトファンの添加および大豆のエタノール處理が山羊での消化率, 窒素出納, アラントイン排泄および血漿遊離アミノ酸に及ぼす影響. 畜試研報, 54,

65. 板橋久雄, 松本光人, 小林 剛. 1989. 牛のルーメン醗酵と血漿成分に及ぼすエタノールの影響. 畜試研報, 49, p. 25.
66. 板橋久雄, 小林 剛, 竹中沼雄, 松本光人, 加藤貞雄, 千國幸一, 小石川常吉, 小堤恭平. 1990. エタノール給與が肥 肉牛のルーメン醗酵と産肉性及ぼす影響. 日畜學會第83回大會講演要旨, p. 108.
67. 大瀧浩靖, 高木久雄, 米持千里, 山崎廣明, 高橋正也. 1990. 生物定量法による牛, 豚に對するアルコール有効エネルギー. 日畜學會第83回大會講演要旨, p. 90.
68. 津吉 炯, 深谷幸作, 飯原愼一, 中原信夫, 熱田眞由美, 針生程吉. 1990. 黒毛和種肥肉牛の仕上期におけるアルコール給與がその肉質に及び肉質への効果影響. 肉用牛研究會 第28回大會講演要旨, p. 51.
69. 津吉 炯, 深谷幸作, 飯原愼一, 中原信夫, 熱田眞由美, 針生程吉. 1990. 黒毛和種牛に對するアルコール給與の増體及び肉質に及ぼす影響. 日本畜産學會第83回大會講演要旨, p. 109.
70. 阿久津猛, 欠口長彦, 針生程吉. 1990. アルコール添加による混合飼料の変敗防止と乳汁中への影響. 日畜學會第83回大會講演要旨, p. 108.
71. 奈良岡武任, 津吉 炯, 深谷幸作, 葉坂裕子, 横橋松男, 針生程吉. 1990. 牛の生體輸送におけるアルコール投與の利點. 日畜學會第83回大會講演要旨, p. 109.

72. 矢野 秀雄. 1994. 肉牛の栄養生理と上質肉生産. 畜産の研究. 48(1)
73. 肥塚正太識, 1910. 朝鮮之産牛. 原島善之助校閲.
74. 姜相植, 孟元在. Niacin 添加가 反芻胃 微生物蛋白質 合成과 醱酵性狀에 미치는 影響. Kor. J. Anim. Nutr. Feed. 13(3), 1989. p. 137.
75. 姜守遠, 鄭然厚, 孫鏞錫, 李奎浩, 宋昌洙. 1993. 韓牛 育成肥育牛의 生産性 向上에 關한 研究. 1. ZERANOL, MONENSIN 및 YEAST CULTURE 投與가 肉生産 및 飼料效率에 미치는 影響. 한영사지. 17(2), p. 83.
76. 姜守遠, 鄭然厚, 孫鏞錫, 朴容潤, 宋昌洙. 1993. 韓牛 育成肥育牛의 生産性 向上에 關한 研究. 2. 生菌劑 投與가 肉生産 및 飼料效率에 미치는 影響. 한영사지. 17(2), p. 93.
77. 강우성, 이상철, 윤상기, 정의수, 이기종. 1992. 생효모 배양물이 젖소 비육우의 성장능력 및 육생산에 미치는 효과. 한축지., 34, p. 108.
78. 김강식, 신기준, 백봉현, 김용곤, 이근상, 권순기. 1987. 한우육성 및 비육기 영양수준이 발육, 사료이용성 및 도체 성적에 미치는 영향. 한축지 p. 164.
79. 김대곤, 정근기, 성삼경, 김성겸, 김덕영, 최봉재. 1996. 거세가 한우 및 홀스타인 비육우 도체의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한축지 38(2) p. 239.

80. 김병기, 문여황, 이상철. 1995. MOBILE NYLON BAG 기법에 의한 NaOH 처리보리의  
젓소 각 소화관내 영양소 분해율 측정. 한영사지. 19(4), p. 291.
81. 고용균, 황수찬. 1995. In situ 方法에 의한 주요 單味飼料의 反芻胃內 分解率 測定試驗.  
동물자원연구6, p. 65.
82. 朴秉埜, 柳益鍾. 1994. 韓牛, 홀스타인 및 輸入쇠고기의 脂肪酸 組成 比較. 한축지. 36(1),  
p. 69.
83. 裴熙東, 辛炯泰. 1994. 韓國在來山羊의 反芻胃內 醱酵特性에 관한 研究. I. 苛性소다 處  
理 糞 糞 給與가 韓國在來山羊의 反芻胃內 醱酵生成物 變化에 미치는 영향. 한영사지.  
18(4), p. 270.
84. 白相泰, 孟元在. 1990. Stearic Acid와 Linoleic Acid의 添加比率이 反芻胃 微生物의 成長  
과 醱酵에 미치는 영향. 한영사지. 14(5), p. 196.
85. 송만강, 최양일. 1994. 사료급여방법, YELLOW GREASE 첨가 및 사육기간이 非去勢  
한우의 屠體特性 및 肉質에 미치는 효과. 한영사지. 18(1), p. 30.
86. 신중서, 김중복, 성경일, 여인서, 김기은, 박연수, 홍병주. 1994. 고품질 쇠고기 생산을 위  
한 한우 사육기술. 1. 소 성장호르몬과 알코올발효사료의 처리가 증체율, 사료효율, 혈액  
성상, 육조성 및 도체등급에 미치는 영향. 한영사지. 18(5), p. 363.

87. 신중서, 김종복, 성경일, 여인서, 김기은, 홍병주. 1994. 고품질 쇠고기 생산을 위한 한우 사육기술. 2. 소 성장호르몬과 알코올발효사료의 처리가 도체품질 및 조성에 미치는 영향. 한영사지. 18(5), p. 373.
88. 이상철, 김병기, 문여황, 문점동, 안병홍. Formaldehyde처리 귀리의 젖소 소화관내 영양소 분해율 측정. Kor. J. Anim. Nutr. Feed. 20(1), 1996. p. 87.
89. 이상철, 김병기, 정연후, 문여황, 강희신. 1996. 사료의 에너지와 단백질원이 젖소의 영양소 대사 및 미생물단백질 합성에 미치는 영향. 한영사지. 20(2), p. 159.
90. 李相哲, 文汝晁, 金秉基, 鄭然厚. 1994. 옥수수과 보리의 加工處理 방법에 따른 젖소의 消化管内 分解度 측정. I. 옥수수과 보리의 物理的 處理別 反芻胃 分解度. 한영사지. 18(1), p. 20.
91. 이영진. 1991. 소의 품종별 지육조성 및 육질특성. 한축지, 33, p. 238.
92. 이영철, 고용균, 홍병주. 1990. 젖소용 사료의 반추위내 분해율 측정시험. -In situ 방법에 의한 젖소용 사료의 단백질분해율 측정-. 한영사지. 14(6), p. 238.
93. 정유열, 이은. 1996. 조사료다급시 분말 알코올의 첨가가 한국재래산양의 제 1위내 미생물생과 발효양상에 미치는 영향. 한낙지, 18(1), p. 1.
94. 최윤재, 장기, 조광근, 이태훈, 권영민, 설재구, 임대성. 1994. 곡류의 박편처리가 육성기

한우의 성장능력과 영양소 소화율에 미치는 영향. 한영사지. 18(4), p. 308.

95. 하종규, 이성실, 곽병오, 문태현, 고영곤, 문양수, 이상철. 1993. 몇가지 원료사료의 영양소 이용성에 관한 연구. I. 짚소 반추위내에서 건물 및 조단백질의 소실율과 분해도. 한영사지. 17(3), p. 135.

96. 한국종축개량협회, 축산물 등급제. 1996.

97. 한인규. 1994. 사료자원핸드북. 선진문화사.

## 제 3 장. 저질 조사료의 사료가치 증진을 위한 발효

### 기술 개발

#### 제 1 절. 서 설

한우의 생산성을 높이기 위해서는 양질의 조사료 공급이 필수적이다. 그러나 우리나라 현실에서는 양질의 조사료 생산과 확보가 어려운 상황이므로 한우는 사료가치가 낮은 볏짚위주로 사육되고 있으며, 이로 인해 생산성이 낮아지는 원인이 되고 있다. 현재 국내에서 볏짚이 연간 470만 톤이 생산되고 이중 일부만 가축의 조사료원으로 이용되고 있는 실태이며(강 등, 1979) 그 자원 또한 매우 풍부하다. 그러나 볏짚은 사료가치가 낮다는 것이 단점인데 이것만 보완하면 귀중한 조사료 자원이 될 수 있다. 이렇듯이 조사료원으로 볏짚은 풍부하고 반추가축의 에너지원으로 이용될 수 있는 cellulose나 hemicellulose를(34%, 28%) 많은량 함유하고 있으면서도 대부분이 lignin 및 실리카와 물리화학적으로 결합되어 있으므로 건물소화율이 낮고(Dolberg 등 1981; White 등, 1974) 에너지의 이용성이 낮다(한 등, 1994). 이러한 문제점을 해결하고 볏짚의 사료가치를 증진시켜 양질조사료원으로 이용하고자 하는 연구는 오래전부터 진행되어 왔으며 물리적, 화학적 처리 및 미생물학적처리방법이 고안되고 있다.

식물세포벽중의 리그닌의 화학적 구조 및 ligno-cellulose의 화학적결합형태 등이 밝혀지고 이러한 물질들의 존재로 반추위내 미생물의 식물세포벽중의 섬유소분해작

용을 방해한다는 것이 알려짐에 따라 모든 처리방법의 초점은 벚짚중의 리그닌제거 및 리그닌과 섬유소결합을 끊어줌으로써 반추위내 미생물의 벚짚의 이용성을 늘릴 수 있는 방안이 모색되고 있다.

화학적처리방법중의 알칼리처리, 암모니아처리 등은 벚짚중의 리그닌을 제거하고 섬유소의 분해율을 크게 증진시킬 수 있는 방법인데, 특히 암모니아처리는 벚짚의 조단백질 함량을 증진시킬 수 있다는 점에서 많이 실용화되고 있다. 하지만 이러한 처리방법들은 모두 화학적인 처리방법인 만큼 환경오염, 유독성 및 기호성문제가 대두되며 벚짚의 사료가치에 대해서도 의견들이 엇갈리고 있다.

한편 생물학적처리방법으로 최근에는 버섯균에 의한 처리방법이 고안되고 있다. 버섯균은 나무중의 리그닌을 분해하고(Burgess와 Koning, 1992) 나무를 부식시킬 수 있을 뿐만 아니라 버섯균사 자체가 유기영양체로서 가축에게 유용한 영양소로 될 수 있다(김 등, 1993)는 점에서 벚짚에 버섯균처리가 벚짚의 사료가치 증진에 보다 효과적일 것으로 기대된다. 최근 벚짚에 대한 느타리버섯 종균 접종 시험에서 버섯균을 처리한 벚짚의 *in vitro* 소화시험결과 건물소화율이 향상되고 (山川 등 1992; Takawashi 등 1992) 처리벚짚의 기호성 및 사료효율이 증진되었다(이택원 등, 1982)는 보고도 있다. 반면에 버섯균은 호기성 미생물인 만큼 벚짚에 접종 배양 시 고온멸균으로 잡균제거를 하지 않으면 사료부패를 초래할 수 있으며, 상당량의 영양소 손실을 동반하는 문제점을 가지고 있다. 따라서 처리기술의 실용화를 위한 간이살균, 무살균 배양방법(Suzuki, 1992; 竹原 등, 1986) 이 고안되어야 하며 버섯균과 불량균간의 경쟁 등에 대한 연구가 필요하다.

현재 강원도내 표고버섯재배농가에서 표고버섯을 재배하고난 폐기목이 상당량 생산되고 있으며 백색부식균으로서의 표고버섯균은 나무중의 리그닌을 분해하고 가축

에게 이용될 수 있는 cellulose를 남게하는 특성을 가지고 있음으로 포고버섯재배로 상당히 부식되어 있는 폐기물은 반추가축의 사료원으로 이용될 가능성을 보여주나 지금까지 그에 대한 확실한 연구가 전무한 상태로 폐기물의 특성에 대해 밝혀볼 필요성이 있는 것으로 사료된다. 윤 등(1996)은 표고버섯재배 톱밥 폐배지의 리그닌의 함량이 10.3%로 톱밥 21.2%에 비해 50%나 감소되었으며 면양의 반추위내 분해율 시험에서 폐배지의 소화율이 65.8%에 달하여 목초에 상당하였다고 보고하고 있다. 吉田 등(1996)은 밀짚에 느타리버섯균처리를 100일간 실시하였을 때 detergent법에서는 cellulose함량은 증가하고 hemicellulose 및 ADL의 함량은 감소하였으며 효소 처리법에서는 처리시료의 세포벽성분의 당화도(Ce-DMD)가 증가되었다고 보고 한 바 있다. 이와 같이 현재 버섯균처리볏짚에 대한 in vitro 실험결과들이 보고 된바 있지만 in situ 소화시험에 대한 연구는 전무한 실정이다.

한편 사료가치가 낮은 볏짚을 화학·생물학적 처리를 하면 일반적으로 반추위내 소화율과 분해율이 높아지고 섭취량이 증가하는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 효과가 있음에도 불구하고 주로 연구하는 주제가 반추위내 소화율 또는 반추위내 성장에 미치는 효과에 대한 보고(맹 등, 1977; Horn, 1984; 김 등, 1993)들이 주종을 이루고 있으며 아직 이들에 대한 육성성적 및 도체등급에 미치는 효과를 규명한 실적이 전무한 실정이다.

본 실험은 우선 집종균원으로 자연상태에 상당히 적응되어 있고 또 볏짚에 접종 배양시 특정한 배지조건이 없이 균사발현 가능성을 가진 표고버섯폐기물을 선정하여 발효하는데 이용하고 이런 표고버섯폐기물을 가지고 발효(생물학적 방법)를 할 때 생볏짚에 생기는 잡균번식과 부패등의 문제점을 해결하기 위해 번거로운 고온멸균과정을 미생물을 이용한 혐기성발효과정으로(1차 발효) 대체하고 다시 표고버섯

폐기목톱밥으로 호기성처리(2차발효)를 실시하여 혐기성 및 호기성 발효 벚짚을 제조하였다.

따라서 본 연구는 미생물과 표고버섯폐기목톱밥을 이용하여 혐기성 발효벚짚과 호기성 발효벚짚을 제조하기 위한 생벚짚의 부패방지, 표고버섯폐기목에 존재하는 균사의 생존여부, 표고버섯폐기목톱밥을 활용한 발효벚짚제조의 가능성 시험, 반추위내 건물, NDF 및 ADF 소화율 그리고 분해율을 조사하여 사료가치를 평가하고 미생물을 이용하여 혐기적으로 제조한 발효벚짚(1차발효, 혐기성 발효벚짚)과 표고버섯폐기목톱밥을 이용하여 호기적으로 제조한 발효벚짚(2차발효, 호기성 발효벚짚)을 한우 비육우에 급여할 때 증체량, 사료섭취량 및 도체등급에 미치는 효과를 규명하고자 실시하였다.

## 제 2 절 재료 및 방법

### 1. 표고버섯재배 폐기물처리

강원도 홍천군동면의 표고버섯재배농가에서 표고버섯 종균을 접종하고 3년간 표고버섯을 생산한 폐기물목을 분양 받아 톱밥제조기로 2-5mm의 지름으로 분쇄하고 벧짚의 호기성처리 및 표고버섯균사 발현 상태 관찰용으로 사용하였다. 폐기물목의 성분분석은 동일한 폐기물 톱밥을 70℃ dry oven에서 3일간 건조하여 수분함량을 측정하고 사료분쇄기(Retsch 500-SM2000)로 1mm screen을 통과하도록 분쇄하여 성분분석에 사용하였다. 폐기물 중의 버섯균의 잔존상태 및 기타 곰팡이 존재상황 검증을 위하여서는 폐기물을 분쇄하지 않은 자연상태에서 sampling하여 사용하였다.

### 2. 벧짚처리

강원도 한우 비육단지에서 비육우에게 급여하는 벧짚을 사용하였으며, 발효에 이용하는 실험벧짚은 70℃ Dry oven에서 3일간 건조하여 건물함량을 측정한 뒤 사료분쇄기(Retsch 500-SM2000)로 2mm screen을 통과하도록 분쇄하여 호기성처리용으로 사용하고 1mm screen을 통과하도록 분쇄하여 조성분 분석용으로 사용하였다.

### 3. 표고버섯균사 및 표층곰팡이균사 관찰

표고버섯폐기물을 표면층, 변재부부식층, 변재부미부식층, 심재부로 나누어

0.1mm두께의 박편을 제조하고 cotton blue분별염색법으로 염색한 다음 400배 현미경하에서 균사의 발현상태를 관찰하고 AXIOSKOP를 사용하여 사진 촬영하였다.

#### Cotton blue분별염색법

- ① Lactate-Phenol용액에 0.5%의 색소를 용해시켜 착색제로 사용하였다.
- ② Slide glass에 절편을 놓고 조금가열한 상기 착색제 용액으로 5~15분간 염색한 다음 여분의 착색제는 lactate-phenol용액으로 씻어버린다.
- ③ 70%의 알코올 용액으로 세척한다.
- ④ Safranin액으로 대비염색한후 70% 알코올을로 세척한다.

#### 4. 시험사료제조

사료분쇄기로 2mm screen을 통과하도록 분쇄한 볏짚 300g에 알코올 발효사료용 옥수수가루(옥수수90% +당밀10%)를 60g를 첨가하고 발효제(효모)를 1%, urea 0.2%를 첨가하여 잘 혼합한 다음 1/3 씩 비닐지퍼백에 나누어 담아 대조구, 혐기성 발효, 호기성발효 볏짚을 제조하였다.

대조구에는 20g의 표고버섯폐기물 톱밥(수분50%)을 더 첨가한 뒤 즉시 70℃ dry oven에서 3일간 건조시켰으며, 혐기성 발효구는 수분을 60%되도록 첨가한 후 30℃에서 6일간 incubation 하고 역시 표고버섯폐기물 톱밥 20g을 첨가하고 70℃ Dry oven에서 3 일간 건조시켰다. 호기성처리는 혐기성발효와 같은 방법으로 7일간 처리한 뒤 20g의 표고버섯폐기물을 첨가하여 26℃에서 다시 2주간 호기성미생물 배

양처리를 하였으며 처리완료 후 역시 70℃ Dry oven에서 3일간 건조시켰다.

건조시킨 시료는 조성분분석용과 in situ 소화실험용으로 나누고 조성분 분석용 시료는 사료분쇄기로 1mm screen을 통과하도록 분쇄하여 사용하였다(표 3-1).

표 3-1. 시험사료의 배합비

	대조구	혐기성	호기성
벼짚, g	100	100	100
옥분, g	18	18	18
당밀, g	2	2	2
발효제, %	1	1	1
요소, %	0.1	0.1	0.1
수분, %	60	60	60
표고버섯폐기물 톱밥 <sup>1)</sup> , g	20	20	20

<sup>1)</sup> : 건물량 50%

#### 5. 발효과정의 pH변화 및 미생물의 성장 관찰

발효제에 의한 혐기성발효과정의 pH 변화를 관찰하기 위하여 발효중의 시료 10g을 취하여 1:1의 비례로 증류수를 주입하고 잘 혼합한 후 4겹의 cheese cloth로 즙을 짜낸뒤 pH metter 를 사용하여 매일 측정하였다.

미생물의 활성은 발효과정 및 처리완료시에 400배의 현미경을 사용하여 실험시료의 자연상태에서의 미생물 변화를 관측하고 AXIOSKOP를 이용하여 현미경사진을 찍었다.

## 6. In situ 소화시험

### 가. 시험기간, 장소 및 공시동물

In situ 배양시험은 1997년 4월 6일부터 1997년 7월14일까지 강원대학교 부속동물사육장에서 제1위에 cannulae를 부착한 한우암소체중(450kg)를 이용하였으며, 사료급여량은 공시동물체중의 1.8% 수준으로하고 배합사료와 조사료를 50 : 50의 비율로하여 시판중인 배합사료 4.5kg, 수단그레스사일리지 4.5kg(표 3-2)을 1일 2회로 나누어 급여하였다. 물은 자유음수 하도록하였다.

표 3-2. 시험 사료 화학조성분

	배합사료	수단그레스사일리지
건물, %	87.00	38.3
	————— % —————	
조단백질	13.41	7.47
조 지방	2.07	2.19
NDF	20.92	71.10
ADF	6.53	46.56
조 회 분	6.92	12.07

### 나. In situ 소화시험

In situ dacron bag 배양시험은 Ganev(1979) 및 고 등(1995)의 방법을 적용하였으며 시험에 사용한 dacro bag의 크기는 100mm×170mm이고, pore size는 50×

80microns였다.

시험은 시료 5g씩 넣은 bag를 38℃ 온수에 30분간 담겼다 꺼낸 후 제1위 cannula를 장착한 소의 반추위 복낭에 잠기도록넣고 반추위에서 0, 6, 12, 24, 48 및 96시간을 배양하였다. 배양완료 시료는 수돗물에서 맑은 물이 나올 때까지 행구어 씻은 뒤 하루 동안 풍건하고 70℃ dry oven에서 3일간 건조하였다. 건조한 시료는 다시 1mm로 분쇄하여 성분분석에 사용하였다.

#### 다. 시료의 성분조사

시료의 조성분함량은 A.O.A.C(1980) 와 Vansoest(1975)방법으로 측정하였다.

라. 반추위에서 시험시료 세포벽성분의 소실율 및 유효분해도

##### (1) 건물 및 세포벽성분의 소실율

$$Disappearance\ rate\ (\%) = \frac{Initialweight(g) - Finalweight(g)}{Initialweight(g)} \times 100\%$$

##### (2) 유효분해도

실험에서 얻은 결과를 Orskov와 McDonald(1979)의 방법에 의하여 NDF, ADF DM의 유효분해율을 계산하였다. 계산공식은 I, II와 같다;

$$I. P = a + b(1 - e^{-ct})$$

P : 분해율

a : 반추위내 빨리분해되는 부분

b : 주어진 시간 내에 분해될 수 있는 부분

c : 기울기(fractional rate 의 상수 ; dilution rate)

t : 시간

계산공식 I 을 이용하여 시험시료의 반추위내 a, b, c값을 계산하였으며, 계산공식 II 를 이용하여 유효분해도를 계산하였다.

$$II. EP = a + bc / (c + k)$$

k : outflow rate (% h<sup>-1</sup>)

## 7. 사양관리

### 가. 실험기간, 장소 및 공시동물

본 실험은 한우 육성우 24두를 대상으로 1996년 4월부터 1997년 6월까지 홍천군 동면 속초리소재 한우리 영농법인에서 실시하였으며 시험개시시 거세우의 평균체중은 205kg, 비거세우의 평균체중은 225kg이었다.

### 나. 실험설계 및 사양관리

시험구 처리는 대조구, 호기성처리구와 혐기성처리구로 나누고 각각 거세우와 비

거세우그룹으로 나누어 실시하였으며, 호기성처리뒹짚과 혐기성처리뒹짚은 건물중으로 처리구에 일일 0.8kg씩 급여하였다. 공시 축은 개방 우사에서 사육하였고 비육용 배합사료를 함께 급여하였다. 시험기간동안 급여한 배합사료 및 처리뒹짚의 성분 함량은 표 3-3과 같다.

표 3-3. 급여사료의 일반조성분(in situ소화시험)

	배합사료	호기성	혐기성	뒹 짚
건물, %	87.5	47.6	45.3	85.6
		%		
조 단 백 질	14.1	7.1	6.3	4.5
조 지 방	3.2	-	-	-
NDF	28.5	71.4	68.7	75.1
ADF	11.3	51.8	45.6	51.2
ADL	-	8.8	7.0	6.1
조 회 분	6.0	9.4	7.8	9.5

#### 다. 조사항목

##### (1) 증체량

실험개시시 및 종료시 그리고 시험기간중 매 2개월마다 우형기를 이용하여 체중을 측정하여 증체량을 산출하였다

##### (2) 사료섭취량

시험개시시 및 종료시 그리고 시험기간중 6개월 간격으로 15일간 거쳐 오전 8:00시 사료급여전의 잔여량과 허실량을 측정하여 산출하였다.

### (3) 사료이용효율

사료섭취량(kg)에 증체량(kg)을 나누어 증체 1kg당 사료소요량을 계산하였다.

### (4) 혈액채취 및 분석

혈액성상 분석을 위하여 실험 개시시부터 2개월 간격으로 13시에 1회씩 육성우, 비육후기우 및 거세우의 대조구, FC구, FO구 및 Mix구에서 각각 5~7두씩 선정하여 혈액채취용 10ml vacutainer (Becton Dickinson Co. U. S. A)를 사용하여 미정맥에서 혈액을 채취하였다.

채취된 혈액은 4℃에서 12시간 정치한 후 1500rpm조건에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 혈액자동분석기(Model : Impact 400., USA)를 이용하여 total protein, albumin, glucose, blood urea nitrogen(BUN), creatinine, triglyceride, cholesterol, calcium 및 phosphorus을 분석하였다.

사양실험이 종료된 공시축은 소도체 등급 판정이 가능한 도축장에 출하하여 도살 후 도체 평가 및 도체등급 판정을 실시하였다(축협 축산물 등급판정소, 1995 ; 축산물 등급제, 1996).

## 8. 통계처리

본 실험에서 조사된 성적은 다음과 같은 선형모형을 적용하여 분석하였다.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

여기서  $Y_{ij}$  : 개별 측정치

$\mu$  : 전체평균

$T_i$  :  $i$ 번째 처리의 효과

$e_{ij}$  : 각 개체의 고유한 임의오차

### 제 3 절. 결과 및 고찰

#### 1. 표고버섯폐기물의 특성

표고버섯폐기물은 미생물에 의해 이미 상당히 부식된 상태로 그 화학 조성은 원목에 비해 상당한 차이로 나타났다(표 3-4). 혼합톱밥과 표고버섯 폐기물의 in situ 소화실험에서 표고버섯폐기물의 rumen 내 분해율은 48시간에 9.54%를 나타냄으로써 일반 톱밥의 분해율 5.59%에 비해 4%정도 높게 나타났으나 윤 등(1996)이 보고한 표고버섯재배 톱밥폐배지의 면양을 이용한 in situ 실험결과와는 상당한 차이를 나타내어 표고버섯폐기물을 사료화한다 것은 의미가 없는 것으로 판단된다(표 3-5).

표 3-4. 톱밥의 화학 조성분

	일반톱밥	표고버섯폐기물톱밥	참나무톱밥
	%		
NDF	95.16±0.9 <sup>a</sup>	83.90±1.6 <sup>c</sup>	88.77±0.4 <sup>b</sup>
ADF	74.30±0.2 <sup>a</sup>	63.82±0.7 <sup>b</sup>	74.63±0.15 <sup>a</sup>
ADL	21.8±0.2 <sup>b</sup>	23.35±0.5 <sup>a</sup>	18.00±0.17 <sup>c</sup>
Ash	0.00 <sup>a</sup>	0.13±0.1 <sup>a</sup>	0.14±0.03 <sup>a</sup>
Hmicellulose	20.86	20.08	14.14
Cellulose	52.49	40.34	56.49

(P<0.05).

표 3-5. 반추위내 배양시간에 따른 표고버섯폐기물 톱밥 및 일반톱밥의 건물 소실율

	반추위내 배양시간		
	12	24	48
일반톱밥	2.56 <sup>b</sup>	5.6 <sup>b</sup>	5.59 <sup>b</sup>
표고버섯폐기물톱밥	4.34 <sup>a</sup>	7.04 <sup>a</sup>	9.54 <sup>a</sup>

(P<0.05).

다른 한편으로 표고버섯재배과정에 표고버섯 폐기물의 건물 손실을 감안하여 추정된 결과를 고찰하여 보면 lignin함량은 17.5%를 나타내 상술한 버섯균의 특성대로 리그닌이 분해되지 않았으며 오히려 cellulose의 함량이 30.2%로 원목의 56.4%보다 현저히 낮게 나타나 표고버섯재배과정에 나무중의 cellulose가 많이 이용되는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 표고버섯균이 나무중의 섬유소를 많이 이용하는 것으로 인정된다(표 3-6).

표 3-6. 건물 소실을 보완한 톱밥의 화학조성분

	일반톱밥	표고버섯폐기물톱밥 <sup>1)</sup>	참나무톱밥
	%		
NDF	95.16	62.96	88.77
ADF	74.30	47.87	74.63
ADL	21.81	17.51	18.00
Ash	0.00	0.10	0.14
Hemicellulose	20.86	15.06	14.14
Cellulose	52.49	30.26	56.49

<sup>1)</sup> 건물 × .75

표고버섯폐기물에 서식하고 있는 미생물에 대한 현미경관찰에서 그림 3-1과 같이 폐기물표면에서는 모종의 곰팡이 군사가 관찰되었고(세균에 대한 분리동정이 요

구됨), 변재부부식층에서는 표고버섯균사가 생존하고 있음을 관찰할 수 없었으며(그림 3-2), 변재부미부식층에서 표고균사가 확연히 생존하고 있음을 관찰할 수 있었고(그림 3-3), 심재부에서는 어떠한 균사든지 발견할 수 없었다(그림 3-4). 이러한 특성은 표고버섯균의 성장습성과 알맞으며(정 등, 1967) 공기의 결핍은 표고균사의 성장을 저해함을 알 수 있었다. 또 부식층은 버섯균에 의해 원래식물세포의 형태를 잃고 있는데 이것은 세포벽성분이 버섯균에 의해 분해되었음을 시사한다.

또한 표고버섯폐기목을 톱밥으로 만들고 26℃ 항온기에서 7일간 배양할 시 표고버섯균사가 활발히 발현됨을 관찰할 수 있었던 것(그림 3-5)은 충분한 공기와의 접촉으로 잔존하고 있던 표고버섯균사들의 생장이 활발해졌을 것으로 추정된다.

이와 같이 표고버섯폐기물중에 잔존하고 있는 표고버섯균사가 적당한 조건하에 활발하게 발현할 수 있으므로 저질조사료버섯균처리 집중원으로 이용할 수 있음을 시사한다.

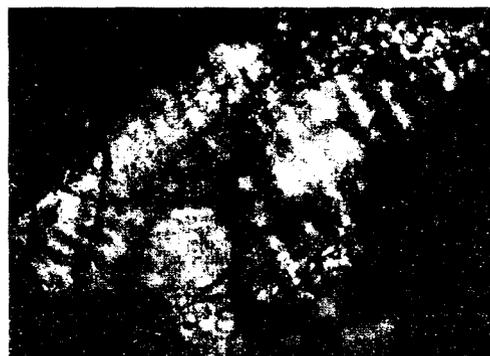


그림 3-1. 표고버섯폐기물 표면층의 곰팡이 균사

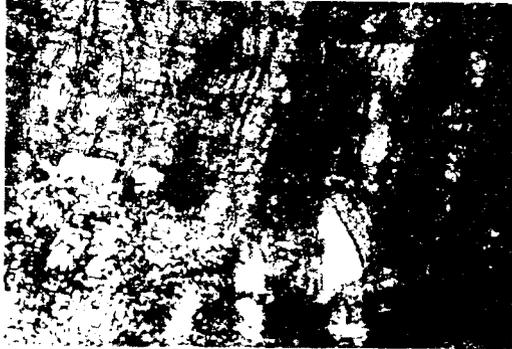


그림 3-2. 표고버섯폐기물 변재부 부식층



그림 3-3. 표고버섯폐기물 변재부 미부식층의 표고버섯 균사



그림 3-4. 표고버섯폐기목 심재부형태



그림 3-5 1주간 향온배양한 표고버섯폐기목 톱밥의 버섯균사 발현형태

## 2. 혐기성처리뽕짚의 일반성분변화 및 발효제의 영향

시료와 일반 톱밥의 혐기성발효과정중의 pH 변화와 뽕짚 및 혐기성처리후 시료들의 조성분함량은 그림 3-6과 표 3-7과 같다;

혐기성 발효과정중 시료의 pH는 6일째에 5.03으로 떨어졌으며 표고버섯균사 발현에 적합한 산성조건(Hiroe 과 Kamiyoshi 등, 1937)을 구비하였다. 표고버섯균의 원래의 숙주인 나무의 특성을 알기 위하여 동시에 혼합톱밥을 발효제로 혐기성처리를 하여 pH변화를 관찰한 결과 처리전의 pH와 처리후의 pH는 큰 차이가 없었으며 발효제는 톱밥배지에서 작용이 크지 않음을 나타냈고 톱밥중의 탄닌산 등이 미생물의 작용을 억제하고 있기 때문으로 추정된다.

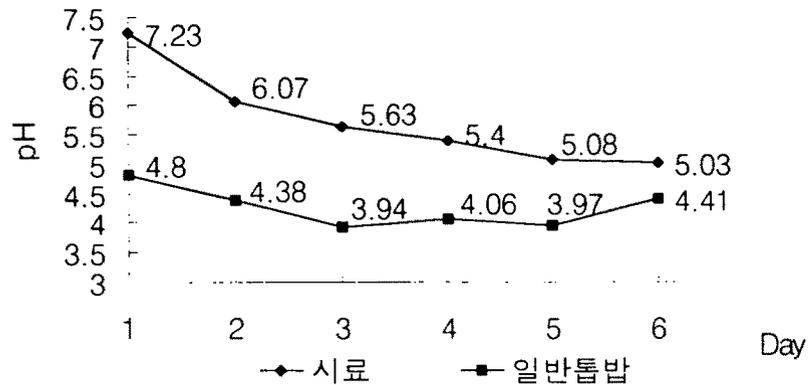


그림 3-6. 시료와 일반톱밥의 혐기성 발효과정중 pH변화

표 3-7. 생물학적 처리에 의한 볏짚의 화학 조성분 변화

	볏 짚	대조구	%	
			혐기성발효	호기성발효
NDF	75.10±0.3 <sup>a</sup>	66.47±0.9 <sup>c</sup>	68.68±1.0 <sup>c</sup>	71.45±1.2 <sup>b</sup>
ADF	51.24±0.07 <sup>a</sup>	42.19±0.5 <sup>c</sup>	45.58±0.2 <sup>b</sup>	51.87±0.4 <sup>a</sup>
ADL	6.10±0.05 <sup>c</sup>	6.30±0.08 <sup>c</sup>	7.04±0.4 <sup>b</sup>	8.82±0.13 <sup>a</sup>
조회분	9.56±0.03 <sup>a</sup>	7.03±0.12 <sup>c</sup>	7.78±0.3 <sup>b</sup>	9.44±0.2 <sup>a</sup>
Hemicellulose	23.86	24.28	23.18	19.58
Cellulose	35.58	28.86	30.68	33.61
조단백질	4.54±0.02 <sup>c</sup>	6.22±0.04 <sup>b</sup>	6.28±0.06 <sup>b</sup>	7.11±0.2 <sup>a</sup>

(P<0.05)

혐기성 발효를 거친 시험시료에 표고버섯폐기물 톱밥을 첨가하고 호기성처리를 실시할 시 처리개시 3일후에 시료표면에 곰팡이균사가 생겨나고(그림. 3-7) 일부 부패가 일어났지만 7일후부터는 곰팡이균사가 사라지고 더 이상 외관상의 부패가 일어나지 않았다. 그 확실한 원인은 밝힐 수 없지만 곰팡이균사의 발생은 표고버섯 폐기물의 혼합시에 잡균의 침입으로 유발되었을 것으로 추측되며, 부패가 억제된



그림 3-7. 호기성배양 3일째 시험시료중의 곰팡이균사 발현형태

것은 발효제중의 *lactobacillus*, *saccharomomyces* 속의 균에 의한 lactate, 소량의 알코올 및 통성혐기성균인 *penicillum*속의 균에 의한 항생제의 생성에 기인되는 것으로 추측되며, 다른 한편으로는 시료중의 가용성영양소의 고갈에도 관련이 있는 것으로 추정된다.



그림 3-8. 벚짚세포내의 버섯균사 침투 형태



그림 3-9. 호기성 배양시 시험사료중의 표고버섯균사발현 형태

호기성처리 2주후에 시료뿔짚 세포내에 표고버섯 균사가 침투되고 세포벽을 깨뜨리고 지나감을 400배 현미경하에서 관찰할 수 있었으며(그림 3-8) 호기성처리과정에서 호기성인 표고버섯균이 뿔짚을 분해 이용하여 성장하고 있음을 시사한다.

처리후의 시료들의 조성분의 함량을 보면 호기성처리시료에서 NDF, ADF, ADL, Ash의 함량이 증가하고 hemicellulose의 함량이 현저히 감소되었는데, 이는 Takikawashi (1992), 山川 등(1992)이 뿔짚에 *pleurotus ostreatus* 종속의 부동한 버섯균을 접종하여 관찰한 결과와 유사하며 ADL의 증가는 배양 30일까지 증가(7%-9%-4%) 하다가 그 후로는 서서히 감소하였다는 山川 등(1992)의 실험결과와 유사하였다. 또한 호기성처리시료의 세포벽성분함량의 증가는 Takikawashi (1992) 등의 뿔짚에 느타리버섯균을 접종하고 120일간 배양시 건물손실율이 20%에 달한다는 보고와 같이 호기성처리 과정의 건물손실이 세포벽성분함량변화에 영향을 미쳤을 것으로 추정된다.

호기성 및 혐기성처리과정에서 silica의 함량이 변하지 않는다고 가정을 할 때, 호기성처리 과정 및 혐기성발효과정의 건물손실율을 계산할 수 있으며(대조구의 건물중 silica함량/ 처리구의 건물중 silica의 함량) 그 손실율은 대략 25% 및 10% 정도로 된다. 따라서 표 3-8과 같은 결론을 얻을 수 있다.

표 3-8에서 보는바와 같이 발효 호기성처리 및 혐기성처리에 의한 건물손실량을 감안하여 고찰하였을 때 NDF함량은 현저히 감소하였고, ADL함량은 큰 차이가 없다. 이로 미루어 세포벽성분의 감소는 주로 다량의 hemicellulose 분해와 소량의 cellulose 분해로 기인됨을 알 수 있다. 조단백질함량의 감소는 발효 및 건조과정에서 발생한 암모니아태 질소의 손실에 기인된 것으로 판단된다. 결과적으로 호기성처리과정중에서 뿔짚세포벽성분에 대한 미생물의 분해작용이 확인되었으며 혐기상태에 비해 그 작용이 현저히 큼을 알 수 있었고 리그닌이나 실리카 자체에 대해서는 미생물의 분해 작용이 극히 미약했던 것으로 판단된다.

표 3-8. 건물소실을 보완한 시험사료의 화학조성분 변화

	벧 짚	대조구	%	
			혐기성발효	호기성발효
NDF	75.10	66.47	61.81	53.58
ADF	51.24	42.19	41.02	38.90
ADL	6.10	6.30	6.33	6.62
Ash	9.56	7.03	7.00	7.08
Hemicellulose	23.86	24.28	20.86	14.68
Cellulose	35.58	28.86	27.61	25.20
조단백질	4.54	6.22	5.65	5.33

실제로 표고버섯균이 벧짚중의 리그닌을 확실히 분해 이용한다는 보고는 아직 찾아볼 수 없으며 앞에서 표고버섯폐기물 중의 리그닌의 함량이 상당히 높은 점을 미루어 보아도 표고버섯균이 나무중의 리그닌을 분해 이용한다기보다는 세포벽의 구성성분으로서의 리그닌의 골격작용을 약화시켜 세포벽구조의 분해를 초래한다고 보는 것이 더 적절하다고 생각된다.

처리사료의 세포벽성분의 반추위내 배양시간(0, 6, 12, 24, 48 및 96시간)에 따르는 소실율을 분석한 결과는 표 3-9, 3-10, 3-11과 같다;

표 3-9. 반추위내 배양시간에 따른 시험사료의 건물소실율

	반추위내 배양시간				
	6	12	24	48	96
대조구	9.2 <sup>a</sup>	17.1 <sup>a</sup>	27.5 <sup>o</sup>	43.8 <sup>o</sup>	54.5 <sup>o</sup>
호기성처리구	5.1 <sup>b</sup>	16.3 <sup>a</sup>	30.2 <sup>a</sup>	51.8 <sup>a</sup>	63.4 <sup>a</sup>
혐기성처리구	7.8 <sup>b</sup>	14.7 <sup>a</sup>	24.4 <sup>c</sup>	40.5 <sup>c</sup>	52.3 <sup>c</sup>

(P<0.01)

반추위내 시험시료의 건물소실율은 배양 6시간에는 대조구가 9.2%로 제일 높았고, 배양 12시간에도 대조구가 높은 경향을 나타냈으나 유의적으로 높지 못하였으며, 혐기성미생물처리구는 반추위내 배양24시간에 30.2%로 혐기성발효구 및 대조구에 비해 현저히 증가하는 경향을 보였으며( $P<0.01$ ), 배양 48시간에 총 건물량의 51.84%가 소실되어 대조구 43.8%에 비해 8%정도 높게 나타났고( $P<0.01$ ), 96시간에는 63.37%의 높은 수준을 나타내어 대조구의 54.5%보다 9%전후 높게 나타났다( $P<0.01$ ). 이는 고 등(1995)이 요소처리볏짚의 in situ소화실험에서 반추위내 배양48시간에 56.2%로 대조구41.3%보다 높게 나타났다는 결과보다 수치상 낮게 나타났으나 본 실험에서는 0시간때 소실율을 세척에 의한 손실로 인정하고 시간별소실율을 보정하였기에 48시간때의 소실율이 고 등(1995)의 결과보다 훨씬 높게 나타난 것으로 판단된다. 이러한 차이들은 세척방법에 의한 요인(Kempton 등, 1980)뿐만아니라 시료종류에 대한 요인(Ørskov와 McDonald, 1979)이 큰 영향을 미친 것으로 사료된다.

이와 같은 결과는 혐기성처리과정중에서 가용성영양소의 손실로 반추위내에서 빨리 분해될 수 있는 성분이 적어졌기 때문에 첫 6시간에는 소실율이 낮게 나타났음을 알 수 있고 대신 서서히 분해될 수 있는 부분이 증가되었을 것으로 판단된다.

다른 한편으로 혐기성 발효구는 시종 낮은 소실율을 나타내며 대조구와 큰 차이를 보이지 않음은 반추위내 건물소실율의 증가는 혐기성발효 보다는 호기성처리에 기인된 것임을 알 수 있다(표 3-9).

반추위내 처리시료시료의 서서히 분해되는 부분의 증가여부에 대해서는 처리시료의 NDF 및 ADF 소실율로부터 고찰할 수 있다.

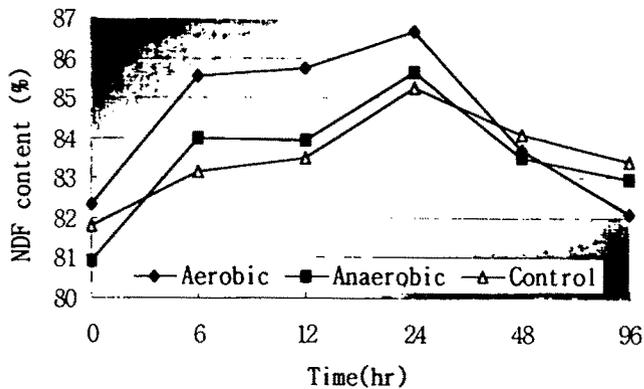
표 3-10. 반추위내 배양시간에 따른 시험사료 NDF소실율

	반추위내 배양시간				
	6	12	24	48	96
대조구	7.7 <sup>a</sup>	15.4 <sup>a</sup>	24.9 <sup>b</sup>	42.3 <sup>b</sup>	53.6 <sup>b</sup>
호기성처리구	1.5 <sup>b</sup>	12.8 <sup>a</sup>	26.6 <sup>a</sup>	51.1 <sup>a</sup>	63.5 <sup>a</sup>
혐기성처리구	4.3 <sup>ab</sup>	11.6 <sup>a</sup>	19.9 <sup>b</sup>	38.6 <sup>c</sup>	51.1 <sup>c</sup>

(P<0.01).

시험사료의 반추위내 NDF 소실율은 건물소실율과 유사한 경향으로 나타났으며, 호기성처리사료는 6시간에 1.5%로 거의 분해되지 않았지만 대조구는 7.7%로 높았는데 대조구가 6시간때의 소실율을 보인 것은 주로 대조구중의 hemicellulose의 함량이 처리구보다 높았던데(표 3-8) 기인되는 것으로 사료된다. 반추위내 배양12시간에는 대조구가 높은 소실율을 보였지만 유의성은 없었고, 배양 24시간부터 호기성처리사료의 NDF 소실율이 26.6%로 대조구에 비해 유의적으로 높아지는 경향을 나타냈다. 배양 48시간에는 호기성미생물처리구가 51.1%로 대조구보다 9%정도 높게 나타났고(P<0.01), 배양 96시간에는 63.5%로 대조구에 비해 10%정도 높게 나타났음을 관찰할 수 있었다(P<0.01).

혐기성발효구의 NDF소실율은 반추위내 배양과정에 시종 낮은 수준으로 나타나 혐기성 발효는 벚짚세포벽성분의 분해에 영향을 미치지 못하는 것으로 판단된다(표 3-10).



3-10. 반추위내 배양시간에 따른 시험사료의 NDF함량 변화

그림 3-10 에서 반추위내 배양시간에 따라 처리사료의 NDF의 함량은 배양 24시간까지 건물손실과 함께 모두 서서히 증가하나 24시간이후부터는 모두 감소되며, 이는 반추위내에서 사료세포벽 및 세포내에 대량의 미생물이 침입되고 세척과정에 완전히 제거되지 않기 때문으로 추정되며 이와같은 현상은 기타 실험에서 반추위내 배양시간이 흐름에 따라 시험사료중의 단백질함량이 증가하는 사실로 부터 확인 할 수 있다. 이러한 현상은 저질조사료의 in situ소화실험에서 반드시 감안되어야 할 부분으로 인정된다.

반추위내 배양 24시간 이후에 호기성처리 사료의 NDF함량이 기타 처리구보다 급속히 감소한 것은 반추위내 미생물의 침투가 더 많이 일어났을 것으로 판단되며 반추위 미생물에 의한 세포벽분해가 활발히 진행됨을 시사한다. 그러나 이에 대해서는 별도의 심층적인 실험이 필요할 것으로 판단된다.

한편 대조구의 NDF의 함량이 배양 6시간까지 호기성처리구 및 혐기성처리구에 비해 낮은폭으로 증가함은 사료중의 hemicellulose의 신속한 분해를 동반하기 때문

으로 사료된다(그림 3-11).

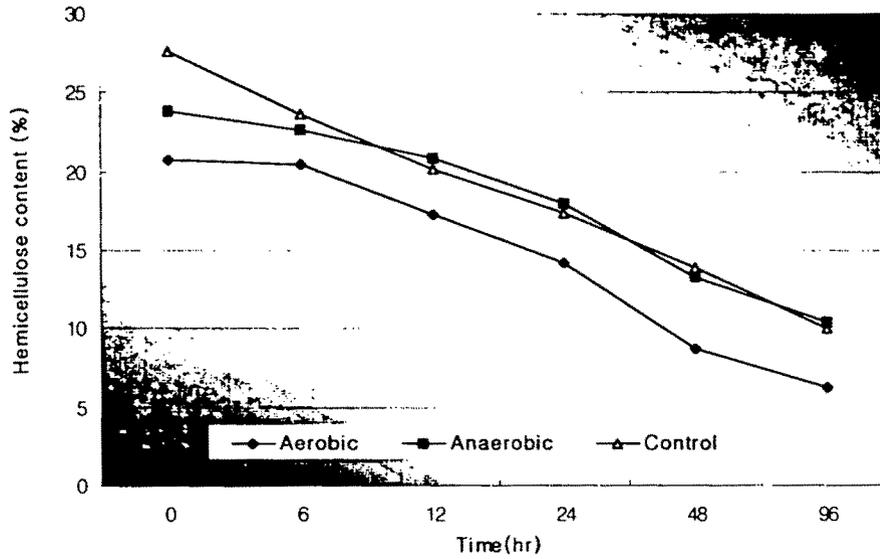


그림 3-11. 반추위내 배양시간에 따른 시험시료 hemicellulose의 함량 변화

표 3-11. 반추위내 배양시간에 따른 시험시료 ADF소실율

	반추위내 배양시간				
	6	12	24	48	96
대조구	3.4 <sup>a</sup>	9.5 <sup>a</sup>	18.1 <sup>b</sup>	38.5 <sup>b</sup>	48.4 <sup>b</sup>
호기성처리구	1.5 <sup>a</sup>	11.5 <sup>a</sup>	24.9 <sup>a</sup>	48.8 <sup>a</sup>	61.5 <sup>a</sup>
혐기성처리구	3.9 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	18.0 <sup>b</sup>	36.2 <sup>b</sup>	48.9 <sup>b</sup>

(P<0.01)

표 3-11은 시료중의 ADF가 반추위 내에서 소실되는 양태이다. 세포벽 성분 중에서 ADF는 분해되기 어려운 성분임에도 불구하고 본 실험에서는 호기성미생물처리구가 배양 12시간부터(11.5%) 대조구(9.5%) 및 혐기성처리구(11.2%)보다 증가하는 경향을 보였고( $P>0.05$ ) 배양 24시간부터 ADF소실율은 호기성처리구(24.9%)가 대조구(18.1%) 및 혐기성발효구(18.0%)보다 현저히 증가하였으며( $P<0.01$ ) 배양 48시간에는 대조구에 비해 10.3%, 배양 96시간에는 13%나 증가되어( $P<0.01$ ) 61.46%가 소실됨을 관찰할 수 있었다. 본 실험에서 혐기성발효구는 대조구와 시종 유의적인 차이를 나타내지 않았으므로 ADF소실율의 증가도 호기성처리에 의한 것임을 확인할 수 있었다.

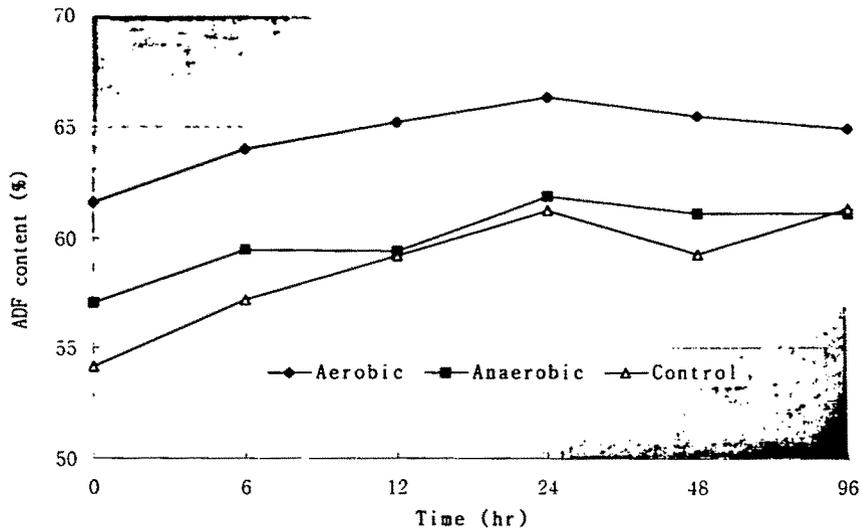


그림 3-12. 반추위내 배양시간에 따른 시험사료의 ADF함량 변화

반추위내 호기성처리사료의 ADF함량변화는 건물손실에 따라 급격한 변화를 보이지 않는 것은(그림3-12) 건물소실과 함께 ADF소실이 많이 일어나며, 배양 24시간후 서서히 낮아짐은 미생물의 침투가 증가되기때문으로 사료된다. 호기성처리사료의 ADF함량변화는 항상 대조구에 비해 높은 수준에 있는 것은 처리 사료중의 ADF함량이 높았기때문으로 인정되지만 그로 인한 전체 건물소실율은 영향 받지 않는 것으로 나타났다(그림 3-12).

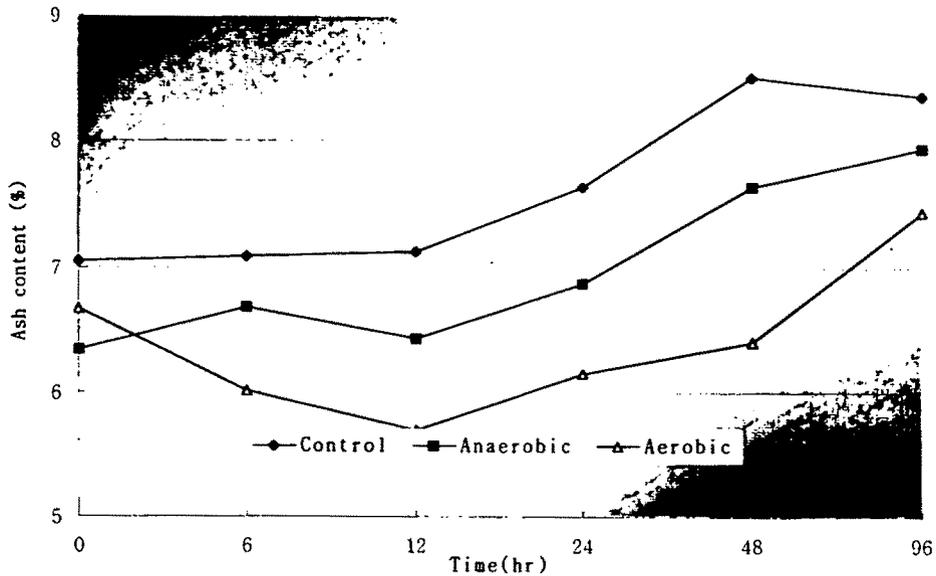


그림 3-13. 반추위내 배양시간에 따른 시험사료의 Ash함량 변화

반추위내 처리사료들의 ash함량 변화를 보면 호기성처리구가 반추위 배양 6시간 부터 현저히 낮아지는 경향을 보였고 그 뒤로 줄곧 낮은 수준이었는데 이는 호기성 미생물처리과정에 세포벽구조가 다소 파괴되어 반추위내 배양초기부터 미생물 침습에 의해 빨리 탈락되었기 때문인 것으로 사료되며 배양 48시간부터 급격히 상승추세를 보인 것은 건물소실율이 대조구 및 혐기성발효구에 비해 높았졌기 때문으로 추정된다(그림 3-13).

이와같은 결과로부터 호기성미생물처리사료의 ADF함량이 증가했음에도 불구하고 반추위내 분해율이 증가한 것은 호기성처리과정에 hemicellulose 및 cellulose의 분해로 벚짚세포벽을 구성하던 ligno-cellulose의 구조형태 혹은 화학적 구조 (Iiyama 등, 1994)가 파괴되어 반추위내 미생물이 벚짚세포벽내부로의 침입 혹은 부

착이 용이해지고 작용면적이 커짐에 따라 구조성 탄수화물인 cellulose의 분해이용이 용이하게 되었기 때문인 것으로 사료되며, 소량의 silica도 함께 탈락 소실되기 때문이라고 생각되지만 확실한 실태에 대해서는 전자현미경하에서의 관찰이 필요하다고 판단된다. 다른 한편으로 호기성발효과정에 반추위미생물의 작용을 저해하던 규틴막이 파괴된 데(Sebastian과 Kolattukudy, 1988)도 일부 연관이 있다고 생각된다.

이러한 결과는 吉田 등(1996)의 효소법에 의한 결과나 Streeter 등(1982)의 *in vitro*실험에 의한 결과와 유사하나 호기성처리 벚짚에 대한 *in situ*실험결과는 아직 찾아볼 수 없으므로 비교 고찰하기 어려웠다.

또한 본 실험에서 ADF의 분해는 반추위내 배양 6시간부터 48시간내에 빠른 속도로 일어났고 그후 점차 느려졌으며 배양 48시간에 분해 가능한 부분의 80%정도가 소실되었다. 이는 Hungate 등(1966)의 조사료의 제1위의 전이시간이 소에서 1.3-3.7일로서 평균 2.1-2.7일(50-60시간)이 걸린다는 보고와 시간상과 맞먹음으로 본 실험의 ADF의 반추위내 분해양상은 유효하다고 판단할 수 있다.

반추위내 사료분해율은 반추위내 전이속도에 의해 크게 좌우되므로 반추위 내에서의 사료의 분해율 측정은 반드시 전이속도를 함께 고려하지 않을 수 없다. 따라서 Ørskov와 McDonald 등(1979)은 *in situ*소화실험에서의 유효분해도 추정방안을 제시하였고 본 실험에서 그 방법을 채용하여 호기성처리벚짚의 반추위내 유효분해도를 추정하였으며 그 결과는 표 3-12, 3-13, 3-14과 같다.

반추위내 유효분해도 계산에서 a값은 Ørskov 등(1980)이 보고한 바와 같이 반추위내에서 신속히 분해되거나 또는 세척에 의해서 nylon bag으로부터 단순하게 소실될 수 있는 부분으로 추정되며, b값은 주어진시간내에 서서히 분해될 수 있는 부

분으로 a+b는 사료의 잠재적 분해율 또는 잠재적 소화율을 나타낸다.

표 3-12. 반추위내 시험사료의 건물 유효분해도

	요인			유효분해도 <sup>1)</sup>		
	a <sup>2)</sup>	b <sup>3)</sup>	c <sup>4)</sup>	0.02	0.05	0.08
대조구	26.8	40.4	0.034	52.2	43.1	38.8
호기성처리구	19.3	53.1	0.036	53.5	41.6	35.8
혐기성처리구	24.4	40.1	0.031	48.5	39.8	35.6

<sup>1)</sup> : 반추위내 전이속도(k) 0.02, 0.05 및 0.08%h<sup>-1</sup>에 따르는 유효분해도

<sup>2)</sup> : 반추위내 빨리분해되는 부분

<sup>3)</sup> : 주어진 시간내 서서히 분해되는 부분

<sup>4)</sup> : 분해상수 또는 기울기

표 3-12에서 나타난바와 같이 시험사료들의 건물유효분해도 계산에서 반추위내 빨리분해될 수 있는 부분인 a값은 대조구 및 혐기성처리구가 각각 26.8%, 24.4%로 호기성처리구의 19.3%보다 현저히 높게 나타나 호기성처리과정의 가용성물질의 손실이 많았던 것으로 판단되나 잠재적소화율(a+b)은 호기성미생물처리구가 72.4%로 대조구 및 혐기성처리구의 67.2%, 64.5%보다 높게 나타났으며 그 이유는 반추위내 서서히 분해되는 부분 b가 현저히 증가되었기 때문으로 사료된다. 이러한 결과는 고 등(1995)이 생볏짚 및 뇨소처리볏짚의 in situ소화실험에서 잠재적분해율 또는 잠재적소화율이 각각 53.9%, 60.7%로 나타난 결과보다도 훨씬 높은 것으로 사료된다. 시험사료들의 c값은 반추위내 분해속도를 의미 하며 호기성처리구가 3.6%h<sup>-1</sup>로 대조구 및 혐기성처리구의 3.4%h<sup>-1</sup>, 3.1%h<sup>-1</sup>보다 다소 높게 나타났다. 전체 건물소실율은 전이 속도가 시간당 2%일 때 호기성처리구가 다소 높은 경향을

보였으나 서서히 분해될 수 있는 부분이 대조구에 비해 현저히 높음에도 불구하고 전이속도가 그보다 빠를 경우 대조구에 비해 낮아지는 경향을 보였다.

표 3-13. 반추위내 시험사료의 NDF 유효분해도

	요인			유효분해도 <sup>1)</sup>		
	a <sup>2)</sup>	b <sup>3)</sup>	c <sup>4)</sup>	0.02	0.05	0.08
대조구	9.0	49.9	0.032	39.8	28.5	23.3
호기성처리구	0.9	63.9	0.035	41.7	27.3	20.5
혐기성처리구	8.7	48.5	0.029	37.7	26.8	21.8

<sup>1)</sup> : 반추위내 전이속도(k) 0.02, 0.05 및 0.08%h<sup>-1</sup>에 따르는 유효분해도

<sup>2)</sup> : 반추위내 빨리분해되는 부분

<sup>3)</sup> : 주어진 시간내 서서히 분해되는 부분

<sup>4)</sup> : 분해상수 또는 기울기

표 3-13에 나타난 바와같이 호기성미생물처리과정에 hemicellulose의 분해가 많이 일어남에 따라 호기성 처리사료의 NDF중에 반추위내 빨리분해될 수 있는 부분 a값은 0.9%로 대조구 및 혐기성발효구의 9% 및 8.7%보다 현저히 낮게 나타났으나 세포벽성분의 잠재적 분해율 또는 잠재적소화율 a+b는 호기성처리구가 64.8%로 대조구 및 혐기성발효구의 58.9% 및 57.2%보다 증가되었음을 나타냈으며 이는 호기성처리사료 세포벽성분중의 서서히 분해될 수 있는 부분 b가 증가 되었기 때문이다. 시험사료의 NDF의 유효분해도는 반추위내용물의 전이속도가 시간당 2%일때 호기성미생물처리별질의 NDF의 유효분해도가 41.7%로 대조구 및 혐기성처리구의 39.8%, 37.7%에 비해 높은 경향을 보였으며 반추위내 전이속도가 그보다 빠를 경우 호기성처리사료의 NDF 유효분해도는 대조구에 비해 낮게 나타났다. 이는 호기

성처리시료의 a값이 대조구에 비해 현저히 낮는데 기인되는 것으로 판단된다.

혐기성처리시료의 건물 유효분해도 및 세포벽성분의 유효분해도는 모두 반추위 전이속도에 관계없이 대조구에 비해 낮게 나타나므로 처리효과가 없는 것으로 나타났다.

표 3-14. 반추위내 시험사료의 ADF유효 분해도

	요인			유효분해도 <sup>1)</sup>		
	a <sup>2)</sup>	b <sup>3)</sup>	c <sup>4)</sup>	0.02	0.05	0.08
대조구	1.1	51.2	0.033	32.6	21.4	16.1
호기성처리구	1.8	63.7	0.034	41.9	27.6	20.8
혐기성처리구	3.3	49.2	0.028	32.1	21.1	16.1

<sup>1)</sup> : 반추위내 전이속도(k) 0.02, 0.05 및 0.08%h<sup>-1</sup>에 따르는 유효분해도

<sup>2)</sup> : 반추위내 빨리분해되는 부분

<sup>3)</sup> : 주어진 시간내 서서히 분해되는 부분

<sup>4)</sup> : 분해상수 또는 기울기

호기성처리시료가 반추위내 빨리분해되는 가용성건물이 대조구 및 혐기성처리구 보다 현저히 낮음에도 불구하고 반추위내 배양시간에 따르는 건물소실율이 현저히 증가됨은 볏짚 세포벽성분중의 ADF분해율이 증가되었기 때문으로 인정되며 그 조사결과는 표 3-14과 같다.

반추위내 빨리분해될 수 있는 부분 a값은 대조구, 호기성발효구 및 혐기성발효구가 각각 1.1, 1.8, 3.3%로 나타나 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 없었으며 호기성처리시료의 ADF 잠재적분해율 또는 잠재적소화율(a+b)은 65.5%로 대조구 및 혐기성처리구의 52.3%, 52.5%에 비해 13%나 증가되었음을 관찰할 수 있었다.

또한 반추위내 ADF 분해상수 c값도 호기성미생물처리구가 3.4%으로 대조구 및 혐기성처리구에 비해 높은 경향을 보여 반추위내용물의 전이 속도에따르는 유효분해도는  $2\%h^{-1}$ 에서 호기성미생물처리구가 41.9%로 대조구 및 혐기성처리구의 32.6%, 32.1%에 비해 현저히 높은 수준으로 나타났고  $0.05\%h^{-1}$  및  $0.08\%h^{-1}$ 의 전이속도에 따르는 추정값에서도 모두 호기성처리구가 대조구에 비해 높게 나타났다.

이러한 결과는 吉田 등(1996)이 느타리버섯균처리밀짚의 in vitro시험에서 처리밀짚의 cellulose 및 silica의 함량이 48.7%, 4.1%로 무처리밀짚(37.2%,3.0%)보다 높았음에도 불구하고 세포벽성분의 당화도(Ce-DMD)가 50.9%로 무처리밀짚(18.6%)보다 현저히 증가되었다는 보고와 유사하다.

이상의 결과로부터 호기성처리는 볏짚사료의 반추위내 ADF분해율을 제고 시킬 수 있는 것으로 판단되며, 호기성처리사료의 리그닌 및 실리카의 함량이 대조구보다도 훨씬 높았음에도 불구하고 세포벽성분의 반추위내 분해율이 증가함은 호기성 처리로 볏짚중의 리그닌이나 실리카의 분해보다는 세포벽다당류와의 결합상태 혹은 세포벽을 구성하는 구조상태가 변화되었기 때문으로 추정된다. 이는 川村 등(1995)이 ligno-cellulose의 결합형태로부터 고찰한 세포벽성분의 분해특성과 유사한 것으로 인정된다.

### 3. 증체량 및 사료효율

표 3-15와 같이 시험기간동안 호기성처리사료 및 혐기성처리사료는 일일 0.8kg(DM)씩 일정량 급여하였으며 농수사료 및 볏짚은 자유 채식토록하였다. 따라서 각 처리구의 평균 사료섭취량을 조사한 결과 비거세우에서 호기성처리구의 일일

사료섭취량이 8.99kg으로 대조구 및 혐기성처리구의 9.1kg 및 9.2kg에 비해 다소 낮은 경향으로 나타났으나 유의적인 차이는 인정되지 않았으며, 거세우에서는 호기성처리구의 사료섭취량이 8.4kg으로 대조구 및 혐기성구의 8.2kg 및 8.1kg에 비해 다소 높은 경향을 보였으나 역시 유의적인 차이는 없었다. 이는 이 등(1982)과 Takikawashi 등(1992)이 느타리버섯균처리뽕의 기호성이 비교적 양호하고 섭취량이 증가한다는 보고와 유사하였다.

표 3-15. 발효뽕 급여가 사료섭취량에 미치는 영향

	비거세우			거세우		
	대조구	혐기성	호기성	대조구	혐기성	호기성
건물섭취량, kg/두/일						
뽕 짚, kg	1.76	0.83	0.78	1.79	0.78	0.69
처리뽕짚, kg	-	0.80	0.80	-	0.80	0.80
배합사료, kg	7.34	7.21	7.44	6.39	6.88	6.57
총건물섭취량, kg	9.10	8.99	8.84	8.18	8.06	8.46
사료효율	11.0	10.7	12.1	9.6	8.9	12.4

시험기간중 비거세우에서는 평균 일당 증체량이 호기성처리구가 0.84kg으로 혐기성처리구의 0.73kg에 비해 현저히 높고( $P<0.05$ ) 대조구에 비해 다소 증가하는 경향을 보였으나 대조구와 호기성처리구간에 유의성은 없었으며, 거세우에서도 평균 일당 증체량이 호기성처리구가 0.9kg으로 혐기성처리구의 0.68kg에 비해 현저히 높게 나타났고( $P<0.05$ ) 대조구의 0.85kg에 비해 다소 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다(표 3-16). 이는 이 등(1982)의 느타리버섯균처리뽕의 급여가 한우 비육우의 일당 증체량을 증가시킨다는 보고와 유사하나 혐기성처리 뽕짚의

급여가 일당증체량이 낮아지는 원인 대해서는 별도의 시험이 필요한 것으로 생각된다.

표 3-16 발효볏짚 급여가 일일증체량에 미치는 영향

	비거세우			거세우		
	대조구	호기성	혐기성	대조구	호기성	혐기성
개시체중, kg	215	229	231	204	222	189
종료체중, kg	517	534	496	512	527	437
일당증체량, kg	$0.83 \pm 0.05^a$	$0.84 \pm 0.08^a$	$0.73 \pm 0.16^b$	$0.85 \pm 0.04^a$	$0.9 \pm 0.04^a$	$0.68 \pm 0.07^b$

(P<0.05)

통계적인 유의성은 없으나 사료효율은 비거세우에서 호기성 처리구가 10.7로 대조구 및 혐기성처리구의 11.0 및 12.1에 비해 낮게 나타나 호기성처리볏짚의 급여로 사료효율이 개선되는 것으로 타나났으며, 거세우에서도 호기성처리구가 8.9로 대조구 및 혐기성처리구의 9.6 및 12.4에 비해 낮게 나타나 호기성처리볏짚의 급여로 거세우에 있어서도 사료효율이 다소 개선되는 경향을 보였다(표 3-15). 이는 호기성처리볏짚의 반추위내 분해율 검토에서 호기성처리시료의 반추위내 분해율이 대조구 및 혐기성 처리볏짚에 비해 현저히 높게 나타난 것으로부터 호기성처리볏짚의 사료효율을 향상시켰을 것으로 추정되며, 또한 이 등(1982)이 느타리버섯균처리 볏짚의 사료효율이 사료효율이 좋았다는 보고와도 유사한 것으로 인정된다. 혐기성 처리구는 호기성처리구 및 대조구에 비해 사료효율이 떨어지는 것으로 나타났으며 이와같은 결과는 처리사료의 반추위내 분해율 검토에서 나타난 바와 같이 볏짚에 대한 혐기성 발효처리는 소화율에 큰 영향을 미치지 못하여 사료효율도 높지 못한 결과를 나타낸 것으로 추정된다.

#### 4. 혈액성상

호기성처리 벚짚 및 혐기성처리벚짚의 급여는 대조구와 같이 혈액성분상에 현저한 변화를 나타내지 않았으며, 모두 정상치 범위 내였다(표 3-17). 이는 호기성처리 벚짚 및 혐기성처리벚짚의 급여는 가축의 체내영양소대사에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료되며, 비거세우 및 거세우에서 혈액중의 BUN의 함량이 호기성처리구가 6.8mg/dℓ 및 8.5mg/dℓ로 대조구의 9.4mg/dℓ 및 9.2mg/dℓ에 비해 다소 낮은 경향을 나타낸 호기성처리구의 육성기의 일당중체량이 높았던 결과와 연관되는 것으로 추정지만 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 각 처리구간 혈액중의 albumin, calcium, cholesterol, creatinine, phosphorus, total protein 및 triglyceride 등은 처리간의 다소 높고 낮은 차이를 나타내지만 모두 정상범위내에 있었으며 처리간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 다른 한편으로 발효처리과정에 생성될 수 있는 유독 물질이 가축의 정상적인 생리활동에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 인정되며, 호기성처리 벚짚은 청정 쇠고기생산에 양호한 저질조사료원으로 이용할 수 있는 것으로 사료된다.

표 3-17. 발효벚짚급여가 비거세우 혈액성상에 미치는 영향

	비거세우			거세우		
	대조구	호기성	혐기성	대조구	호기성	혐기성
Albumin, g/dℓ	3.6	4.0	3.7	4.1	3.6	3.8
BUN, mg/dℓ	9.4	6.8	5.4	9.2	8.5	7.3
Calcium, mg/dℓ	10.1	11.8	10.9	10.6	11.2	10.5
Cholesterol, mg/dℓ	99.0	86.0	86.0	88.3	98.5	77.5
Creatinine, mg/dℓ	1.1	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3
Glucose, mg/dℓ	66.8	53.0	77.0	56.9	65.3	68.5
Phosphorus, mg/dℓ	11.8	9.1	8.1	11.2	9.0	8.0
Total protein, g/dℓ	6.7	6.6	6.7	6.3	6.4	6.5
Triglyceride, mg/dℓ	30.0	32.7	33.5	31.6	31.1	40.7

## 5. 도체등급 및 경제성 분석

각처리구간의 도체성적을 조사한 결과를 보면 비거세우에서 호기성처리구가 도체를 및 도체중이 57.3% 및 301kg으로 대조구의 55.4% 및 277kg에 비해 높은 경향을 보였으며 배최장근단면적은 호기성처리구가 76cm<sup>2</sup>로 대조구 및 혐기성처리구의 74cm<sup>2</sup> 및 72cm<sup>2</sup>에 비해 증가하는 경향을 보였다. 이는 호기성처리구의 일당증체량 및 출하체중이 대조구 및 혐기성처리구보다 높았고 호기성처리벚짚급여가 사료효율을 증진시킨데 기인되는 것으로 추정된다. 근내지방교잡도는 호기성처리구가 대조구 및 혐기성처리구에 비해 다소 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 인정되지 않았으며 지방색은 호기성처리구 및 혐기성처리구가 대조구에 비해 다소 높은 경향을 보여 발효벚짚의 급여가 지방색에 어느정도 영향을 미치는 것으로 추정되지만 그에 대한 확실한 이유는 별도의 시험이 필요한 것으로 사료된다(표3-18).

표 3-18. 발효벚짚 급여가 비거세우 도체성적에 미치는 영향

	대조구	호기성	혐기성
도살체중, kg	500	526	487
도체율, %	55.4	57.3	59.1
육량형질			
도체중, kg	277	301	288
등지방두께, cm	0.6	0.5	0.7
배최장근단면적,cm <sup>2</sup>	74	76	72
육량지수	76.8	76.9	76.3
육질형질			
근내지방도,No	3	4	3
육색, No	5	4	5
지방색, No	3	5	5
경매가, 원/kg	9,466	9,380	9,214

거세우에서는 호기성처리구 및 혐기성처리구의 도체율이 59.3% 및 59.9%로 대조구의 59.2%와 유사한 경향을 보였으며 도체중은 호기성처리구가 304kg으로 혐기성처리구 및 대조구의 256kg 및 285kg에 비해 높게 나타났으며 호기성처리구의 일당중체량이 혐기성처리구 및 대조구에 비해 현저히 높은데 기인하는 것으로 판단된다. 배최장근단면적은 호기성처리구가 72cm<sup>2</sup>로 대조구 및 혐기성처리구의 71cm<sup>2</sup>에 비해 다소 높은 경향을 보였으나, 유의성은 없는 것으로 나타났다. 근내지방교잡도는 호기성처리구 및 혐기성처리구가 대조구에 비해 다소 높은 것으로 나타났으며, 육색 및 지방색은 혐기성처리구가 호기성처리구 및 대조구에 비해 높게 나타나 비거세의 경우와 동일한 현상을 나타냈다(표 3-19)

표 3-19. 발효별질 급여가 거세 비육우의 도체성적에 미치는 영향

	대조구	호기성	혐기성
도살체중, kg	481	513	427
도체율, %	59.2	59.3	59.9
육량형질			
도체중, kg	285	304	256
등지방두께, cm	0.6	0.8	0.9
배최장근단면적,cm <sup>2</sup>	71	72	71
육량지수	76.5	75.9	76.1
육질형질			
근내지방도,No	3	4	4
육색, No	4	4	6
지방색, No	3	3	5
경매가격, 원/kg	9,356	9,350	9,143

시험축을 판매 후 얻어진 자료를 근거로 하려 수익성을 검토한 결과가 표 3-20에 표시되었다. 비거세우의 두당 판매가격은 호기성처리구가 2,823,380원으로 대조

구 및 혐기성처리구의 2,622,082원 및 2,653,632원에 비해 높게 나타났으나 시험개시의 송아지 구입단가가 높았고 시험종료시의 판매단가가 하락된 데서 수익은 모두 적자를 나타냈으며 호기성처리구의 적자가 -90,789원으로 가장 적은 것으로 나타났다.

거세우에서는 호기성처리구의 두당 판매가격이 2,842,400원으로 대조구 및 혐기성처리구의 2,535,476원 및 2,340,608원에 비해 높게 나타났으며 두당 수익은 호기성처리구가 53,714원으로 대조구 및 혐기성처리구의 -67,974원 및 -171,428원에 비해 현저히 높게 나타났다. 이는 호기성처리구가 비거세우 및 거세우에서 일당 증체량이 대조구 및 혐기성처리구보다 높아 도체중이 증가되었고 표고버섯폐기목의 이용으로 사료원가가 다소 감소하였으며 호기성처리사료의 사료효율이 높았기 때문으로 인정된다(표 3-20).

표 3-20. 버섯균처리별짚(호기성처리)의 급여가 비육우의 경제성에 미치는 영향  
(두당평균)

	비거세우			거세우		
	대조구	호기성 처리구	혐기성 처리구	대조구	호기성 처리구	혐기성 처리구
소 판매가격, 원/두	2,622,082	2,823,380	2,653,632	2,535,476	2,842,400	2,340,608
송아지 구입비, 원/두	1,877,380	1,999,628	2,017,092	1,781,328	1,938,504	1,650,348
배합사료비, 원/두	772,681	783,208	758,996	672,675	726,363	724,257
볏짚, 원/두	146,942	65,122	69,296	149,447	57,608	65,122
발효볏짚, 원/두	-	66,211	72,309	-	66,211	72,309
총 투입원가, 원/두	2,797,003	2,914,169	2,917,693	2,603,450	2,788,686	2,512,036
수익, 원/두	-174,921	-90,789	-264,061	-67,974	53,714	-171,428

이상의 결과로부터 호기성처리볏짚의 급여는 비거세우 및 거세우의 사료효율 및 일당증체량이 증가하고 따라서 수익성을 높일 수 있을 것으로 판단되며 도체성적에서 호기성처리볏짚의 급여로 지방색의 변화를 가져오는 경향을 보였으나 근내지방도 및 배척장근 단면적 등은 다소 개선되는 경향을 보여 전반적인 육질에 해로운 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

상술한 결과를 종합하면 버섯균에 의한 저질 조사료가치 증진에 관한 연구는 최근 와서 비로서 시작되었는데 처리과정에 영양소 손실이 많고 가축사료로서 기호성이 떨어지는 문제 등과 발효전 시료의 잡균제거를 위한 고온 멸균의 문제, 호기성처리과정에서의 사료의 부패 등의 원인으로 아직까지 실용화가 되지 못하는 실정이므로 본 실험에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 실시한 결과 긍정적인 성적을 얻었다.

본 실험에 이용한 표고버섯재배 폐기물은 상당히 부식된 상태이지만 높은 함량의 lignin을 함유하고 있고 in situ소화실험결과에서도 상당히 낮은 분해율을 나타내므로 폐기물자체의 사료적 가치는 없는 것으로 나타났으나 표고버섯폐기물중에 상당량의 표고버섯균이 잔존하고 있을 뿐만 아니라 합당한 조건을 부여할 때 충분히 균사를 발현할 수 있어 저질조사료 생물학적처리에서의 버섯균 접종 원으로 이용할 수 있음을 밝혔다. 또한 발효제에 의한 혐기성 발효는 처리볏짚의 pH를 낮추고 유해균을 억제시킬 수 있으며 호기성처리과정의 사료의 부패를 억제할 수 있어 볏짚에 대한 호기성처리의 실용화 가능성을 제시하였다. 한편 표고버섯재배폐기물 톱밥을 이용하여 호기성 발효를 실시한 볏짚은 반추위내 건물 및 NDF 분해율을 증가시켰으며 특히 볏짚에서 분해되기 어려운 성분인 ADF의 반추위내 분해율을 높일 수 있어 저질 조사료의 사료가치 증진에 상당히 효과적이었다. 이는 호기성처리에

의한 리그닌 혹은 실리카의 분해보다는 벚짚세포벽구조가 호기성미생물에 의해 파괴되어 반추위내 미생물의 분해작용이 용이하게 되었을 것으로 추정할 수 있다. 표고버섯폐기물을 이용한 호기성처리벚짚을 가축에 급여한 실험에서 처리벚짚의 급여는 비육우의 사료효율 및 일당 증체량을 증가시키고 도체형질을 다소 개선하는 경향을 보여줌으로써 사료원가를 낮추어 한우사육농가의 수익성을 증가시킬 것으로 판단된다.

## 제 4 절. 요 약

표고버섯폐기물을 버섯균 접종원으로 볏짚에 접종하고 호기성처리를 실시함으로써 표고버섯균처리에 의한 볏짚사료적 가치 증진에 대해 평가하고자 실시한본 연구는 강원도지역의 표고버섯재배농가에서 생성되는 표고버섯폐기물을 이용하여 표고버섯폐기물의 조성분 및 한우 반추위내 분해율을 조사하였으며, Cotton blue 분별염색법에 의하여 폐기물중의 버섯균 잔존상태 및 폐기물톱밥의 항온배양기내 균사발현상태를 조사하여 버섯균 접종원으로 이용가능성을 검토하였으며, 발효제를 이용한 혐기성발효로 버섯균처리에서의 고온멸균과정을 대체하여 호기성처리과정의 사료부패방지 가능성을 검토하고 in situ소화시험으로 버섯균처리볏짚 세포벽성분의 반추위내 분해율을 검토한후 한우 육성우 24두를 대상으로 1996년 4월부터 1997년 6월까지 홍천군동면 속초소재 한우사육농가에서 사양시험을 실시함으로써 버섯균처리볏짚의 급여가 비육우의 일당증체량, 사료효율 및 도체성적에 미치는 영향에 대해 검토하였다.

본 연구에서 얻는 결과는 아래와 같다;

1. 표고버섯재배폐기물의 NDF, ADF 및 cellulose의 함량은 각각 83.9%, 63.8% 및 40.3%로 미부식골목의 88.7%, 74.6% 및 56.4%보다 다소 낮게 나타났으나 ADL의 함량은 23.3%로 미부식 골목의 18%보다 현저히 높게 나타나 표고버섯균에 의해 골목중의 리그닌보다는 cellulose가 많이 분해 이용된 것으로 나타났다( $P < 0.05$ ).

2. 한우 암소를 이용한 표고버섯폐기목톱밥의 in situ소화실험에서 표고버섯폐기목톱밥은 반추위내 배양 48시간에 분해율이 9.5%로 혼합톱밥의 5.6%에 비해 다소 높은 분해율을 보였으나 그 분해율은 상당히 저조한 것으로 인정된다 ( $P < 0.05$ ).
3. Cotton blue 분별염색법에 의한 표고버섯재배폐기목종의 잔존균 및 표면 부착균의 검증에서 폐기목표면에 호기성 곰팡이 균사가 관찰되고, 변재부 부식층에는 균사가 관찰되지 않았으나 변재부 미부식 층에는 표고버섯균사가 생존하고 있음이 관찰되었으며, 심재부에는 버섯균사가 침투되어 있지 않는 것으로 나타났다.
4. 톱밥제조기로 분쇄한 표고버섯폐기목톱밥을 26℃의 항온기내에서 1주간 항온 배양할 시 표고버섯균사가 활발히 발현됨을 관찰 할 수 있었다.
5. 발효제에 의한 혐기성발효과정에 볏짚시료의 pH는 6일째에 7.3으로부터 5.03으로 낮아졌고, 표고버섯폐기목톱밥을 버섯균 접종원으로 접종하고 호기성처리를 실시할 시 호기성처리 개시 3일후에 시료표면에 곰팡이균사가 발생하고 일부 부패가 일어났으나 7일째에 곰팡이균사가 사라지고 부패가 더 이상 일어나지 않았으며, 호기성처리 과정에 접종원으로부터 표고버섯균사가 생장함을 관찰할 수 있었고, 처리 완료시 볏짚세포내에 버섯균사가 침투되었음을 관찰할 수 있었다.

6. 호기성처리시료의 조성분함량 변화는 NDF, ADF, ADL, cellulose 및 curde protein함량이 각각 71.4%, 51.8%, 8.8% 33.6% 및 7.1%로 대조구의 66.5%, 42.2%, 6.3%, 28.8% 및 6.2%에 비해 현저히 증가하는 경향을 보였으나 건물손실을 보정하였을 때 각각 53.6%, 38.9%, 6.6%, 25.2% 및 5.3%로 나타나 실제상 낮아지는 경향을 보였으며, 특히 호기성처리시료의 hemicellulose의 함량이 14.6%로 대조구의 24.3%에 비해 현저히 감소되는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 혐기성처리시료는 세포벽성분변화상에 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았다.
7. 호기성처리시료의 건물, NDF 및 ADF의 반추위내 소실율은 반추위내 배양 24시간부터 대조구에 비해 현저히 증가하는 경향을 보였으며, 배양 48시간에 건물, NDF 및 ADF 소실율이 각각 51.8%, 51.1% 및 48.8%로 대조구의 43.8%, 42.3% 및 38.5%에 비해 현저히 증가되는 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ). 혐기성발효 볏짚시료는 시종 대조구와 유사하거나 낮게 나타났다.
8. 호기성처리시료의 세포벽성분의 반추위내 유효분해도 추정에서 호기성처리시료의 빨리 분해되는 부분 a 값이 DM 및 NDF에서 각각 19.3%, 0.9%로 나타나 대조구의 26.8%, 9.0%에 비해 모두 현저히 낮아진 것으로 나타났으나 주어진 시간내 서서히 분해될 수 있는 부분 b값은 호기성처리시료의 DM, NDF 및 ADF에서 각각 53.1%, 63.9% 및 63.7%로 대조구의 40.4%, 49.9% 및 51.2%에 비해 현저히 증가된 것으로 나타났다.
- 반추위내 전이속도에 따르는 호기성처리시료의 유효분해도 추정에서  $k = 0.02$

서 호기성처리시료의 DM 및 NDF 유효분해도는 각각 53.5% 및 41.7%로 나타나 대조구의 52.2% 및 39.8%와 유사한 경향을 보였으나 ADF 유효분해도는 41.9%로 대조구의 32.9%에 비해 현저히 증가되는 것으로 나타났다.

9. 한우 비육우를 이용한 사양시험에서 호기성처리볏짚 급여구가 거세우에서 일당 증체량 및 사료효율이 0.9kg 및 8.9로 대조구의 0.85kg 및 9.6에 비해 높게 나타났다고, 비거세우에서는 호기성처리구와 대조구간에 차이를 나타내지 않았으며 혐기성처리구는 거세우 및 비거세우에서 일당증체량 및 사료효율이 모두 대조구에 비해 낮게 나타났다.
10. 시험가축의 혈액성분은 호기성처리구, 혐기성처리구 및 대조구가 거세우 및 비거세우에서 모두 정상치범위에 있었으며 호기성처리볏짚 및 혐기성처리볏짚의 급여는 비육우에 있어서 혈액성분 변화에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.
11. 도체성적평가에서 거세우 및 비거세우는 모두 호기성처리볏짚의 급여구가 도체율 및 도체중이 증가하는 경향을 보였고 근내지방도 및 배최장근 단면적이 다소 증가하는 경향을 보였으나 처리간의 유의성은 인정되지 않았다.
12. 수익성검증에서 호기성처리구는 거세우 및 비거세우에서 수익이 각각 53,714원 및 -90,789원으로 대조구의 -264,061원 및 -174,921원보다 현저히 높은 것으로 나타났으며 혐기성처리구는 -171,428원 및 -264,061원으로 호기성처리구 및 대

조구에 비해 현저히 낮게 나타났다. 수익성검증에서 적자가 나타남은 시험개시 시 송아지 구입단가가 높았고 출하시 판매단가가 하락된 데 기인되는 것으로 판정된다.

## 제 5 절. 참고문헌

1. A. O. A. C. 1980. Official methods of analysis(13th ed). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Dolberg, F., M. Saadullah and M. Haque. 1981. Straw treatment in village in Noakhali district, Bangladesh. In: "Maximum Livestock Production from Minimum Land." pp.205-224.(Editors: M.G. Jackson, F. Dolberg, C.H. Davis, M. Haque and M. Saadullah). Mymensingh, Bangladesh.
3. Ganev, G., E.R. Orskov and R. Smart, 1979. The effect of roughage or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in the rumen. J. Agr. Sci. Camb. 93:651.
4. Hiroe, I., and Kamiyoshi, R., 1937. The effect of hydrogenion concentration on the mycelial growth of Cortinellus Shiitake. P. nenn. I. Fundamental studies on the culture methods of mushrooms. XVII. Appl. Mushroom. Sci. (Jpn) 3: 11-6.
5. Hungate, R.E.(1966) The rumen and its microbes. Academic Press. N.Y.
6. Krmpton,T.J.1980. The use fo nylon bags to characterize the potential degradability of feeds for ruminants. Trop. Anim. prod. 5:1592

7. Orskov, E. R., F. D. Deb Hovell, and F. Mould. 1980. The use of the nylon bag technical for the evaluation of foodstuffs. *Trop. Anim. Prod.* 5:195.
8. Shimazono, H. 1955. Oxalic acid decarbox-ylase. A New enzyme the mycelium of wood destroying fungi. *J. Biochem.* 42:321-340.
9. Streeter.C.L., et al(1982). *Anim, Feed Sci, Technol.*, 7: 325-329.
10. Suzuki, Y. 1992. *Trans. Mycol, Soc. Japan* 33:249-253.
11. T.K., Burgess, R.R. Koning, J.W. 1992. The use of fungi in pulping wood an overview fo pulping reseach.In G. S. Leatham, ed. *Frontiers in Industrial Mycology*, PP.99-111. Chapman Hall, London
12. Takikawa-shi, *Anim. Sci. Technol.(Jpn.)*63-1992, Effect of Incubation with Edible Mushroom, *pleurotus ostreatus*, on Voluntary Intake and Digestibility of Rice Straw by Sheep.
13. Van Soest, P.J. and L.H.P. Jones. 1968. Effect of silica in forages upon digestibilities. *J. Dairy Sci.* 23:834.
14. White, T.W., F. G. Hembry and W.L. Reynolds. bermudagrass or rice straw on digestibility. *J. Anim.Sci.* 38:844.

15. Ørskov, E.R, and MacDonald, I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agr. Sci. Camb. 92:499.
16. 吉田宣夫. 1996. 飼料. 營養研究-そのレビューと明日-(2), 2. リクノセルロースの化學的處理と生物處理による營養價向上技術の開発. 畜産の研究 第2號.299-305.
17. 山川政明. 阿部英則. 岡本全弘, 日畜會報, 63(2) 1992, 稻わらに對するヒラタケ (*pleurotus ostreatus*)の培養が in vitro 消化性に及ぼす影響.
18. 竹原太賀司 1986. 日林東北支誌38, 327-330.
19. 川村修\* 1995. 植物細胞壁の構造と草類のルーメン内消化, 纖維の消化とメタン (2), 畜産の研究第9號.
20. 강태홍. 차영호 . 한축지 22(6) 1980. 볏짚 사일리지 제조시험
21. 고영두, 육성오, 김재황. 1995. 요소 및 암모니아처리, 볏짚의 면양에 의한 in situ 건물분해 특성. 한영사지:19(3)222-228.
22. 고용균, 황수찬. 1995. In situ 방법에 의한 주요 단미사료의 반추위내 분해를 측정시험. Annals of Animla Resources Science 6:65-73.

23. 김용국, 김용인. 1993. Mycelium에 의한 Lignocellulose 물질로부터 양질의 발효 사료 생산. Korean J. Dairy Sci. 15(4):251-260.
24. 맹원재, 오세정, 최일, 양량한. 한축지 21 : 481-486, 1979 옥수수 및 요소 첨가 수준과 Retention time이 벯짚의 In vitro 소화율에 미치는 영향.
25. 이택원 . 김법희 1990, 느타리 버섯균 종균의 접종에 의한 벯짚의 사료가치 개선에 관한 연구. Korean J. Anim. Sci. 24(6)476-481.
26. 정대교 1963. 버섯재배법. 부민농업기술문고.
27. 한인규. 1994 사료자원핸드북

## 제 4 장. T. M. R. 배합사료와 열처리 전지대두를

### 이용한 쇠고기 생산기술 개발

#### 제 1 절. 서 설

현재 비육우의 고급육생산을 위하여 알코올 원액과 전분이 다량 함유하고 있는 곡물에 효모를 접종하여 제조한 알코올 발효사료를 급여하는 연구가 진행되고 있는데, 일본에서는 비육우의 육질개선을 위하여 알코올 원액을 일정농도로 희석하여 비육우에 급여하는 연구를 실시한 바 있으며 그결과 육성성적 및 근내지방도가 개선되었다고 보고하고 있다(Itabashi 등, 1991; 津吉 등, 1990; 板橋 등, 1990; 奈良 등, 1990). 또한 우리나라에서도 신 등(1994, a,b)은 한우 비육우에 알코올 발효사료를 급여하면 증체량, 사료효율 및 도체등급이 향상 되었으며, 쇠고기 kg당 경매가격도 높게 받았다고 보고하고 있다.

한편 우리나라의 비육산업은 조사료 생산 기반이 취약하여 연간 필요한 물량의 30%정도도 공급하지 못하는 실정이다. 또한 우리나라에서 생산되는 가축용 조사료의 70%이상이 벣짚등과 같은 고간류로서 선진 축산국의 조사료 생산량과 질에 비하여 절대적으로 매우 열악한 상태에 있다. 따라서 이런 열악한 조사료 실정은 가축의 생산성과 밀접한 연관이 있어 전반적으로 외국 선진 축산국에 비해 생산성이 낮은 원인이 되고 있으며 축산물 생산 비용도 증가하고 있다. 그러므로 대부분의 한우 사육농가에서 조사료원으로 이용되고 있는 벣짚의 사료가치를 높일 수 있는 방안이 필요하다.

지금까지는 볏짚의 사료가치를 증진 시키기 위하여 분쇄, 절단, 큐브 및 펠렛을 제조하여 이용하는 물리적 방법과 암모니아, 알카리 및 산등을 처리하는 화학적 방법이 활용되고 있는데 주로 화학적 처리 방법이 많이 이용되고 있다. 화학적 처리 방법중 알카리 처리등(Donefer 등, 1969; 맹 등, 1977)은 소화율을 향상시키며, 암모니아 처리등(Oji 등, 1997; Saenger 등, 1982; Steeter와 Horn, 1984; 김과 정; 1993)도 사료섭취량과 소화율을 향상시키는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 화학적 처리 방법은 환경오염, 유독성 폐기물 발생 및 기호성이 저하되는 문제점을 안고 있어 새로운 기술개발이 요구된다.

최근에는 볏짚의 사료가치를 증진시키기 위하여 생물학적 처리 방법이 연구되고 있는데, 생물학적 처리방법으로는 발효처리(Niver 등, 1973; Autrey 등; 배 등, 1975)와 사일리지 제조(이와 최, 1977)방법외에 미생물을 이용한 발효 처리방법에 대한 연구가 진행되고 있지만 소화율 및 각종 영양소 분해율이 우수한 반면 처리과정이 복잡하고 처리과정중 잡균의 번식 및 부패등의 원인으로 아직 실용화하지 못하고 있다. 그러나 생물학적 처리방법은 이러한 문제점만 보완하면 볏짚의 사료가치를 높이면서 농가 실용화가 가능할 것으로 판단된다.

한편, 대두는 주로 식용으로 이용되나 식용으로 이용하기에 어려운 대두 부산물은 단백질 및 에너지 공급원으로 가축용 사료로 이용하고 있다. 가축에 이용되는 대두유와 대두박은 대두를 가공하는 과정에서 생산되는데, 최근에는 전지대두 그자체를 가축의 사료로 이용하는 연구가 검토되고 있다. 즉, 전지대두는 대두박에 비하여 지방함량이 월등히 높을 뿐 만 아니라 총에너지 함량도 훨씬 높다. 또한 전지대두의 지방성분도 체내에서 대사에너지와 정미에너지로 전환되는 비율이 높은 것으로 알려져 있다. 이러한 고 효율적인 에너지는 비육우의 증체량 및 육질에 영향을

미칠 수 있을 것으로 판단되는데, White 등(1967)의 보고에 의하면 가열처리한 대두를 급여하면 증체량과 사료효율이 크게 개선되는 것으로 알려져 있다. 이렇듯이 전지대두가 비육우의 사료로서 그 가치를 인정할 수 있으나 아직까지 국내에서는 비육우에 전지대두를 급여하는 연구가 전무한 실정이다.

이와같이 알코올 발효사료, 발효볏짚 및 전지대두는 각각 한우 비육우에 급여하면 육성성적이나 도체성적에 긍정적인 성과를 얻을 수 있다고 판단된다. 이미 제 2장에서 알코올 발효사료에 대한 실험과 제 3장의 저질 조사료의 사료가치 증진 실험에서 표고버섯 폐기물 톱밥을 이용한 발효볏짚에 대한 실험은 이미 그 효과와 가치를 증명하였으며, 본 연구에서는 전지대두와 함께 혼합사료를 제조하여 비육우에 급여하는 실험을 실시하였다. 즉, 한우 비육우의 생산성을 극대화 하기 위하여 알코올 발효사료, 발효볏짚 및 전지대두의 각각의 급여효과보다 병행 급여할 경우의 효과를 검토하고 각각의 사료를 급여하는 노동의 번거러움을 해결하기 위하여 이들사료를 T.M.R 형태의 혼합사료로 제조하여 비육우에 급여하는 실험을 실시하였다.

따라서 본연구는 실험 1의 옥수수 알코올 발효사료, 귀리 알코올 발효사료 및 옥수수와 귀리를 혼합하여 제조한 알코올 발효사료, 실험 2의 표고버섯 폐기물 톱밥을 이용한 발효볏짚 그리고 전지대두를 가지고 혼합사료로 제조한 후 한우 비육우에 급여할 경우 증체량, 사료효율 및 도체등급 그리고 경제성에 미치는 효과를 규명하기 위하여 실시하였다.

## 제 2 절. 재료 및 방법

### 1. 시험기간, 장소 및 공시동물

본 시험은 강원도 횡성군에 소재한 한우 비육농가에서 평균체중 392kg의 한우거세우 36두를 선정하여 96년 5월부터 96년 11월까지 약 210일간 사양시험을 실시한 후 출하하여 도체평가를 실시 하였다.

### 2. 알코올 발효 사료 제조

제 2장 육질개선을 위한 발효사료 개발에서 이용한 옥수수 발효사료, 귀리 발효사료 및 옥수수와 귀리 혼합 발효사료의 제조법과 동일하게 제조하였다.

### 3. 표고 버섯 폐기물 톱밥을 이용한 발효 볶짚 제조

제 3장 저질 조사료의 사료가치 증진을 위한 발효기술 개발의 실험에서 표고 버섯 폐기물 톱밥을 이용하여 제조한 발효볶짚과 동일하게 제조하였다.

### 4. 시험 설계

공시동물 36두를 각처리당 4두씩 평균체중이 비슷하게 배치하였는데 옥수수 알코올 발효사료, 귀리 알코올 발효사료, 그리고 옥수수 및 귀리 알코올 발효사료를 급

여하는 군으로 나누었다. 각각의 군은 생볏짚을 급여하는 처리구, 발효 볏짚을 급여하는 처리구, 발효볏짚에 전지대두를 급여하는 처리구로 나누어 실시하였으며 시험우 배치는 다음과 같다.

A 군 : 옥수수 알코올 발효사료 위주로 급여하는 처리군

- ① 대조구(CR구) : 옥수수 알코올 발효사료 + 생볏짚 급여 : 4두
- ② CF구 : 옥수수 알코올 발효사료 + 발효볏짚 급여 : 4두
- ③ CFW구 : 옥수수 알코올 발효사료 + 발효볏짚 급여 + 전지대두 급여구 : 4두

B 군 : 귀리 알코올 발효사료 위주로 급여하는 처리군

- ① 대조구(OR구) : 귀리 알코올 발효사료 + 생볏짚 급여 : 4두
- ② OF구 : 귀리 알코올 발효사료 + 발효볏짚 급여 : 4두
- ③ OFW구 : 귀리 알코올 발효사료 + 발효볏짚 급여 + 전지대두 급여구 : 4두

C 군 : 옥수수와 귀리를 7:3으로 혼합한 알코올 발효사료 위주로 급여하는 처리군.

- ① 대조구(MR구) : 혼합 알코올 발효사료 + 생볏짚 급여 : 4두
- ② MF구 : 혼합 알코올 발효사료 + 발효볏짚 급여 : 4두
- ③ MFW구 : 혼합 알코올 발효사료 + 발효볏짚 급여 + 전지대두 급여구 : 4두

## 5. 사양 관리

사료는 시판중인 비육용 배합사료, 생볏짚, 알코올발효사료, 발효볏짚 및 전지대

두를 이용하였다. 배합사료는 비육우 체중에 1.5% 내외로 급여하는 것을 원칙으로 하되 농가 관행에 따라 급여하였으며, 4~5cm로 절단한 생볏짚과 발효볏짚을 1일 두당 2kg(풍건물 기준)씩 급여하였다.

알코올 발효사료는 아침 사료급여전 1일 2kg(풍건물 기준)씩 급여하였으며, 전지 대두는 1일 두당 1kg(풍건물기준)씩 정량 급여 하였다. 시험사료의 화학적 조성은 표 4-1과 같다.

표 4-1. 시험사료의 배합비

	배합사료	발효볏짚	대두박	발효사료			볏짚
				옥수수	귀리	(옥수수+귀리)	
건물, %	86.8	47.6	89.8	57.5	57.7	57.6	84.3
				%			
조단백질	13.4	7.1	40.8	10.1	13.2	11.3	5.2
조 지방	2.5	-	19.1	3.3	3.6	3.4	2.4
NDF	33.0	71.5	-	17.6	41.0	29.3	72.6
ADF	15.6	51.9	-	4.0	17.5	10.6	46.7
조 회 분	5.2	9.4	5.1	2.7	4.8	3.4	8.4

## 6. 조사항목 및 시료분석

본 연구에서 조사된 항목은 증체량, 사료 섭취량, 사료 효율, 혈액 성분, 도체등급 및 경제성 분석을 하였으며, 시험사료의 일반성분과 NDF 및 ADF를 조사하였다. 본 실험의 조사항목과 시료 분석 방법은 제 2장의 실험 1 및 2와 동일하게 실시하였다.

## 7. 통계 처리

통계 분석은 제 2장의 실험 1과 같이 실시하였다.

## 제 3 절. 결과 및 고찰

### 1. 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율

표 4-2는 한우 거세우에 옥수수 알코올 발효사료를 급여하면서 생볏짚, 발효볏짚 및 발효 볏짚과 전지대두의 급여가 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율에 미치는 영향을 나타낸 것이다.

일당증체량은 생볏짚을 급여하는 CR구가 0.80kg, 발효볏짚을 급여하는 CF구가 0.91kg 및 발효볏짚과 전지대두를 급여하는 CFW구가 1.01kg으로 CFW구의 일당증체량이 CR구 및 CF구의 일당증체량에 비해 유의적으로 증가하는 결과를 보였으며 CR구와 CF구의 일당증체량은 유의적인 차이는 없었으나 CF구가 CR구에 비해 향상되는 경향을 보였다( $P < 0.05$ ). 따라서 CR구의 일당증체량에 비해 CF구와 CFW구는 각각 20.8 및 12.1%로 개선되었다.

사료섭취량은 CR구, CF구 및 CFW구가 각각 8.98, 9.70 및 9.45kg으로 CR구 보다 CF구와 CFW구가 많았다. 또한 사료효율은 CR구, CF구 및 CFW구가 각각 11.13, 10.65 및 9.36으로 CR구와 CF구는 통계적인 차이가 없었으나 CFW구는 증체량의 향상으로 CR구와 CF구 보다 유의적으로 개선되는 결과를 보였다. CFW구

와 CF구의 사료효율은 CR구에 비해 각각 18.9%와 4.5% 개선되었다.

표 4-2. 옥수수 알코올 발효사료 급여 조건하에서 발효벼짚 및 전지대두급여가 육성성적에 미치는 영향.

	CR	CF	CFW
개시체중, kg	397.5	399.3	385.0
종료시체중, kg	565.5	590.4	597.0
일당증체량, kg	0.80±0.04 <sup>b</sup>	0.91±0.03 <sup>b</sup>	1.01±0.06 <sup>a</sup>
사료섭취량, kg/두/일			
옥수수 알코올 발효사료	1.72	1.72	1.72
발효벼짚	-	0.95	0.95
전지대두	-	-	0.62
배합사료	5.58	7.03	6.16
벚짚	1.68	-	-
총 섭취량	8.98	9.70	9.45
사료 효율	11.13 <sup>b</sup> ±0.031	10.65 <sup>b</sup> ±0.54	9.36 <sup>a</sup> ±0.71

(P<0.05)

CR : 옥수수알코올 발효사료 + 생벼짚

CF : 옥수수알코올 발효사료 + 발효벼짚

CFW : 옥수수알코올 발효사료 + 발효벼짚 + 전지대두

표 4-3은 귀리 알코올 발효사료를 한우 거세우에 급여하면서 발효벼짚과 전지대두를 급여한 육성성적에 대한 결과를 나타낸 것이다.

일당증체량은 OR구, OF구 및 OFW구가 각각 0.76, 0.81 및 0.88kg으로 OF구 및 OFW구가 OR구에 비해 각각 6.2%, 13.6%로 향상되었으며 각각 처리구 중에서 OFW구가 가장 높은 일당증체율을 보였다.

사료섭취량은 OR구가 9.06kg, OF구가 9.69kg 그리고 OFW구가 9.46kg으로 OR

구 보다 OF구와 OFW가 다소 높은 섭취량을 보였으나 유의적인 차이가 없었다. 한편 사료 효율은 OR구, OF구 및 OFW구가 각각 11.92, 11.96 및 10.95로서 OR구와 OF구는 차이가 없었으나, OFW구는 대조구에 비해 향상되었다.

표 4-3. 귀리알코올 발효사료 급여 조건하에 발효벼짚 및 전지대두급여가 육성성적에 미치는 영향

	OR	OF	OFW
개시체중, kg	384.7	380.0	390.0
종료시체중, kg	544.3	550.1	574.8
일당증체량, kg	0.76±0.04	0.81±0.03	0.88±0.07
사료섭취량, kg/두/일			
옥수수알코올 발효사료	1.71	1.71	1.71
발효벼짚	-	0.95	0.95
전지대두	-	-	0.50
배합사료	5.67	7.03	0.48
벼짚	1.68	-	-
총 섭취량	9.06	9.69	9.64
사료 효율	11.92±0.27	11.96±0.45	10.95±0.59

OR : 귀리알코올발효사료 + 생벼짚

OF : 귀리알코올발효사료 + 발효벼짚

OFW : 귀리알코올발효사료 + 발효벼짚 + 전지대두

표 4-4는 옥수수 및 귀리 혼합 알코올 발효사료를 급여하면서 생벼짚, 발효벼짚 및 전지대두를 급여하여 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율에 미치는 결과를 나타낸 것이다.

일당증체량은 MFW구가 0.92kg으로서 MR구 및 MF구의 0.80과 0.87kg보다 각각 13.0%, 5.4%로 더 향상되는 결과를 나타냈다.

발효볏짚을 급여하는 MF구의 일당증체량은 생볏짚을 급여하는 MR구 보다 통계적인 유의차는 없으나 8%더 증체하는 결과를 보였으며, 사료섭취량과 사료효율은 처리구간에 큰 차이가 없었다.

표 4-4. 혼합(옥수수+귀리)알코올 발효사료 급여 조건하에 발효볏짚 및 전지대두급여가 육성성적에 미치는 영향.

	MR	MF	MFW
개시체중, kg	392.2	402.0	398.6
종료시체중, kg	560.2	584.7	591.8
일당증체량, kg	0.80±0.06 <sup>b</sup>	0.87±0.06 <sup>a</sup>	0.92±0.05 <sup>a</sup>
사료섭취량, kg/두/일			
옥수수 알코올 발효사료	1.72	1.72	1.72
발효 볏짚	-	0.95	0.95
전지 대두	-	-	0.59
배합사료	5.60	6.76	6.84
볏 짚	1.68	-	-
총 섭취량	9.0	9.43	10.1
사료 효율	11.25±0.25	10.84±0.67	10.98±0.69

MR : 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료

MF : 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료 + 발효사료

MFW : 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료 + 발효사료 + 전지대두

이상의 결과에서 한우 거세우에 옥수수, 귀리 및 옥수수와 귀리 혼합 알코올 발

효사료를 기본적으로 급여하고 처리구에 생볏짚, 발효볏짚 그리고 발효볏짚과 전지대두를 각각 급여할 경우 일당증체량은 옥수수, 귀리 및 옥수수와 귀리 혼합 알코올 발효사료를 기본으로 급여하는 군에서 발효볏짚과 전지대두를 병행급여하는 처리구가 생볏짚 및 발효볏짚을 급여하는 처리구보다 향상되는 성적을 보였다. 이는 알코올이나 알코올 사료를 급여하면 일당증체량이 향상된다는(신 등, 1994, a,b; 津吉 등, 1990; 大湧 등, 1990) 연구결과를 볼때 본 실험에서도 이런 알코올 성분에 의해서 증체량이 개선되지만 발효볏짚 및 전지대두를 급여하므로써 생볏짚만 급여한 처리구보다 일당증체량이 더 향상된 것으로 판단된다. 본 보고서 제 3 장에도 발효볏짚의 효과에 대하여 규명한 것처럼, 발효볏짚은 반추위내 소화율과 분해율이 생볏짚보다 우수하고 증체효과도 높은 것으로 나타난 것은 본 실험의 결과를 뒷받침하고 있다. 본실험에서 이용한 볏짚 처리방법은 아니지만 볏짚의 알칼리(맹 등, 1977) 또는 암모니아(Oji 등, 1997; 김과 정, 1993)로 처리하면 반추위내 소화율이 향상되었다고 보고하고 있다.

또한 전지대두는 단백질과 에너지 함량이 높아 한우 비육우가 이를 섭취하므로써 체내 조직의 단백질과 지방에대한 합성을 촉진하는 매개체 역할을 할 것으로 판단된다. 따라서 본실험의 알코올 발효사료를 급여하는 3처리군중 발효볏짚과 전지대두를 병행 급여한 처리구들의 일당증체량이 높은 것은 이러한 원인이 복합적으로 작용하면서 상승효과를 낸 것으로 판단된다. 한편 발효볏짚과 전지대두를 급여하는 처리구에서도 옥수수 알코올 발효사료를 급여하는 처리군이 귀리 알코올 발효사료 및 옥수수와 귀리 혼합알코올 발효사료를 급여하는 처리군 보다 일당 증체량의 개선효과가 있었던 것은 각각의 알코올 발효사료의 알코올 농도가 옥수수 원료를 가지고 발효한 것이 귀리 및 옥수수와 귀리 혼합 원료를 가지고 발효할 때보다 높았

기 때문인 것으로 판단되는데, 특히 이러한 효과가 있다는 것은 비육우의 생산성에 알코올이 직접적인 작용을 하여 그 효과를 발휘한다는 것을 증명한 것이다.

한편 발효벼짚과 전지대두를 급여하는 처리구는 각각의 군내에서 생벼짚 급여구 및 발효벼짚 급여구 보다 사료효율이 개선되는 결과를 보였는데 이는 전지대두 및 발효벼짚을 급여하므로써 에너지와 단백질이 충분히 공급되어 증체량이 향상되는 것으로 판단된다. White 등 (1967)의 보고에 의하면 가열처리한 전지대두를 급여하면 증체량과 사료효율이 개선된다고 하여 본 실험의 결과를 뒷받침해 주고 있다.

## 2. 혈액성상

옥수수, 귀리 및 옥수수와 귀리(혼합) 알코올 발효사료 급여군에 생벼짚, 발효벼짚 및 발효벼짚과 전지대두 급여가 한우 거세우의 혈액성분에 미치는 영향은 표 4-5, 4-6 및 4-7과 같다.

3군[옥수수 알코올 발효사료 급여군(A군), 귀리 알코올 발효사료 급여군(B군), 혼합 발효사료 급여군(C군)]의 glucose, BUN, calcium, phosphorus, creatinine 및 triglyceride의 함량을 조사하였는데 조사된 A, B, C군의 9종 혈청 성분은 김 등 (1992)이 조사한 정상적인 혈액성분 범위에 모두 있었으며, 또한 처리구간에 통계적인 유의차는 보이지 않았다.

A군의 혈액성분중 cholesterol 및 triglyceride를 제외한 모든 혈액성분은 처리구들 간에 비슷한 결과를 보였으며, cholesterol은 CF구 및 CFW구가 108.5와 116.5 mg/dl로서 대조구의 122.0 mg/dl보다 감소하는 경향으로 나타났다. 또한 triglyceride는 CR구가 14.7 mg/dl, CF구가 13.0 mg/dl 및 CFW구가 9.5 mg/dl 으

로 CR구가 CF구 및 CFW구 보다 높은 경향을 보였으며 CF구는 CFW구 보다 높은 결과로 나타났다.

표 4-5. 옥수수 알코올 발효사료 급여 조건하에서 발효벤티 및 전지대두급여가 혈액성상에 미치는 영향

	CR	CF	CFW
Total protein, g/dl	6.4	6.1	6.4
Albumin, g/dl	3.6	3.4	3.6
Cholesterol, mg/dl	122.0	108.5	116.5
Glucose, mg/dl	45.3	49.5	49.0
BUN, mg/dl	10.3	8.5	12.7
Calcium, mg/dl	9.9	9.8	9.4
Phosphorus, mg/dl	7.4	7.7	7.8
Creatinine, mg/dl	1.4	1.2	1.3
Triglyceride, mg/dl	14.7	13.0	9.5

B군의 cholesterol의 함량은 OR구가 17.5 mg/dl , OF구가 106.5 mg/dl 및 OFW구가 113.5 mg/dl 로서 OR구와 OF구는 비슷한 결과를 보였으며 OFW구가 가장 높은 것으로 나타났다.

Calcium함량은 OR구가 15.2 mg/dl 으로서 OF구 9.7 mg/dl 및 OFW구 9.8 mg/dl에 비해 높은 결과를 보였다. 또한 triglyceride의 함량은 OR구가 13.5 mg/dl , OF구가 19.0 mg/dl 및 OFW구가 9.0 mg/dl 로서 OR구가 가장 높고 OFW구가 가장 낮은 성적으로 나타났다. 그외 혈액성분은 OR구, OF구 및 OFW구간에 비슷

한 결과를 보였다.

표 4-6. 귀리알코올 발효사료 급여 조건하에서 발효벤티 및 전지대두급여가 혈액성상에 미치는 영향

	OR	OF	OFW
Total protein, g/dl	6.6	6.7	6.2
Albumin, g/dl	3.9	3.4	3.6
Cholesterol, mg/dl	107.5	106.5	113.5
Glucose, mg/dl	48.5	47.0	42.0
BUN, mg/dl	8.9	9.0	10.8
Calcium, mg/dl	15.2	9.7	9.8
Phosphorus, mg/dl	7.8	7.6	7.2
Creatinine, mg/dl	1.3	1.2	1.3
Triglyceride, mg/dl	13.5	19.0	9.0

C군의 glucose함량은 MR구, MF구 및 MFW구가 각각 57.0, 47.0 및 45.0 mg/dl로서 MR구가 MF구 및 MFW구 보다 높은 경향을 보였다. BUN함량은 MFW구가 10.8 mg/dl로서 MR구의 8.4 mg/dl 와 MF구의 8.4 mg/dl 보다 높은 성적으로 나타났다. 또한 triglyceride의 함량은 MR구가 22.5, MF구가 20.5 및 MFW구가 13.0 mg/dl로서 MFW구가 가장 낮았고, MR구가 가장 높은 결과로 나타났다. 그외 모든 혈액성분은 처리구간에 유사한 결과를 보였다.

표 4-7. 혼합(옥수수+귀리)알코올 발효사료 급여 조건하에서 발효볏짚 및 전지대두  
 급여가 혈액성상에 미치는 영향

	MR	MF	MFW
Total protein, g/dl	6.2	6.3	6.6
Albumin, g/dl	3.6	3.6	3.6
Cholesterol, mg/dl	111.5	102.5	116.0
Glucose, mg/dl	57.0	47.0	45.0
BUN, mg/dl	8.4	8.4	10.8
Calcium, mg/dl	9.5	9.6	9.7
Phosphorus, mg/dl	7.8	7.8	7.7
Creatinine, mg/dl	1.4	1.2	1.3
Triglyceride, mg/dl	22.5	20.5	13.0

일반적으로 다량의 탄수화물 섭취는 glucose를 triglyceride로 전환시키며(Smith, 1989), 혈청cholesterol은 근내지방도와 정의상관 관계가 있고, 근내지방도가 높은 비육우는 혈장 triglyceride 농도가 높다고 보고(農山漁村文化協會, 1985)하고 있어 혈액성분중 혈청glucose, cholesterol 및 triglyceride은 근육내 지방축적에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, 본 실험에서 옥수수 알코올 발효사료를 급여하는 A군, 귀리 알코올 발효사료를 급여하는 B군 및 혼합 알코올 발효사료를 급여하는 C군의 혈청 cholesterol 및 triglyceride함량은 대체로 발효볏짚 및 발효볏짚과 전지대두를 급여하는 처리구가 생볏짚을 급여하는 처리구보다 감소하는 경향을 보이고 있다. 그리고 glucose 함량은 A군에서는 CF구와 CFW구가 CR구보다 높은 경향으로 나타났으나 B군과 C군에서는 OF, MF, OFW 및 MFW구가 OR구 및 MR구에 비해 낮은 결과를 보이고 있다. 이와같이 A, B 및 C군사이에 처리구

별로 glucose, cholesterol 및 triglyceride의 함량이 일정한 경향을 보이지 않아 혈액 성분과 근내지방도와 연관되는 연구가 계속적으로 필요하다고 판단된다. 본 실험에서 각처리구에서 혈청 glucose, cholesterol 및 triglyceride는 근육내 지방축적에 직접적으로 관여하여 육질을 개선하는 하나의 요인으로 작용한 것으로 판단된다.

한편, 혈중 glucose 함량은 insulin의 anabolic효과와 glycogen, catecholmin 및 glucocorticoids의 catabolic효과에 의하여 결정된다(Smith, 1989). 본 실험에서 옥수수 알코올 발효사료 처리군(A군)의 CF구와 CFW구는 CR구보다 glucose함량이 높게 나타났는데 이것은 알코올발효사료 급여에 따른 사료섭취량의 개선으로 체내에서 에너지공급이 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 반면에 귀리 및 혼합 알코올 발효사료군(B, C군)은 생벚짚 처리구가 발효벚짚 및 발효벚짚과 전지대두 처리구보다 glucose 함량이 높을 결과를 볼 때 B 및 C군의 생벚짚처리구가 다른 처리구보다 에너지 공급이 우수한 것으로 생각된다.

A, B 및 C군에서 각각의 처리구의 혈청 total protein 및 albumin함량은 비슷한 수준을 유지하였는데 이러한 결과는 알코올발효사료, 발효벚짚 및 전지대두를 혼합 급여 하여도 간장에서 단백질대사 장애를 일으키지 않는 것으로 판단된다. 또한 혈청 creatinine함량은 A, B 및 C군의 처리구간에 차이가 없이 일정한 수준으로 유지한 것은 혈청 creatinine함량이 알코올발효사료, 발효벚짚 및 전지대두의 영향을 받지 않는 것으로 판단된다.

BUN 함량은 질소축적에 대한 사료 또는 호르몬의 효과를 분석하는데 이용되어 왔는데 BUN의 감소는 단백질합성이 일어난 조직에서 질소가 축적되었다는 것을 의미한다(Enright 등, 1990). 제 2장의 실험결과에서 알코올 발효사료구가 대조구에 비하여 BUN이 낮은 것으로 나타났는데 이는 알코올발효사료 급여에 의하여 조직

에 질소축적이 증가되어 단백질합성이나 증체율을 향상시키는 역할을 한 것으로 판단된다. 그러나 본 실험에서 A, B 및 C군의 발효벚짚과 전지대두 급여구는 BUN함량이 다른 처리구보다 높은 경향을 보인 것은 아마도 단백질 함량이 높은 전지대두를 급여함으로써 혈중에 유리되는 BUN이 증가하여 농도가 높아진 것으로 사료된다.

Choesteol과 포화지방산을 다량 섭취하면 혈중 cholesterol농도를 증가시켜 성인병을 일으키는 요인이 될 수 있다(Connor등, 1981; Clarkson등, 1985; Glueck, 1979). 그런데 축산물에는 cholesterol 함량이 높고, 성인병 예방에 효과과 있는  $\omega$ -불포화지방산 함량은 매우 낮은 수준이다. 따라서 포화지방산을 축적시키는 원인이 된다(Keys 등, 1974;Kagawa 등, 1982). 그러나  $\omega$ -불포화지방산이 많은 식품을 섭취하면 혈중 cholesterol이나 포화지방산등을 감소시킬수 있다.

본 실험에 이용한 전지대두는 다른 원료보다 불포화지방산 그리고  $\omega$ -불포화지방산이 다량 함유되어 있다. 이러한 관점에서 볼 때 A, B 및 C군의 발효벚짚과 전지대두를 급여하는 처리구는 다른 처리구들에 비해 triglyceride함량이 감소하는 경향으로 나타났다. 이는 전지대두를 급여함으로써 감소되는 것으로 판단된다. 그러나  $\omega$ -불포화지방산은 혈중 cholesterol과 포화지방산을 감소시키는 것으로 알려져 있고 전지대두를 급여한 본 실험은 cholesterol함량은 일정한 것으로 나타났고 triglyceride함량이 낮아지는 결과를 얻어, 앞으로 이에대한 전반적인 연구가 필요하다. 그리고 알코올의 작용기전중 알코올은 반추위내에서 사료로부터 유인되는 불포화지방산의 포화도를 감소시켜 혈중 또는 조직내 불포화지방산의 축적을 높인다고 하여 전지대두와 함께 알코올발효사료를 급여하면 고품질의 고기생산이 가능할 것으로 기대되며, 이부분에 대하여 혈액과 고기를 연관하는 연구가 필요하다.

### 3. 도체형질 및 도체등급

표 4-8은 한우 거세우에 옥수수 알코올 발효사료, 생볏짚, 발효볏짚 및 전지대두의 급여가 도체등급에 미치는 효과를 나타낸 것이다.

도체중은 CR구가 325kg 및 CFW구가 312kg으로 나타났으며, 등지방두께는 CR구, CF구 및 CFW구가 각각 0.8, 0.5 및 0.7cm로서 처리간 유의적인 차이가 없었다. 배최장근단면적은 CF구와 CFW구가 77.0cm<sup>2</sup>이었고 CR구가 80.6cm<sup>2</sup>로서 처리구중 CR구가 가장 넓게 나타났다. 그리고 육량등급을 평가하는 육량지수는 CR구, CF구 및 CFW구간에 비슷한 결과로 나타났다.

한편 육질등급의 가장 중요한 요인으로 작용하는 근내지방도는 CFW구가 No. 5.0으로 처리구중 가장 우수한 결과를 보였으며, CR구 및 CF구는 각각 No. 3.5와 4.2의 결과를 보여 옥수수알코올발효사료를 급여하는 처리군은 처리구 모두 전반적으로 육질을 개선하는 것으로 나타났다. 육색과 지방색의 범위는 No. 3.0 - 5.0으로 정상적인 범위 내에 존재하였다. 한편 kg당 경매가격은 CR구, CF구 및 CFW구가 각각 8,689원, 10,500원 및 10,828원으로 CFW구가 가장 높은 경매가격을 받았다. 이는 경매가격 책정에 중요한 요인으로 작용하는 것이 근내지방도인데 본 실험에서도 근내지방도가 높은 처리구가 높게 받은 것으로 나타났다. 신 (1995)은 한우 비육우 실험에서 경매가격은 근내지방도가 높은 처리구에서 높게 책정되었다고 보고한 바 있다.

도체등급중 육량등급은 CFW구에서만 A등급 출현이 있었으며 나머지 처리구에서는 모두 B등급의 성적을 받았다. 육질등급은 CR구를 제외한 CF구 및 CFW구 모두 1등급을 판정 받았으며, CR구는 2등급의 판정을 받았다. 특히 CFW구는 A1

의 도체평가를 받았다.

본 실험에서 근내지방도는 처리구간에 전반적으로 높게 나타난 것은 옥수수알코올 발효사료를 급여하므로서 높게 된것으로 판단된다. 板橋등(1990)은 비육우에 알코올을 급여하면 근육내 지방이 증가한다고 보고하고 있으며, 신 등(1994, a,b)은 알코올 발효사료를 한우 비육우에 급여하면 근내지방도가 향상되어 육질등급을 개선한다고 보고하고 있다. 이와 같이 알코올발효사료를 급여하면 체내에서 이용할 수 있는 에너지원이 증가됨으로 근내지방도가 향상되는 것으로 판단된다. 그러나 본 실험에서는 특히 발효벼짚 및 발효벼짚과 전지대두를 급여하는 처리구들이 옥수수알코올 발효사료와 생벼짚을 급여하는 CR구보다 더 개선된 성적은 알코올효과와 더불어 발효벼짚과 전지대두의 영양소가 한우 거세우에 영향을 미쳐 상승되는 결과를 보인 것으로 판단된다. 또한 도체등급중 A등급이 CFW구에서 출현하였는데 이것은 전지대두를 급여함으로서 얻어지는 결과로 생각된다. 즉, 전지대두는 일반원료보다 단백질함량이 매우 높다. 그리고 본 실험에서 이용된 전지대두는 가열 처리한 전지대두로서 반추위에 by-pass되는 단백질량이 많아 체조적으로 전환되는 단백질의 증가로 육량이 개선된 것으로 판단된다.

본 실험에서 옥수수알코올 발효사료를 급여하는 군(A군), 귀리알코올발효사료를 급여하는 군(B군) 및 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료를 급여하는 군(C군)의 등지방 두께는 A군의 처리구들이 B군과 C군의 처리구보다 두꺼운 경향을 보이는 것은 옥수수를 원료로 제조한 알코올 발효사료가 귀리 또는 혼합하여 제조한 발효사료보다 알코올 농도가 높아 조직에 에너지 효율을 높여 지방합성을 촉진함으로 등지방 두께가 두꺼워지는 것으로 판단된다. 그리고 발효벼짚과 전지대두를 급여하는 처리구들이 알코올 발효사료를 급여하는 처리구들 보다 배척장근단면적이 전반적으로

좁게 나타나는 경향을 보였다. 이러한 결과는 발효벚짚과 전지대두가 배최장근단면적을 넓히는 효과보다는 근육내 지방축적에 더 관여하는 요인인 것으로 사료되며, 알코올발효사료들이 발효벚짚이나 전지대두보다 배최장근을 개선하는데 더 효과적인 것으로 생각된다.

한편 근내지방도는 알코올 발효사료와 함께 급여하는 발효벚짚과 전지대두에 의해 영향을 받는 것으로 나타나 알코올 발효사료와 본 실험에서 제조한 발효벚짚 또는 전지대두와 병행하여 급여하면 육질을 개선하는데 효과적일 것으로 판단된다. 이는 알코올발효사료의 알코올성분이 반추위내에서 직·간접적으로 작용하여 조직에 에너지원으로 이용되거나 반추위내 발효양상을 변화시켜 사료영양소의 이용성을 증진시킨 효과와 더불어 사료가치가 증진된 발효벚짚의 효과 그리고 전지대두의 단백질 및 지방성분들에 의해 육질을 개선하는 효과에 의한 것으로 판단된다.

한편 Kellems등(1990)과 Wiedmeier등(1990)은 효모를 이요하여 제조한 발효산물을 비육우에 급여하면 조사료 소화율이 향상되고 반추위내 acetate 및 propionate의 생산비율이 증가한다고 하였으며 White등(1967)은 가열전지대두를 급여하면 가축의 생산성을 향상시킨다고 보고하고 있다.

경매가격은 근내지방도가 개선되는 처리구에서 높게 받았는데 이는 근내지방도가 경매가격을 결정하는 중요한 요인이라는 것을 암시하여 주고 있다. 津吉 등(1990)은 흑모화우 비육우의 알코올을 급여하면 근내지방도 및 육색이 개선되고 경매가격도 높게 받았다고 보고하고 있다. 또한 각 처리구별로 비교하여 볼 때 A군은 B군 및 C군 보다 경매가격이 높은 결과를 보인 것은 귀리 또는 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료로 급여하는 것 보다 옥수수를 원료로 제조한 알코올 발효사료를 급여하는 것이 근내지방도와 경매가격에 유리한 것으로 판단된다.

표 4-8. 옥수수 알코올 발효사료 급여조건하에서 발효벼짚 및 전지대두 급여가 도체형질 및 도체등급에 미치는 영향

	CR	CF	CFW
도살체중, kg	556	575	558
육량형질			
도체중, kg	325	322	312
등지방두께, cm	0.8	0.5	0.7
배최장근단면적, cm <sup>2</sup>	80.6	77.0	77.0
육량지수	76.2	76.6	76.4
육질형질			
근내지방도, No	3.5	4.2	5.0
육색, No	4.5	3.5	5.0
지방색, No	4.0	3.0	3.0
경매가격, 원/kg	8,689	10,500	10,828
도체등급	B2, B2	B1, B1	B1, A1

표 4-9는 한우거세우에 귀리알코올 발효사료, 생벼짚, 발효벼짚 및 전지대두 급여가 도체등급에 미치는 영향을 나타낸 것이다.

도체중은 3처리가 319 ~ 324.5kg으로 OF구가 324.5kg으로 가장 높은 결과를 보였다. 등지방두께는 처리구 모두 0.4~0.5cm로 차이가 없었으며, 배최장근 단면적은 OR구 및 OF구 및 OFW구에서 각각 79.2, 80.0 및 76.5cm<sup>2</sup>로서 CR구 및 OF구가 OFW구 보다 넓은 경향으로 나타났으나, 유의적인 차이가 없었다. 또한 육량등급을 판정하는 육량지수는 OR구, OF구 및 OFW구가 각각 76.02, 77.1 및 76.6으로 처리구간에 비슷한 결과를 보였다.

한편 근내지방도는 OFW구가 No.4.0으로 가장 높았으며 OR구 및 OF구는 No

2.0과 2.5로서 낮은 결과를 보였는데 본 연구 2장에서 나타난 결과에서 귀리 알코올 발효사료는 근내지방도를 개선하지 않는 것으로 보고하고 있다. 이러한 결과는 원료사료별로 혐기적 발효를 실시할 경우 옥수수 알코올발효사료와 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료 보다 알코올농도가 낮은 것이 한 원인인것으로 판단된다. 이것은 알코올농도가 근육내 지방침착에 관여하는 것으로 시사하여 주는 결과이다. 그러나 OFW구에서는 근내지방도가 No.4.0으로 양호한 결과를 보인 것은 가열 전지대두를 급여함으로 전지대두의 지방성분이 근육조직에 관여하여 지방침착에 의해 개선된 것으로 판단된다.

한편 OR구, OF구 및 OFW구의 육색은 4.0~5.0범위를 나타냈으며, 지방색은 OR구가 4.0, OF구가 2.5, OFW구가 3.0으로 나타나 육색 및 지방색은 모두 정상적인 범위에 존재하였다.

경매가격은 쇠고기 kg당 OR구, OF구 및 OFW구가 각각 8,089, 9,452 및 9,561원으로 나타나 근내지방도가 향상된 OFW구에서 높은 가격을 받았다.

육량등급은 3처리구 OF구 OFW구에서 A등급의 출현이 있었으며, 육질 1등급은 OFW구에서만 출현하였다. OF구 및 OFW구에서 육량 A등급의 출현은 발효벼짚과 전지대두를 급여하므로써 체조직에 에너지와 단백질 공급이 증가하기 때문으로 판단되며, OFW구의 육질1등급은 전지대두의 지방성분이 근육내 지방축적에 영향을 미친 것으로 판단된다.

표 4-9. 귀리 알코올 발효사료 급여조건하에서 발효벼짚 및 전지대두 급여가 도체 형질 및 도체등급에 미치는 영향

	OR	OF	OFW
도살체중, kg	549	548	560
육량형질			
도체중, kg	321	324.5	319
등지방두께, cm	0.5	0.4	0.5
배최장근단면적, cm <sup>2</sup>	79.2	80.0	76.5
육량지수	76.2	77.1	76.6
육질형질			
근내지방도, No	2.0	2.5	4.0
육색, No	4.5	4.0	5.0
지방색, No	4.0	2.5	3.0
경매가격, 원/kg	8,089	9,452	9,561
도체등급	B3, B2	B2, A2	A2, B1

표 4-10은 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료, 생벼짚, 발효벼짚 및 전지대두 급여가 한우거세우의 도체형질 및 도체등급에 미치는 영향을 나타낸 것이다.

등지방두께는 MR구, MF구 및 MFW구에서 각각 0.5, 0.4 및 0.8cm로 나타나 MFW구에서 가장 두꺼운 경향을 보였으며, MR구 및 MF구는 비슷한 결과로 나타났다. 이런결과는 혼합알코올발효사료의 알코올성분과 전지대두의 지방성분이 체조직의 지방합성에 이용되어 등지방을 두껍게하는 원인이 된 것으로 판단된다. 신(1995)은 한우 비육우에 알코올 발효사료를 급여하면 등지방두께가 두꺼워진다고 보고하고 있어 본 실험의 결과를 뒷받침하고 있다. 배최장근 단면적은 MR구가

80.1, MF구가 72.0 및 MFW구가 78.0cm<sup>2</sup>로서 MF구의 배최장근 단면적이 가장 좁은 결과를 보였으며, MR구 및 MFW구 배최장근 단면적은 비슷한 결과를 보였다. 육량지수는 3처리구간에 통계적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

한편 근내지방도는 MR구, MF구 및 MFW구가 각각 No. 3.0, 5.0 및 4.5로 나타나 MFW구에서 근내지방도가 현저하게 개선되는 결과를 보였다. 그리고 전반적으로 처리구들의 근내지방도가 높게 나타난 것은 비육우가 거세에 의해 체지방 함량이 증가하기(Jalobs등, 1977)때문으로 판단된다. 또한 MF구 및 MFW구의 근내지방도가 향상된 것은 발효볏짚의 반추위내 소화율이 향상되어 체내에 이용할 수 있는 에너지의 증가와 전재대두의 지방성분이 체내에 이용되기 때문으로 사료된다.

육색과 지방색은 2.0~2.5범위로 모두 정상 범위안에 있어 처리구 모두가 육색과 지방색에 의해 육질에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

경매가격은 MR구, MF구 및 MFW구가 각각 8,641, 10,278, 및 10,108원으로 근내지방도가 높은 순으로 경매가격도 책정되어 근내지방도가 경매가격을 결정하는 중요한 요인임을 증명하고 있다.

한편, 육량등급은 모든 처리구가 B등급을 받았고, 육질등급은 MR구가 2등급 그리고 MF구와 MFW구는 모두 1등급을 받았다.

표 4-10. 혼합(옥수수+귀리) 알코올 발효사료 급여조건하에서 발효бет짚 및 전지대 두 급여가 도체형질 및 도체등급에 미치는 영향

	MR	MF	MFW
도살체중, kg	551	575	593
육량형질			
도체중, kg	320.0	329	334.5
등지방두께, cm	0.5	0.4	0.8
배최장근단면적, cm <sup>2</sup>	80.1	72.0	78.0
육량지수	76.5	76.3	76.0
육질형질			
근내지방도, No	3.0	5.0	4.5
육색, No	3.5	4.0	5.0
지방색, No	4.5	3.0	2.0
경매가격, 원/kg	8,641	10,278	10,108
도체등급	B2, B2	B1, B1	B1, B1

#### 4. 경제성분석

표 4-11은 시험종료 후 한우 거세우에 대한 경제성을 분석한 것을 나타낸 것이다.

본 실험에서 한우 거세우에 급여한 배합사료, 벚짚 및 전지대두의 가격(풍건물 기준)은 217, 233 및 380원이었으며, 발효бет짚은 당밀과 미생물을 혼합하여 제조할 경우 kg당 제조가격(풍건물기준)은 250.4원 이었다. 또한 옥수수 알코올발효사료의 kg당 생산비용(풍건물기준)은 334.5원이었다. 이와 같은 사료를 210일간 급여하려 분석한 수익성에 대한 결과를 다음과 같다.

표 4-11은 옥수수알코올발효사료를 급여하는 시험군으로서 시험종료 후 축협서울공판장에서 공시축 2두를 출하하여 도체평가를 받은 결과를 나타낸 것이다.

생бет짚은 급여하는 CR구, 발효бет짚을 급여하는 CF구 및 발효бет짚과 전지대두를 급여하는 CFW구의 경매가격은 각각 9,689, 10,500 및 10,828원으로 평가되었다. 경

매가격으로부터 산출된 도체 판매가격은 CR구가 3,148,925원 CF구가 3,381,000원 및 CFW구가 3,378,336원으로 나타났다. 그리고 시험우의 구입가격은 CR구, CF구 및 CFW구가 각각 2,409,675원, 2,420,557원, 2,333,870원이었다. 그리고 시험종료시 한우 거세우의 평균 사양비용은 CR구가 531,365원CF구가 614,775원 및 CFW구가 624,267원이었다. 그리고 축협중앙회에서는 고급육 생산에 대한 의식을 도모하기 위하여 A1등급 및 B1등급에 200,000원과 50,000원의 장려금을 양축농가에게 지급하고 있다. 본 실험에서 A1 및 B1등급이 출현하여 CF구에서 평균 25,000원과 CFW구에서 62,500원의 장려금을 지급 받았다.

표 4-11. 옥수수알콜발효사료 급여하에서 발효벼짚 및 전지대두급여가 경제성에 미치는 영향

	CR	CF	CFW
경매가격, 원/kg	9.689	10.500	10.828
도체중, kg	325.0	322.0	312.0
소 판매가격, 원	3,148,925	3,381,000	3,378,336
송아지 구입비, 원	2,409,675	2,420,557	2,333,870
총사료비, 원	531,365	614,775	624,267
옥수수알콜발효사료	140,490	140,490	140,490
발효벼짚	-	105,168	105,168
전지대두	-	-	55,062
벼짚	97,860	-	-
배합사료	293,015	369,117	323,547
장려금, 원	-	25,000	62,500
수익, 원	207,915	370,668	482,699

이상으로부터 총시험기간 동안 얻은 총소득(도체판매가격-송아지구입가격-사양비용+장려금)은 CR구에서 207,915원 CF구에서 370,668원 그리고 CFW구에서 482,699

원의 결과로 나타나 발효볏짚과 전지대두를 병행 급여하는 CFW구가 수익성면에서 가장 우수하였고 그다음에는 발효볏짚을 급여하는 CF구가 우수한 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 옥수수알코올발효사료군을 급여하는 처리군에 생볏짚, 발효볏짚 그리고 전지대두를 처리하여 도체평가를 받은 후 경제성 분석을 하였을 때 발효볏짚과 전지대두를 급여하는 처리구가 경매가격 뿐만아니라 수익성에서도 우수한 것으로 나타났다. 또한 본 실험에서 각처리구에서 수익성이 높은 처리구가 근내지방도도 높은 것으로 나타나 근내지방도가 경매가격 뿐만아니라 수익성에도 중요한 요인인 것으로 판단된다. 津吉 등(1990)과 신(1995)은 근내지방도가 높은 도체가 경매가격이 높고 수익성에서도 높은 소득을 얻었다고 보고하고 있다.

따라서 한우 거세우는 옥수수알코올발효사료를 급여하거나 옥수수알코올발효사료, 발효볏짚 및 전지대두를 혼합하여 급여하면 도체판매 수익이 증가될 것으로 기대된다.

이상의 결과로부터 옥수수알코올발효사료군의 생볏짚처리구는 귀리 및 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료군의 생볏짚처리구들보다 일당증체량 및 사료효율에서 향상되는 경향을 보였으며, 특히 근내지방도가 향상되었으며 도체kg당 경매가격이 높게 받았다. 또한 옥수수발효사료군의 발효볏짚과 전지대두를 급여하는 처리구는 생볏짚 및 발효볏짚을 급여하는 처리구 보다 근내지방도 및 경매가격에서 우수한 것으로 나타났으며, 특히 경제성에서는 발효볏짚과 전지대두를 급여하는 처리구가 다른 처리구보다 가장 높은 소득을 받은 것으로 나타났다. 따라서 한우거세우는 옥수수알코올발효사료를 급여하면서 발효볏짚과 전지대두를 급여하면 증체량, 도체등급 및 수익성에서 유리할 것으로 판단된다.

## 제 4 절 요약

본 연구는 강원도 한우 비육농가에서 평균체중 392kg의 한우거세우 36두를 공시하였으며, 한우거세우에 알코올발효사료, 발효볏짚 및 전지대두급여가 육성성적, 도체등급 및 경제성에 미치는 영향을 검토하였다. 본 실험의 실험설계는 옥수수알코올 발효사료를 급여하는 처리군, 귀리알코올발효사료를 급여하는 처리군 및 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료를 급여하는 처리군 및 발효볏짚과 전지대두를 병행 급여하는 처리군으로 나누어 실험을 실시하였다. 또한 각각에는 한우거세우를 4두씩 공시하였으며 그 실험의 결과는 다음과 같다.

1. 옥수수알코올발효사료군의 일당증체량은 CR구에서 0.80kg, CF구에서 0.91kg, CFW구에서 1.01kg으로 나타났으며, CFW구의 일당증체량은 CR구 및 CF구에 비해 유의적으로 증가하는 결과를 보였다( $P < 0.05$ ). 사료섭취량은 CR구, CF구 및 CFW구가 각각 8.98, 9.70 및 9.45kg으로 CR구에 비해 CF구와 CFW구에서 높게 나타났다. 사료효율은 CFW구와 CF구가 CR구에 비해 18.9% 및 4.5% 개선하는 경향으로 나타났다.
2. 귀리알코올발효사료군의 일당증체량은 OR구, OF구 및 OFW구가 각각 0.76, 0.81 및 0.88kg으로 OR구 보다 OF구와 OFW구에서 각각 6.2 및 13.6% 향상되는 결과를 보였다. 사료섭취량은 OR구에서 9.06kg, OF구에서 9.69kg 및 OFW구에서 9.46kg으로 유의적인 차이가 없었다. 사료효율은 OR구, OF구 및 OFW구에서 각각 11.92, 11.96 및 10.95로 OFW구가 OR구와 OF구에 비해 향상되는 경향으로 나타났다.

3. 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료군의 일당증체량은 MFW구에서 0.92kg으로 MR구 및 MF구의 0.80과 0.87kg에 비해 각각 13.0%와 5.4% 향상되는 결과로 나타났다. 사료섭취량 및 사료효율은 MR구, MF구 및 MFW구 모두 처리간에 비슷한 결과를 보였다.
  
4. 옥수수, 귀리 및 혼합알코올발효사료군의 혈액성분은 처리구간에 통계적 유의차가 없었으며, 조사된 혈액성분은 정상적인 혈액범위에 있었다. 한편 혈액성분중 triglyceride함량은 3처리군중 발효벼짚과 전지대두를 급여하는 처리구가 생벚짚 및 발효벼짚을 급여하는 처리구 보다 낮은 결과를 보였다.
  
5. 옥수수알코올발효사료군의 등지방두께는 3처리구간에 차이가 없었으며, 배최장근 단면적은 CR구가 CF구 및 CFW구에 비해 넓은 결과로 보였다. 한편 근내지방도는 CR구, CF구 및 CFW구가 각각 No. 3.5, 4.2 및 5.0으로 나타나 CFW구가 다른 처리구 보다 우수한 결과로 나타났다. 경매가격은 CFW구가 10,828원으로 CR구 및 CR구의 8,689원과 10,500원 보다 높은 가격을 받았다. 육량 A등급은 CFW구에서만 출현하였고 육질 1등급은 CF구 및 CFW구에서 출현하였다.
  
6. 귀리알코올발효사료군의 배최장근 단면적은 OR구가 OF구 및 OFW구 보다 넓은 경향으로 나타났으며, 등지방두께 및 육량지수는 3처리구간에 차이가 없는 결과를 보였다. 한편 근내지방도는 OFW구가 4.0으로 OR구 및 OF구의 No. 2.0과 2.5에 비해 현저하게 향상되는 결과로 나타났다. 경매가격은 근내지방도

가 향상된 CFW구가 9,561원으로 CR구의 8,089원 및 CF구의 9,452원 보다 높게 받았다. 육량 A등급은 3처리구중 OF구 및 OFW구에서 출현하였으며, 육질 1등급은 OFW구에서만 출현하였다.

7. 혼합(옥수수+귀리)알코올발효사료군의 등지방두께는 MR구, MF구 및 MFW구에서 각각 0.5, 0.4 및 0.8cm로 MFW구에서 등지방두께가 두꺼운 결과를 보였다. 배최장근 단면적은 MR구 및 MFW구가 MF구에 비해 넓은 경향을 보였으며, 육량지수는 3처리구간에 차이가 없는 결과로 나타났다. 한편 근내지방도는 3처리구 모두 개선하는 결과를 보였는데 특히 MFW구에서 가장 좋은 결과로 나타났다. 경매가격은 MR구, MF구 및 MFW구에서 각각 8,641원, 10,278원 및 10,108원으로 MF구에서 높게 받았다. 육량 A등급은 3처리구간에 없었으며, 육질 1등급은 MF구 및 MFW구에서 출현하였다.
8. 옥수수알코올발효사료군의 수익성은 CFW구가 482,699원으로 CR구의 207,915원 및 CF구의 370,668원 보다 높은 소득을 얻었다.

## 제 5 절 참고문헌

1. Autrey, K. M., T. A. McCaskey and J. A. Little, 1974. Cellulose digestibility of fibrous materials treated with trichoderma-viridae cellulase. J. Dairy Sci., 58:67.
2. Clarkson, T.B., J.R. Kaplan, and M.R. Adams. 1985. The role of individual differences in lipoprotein, artery wall, gender, and behavioral responses in the development of atherosclerosis, *Atherosclerosis*, 45:28-45.
3. Connor W.E., D.S. Lin, and Harris. 1981. A comparison of dietary polyunsaturated  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 fatty acids in human: Effects upon plasma lipids, lipoproteins and sterol balance(Abstr.), *Atherosclerosis*, 1:363.
4. Donefer, E., O.A. Adeleye and T.A.O.C. Tohmes.1969. Effect of urea supplementation on the nutritive value of NaOH treated oat straw. In : R.F. Gould(Editor), *Cellulase and their application*, American Chemical Society, Washington, D.C., p.328.
5. Enright, W. J., J. F. Quirke, P. D. Gluckman, B. H. Breier, L. G. Kennedy, I. C. Hart, J. F. Roche, Coert and P. Allen. 1990. Effects of long-term administration of pituitary-derived bovine growth hormone and estradiol on growth in steers. *J. Anim. Sci.* 68, p. 2345.

6. Glueck, C.J..1979. Dietary fat and atherosclerosis, *An. J. Clin Nutr.*, 32:2703-2711.
7. Itabashi, H., T. Kobayashi, A. Takenaka and M. Matsumoto., 1991. Influence of ethanol on ruminal microbes and fermentation pattern, hydrogenation of unsaturated fatty acid, and meat quality of beef cattle. 3rd International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Malaysia.
8. Jacobs, J. A., C. E. Hurst, J. C. Miller, A. D. Howes, T.L. Gregory, and T. P. Ringkob. 1977. Bulls versus steers. I. Carcass composition, wholesale yields and retail values. *J. Anim. Sci.*, 46. p.695.
9. Kagawa, Y., M. Nishizawa, and M. Suzuki, 1982. Eicosapolyenoic acid of serum lipids of Japanese islanders with low incidence of cardiovascular disease, *J. Nutr. Sci. Nitaminol(tokyo)*, 28:441-453.
10. Kellems, R. O., A. Lagerstedt, and M. V. Wallentine. Effect of Feeding *Aspergillus oryzae* Fermentation Extract or *Aspergillus oryzae* Plus Yeast Culture Plus Mineral and Vitamin Supplement on Performance of Holstein Cows during A Complete Lactation. *J. Dairy Sci.* 73, 1990, pp. 2922-2928.
11. Key, A., F. Grande, J.T. Anderson, 1974. Bias and misrepresentation revisited: Perspective "On saturated fat", *Am. J. Clin Nutr.* 27: 188-212.

12. Niever, J. W., R. E. Tucker and G. E. Mitchell. 1973. Fiber digestion in lambs fed on extract of *Aspergillus Oryzae*. *J. Anim. Sci.*, 37:1446.
13. Oji, U.I., D.N. Mowat and J.E. Winch. 1977. Alkali treatment of corn stover to increase nutritive value. *J. Anim. Sci.* 44:798.
14. Saenger, P.F., R.P. Lemenager and K.S. Hendrix. 1982. Anhydrous ammonia treatment of corn stover and its effect on digestibility, intake and performance of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 54:419.
15. Smith, Robert. J. 1989. Biological actions and interactions of insulin and glucagon. Wisconsin Univ.
16. Streeter, C.L. and G.W. Horn. 1984. Effect of high moisture and dry, ammoniation of wheat on its feeding value for lambs. *J. Anim. Sci.* 59:559.
17. White, C.L., D.E. Greene, P.W. Waldroup, and E.L. Stephenson. 1967. The use of unextracted soybeans for chicks. I. Comparison of infrared cooked, autoclaved and extruded soybeans. *Poultry Sci.* 44:1180-1185.
18. Wiedmeier, R. D., M. J. Arambel, and J. L. Walters. Effect of Yeast Culture and *Aspergillus oryzae* Fermentation Extract on Ruminant Characteristics and Nutrient Digestibility. *J. Dairy Sci.* 70, 1987, pp. 2063-2068.

19. 奈良岡武任, 津吉 炯, 深谷幸作, 葉坂裕子, 横橋松男, 針生程吉. 1990. 牛の生體輸送におけるアルコール投與の利點. 日畜學會第83回大會講演要旨, p. 109.
20. 農山漁村文化協會, 1985. 畜産全書. 肉牛.
21. 大瀧浩靖, 高木久雄, 米持千里, 山崎廣明, 高橋正也. 1990. 生物定量法による牛, 豚に對するアルコール有効エネルギー. 日畜學會第83回大會講演要旨, p. 90.
22. 津吉 炯, 深谷幸作, 飯原慎一, 中原信夫, 熱田眞由美, 針生程吉. 1990. 黒毛和種肥肉牛の仕上期におけるアルコール給與がその肉質に及び肉質への効果影響. 肉用牛研究會 第28回大會講演要旨, p. 51.
23. 津吉 炯, 深谷幸作, 飯原慎一, 中原信夫, 熱田眞由美, 針生程吉. 1990. 黒毛和種牛に對するアルコール給與の増體及び肉質に及ぼす影響. 日本畜産學會第83回大會講演要旨, p. 109.
24. 板橋久雄, 小林 剛, 竹中沼雄, 松本光人, 加藤貞雄, 千國幸一, 小石川常吉, 小堤恭平. 1990. エタノール給與が肥 肉牛のルーメン醗酵と産肉性及ぼす影響. 日畜學會第83回大會講演要旨, p. 108.
25. 板橋久雄, 松本光人, 小林 剛. 1989. 牛のルーメン醗酵と血漿成分に及ぼすエタノールの影響. 畜試研報, 49, p. 25.

26. 김덕영과 정근기. 1993. 암모니아 처리볏짚과 농후사료의 동시 급여가 면양의 사료섭취량, 소화율 및 제 1위와 혈액의 성상에 미치는 영향. 한영사지. 17:33.
27. 김성민, 김종민, 이현기, 박원표, 임영재, 김병진, 정태영. 1991. 국내이용 말사료의 영양적 가치와 yest culture 첨가시 소화율, 이요율 및 혈액성상에 미치는 영향. 한영사지. 15(5):280.
28. 맹원제, 한인규, 하종규. 1977. 저질조사료의 사료가치 증진시험. 한영사보. 1:1.
30. 배무, 최희운, 김춘수. 1975. 볏짚사료 개발에 관한 연구. KIST연구보고서.
31. 신중서, 김종복, 성경일, 여인서, 김기은, 박연수, 홍병주. 1994. 고품질 쇠고기 생산을 위한 한우 사육기술. 1. 소 성장호르몬과 알코올발효사료의 처리가 증체율, 사료효율, 혈액성상, 육조성 및 도체등급에 미치는 영향. 한영사지. 18(5), p. 363.
32. 신중서, 김종복, 성경일, 여인서, 김기은, 홍병주. 1994. 고품질 쇠고기 생산을 위한 한우 사육기술. 2. 소 성장호르몬과 알코올발효사료의 처리가 도체품질 및 조성에 미치는 영향. 한영사지. 18(5), p. 373.
33. 신중서, 발효사료급여, 성장호르몬 투여 및 거세가 고품질 쇠고기 생산에 미치는 영향. 강원대학교. 박사학위 논문. 1994.

34. 이은종과 최병익. 1977. 벚짚의사료가치 증진을 위한 시험 연구-통일벼짚 싸일리지제조에 관한 연구. 한축지19(5):367.

## 제 5 장. Anabolic agent 투여가 내분비 대사 및 도체품질에 미치는 영향

### 제 1 절. 서 설

최근 유전공학적인 기법에 의하여 생산되는 소 성장호르몬(Recombinant bovine somatotropin : rBST)은 착유우와 비육우의 생산성을 향상시키는 것으로 알려져있다(Annexstad 등, 1990; Bauman 등, 1988; Early 등, 1990ab; 신 등, 1994ab; 심, 1995; 홍 등, 1993).

성장 호르몬의 투여에 따른 일반적인 효과에 대하여 정(1993)은 투여량 수준에 따라 매일 15mg과 30mg을 비거세우 육성우인 한우 비육우에 투여하였을 때 대조구에 비해 투여구에서 섭취량이 감소하고 증체량 및 사료효율이 향상되었다고 보고하고 있다. 또한 비육전기와 후기에 있어서 알콜발효사료와 소 성장호르몬의 투여가 육성성적과 도체성적에 미치는 영향에 대하여 신(1995)이 발표한 연구결과에 따르면 비육전기에서 소 성장호르몬의 투여가 육성성적에 있어서 효과적이었다고 발표가 되었지만 이때는 알콜발효사료가 하나의 요인으로 작용한 것으로 볼수 있으며 체중 kg당 0.03mg의 rBST를 14일에 1회 투여하였으나 투여 수준별로 투여량에 차이는 두지 않았기 때문에 적절한 투여량에 대한 고찰을 하지 못했던 것으로 볼수 있다.

Early 등(1993a, 1993b, 1993c)은 비육우의 증체성적과 혈중대사 산물의 농도 및 도체품질에 대한 연구에서 이들간에 상호 밀접한 상관성이 있음을 시사한바 있다. 특

히 Early 등(1993b)과 정(1993)은 도체와 우유중의 콜레스테롤 함량이 감소한다는 결과를 보여 소 성장호르몬의 투여가 고품질의 축산물 생산에 이용할수 있다고 하였다. 또한 홍 등(1993)은 우리나라의 일반농가의 사육방식하의 육성우에 대한 소 성장호르몬의 투여실험에서 적정투여량에 따른 도체품질에 대한 연구의 필요성을 강조한 바 있으며 신(1995)은 한우비육우에 알코올발효사료와 성장호르몬을 동시에 처리한 처리구가 성장호르몬을 단독 투여한 처리구보다 배최장근 단면적과 등지방 두께가 개선되었다고 하였으나 우리나라의 사육환경하에서 비육우에 대한 성장호르몬의 단독투여에 따른 투여수준별 혈중 대사산물의 농도와 도체성적에 미치는 영향에 대해서 규명한 연구가 없어 이에 대한 추가적인 연구의 당위성을 제기하고 있다.

한편 신 등(1995,b)은 알코올발효사료를 급여하는 한우 비육우에 서방형 소 성장호르몬(sustained release recombinant bovine somatotropin: rBST)투여하는 실험에서 배최장근 단면적 및 등지방두께가 향상되는 결과를 얻었다고 보고하고 있어 rBST투여수준별에 대한 비육우의 혈액과 도체에 미치는 효과를 규명할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 서방형 소 성장호르몬(rBST)을 투여수준별로 한우 비육우에 투여할 때 증체량, 사료효율, 혈액성분 및 도체등급 그리고 경제성에 미치는 영향을 검토하여 가장 적절한 투여량을 제시하기위하여 실시하였다.

## 제 2 절. 재료 및 방법

### 1. 시험기간 및 공시동물

본 실험은 한우 거세우 20두를 대상으로 1997년 3월부터 1997년 9월까지 홍천군 서석소재 일반농가에서 실시하였는데 rBST투여 개시시 거세우의 평균체중은 448kg이었으며 시험축의 거세는 6개월령에 외과적 방법(그림 5-1)으로 실시하였다.

### 2. 시험설계 및 사양관리

공시축은 완전임의 배치법에 의거하여 4개 처리에 5두씩을 공시하였는데 SR-rBST 투여수준에 따라 SR-rBST를 투여하지 않은 rBST무처리구(대조구: placebo투여 없음), 14일 간격으로 체중 1kg당 1일 0.03mg수준의 SR-rBST를 투여한 0.03mg/kgBW/14d구, 14일 간격으로 체중 1kg당 1일 0.06mg수준의 SR-rBST를 투여한 0.06mg/kgBW/14d구, 그리고 14일 간격으로 체중 1kg당 1일 0.09mg수준의 SR-rBST를 투여한 0.09mg/kgBW/14d구의 4개 처리였다. 공시축의 각 처리별 SR-rBST처리는 5ml 용량의 1회용 주사기와 15 guage 주사바늘을 사용하여 오전 11:00에 좌우측 견갑부와 미근부에 번갈아 주사하였다. 그리고 이 때 사용한 rBST제제는 서방형 소 성장호르몬(sustained release recombinant bovine somatotropin : rBST)으로서 주사 후 피부 감염을 예방하기 위하여 주사후 약 5분간 주사부위를 마사지 하였다. 본 연구에 사용된 SR-rBST는 주) 럭키에서 유전공학적으로 생산한 제 품이었다.



그림 5-1. 실험에 이용한 공시축의 외과적 수술방법에 의한 거세 과정

시험우는 계류식 우사에서 사육하였고 시중에 유통되는 배합사료를 농가관행에 준하여 급여하면서 하루에 1.28kg(건물기준)의 알코올발효사료를 급여하였고 볏짚은 자유채식시켰다. 시험기간동안에 급여한 사료의 일반성분은 표 5-1과 같다.

표 5-1. 시험 사료의 화학조성분

	배합사료	알코올발효사료	볏 짚
건 물, %	90.1	57.62	86.18
	————— % —————		
조 단 백 질	9.65	11.39	3.39
조 지 방	3.24	5.15	2.64
NDF	19.7	24.56	67.78
ADF	5.80	7.50	43.03
조 회 분	5.94	3.89	8.03
알코올, %	-	4.0	-

### 3. 조사항목 및 시료분석

본 연구에서는 일당증체량, 사료섭취량, 혈액성분 및 동심의 일반성분 그리고 도체평가와 경제성 분석을 실시하였다.

#### 가. 일당증체량

실험개시시 및 종료시 그리고 시험기간중 매 2개월마다 우형기를 이용하여 체중

을 측정하였다.

#### 나. 사료섭취량

실험 개시시부터 매 1개월마다 3~5일씩 측정하였으며 오전 08:00시 사료급 여 전에 사료잔여량과 허실량을 측정하여 산출하였다.

#### 다. 혈액성분

혈액성상 분석을 위하여 실험 개시시부터 2개월 간격으로 처리별로 각각 5~7두 씩 선정하여 미정맥에서 혈액채취용 10ml vacutainer (Becton Dickinson Co. U. S. A)를 사용하여 채취하였다. 혈액은 4℃에서 12시간 정치한 후 1500rpm조건에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 혈액자동분석기(Model : Impact 400., USA)를 이용하여 total protein, albumin, glucose, blood urea nitrogen, creatinine, triglyceride, cholesterol, calcium 및 phosphorus를 분석하였다.

#### 라. 도체등급

본 실험의 도체등급 조사는 실험이 종료된 공시축을 축협산하의 등급판정소에 출하하여 도살후 마지막갈비와 제1요추 사이를 척추쪽으로 수평하게 절단한후 소 도체판정기준(축산불 등급제, 1996)에 의거 실시하였다.

#### 4. 근육의 육조성분석 및 시료분석

분석용 고기샘플은 축협중앙회 서울 공판장에 출하된 시험우 도체에서 최후 흉추와 제 1요추사이를 척추쪽으로 수평하게 절단한 최후 흉추쪽의 등심을 절취하였으며 분석시 까지 -20℃ 냉동실에서 보관하였다. 그리고 사료 및 등심의 일반성분분석과 NDF 및 ADF분석은 제2장의 실험1과 동일하게 하였다.

#### 5. 통계처리

본 실험에서 조사된 성적은 다음과 같은 선형모형을 적용하여 분석하였다.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

여기서  $Y_{ij}$  : 개별 측정치

$\mu$  : 전체평균

$T_i$  : j번째 처리의 효과

$e_{ij}$  : 각 개체의 고유한 임의오차

### 제 3 절. 결과 및 고찰

#### 1. 일당증체량

표 5-2은 재조합소성장호르몬을 한우거세우에 투여할 경우 일당증체량에 미치는 영향에 대하여 나타낸 것이다.

표 5-2. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 일당증체량에 미치는 영향

	대조구	0.03mg구	0.06mg구	0.09mg구
개시체중, kg	453	447	448	447
종료시체중, kg	554	563	564	534
총증체량, kg	101	116	116	87
일당증체량, kg	0.96	1.10	1.10	0.83

비육우에 재조합 소성장호르몬을 투여시 일당증체량은 대조구가 0.96kg, 0.03mg구가 1.10kg, 0.06mg구가 1.10kg, 0.09mg구가 0.83kg으로 0.03mg구와 0.06mg구의 일당증체량이 대조구 및 0.09mg구보다 향상된 결과를 보였으며, 0.09mg구는 대조구에 비해 낮았다.

Grings 등(1990)은 홀스타인 미경산우에 5개월동안 매일 41.2mg의 rBST를 투여한 결과 일당증체량이 24% 증가하였다고 보고하였고, Brumby(1959)는 저어지종 암송아지에 12주간 BST를 투여했을 때 10.7%, 거세비육우 96두에 121일간 투여했을 때 7.9%의 일당증체량 증가가 있다고 보고하였으며 교잡종 비육후기 거세우에

rBST를 체중 kg당 8.25, 16.5, 33, 66 $\mu$ g을 투여시 16.5와 33 $\mu$ g일때는 일당증체량과 사료효율이 개선되었지만 8.25와 66 $\mu$ g일때는 사료효율은 개선되나 일당증체량은 감소하여 bST투여수준에 따라 효과가 달리 나타날 수 있다고 보고하였다.

또한 Moseley 등(1992)은 생체중 1kg당 매일 33 $\mu$ g의 rBST를 비거세우에 투여한 결과 증체율에서 13%의 개선효과를 얻었다고 보고한바 있다. 이것은 비록 매일 투여한 결과였지만 본 실험에서 0.03mg구의 성적과 일치하는 결과로서 비육우에 rBST투여는 일당증체량의 개선이라는 측면에서 체중 kg당 약 0.03mg의 성장호르몬이 매일 흡수되도록 하는 것이 좋을것이라 판단된다. 또한 rBST의 투여수준이 체중 kg당 0.1mg이상으로 투여하였을 때 일당증체량이 오히려 감소하고 사료효율의 개선이 없었다고 하였는데 본 실험에서도 일당증체량은 0.09mg구가 0.83, 대조구가 0.96으로 0.09mg구가 13.5% 낮은 결과로 나타났다. 결국 rBST의 효과를 극대화 하기 위해서는 한우의 경우 체중증가에 따라서 투여량을 조정해 줄 필요가 있으며 rBST 투여효과의 감소를 막기 위해 증체에 상응하는 충분한 양의 사료영양소 공급이 선행되어야 할것으로 판단된다.

이상의 결과에서 rBST투여수준별로 투여시 대조구에 비해 0.03mg구와 0.06mg구에서 일당증체량이 향상된 결과를 보여 한우 거세우에 일당증체량을 향상시키기 위해서는 0.03mg 및 0.06mg의 rBST를 투여하는 것이 가장 효과적인 것으로 판단된다.

## 2. 사료섭취량 및 사료효율

표 5-3은 재조합소성장호르몬의 투여가 사료섭취량 및 사료효율에 미치는 영향을 나타낸 것이다.

표 5-3. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 사료섭취량 및 사료효율에 미치는 영향

	대조구	0.03mg구	0.06mg구	0.09mg구
건물섭취량 kg/두/일				
볍짚	1.87	1.52	1.40	1.48
알코올발효사료	1.28	1.28	1.28	1.28
배합사료	6.30	6.51	6.85	6.90
총건물섭취량	9.45	9.31	9.53	9.66
사료효율	10.15	8.46	8.66	11.64

본 실험에서는 거세우에 rBST투여시 일일 평균 사료건물섭취량은 대조구가 9.45 kg, 0.03mg구가 9.31kg, 0.06mg구가 9.53kg 및 0.09mg구가 9.66kg으로 0.03mg구가 대조구와 다른 처리구에 비해 가장 적게 섭취하는 것으로 나타났으며, 사료효율은 대조구가 10.15, 0.03mg구가 8.46, 0.06mg구가 8.66 및 0.09mg구 11.64로 나타나 대조구에 비해 0.03mg구 및 0.06mg구가 각각 16.6%, 14.6% 향상되는 결과를 보였지만 0.09mg구는 대조구에 비해 사료효율이 개선되지 못하는 결과로 나타났다.

Peter(1986)은 rBST투여시 증체량은 투여구와 대조구사이에 차이가 없었으나 rBST투여구의 사료섭취량이 감소한다고 보고하였는데 이것은 rBST투여로 사료섭취량이 감소함으로써 사료효율이 개선되었다고 보고하였으며, Bines 등(1980)은 Hereford종 육우에 rBST를 투여하므로써 섭취량이 19.9% 감소하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보이고 있다. 반면에 본 실험의 축종과는 다르지만 성장호르몬을 투여하면 양에서는 13.6%(Wagner와 Veenhuizen, 1978)와

7.4%(Muir 등, 1983) 그리고 돼지에서 13-19%(Machlin, 1972) 사료효율이 개선되었다고 하였으며, Neathery 등(1991)은 Holstein 수송아지에 bST를 투여하면 사료효율이 대조구와 차이가 없었다고 보고하여 본 논문과 상이한 결과들도 있어 이에 대한 추가적인 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것이다. 또한 Bauman 등(1985) 및 Peel과 Bauman(1987)은 성장호르몬 투여가 사료섭취량에 영향을 미치지 않았다고 보고하였고, Arthaud 등(1977)은 비거세우가 거세우보다 사료효율이 높은 것으로 보고하였으며, James 등(1986)은 거세 비육우를 자유채식을 시키면서 성장호르몬을 투여한 결과 일당증체량은 큰 차이를 보이지 않았지만 사료섭취량이 감소한다고 보고 하였다. Gregory 등(1983)도 비거세우에 zeranol을 투여시 사료섭취량이 감소한다고 보고하였다. 또한, Early 등(1990a)은 체중  $231 \pm 18\text{kg}$ 에 염을 급여한 비육우보다도 rBST를 처리한 비육우에서 사료섭취량은 처리구간에 모두 차이가 없었고, 사료효율은 거세우에 rBST를 처리했을 때 12%가 개선되었다고 보고하였는데 본 실험에서도 rBST투여수준중 0.03mg구에서 사료섭취량이 감소하였으며 사료효율은 0.03mg구 및 0.06mg구에서 대조구 및 0.09mg구보다 향상된 결과를 보였다. 이러한 사료섭취량의 감소와 사료효율의 개선은 체내에서 rBST가 필요한 조직에 영양소 분배를 적절하게 하여 반추위로부터 유입되는 영양소를 조절하기 때문으로 판단된다.

이상의 결과에서 0.03mg구가 사료섭취량과 사료효율에서 대조구과 다른 처리구에 비해 가장 향상된 결과를 보였다. 따라서 한우거세우의 사료효율을 개선하기 위해서는 0.03mg을 투여하는 것이 적절하다고 판단된다.

### 3. 혈액성상

한우비육우에 소성장호르몬을 투여할 경우 혈액에 미치는 영향에 대한 결과는 표 5-4에서 보는 바와 같다.

표 5-4. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 혈액성분에 미치는 영향

	대조구	0.03mg구	0.06mg구	0.09mg구	정상범위
Phosphorus, mg/dℓ	7.4	7.32	8.15	8.15	5.5±0.8
Calcium, mg/dℓ	10.10	10.44	10.47	10.57	8.5-12
Total Protein, g/dℓ	6.31	6.58	6.62	6.26	6.76-7.46
BUN, mg/dℓ	17.94	8.27	8.92	7.55	6-27
Glucose, mg/dℓ	51.06	56.85	54.17	53.67	35-55
Albumin, g/dℓ	3.30	3.22	3.27	3.32	3.5±0.35
Creatinine, mg/dℓ	1.22	1.17	1.07	1.08	1-2
Cholesterol, mg/dℓ	107.34	103.33	102.17	100.17	110±32
Triglyceride, mg/dℓ	20.86	33	25.8	29.83	-

본 실험에서의 총 단백질함량은 대조구가 6.31, 0.03mg구가 6.58, 0.06mg구가 6.62, 0.09mg구가 6.26mg/dℓ으로 대조구에 비해 0.03mg구와 0.06mg구가 높은 경향이었으며, 혈중 Albumin의 함량은 시험전기간동안에 유의적인 차이가 없었다. 즉 혈중의 단백질함량은 결국 혈장중의 단백질함량이 포함된 것으로 혈액의 교질삼투압을 유지시키고, 인슐린과 같은 호르몬이나 이온상태의 물질들을 운반하여 혈액의 점성을 유지하고 혈장단백질이 체내에서 대부분 음이온으로 존재하여 완충작용을 돕는다고

볼 때 rBST를 투여하여도 비육우는 정상적인 항상성과 대사활동을 하는 것으로 판단된다. 혈중 calcium의 함량은 대조구, 0.03mg구 0.06mg구 및 0.09mg구가 각각 10.10, 10.44, 10.47 및 10.57mg/dl로 나타나 rBST 투여구가 대조구보다 높은 경향을 보였는데 이것은 BST의 생물학적 기능으로서 세포분열과 골격성장에 직·간접적으로 rBST가 작용한 결과로 판단된다.

McDowell(1991)은 rBST투여시 송아지에 있어서는 체조직의 질소저장이 증가하여 체성장에 이용된다고 보고하였으며, Chalupa와 Galligan(1989)에 의하면 rBST투여시 증가하는 혈중 glucose농도는 간에 저장되었던 glycogen의 이동이나 diabetogenic effect와 같은 영향으로 조직으로의 glucose 축적 억제의 결과라고 보고하였는데, 본 실험에서의 혈중 glucose의 함량은 대조구에 비하여 rBST처리구가 높게 나타났으며, 특히 0.03mg구와 0.06mg구가 높게 나타났다. 따라서 rBST를 투여한 소에서는 gluconeogenesis도 증가하고 축적되는 양보다 혈중으로 유리되어 에너지원으로 사용되는 양이 증가한 것으로 판단된다.

Creatinine함량은 대조구가 1.22mg/dl에 비하여 0.03mg구가 1.17, 0.06mg구가 1.07 및 0.09mg구 1.08mg/dl로 대조구보다 처리구에서 감소하였는데 이것은 고에너지 인산의 중요한 저장형으로 알려져있는 creatine대사의 최종대사물질인 creatinine은 주로 인산화 크레아틴으로 저장되는데 rBST투여로 체내 에너지 이용효율이 그 만큼 높아졌다고 판단된다.

도체의 지방함량과 상호관계를 갖고있는 cholesterol함량(Wheeler 등, 1987)의 경우 rBST를 투여하였을 경우 통계적인 유의차는 없었으나 처리구에서 감소하는 경향을 보였다. 본 실험에서 rBST투여구인 0.03mg구, 0.06mg구 및 0.09mg구가 대조구보다 감소한 것은 간에서 지방합성을 억제하는 작용과 혈중 cholesterol을 체지방

합성에 이용하여 감소한 것으로 판단된다. 따라서 이와같은 결과는 rBST투여로 콜레스테롤 함량이 낮은 고기를 생산할 수 있는 가능성을 시사하고 있다.

#### 4. 도체형질

시험기간동안 한우거세우에 rBST투여가 도체형질에 미치는 결과를 나타낸 것이다.

표 5-5. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 도체형질에 미치는 영향

	대조구	0.03mg구	0.06mg구	0.09mg구
생체중, kg	548	558	543	537
도체율, %	59.2	56.1	58.4	60.3
육량형질				
도체중, kg	324	313	317	323
등지방두께, cm	0.3	0.4	0.5	0.4
배최장근단면적, cm <sup>2</sup>	72	84	77	86
육량지수,	76.89	76.69	76.21	76.58
육질형질				
근내지방도, No	3	5	4	3
육색, No	4	4	5	5
지방색, No	2	2	2	3
경매가격, 원/kg	9,699	10,680	9,866	9,366

도체중은 313~324kg범위로 0.03mg구에 가장 낮았고 대조구가 가장 높은 결과로 나타났다. 육량을 결정하는데 정의 상관관계를 갖는 배최장근단면적은 대조구가 72

cm<sup>2</sup>에 비하여 0.03mg구가 84cm<sup>2</sup>, 0.06mg구가 77cm<sup>2</sup> 및 0.09mg구가 86cm<sup>2</sup>으로 대조구보다 0.03mg구와 0.06mg구 및 0.09mg구에서 증가하는 경향을 보였다. 특히 배최장근단면적은 0.03mg구와 0.09mg구에서 넓은 결과로 나타났다. 육량에 부의 관계가 있는 등지방두께는 대조구와 처리구간에 0.3~0.5cm범위로 큰 차이를 보이지 않았으며, 육량지수도 대조구와 처리구간에 통계적인 유의차를 나타내지 않았다. 육색과 지방색에 있어서도 대조구와 처리구간에 차이가 없어 rBST투여에 영향 받지 않는 것으로 나타났다.

Muir 등(1983)은 면양에 성장호르몬을 투여시 지방은 줄어들고 단백질은 증가한다고 보고하였으며 육성우에서 rBST 투여했을때와 화학적인 거세가 등지방두께 및 배최장근단면적을 개선한다고 보고하였다(홍 등, 1993 ; Cohen 등, 1991a). 또한 Vanderwert 등(1985)은 거세시 배최장근단면적과 기호성은 개선되지 않지만 지방함량은 증가했다고 보고 하였으며, Beermann 등(1990)은 양에게 체중 kg당 20 $\mu$ g의 성장호르몬을 주입시 배최장근 단면적이 유의하게 증가한다고 보고하였다. 그러나 본 실험에서는 거세 비육우에 rBST투여시 대조구에 비해 처리구에서 향상된 결과를 보여 상이한 결과를 보였다. 또한 Early 등(1990a)은 rBST투여가 등지방두께에 영향하지 않는다고 보고하였으며, Peter(1986)와 Mcshane 등(1988)은 송아지와 미경산우에 rBST투여시 등지방두께를 감소시킨다고 보고하였으나 본 실험에서는 rBST처리시 등지방두께는 대조구와 차이를 보이지않고 오히려 증가하는 경향으로 나타났다.

이상의 결과에서 0.03mg구는 배최장근단면적, 근내지방도 및 경매가격에서 대조구, 0.06mg구 및 0.09mg구보다 향상된 결과를 보였다. 따라서 도체등급을 향상시키기 위해서는 한우거세우에 0.03mg을 투여하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

## 5. 등심의 육조성분

표 5-6는 시험전기간동안 한우거세우에 소성장호르몬의 급여가 등심의 육조성분에 미치는 영향을 나타낸 것이다.

표 5-6. 재조합소성장호르몬 투여가 한우거세우의 등심의 육조성분에 미치는 영향

	대조구	0.03mg구	0.06mg구	0.09mg구
수분, %	67.23	68.64	67.51	66.89
조단백질, %	20.32	22.60	21.63	21.02
조지방, %	8.25	7.01	7.45	7.86
조회분, %	1.36	1.31	1.25	1.28
콜레스테롤, mg/dl	32.1	23.4	26.9	25.7

본 실험에서는 서방형 소 성장호르몬을 투여한 등심의 육조성분에서 등심의 수분 함량은 대조구가 67.23%에 비하여 0.03mg구, 0.06mg구 및 0.09mg구에서 각각 68.64, 67.51 및 66.80%로 처리구들이 증가하는 경향을 보였으며 단백질과 회분의 함량은 대조구와 투여구간에 유의적인 차이가 없었으나 등심의 지방함량은 대조구 8.25%에 비해 0.03mg, 0.06mg 및 0.09mg구에서 각각 7.01, 7.45 및 7.86%로 rBST처리구들이 낮게 나타났으며, 특히, 0.03mg구에서 가장 낮은 결과를 보였다. 또한 등심에서의 cholesterol함량은 대조구의 32.1mg/dl에 비하여 0.03mg, 0.06mg 및 0.09mg투여구에서 각각 23.4, 26.1 및 25.7mg/dl으로 나타나 rBST투여구에서 감소하는 경향을 보여

rBST를 투여할 경우 고품질 쇠고기생산의 가능성을 보여주고 있다. 이와 같은 결과는 Early 등(1990b)이 숫송아지에 대하여 실시한 rBST투여 시험의 결과 우둔(Hip), 허리(Loin), 옆구리(Flank), 목과어깨(Chuck), 및 가슴(Brisket)등의 부위에서 지방에 대한 정육의 비율이 처리구에서 유의하게 증가하였다고하여 본 실험의 성과와 상이한 결과였다. rBST의 작용기전에서 지방을 직접적으로는 분해작용을 하며 간접적으로는 합성작용을 한다. 그러나 본 논문과 Early 등(1990b)의 결과는 상이한 점을 보아 사료조건등을 고려하여 계속적인 연구가 필요하며 본 논문의 결과는 rBST의 직접적인 작용에의해 지방합성 및 cholesterol함량이 감소된 것으로 판단된다.

본 실험에서는 단백질함량은 대조구에 비해 rBST 처리구에서 높게 나타났으며 수분함량도 0.03mg구가 대조구 및 다른 처리구에서 높은 결과를 보였다. Galbraith 등(1978)은 rBST 처리를 하면, 9,10 및 11번 늑골부위의 단백질과 수분이 대조구보다 높았다고 보고하여 본 논문의 결과와 일치하고 있다. 이는 rBST를 투여하면 조직에 단백질 축적을 증가시킨다는 작용기작을 증명하는 결과이다.

이상의 결과에서 한우거세우에 rBST를 투여하면 등심의 단백질함량이 증가하고 지방 및 cholesterol함량은 감소하는 결과를 보였으며, 특히 0.03mg구에서 가장 우수한 결과로 나타났다. 따라서 한우거세우는 0.03mg을 투여하여 사육하면 등심의 품질이 개선할 것으로 판단된다.

## 6. 경제성 분석

표 5-7는 한우거세우에 투여수준별 소성장호르몬에 대한 경제성을 분석한 것을

나타냈다.

표 5-7. 재조합소성장호르몬 투여가 경제성에 미치는 영향

	대조구	0.03mg구	0.06mg구	0.09mg구
판매가격, 원	3,142,476	3,342,840	3,127,522	3,025,218
소 구입가격, 원	2,120,040	2,091,960	2,096,640	2,091,960
사료가격, 원	219,240	226,548	238,380	240,120
벚짚가격, 원	53,856	43,776	40,320	42,624
성장호르몬가격, 원	-	56,000	112,000	168,000
알코올발효사료가격, 원	54,067	54,067	54,067	54,067
총비용, 원	2,447,203	2,472,351	2,601,451	2,596,771
수익, 원	695,273	870,489	526,071	428,447

시험종료후 축협 중앙회 서울 공판장에 출하하여 도체평가를 받은 경매가격은 도체kg당 대조구에서 9,699원이며, 0.03mg구, 0.06mg구 및 0.09mg구에서는 각각 10,680원, 9,866원, 9,366원으로 나타나 0.03mg구가 4처리구중 가장 높은 가격을 받았다. 또한 경매가격으로부터 산출된 도체의 평균 판매가격은 대조구가 3,142,476원이며 0.03mg구, 0.06mg구 및 0.09mg구는 각각 3,342,840원, 3,127,522원, 3,025,218원으로 0.03mg구가 대조구 및 다른 처리구보다 높은 가격을 받았다. 한편 시험종료 후 한우거세우의 평균 사양비용은 대조구, 0.03mg구, 0.06mg 및 0.09mg구가 각각 2,447,203원, 2,472,351원, 2,601,451원 및 2,596,771원이었다. 이상으로부터 총시험기간동안 얻은 소득(도체판매가격-송아지구입비-사양비용)은 대조구가 692,273원, 0.03mg구가 870,489원, 0.06mg구가 526,071원 및 0.09mg구가 428,447원으로 나타났다. 따라서 한우거세우에 rBST투여는 0.03mg구에서만 대조구보다 높은 소득을 얻었다. 홍 등

(1993)은 rBST를 투여하는 한우 비육우의 실험에서 rBST구는 대조구보다 두당 도체 판매 수익이 높다고 보고하여 본 실험에서의 결과와 일치하고 있다. 결국 rBST 투여로 도체 판매수익은 대조구가 695,273원, 0.03mg구, 0.06mg구 및 0.09mg구는 각각 870,489원, 526,071원, 428,447원으로 나타나 0.03mg구가 대조구에 비해 수익이 175,216원 더 높게 나타났지만 0.06mg구 및 0.09mg구에서는 대조구에 비해 낮은 수익을 나타냈다.

이상의 결과를 종합하면 0.03mg구는 대조구, 0.06mg구 및 0.09mg구보다 일당증체량 및 사료효율이 개선하는 결과를 보였으며, 또한 도체형질중 근내지방도 및 배최장근 단면적도 0.03mg구가 0.06mg구 및 0.09mg구보다 향상되는 것으로 나타났다. 그리고 경매가격에서도 0.03mg구는 대조구, 0.06mg구 및 0.09mg구보다 높은 가격을 받았다.

따라서 한우 거세우의 소성장호르몬 투여수준을 0.03mg으로 하면 육성성적, 도체 등급 및 농가소득에 효과적일 것으로 판단된다.

## 제 4 절. 요 약

본 연구는 rBST투여수준을 달리하여 한우 비육우에 투여시 일당증체량, 사료효율, 혈액성분 및 도체형질에 미치는 영향을 검토하고자 강원도 홍천군 한우개량단지에서 한우 비육우 12두를 사용하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 일당증체량은 대조구, 0.03mg구, 0.06mg구 및 0.09mg구가 각각 0.96, 1.10, 1.10 및 0.83kg으로 0.03mg구, 0.06mg구가 대조구와 0.09mg구보다 높은 결과를 보였으며 0.03mg구, 0.06mg구는 대조구에 비해 14.6% 향상되는 것으로 나타났다.
2. 사료효율은 대조구에 비해 0.03mg구 및 0.06mg구에서 16.6% 및 14.6% 개선되는 결과를 보였다.
3. 혈액성분중 total protein, calcium, glucose농도는 rBST투여구가 대조구에 비하여 증가 하였으며 혈중 cholesterol함량은 rBST투여로 감소하였다.
4. 배최장근 단면적은 rBST투여구가 대조구에 비하여 향상된 결과를 나타냈으며, 등지방두께는 rBST투여구와 대조구간에 차이가 없는 것으로 나타났다.
5. 서방형 소 성장호르몬을 투여한후 등심의 수분함량은 대조구가 67.23%에 비하여 0.03mg구 및 0.06mg구에서 68.64% 및 67.51%로 증가하는 경향을 보였으며 단백질과 회분의 함량은 4처리구간에 차이가 없었다. 등심의 지방함량에서는

대조구에 비해 rBST투여구에서 낮게 나타났으며, 특히 0.03mg구에서 가장 낮게 나타났다. Cholesterol함량은 대조구의 32.1mg/dℓ에 비하여 0.03mg, 0.06mg 및 0.09 mg투여구에서 각각 23.4, 26.1, 25.7mg/dℓ으로 rBST투여구에서 감소하는 경향을 보였다.

## 제 5 절. 참 고 문 헌

1. Aldrich, C. G., N. R. Merchen., D. R. Nelson., and J. A. Barmore. 1995. The effect of roasting temperature applied to whole soybeans on site of digestion by steer. *J. Anim. Sci.* 73:2131-2140.
2. Arthaud, V. H., R. W. Mandigo, R. M., Koch and A. W. Kotula. 1977. Carcass composition, quality an palatability attributes of bulls and steers fed different energy levels and killed at four ages. *J. Anim. Sci.* 44:53.
- 3 Baily, C. M., C. L. Probert and V. R. Bohman. 1966. Growth rate, feed utilization and body composition of young bulls and stters. *J. Anim. Sci.* 25:132.
4. Baumann, D. E., C. J. Peel., W. D. Steinhour, P. J. Reynold, H. F. Tyrrell., A. C. G. Brown and G. L. Haaland. 1988. Effect of bovine somatotropin on metabolism of lactating dairy cow : influence on ratio of irreversible loss and oxidation of glucose and nonesterified fatty acids. *J. Nutr.* 118(32):1031.
5. Beermann, D. H., D. E. Hogue, V. K. Fiscell., S. Aroonica., H. W. Dickson and B. R. Schicker. 1990. Exogenous human growth hormone releasing factor and bovine somatotropin improve growth performance and composition of gain in lambs. *J. Anim. Sci.* 68:4122.

6. . Bines, J. A., Hart, I. C and Morant, S. V. 1980. Endocrine of energy metabolism in the cow: The effect on milk yield and levels of some blood constituents of injecting growth hormone and growth hormone fragments. *British J. Nutr.* 43:179.
7. Brockman, R and E. N. Bergman. 1975. Effect of glucagon on plasma alanine and glutamine metabolism and hepatic gluconeogenesis in sheep . *Am. J. Physiol.* 228:1627.
8. Chaupa W and D. T. Galligan. 1989. Nutritional implications of somatotropin for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 72:2510.
9. Dalke, B. S., R. A. Roeder., T. R. Kasser., J. J. Veenhuizen, C. W. Hunt., D. D. Hinman and G. T. Schelling. 1992. Dose-response effect of recombinant bovine somatotropin implant on feedlot performance in steers. *J. Anim. Sci.* 70:2130.
10. Early, R. J., B. W. McBride., and R. O. Ball. 1990b. Growth and metabolism in somatotropin-treated steer: 2. Carcass and noncarcass tissue components and chemical composition. *J. Anim. Sci.* 68:4144-4152.

11. Early, R. J., B. W. McBride., and R. O. Ball. 1990c. Growth and metabolism in somatotropin-treated steer: 3. Protein synthesis and tissue energy expenditures. J. Anim. Sci. 68:4153.
12. Early, R. J., B. W. McBride., and R. o. Ball. 1990a. Growth and metabolism in somatotropin-treated steer: 1. growth, serum chemistry and carcass weights. J. Anim. Sci. 68:4134-4143.
13. Galbraith, H., D. G. Dempster and the late T. B. Miller. 1978. A note on the effect of castration on the growth performance and concentrations of some blood metabolites and hormones in british fresian male cattle. Anim. Prod. 26:339-342
14. Galbraith, H., D. G. Dempster and the late T. B. Miller. 1978. A note on the effect of castration on the growth performance and concentrations of some blood metabolites and hormones in british fresian male cattle. Anim. Prod. 26:339-342
15. Grings, E. E., de Avila, D. M., Eggert, R. G and Reeves, J. J. 1990. Conception rate, growth, and lactation of dairy heifers treated with recombinant somatotropin. J. Dairy. Sci. 73

16. James, P., Peter. 1986. Consequence of accelerated gain and growth hormone administration for lipid metabolism in growing beef steers. *J. Nutr.* 116:2490.
17. Mason, V. C., A. S. Bach and M. Rudeom. 1980. Hydrolysate. preparation for amino acids determinations in feed constituents 3rd EAAP-symposium on protein metabolism and nutrition. Braunschweig.
18. McDowell , G. H. 1991. Somatotropin and endocrine regulation of metabolism during lactation. *J. Dairy. Sci.* 74(Suppl.2):44.
19. McLaughlin, C. L., H. B. Hedrick., J. J. Veenhuizen., R. L. Hintz., L. Munyakazi.,T. R. Kasser and C. A. Baile. 1994. Performance, clinical chemistry, and carcass responses of finishing lambs to formulated sometribove(Methionyl bovine somatotropin). *J. Anim. Sci.* 72:2544.
20. McShane, T. M., K. K. Schillo., J. A. Boling., N. W. Bradly and J. B. Hall. 1988. Effects of somatotropin and dietary energy on development of beef heifers: I. Growth and puberty. *J. Anim. Sci.* 66(suppl. 1):252(Abstr).
21. Morrison, W. R and L. M. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methy esters and dimethyacetals from lipid with boron fluoridemethanol. *J. Lipid Res.* 5:600.

22. Moseley, W. M., J. B. Paulissen., M. C. Goodwin., G. R. Alaniz, and W. H. Claflin. 1992. Recombinant Bovine Somatotropin improves growth performance in finishing beef steers. *J. Anim. Sci.* 70:412-425.
23. Mosely, W. M., J. B. Paulissen., M. C. Goodwin., G. R. Alaniz., and W. H. Claflin. 1992. Recombinant Bovine Somatotropin improves growth performance in finishing beef sreer. *J. Anim. Sci.* 70:412-425.
24. Muir, L. A., S. Wein, P. F. Duqutte, E. L. Rickes, and E. H. Cordes. 1983. Effect of Exogenous Growth Hormone and Diethylstillbesterol on Growth and Carcass Composition of Growth Lambs. *J. Anim. Sci.* 56, p. 1315.
25. Peel, C. J and Bauman, D. E. 1987. Somatotropin and lactation. *J. Dairy. Sci.* 70:474.
26. Smith, Robert. J. 1989. Biological actions and interactions of insulin and glucagon. Wisconsin Univ.
27. Thamas, F. J. 1991a. Regukation of growth hprnone:Effect of zeranol and synovex on secretion of GH and accumulation of GH mRNA in the bovine pituitary gland. ph.D. Dissertation, Texas A&M Unix.

28. Wheaton. 1990. Somatotropin treatment for a second consecutive lactation. J. Dairy. Sci. 73:2423.
29. Wheeler, T. L., G. W. Davis., B. J. Stocker and C. J. Harmon. 1987. Cholesterol concentration of longissimus muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. J. Anim. Sci. 65:1531.
30. 신중서, 김종복, 성경일, 여인서, 김기은, 홍병주. 1994b. 고품질 쇠고기 생산을 위한 한우사육기술 2. 소 성장호르몬과 알콜발효사료의 처리가 도체품질 및 조성에 미치는 영향. 한영사지. 18(5):373.
31. 심태수. 1995. 서방형 Recombinant Bovine Somatotropin 투여수준이 젖소의 산유량, 유성분, 혈액성분 및 수익성에 미치는 영향. 강원대학교 석사학위논문.
32. 홍병주, 정지원, 성경일, 여인서, 김종복, 이병건, 장병선. 1993. Recombinant Bovine Somatotropin 투여가 한우의 성장 및 도체품질에 미치는 영향. Korean. J. Anim. Sci. 35(2):91.