

최 종  
연구보고서

발효처리에 의한 목질계자원의 조사료화  
Development of Wood Based Roughage  
by Anaerobic Fermentation

사 료 제 조 기 술 개 발  
Manufacturing Technology of Fermented Twigs Roughage

발효조사료의 사료가치 평가  
Quality Evaluation of Fermented Twigs Roughage

발효조사료의 임상학적 평가  
Safety Test of Fermented Twigs Roughage

발효조사료의 경제성 분석  
Economic Analysis of Fermented Twigs Roughage

연 구 기 관  
임 업 연 구 원  
(축산기술연구소, 충북대 수의대)

참 여 기 업  
(주) 한 국 닷 소

농 립 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “발효처리에 의한 목질계자원의 조사료화” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002년 12월 12일

주관연구기관명 : 임업연구원  
총괄연구책임자 : 최 돈 하  
세부연구책임자 : 주 린 원  
연 구 원 : 강 하 영  
연 구 원 : 이 성 연  
연 구 원 : 최 인 규  
연 구 원 : 이 성 숙  
연 구 원 : 배 재 수  
연 구 원 : 박 동 근  
협동연구기관명 : 축산기술연구소  
협동연구책임자 : 오 영 균  
협동연구기관명 : 충북대학교  
협동연구책임자 : 정 의 배  
참 여 기 업 명 : (주) 한국닛소  
대 표 이 사 : 윤 승 열



# 요 약 문

## I. 제 목

발효처리에 의한 목질계자원의 조사료화

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 전국적으로 숲가꾸기사업 및 제 4차 산림기본계획(1998년부터 2007년까지)에 의하여 간벌, 어린나무가꾸기, 천연림보육 사업이 실시되고 있으며, 숲 가꾸기 사업에 의한 향후 5년간의 총 생지엽 생산량은 1,091만톤으로 예상되고 있으므로 매년 170만톤의 조사료 자원의 생산이 가능하다.

축산 분야에서 이용되고 있는 연간 총 조사료 양은 700만톤에 달하며 농가에서 다량 이용되고 있는 볏짚은 저장성 및 운반성이 불량하고 특히 태풍 등과 같은 자연재해의 영향을 많이 받는 기후의존성이 높아 안정적 공급을 원하는 축산분야의 조사료 공급원으로서 부적합한 면이 있으며 논농사 직불제 시행 등 벼 재배 면적이 줄어들어 따라 볏짚 생산량이 크게 감소하고 있고, 농후사료 과다급여로 인한 반추동물가축의 경제수명 저하, 대사장애, 번식장애 등의 질병을 유발하는 것도 문제이므로 볏짚을 대체할 조사료 자원의 확보가 시급한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 숲가꾸기사업시 발생되어 산지에 그대로 존치되어 있는 자원인 생지엽을 이용하여 대체 비육한우용 조사료를 개발함으로써, 산림자원의 효율적 이용을 도모하고 방치되는 미이용자원의 부가가치를 창출함으로써 현재 문제가 되고 있는 산림작업의 경제성을 향상시켜 임업의 산업화를 촉진하고자 한다. 또한 작금의 축산농가가 겪고 있는 조사료 문제의 원활한 해결과 수입 조사료의 대체효과를 높임으로써 식량자급도의 향상에 기여하고자 한다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 4개의 세부과제로 수행되었다. 생지엽을 이용한 “조사료 제조기술”, 제조된 조사료에 대한 성분, 소화율 분석 및 사양시험을 위한 “발효조사료의 사료가치 평가”, 조사료 급여에 의한 동물의 안전성 시험을 위한 “발효조사료의 임상학적 평가”, 그리고 생지엽 조사료의 제조원가 분석 및 효과에 의한 “발효조사료의 경제성 분석”으로 각각 세부과제의 연구 내용 및 범위는 아래와 같다.

#### 1. 사료 제조 기술 개발

- 생지엽 자원의 효율적 발효기술 확립
- 생지엽 발효조사료의 대량생산 및 제조 방법 구축
- 정유 추출잔사의 산란계 사양시험을 위한 제조 기술

#### 2. 발효조사료의 사료 가치 평가

- 생지엽 조사료의 성분분석 및 소화율 조사
- 생지엽 조사료의 가축 체내 영양소 이용성 평가
- 한우 및 임신우의 사양시험
- 생지엽조사료 급여가 거세한우의 육질에 미치는 영향 평가
- 정유 추출잔사 급여가 산란계의 산란율 및 계란내 기능성물질의 전이 여부

#### 3. 발효조사료의 임상학적 평가

- 생지엽 조사료 섭취에 의한 비육한우의 건강상태 평가
- 임신우에 대한 생지엽 조사료의 안전성 평가
- 정유 추출잔사가 산란계의 대사과정에 미치는 영향

#### 4. 발효조사료의 경제성 분석

- 조사료용 목질자원의 공급 잠재력 평가
- 발효사료의 제조원가, 대체가능성 및 경제적 효과 분석
- 조사료용 목질자원의 효율적 활용방안 모색

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

- 생지엽 발효 조사료 제조기술 개발을 위하여 생지엽을 분쇄하여 첨가제(개미산, 초산나트륨, 미강 등)를 혼합하고 수분을 조절한 다음 밀봉하여 30일 이상 야적시켜 혐기발효시키는 것이 가장 우수한 조사료를 제조할 수가 있었다. 제조된 조사료는 영양학적으로 조단백질 함량이 볏짚의 2배로 우수하였으며 건물소화율(31%)은 볏짚 수준이었고 조단백질소화율(71%)은 볏짚의 2배에 달하였다.
- 사료적 가치 평가를 위하여 제조된 조사료를 볏짚과 50%씩 혼합하여 비육한우에 급여한 결과 13%의 증체를 보였으며 거세한우에 대해서는 6%의 증체를 나타냈다. 그러나 생지엽조사료를 급여한 거세한우의 육질등급은 대조구와 같았다.
- 임상학적 평가 결과 생지엽 조사료를 급여한 비육한우는 혈액학적 지수, 당대사, 지질대사, 단백질대사, 전해질대사에 있어 모두 정상이었으며 간 및 신장 기능도 정상으로 나타나 건강 및 영양상태에서 아무런 문제점이 발견되지 않았으나 임신우는 임신말기에 유산을 일으킬 위험이 있으므로 임신우에 대해서는 생지엽발효사료의 급여가 곤란한 것으로 나타났다.
- 제조 조사료의 제조비용은 169.4원(합수율 50%)으로 산출되었으며 비육한우에 생지엽조사료 급여시 순수익 증가가 마리당 359.3원/일, 거세한우의 경우는 마리당 272.1원/일로 나타나 조사료 급여에 의한 축산농가의 수입 증가가 예상된다.
- 생지엽을 혐기성 발효기술을 이용하여 조사료화 할 수 있는 제조 방법의 개발은 산지에 방치되고 있는 자원을 조사료화 함으로써 산림자원의 부가가치를 증가시킬 수 있으며 부족한 조사료의 원활한 공급을 가능케 함으로써 축산농가의 대외 경쟁력을 높일 수 있게 될 것이다. 또한, 잣나무생지엽을 수증기로 증류하여 정유를 추출하고 남은 잔사를 기능성 사료로 활용하는 기술을 개발하여 관련업계에 기술을 이전함으로써, 산림부산물의 이용도를 증대시켜 임업의 경제성을 높이고 축산농가의 소득을 증대시킴과 동시에 수입에 의존하고 있는 조사료의 대체 효과를 기함으로써 식량자급율을 높일 수 있는 계기가 될 것으로 기대된다.



## SUMMARY

This work was carried out to develop new fermented twigs roughage by using *Pinus koraiensis*, to evaluate its roughage efficiency, to find out its feeding safety, and finally to evaluate its economic value.

In order to manufacture fermented twigs roughage, *Pinus koraiensis* twigs produced after forest tendering were ground to the size of longer than 6 mm, several additives such as formic acid, sodium acetate etc. were mixed, and the moisture content was controlled to approximately 65%. After tightly sealing the plastic bag, manufactured twigs were fermented by storing at room temperature for more than 30 days.

Anaerobic fermentation of twigs resulted in 2 times higher crude protein content by urea supplementation than rice straw, and significantly lower cell wall contents. However proximate analysis, pH and contents of organic acids such as acetic, propionic, butyric, and lactic acids were not affected by species of bacterial inoculants for fermentation. And *in situ* dry matter digestibilities of rice straw and fermented twigs roughage were similar when suspended for 48 hrs in the rumen, whereas the crude protein and NDF digestibilities of fermented twigs roughage were higher compared with those of rice straw. However, *in vivo* digestibilities of dry matter, crude protein and NDF were similar to those of rice straw when fermented twigs roughages supplemented with or without bacterial inoculants were fed to Hanwoo steers.

Postprandial changes of ruminal pH,  $\text{NH}_3\text{-N}$  and volatile fatty acids were not affected by the substitution of rice straw to fermented twigs roughages. However blood concentrations of thyroxine as an indicator of heat stress were tended to be lower in fermented twigs roughages compared with the control.



Another study has been carried out to examine nutritional value of fermented twigs roughages. Forty eight Hanwoo bulls ( $277.5 \pm 28.3$ kg average body weight) were blocked by initial weight and then allotted randomly to four treatments according to the substitution levels of fermented twigs roughages (0, 25, 50, and 75%) for rice straw. Feed intake was not influenced by feeding fermented twigs roughages but the gain of daily body weight was significantly higher ( $P < 0.05$ ) in 50 and 75% substitution groups of fermented twigs roughages than in the control group. And with forty eight Hanwoo steers, the gain of body weight was higher in 40% substitution group of fermented twigs roughages compared to rice straw group.

On the production performance in laying hens, the egg production and daily egg mass was 94.7%, and 60.7g, respectively, in the addition group of essential oil free needles. It was the highest levels in the all treatments. However, there was not statistically difference compared to the control ( $P > 0.05$ ). Feed intake was statistically increased by 3 and 5% addition groups of essential oil free needles than the other groups, but the increased feed conversion was shown in the only 5% addition group of essential oil free needles. There were no influence by the addition levels of essential oil free needles on nutrient digestibility, egg quality and cholesterol in the serum and egg yolk in laying hens. However manuel  $\text{NH}_3$  gas emission was decreased by the addition of essential oil free needles.

The objective of the roughage safety study was to estimate the possibility of use as a roughage as well as the effect of feeding Korean pine needles on abortion in pregnant Korean Hanwoo cows. In the experiment I, twigs was fermented in anaerobic state. And then, it was fed to 5 to 6 month old Korean Hanwoo bulls. Cows were also fed to control ( $n = 4$ ) and anaerobic fermented ( $n = 4$ ) feeding by 30 percent of total ratio. Cows were examined with blood sample on day 0, 60, 120 and 180.

There were no differences on complete blood cell count, serum chemistry and incidence of disease among groups for experiment period. Also, electrolytes (Ca, Mg, P) balance were in good condition. Experimental feed did not induce toxicosis in kidney and liver. Fermented twigs roughage were considered as efficient crude feed in carbohydrate, fat and protein metabolism.

In the experiment II, cows were randomly assigned to a control (n=5, concentrate and rice straw), fermented twigs roughage A (n=5, 2.2 kg/d of fermented twigs roughage + concentrate and rice straw) or fermented twigs roughage B (n=5, 4.5 kg/d of fermented twigs roughage + concentrate and rice straw) diet. Experimental feeding started at an average of 91 d of gestation and continued until 245 d of gestation. Reproductive health status of dams and viability of fetuses were diagnosed by rectal palpation and ultrasound monitoring at 4, 6 and 8 m of gestation. At the same time, blood samples were taken from jugular vein for analysis of serum estradiol-17 and progesterone concentrations. Two mid-pregnancy abortions occurred at 126 and 150 d of gestation in fermented twigs roughage B. Premature parturition occurred at 241 and 252 d of gestation in fermented twigs roughage A, and at d 259 of gestation in fermented twigs roughage B. Estradiol-17 concentration in fermented twigs roughage B was significantly ( $P<0.05$ ) higher than in fermented twigs roughage A or control at 4 m of gestation. Progesterone concentration in fermented twigs roughage A and fermented twigs roughage B was significantly ( $P<0.05$ ) lower than in control at 8 m of gestation. It is concluded that feeding of 2.2 kg/d fermented twigs roughage from 3 m to 8 m of gestation induced premature parturitions and 4.5 kg/d fermented twigs roughage induced mid-pregnancy abortions as well as premature parturition in pregnant Korean native cows.

Total demand of roughage in Korea was 9 to 10 million ton per year, and the feeding ratio of roughage was approximately 40%. Rice straw, major roughage in

Korea, kept 60 percentage of necessary roughage content, but the supply was annually unstable due to weather condition. Therefore, twigs produced by forest tendering have been considered as new potential for one of roughage resources substituted for rice straw. Total twigs content which could be produced by forest tendering would be expected to annually 1.8 million ton. In this research, the economic analysis was carried out to evaluate the fermented twigs as substitutes for rice straw.

Total cost for manufacturing fermented twigs roughage was calculated based on collection, transportation, grinding, and manufacturing costs, and finally it was 169.4 won per kg. And the economic value of fermented twigs roughage was evaluated based on the results of the effect of weight gain for Korean Hanwoo bulls and steers.

The pure benefit was 359.3 won by feeding 1kg of fermented twigs roughage to Hanwoo bulls, and 272.1 won to Hanwoo steers. Therefore, even though total cost includes the manufacturing, buying, benefit, and merchandising costs, it gives a benefits to farmers by feeding fermented twigs roughage substituted for rice straw, if total manufacturing cost is lower than 610.9 won per 1kg of fermented twigs roughage.

In order to increase the use of fermented twigs roughage to farmers in the future, it needs to formulate a systematic network for production, merchandising, manufacturing, and consuming, and then needs to gradually gain a credit from farmers.

# CONTENTS

Summary(Korean) .....	3
Summary(English) .....	7
Contents(English) .....	11
Contents(Korean) .....	15
Part I. Introduction .....	25
Chapter 1. Project Necessities .....	25
1. Technical aspect .....	27
2. Economical and industrial aspects .....	28
3. Social and cultural aspects .....	29
Part II. Status of domestic and international research works .....	31
Chapter 1. Contents of domestic and international researches .....	31
1. Domestic status .....	31
2. International status .....	32
3. Difficulties of current technology .....	33
Chapter 2. Prospects .....	34
Part III. Research contents and results .....	37
Chapter 1. Manufacturing Technology of fermented twigs roughage .....	37

1. Development of anaerobic microorganism for fermentation .....	37
2. Manufacturing fermented twigs roughage .....	45
3. Analysis of essential oil of <i>Pinus koraiensis</i> .....	55
 Chapter 2. Evaluation of fermented twigs roughage .....	 59
1. Nutrition and digestibility .....	59
2. Fermentation status and stress reducing effect .....	67
3. Efficiency of fermented twigs roughage for feeding to Hanwoo bulls .....	75
4. Efficiency of fermented twigs roughage for feeding to Hanwoo steers .....	81
5. Efficiency of essential oil free needles for feeding to laying hens .....	84
 Chapter 3. Safety test of fermented twigs roughage .....	 90
1. Safety test of fermented twigs roughage to Hanwoo bulls .....	90
2. Safety test of fermented twigs roughage to pregnant Hanwoo cows .....	97
3. Effect of essential oil on abortion of rat .....	107
4. Safety test of essential oil free needles to laying hens .....	109
 Chapter 4. Economic analysis .....	 113
1. Evaluation of potential supply of wood based sources as roughage .....	113
2. Economic analysis of fermented twigs roughage and essential oil free needles .....	129
3. Efficient collection of twigs of <i>Pinus koraiensis</i> .....	159
 Part IV. Attainment and contribution to related fields .....	 169
 Chapter 1. Objectives .....	 169
1. Manufacturing technology of fermented twigs roughage .....	169
2. Economic analysis .....	169
3. Evaluation of roughage .....	169
4. Safety test .....	169

Chapter 2. Annual objectives and scope .....	171
Part V. Application plan of results .....	173
Chapter 1. Expectation effects .....	173
1. Technical aspects .....	173
2. Economical and industrial aspects .....	173
Chapter 2. Application scheme .....	174
Chapter 3. Technology transfer and necessary works in the future .....	175
Part VI. References .....	177
APPENDIX .....	187



# 목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	25
제 1 절	연구개발의 필요성	25
1.	기술적 측면	27
2.	경제·산업적 측면	28
3.	사회·문화적 측면	29
제 2 장	국내외 기술개발 현황	31
제 1 절	국내·외 연구개발 내용	31
1.	국내 연구 현황	31
2.	국외 연구 현황	32
3.	현 기술 상태의 취약성	33
제 2 절	연구개발 결과의 전망	34
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	37
제 1 절	생지엽 조사료 제조기술 개발	37
1.	혐기성 목질발효균주 개발	37
가.	재료 및 방법	37
(1)	소위에서 cellulose 분해 미생물의 분리	37
(2)	CMCase 역가측정	37
(3)	FPase 역가 측정	38
(4)	Avicelase 역가 측정	38
(5)	Avicel 첨가시 분리균의 생육	38



(6) 호기적, 미호기적 조건하에서의 생균수 측정 .....	38
(7) Gram 염색 .....	38
(8) Lactic acid 생성 유무 .....	38
(9) 소위 분리균의 목분 상에서 발효 .....	39
나. 연구결과 및 고찰 .....	39
(1) 소위에서 cellulose 분해 미생물의 분리 .....	39
(2) 분리된 균주의 CMCcase, FPase, avicelase 활성 .....	39
(3) Avicel 첨가시 분리균의 생육 .....	41
(4) 호기적, 혐기적 조건하에서의 생균수 측정 .....	42
(5) Gram 염색 .....	43
(6) Lactic acid 생성 유무 .....	43
(7) 소위 분리균의 목분 상에서 발효 .....	43
2. 잣나무 생지엽 혐기발효사료 조제 .....	45
가. 재료 및 방법 .....	45
1) 공시재료 .....	45
2) 균 처리에 의한 조사료 제조 .....	45
3) 소화시험용 발효조사료 제조 .....	46
4) 사양시험용 생지엽 조사료 제조 .....	46
나. 연구결과 .....	48
1) 균처리에 의한 생지엽 혐기발효사료 조제 .....	48
2) 소화시험용 발효조사료의 대량생산 .....	50
3) 혐기발효조사료 제조조건 구명 및 대량 생산 .....	52
3. 잣나무 생지엽 및 발효 사료의 정유성분 분석 .....	55
가. 실험방법 .....	55
나. 연구결과 .....	55
제 2 절 생지엽 조사료의 사료가치 평가 .....	59
1. 생지엽의 영양적 가치 및 소화율 측정 .....	59
가. 재료 및 방법 .....	59
1) 공시동물 .....	59

2) 시험기간 및 장소 .....	59
3) 공시사료 .....	59
4) 시험설계 .....	60
5) 사양관리 .....	60
6) 조사항목 및 조사방법 .....	60
가) 조성분 분석 .....	60
나) In situ 분해율 측정 .....	61
다) In vivo 소화율 측정 .....	61
7) 통계처리 .....	61
나. 연구결과 및 고찰 .....	62
1) 생지엽의 일반성분 함량 .....	62
2) 잣나무 발효 생지엽의 화학적 조성 .....	63
3) 잣나무 발효 생지엽의 pH 및 유기산 함량 .....	64
4) 잣나무 발효 생지엽의 반추위내 in situ 분해율 .....	65
5) 잣나무 발효 생지엽의 in vivo 소화율 .....	66
2. 잣나무 발효 생지엽 급여가 거세한우의 반추위내 발효성상 및 고온 스트레스 저감효과에 미치는 영향 .....	67
가. 재료 및 방법 .....	67
1) 공시동물 .....	67
2) 시험 기간 및 장소 .....	67
3) 시험사료 .....	67
4) 시험설계 .....	68
5) 사양관리 .....	68
6) 조사항목 및 방법 .....	68
가) 반추위 발효성상 .....	68
나) 혈액분석 .....	68
7) 통계처리 .....	69
나. 결과 및 고찰 .....	69
1) 반추위 pH농도 변화 .....	69
2) 반추위 VFA농도 변화 .....	70

3) 반추위 NH <sub>3</sub> -N농도 변화 .....	73
4) 고온스트레스시 혈중 호르몬농도 변화 .....	74
3. 생지엽 조사료의 한우 수소에 대한 사료효율 및 도체조성에 미치는 영향 .....	75
가. 재료 및 방법 .....	75
1) 공시동물 .....	75
2) 시험 기간 및 장소 .....	75
3) 공시사료 .....	75
4) 시험 설계 .....	75
5) 사양관리 .....	76
6) 조사항목 및 방법 .....	76
가) 체중 및 사료섭취량 .....	76
나) 일당증체량 및 사료요구율 .....	76
다) 도체성적 .....	76
7) 통계처리 .....	77
나. 결과 및 고찰 .....	77
1) 사료효율 .....	77
2) 도체성적 .....	78
4. 발효 생지엽의 한우 거세우에 대한 사료효율 및 도체조성에 미치는 영향 .....	81
가. 재료 및 방법 .....	81
1) 공시동물 .....	81
2) 시험 기간 및 장소 .....	81
3) 공시사료 .....	81
4) 시험 설계 .....	81
5) 사양관리 .....	81
6) 조사항목 및 방법 .....	81
7) 통계처리 .....	81
나. 결과 및 고찰 .....	82
1) 사료섭취량, 증체량 및 사료효율 .....	82
2) 도체성적 .....	82
5. 잣나무 정유 추출잔사 산란계 급여시험 .....	84

가. 재료 및 방법 .....	84
1) 공시물질 .....	84
2) 수행방법 .....	84
3) 조사항목 .....	85
가) 사양시험 및 대사시험 .....	85
(1) 산란율 .....	85
(2) 난중 .....	85
(3) 총 산란량 .....	85
(4) 사료섭취량 및 사료 요구율 .....	85
나) 영양소이용율 .....	85
다) 난질 .....	85
(1) 난각두께 및 난각강도 .....	85
(2) 호우유니트(Haugh Unit) .....	86
(3) 난황색 .....	86
라) 혈중 및 난황 콜레스테롤 .....	86
(1) 혈중 콜레스테롤(-1주, 10주) .....	86
(2) 난황 콜레스테롤 .....	86
마) 분뇨 중 NH <sub>3</sub> 가스발생량 .....	86
4) 통계처리 .....	86
나. 연구결과 .....	86
1) 사양시험 .....	86
2) 영양소 이용율 .....	87
3) 난질 .....	88
4) 혈중 및 난황 콜레스테롤 .....	88
5) 분뇨 중 NH <sub>3</sub> 가스발생량 .....	89
제 3 절 생지엽 조사료의 임상학적 평가 .....	90
1. 조사료 급여 한우의 임상학적 평가 .....	90
가. 재료 및 방법 .....	90
1) 실험동물 .....	90

2) 생지엽 발효사료 .....	90
3) 실험실 검사 .....	90
4) 통계 .....	91
나. 연구결과 및 고찰 .....	91
1) 혈액학적 검사 .....	91
2) 에너지대사 지표 .....	92
3) 간기능, 신장기능 및 전해질 평가 .....	93
4) 전해질 대사 .....	93
2. 조사료 급여 임신우의 임상학적 평가 .....	97
가. 재료 및 방법 .....	97
1) 시험군설정 .....	97
2) 사료급여 .....	97
3) 임상학적 검진 .....	97
4) 호르몬분석 .....	98
나. 연구결과 및 고찰 .....	98
1) 임신우의 유·사산 .....	98
2) Ultrasonography에 의한 태아의 동태파악 .....	99
가) 임신말기 태아의 건강상태 확인 .....	99
나) 병적 난소의 검사 .....	99
3) 임신된 한우의 혈중 에스트로겐의 변화 .....	103
4) 임신된 한우의 혈중 프로게스테론의 변화 .....	103
3. 잣나무 정유가 실험동물에 미치는 영향 .....	107
가. 재료 및 방법 .....	107
1) 실험동물 및 사육조건 .....	107
2) 실험군 설정 .....	107
나. 실험결과 및 고찰 .....	107
1) 모체 폐사율 .....	107
2) 유산율 .....	108
3) 임상증상 .....	108
4) 부검소견 .....	109

4. 산란계에 급여된 사료의 임상학적 평가 .....	109
가. 재료 및 방법 .....	109
나. 실험결과 및 고찰 .....	109
1) 에너지대사 지표 .....	109
2) 간기능 및 신기능 평가 .....	110
3) 전해질 대사 .....	110
제 4 절 생지엽 조사료의 경제성 분석 .....	113
1. 조사료용 목질자원의 공급잠재력 평가 .....	113
가. 기존 조사료 및 농후사료의 수급실태 .....	113
1) 조사료 수급동향 .....	113
2) 조사료 소요량 전망 및 공급계획 .....	114
나. 조사료용 생지엽, 목질(톱밥)의 발생 및 이용실태 .....	116
1) 발생량 추정 및 전망 .....	116
2) 산림작업 산물의 수집·활용현황 .....	116
다. 사례조사에 의한 목질톱밥의 발생 및 이용실태 .....	121
1) 전국의 톱밥 발생 및 이용 실태 .....	122
2) 국유림에서의 톱밥 발생 및 이용 실태 .....	123
3) 가평군에서의 톱밥 발생 및 이용 실태 .....	125
2. 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료 및 정유잔사 사료의 경제성 분석 .....	129
가. 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 경제성 분석 .....	129
1) 연구 방법 .....	129
2) 공정별 비용 산출 .....	129
가) 수집비용 .....	129
나) 운송비용 .....	147
다) 분쇄비용 .....	148
라) 제조비용 .....	149
마) 발효조사료의 총제조 원가 .....	149
3) 발효조사료의 경제성분석 .....	150
가) 비육한우에 대한 경제성 분석 .....	150

나) 거세한우에 대한 경제성 분석 .....	151
나. 잣나무생지엽을 이용한 정유잔사 사료의 경제성 분석 .....	155
1) 연구방법 .....	155
2) 제조공정 .....	156
3) 제조비용 및 경제성 분석 .....	156
가) 정유잔사 생산량 .....	156
나) 제조비용 .....	157
다) 운반비용 .....	157
라) 경제성 분석 .....	157
마) 「정유잔사 사료」의 잠재적 수요량 .....	158
3. 발효조사료용 잣나무생지엽의 효율적 수집방안 .....	159
가. 잣나무생지엽의 수집 및 발효조사료의 잠재적인 유통 주체 .....	159
나. 제도개선을 통한 잣나무생지엽의 안정적인 수집방안 .....	159
1) 현행 잣나무생지엽의 산물 수집 체계 .....	159
2) 제도개선 .....	160
다. 유통단계별 개선을 통한 효율성 증대 .....	160
1) 잣나무생지엽의 유통 주체별 인식조사 .....	160
가) 공급측면 .....	162
나) 유통·제조 측면 .....	164
다) 소비측면(사육농가) .....	165
라) 종합 검토 .....	166
라. 개선 및 기술지원 보급방안 .....	167
제 4 장   목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	169
제 1 절   연구개발 목표 .....	169
1. 사료 제조 기술 개발 .....	169
2. 경제성 분석 .....	169
3. 사료 가치 평가 .....	169
4. 임상학적 평가 .....	169

제 2 절	연차별 목표 및 범위 .....	171
제 5 장	연구개발결과의 활용계획 .....	173
제 1 절	기대효과 .....	173
1.	기술적 측면 .....	173
2.	경제 · 산업적 측면 .....	173
제 2 절	연구 활용방안 .....	174
제 3 절	기술이전 및 추가연구 필요성 .....	175
제 6 장	참고문헌 .....	177
부	록 .....	187





## 제 1 장 연구개발과제의 개요

### 제 1 절 연구개발의 필요성

미래의 산림경영에 있어서는 목재를 생산, 이용하는 차원을 넘어서, 폐기물의 발생을 줄이고 완전 이용하는 등 환경문제를 경제원리에 도입하지 않으면 안된다. 현재 전국적으로 숲가꾸기 사업(1998년부터 2002년까지) 및 제 4차 산림기본계획(1998년부터 2007년까지)에 의하여 간벌, 어린나무가꾸기, 천연림보육 사업이 실시되고 있으며, 숲 가꾸기 사업에 의한 향후 5년간의 총 생지엽 생산량은 1,091만톤, 간벌 생산량은 1,466만톤으로 예상되고 있으므로, 매년 500만톤의 조사료 자원이 생산 가능하다. 더 우기 원목 톱밥도 조사료원으로 가능하도록 개발된다면 훨씬 많은 양의 조사료를 생산하여 기존의 벧짚이나 목초와 같은 가축용 조사료의 대체가 가능할 것으로 기대된다.

축산 분야에서 이용되고 있는 연간 총 조사료 양은 700만톤에 달하며, 주로 사료작물(3.1%), 건초류(7.6%), 청예작물(26.7%) 및 벧짚(62.6%)이 이용되고 있다. 이중 20만톤 정도가 알팔파 등이며 매년 2,600만달러의 외화를 지출하며 수입되고 있다. 그러나 최근 달러의 환율 상승에 따른 수입조사료의 가격 상승으로 수입조사료를 급여하는 축산농가의 수입 악화와 대외경쟁력 약화가 빚어지고 있는 상태이며, 축산농가에서 다량 이용되고 있는 벧짚 또한 저장성 및 운반성이 불량하다는 점과 특히 작년의 경우 태풍의 영향으로 벧짚 생산량이 크게 감소하였으므로 대체 조사료의 확보가 시급한 실정이다.

또한 IMF 구제금융으로 인한 환차손의 영향으로 배합사료 원료의 96% 정도가 외국에서 수입되고 있는 사료 시장은 원료 수급 및 가격이 함께 영향을 받아 국내 배합사료 가격이 크게 인상되었으며, 국내 경제사정의 악화로 축산물 소비량이 감소하여 축산물 가격이 하락함에 따라 양축농가는 이중의 어려움을 겪고 있는 상황이다.

한우와 젓소 사육에 대한 국내의 통계자료에 의하면 '86년 이후 '98년까지의 사육

두수는 큰 변동이 없으나, 농후 사료의 두당 급여량은 한우가 '86년 당시 685kg/년이었던 것이 '95년에는 1,300kg/년으로 190% 증가하였다. 젓소의 경우도 '95년에는 두당 3,787kg/년을 급여, '86년에 비해 137%나 증가하였다. 이렇게 두당 농후사료 급여량의 증가는 양축농가에 사료의 부담율을 높였으며 경영비 중에서 차지하는 사료비의 증가를 야기시켰다.

반추동물에서 가장 이상적인 조사료와 농후사료의 급여비율은 60 : 40이지만 현재는 오히려 33 : 67로 농후 사료의 비율이 70%에 육박하고 있다. 이로 인해서 반추동물의 사육에 여러 가지 문제점이 발생하고 있다. 대표적인 문제점으로는 농후사료의 과다급여로 인한 가축의 경제수명 저하이다. 선진국에서는 젓소를 6~7산까지 경제적인 사육을 하고 있지만 우리 나라는 3산 정도로 매우 비경제적인 사육을 하고 있다. 젓소의 번식주기도 선진국이 13개월인데 반하여 우리 나라는 14.5개월로 길다. 또한 농후사료의 과다급여로 인하여 대사장애, 번식장애 등의 질병을 유발하는 것도 문제이다. 축산농가에서 조사료의 이용을 증가시키는 것이 급선무이기는 하지만 현실적으로 많은 제약이 존재하고 있다. 초지 조성에 대한 법적 규제와 산지의 효율적 이용의 어려움 등이 조사료의 이용증가를 가로막는 대표적인 문제점이라 할 수 있을 것이다.

식물에서 추출한 정유는 식품첨가제, 방향제 등으로 널리 이용되고 있으며, 항생 및 항암효과가 있는 것으로 밝혀져 있다. 특히, 최근 우리 나라에 자생하는 침엽수에서 추출한 정유는 스트레스를 완화시키는 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 국내에는 대단위 면적에 침엽수가 인공조림되어 있으며 정유 생산에 충분한 조건을 가지고 있으므로, 소나무류 정유가 여러 방면에 이용될 경우 부산물의 적절한 이용은 정유의 생산 원가를 절감할 뿐만 아니라 자원의 고도이용과도 직결된다. 같은 맥락에서 소나무류 잎은 오래 전부터 식용 또는 특정 약리작용의 목적으로 널리 이용되어 왔음에도 불구하고, 이것을 먹이로 섭취하는 동물, 예를 들면 소, 염소, 면양 등의 반추위를 가진 동물에 대한 체계적인 연구는 전혀 이루어지지 않았다. 따라서 침엽수 잎에서 향기물질인 정유를 생산하여 방향제원료로 사용하는 외에도, 추출잔사가 가지는 잔존활성을 이용하여 기능성 사료원으로 개발하는 것 또한 매우 중요한 일이다.

소나무 잎을 영양학적 관점에서 살펴보면 아주 유용한 성분을 지니고 있다. 소나무

류의 잎에는 조단백 10%, 조지방 10%, 탄수화물을 70% 함유하고 있으며, 이들 탄수화물 중에는 반추동물만이 소화할 수 있는 섬유소가 35%이고 나머지 35%가 당질이다. 이와는 달리 대두는 조단백이 40%, 조지방이 20%, 탄수화물이 30% 정도로서 이 탄수화물 중에 25%가 당질이다. 즉 소나무 잎은 대두와 보완관계에 있는 썸이다. 특히 칼슘의 경우 대두가 100g당 127mg 들어있는데 반해 소나무 잎에는 무려 355mg이나 함유되어 있으므로, 분만 후 유열을 발생시키는 젖소에게는 중요한 무기물 공급원의 가능성을 지니고 있다. 이와같이 소나무 잎은 대두와 영양학적으로 비교했을 때에도 결코 뒤지지 않는 사료적 조건을 갖추고 있다.

따라서, 본 연구에서는 육립작업시 발생되어 산지에 그대로 방치되거나 버려지고 있는 자원인 생지엽과 목질자원을 이용하여 대체 조사료 및 기능성 사료를 개발함으로써, 산림자원의 효율적 이용 및 고부가가치화를 창출함과 동시에 임업의 산업화를 촉진하고자 한다. 또한 작금의 축산농가가 겪고 있는 조사료 문제의 원활한 해결방안을 제시하고 수입 대체효과도 함께 얻고자 한다.

#### 1. 기술적 측면

벚꽃은 계절적으로 수급이 불균일하고 건조한 상태로 저장이 가능한 반면, 목질계 조사료의 경우는 수분을 함유한 상태에서도 혐기 또는 호기발효가 가능하여 운반성이나 저장성이 뛰어나고, 혹한기를 제외한 계절이면 언제라도 생산이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

또 비육우 및 육우의 경영에서 가장 바람직한 것은 소의 산육능력 및 비육능력을 최대로 발휘시켜 단기간내에 목적하는 고급육을 만들어 내는 것이다. 고기생산이란 단백질이 체내에 축적되어 근육이 늘어남을 말하고, 육질의 개선이란 지방이 근육층 사이로 또는 근육에 침착되어 마블링을 이루는 것을 말한다. 따라서 고단백, 고열량사료와 함께 양질의 건초를 다량 급여하여 반추위를 최대한 빨리 발달시키는 것이 필요하다. 양질의 건초는 비싼 값으로 수입하여야 하므로 건초를 대신할 생지엽 또는 목질사료의 개발이 필요하게 되는 것이다.

생지엽 또는 톱밥을 효율적으로 단시간 내에 발효시킬 수 있는 균주를 수집, 분류,

선발 및 새로운 균주를 개발하는 것은 목질계 사료개발 연구의 기초연구로서 필수적 과제이다. 또한, 정유를 추출하고 나오는 부산물인 소나무류 잎은 영양학적인 측면에서도 조사료로서 손색이 없으므로 이것을 사료로 이용한다면 축산농가에 실질적인 이득을 가져다 줄 것이다. 정유추출잔사를 사료화 했을 때 단기적인 장점 뿐만 아니라 장기적인 효율성과 아울러 생체에 미치는 영향 등을 정확하게 평가하기 위한 대사판정시험이 필요하다. 대사시험은 혈액성분을 측정하여 예상가능한 대사성 질병을 사전에 방지할 수 있게 해주고, 정유추출잔사의 반추동물용 조사료로 사용했을 때의 문제점과 이점을 정확히 판단할 수 있다. 또한 새로운 조사료가 개발되더라도 이를 현장의 축산분야에 직접 적용하기 위해서는 싼값에 대량 공급하되, 독성에 대한 사전 시험이 절실히 필요하다.

## 2. 경제·산업적 측면

세계 곡물가의 지속적인 인상추세, 곡물재고 부족현상, 기후 이상에 따른 흉작, 중국, 러시아 등의 곡물 수요증가 등의 외부적인 요인과, 대내적으로는 IMF 구제금융에 따른 환차손 등으로 수입원가의 증가 문제가 병행하여 배합사료 가격의 인상은 농가에 큰 타격을 주고 있다. 하지만 생산단가는 증가하는데 비하여 사육 후 소비감소 및 사육두수 증가에 따른 판매가격은 오히려 낮아지는 역마진 현상마저 나타나고 있는 실정이다. 국내 배합사료 사용량은 1,100 만톤에 이르지만 생산된 배합사료의 대부분은 수입에 의존하고 있으며, 근년에는 반추위 가축용 조사료 자원마저 대량 확보에 어려움이 많아서 대부분을 수입하고 있는 것이 현실이다. 더욱이 우리 나라는 현재 수입자재에 대한 원가가 상승하여 많은 양축농가가 도산할 위기에 처해 있다고 하겠다. 따라서 국내 부존자원을 반추위 가축이 이용 가능한 조사료 자원으로 적극 개발해야 할 필요가 있다. 현재 우리 나라에서 소를 사육하는 가구수는 약 483,000호로서, 이들이 사육하는 젖소의 총사육 두수는 약 56만두, 한·육우는 275만두, 또 닭을 사육하는 가구수는 150,000가구로서 산란계 및 육계를 포함하여 약 9천 3백만수가 사육되고 있다.

국내의 양축에 소요되는 사료 현황을 보면, 조사료가 33%, 농후사료가 67%로서 농후사료 위주의 사육을 하고 있다. 따라서 농후사료의 수입은 매년 증가하여 1,500만톤('94)을 상회하고 있다. 또한, 축산 농가의 총 경영비에서 사료비가 차지하는 비율은

보통 40% 정도로서, 단일경비로는 시설비 다음으로 높으므로, 경제적 측면에서 대단히 중요한 항목이 사료비이다. 우리 나라의 축산물 생산비는 외국의 경쟁상대국과 비교할 때 상당히 높으므로 생산비를 낮추는 노력이 필요하다. 우리 나라에 있어서 생산단가중 축종별 사료비 비율(95년도 축산물 생산물 조사보고, 축협중앙회)에 따르면 생산비의 대부분을 차지하는 것이 사료비로 밝혀지고 있다.

최근 우리 나라는 강대국에 의한 개방정책에 밀려 쇠고기 시장이 조만간 개방되게 되어 있는바, 대체 조사료원 및 기능성 사료의 개발 등으로 국내의 상황을 개선하지 않고서는 외국 제품에 대한 가격 경쟁력을 잃게 된다. 또한 한국에 자생하는 침엽수 잎을 이용한 기능성 사료의 개발은 부존 자원의 개발은 물론, 양축농가에는 기능성 사료를 값싸게 공급할 수 있는 기회가 된다. 우리 나라도 예외 없이 WTO 체제하에서의 무역 자유화, 무역 개방화시대에 직면하고 있기 때문에, 국내 축산분야에서도 조사료에 대한 획기적인 발상의 전환이 있어야 할 것이다.

현재 축산농가의 조사료 필요량인 700만톤은 볏짚으로 전량 소화하기 어렵고, 최근에는 볏짚 생산의 감소로 kg당 200원을 상회하고 있다. 이를 목질계 자원에 의한 발효사료로 대체할 경우 더욱 싼 가격에 공급이 가능하며, 이는 현재 2,600만 달러에 달하는 조사료 수입액을 줄이는데 기여할 것이며, 아울러 축산농가에는 경쟁력을 부여할 것이다. 또한, 지엽 추출잔사를 이용하여 가축의 기능을 향상시킬 수 있는 사료의 개발이 가능하다면, 사료의 브랜드화 뿐만 아니라 가축의 질병예방 효과도 기대할 수 있다. 만약 조사료를 자급할 경우 배합사료 원료 수입대체 효과는 총 220만톤이나 될 것으로 추정되고 있다.

### 3. 사회·문화적 측면

숲 가꾸기 사업에서 발생되는 산림부산물을 기능성 사료로 이용하여 산업화함으로써 고용창출의 의미를 부여함과 동시에, 사회·문화적 측면에서 산림에 대한 인식을 새롭게 하는 계기가 될 것이다. 또한, 폐 축산농가의 증가로 인한 농촌의 피폐 현상을 줄이고, 숲 가꾸기에 의해 산림의 기능이 향상되며, 실업대책의 일환으로 진행되고 있는 공공근로사업에 대한 생산성을 부여할 수 있을 것으로 기대된다.



## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 국내·외 연구개발 내용

#### 1. 국내 연구 현황

생지엽이나 목질 톱밥을 혐기발효 또는 호기발효시켜 사료화를 촉진시킬 수 있는 균주의 개발이 거의 이루어진 바 없으며, 생지엽이나 톱밥을 발효시키는 균주의 수집, 선발, 재접종 및 사료화 효과조사 등은 전문적 연구 인력이 다년간의 집중 연구를 필요로 하는 과제이다.

임업연구원에서는 1985년~1986년 소에 대한 수종별 지엽의 기호도를 조사하여 기호수종 및 기피수종을 검정하였으며, 맹아지(현사시, 아까시나무)의 사료적 가치평가에 대한 연구에서는 소화율이 58~72%로서 목초에 버금가는 사료를 제조하였으나, 생산량이 미흡하여(년 4톤 정도) 실용화되지 못하였다. 1988년부터 1990년까지는 목재 부후균을 이용한 미생물처리, 폭쇄 및 증자에 의한 물리적 처리, 산, 요소, 암모니아에 의한 화학적 처리를 도입하여 톱밥의 조사료화에 대한 연구를 추진, 반추동물용 목질 조사료 제조방법에 대한 특허를 얻은 바 있다. 각각의 처리에 의해 소화율과 영양성이 벗짚 수준으로 향상된 톱밥조사료를 개발할 수 있었으나 벗짚과 비교하여 제조단가가 높아서 실용화시키지 못하였다.

그리고 '98년 7월부터 12월까지 침엽(잣나무) 및 활엽(참나무) 생지엽 혐기발효사료를 비육젖소(생후 6개월, 10마리) 및 비육한우(생후 5개월, 6마리)에 대하여 급식시험을 실시하였다. 젖소나 한우는 5일 이내에 섭식을 시작하여 배합사료량의 40~60%까지 혼합하여 급여하여도 부작용이 없고 식이가 양호하여 기존 조사료(벗짚)를 대체할 수 있음이 밝혀졌다. 그러나 발효기술의 부족, 사료가치의 불명확성, 사료의 효과에 대한 전문적인 검증이 부족하였으므로 좀 더 자세하고 정확한 연구로 새로운 조사료원으로서 개발이 된다면 양축 농가의 사료비 부담을 대폭 줄일 수 있을 것으로 예측되었다.



축산기술연구소에서는 그 동안 톱밥 발효사료의 사료가치 평가를 축종별로 측정하였으며, 벚지의 사료가치 증진을 위한 암모니아 처리 등 조사료원의 개발 및 이용성 증진에 관한 많은 연구를 수행하여 왔으며, 현재 부존 사료자원의 활용성을 높이기 위하여 음식물찌꺼기 등 가용 사료자원의 이용성 증진 및 농가에서 직접 가용한 사료자원을 이용한 자가 사료배합 프로그램을 개발하여 보급할 계획이다.

국내산 침엽수 잎은 다양한 종류의 기능성물질을 함유하고 있다. 소나무, 잣나무, 해송, 리기다소나무 잎에 대한 분석결과에서는 4수종 공히 조단백질을 5~10%, 조지방을 10% 전후, 그리고 탄수화물을 약 70% 함유하고 있는 외에, 다량의 무기성분과 비타민 A, C를 함유하고 있는 것으로 밝혀졌다. 또한 조단백을 구성하고 있는 아미노산 분석결과에서는 단백질 구성 아미노산 16종, 필수아미노산 9종을 함유하고 있는 것으로 조사되었으며, 지방산은 약 40%의 포화지방산과 약 60%의 불포화지방산으로 구성되어 있었다. 특히 인체를 구성하는 지방산 8종을 모두 함유하고 있고, 플라보노이드 등 다량의 특수성분을 함유하고 있으므로, 옛날부터 식용 혹은 약용의 목적으로 민간에서 널리 이용되어 왔다.

## 2. 국외 연구 현황

침엽수 또는 활엽수 잎을 이용한 사료를 무카라고 하는데, 무카는 잎을 건조, 분쇄하여 펠렛사료 또는 원상태대로 배합사료와 혼합하여 급여하며, 러시아의 경우 1980년경 200,000 톤의 무카를 생산하여 직접 동물의 사료로 사용하였다는 보고가 있다. 1930년대에는 침엽수 잎을 이용하여 가축과 가금류를 대상으로 연구가 진행되었다. 특히 러시아에서 침엽수 잎을 대상으로 한 연구가 많이 이루어지고 있는데 침엽수잎은 가금류, 돼지, 소의 사료에 캐로틴, 미량원소 및 비타민 공급원으로 이용되고 있으며, 사료 중 3~8%가량을 차지하는 경우도 있다. 북미에서는 포플라를 이용한 조사료화 연구가 진행되고 있으며, 이것은 흔히 손쉽게 구할 수 있다는 점 외에도, 5년 동안 42MT/ha 까지 생산 가능하다는 점이 고려되고 있다. 그 가운데 80%는 목재생산에 이용하고, 잎을 포함한 나머지 20%의 부산물을 사료로 사용하는 방안을 제시하고 있는데, 이것을 양에게 급여한 결과 약 40%의 소화율을 나타내었다고 하였다.

정유잔사를 이용한 산업 측면에서 미국, 일본, 유럽 등 선진 각국에서도 주로 정

유생산에 역점을 두고 있으며, 프랑스 등지에서는 벌채 부산물로부터 정유를 생산하고, 그 찌꺼기는 퇴비로 이용하고 있다. 프랑스의 한 회사에서는 연간 약 300톤의 정유를 생산하여 900만 프랑의 수입을 올리고 있는 반면, 그 부산물을 퇴비로 출하하여 약 1,500만 프랑을 벌어들이고 있다. 그리고, 중국에서는 연간 45,000~60,000톤의 정유를 생산하고 있으며, 여기에서 발생하는 추출잔사 또한 막대한 양이 생산되고 있으나 그 중의 일부가 유기질 비료로 사용되고 있다. 추출잔사를 이용한 유기퇴비화 기술은 산업화한 상태에 있으나, 이들 나라 역시 기능성 사료화에 관한 연구실적은 없다.

임신 말기의 소가 *Ponderosa pine* (*Pinus ponderosa*)의 잎을 섭취할 경우 급성 유산을 유발하는 독성증상을 나타낸다는 사실은 금세기 초부터 알려지고 있다. 주로 미국의 서부지역 및 캐나다의 브리티쉬 콜럼비아주에서 목장주위에 *Ponderosa pine*을 갖고 있는 목장에서 자주 발생하여 축주 및 수의사에게는 큰 문제로 대두되었다. 처음으로 브리티쉬 콜럼비아에서 실험적으로 *ponderosa pine*을 임신한 동물에게 먹인 결과, 정상적으로 사료를 섭취한 동물에 비하여 뚜렷한 번식장애 현상이 나타났으며, 그 증상으로 사산, 미숙아 분만, 모체내 태아 사망 및 태반정체, 내막염, 복막염 등을 수반하는 2차 증상이 있었다. *Ponderosa pine* 잎에 의해 나타나는 독성증상은 야생동물을 비롯한 양 등에서는 나타나지 않는 종특이성 현상을 나타내고 있는바, 실험적으로 임신중기의 양에게 *Ponderosa pine*을 급여한 결과, 임신한 소에게 나타나는 증상이 관찰되지는 않았다. 실험적으로 어떤 물질이 이런 번식장애를 일으키는 지를 알아보기 위하여 *pine needle* 추출물을 임신한 마우스에 섭취시킨 결과, *pine needle*을 섭취시킨 것과 동일하게 번식장애 현상이 나타났다. *pine needle*이 일으키는 독성작용 및 기전에 관하여는 아직 뚜렷하게 밝혀진 것은 없지만 몇 가지 그 작용 기전에 관한 보고가 있다. *pine needle*과 임신에 있어서 중요한 스테로이드 호르몬(에스트로젠, 코티졸, 프로제스테론)과의 연관성을 검토한 결과, 정상적인 사료를 섭취한 것보다 특히 프로제스테론의 수치가 유의성있게 증가하는 현상을 나타냈다. *pine needle*을 섭취함으로써 자궁으로 유입되는 혈류량을 감소시켜서 유산을 유발하는 것으로 추정하고 있지만 침엽수 잎의 독성 여부에 대하여는 보다 깊은 연구가 필요하다.

### 3. 현 기술 상태의 취약성

목질계 자원만을 이용하여 조사료를 제조할 때에는 목재를 구성하고 있는 리그닌

성분으로 인하여 반추동물 섭취시 소화장애 문제를 야기시킨다. 또한, 목질계의 탄수화물은 반추위 동물의 루멘에 생육하는 미생물이 셀룰로오스를 가수분해시키는 것에 대하여 저항성을 갖고 있다. 이런 저항성은 셀룰로오스 자체의 결정구조와 셀룰로오스와 리그닌간의 결합이 물리·화학적으로 견고하기 때문에 저항성을 나타내는 것으로 간주되고 있다. 따라서, 이런 목질계가 갖는 리그닌-셀룰로오스 결합체를 변화시키거나 또는 노출시켜서 루멘의 미생물에 의해 분해시키는 등 방법의 개선이 있어야 되겠다.

생지엽이나 목질 톱밥을 단시간 내에 효율적으로 사료화시킬 수 있는 새로운 발효균주의 연구가 지금까지 거의 없었으므로 이에 대한 전문적 연구가 필요하다. 또한 호기발효에 의한 조사료화 시에는 방법을 균일하게 적용하는 것이 불가능하고, 혐기발효에 의한 방법은 아직 시도된 바 없었다.

국내의 정유 관련 기술은 정유생산을 중심으로 발전하여 왔기 때문에, 상대적으로 추출잔사의 이용방법에 대한 기술력은 극히 초보적인 단계에 머물러 있는 수준이다. 그러므로, 기능성 사료에 대한 보다 경쟁력 있는 기술개발을 위해서는 산림관련 연구자뿐만 아니라, 수의관련 연구자, 축산관련 연구자 및 업체 등 이업종 간의 교류와 연구협력이 필수적이다.

## 제 2 절 연구개발 결과의 전망

생지엽이나 목질 톱밥이 발효력과 분해력이 뛰어난 균주에 의하여 발효되고, 효과적인 가공 및 처리기술에 의하여 사료화되어 육우 및 젖소의 조사료로 이용되면 배합사료의 사용을 줄여 생산단가의 대부분을 차지하는 사료 단가를 낮출 수가 있으므로 농가에는 경제적 손실을 줄여서 수익을 도모할 수가 있겠다.

목질사료 자원중 침엽수 잎에는 여러 종류의 단백질과 필수 영양소가 다량 포함되어 있기 때문에, 침엽수를 수확하는 비용을 절감할 수만 있다면, 우리 나라에서 조사료 문제를 해결할 수 있는 유일한 대체수단이 될 가능성이 높다. 현재 조사료의 생산

가능한 경지면적은 점차 축소되어 가고 있는 실정이며, 단위당 조사료를 생산하는 단가는 지가상승 등의 문제로 선진국에 비해 현저히 높다. 실직자를 이용한 숲가꾸기 운동에 의해 발생하는 많은 양의 침엽수 잎을 이용한다면, 산림이 유효 적절하게 이용되어 부가가치가 높아짐과 동시에 양축농가에는 값싼 기능성 조사료를 제공하게 되므로서 농가경제에 크게 이바지 할 수 있다.

다시 말해서, 생지엽, 원목톱밥을 유용발효제 및 첨가제 등을 이용하여 조사료화 할 수 있는 제조 방법의 개발로 산지에 방치되고 있는 자원을 고부가가치화 시킬 수 있고, 부족한 조사료를 원활하게 저가에 공급시킴으로써 축산농가의 경쟁력을 향상시킬 수 있게 될 것이다. 또한, 정유추출잔사를 기능성 사료로 활용하는 기술을 개발하여 관련업계에 기술이전 함으로써, 산림부산물들의 고도이용을 통한 임업의 산업화 및 축산업계의 소득증대와 아울러 수입에 의존하는 사료자원의 대체 효과도 동시에 기대할 수 있다.



## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 생지엽 조사료 제조기술 개발

#### 1. 혐기성 목질발효균주 개발

##### 가. 재료 및 방법

##### (1) 소위에서 cellulose 분해 미생물의 분리

1.0% CMC, 0.5% peptone, 0.5% yeast extract, 0.5%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0.05%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , pH 7.0, trypan blue(80mg/l)를 첨가한 복합 한천배지에 도말한 후 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양된 colony를 1.0% CMC, 0.5% peptone, 0.5% yeast extract, 0.5%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0.05%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , pH 7.0의 한천배지에 옮기고 37°C에서 3일간 배양한 후 0.5% congo red 용액을 처리하여 30분간 반응시키고 반응하지 않은 용액은 제거한 후 1M NaCl로 15분간 처리하여 colony 주위에 노란색의 환을 형성하는 colony를 분리하였다.

##### (2) CMCase 역가측정

Cellulose 활성은 CMC(carboxymethyl cellulose)를 기질로 하여 효소 반응 후에 유리된 환원당을 DNS방법으로 다음과 같이 정량함으로써 측정하였다. 증류수를 현탁시킨 1.0%(w/v) CMC용액 0.5ml과 0.2M phosphate(pH 7.0) 0.25ml를 효소 용액 0.25ml과 혼합하여 50°C에서 15분 동안 반응시켰다. DNS 시약 3ml를 첨가하여 반응을 정지시키고 끓는 물에서 5분 동안 방치하여 발색시킨 다음, 540nm에서 흡광도를 측정하고 이를 glucose를 표준시료로 사용하여 동일 조건하에서 발색시켜 흡광도를 비교함으로써 유리된 환원당의 양을 결정하였다. 효소 활성도 1.0unit는 위의 조건하에서 15분 동안 15  $\mu\text{M}$  CMC로부터 glucose에 상응하는 환원당을 생성하는 효소의 양으로 정의하였다.

(3) FPase 역가 측정

Filter paper strip(whatman No.1, 1×6mm)을 1.0ml의 0.2M phosphate buffer(pH 7.0)에 담그고 여기에 효소액 0.5ml를 가하여 30℃에서 1시간 정치한 후 DNS법으로 환원당량을 구하였다. 효소 활성도 1.0unit는 위의 조건하에서 60분 동안 여지로부터 60 μM glucose에 반응하는 환원당을 생성하는 효소의 양으로 정의하였다.

(4) Avicelase 역가 측정

2%(w/v) avicel 현탁액 1ml와 0.1M acetate buffer(pH 5.5) 1ml에 효소액 0.4ml를 가하고 45℃에서 60분간 진탕배양시킨 후 100℃에서 5분간 가열하여 반응을 정지시킨 후, 상등액내의 환원당의 양을 DNS법을 이용하여 540nm에서 흡광도로 측정하였다. 효소 활성도 1.0unit는 위의 조건하에서 60분 동안 avicel로부터 60 μM glucose에 반응하는 환원당을 생성하는 효소의 양으로 정의하였다.

(5) Avicel 첨가시 분리균의 생육

이전 실험에서 CMC 분해 특성을 보이는 균주를 2.0% avicel, 0.5% pepton, 0.5% yeast extract, 0.5% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0.05% MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O의 배지 조성에서 0시간, 48시간, 72시간 별로 배양한 후 각각 540nm에서 흡광도를 측정하였다.

(6) 호기적, 미호기적 조건하에서의 생균수 측정

분리된 균주 중 효소 활성이 큰 균주들을 호기적, 미호기적 조건하에서 35℃에서 24시간 배양하여 생균수를 측정하였다.

(7) Gram 염색

Avicelase 효소활성이 우수한 균을 4개 선별하여 Gram 염색을 실시하였다.

(8) Lactic acid 생성 유무

BCP-PCA 상에서 BCP만을 뺀 나머지 조성으로 한천 배지를 만들고 35℃에서 24시간 배양한 후 BCP를 떨어뜨려 lactic acid의 유무를 관찰하였다.

(9) 소위 분리균의 목분 상에서 발효

각 목분에 2배의 증류수를 첨가하여 반죽한 후 10g 단위로 포장하였다. 121℃에서 15분간 멸균하여 분리균을 1% 접종한 후 재포장하여 30℃에서 10일간 발효하였다. 발효 후 발효물의 환원당, 호기적, 미호기적 조건하에서 생균수를 측정하였다. 환원당은 DNS법에 의하여 540nm에서 측정하였고, 발효물을 희석하여 PCA 배지에 도말하고 호기적, 미호기적 조건에서 37℃, 48시간 배양한 후 생균수를 측정하였다.

나. 연구결과 및 고찰

(1) 소위에서 cellulose 분해 미생물의 분리

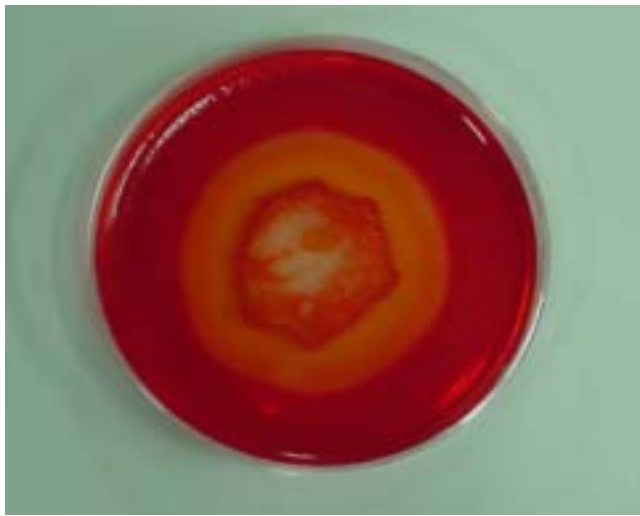
생지엽 발효에 적합한 종균을 개발하기 위하여 소위로부터 carboxymethyl cellulose를 분해하는 균을 분리하였다. 즉, congo red를 사용하여 한천 배지 상에서 노란색 환(CMCase생산)을 형성하는<그림 1-1> 미생물을 분리하였다.

(2) 분리된 균주의 CMCase, FPase, avicelase 활성

한천 배지에서 분리된 cellulose 분해균들과 소위에서 분리한 *B. megaterium*의 각 효소 활성을 조사하였다. 그 결과, 전반적으로는 CMCase활성이 FPase 및 Avicelase 활성보다 우수하였으며, CMCase의 경우에는 I-62, H-66, J-69B가 활성이 높았으며, FPase는 J-69B, J-69C, J-69A, B-8, B-9가 활성이 높았다<표 1-1>. 그리고, Avicelase 역가는 J-69C, I-63B, J-69D, J-63B가 높은 것으로 나타났다<표 1-1>.

이상의 결과, J-69C, I-63B, J-69D, J-63B는 소위에서 분리한 *B. megaterium*보다 섬유소를 분해시킬 수 있는 CMCase, FPase, Avicelase등의 효소역가가 우수한 것으로 나타났으며, 특히 목분 분해이용에 중요한 avicelase의 역가가 높은 것으로 나타났다.





<그림 1-1> Cellulose 분해세균에 의한 halo 형성.

<표 1-1> 소위 분리 균주의 CMCase, FPase, avicelase 효소 역가

분리균주	Yellow Halo size (mm)	CMCase (IU)	FPase (IU)	Avicelase (IU)
I-62	40	15.56	0.72	2.35
A-3	40	0.76	1.32	1.70
J-69B	40	4.00	2.52	2.18
I-63	41	-	0.36	-
B-10	51	0.64	0.60	1.58
I-63	14	7.60	0.12	-
I-63A	23	1.96	-	1.73
C-16	54	0.12	0.72	-
H-66	19	18.00	-	1.43
J-69C	40	-	1.92	3.05
I-63B	23	0.40	-	3.55
J-69A	40	3.12	1.80	2.45
J-69A	39	2.46	-	-
I-63	21	1.84	1.32	-
B-14	42	0.20	1.20	2.80
B-10	34	2.12	0.12	-
A-2	30	-	0.12	-
B-8	40	0.56	2.16	0.73
I-61	46	0.32	-	0.65
B-9	60	0.88	1.80	0.90
C-17	46	-	1.08	2.58
J-69D	40	2.48	-	4.28
J-69B	39	9.84	0.96	3.43
<i>B. megaterium</i>	-	0.12	0.84	3.05

(3) Avicel 첨가시 분리균의 생육

CMC 분해 특성을 보이는 균주가 avicel을 탄소원으로 이용하는가의 여부를 <표 1-2>에 정리하였다. 흡광도(540 nm) 0.102 수준으로 희석하여 분리 균주를 접종하였으며, CMC 분해 특성을 보이는 균주가 흡광도 540nm에서 0.248에서 0.878의 값을 보여 avicel을 탄소원으로 하여 증식을 하는 것으로 나타났다.

<표 1-2> Avicel 첨가시 분리균의 생육 상태

분리균주	Halo 크기 (mm)	$\Delta A_{540}$ (48h 배양)	$\Delta A_{540}$ (72h 배양)	분리균주	Halo 크기 (mm)	$\Delta A_{540}$ (48h 배양)	$\Delta A_{540}$ (72h 배양)
I-63B	23	0.248	0.297	A-2	30	0.786	0.754
B-9	60	0.813	0.668	B-10	51	0.576	0.597
C-16	54	0.361	0.564	I-63	41	0.836	0.809
I-62	40	0.308	0.401	J-69D	40	0.347	0.275
J-69A	40	0.267	0.196	B-10	34	0.580	0.596
A-3	40	0.516	0.370	C-17	46	0.768	0.778
I-63	21	0.626	0.592	J-69E	40	0.261	0.251
B-8	40	0.574	0.598	J-69B	39	0.352	0.324
I-63	14	0.625	0.623	H-66	19	0.426	0.432
I-61	46	0.397	0.368	B-14	42	0.576	0.573
J-69C	40	0.436	0.364	J-69A	39	0.419	0.438
I-63A	23	0.865	0.878	<i>B. megaterium</i>	0	0.581	0.719

(4) 호기적, 혐기적 조건하에서의 생균수 측정

목질 발효 공정상 혐기도가 높은 균보다는 통성 혐기균이 생산현장에서의 발효 생산이 유용하리라 사료되어 선발균주 23개를 호기 및 혐기 조건하에서 배양하여 생균수를 조사하였다. 그 결과, <표 1-3>에서와 같이 호기적 조건과 혐기적 조건에서 모두  $10^6$ 이상 관찰되어 통성혐기성으로 판단되었다.

<표 1-3> 분리균주의 호기 및 혐기조건하의 생균수

분리균주	Halo 크기 (mm)	호기조건생균수 (log CFU/ml)	혐기조건생균수 (log CFU/ml)	분리균주	Halo 크기 (mm)	호기조건생균수 (log CFU/ml)	혐기조건생균수 (log CFU/ml)
I-63B	23	9.190	8.270	A-2	30	9.444	8.013
B-9	60	8.602	7.362	B-10	51	9.315	8.447
C-16	54	9.068	8.591	I-63	41	9.053	8.143
I-62	40	7.367	7.322	J-69D	40	8.322	8.000
J-69A	40	8.342	7.505	B-10	34	9.552	8.662
A-3	40	8.662	7.000	C-17	46	9.354	8.334
I-63	21	8.740	8.288	J-69E	40	7.954	6.000
B-8	40	9.436	8.681	J-69B	39	8.556	6.903
I-63	14	9.146	8.326	H-66	19	8.414	8.361
I-61	46	8.602	7.041	B-14	42	9.447	8.352
J-69C	40	7.647	6.477	J-69A	39	9.053	8.233
I-63A	23	9.133	8.330				

(5) Gram 염색

Avicelase 효소 활성이 우수한 균주 4개(I-63B, J-69B, J-69D, J-69C) 및 소위에서 분리한 *B. megaterium*을 Gram 염색하여 세균의 특성을 조사한 결과, I-63B만이 Gram 음성균이고 J-69B, J-69D, J-69C 및 *B. megaterium*은 Gram 양성균인 것으로 밝혀졌다<표 1-4>.

<표 1-4> 분리균주의 Gram 특성

분리균주	Halo 크기 (mm)	Gram 염색
I-63B	23	-
J-69B	39	+
J-69D	40	+
J-69C	40	+
<i>B. megaterium</i>	0	+

(6) Lactic acid 생성 유무

BCP-PCA 상에서 BCP만을 뺀 나머지 조성의 한천 배지에서 BCP를 떨어뜨려본 결과, 분리된 모든 균에서 lactic acid를 생성하는 균은 하나도 없었다. 따라서 avicel을 이용하여 젖산을 생성하는 균은 선발균주 중에는 없는 것으로 보인다.

(7) 소위 분리균의 목분 상에서 발효

선발된 균주를 10일 동안 발효하여 측정된 환원당의 양은 <표 1-6>과 같았다. 목부와 수피의 control 환원당을 비교해보면 수피에 환원당의 양이 월등히 많아 10일 동안 발효한 경우 수피에 있는 환원당을 분리된 균이 에너지원으로 사용하여 환원당의 양이 줄어드는 것으로 나타났다<표 1-5>. 그러나, 목부의 경우 control에서 나타나듯이 분리 균이 이용할 수 있는 환원당의 양이 본래 적어 목분을 이용했으리라 사료된다. 선발 균주를 10일 동안 발효시 목부의 환원당량은 1.31~1.58로 선발된 *B. megaterium*과 유사한 결과를 얻었다<표 1-5>.

<표 1-5> 분리균주의 목부, 수피와 10일간 혼합 발효후의 환원당량

분리균주	Halo 크기 (mm)	환원당량	
		목부	수피
I-63B	23	1.31	29.40
J-69B	39	1.38	34.73
J-69C	40	1.58	38.46
J-69D	40	1.52	31.45
<i>B. megaterium</i>	0	1.51	36.60
control*	-	0.95	50.09

\* control : 발효전의 환원당량

그러나, 호기 및 혐기적 조건하에서 10일간 발효시킨 후 생균수를 측정한 결과 모두  $10^3$ 이하 수준으로 측정되어 탄소원을 넣지 않은 목분 상에서 분리된 미생물이 생육할 수 없는 것으로 판단되었다<표 6>. 그러므로 이들 균을 이용하여 목분을 분해하기 위해서는 탄소원으로 이용할 수 있는 영양원을 추가할 필요가 있는 것으로 사료되었다.

<표 1-6> 목부 및 수피 10일간 혼합 발효후의 생균수

분리균주	Halo 크기 (mm)	집중 (log CFU/ml)	생균수 (log CFU/ml)			
			호기배양		혐기배양	
			목부	수피	목부	수피
I-63B	23	7.265	<3	<3	<3	<3
J-69B	39	6.615	<3	<3	<3	<3
J-69D	54	6.362	<3	<3	<3	<3
J-69C	54	6.400	<3	<3	<3	<3
<i>B. megaterium</i>	0	6.705	<3	<3	<3	<3

## 2. 잣나무 생지엽 혐기발효사료 조제

### 가. 재료 및 방법

#### 1) 공시재료

공시균으로 사용한 미생물제제 3종은 축산기술연구소에서 개발한 젖산균 *Lactobacillus plantarum*, 시판 젖산균 혼합제재인 Silo-Boss Inoculant(Medipharm, USA), 소 제1위에서 분리한 *Bacillus megaterium*을 생지엽 5kg당 각각 0.25g을 첨가하였다. 또한 변패방지제인 formic acid(98%, 특급) 및 propionic acid(99%, 특급)를 0.5%(20ml/5kg 생지엽) 농도로 첨가하였으며, 발효촉진 및 영양증진제로 당밀(사탕수수에서 조미료생산 부산물) 5%(250g/5kg 생지엽), 요소(질소함량 46%, 삼성정밀화학) 0.5%(25g/5kg 생지엽), 탄산칼슘(침강탄산칼슘, 동호케미칼)을 0.5%(25g/5kg 생지엽) 수준으로 첨가하여 사용하였다.

#### 2) 균 처리에 의한 조사료 제조

모든 시료는 생지엽 5kg에 물, 첨가제 및 미생물제제를 넣고 밀봉하여 배양실에서 40일간 저장·발효하였다. 무처리 시료는 당밀, 요소, 탄산칼슘만을 처리한 시험구와 여기에 산을 넣은 2종류의 처리구로 하였다.

모든 조합에는 기본적으로 당밀(5%, 250g/5kg), 요소(0.5%, 25g/5kg), 탄산칼슘(0.5%, 25g/5kg)이 첨가되어 있으며 함수율 60% 내외를 유지시키기 위하여 산미처리는 물 800ml를 첨가하여 배합하였고, 산처리는 formic acid 20ml와 propionic acid 25ml를 물 155ml과 혼합하여 희석한 용액과 물 600ml를 첨가하여 배합하였다. 이렇게 배합된 생지엽은 완전히 밀봉하여 40일간 배양실(25±1℃)에서 아이스박스에 담아 발효시켰다. 산 처리 유무 및 미생물제제 조합에 따른 19종 시료는 <표 1-7>과 같다.

<표 1-7> 균 처리에 의한 조사료 제조법

구 분	처리균주	시료 Label	비 고
산처리 (T)	A	AT	◇ 산(물 155ml에 2종류의 산 용해) - Formic acid 0.5%(20ml/5kg 생지엽) - Propionic acid 0.5%(25ml/5kg 생지엽) ◇ 영양원(생지엽에 직접 첨가) - 당밀 5%(250g/5kg 생지엽) - 요소 0.5%(25g/5kg 생지엽) - 탄산칼슘 0.5%(25g/5kg 생지엽) ◇ 물 600ml/5kg 생지엽
	B	BT	
	C	CT	
	AB	ABT	
	AC	ACT	
	BC	BCT	
	ABC	ABCT1	
	ABC	ABCT2	
	무처리	T1	
	무처리	T2	
산 미처리 (N)	A	AN	◇ 영양원(생지엽에 직접 첨가) - 당밀 5%(250g/5kg 생지엽) - 요소 0.5%(55g/5kg 생지엽) - 탄산칼슘 0.5%(25g/5kg 생지엽) ◇ 물 800ml/5kg 생지엽
	B	BN	
	C	CN	
	AB	ABN	
	AC	ACN	
	BC	BCN	
	ABC	ABCN1	
	ABC	ABCN2	
	무처리	N1	

T : 산처리(formic acid + propionic acid)

N : 산 미처리

A : *Lactobacillus plantarum*(축산기술연구소 특허 젖산균)

B : Silo-Boss Inoculant(Medipharm USA, 시판 젖산균 혼합제제)

C : *Bacillus megaterium*(소의 제 1위 분리균)

### 3) 소화시험용 발효조사료 제조

전항에서 제조한 19종의 발효 목질사료를 나일론백 시험을 통하여 한우의 반추위 내 소화율을 측정하였다<표 1-10>. 여기에서 조사료로서의 효용가치가 높은 것으로 검정된 4종의 시료에 대해서는 보다 정밀한 결과를 도출하기 위하여 각각 약 600kg를 <표

1-8>에 표시한 방법에 의하여 제조하였다.

<표 1-8> 소화시험용 발효조사료 제조방법

시료No.	처리군주	제 조 방 법
AA	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생지엽 500kg + 당밀 25kg + 요소 2.5kg + 탄산칼슘 2.5kg</li> <li>· 산 10ℓ 투입(물 6ℓ에 개미산 2ℓ+프로피온산 2ℓ 용해)</li> <li>· 물 60ℓ에 균 25g을 넣고 혼합하여 밀봉</li> </ul>
BA	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생지엽 500kg + 당밀 25kg + 요소 2.5kg + 탄산칼슘 2.5kg</li> <li>· 산 10ℓ 투입(물 6ℓ에 개미산 2ℓ+프로피온산 2ℓ 용해)</li> <li>· 물 60ℓ에 균 25g을 넣고 혼합하여 밀봉</li> </ul>
CA	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생지엽 500kg + 당밀 25kg + 요소 2.5kg + 탄산칼슘 2.5kg</li> <li>· 산 10ℓ 투입(물 6ℓ에 개미산 2ℓ+프로피온산 2ℓ 용해)</li> <li>· 물 54ℓ에 균(<math>10^9</math>cfu) 6ℓ를 넣고 혼합하여 밀봉</li> </ul>
IA	무처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생지엽 500kg + 당밀 25kg + 요소 2.5kg + 탄산칼슘 2.5kg</li> <li>· 산 10ℓ 투입(물 6ℓ에 개미산 2ℓ+프로피온산 2ℓ 용해)</li> <li>· 물 60ℓ를 넣고 혼합하여 밀봉</li> </ul>

A : *Lactobacillus plantarum*(축산연 특허 젓산균) ⇨ 25g/500kg 첨가

B : Silo-Boss Inoculant(Medipharm USA) ⇨ 25g/500kg 첨가

C : *Bacillus megaterium*(소 제 1위 분리균) ⇨ 25g/500kg 첨가

#### 4) 사양시험용 생지엽 조사료 제조

숲가꾸기 사업에서 생산되는 잣나무 생지엽을 6mm 정도의 크기로 분쇄한 후 함수율을 60%로 조절하였다. 수분 조절과 함께 영양학적 가치 향상과 발효 촉진을 위해 10kg 생지엽에 대해 다음과 같은 첨가제를 넣었다. 요소(urea) 50g, 개미산칼륨(potassium formate) 1ppm, 초산나트륨 10g, 수산화칼슘(calcium hydroxide) 10g, 미강 50g 및 깻묵 50g을 첨가하였다. 첨가 후에는 잘 혼합하여 비닐 봉지에 20~25kg 단위로 담아 혐기발효 유도를 위하여 공기를 완전히 뺀 후 밀봉하여 30일 이상 야적한 후 급여하였다.



## 나. 연구결과

### 1) 균처리에 의한 생지엽 혐기발효사료 조제

사일리지 제조시에 첨가제를 사용하는 목적은 재료자체가 젖산균 발효에 적합하지 못하거나 좋은 발효를 일으키게 하여 품질이 우수한 사일리지를 제조하기 위한 것이다. 20세기초부터 사일리지 첨가제에 대한 많은 연구가 진행되어 왔으며, 오늘날에 있어서 사일리지 첨가제는 발효를 조절시키는 중요한 점 이외에도 영양가를 개선시키는 점 또한 중요시되고 있다. 첨가제의 종류는 많으나 일반적으로 분류하면 크게 4종류로 나뉜다. 발효촉진제는 젖산발효를 촉진시켜서 다른 잡균의 번식을 억제시키는 목적으로 첨가하며, 호기적 변패방지제는 사일로 내부의 산소를 없애고 빠른 시간 내에 혐기적 상태를 유지시키기 위함이며, 영양가치 개선제는 사일리지의 영양가를 증가시킬 목적으로 사일리지 제조시 첨가하는 것이다.

젖산균은 양질의 사일리지 발효를 가장 효과적으로 일으킬 수 있는 첨가제이다. 사일리지 발효에 관계하는 젖산균은 크게 *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* 및 *Streptococcus* 등과 같이 4속으로 나눌 수 있다. 본 제조법에 사용한 미생물제제 3종 중 *Lactobacillus plantarum*는 축산기술연구소에서 특허를 받은 젖산균으로서 homo형 발효를 일으키는 간균이며, 최적 발효온도 30℃, 최적 pH 4.0~4.2의 범위에 갖는 균이다. 또 Silo-Boss Inoculant는 미국 Medipharm사에서 제조·발매하는 범세계적으로 가장 널리 이용되고 있는 젖산균 혼합제제이며, 소의 제 1위에서 분리한 *Bacillus megaterium*균도 효과적으로 탄수화물을 분해하는 것이 확인된 균이다. 젖산발효를 촉진시키기 위해서는 젖산균 투입법 이외에도 사일리지에 당을 첨가하는 방법도 유효하다. 본 시험에서 사용한 당밀은 제당공장 부산물로서 수분함량 25~30%, 당 함량은 약 50% 정도이다.

당밀을 첨가한 목적은 재료에 부족되는 당을 보충하여 사일리지의 건물 및 젖산발효를 촉진시키고 pH를 낮추며 암모니아태 질소의 함량을 감소시키기 위함이다. 첨가량은 젖산균의 활성조건에 따라 재료 건물 중 가용성 당분이 2% 이상 함유되어야 하기 때문에 5%를 첨가하였다. 젖산발효와 관계없이 충전시 직접 산을 첨가하는

방법도 있다. 이것은 pH를 4.2 이하로 유지하면 식물재료의 호흡작용과 불량 미생물의 작용이 억제되어 양질의 사일리지를 제조할 수 있다는 원리에 기초를 두고 있다.

본 연구에서는 formic acid와 propionic acid를 사용하였다. Formic acid는 현재 이용되고 있는 첨가제 중에서 그 효과가 가장 확실한 것 중의 하나로서 당분함량이 낮은 생지엽에 현저한 효과가 기대된다. 또 propionic acid는 젖산발효를 억제하는 효과면에서는 formic acid보다는 떨어지지만 효모와 곰팡이의 생육을 방지하는 점에서는 우수하다. 따라서 비닐봉투를 사용하여 밀봉하는 것과 같이 밀봉이 불완전할 경우나 보관이 장기화되는 경우에는 효과가 크다. 첨가량은 AIV법에 근거하여 formic acid와 propionic acid 모두 0.5%로 하였다.

영양가치 증진제로서 요소의 첨가는 반추가축에게 비단백태 질소화합물을 급여하는 목적과 목본과 식물에서 질소의 함량이 낮으므로 발효미생물이 요구하는 질소의 공급원으로 이용하기 위해서이다. 특히 수목의 생지엽과 같이 단백질 함량이 낮은 재료에 요소를 첨가하면 단백질 공급과 같은 효과가 있다. 요소를 첨가하면 발효과정에서 생성된 암모니아가 유기산과 염을 형성하여 휘발성의 나쁜 냄새를 제어할 수 있고, 또 유리된 암모니아를 비휘발성으로 만들기 때문에 사일리지를 가축에게 급여할 때 요소태 질소가 암모니아태 질소로 회수되는 회수율을 높여 주므로 첨가량은 원료대비 0.5%로 첨가하였다.

잣나무 생지엽 사일리지는 단백질 이외에도 광물질의 함량이 낮다. 광물질 함량을 보충하기 위해 탄산칼슘을 0.5% 첨가하였는데, 이것을 첨가하면 칼슘을 보충하는 효과 이외에도 사일리지의 발효를 지속시키고 산의 생성량을 증가시키며, 요소와 같이 질산태 함량을 감소시키는 효과가 있다. 가축의 생산성 측면에서는 요소를 단독으로 첨가하는 것보다 요소와 탄산칼슘을 병용하는 것이 효과적이다.

이상과 같은 각 첨가제의 첨가수준 및 조합별 조건에 의해 혐기발효사료 19종을 전술한 <표 1-7>과 같은 방법으로 제조하고 각각의 중별 영양성분 평가 및 소화율을 조사하였다. 그 결과 대체적으로 균과 산처리에 의해 조단백질 함량이 증가하였으며 NDF 함량이 낮게 나타나<표 1-9> 균과 산을 처리하는 것이 생지엽 조사료의

영양학적 가치 향상에 도움이 되는 것으로 사료되었다.

<표 1-9> 생지엽 발효사료의 일반 조성분(%)

시료명	수 분	단백질	NDF
A <sup>1</sup> T <sup>2</sup>	56.40	6.64	44.43
AN	58.20	5.34	36.31
BT	56.86	5.79	34.44
BN	52.80	7.13	39.65
CT	57.25	6.69	34.08
CN	58.44	6.36	35.08
ABT	56.83	5.78	34.41
ABN	58.32	5.59	35.30
ACT	56.70	5.84	35.21
ACN	58.11	8.35	35.58
BCT	56.57	9.21	34.89
BCN	58.37	7.86	35.83
ABCT1	56.01	5.89	34.97
ABCN1	59.61	5.40	34.02
ABCT2	55.55	6.73	36.19
ABCN2	58.79	5.57	34.85
T1	55.12	6.68	37.03
N1	57.49	5.77	37.06
T2	56.72	6.69	35.91
볏짚	12.33	4.47	78.92

<sup>1</sup>A : *Lactobacillus plantarum*(축산연 특허 젓산균), B : 시판 젓산균, C : *Bacillus magaterium*(경원대 분양균), <sup>2</sup> T : 산처리, N : 산 미처리

## 2) 소화시험용 발효조사료의 대량생산

전향(균처리에 의한 생지엽 혐기발효사료 조제)에서 제조한 19종의 발효 목질 사료를 나일론백 시험을 통하여 한우의 반추위내 소화율을 측정하였다. 그 결과 생지엽 발효사료의 반추위내 소화율에 있어서 건물은 볏짚과 유사하였으나 단백질은 높았고 NDF는 낮은 것으로 나타났다<표 1-10>. 특히, 균처리를 하지않은 무처리구의 경우

에도 볏짚과 같은 수준의 건물소화율을 나타내었으며 단백질 소화율도 2배로 나타났다. 그러므로 19종의 처리구중 대표적인 균처리구인 3종의 시료(A균 처리구, B균 처리구, C균 처리구)와 무처리구에 대해서는 보다 정밀한 결과를 도출하기 위하여 전술한 <표 1-8>의 방법에 의해 대량의 사료를 제조하였으며 그 결과는 후술하는 “제 2 절 생지엽 조사료의 사료가치 평가” 항목에 그 결과를 나타내었다.

<표 1-10> 생지엽 발효사료의 반추위내 소화율(48시간)

시료명	건 물	단백질	NDF
A <sup>1</sup> T <sup>2</sup>	32.25	69.85	10.05
AN	31.02	64.61	12.94
BT	32.12	68.59	7.89
BN	28.79	62.46	7.13
CT	30.11	72.74	4.57
CN	26.32	61.33	5.03
ABT	32.06	69.27	9.37
ABN	30.70	64.19	10.18
ACT	30.06	72.64	7.82
ACN	29.71	62.24	11.03
BCT	33.60	73.94	10.87
BCN	30.67	68.19	11.74
ABCT1	31.03	70.84	6.67
ABCN1	26.09	62.72	4.63
ABCT2	32.67	72.87	4.69
ABCN2	32.16	68.75	9.64
T1	31.04	70.77	8.12
N1	28.14	62.13	8.10
T2	29.81	69.38	7.95
볏짚	32.31	36.92	19.30

### 3) 혐기발효조사료 제조조건 구명 및 대량 생산

숲가꾸기 사업에서 생산되는 잣나무 생지엽을 한우 사양시험지인 경기도 화성군 조암한우영농조합으로 운반하여 6mm 정도의 크기로 분쇄한 다음 넓은 비닐깔개 위에 펼쳐서 물을 뿌리면서 60%로 수분을 조절하였다. 분쇄 입자의 크기는 조사료로서의 가치에 영향을 미치는데 분쇄한 가지와 잎의 입자가 너무 고우면 반추위에 머무르지 않고 통과되어 조사료로서의 효과가 떨어지고 가축의 호흡기내로 들어가 기관지염을 야기할 우려가 있다. 반대로 너무 크면 섭취가 곤란하므로 크기에 유의하여야 한다. 또한, 수분이 적으면 혐기발효가 진행되지 않고 과다하면 부패하므로 현장에서 혐기발효 제조시 정확한 수분조절이 어려우므로 시료를 손으로 만졌을 때 물이 떨어지지 않는 촉촉한 상태가 적절한 수분함량이었다.

수분 조절과 함께 영양성 향상이나 발효 촉진을 위해 10kg 생지엽에 대해서 첨가제를 다음과 같이 넣었다. 혐기발효를 촉진시켜주는 요소(urea) 50g 그리고 위의 제조방법에서 사용한 개미산 대신 개미산칼륨(potassium formate) 1ppm, 조사료의 맛을 향상시키는 초산나트륨 10g, 목질계의 세포막을 연화시켜 주는 수산화칼슘(calcium hydroxide) 10g을 첨가하였다. 또한 생지엽에 부족한 당을 공급하기 위해 첨가한 당밀 대신 농가에서 쉽게 구입할 수 있는 미강 50g과 깻묵 50g을 첨가하였다. 그러나 효과적인 젖산 발효를 유도하기 위해 첨가하였던 균 및 미생물제제는 비용을 고려하여 첨가하지 않았다. 즉, 균 및 미생물제제의 첨가에 의해 영양적 가치 및 소화율은 다소 향상되나 첨가로 인한 비용 증가를 감안할 때 경제성이 떨어지는 것으로 판단되어 첨가하지 않았다. 이렇게 첨가제를 넣어 혼합한 생지엽은 비닐 봉지에 25~30kg 단위로 담아 혐기발효 유도를 위하여 공기를 완전히 뺀 후 밀봉하였다. 밀봉이 불완전하여 공기가 남아있을 때에는 발효가 더디며 심지어는 부패의 현상도 있었다. 밀봉하여 보관한 지 1개월 정도가 지나면 개봉시에 향긋한 냄새가 나며 가축에 공급이 가능하였고, 장기간 보존시에도 문제가 없었다. <그림 1-2>은 제조하여 야적된 잣나무 혐기발효 조사료의 모습으로 야적시 들쥐 등에 의해 비닐 봉지가 파손되지 않도록 주의하여야 하며 봉지가 파손되면 그 부분이 검게 부패되어 봉지 전체가 발효가 이뤄지지 않았다. 여름철에는 높은 온도에 의한 봉지 내부의 과도한 수분 증발을 막기 위하여 외부 야적시 차양막으로 덮어주면 양호한 발효를 유도할 수 있었다.

이상과 같이 제조한 조사료는 잎과 잔가지를 혐기발효하여 제조하므로 기호성

이 뛰어나고, 보존성이 뛰어나므로 농한기에 집중적으로 제조하면 연간 사용이 가능하고, 축분뇨의 악취를 현저히 감소시켜 축사의 위생환경을 개선시키고, 외국에서 수입되는 조사료와는 달리 잔류농약에 의한 가축 및 육질에 전혀 피해가 없는 등의 특징이 있었다. 또한, 배합사료에 혼합하여 급여하므로 사료비를 줄일 수 있어 수입육에 대한 경쟁력 향상에도 도움이 되는 것으로 판단되었다.



<그림 1-2> 조사료 야적 광경.

### 3. 잣나무 생지엽 및 발효 사료의 정유성분 분석

#### 가. 실험방법

잣나무 생지엽 및 험기 발효사료의 정유 성분에 대한 GC/MS 분석을 실시하였다. 사용한 장비는 Jeol JMS-600W Mass Spectrometer이며 이온화 전압 70 eV에서 측정하였다.

#### 나. 연구결과

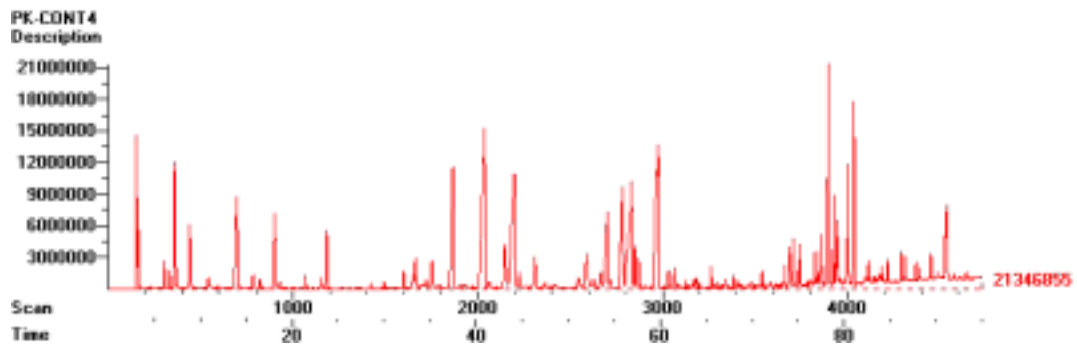
잣나무 생지엽 및 발효험기사료에 대한 정유 성분에 대한 GC/MS 분석 결과 생지엽 및 발효사료 공통으로 포함되어 있는 성분은 camphene 등 30종이었으며 생지엽에만 포함되어 있는 성분은  $\beta$ -farnesene 등 6종이고 발효사료에만 포함되어 있는 성분은 2- $\beta$ -pinene 등 10종인 것으로 나타났다(표 1-11, 그림 1-3, 4).

<표 1-11> 잣나무 생지엽 및 발효 사료의 정유 성분 비교

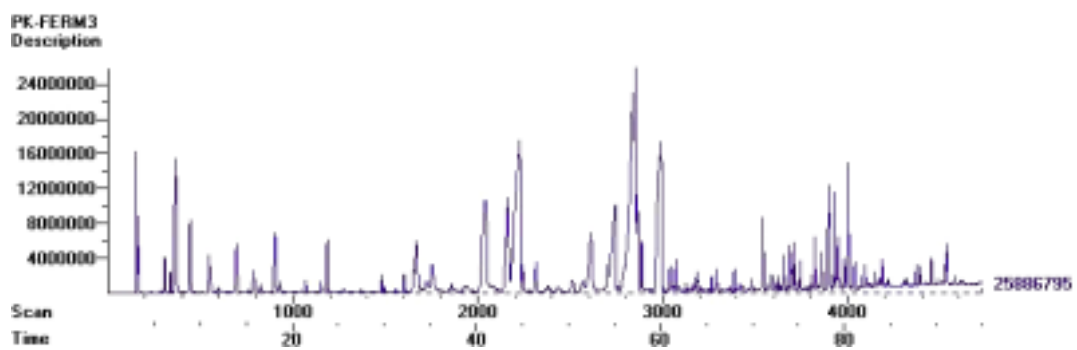
잣나무 생지엽 정유 성분			발효 생지엽 정유 성분	
Scan	R.T.	Compound Name	Scan	Compound Name
306	06:08.1		307	2,3-dimethyl bicyclo-hept-2-ene
336	06:44.3		337	tricyclene
362	07:15.7		366	$\Delta^3$ carene
442	08:52.1		444	camphene
			547	<b>2-<math>\beta</math>-pinene</b>
698	14:00.8		695	$\gamma$ -terpinene
1184	23:46.8		1185	$\alpha$ -terpinolene
1649	33:07.5		1652	$\alpha$ -cubebene
1664	33:25.6		1667	$\alpha$ -longgipinene
1752	35:11.8		1750	$\alpha$ -copaene
2038	40:56.6		2039	isolonggifolene
2148	43:09.2	<b>endo-1,7,7-trimethyl-bicycloheptan-2-ol acetate</b>		
			2164	<b>endobornyl acetate</b>
2225	44:42.1		2228	trans-caryophyllene



잣나무 생지엽 정유 성분			발효 생지엽 정유 성분	
Scan	R.T.	Compound Name	Scan	Compound Name
			2240	(+)-aromadendrene
2309	46:23.4		2315	4-methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol
			2512	bornyl propanoic ester
2588	51:59.8		2562	$\Delta$ -cadinene
			2611	$\alpha$ -humulene
2669	53:37.5	<u><math>\beta</math>-farnesene</u>		
2702	54:17.3		2702	$\alpha$ -amorphene
			2743	7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-naphthalene
2784	55:56.2	<u>6,10,11,11-tetramethyl-tricycloundec-1-ene</u>		
2831	56:52.8		2838	$\nu$ -elemene
2870	57:39.9		2861	$\nu$ -gurjunene
2965	59:34.4		2866	$\alpha$ -muurolene
			2886	<u>bicyclogermacrene</u>
			2988	<u><math>\beta</math>-patchoulene</u>
3031	60:54.0		3038	cadina-1,4-diene
3262	65:33.0		3186	cis-calamenene
			3265	<u>dodecanoic acid ethyl ester</u>
			3292	<u><i>p</i>-cymen-8-ol</u>
3384	68:00:00		3386	$\alpha$ -calacorene
3537			3543	(-)-caryophyllene oxide
			3589	<u>salvial-4(14)-en-1-one</u>
3685	74:03:00	<u><i>d</i>-nerolidol</u>		
			3686	<u><math>\beta</math>-bisabolene</u>
3707	74:29:00		3708	torreyol
3732	74:59:00	<u>globulol</u>		
3743	75:13:00	<u>veridiflorol</u>		
			3744	<u><math>\delta</math>-gurjunene</u>
3821	76:47:00		3822	spathulenol
3859	77:32:00		3860	longgiborneol
3897	78:18:00		3895	cembrene
			3900	<u><math>\delta</math>-cadinene</u>
3926	78:53:00		3927	$\alpha$ -cadinol



<그림 1-3> 잣나무 생지엽의 정유분석 TIC Chromatogram.



<그림 1-4> 잣나무 발효 생지엽의 정유분석 TIC Chromatogram.

## 제 2 절 생지엽 조사료의 사료가치 평가

### 1. 생지엽의 영양적 가치 및 소화율 측정

#### 가. 재료 및 방법

##### 1) 공시동물

반추위 cannula를 장착한 한우암소 2두(평균체중: 482.6kg)와 거세한우(평균체중 398.2kg) 5두를 공시동물로 이용하였다.

##### 2) 시험기간 및 장소

2000년 5월부터 2001년 1월까지 농촌진흥청 축산기술연구소에서 수행하였다.

##### 3) 공시사료

한우 거세우에 대한 in situ 및 in vivo 소화시험은 숲 가꾸기 사업에 의해 수집된 생지엽에 3종(*Lactobacillus plantarum*, *Silo-Boss Inoculant*, *Bacillus Megaterium*)의 균주를 첨가한 발효 생지엽과 균주를 첨가하지 않은 단순발효 생지엽 및 볏짚을 조사료로서 사용하였으며, 자체 배합한 농후사료의 배합비율은 <표 2-1>에서 보는 바와 같다.

<표 2-1> 시험 배합사료의 배합율

원 료 명	조 성 비 율 (%)
옥수수	47.8
밀기울	41.0
대두밀	5.0
당밀	2.0
석회석	1.5
NaCl	0.4
비타민 및 광물질 혼합물 <sup>1)</sup>	0.2
평지씨 깻묵	2.0
Lasalocid sodium	0.2

<sup>1)</sup> Per kg : Vitamin A, 2,650,000IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 5330,000IU; VitaminE, 1,050IU; BHT, 10,000mg; I, 440mg; Mn, 4,400mg; Zn, 4,400mg; Fe, 13,200mg; Cu, 2,200mg; Co, 440mg;

4) 시험설계

In situ 시험은 반추위 cannula가 장착된 한우 2두에게 3종(*Lactobacillus plantarum*, *Silo-Boss Inoculant*, *Bacillus Megaterium*)의 균주를 첨가한 발효 생지엽과 균주를 첨가하지 않은 단순발효 생지엽을 처리구로 하고 대조구로 볏짚을 이용하여 nylon bag시료를 각각 2개씩, 처리당 4반복으로 배치하여 반추위내에서 48시간 동안 발효시켰다.

In vivo 소화시험은 볏짚 급여구와 발효 생지엽 4처리로서 총 5처리구로 나누어 5두의 거세한우에 대해 5×5 latin square design으로 <표 2-2>와 같이 배치하였으며 시험기간은 예비시험 7일과 본 시험 7일간 실시하였다.

<표 2-2> in vivo 시험설계

구 분	처 리				
	대조구	A	B	C	D
조사료	볶 짚	사일리지 <sup>1)</sup>	사일리지 <sup>2)</sup>	사일리지 <sup>3)</sup>	사일리지 <sup>4)</sup>
동물, 두수	5	5	5	5	5

<sup>1)</sup> *Lactobacillus plantarum* supplementation

<sup>2)</sup> *Silo-Boss Inoculant* supplementation

<sup>3)</sup> *Bacillus Megaterium* supplementation

<sup>4)</sup> Non-supplementation

5) 사양관리

시험축은 계류 장치가 장착된 우사에서 수용했으며, 사료 급여량은 풍건물 기준으로 일일 농후사료 2kg과 조사료로서 볏짚 2kg 혹은 발효 생지엽 4kg을 1일 2회(08 : 00와 18 : 00)로 분할급여하였으며, 물과 린칼 블록은 자유채식시켰다.

6) 조사항목 및 조사방법

가) 조성분 분석

시료의 조성분은 AOAC(1984)법에 의하여 수분과 조단백질을 Goering and Van Soest(1970)법에 의해 Neutral detergent fiber(NDF)와 Acid detergent

fiber(ADF)를 분석하였다. GE(Gross energy)는 Bomb calorimeter(Parr Instrument Co., USA)를 이용하였다.

#### 나) In situ 분해율 측정

잣나무 발효 생지엽의 반추위내 분해율 측정은 bag size가 가로 9cm, 세로 20cm인 nylon bag(pore size 45 $\mu$ m)에 분쇄한 시료 약 10g을 담고, nylon bag 입구를 nylon 끈으로 묶은 후 39~40 $^{\circ}$ C의 반추위 cannula를 통해 반추위의 ventral sac부분에 놓이게 하였다. 반추위내 현수 48시간 후에 nylon bag을 꺼내어 미생물의 성장을 억제하기 위해 얼음물에 즉시 침지시킨 다음 washing machine으로 30분간 세척한 후 80 $^{\circ}$ C의 dry oven에서 48시간동안 건조하여 중량을 측정하여 건물 분해율을 구하고 시료의 성분분석을 위해 nylon bag내의 시료를 플라스틱 병에 회수하여 분석시까지 냉장보관하였다.

#### 다) In vivo 소화율 측정

소화율 측정을 위해서 분은 오전 사료급여전에 무게를 달아 매일 총배분량의 10%를 수거하여 분석시까지 냉장고에 보관하고, 본 시험 종료시 혼합기로 이들 모두를 완전 혼합하여 그 중 500g을 대표시료로 이용하였다. 이 대표시료는 60 $^{\circ}$ C dry oven에서 48시간 건조시킨 후 2mm screen이 장착된 Wiley mill로 분쇄한 후 분석용 시료로 사용했다.

잣나무 발효 생지엽의 pH, VFA 및 lactic acid함량 조사를 위해서 시험 마지막날 시료를 채취하여 증류수에 48시간 침지시킨 후 pH를 측정하고(model 920A. Orion Research Inc, 1990), 그 침지액을 15ml tube에 옮긴 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리시켜 상층액을 micro tube에 1.5ml을 취하였다. 이것을 시료로 하여 GC(gas chromatograph)를 이용하여 VFA(acetic acid, propionic acid, butyric acid)와 lactic acid의 함량을 분석하였다.

#### 7) 통계처리

본 시험의 성적은 SAS(Statistical Analysis System)통계 package(1985)를 이용하여 분산 분석을 하였고, Duncan 다중검정으로 유의성 검정을 실시하였다.

나. 연구결과 및 고찰

1) 생지엽의 일반성분 함량

생지엽의 각 부위별 일반성분 함량은 <표 2-3>에 제시하였다. 생지엽의 조단백질 함량은 건물기준으로 활엽수 생지엽이 가장 높았고 침엽수(잣나무) 생지엽은 활엽수 생지엽보다 19.59% 더 낮았다. 또한 생지엽을 목부와 비교했을 때 조단백질 함량은 높게 나타났으며 벚짚의 조단백질 함량과 비슷한 수준이었다. 김 (1992)은 솔잎내의 조단백질 함량이 약 15%가 들어 있다고 했으며, 본 실험에서는 잎 뿐 아니라 잔가지가 섞여 조단백질 함량이 줄어든 것으로 예측된다. 조섬유와 NDF, ADF 함량은 목부, 침엽수(잣나무) 생지엽, 활엽수 생지엽, 벚짚순으로 나타났다. Calorie함량은 목부와 활엽수 생지엽, 침엽수(잣나무) 생지엽 그리고 벚짚과 비교했을 때 활엽수 생지엽이 가장 높게 나타났다. 조회분은 벚짚이 가장 높게 나타났다.

따라서 생지엽과 목부의 영양소 함량을 비교해 볼때 생지엽의 영양소 함량이 목부보다 높게 나타났고 벚짚과 비교해 볼때 조단백질의 함량은 비슷하였으나 조섬유와 NDF, ADF 함량이 높아 생지엽 자체로서는 사료적 가치가 낮은 것으로 평가되었다.

<표 2-3> 시험사료의 화학적 조성분 함량

구 분	잣 나무			벚 짚
	목 부 <sup>1)</sup>	생지엽 <sup>2)</sup>	활엽수 생지엽 <sup>2)</sup>	
	----- % DM basis -----			
건물,%	62.71	51.05	44.77	87.28
조단백질,%	1.45	4.31	5.36	5.88
조섬유,%	64.42	48.50	43.71	28.67
조회분,%	1.05	0.84	2.68	11.68
NDF <sup>3)</sup> ,%	96.35	80.74	80.19	71.15
ADF <sup>4)</sup> ,%	75.33	61.16	56.51	42.25
칼로리, kcal/kg	4,816	5,001	5,041	4,434

1) Ground wood.

2) Leaf plus branch.

3) Neutral detergent fiber.

4) Acid detergent fiber.

## 2) 잣나무 생지엽 발효 조사료의 화학적 조성

잣나무 생지엽을 발효시킨 사료의 화학적 조성은 <표 2-4>와 같다. 일반적으로 silage제조시에 적당한 건물함량은 30~35%로 알려져 있는데, 본 시험에서도 잣나무 발효 생지엽 A, B, C, D의 건물함량은 약 40%로 전 시험기간 동안 일정하게 유지되었다. 조단백질 함량은 건물 기준으로 각 처리간에 큰 차이는 없었으며, 발효전 생지엽의 조단백질 함량(활엽수: 5.36%, 잣나무: 4.31%)과 비교해 보았을 때 잣나무 발효 생지엽은 요소 첨가에 의하여 조단백질 함량이 증가하였다. 또한 벯짚의 조단백질 함량(5.11%)과 비교하였을 때 발효생지엽의 조단백질 함량이 월등히 높았다. 조지방 함량은 잣나무 발효생지엽 중 A가 가장 높았으며, C가 가장 낮았다. 잣나무 발효생지엽의 조섬유 함량은 처리간 차이를 보이지 않았다. 하지만 발효전 생지엽의 조섬유 함량과 비교해 볼 때 약 30이상 줄어들었다. 이런 결과는 혐기 발효에 의해 세포벽 물질이 상당량 분해되어 반추가축이 이용할 수 있는 가용성 탄수화물이 증가함을 나타낸다. 그리고 벯짚의 조섬유 함량(33.97%)과도 비슷한 수준을 유지하였다. 잣나무 발효 생지엽의 NDF 함량은 처리간에 큰 차이가 없었으며, 벯짚의 NDF 함량(77.04%) 보다는 낮게 나타났다. ADF 함량은 큰 차이가 없었으며, 벯짚의 ADF 함량(49.69%) 과도 비슷하게 나타났다.

따라서 잣나무 생지엽을 혐기 발효시켰을 때, 발효전과 비교하여 조단백질의 수준이 2배 이상 증가하였으며, 조섬유 함량이 크게 줄어들었으며 벯짚과 같은 영양 수준을 유지하여 조사료로서 가치를 지니고 있음을 확인하였다.



<표 2-4> 발효 균주에 대한 화학적 조성분 함량

구 분	갓나무 생지엽	사 일 리 지 <sup>1)</sup>			
		A	B	C	D
----- % DM basis -----					
수 분	48.95	59.41 ±0.41	60.58 ±0.56	59.56 ±0.51	59.13 ±0.10
조단백질	4.31	11.66 ±0.31	11.24 ±0.60	11.42 ±0.38	11.20 ±0.47
조지방	-	5.34 ±0.31	5.31 ±0.27	4.26 ±0.50	4.49 ±0.65
조섬유	48.50	32.65 ±1.19	33.67 ±0.74	33.04 ±1.11	32.74 1.15
NDF <sup>2)</sup>	80.74	65.77 ±0.79	67.00 1.32	67.07 ±1.44	68.36 3.69
ADF <sup>3)</sup>	61.16	51.60 ±1.98	52.22 ±1.66	51.52 ±1.50	50.69 ±1.11
조회분	0.84	4.18 ±0.29	4.04 ±0.22	3.95 ±0.49	4.03 ±0.50

<sup>1)</sup> A, *Lactobacillus plantarum* supplementation; B, *Silo-Boss Inoculant* supplementation; C, *Bacillus Megaterium* supplementation; D, Non-supplementation.

<sup>2)</sup> Neutral detergent fiber, <sup>3)</sup> Acid detergent fiber. Mean±standard deviation.

### 3) 갓나무 발효 생지엽의 pH 및 유기산 함량

발효 생지엽의 pH 및 유기산함량은 <표 2-5>와 같다. 발효된 갓나무 생지엽 A, B, C, D의 pH 변화는 큰 차이가 없었다. 이는 모든 처리구에서 비교적 안정된 상태에서 발효가 진행되고 있는 것으로 사료된다. 각 처리당 acetic acid함량은 발효 생지엽 C의 함량이 가장 높았으며, propionic acid함량은 A, D가 높았으나 각 처리간에 큰 차이는 보이지 않았으며, butyric acid함량은 큰 차이는 보이지 않았다. 일반적으로 유산함량이 높은 사일리지가 양호한 발효가 일어난 것으로 알려져 있는데, 본 실험에서 lactic acid함량은 발효생지엽 A가 가장 높게 나타났다. 그리고 일반적으로 유산함량이 많으면 pH는 낮고 유산함량이 적으면 pH가 높아진다고 하였지만, 일부에서는 당밀 첨가시 pH를 유의성 있게 저하시켜 일정하게 유지시킨다고 하였으며, 본 실험에서도 lactic acid의 함량이 처리간에 차이가 크에도 불구하고 pH의 변화가 없음은 당밀의 첨가효과로 사료된다.

따라서 젖산균 발효처리에 의한 생지엽의 유산발효 정도는 발효생지엽 A(*Lactobacillus plantarum* supplementation)가 가장 높게 나타났다.

<표 2-5> 발효 균주에 대한 생지엽의 유기산 농도 및 pH

구 분	사 일 리 치 <sup>1)</sup>			
	A	B	C	D
	-----ml/ℓ-----			
아세트산	1.37 ±0.55	1.17 ±0.48	2.03 ±0.03	1.23 ±0.08
프로피온산	1.11 ±0.05	0.77 ±0.03	0.81 ±0.01	1.11 ±0.06
뷰티르산	0.16 ±0.02	0.15 ±0.01	0.14 ±0.02	0.11 ±0.04
유 산	20.73 ±2.23	11.17 ±0.38	14.13 ±0.85	15.01 ±0.85
pH	4.54	4.55	4.39	4.93

<sup>1)</sup> A, *Lactobacillus plantarum* supplementation; B, *Silo-Boss Inoculant* supplementation; C, *Bacillus Megaterium* supplementation; D, Non-supplementation.  
Mean±standard deviation.

#### 4) 잣나무 발효 생지엽의 반추위내 in situ 분해율

발효 생지엽(A, B, C, D)의 반추위내 건물, 조단백질, NDF의 in situ 분해율은 <표 2-6>과 같다. 발효 생지엽 A, B, C, D의 건물 분해율은 각 처리간의 차이를 보이지 않아( $P>0.05$ ) 젓산균종 간의 건물 분해율에 대한 효과는 없었다. 발효 생지엽을 볏짚의 건물 분해율과 비교하였을 때 발효 생지엽구가 약간 높게 나타났으나 유의적 차이는 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 조단백질 분해율은 발효 생지엽 구간의 차이는 보이지 않았다. 그러나 발효 생지엽구와 볏짚 급여구간에 비교해 볼 때 볏짚 급여구 보다는 2배 이상 높았으며, 유의적으로도 큰 차이를 보였다( $P<0.01$ ). 이러한 결과는 요소의 첨가에 의해 반추위 미생물의 이용성이 증가하였기 때문으로 사료된다. 그리고 NDF 분해율은 발효 생지엽간에 D가 다소 높게 나타났으나 처리간의 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나 볏짚에 비하여는 NDF 분해율이 유의적으로 낮게 나타났다( $P<0.01$ ).

<표 2-6> 반추위 소화율(In situ방법, 48시간 배양)

구 분	벧 짚	사 일 리 지 <sup>1)</sup>				Prob>T
		A	B	C	D	
----- % DM basis -----						
건 물, %	26.63 ±3.34	29.52 ±1.64	29.54 ±1.53	29.04 ±0.84	29.24 ±1.06	0.7926
조단백질, %	33.88 ±1.84 <sup>c</sup>	71.68 ±0.56 <sup>b</sup>	71.43 ±0.17 <sup>b</sup>	75.07 ±0.27 <sup>a</sup>	72.69 ±0.33 <sup>ab</sup>	0.0001
NDF, %	24.82 ±2.63 <sup>a</sup>	10.30 ±1.65 <sup>b</sup>	13.47 ±1.89 <sup>b</sup>	14.08 ±0.70 <sup>b</sup>	14.66 ±0.77 <sup>b</sup>	0.0003

<sup>1)</sup> A, *L. plantarum* supplementation; B, *Silo-Boss Inoculant* supplementation; C, *B. Megaterium* supplementation; D, Non-supplementation.

<sup>ab</sup> Mean with different superscripts in the same row differ(p<0.05)

5) 잣나무 발효 생지엽의 in vivo 소화율

잣나무 발효 생지엽(A, B, C, D)과 벧짚의 체내 소화율은 <표 2-7>과 같다. 발효 생지엽 A, B, C, D의 건물, 조단백질, NDF 소화율은 젖산균 첨가에 의한 차이는 보이지 않았으며 벧짚과도 차이를 보이지 않았다. Don 등(1992)은 in vivo에서 DM, OM, NDF, ADF의 소화율은 사료내에 솔잎이 증가함에 따라 linear하게 감소한다고 하였지만, 본 실험에서는 발효생지엽을 전량급여 했음에도 불구하고, 벧짚에 비하여 소화율에 대한 큰 차이를 보이지 않아 벧짚의 소화수준 만큼 유지함을 알 수 있었다. 따라서 젖산균 발효처리에 의한 생지엽의 조성분은 큰 차이를 보이지 않았지만 발효전의 생지엽과 비교해 볼 때 사료적 가치가 높아졌으며, 전장 소화율 또한 벧짚에 비하여 큰 차이를 보이지 않아 생지엽을 발효처리 하였을 때 충분히 조사료로서 가치가 있는 것으로 평가된다.

<표 2-7> 발효 균주에 대한 소화율(In vivo 방법)

구 분	벧 짚	사 일 리 지 <sup>1)</sup>				Prob>T
		A	B	C	D	
----- % DM basis -----						
건 물, %	45.28 ±2.48	46.18 ±2.88	48.89 ±3.86	44.95 ±1.51	48.47 ±3.06	0.8037
조단백질, %	52.73 ±2.29	55.16 ±2.43	56.49 ±3.39	53.73 ±0.95	56.00 ±2.27	0.7861
NDF, %	48.23 ±2.81	42.97 ±2.78	45.91 ±3.76	44.64 ±1.56	49.00 ±3.88	0.6278

<sup>1)</sup> A, *Lactobacillus plantarum* supplementation; B, *Silo-Boss Inoculant* supplementation; C, *Bacillus Megaterium* supplementation; D, Non-supplementation. Mean±standard deviation.

2. 잣나무 발효 생지엽 급여가 거세한우의 반추위내 발효성상 및 고온 스트레스 저감효과에 미치는 영향

가. 재료 및 방법

1) 공시동물

농촌진흥청 축산기술연구소(수원)에서 보유중인 cannula가 장착된 거세한우(평균체중 478.3kg) 4두를 공시동물로 이용하였다.

2) 시험 기간 및 장소

사양시험은 2001년 9월 3일부터 2001년 10월 8일까지 농촌진흥청 축산기술연구소 가축대사실험실에서 실시하였다.

3) 시험사료

시험 1에서 균 접종을 하지 않고 단순 혐기발효시킨 생지엽이 균을 접종한 생지엽과 성분 및 분해율의 차이가 없었으므로 단순 혐기발효시킨 생지엽(Pine silage)을 시험사료로서 볏짚과 함께 급여하였다. 농후사료는 축산기술연구소 사료공장에서 배합한 사료(시험 1의 표 2-1)를 이용하였으며, 시험사료의 조성분 함량은 <표 2-8>과 같다.

<표 2-8> 시험사료의 화학적 조성분

성분	볍짚	잣나무 생지엽	배합사료
	----- % DM basis -----		
건물	87.64	42.69	86.81
조단백질	4.88	7.82	15.67
조지방	1.28	7.52	1.81
조섬유	33.41	47.25	5.65
NDF <sup>1)</sup>	78.35	84.78	42.94
ADF <sup>2)</sup>	53.09	62.88	8.83
리그닌	6.86	7.71	2.24
셀룰로오스	35.65	53.63	5.98
실리카	9.17	0.10	0.05
조회분	15.84	2.32	5.88
칼로리, kcal/kg	4,048	5,700	4,595

<sup>1)</sup> Neutral detergent fiber, <sup>2)</sup> Acid detergent fiber.

#### 4) 시험설계

조사료로서 볏짚만을 급여한 대조구와 발효 생지엽을 볏짚과 30%를 대치한 구로 나누어 turn over design에 의해 4반복으로 수행하였으며, 예비시험기간 10일 이후 반추위액을 채취하여 반추위 발효성상의 측정에 이용하였다.

고온 스트레스(heat stress)시험을 위해 호흡챔버(respiratory chamber)를 이용하였다.

#### 5) 사양관리

시험축은 계류 장치가 장착된 우사에서 수용했으며, 사료 급여량은 풍건물 기준으로 농후사료는 모든 처리구에 5kg씩 급여했으며, 처리에 따라 대조구는 볏짚 3kg을 급여했고, 볏짚 30%대치구는 볏짚 2kg, 발효생지엽 1.8kg을 1일 2회(08 : 00와 18 : 00)로 분할 급여하였다. 물과 린칼 블록은 자유채식시켰다.

#### 6) 조사항목 및 방법

##### 가) 반추위 발효성상

예비시험 기간동안 충분히 적응시킨 후 8점의 가아제를 이용하여 cannula를 통해 각 시간(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6hr)대 별로 반추위액 채취 즉시, pH meter를 이용하여 pH를 측정하였으며, VFA분석용 시료는 반추위액 10ml당 HgCl<sub>2</sub>(미생물작용방지)포화용액을 1ml와 25%H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 용액 2ml을 취하고 internal standard로 pivalic acid 0.5ml (Czerkawski, 1976)를 첨가한 후 3,000rpm에서 20분간 원심분리한 후 E-tube에 취하여 GC(Gas-chromatography)로 측정하였다. NH<sub>3</sub>-N분석용 시료는 반추위액 10ml당 HgCl<sub>2</sub>포화용액을 1ml을 취하여 3000rpm에서 15분간 원심분리한 후 E-tube에 취하여 Chaney와 Marbach(1962)의 방법에 따라 Spectrophotometer(Spectronic 601, Milton-roy Co., USA)를 이용하여 630nm파장에서 분석하였다.

##### 나) 혈액분석

위액 채취가 끝난 후 경정맥 catheter를 장착하였으며, catheter 부착 스트레스(stress)에 의한 혈액 성분 변화를 배제하기 위하여 혈액 시료 채취 1일 전에 경정맥에 catheter를 장착하였다. 고온 스트레스(heat stress) 전 상온(22℃)에서 1일 적응시킨 후 heparin 처리된 vacutainer와 처리되지 않은 vacutainer에 각각 스트레스 전 혈

액을 채취했고 다시 시험축을 호흡챔버(respiratory chamber)에서 고온(온도:33℃, 습도:60%)을 가하여 스트레스 전과 스트레스를 준 후, 1, 6, 23 시간에 catheter를 통하여 혈액을 채취하였다.

#### 7) 통계처리

본 시험의 성적은 SAS(Statistical Analysis System)통계 package(1985)를 이용하여 T-test로 유의성 검정을 실시하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

##### 1) 반추위 pH농도 변화

각 시험사료의 반추위 pH변화는 <표 2-9>와 같다. 시험사료 급여전·후 반추위액의 pH는 처리구간 차이를 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 시간대별로는 사료 급여후 5시간째 가장 낮았으며, 이러한 결과는 조사료 섭취를 위한 농후사료섭취량의 비율을 줄였기 때문으로 사료된다.

혐기발효 처리한 생지엽을 급여했음에도 불구하고 볏짚 급여구와의 pH 농도 차이는 없었다. 이러한 결과는 반추위내 pH가 5.5이하로 떨어지면 섬유소의 분해율이 매우 낮게 나타나지만(Hoover, 1986), 본 실험에서는 발효 생지엽의 pH가 6.95~6.32의 범위여서 미생물에 의한 섬유소 분해율에는 영향을 미치지 않았으며, lactic acid는 즉시 반추위 미생물에 의해 흡수, 이용되거나 동물체에 의해서 빠르게 대사되어 볏짚과 비슷한 수준의 pH를 유지한 것으로 사료된다. 그리고 McCullough(1973)는 VFA 생성에 대한 각 발효산물의 적정 pH는 6.2~6.6, 미생물의 단백질 합성은 6.3~7.4 범위라고 보고하였으며, 본 실험에서 이용한 발효생지엽에 의한 반추위내 pH는 6.32~6.95 범위로 암모니아 흡수 및 미생물의 단백질 합성에 문제가 없는 것으로 보인다.

<표 2-9> 조사료원으로 발효생지엽과 볏짚을 급여한 거세한우의 반추위 pH 변화

구 분	볍 짚	발효생지엽	Prob>T
사료급여후			
0 hr	7.01±0.04	6.95±0.13	0.6525
1 hr	6.76±0.09	6.63±0.09	0.3312
2 hr	6.52±0.09	6.51±0.06	0.9273
3 hr	6.44±0.07	6.44±0.10	0.9967
4 hr	6.35±0.08	6.34±0.12	0.9279
5 hr	6.32±0.09	6.32±0.09	0.9685
평 균	6.57±0.06	6.53±0.06	0.6447

Mean±SE

## 2) 반추위 VFA농도 변화

시험사료의 반추위액중 휘발성지방산(VFA)의 농도 변화는 <표 2-10>과 같다. 총 휘발성 지방산 농도는 사료급여 직전에서 볏짚 급여구에 비해 생지엽 조사료 급여구가 높게 나타났으나 통계적인 유의성은 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 또한 시간이 지남에 따라 볏짚 급여구는 사료급여 후 3시간대까지 증가하다 감소하는 경향을 보였으나 생지엽 조사료 급여구는 사료급여 후 6시간 후에도 계속 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과로 볏짚 급여구에 비해 생지엽 조사료 급여구가 미생물에 의한 사료내 영양소의 이용이 서서히 일어남을 알 수 있었다. Acetic acid 함량은 사료내 조단백질 함량이 높을수록 총 휘발성지방산과 Acetic acid의 비율이 증가하고 조단백질 함량이 낮을수록 프로피온산 비율이 높다고 하였으며(Wheeler 등, 1981), 본 실험에서도 사료급여 직전에 대조구가 생지엽 조사료 급여구에 비해 약간 낮았으나 사료급여 2시간대부터 생지엽 조사료구가 더 높은 성향을 나타내어 생지엽 조사료가 단백질 함량이 높음을 재확인 할 수 있었으나 유의적 차이는 보이지 않았다( $P>0.05$ ). Propionic acid 함량은 전 시간동안 대체로 대조구가 높았으나 유의적 차이는 없었다( $P>0.05$ ). 한편 Russell과 Hespell(1981)은 반추위액의 propionic acid가 반추위액의 lactic acid로부터 생성된다고 보고하였으며, Yokota 등(1992)은 사료중 수용성 탄수화물의 농도에 의해 반추위액 propionic acid의 농도가 결정된다고 하였다. Iso-butyrlic acid의 함량은 전 시간대에서 볏짚 급여구가 높았

으며, butyric acid의 농도는 pH 6~7 사이에서는 10mM로 일정한 수준을 유지한다고 하였으며, 본 시험에서도 생지엽 조사료 급여시 9.93mM을 유지하였다. Iso-valeric acid 함량은 사료급여 전에는 볏짚과 비슷한 수준을 유지하였으며, 사료급여 후에는 대조구에 비해 생지엽 조사료 급여구가 높았으며, 5시간 이후부터 다시 대조구가 생지엽 조사료 급여구보다 높았다. Valeric acid 함량은 사료급여 전 대조구가 1.03 molar %, 생지엽 조사료 급여구가 1.36 molar %로 생지엽 조사료 급여구가 높았으나 사료급여 1시간 이후부터는 대조구가 높게 나타났다. A/P(acetic acid/propionic acid)의 비율은 6시간을 제외한 모든 시간대에서 생지엽 조사료 급여구가 높게 평가되었다. 그러나 모두 통계적인 유의성은 없었다.



<표 2-10> 조사료원으로 발효생지엽과 볏짚을 급여한 거세한우의 반추위 VFA농도 변화

구 분	사료 급여후, 시간							Mean
	0	1	2	3	4	5	6	
총 VFA, mM/ℓ								
볏 짚	55.46 ±2.32	67.38 ±6.00	79.24 ±7.50	88.45 ±4.23	83.22 ±7.31	82.66 ±3.69	69.26 ±2.31	75.09 ±5.77
발효 생지엽	58.41 ±7.03	65.96 ±10.69	74.09 ±6.00	78.89 ±5.27	84.77 ±5.21	84.87 ±4.85	90.33 ±2.60	76.76 ±5.70
아세트산, molar %								
볏 짚	62.70 ±1.27	61.44 ±1.80	60.20 ±1.19	60.17 ±0.44	60.30 ±0.19	59.89 ±0.98	62.38 ±0.33	60.50 ±0.33
발효 생지엽	62.90 ±0.91	60.17 ±1.22	59.86 ±1.22	60.48 ±1.34	61.44 ±1.44	63.73 ±1.77	63.73 ±0.92	61.27 ±0.58
프로피온산, molar %								
볏 짚	19.06 ±0.66	21.68 ±1.26	23.13 ±0.81	22.40 ±0.84	22.40 ±0.59	22.24 ±0.94	19.90 ±0.77	21.49 ±0.66
발효 생지엽	18.81 ±0.55	21.11 ±0.34	21.95 ±0.29	22.26 ±0.30	22.10 ±0.59	21.85 ±0.93	22.13 ±0.27	21.31 ±0.64
이소 브티르산, molar %								
볏 짚	1.70 ±0.08	1.26 ±0.10	1.17 ±0.08	1.11 ±0.08	1.07 ±0.09	1.05 ±0.05	0.95 ±0.15	1.22 ±0.15
발효 생지엽	1.77 ±0.10	1.00 ±0.19	1.22 ±0.11	1.14 ±0.14	0.98 ±0.07	1.04 ±0.09	0.88 ±0.12	1.10 ±0.11
뷰티르산, molar %								
볏 짚	13.22 ±0.69	13.32 ±0.66	13.22 ±0.86	12.87 ±0.53	13.28 ±0.63	13.79 ±0.35	14.57 ±1.36	13.12 ±0.20
발효 생지엽	13.95 ±1.09	14.72 ±1.06	13.92 ±1.00	13.28 ±1.11	12.60 ±1.04	12.86 ±1.12	11.49 ±1.79	13.03 ±0.47
이소 발레르산, molar %								
볏 짚	2.82 ±0.15	1.95 ±0.13	4.07 ±2.30	1.88 ±0.19	1.83 ±0.22	1.99 ±0.28	2.00 ±0.29	2.31 ±0.32
발효 생지엽	3.00 ±0.61	2.23 ±0.39	2.14 ±0.34	2.01 ±0.31	1.94 ±0.33	1.95 ±0.35	1.75 ±0.61	2.07 ±0.16
발레르산, molar %								
볏 짚	1.00 ±0.02	1.29 ±0.03	1.81 ±0.24	1.56 ±0.09	1.39 ±0.09	1.29 ±0.07	1.16 <sup>a</sup> ±0.03	1.36 ±0.12
발효 생지엽	1.36 ±0.62	1.26 ±0.13	1.52 ±0.16	1.40 ±0.13	1.19 ±0.10	1.11 ±0.11	0.89 <sup>b</sup> ±0.02	1.12 ±0.10
아세트산/프로피온산								
볏 짚	3.28 ±0.19	2.79 ±0.25	2.59 ±0.14	2.70 ±0.12	2.69 ±0.11	2.71 ±0.15	3.03 ±0.08	2.83 ±0.12
발효 생지엽	3.34 ±0.09	2.88 ±0.07	2.74 ±0.07	2.73 ±0.08	2.80 ±0.12	2.84 ±0.17	2.88 ±0.01	2.89 ±0.11

Means with different superscript in each column differ(P<0.05).

3) 반추위 NH<sub>3</sub>-N농도 변화

시험사료의 반추위액 중 NH<sub>3</sub>-N의 농도 변화는 <표 2-11>과 같다. 발효시간에 따른 ammonia의 농도변화는 시험사료급여 후 모든 구에서 점점 증가하다가 반추위 발효 3시간대에 가장 높았으며, 이후 점점 줄어들었다. 또한 통계적 유의차는 없었으나 반추위액 중 암모니아농도는 0~3 시간까지는 대조구가 높게 나타나다가 4~6 시간 사이에는 생지엽 조사료 급여구가 높게 나타났다(P>0.05).

암모니아는 미생물의 단백질 합성에 필요한 가장 중요한 질소원이며(Bryant, 1974), 사료내 단백질 함량이나 용해도 및 그 밖의 물리·화학적 특성에 따라 반추위내의 암모니아 수치는 크게 영향을 받는다. 또한 Erdman 등(1986)은 반추위내의 암모니아 농도는 사료의 소화 속도가 커질수록 증가한다고 보고하였는데, 본 실험에서는 생지엽 조사료의 조단백질 함량은 높으나 반추위내 소화 속도가 서서히 일어나 반추위내 암모니아 농도가 높음을 알 수 있다.

한편 최적의 미생물 성장을 위해서 암모니아 농도가 상당히 중요하지만 지금까지 연구결과에 의하면 일정하지 않지만, Crooker 등(1978)은 최적의 미생물 단백질 합성을 위한 적정 암모니아 농도는 50~80µg/ml라고 하였으며, 본 실험의 결과에서도 발효생지엽의 암모니아 농도는 최저 74.7µg/ml 최고 119.0µg/ml로서 미생물의 단백질 합성에 의한 섭취량과 소화율에는 거의 문제가 없었을 것으로 보인다.

<표 2-11> 조사료원으로 발효생지엽과 볏짚을 급여한 거세한우의 반추위 암모니아 농도변화

구 분	볏 짚	발효생지엽	Prob>T
사료 급여후	-----µg/ml-----		
0 hr	96.60±13.91	74.66±7.70	0.2169
1 hr	107.93±12.47	109.04±17.14	0.9598
2 hr	128.44±3.41	112.24±16.00	0.3603
3 hr	124.65±16.72	119.09±16.64	0.8218
4 hr	77.76± 2.88	89.77±20.72	0.5868
5 hr	73.63±18.14	86.96±23.17	0.6665
6 hr	39.71± 3.42	84.83±41.59	0.3925
Mean	96.75±6.73	97.57±7.02	0.9331

Mean±SE

4) 고온스트레스시 혈중 호르몬농도 변화

고온스트레스시 혈액의 호르몬 농도변화는 <표 2-12>와 같다. 고온스트레스 전 혈장내 Thyroxine 및 Cortisol의 농도변화는 벗짚급여구에 비해 생지엽 조사료 급여구가 더 낮았으며, 호흡대사 챔버(Raspiration chamber)에서 33℃의 고온을 가하고 1시간 후의 혈장내 Thyroxine과 Cortisol의 농도 또한 벗짚급여구에 비하여 생지엽 조사료 급여구가 낮게 나타났으나 둘다 통계적 유의성은 없었다(P>0.05). 고온스트레스 6시간 후의 혈장내 Thyroxine 농도는 대조구가 4.88 $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 생지엽 조사료 급여구가 3.55 $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 그리고 23시간 후의 혈장내 Thyroxine 농도는 대조구가 4.53 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타났으며, 생지엽 조사료 급여구가 3.70 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 생지엽 조사료의 Thyroxine 함량이 더 낮은 경향을 보였지만(P<0.1), Cortisol은 6시간, 23시간의 농도 또한 생지엽 조사료급여구가 더 낮게 나타났으나 유의적 차이는 보이지 않았다(P>0.05).

Thyroxine 및 Cortisol농도는 스트레스 관련호르몬의 표본이 되며, Brooks 등(1962)과 Yousef 등(1967)은 수양과 젖소에게 고온 스트레스를 가했을 때 혈장내의 Thyroxine의 농도는 증가한다고 했으며, Lee 등(1979)은 고온 스트레스시 Cortisol의 농도가 상승한다고 했는데, 본 실험에서도 고온 스트레스를 가하였을 때 같은 결과가 나타나 잣나무 발효생지엽 섭취시 고온 스트레스에 대한 효과가 있는 것으로 사료된다.

<표 2-12> 발효생지엽과 벗짚을 급여한 거세한우의 혈중 타이록신 및 코티졸의 농도변화

구 분	타이록신		코티졸		Prob>T	
	벗 짚	발효생지엽	벗 짚	발효생지엽	타이록신	코티졸
	----- $\mu\text{g}/\text{dl}$ -----					
0 hr	4.16 $\pm 1.13$	3.37 $\pm 0.68$	0.27 $\pm 0.08$	0.14 $\pm 0.02$	0.2817	0.1686
1 hr	4.09 $\pm 0.86$	3.46 $\pm 0.88$	0.52 $\pm 0.20$	0.49 $\pm 0.15$	0.4243	0.9137
6 hr	4.88 $\pm 0.82$	3.55 $\pm 0.85$	1.23 $\pm 0.59$	0.71 $\pm 0.33$	0.0651	0.4210
23 hr	4.53 $\pm 0.53$	3.70 $\pm 0.51$	0.86 $\pm 0.31$	0.48 $\pm 0.15$	0.0649	0.3080
평 균	4.41 $\pm 0.21$	3.52 $\pm 0.18$	0.72 $\pm 0.18$	0.46 $\pm 0.08$	0.0032	0.1910

Mean $\pm$ SE

3. 생지엽 조사료의 한우 수소에 대한 사료효율 및 도체조성에 미치는 영향

가. 재료 및 방법

1) 공시동물

평균체중 277kg인 한우 수소 48두를 공시동물로서 사용하였다.

2) 시험 기간 및 장소

2000년 5월 10일 ~ 10월 11일까지 약 5개월간 조암한우영농농장에서 수행하였다.

3) 공시사료

조사료로서 볏짚과 단순 험기발효시킨 잣나무 생지엽 silage(생지엽 조사료)를 공시하였으며, 농후사료는 시판 배합사료를 사용하였다. 시험사료의 조성분 함량은 <표 2-13>과 같다.

<표 2-13> 시험사료의 일반화학적 조성분

성 분	발효 생지엽	볏 짚	배합사료
	----- DM %, 기 준 -----		
건물	62.91	92.27	93.02
조단백질	12.69	5.36	12.64
조지방	10.11	1.19	3.88
조섬유	44.37	35.47	6.44
NDF <sup>1)</sup>	92.65	81.65	41.55
ADF <sup>2)</sup>	75.25	53.91	9.07
조회분	2.54	13.69	14.30

<sup>1)</sup> Neutral detergent fiber.

<sup>2)</sup> Acid detergent fiber.

4) 시험 설계

조사료로서 볏짚을 100%를 급여한 대조구와 발효 생지엽으로 25%, 50% 및

75%씩 각각 대체 급여한 처리구(총 4처리)를 두었고, 공시축 48두를 우군당 4두씩 총 12군을 두고 처리당 3군(12두)을 배치하였다.

#### 5) 사양관리

시험축은 개방식 우사에서 4두씩 군사(9×6m)를 시켰으며, 배합사료는 체중의 2.5%, 조사료는 체중의 0.6%를 1일 2회 급여하였고, 물과 린칼 블록은 전 사양기간 동안 자유채식시켰다.

#### 6) 조사항목 및 방법

##### 가) 체중 및 사료섭취량

체중은 시험 개시시부터 종료시까지 약 30일 간격으로 아침사료 급여전에 측정하였다. 사료섭취량은 매일 아침 사료를 급여하기 전에 사료의 잔량을 측정하는 방법으로 조사하였다.

##### 나) 일당증체량 및 사료요구율

일당증체량은 3개월간 1일 평균체중으로 했으며 사료요구율은 시험 개시시부터 종료시까지 매일 체중의 1일 평균과 사료섭취량의 1일 평균의 비율로 계산하였다.

$$FC = \frac{FI}{BWG}$$

단, FC : Feed conversion, kg

FI : Feed Intake, kg

BWG : Body weight gain, kg

##### 다) 도체성적

도체성적을 조사하기 위해 시험기간 3개월 이후에도 사양시험 종료시까지 사료 섭취수준을 그대로 유지하였다. 사양시험 종료 후 시험축을 24시간 절식시킨 다음 육가공장으로 운반하여 도축하였다. 도체중은 도축 후 0~5℃ 냉장실에서 12시간 이상 냉장되어 측정시 측정부위의 중심온도가 10℃이하인 도체를 측정하였으며, 도체특

성은 좌냉도체의 제13늑골과 제1요추 사이를 직각으로 절개하여 배최장근단면적과 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도를 측정하였으며 등지방 두께는 절개한 단면의 정중앙에서 피하쪽의 지방두께를 측정하였다.

#### 7) 통계처리

본 시험의 성적은 SAS(Statistical Analysis System)통계 package(1985)를 이용하여 분산 분석을 하였고, Duncan 다중검정으로 유의성을 검정을 하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

##### 1) 사료효율

시험 개시시부터 종료시까지의 1개월 간격으로 체중변화, 일당증체량, 사료섭취량을 조사한 결과는 <표 2-14>와 같다. 전 공시두수의 비육기간 동안 월령별로 개시시부터 종료시까지 월령이 증가함에 따라 증가하였다.

비육후기에는 복강내 지방이 침착된 후이기 때문에 사료섭취량이 줄어들기 시작하고, 증체량, 사료효율도 낮아진다. 특히 비육 후반에 들어가면 채식량이 급격히 줄어드는 현상이 일어나는데, 이 현상이 나타나는 시기는 개체에 따라 차이가 있으나, 비육에 있어서 문제는 언제 이 현상이 발생하느냐이다. 식욕감퇴가 늦으면 늦을수록 비육은 순조롭게 진행이 되지만, 빨리 일어나면 증체가 둔화된다. 이 원인은 여러 가지가 있지만, 근본적으로 발육기에 조사료를 충분히 주지 않아서 위 발달이 최대로 되지 않았기 때문이다.

본시험에서는 시험기간동안 평균 일당증체량은 볏짚 급여구에 비하여 볏짚 50%와 75% 대체구가 유의적으로 높게 나타났으며( $P < 0.05$ ), 그 중 볏짚 50% 대체구가 일당증체량이 가장 높은 것으로 나타났으며, 사료섭취량은 건물 기준으로 볏짚 50% 대체구가 볏짚급여구에 비하여 아주 높게 나타났으나, 각 처리당 유의적인 차이는 보이지 않았다( $P > 0.05$ ). 사료요구율은 볏짚 50% 대체했을 때 통계적 유의차는 없었으나 가장 낮게 나타났다( $P < 0.1$ ).

따라서 체중변화, 일당증체량 및 사료요구율 등은 모두 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 결과를 종합해보면 볏짚 대체로 발효생지엽 50% 급여했을 때 사료효율이 가장 좋게 평가되었다.

<표 2-14> 볏짚 대체 비율에 대한 사료효율

구 분	볍 짚	볍짚 대체비율			Prob>T
		25%	50%	75%	
개시시체중, kg	271.3	275.0	281.8	281.7	
	±31.2	±22.2	±37.0	±22.7	
종료시체중, kg	415.0	415.6	445.4	437.9	
	±34.0	±11.2	±40.2	±17.9	
총 증체량, kg/3개월간	143.9	140.6	163.6	156.2	
	±11.13	±11.04	±10.29	±5.09	
일당증체량, kg	0.98 <sup>b</sup>	0.95 <sup>b</sup>	1.11 <sup>a</sup>	1.05 <sup>ab</sup>	0.0102
	±0.04	±0.04	±0.03	±0.03	
건물섭취량, kg/일/두당					
배합사료	7.07	7.47	7.68	7.56	
볍 짚	1.91	1.53	1.05	0.52	
발효 생지엽	-	0.52	1.04	1.55	
총 섭취량	8.98 <sup>b</sup>	9.52 <sup>ab</sup>	9.77 <sup>a</sup>	9.63 <sup>a</sup>	0.0648
	±0.27	±0.15	±0.34	±0.13	
사료효율,	9.30 <sup>ab</sup>	10.21 <sup>a</sup>	8.90 <sup>b</sup>	9.21 <sup>ab</sup>	0.1122
건물섭취량(kg)/증체당(kg)	±0.45	±0.51	±0.29	±0.31	

Mean±SE

## 2) 도체성적

한우 수소 48두에 대한 우군별 평균 도체 성적은 <표 2-15>와 같다. 육질판정에 가장 중요한 요인인 근내지방도는 볏짚 50% 대치구가 가장 높게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다( $P > 0.05$ ). 그러나 전체적으로 아주 낮게 나타났으며 이는 한우 수소의 근육내 지방 침착이 암소나 거세우에 비하여 낮기 때문으로 사료된다. 일반적으로 근내지방도는 다즙성에 중요한 역할을 하는 것(Berry 등, 1985 ; Savell 등, 1987)으로 알려져 있으며, 근내지방이 풍부한 고기는 조리 후 고기를 씹을 때 유리되어 나오는 지방이 타액의 분비를 촉진시켜 입안의 수분량을 많게 하여 다즙성이 좋게 느껴지게 한다고 하였다(주, 1998). 또한 지방함량이 많으면 부드러운 맛이 증가하게 되어 관능검사 요원들이 다즙성이 증가한 것으로 혼돈하게 된 것으로 지방이 물을 대신하여 다즙성에 영향을 미치게 되기 때문(Richard 등, 1995)이라는 보고도 있다. 또한 식육의 다즙성은 보수력과도 밀접한 관계(Jeremiah 등, 1986)가 있는 것으로 보고

되고 있다. 육색과 지방색 중 육색은 myoglobin 함량에 따라 달라지고 연령이 증가할 수록 그 함량이 증가하여 어두워진다고 하였으며(Field, 1971), 또한 소비자의 구매요인에 있어서 1차적인 요인이 되는데(Romans와 Ziegler, 1977; Bechtel, 1986), 벗짚 급여구와 벗짚 대체구 간의 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 지방색 또한 큰 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 등지방 두께는 벗짚급여구가 발효 생지엽구에 비해 약간 높게 나타났으며, 배최장근 단면적은 유의적인 차이가 없었다( $P>.05$ ). 육량지수 또한 각 처리간의 유의적 차이를 보이지 않았으며( $P>0.05$ ), 육량등급은 모든 처리에서 A를 받았는데 이 또한 한우수소였기 때문으로 사료된다.



표 15. 볏짚 대체비율에 대한 도체성적

구 분	볶 짚	볶 짚 대체비율			Prob>T
		25%	50%	75%	
생 체 중(kg)	536.7 ±20.05 <sup>a</sup>	535.2 ±13.1 <sup>ab</sup>	572.5 ±27.84 <sup>b</sup>	557.2 ±17.97 <sup>b</sup>	0.0383
등지방 두께, mm	3.42 ±0.38	4.61 ±0.67	4.25 ±0.75	4.83 ±0.88	0.2292
등심단면적 <sup>1)</sup> , cm <sup>2</sup>	82.58 ±4.30	85.00 ±3.25	85.08 ±1.77	85.56 ±3.34	0.7630
육 량 지 수 <sup>2)</sup>	71.25 ±0.60	71.08 ±0.45	71.05 ±0.43	70.91 ±0.30	0.8845
육 량 등 급 <sup>3)</sup>	A	A	A	A	
상 강 도 <sup>4)</sup>	1.00 ±0.00	1.00 ±0.00	1.17 ±0.29	1.08 ±0.14	0.3669
육 색 <sup>4)</sup>	4.83 ±0.14	4.72 ±0.05	4.83 ±0.14	4.81 ±0.17	0.8860
지 방 색 <sup>4)</sup>	2.92 ±0.14	2.92 ±0.14	3.00 ±0.00	3.00 ±0.00	0.5079
조 직 감 <sup>4)</sup>	2.00 ±0.00	2.08 ±0.14	2.00 ±0.00	2.00 ±0.00	0.4178
육 질 등 급 <sup>4)</sup>	3.00 ±0.00	3.00 ±0.00	2.83 ±0.39	2.91 ±0.31	0.3669

<sup>1)</sup> Area were measured from longissimus muscle taken as 13th rib, and back fat thickness was also measured at 13th rib.

<sup>2)</sup> Yield index were calculated using the following equation : yield index = {74.80 - (2.001×backfat thickness (mm)) + (0.075×longissimus area (cm<sup>2</sup>)) - (0.014×cold carcass weight (kg))} + 1.58.

<sup>3)</sup> Grade index were estimated based on yeild index; A (1.0) for higher than 77.0, B (2.0) for 74.5~77.0 and C (3.0) for lower than 74.5.

<sup>4)</sup> Grading ranges are 1 to 5 for marbling score with higher numbers for quality, and 1 to 7 for meat and fat colors, 1 to 3 for firmness, maturity and grade with lower numbers for better quality.

#### 4. 발효 생지엽의 한우 거세우에 대한 사료효율 및 도체조성에 미치는 영향

##### 가. 재료 및 방법

###### 1) 공시동물

평균체중 거세한우 48두를 공시동물로서 사용하였다.

###### 2) 시험 기간 및 장소

2001년 8월 ~ 2002년 10월까지 약 14개월간 평창축협에서 수행하였다.

###### 3) 공시사료

조사료로서 볏짚과 단순 험기발효시킨 잣나무 생지엽 silage(생지엽 조사료)를 공시하였으며, 농후사료는 시판 배합사료를 사용하였다.

###### 4) 시험 설계

조사료로서 볏짚을 100%를 급여한 대조구와 발효 생지엽으로 40% 대체 급여한 처리구를 두었으며 시험구당 각각 24두를 공시하였다.

###### 5) 사양관리

시험축은 개방식우사에서 6두씩 군사시켰으며, 배합사료는 성장단계별로 평창축협 관행에 의하여 1일 2회 급여하였고, 물과 린칼 블록은 전 사양기간 동안 자유채식시켰다.

###### 6) 조사항목 및 방법

시험 3과 같은 방법으로 체중, 사료섭취량, 일당증체량, 사료요구율 및 도체성적을 조사하였다.

###### 7) 통계처리

본 시험의 성적은 SAS(Statistical Analysis System)통계 package(1985)를 이용하여 분산 분석을 하였고, Duncan 다중검정으로 유의성을 검정을 하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 사료섭취량, 증체량 및 사료효율

시험 개시시부터 종료시까지의 1개월 간격으로 체중변화, 일당증체량, 사료섭취량을 조사한 결과는 <표 2-16>과 같다. 시험3과 같이 진 공시두수의 비육기간 동안 월령별로 개시시부터 종료시까지 월령이 증가함에 따라 증가하였다.

본시험에서는 시험기간동안 평균 일당증체량은 볏짚 급여구에 비하여 볏짚 40%대체구가 높게 나타났으나(P<0.05) 사료섭취량은 차이를 보이지 않았다. 따라서 사료요구율은 발효생지엽으로 볏짚을 40% 대체했을 때 6% 개선된 것으로 나타났다.(P<0.05).

<표 2-16> 시험구별 증체량, 사료섭취량 및 사료효율

구 분	볶 짚	발효생지엽 40% 대체
개시시체중,kg	325.3	327.3
종료시체중,kg	614.1	635.8
총 증체량, kg/3개월간	288.8 <sup>b</sup>	308.5 <sup>a</sup>
일당증체량, kg	0.69 <sup>b</sup>	0.73 <sup>a</sup>
건물섭취량, kg/일/두당	8.14	8.13
배합사료	6.93	6.95
볶 짚	1.20	0.69
발효 생지엽	-	0.48
사료 효율, 건물섭취량(kg)/증체당(kg)	11.79 <sup>a</sup> (100)	11.13 <sup>b</sup> (94)

<sup>a, b</sup> : P<0.05

2) 도체성적

한우 수소 48두에 대한 우군별 평균 도체 성적은 <표 2-17>과 같다. 근내지

방도는 벗짚 급여구 보다 발효생지엽 급여구가 약간 높게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다( $P>0.05$ ). 육색과 지방색은 벗짚 급여구와 벗짚 40% 대체구 간의 유의적인 차이를 보이지 않았으며( $P>0.05$ ), 등지방 두께는 벗짚급여구가 생지엽 조사료구에 비해 약간 높게 나타났으며, 배최장근 단면적, 육량지수 및 육량등급 또한 각 처리간의 유의적 차이를 보이지 않았다( $P>0.05$ ),

<표 2-17> 벗짚 40% 대체시 도체등급

구 분	벗 짚	발효생지엽 40% 대체
생 체 중, kg	629.1	641.3
등지방 두께, mm	8.9	9.3
등심단면적 <sup>1)</sup> , cm <sup>2</sup>	83.2	86.7
육 량 지 수 <sup>2)</sup>	68.95	68.83
육 량 등 급 <sup>3)</sup> ( A : B : C )	14 : 9 : 1	13 : 9 : 2
상 강 도 <sup>4)</sup>	3.42	3.54
육 색 <sup>4)</sup>	4.83	4.79
지 방 색 <sup>4)</sup>	3.00	3.00
조 직 감 <sup>4)</sup>	1.58	1.67
육 질 등 급 <sup>4)</sup> (1+, 1, 2, 3 )	4, 6, 11, 3	3, 7, 13, 1

<sup>1)</sup> Area were measured from longissimus muscle taken as 13th rib, and back fat thickness was also measured at 13th rib.

<sup>2)</sup> Yield index were calculated using the following equation : yield index = {74.80 - (2.001×backfat thickness (mm)) + (0.075×longissimus area (cm<sup>2</sup>)) - (0.014×cold carcass weight (kg))} + 1.58.

<sup>3)</sup> Grade index were estimated based on yeild index; A (1.0) for higher than 77.0, B (2.0) for 74.5~77.0 and C (3.0) for lower than 74.5.

<sup>4)</sup> Grading ranges are 1 to 5 for marbling score with higher numbers for quality, and 1 to 7 for meat and fat colors, 1 to 3 for firmness, maturity and grade with lower numbers for better quality.

5. 잣나무 정유 추출잔사 산란계 급여시험

가. 재료 및 방법

1) 공시물질

임업연구원에서 제공한 잣나무 정유 추출잔사를 산란계 사료에 혼합 급여하였다.

2) 수행방법

산란계 잣나무 정유 추출잔사 적정첨가 수준 구명을 위한 사양 및 대사시험을 수행하기 위해 산란계 중추 160수를 대조구, 잔사 1.0, 3.0, 5.0% 첨가구로 각각 나누어(4처리 x 4반복 x 10수) 3단 철제 cage에서 사육하였으며 시험 사료 및 물은 자유 채식토록 하고 점등 및 기타 사양관리는 일반 관행을 따랐다. 사양시험은 10주간, 대사시험은 일일 100 g씩 오전, 오후 2회에 걸쳐 나누어 급여하고, 분뇨채취는 사료급여 전 전분채취법으로 3일간에 걸쳐 수행하였다. 시험기간중의 시험사료는 <표 2-18>과 같다.

<표 2-18> 시험사료

	정유잔사 첨가 (%)			
	0	1.0	3.0	5.0
옥수수	60.63	60.33	60.03	59.73
대두박	29.48	29.48	29.48	29.48
콘글루텐밀	3.02	3.02	3.02	3.02
Limestone	1.50	1.50	1.50	1.50
Tricalcium Phosphate	1.20	1.20	1.20	1.20
메치오닌 50	0.09	0.09	0.09	0.09
라이신 80	0.03	0.03	0.03	0.03
비타민 · 미네랄	0.50	0.50	0.50	0.50
식염	0.25	0.25	0.25	0.25
정유잔사	-	1.0	3.0	5.0
대두유	3.30	3.30	3.30	3.30
Composition				
Crude protein (%)	13.7	14.1	13.8	13.6
GE (kcal/kg)	3,407	3,587	3,656	3,763

### 3) 조사항목

#### 가) 사양시험 및 대사시험

##### (1) 산란률

산란율은 시험기간 중 생산된 총 산란수를 공시수로 나누어 백분율로 환산하였다.

##### (2) 난중

난중은 일정시간에 집란 후 평량, 반복별로 총 난중을 총 산란수로 나누어 평균 난중을 구하였다.

##### (3) 총 산란량

산란량은 산란율에 난중을 곱하여 계산하였다.

##### (4) 사료섭취량 및 사료 요구율

시험기간중 매 1주 간격으로 사료섭취량을 평량하여 1일 1수당 사료 섭취량을 계산하였으며, 시험기간중 총 사료섭취량을 총 산란량으로 나누어 사료요구율을 계산하였다.

#### 나) 영양소이용율

사료와 분뇨의 일반성분은 AOAC(1995)법으로 측정하였다.

#### 다) 난질

##### (1) 난각두께 및 난각강도

난각두께는 시험기간 중 1주 간격으로 집란, 난의 세 지점을 측정하여 그 평균치를 사용하였다. 난각강도는 난각강도계 (OZAKI MFG. Co. Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였다.

(2) 호우유니트(Haugh Unit)

TSS (Technical services and supplies) 측정하였다.

(3) 난황색

라) 혈중 및 난황 콜레스테롤

(1) 혈중 콜레스테롤(-1주, 10주)

혈중 콜레스테롤은 시험측의 혈청을 이용하여 측정하였다.

(2) 난황 콜레스테롤(0주, 1주, 2주, 3주, 4주, 7주)

난황내 콜레스테롤은 Kit법(아산제약)을 사용했다.

마) 분뇨 중  $\text{NH}_3$  가스발생량 : 처리당 10수 x 4처리

공시답에 자체 제작한 항문틀에 비닐백을 부착하여 24시간 분뇨를 채취하여 10 g씩을 정량하고, 시판종이컵(180cc)에 담은 뒤, 봉하여 24시간 경과한 뒤 6000cc의 비이커에 넣어, 3분 후 검지관(Gastec, Japan)을 이용하여 측정했다.

4) 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS statical Package Program (SAS, Institute, 1995)에 의하여 분산분석을 실시하였으며 처리 평균 간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하여 실시하였다.

나. 연구결과

1) 사양시험

잣나무 정유추출잔사의 첨가에 따른 산란계의 생산성은 <표 2-19>와 같이 산란률에 있어서 잔사 3% 첨가구에서 가장 좋은 성적을 나타내었으나, 통계적 유의차는 없었고 ( $P>0.05$ ), 난중은 전 처리구에서 거의 비슷했으며, 일일 총 난중 평균은 역시 잔사 3% 첨가구에서 가장 높은 성적을 얻었다( $P>0.05$ ). 사료섭취량은 잔사 3%와 5%

첨가구에서 대조구에 비해 유의적으로 높았으나( $P<0.05$ ), 사료효율에서는 5% 첨가구만이 다른 구에 비해 유의적 차이가 있었다( $P<0.05$ ). 따라서 산란계에 잔사 급이시 3%까지는 문제가 없을 것으로 사료된다.

<표 2-19> 잣나무 정유 추출잔사 급여가 산란성적에 미치는 영향

	대조구	잔사 1%	잔사 3%	잔사 5%
산란률(%)	91.0	92.4	94.7	90.5
난 중(g)	64.2	63.9	64.1	64.0
난중(g/d/hen)	58.4 <sup>ab</sup>	59.0 <sup>ab</sup>	60.7 <sup>a</sup>	57.9 <sup>b</sup>
사료섭취량(g/d/hen)	138.1 <sup>a</sup>	142.3 <sup>ab</sup>	145.7 <sup>b</sup>	148.1 <sup>b</sup>
사료요구율	2.36 <sup>a</sup>	2.41 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>	2.56 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts in the same rows are significantly different ( $P<0.05$ ).

## 2) 영양소 이용율

<표 2-20>에서와 같이 잣나무 정유 추출잔사 급여로 영양소 이용율에 미치는 영향은 거의 없었다.

<표 2-20> 잣나무 정유 추출잔사 급여가 영양소 이용율에 미치는 영향 (%)

	대조구	잔사 1%	잔사 3%	잔사 5%
건 물	81.5±0.81	82.0±0.88	79.5±1.05	80.2±1.10
조단백	62.8±2.16	64.0±2.35	62.2±3.98	59.9±2.47
조지방	85.5±0.87	85.0±0.76	86.0±0.94	86.7±0.90
가용무질소	89.5±1.65	89.7±1.04	87.3±0.98	89.3±1.26
Calori	81.5±1.07	83.2±0.66	81.3±0.85	82.9±0.85

Mean±SEM.  $P>0.05$ .



3) 난질

<표 2-21>에서와 같이 잣나무 정유 추출잔사 급여가 난각두께, 강도, 호우유니트 및 난황색에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

<표 2-21> 잣나무 정유 추출잔사 급여가 난질에 미치는 영향

	난각강도(g/cm <sup>2</sup> )		난각두께(mm)		호우유니트		난황색	
	0주	7주	0주	7주	0주	7주	0주	7주
대조구	4,290± 88	4,146± 151	0.41± 0.005	0.42± 0.004	71.4± 1.08	72.1± 0.9	9.4± 0.15	9.3± 0.18
잔사 1%	4,235± 121	4,317± 132	0.42± 0.004	0.417± 0.003	70.6± 1.73	72.7± 2.5	9.8± 0.18	9.8± 0.19
잔사 3%	4,275± 146	4,274± 101	0.41± 0.005	0.42± 0.003	70.4± 3.0	71.1± 2.4	10.1± 0.18	10.0± 0.19
잔사 5%	4,243± 99	4,329± 87	0.411± 0.004	0.417± 0.003	70.5± 3.0	70.9± 2.3	9.7± 0.17	9.9± 0.17

Mean±SEM. P>0.05.

4) 혈중 및 난황 콜레스테롤 :

잣나무 정유추출잔사 급여로 <표 2-22>와 <표 2-23>에서 난황 및 혈중의 콜레스테롤에 미치는 영향은 전 처리구에서 비슷한 결과를 나타내었다.

<표 2-22> 잣나무 정유 추출잔사급여가 난황콜레스테롤에 미치는 영향(mg/난황 1g)

	0	1주	2주	3주	4주	7주
대조구	13.5±0.27	13.0±0.46	13.9±0.32	13.7±0.34	14.1±0.32	14.2±0.39
잔사 1%	13.6±0.34	13.8±0.29	13.5±0.28	13.8±0.34	13.9±0.34	14.0±0.42
잔사 3%	13.5±0.28	13.3±0.37	13.5±0.37	13.1±0.40	13.9±0.34	13.4±0.36
잔사 5%	13.5±0.29	13.1±0.39	13.1±0.39	12.9±0.39	13.7±0.32	13.7±0.35

Mean±SEM. P<0.05

<표 2-23> 잣나무 정유 추출잔사 급여가 산란계 혈중 콜레스테롤에 미치는 영향(mg/dl)

	대조구	T1	T2	T3
-1주	131.2±2.88	127.9±3.10	130.5±3.57	135.2±3.52
10주	127.5±3.22	123.3±3.31	122.3±4.38	126.8±3.30

Mean±SEM. P<0.05

5) 분뇨 중 NH<sub>3</sub> 가스발생량 :

<표 2-24>에서와 같이 잣나무 정유 추출잔사급여로 산란계 분뇨중 NH<sub>3</sub> 발생량은 잔사의 급여량에 따라 NH<sub>3</sub> 의 발생량이 감소했으나 통계적 유의차는 없었다 (P>0.05)

<표 2-24> 잣나무 정유 추출잔사 급여가 산란계 분뇨중 NH<sub>3</sub> 발생량에 미치는 영향

	대조구	잔사 1%	잔사 3%	잔사 5%
NH <sub>3</sub> 발생량(ppm)	5.1±2.61	5.0±1.63	3.9±0.94	3.5±0.51

Mean±SEM. P>0.05.

## 제 3 절 생지엽 조사료의 임상학적 평가

### 1. 조사료 급여 한우의 임상학적 평가

#### 가. 재료 및 방법

##### 1) 실험동물

발효된 목질계 사료에 대한 임상학적 평가를 위한 한우의 선발을 위해 5개월에서 1년령 사이의 한우 30 마리를 대상으로 혈액학적 검사와 혈청화학적 검사를 실시하였다. 검사를 실시하여 임상학적 평가 1, 2, 3에서와 같은 결과를 얻었으며, 이들 검사 값의 평균  $\pm$  2SD 값을 기준으로 하여 이 범위에서 벗어나는 수치를 나타내는 개체는 실험에서 제외시키는 방법으로 실험동물을 선정하였다.

##### 2) 생지엽 발효사료

혐기발효 사료는 잣나무 가지를 분쇄하여 비닐에 담아 수분 함유율이 60%가 되도록 조절한 후 요소를 1%, 소금은 0.25%가 되도록 첨가하여 30일 이상 발효시켜 만들었다.

##### 3) 실험실 검사

실험시작 직전에 1차 채혈하고 이후에 1차례에 걸쳐 채혈하여 검사를 실시하였다. 검사종류는 혈액학적 검사와 혈청학적 검사였다. 혈액학적 검사항목은 백혈구수(WBC), 적혈구수(RBC), 혈색소(hemoglobin : Hb), 적혈구용적(packed cell volume : PCV), 혈소판(platelet)이었으며, 적혈구지수(mean corpuscular volume : MCV 및 mean corpuscular hemoglobin concentration : MCHC)계산하여 구하였다. 혈액학적 검사는 자동혈구계산기(Celltac-a, NIHONKODEN, Japan) 이용하여 실시하였다. 혈청화학적 검사항목은 glucose, cholesterol, nonesterified fatty acid(NEFA), BUN, albumin, total protein, AST,  $\gamma$ -GT, Fatty liver(F liver index), Ca, P, Mg이었다. 혈청화학 검사에 사용한 기구는 SELECTRA II(Merck Co., Netherlands)이다. 지방간 지수는 Reid<sup>17</sup> 등에 준하여 구하였으며, 계산식은 아래와 같다.

$$Y = -0.51 - 0.032 \times \text{NEFA}(\mu\text{mol}/\ell) + 2.84 \times \text{glucose}(\text{mg}/\text{d}\ell) \times 0.0555 - 0.0528 \times \text{AST}(\text{IU}/\ell)$$

#### 4) 통계

체중의 변화는 SYSTAT 8.0(SPSS Inc., USA)을 이용한 ANOVA로 유의성 검정을 하였으며, 혈액학 및 혈청학적 검사자료에 대한 평가는 충북대학교의 임상병리 실험실에서 한우의 정상범위로 이용하고 있는 수치를 기준으로 하여 대조군과 비교하였다.

### 나. 연구결과 및 고찰

#### 1) 혈액학적 검사

대조군과 생지엽 조사료를 급여한 한우에 대한 혈액학적 검사결과는 <표 3-1, 2>와 같았다. 시험사료의 급여 경과에 따른 변화뿐만 아니라 투여 전·후간에 있어서도 WBC, RBC, hemoglobin, PCV, platelet, MCV, MCHC의 차이는 확인되지 않았다. 그리고, 검사결과들은 한우의 정상범위와 비교하였을 때에도 뚜렷한 변화를 관찰할 수가 없었다. 생지엽을 조사료화하여 급여하였을 때에 빈혈을 발생시키거나, 골수기능의 억제 등은 전혀 나타나지 않았다.

<표 3-1> 혈액학적 검사(투여 전)

개체명	WBC ( / $\mu\ell$ )	RBC (x 10 <sup>4</sup> )	Hb (g/dl)	PCV (%)	Platelet (x 10/ $\mu\ell$ )	MCV (fl)	MCHC (mg/dl)
9010	10900	989	16	42	456	42	39
9012	11000	820	14	36	319	44	38
9013	10600	971	15	40	387	41	38
9014	12000	1040	15	39	411	37	38
9018	10800	868	14	37	337	43	38

<표 3-2> 혈액학적 검사(투여 후)

개체명	WBC ( / $\mu$ l)	RBC (x 10 <sup>4</sup> )	Hb (g/dl)	PCV (%)	Platelet (x 10/ $\mu$ l)	MCV (fl)	MCHC (mg/dl)
9010	12,900	844	13	41	229	48	31
9012	15,600	582	10	25	757	43	40
9013	15,300	1,040	15	46	659	44	34
9014	13,200	849	14	34	1,451	40	40

2) 에너지대사 지표

혈청화학 검사항목중에서 에너지대사를 평가할 수 있는 항목에 대한 결과는 <표 3-3, 4>과 같이 나타났다. 탄수화물의 대사 상태를 파악할 수 있는 glucose, 지질 대사의 지표가 되는 cholesterol 및 NEFA, 그리고 단백질의 대사를 파악할 수 있는 BUN, albumin, total protein 등이 각각있다. 이들 지표들은 투여 전·후간의 변화는 인정되지 않았으며, 전 구간에 걸친 검사결과는 모두 정상범위에 해당되었다.

<표 3-3> 에너지대사 평가(투여 전)

개체명	Glucose (mg/dl)	Cholesterol (mg/dl)	NEFA ( $\mu$ mol/ℓ)	BUN (mg/dl)	Albumin (g/dl)	T.P (g/dl)	MCHC (mg/dl)
9010	56	126	32	20	3.0	7.0	39
9012	55	100	10	24	2.8	7.4	38
9013	63	103	17	23	3.1	6.8	38
9014	62	89	11	23	2.9	6.6	38
9018	62	132	18	22	2.9	6.4	38

<표 3-4> 에너지대사 평가(투여 후)

개체명	Glucose (mg/dl)	Cholesterol (mg/dl)	NEFA ( $\mu$ mol/ℓ)	BUN (mg/dl)	Albumin (g/dl)	T.P (g/dl)	MCHC (mg/dl)
9010	76	120	30	14	3.9	7.2	31
9012	86	119	13	15	3.7	7.5	40
9013	85	121	15	12	4.2	6.9	34
9014	82	126	19	14	4.0	6.3	40

3) 간, 신장 기능 및 전해질 평가

간기능을 평가할 수 있는 항목인 AST와  $\gamma$ -GT 및 지방간 지수에 대한 결과는 <표 3-5, 6>와 같았다. AST의 값이 전반적으로 높게 나타났지만 정상범위에 해당되는 값을 나타내었다. 그밖에  $\gamma$ -GT와 Fliver의 값도 정상범위에 해당되는 값을 나타내었으며, 투여 전·후간의 변화도 인정되지 않았다. 신장기능을 평가할 수 있는 BUN은 투여 전·후간에 걸친 검사결과 모두 정상범위에 해당하는 값을 얻을 수 있었다<표 3-5, 6>.

<표 3-5> 간기능 평가 지수 (투여 전)

개체명	AST (IU/L)	GGT (IU/L)	Fliver
9010	48	22	11
9012	72	15	10
9013	64	18	11
9014	54	20	11
9018	63	15	10

<표 3-6> 간기능 평가 지수(투여 후)

개체명	AST (IU/L)	GGT (IU/L)	Fliver
9010	45	11	9.0
9012	70	13	9.3
9013	75	18	8.9
9014	61	19	9.1

4) 전해질 대사

생지엽 조사료 급여에 따른 전해질 공급의 적정성을 확인하기 위한 Ca, P, 그리고 Mg의 측정 결과는 <표 3-7, 8>와 같았다. 시험 전구간에 걸친 측정결과 모두 정상범위에 해당하는 값을 얻을 수 있었으며 투여 전·후간의 차이도 인정되지 않았다.

<표 3-7> 무기질대사(투여 전)

개체명	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Mg (mg/dl)
9010	8	2	6
9012	8	2	4
9013	8	2	6
9014	8	2	6
9018	8	2	6

<표 3-8> 무기질대사(투여 후)

개체명	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Mg (mg/dl)
9010	6.2	9.1	2.1
9012	6.5	8.5	2.3
9013	6.5	9.1	2.5
9014	7.1	8.1	2.1

목재를 이용한 퇴비화 및 사료화에 대한 연구는 여러 차례 있었으나 지속적인 원료의 공급이 원활하게 이루어지지 못하는 한계로 인하여 실용화에 실패하는 예가 많았다. 버섯 재배 후에 나오는 폐목재를 이용한 조사료의 생산에 대한 연구는 되어 있으나 역시, 폐목재가 지속적으로 공급되지 못하는 한계를 갖고 있다. 우리나라의 산림자원중에 많은 부분이 침엽수종으로 이루어져 있고 목재의 가치를 높이기 위한 간벌이 실시되면서 지속적인 침엽수림을 이용하는 조사료의 생산이 이루어질 수 있는 기반이 형성되었다. 뿐만아니라, 소나무 및 잣나무의 정유에 대한 이용가능성이 인정되면서 정유의 추출이후에 발생할 수 있는 부산물이 증가될 것으로 예상되고 이것은 지속적인 조사료 공급원으로 자리잡을 수 있을 것이다.

생지엽을 조사료화하여 가축에 급여하였을 때 첫째로 고려되어야 할 것은 생체기능을 유지하면서 성장을 지속적으로 할 수 있는가 하는 점이다. 다음으로 중요한 것은 임상적인 변화의 발생여부와 독성이 나타나는가에 대한 평가이다. 한우에 생지엽 조사료를 급여하는 실험기간중에 대조군을 포함하여 혐기 발효사료를 급여하는 군

에서 뚜렷한 질병을 나타내는 개체는 발견되지 않았다. 그리고, 혈액검사 결과를 통해서 알 수 있는 것과 같이 염증반응의 지표로 이용될 수 있는 WBC의 값들이 정상범위에 해당하는 것으로 보아 검사 시점에서의 감염징후는 찾아볼 수가 없었다. 간접적인 조혈장기의 평가에서 RBC, platelet, WBC의 결과들은 골수가 정상적으로 기능하고 있음을 제시하고 있다.

혈당은 에너지의 섭취상황을 반영하여 변화한다. 그리고, 젖소에서는 유기에 따라서 변화하는 특징을 갖는다. 즉, 분만 후에 낮은 수치를 보이다가 비유초기에 증가한다. 특히 혈당은 중독 또는 만성적인 에너지 부족에 의해 낮아지며, 스트레스나 농후사료의 과량급여에 의해서 높게 나타난다. 실험결과 생지엽 조사료 급여 조건에서도 정상적인 혈당을 유지하고 있다. 이것은 소나무 잎에 포함되어있는 탄수화물이 70%이고, 이중에서 당질이 35%를 차지하고 있는 점을 고려하더라도 생지엽 조사료가 탄수화물의 공급원으로 역할을 할 수 있음을 보여주는 것이다. 지방대사를 평가할 수 있는 측정항목에는 cholesterol과 NEFA가 있다. 이중에서 불포화지방산은 에너지 공급이 부족할 경우에 체지방이 이용되면서 증가하는 항목이다. 정상적인 젖소에서는 분만 후에 높게 나타난다. 그러나, 한우에서는 젖소와 같이 분만과 착유에 따른 급작스런 에너지 소모는 좀처럼 나타나지 않는다. 본 연구에서도 질 좋은 건초와 비교하여 소화효율이 떨어질 것으로 생각되는 생지엽 조사료를 급여하였을 때에도 처리군의 NEFA와 cholesterol이 대조군에서와 마찬가지로 변화가 관찰되지 않았다. 즉, 지방대사에 생지엽 조사료는 문제가 없는 것으로 판단된다. 단백질 대사의 지표로는 BUN, albumin, total protein 등이 있다. 단백질 대사에 대한 평가에서도 처리군과 대조군간의 차이점은 발견되지 않았다. 탄수화물대사, 지방대사 그리고 단백질 대사를 바탕으로 하는 에너지 대사에 대하여 종합적인 평가를 하였을 때 발효 생지엽 조사료를 한우에 급여하여도 에너지 공급원으로써 충분히 역할을 하고 있음을 알 수 있었다.

간기능을 평가할 수 있는 항목으로는 AST, total protein, albumin,  $\gamma$ -GT가 있으며, 이들 항목에 대한 검사결과와 신장기능을 판단할 수 있는 BUN치에 대한 결과에서 생지엽을 발효시켜 만든 조사료를 6개월 동안 급여하였을 때에 한우의 혈액상에 영향을 미치지 않았다.

신체대사는 에너지대사 뿐만 아니라 전해질의 균형도 중요하다. 이것에 대한 평가에서 생지엽 조사료 급여에 의한 전해질의 불균형은 나타나지 않았다. 북미산 소나무를 소에 급여하였을 때 나타난 전해질 불균형은 국내산 생지엽 조사료에서는 나



타나지 않았고, 혈중 칼슘과 인의 균형이 잘 이루어져 있는 것을 확인할 수 있었다.

국내에서의 생지엽을 이용한 조사료에 대한 연구는 전무한 상태이다. 그러나, 외국에서는 목재를 이용한 조사료화에 대한 연구가 여러 가지 보고되어 있다. 침엽수 또는 활엽수 잎을 이용한 사료를 무카라고 하며, 무카는 잎을 건조, 분쇄시켜 펠렛사료 또는 원래 그대로 배합사료와 같이 급여하는데, 러시아의 경우 1980년도를 기준으로 할 때 200,000 톤의 무카를 생산하여 직접적으로 동물의 사료로 사용하였다는 보고가 있다. 북미의 경우에는 손쉽게 구할 수 있는 포플러나무를 이용하는 연구가 이루어져 80%는 목재생산에 이용하고, 잎을 포함한 나머지 부산물 20%를 사료로 사용하여 양에서 약 40%의 소화율을 나타내었다는 보고가 있다. 본 연구에서 제조한 조사료도 볏짚에 비하여 결코 뒤떨어지지 않은 소화율과 함께 한우의 증체효과 및 임상학적으로도 문제가 없어 외국에서 활용되고 있는 목재 사료에 결코 뒤지지 않을 것으로 판단된다.

이상의 결과에서 국내산 침엽수림을 이용한 생지엽 발효 조사료는 성장기의 한우에서 기존의 조사료를 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 국내산 침엽수의 생지엽 발효 조사료 개발과 이의 이용은 산림자원의 효율적인 이용과 부산물의 처리, 그리고 축산농가에 저렴한 가격의 조사료 공급을 가능하게 해줄 수 있을 것이다.

## 2. 조사료 급여 임신우의 임상학적 평가

### 가. 재료 및 방법

#### 1) 시험군설정

임신중 생지엽 발효 사료가 임신기의 태아 유산 및 호르몬 환경에 미치는 영향을 임상학적으로 평가하기 위하여 경상북도 축산기술연구소에서 사육되고 있는 한우중 10월 경 분만예정인 임신우 19두에 대하여 직장을 통한 태아 촉진법으로 임신 3개월 짜 임신 감정을 하였다. 그중 최종적으로 임신빈도, 연령, 건강상태를 고려하여 15마리를 각각 5마리씩 3개군으로 나누어 동일한 군은 같은 우사에 계류하여 사육하였다.

#### 2) 사료급여

각각의 시험군 설정은 대조군은 농후사료 12.5 kg과 조사료로서 볏짚 28 kg 투여한 군, 처리1구는 농후사료 12.5 kg과 볏짚 21 kg 및 생지엽 14 kg 투여군 (볏짚 건물비 25% 투여군), 처리 2구는 농후사료 12.5 kg과 조사료로서 볏짚 14 kg 및 생지엽 28kg 투여군 (볏짚 건물비 50% 투여군) 으로 하여 실험을 실시하였다. 생지엽의 조사료로서의 역할 및 임신에 미치는 영향을 구명하기 위하여 볏짚을 대조구의 조사료로 이용하였다. 실험개시때의 개체별 체중은 400 - 500 kg이내 였으며, 임신 4개월 짜부터 생지엽이 포함된 혼합 사료를 군별로 급여하였다. 사료 급여방법은 사료 급여 총량을 저울에 달아서 1일 2회 오전, 오후로 나누어 급여하였으며, 익일 오전 사료급여전에 잔량을 저울로 달아서 잔량을 기록함으로써 사료섭취량을 계산하였다. 시험 2군의 경우 투여 1개월이 지났을 때 시험 2군에 비하여 사료의 기호성이 현저히 저하되어 볏짚 건물에 대하여 40%로 조절하여 생지엽을 투여하기로 결정하였다. 40% 조절에 의해서도 기호성이 개선되지 않아 급여비율을 임신 7개월부터는 30%로 조절하여 급여하였다.

#### 3) 임상학적 검진

임신상태의 태아 진단 및 채혈은 그 빈도수가 많을 경우 모체 자체에 상당한 스트레스가 가해질 것을 예상하여 2개월씩 분만 1개월 전까지 검진하기로 하였다. 첫 번째 검진은 임신 5개월에 임신과 관련된 호르몬인 프로그스테론 및 에스트로겐을 검사하기

위하여 각각의 임신 개체로부터 왼쪽 Jugular Vein에서 혈액을 채취하여 응고시켰다. 응고된 혈액은 실험실로 운반하여 혈장을 분리하여 최종 임신말기의 혈액과 함께 분석하기로 하였으며, 태아진단은 초음파진단기를 이용한 태아동태를 파악하였다.

#### 4) 호르몬분석

소의 경정맥에서 약 10ml의 혈액을 채취 후 그린튜브(녹십자)에 넣고 상온에서 24시간동안 기울인 상태에서 방치시켜 혈장을 혈액으로부터 분리한다. 분리한 혈장을 에스트로겐과 프로게스테론은 각각 Estradiol-ELISA kit (IBL, Hamburg, Germany)와 Progesterone-ELISA kit (IBL, Hamburg, Germany)를 이용하여 분석하였다. 먼저 25 ul의 표준액과 시료를 각 well에 분주한후 200ul의 Enzyme conjugate를 넣고 10초간 섞어준다. 플레이트의 뚜껑을 덮지 않은 상태로 37°C 배양기에서 120분간 방치한 후, 상층액을 제거하고 10배로 희석한 완충액으로 3회 세척한다. 100ul의 TMB 기질용액을 넣은 후 상온에서 15분간 방치한 다음 100ul의 TMB 정지용액을 넣어 반응을 종료시킨다. 반응 종료 후 60분 이내에 내용물을 섞은 후 파장 450 nm에서 OD값을 측정한다. 측정한 표준용액의 OD값을 기준으로 표준곡선을 작성하여 그에 준해서 시료의 에스트로겐과 프로게스테론의 농도를 계산한다.

### 나. 연구결과 및 고찰

#### 1) 임신우의 유·사산

임신우에 있어서 유·사산 비율은 <표 3-8>과 같으며, 최초의 유산은 처리2구에서 발생하였는데 사료 급여후 2개월만에 임신4개월만에 유산을 하였으며 또 다른 개체가 처리2구에서 임신 175일째에, 그 후 임신 230 - 250일령에 유·사산이 일어났으나 대조군에서 일어난 유산은 본 실험실에서 조사한 결과 사료급여에 의한 것은 아니며 우사가 교체되어 물리적으로 손상으로 인한 유산으로 추정된다. 그 결과 처리1구에서는 5마리 중 2마리, 처리2구는 5마리 중 3마리가 유·사산하는 현상이 관찰되었다. 이 결과로 미루어 생지엽 조사료 과다급여에 의한 유·사산보다는 급여된 물질에 의한 독성현상이 특히 임신 중반기에 두드러지게 나타난 것으로 판단된다. 유산된 개체의 모피 및 발육상태는 정상과 비교하여 뚜렷히 부진하다고는 할 수 없으나 대체로 거친 상태를 보여주었다.

<표 3-8> 생지엽 급여에 따른 유·조산율

구 분	대조군	처리 1군	처리 2군
초기 임신한우 개체수	5	5	5
태아를 유·조산시킨 개체 수	1	2	3
유·조산율(%)	20	40	80

2) Ultrasonography에 의한 태아의 동태파악

가) 임신말기 태아의 건강상태 확인

생지엽 급여에 따른 유산 및 사산여부의 관찰하며 1차적으로 직장검사를 통하여 태아의 정상적인 발육상태를 확인하였으며, 정확한 판단이 내려지지 않는 개체에 대하여는 임신기의 태자의 건강상태를 초음파진단기(Eureka SA-600, 메디슨, 한국)를 이용하여 직장용 탐촉자를 부착하여 확인하였다. <그림3-1, 2, 3>과 같이 모든 처리군에서 정상적인 태자의 발육상태를 나타내었다.

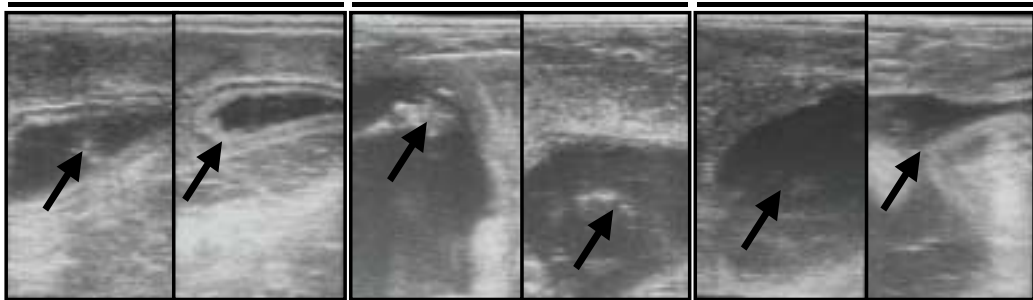
나) 병적 난소의 검사

소를 보정한 후에 직장내의 분변을 제거하고 생식기의 위치 및 일반적인 상태를 직장검사를 통하여 확인한 후 직장용 탐촉자를 직장내로 삽입하여 검사를 하였을 때 정상적인 난소가 모든 군에서 확인되었다.

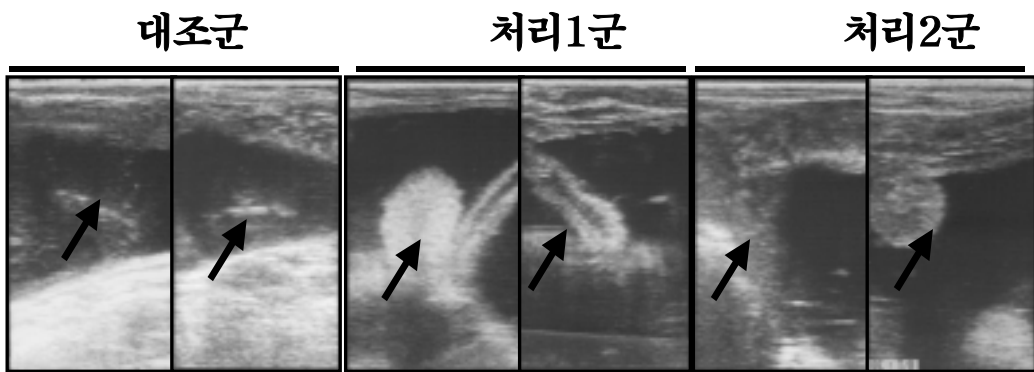
대조군

처리1군

처리2군



<그림 3-1> 임신 초기 초음파사진

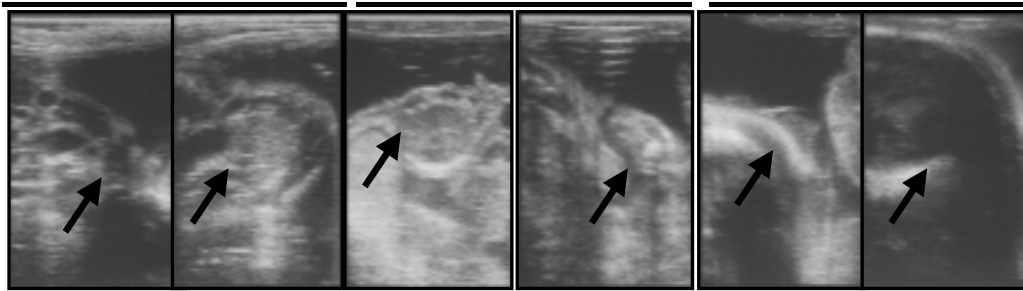


<그림 3-2> 임신 중기 초음파사진

대조군

처리1군

처리2군



<그림 3-3> 임신말기의 초음파사진

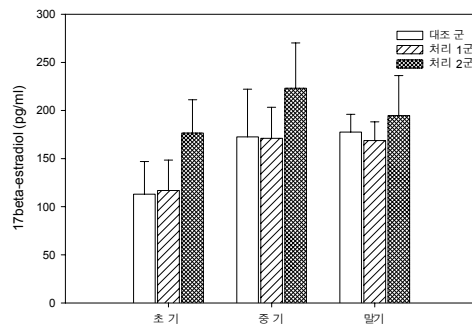
### 3) 임신된 한우의 혈중 에스트로겐의 변화

에스트로겐은 난포의 과립세포와 태반 및 부신피질에서 생산된다. 기능으로는 자궁내막 분비선의 성숙촉진, 유선에 있는 관의 성숙자극, 난관의 분비작용촉진, 성의 성숙자극, 성선자극호르몬의 분비조절, prostaglandin F<sub>2a</sub>의 분비자극, 자궁 및 난관의 수축운동 촉진 등의 여러 작용이 있다. 생지엽 조사료를 급여하였을 때 에스트로겐이 증가하여 에스트로겐의 작용 중의 하나인 자궁 및 난관의 수축운동이 발생하는지를 검토하기 위하여 측정을 하였다. 임신기간 중 급여된 사료에 의해 에스트로겐의 농도는 대조군에 비하여 증가하는 경향을 나타냈으며, 특히 임신초기에는 처리2구에서 유의성있게 증가하는 경향을 나타냈다.

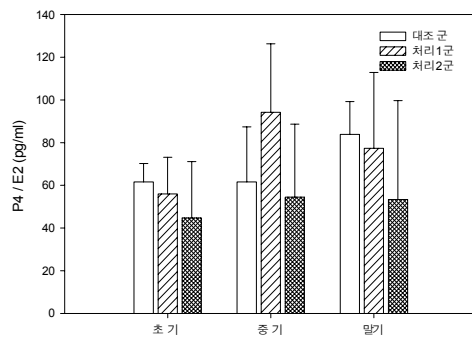
### 4) 임신된 한우의 혈중 프로게스테론의 변화

임신기간에는 황체에서 프로게스테론이 분비되어 임신을 유지하도록 한다. 시험 기간중에 생지엽 조사료에 의한 프로게스테론의 변화가 발생하는지를 검토하여 유산 및 사산의 가능성 여부를 평가하며 생지엽에 의한 영향을 판단하는 중요한 지표가 된다. 에스트로겐과는 틀리게 프로게스테론의 농도는 특히 임신말기에 이르렀을 때는 유의성 있게 감소하는 경향을 나타냈으며, 따라서 전체적으로 에스트로겐과 프로게스테론과의 호르몬의 균형이 유지되지 못하여 생지엽 급여에 의한 유산원인이 되었을 것으로 판단된다.

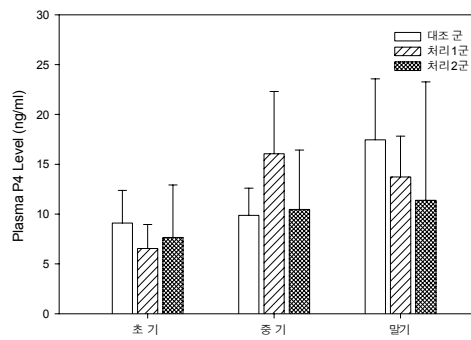




<그림 3-4> 생지엽 조사료 급여에 따른 임신우의 혈중 에스트로겐의 변화



<그림 3-5> 생지엽 급여에 따른 임신우의 혈중 프로세스테론의 변화



<그림 3-6> 생지엽 조사료 급여에 따른 임신우의 혈중 에스트로겐에 대한 프로제스테론 비율의 변화

### 3. 잣나무 정유가 실험동물에 미치는 영향

#### 가. 재료 및 방법

##### 1) 실험동물 및 사육조건

실험동물은 마우스 및 랫드 암컷과 수컷을 대한실험동물센터로부터 구입하였다. 구입한 실험동물은 본 대학 실험동물실험실에서 실험전 1주일동안 새로운 환경에 적응하도록 하였다. 실험시작 직전의 랫드는 10주령이었다. 사육실의 실내온도는  $23 \pm 5^\circ\text{C}$ , 조명은 12시간동안 150~300Lux로 하였다. 고형사료(제일제당)와 수돗물은 실험시작 직전까지 자유급식 시켰다.

##### 2) 실험군 설정

정상적인 마우스와 랫드를 임신시켜 대조군, 고단위 및 저단위 정유를 투여한 군으로 나누어 임신기간 동안 구강으로 투여하였다. 각각의 군은 임신된 랫드를 무작위로 6마리씩 선발하여 실험군에 배치하여 이용한다. 유산시킬 수 있는 양을 투여된 조사료를 이용하여 계산하여 적용용량의 2배를 저용량군, 이의 5배를 중강용량군, 25배를 최고용량군으로 설정하여 투여한다. 음수와 혼합 제조한 사료는 자유급식을 실시하였다.

#### 나. 실험결과 및 고찰

##### 1) 모체 폐사율

랫드는 분만 또는 조산까지 관찰한 결과 모두 생존하였다. 잔사를 급여할 경우 마우스는 실험을 시작한지 7-10일 사이에 모두 폐사하였다. 이것은 한우에서 잣나무 잔사를 발효시켜 실시한 사양실험의 결과와 비교하였을 때 많은 차이를 보여주고 있다. 한우에서 발효조사료를 30% 가량 급여하였을 때 증체율 및 건강에도 전혀 문제가 없었던 점과 비교하면 정반대의 결과일 수도 있다. 반추소화 생리와 단위 소화생리의 차이에서 오는 정반대의 결과로 예상할 수도 있다. 그러나, 마우스를 이용한 정유의 급성독성 실험에서 잣나무의 정유는 독성이 높지 않은 것으로 밝혀져 있다. 즉, 잣나무 잔사를 발효시키거나 발효시키지 않은 상태의 조사료가 나타내는 독성은 정유를 제외한 다른 부분에 존재하고 있을 가능성이 상당히 높다.

<표 3-9> 시간 경과에 따른 모체 마우스의 폐사

군 사료	마 리 수 (n)	날 짜																				생 존 수	생 존 율 (%)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
1군	1:1	9	0	0	0	0	0	0	3	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2군	1:3	9	0	0	0	0	0	0	0	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3군	1:5	9	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4군	1:1	9	0	0	0	0	0	0	3	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5군	분말사료	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	100

2) 유산율

실험재료를 투여한 모든 군의 모체 마우스가 폐사하여 유산율의 산출은 불가능하였다. 하지만 랫드에 투여된 정유에 의한 유산율은 <표 3-10>과 같다. 생지엽을 투여한 임신한우에서와 마찬가지로 유산은 주로 임신말기에 집중되어 나타났는데, 대조군에서는 전혀 유산이 일어나지 않았지만 투여량이 증가함에 따라 유산되는 비율이 증가되는 것으로 나타났다. 따라서, pondrosa pine과 같이 유산을 유도시킬 수 있는 물질이 내재되어 있는 것을 부인할 수 없었으며, 좀더 자세한 유산 원인을 구명하기 위해서는 정제된 물질을 투여함으로써 원인물질을 찾아낼 수 있을 것으로 사료되었다. 모체에 투여된 양은 원액을 기준으로 체중 100g당 0.175 ml와 0.875 ml로서 농도에 따른 생리적인 영향도 조사할 필요성이 있다고 판단되었다.

<표 3-10> 정유투여에 의한 유산율

투여군	유산율	유산발생
대조군	0/6(0%)	
5배 투여군	2/6(33%)	임신후반(15일 이후)
25배 투여군	3/6(50%)	임신후반(15일 이후)

3) 임상증상

잣나무 잔사를 발효시키거나 발효시키지 않은 것을 낮게는 50%에서 높게는 83%를 급여한 마우스들은 모두 폐사하였으며, 폐사하기 직전에는 활동력이 저하되고

피모가 거친 특징을 나타냈다.

#### 4) 부검소견

심장, 간, 신장, 그리고 각종 소화기관의 육안적인 변화는 관찰되지 않았다. 그러나, 담낭은 정상적인 개체의 것보다 많이 증창되어있는 것을 관찰할 수 있었다.

### 4. 산란계에 급여된 사료의 임상학적 평가

#### 가. 재료 및 방법

실험동물은 산란계를 대조군, 조사료를 부산물로 5% 대체한 군, 3% 대체한 군, 그리고 1% 대체한 군으로 나눈다. 각각의 군은 산란계를 무작위로 6마리씩 선발하여 실험군에 배치하여 이용한다.

#### 나. 실험결과 및 고찰

##### 1) 에너지대사 지표

혈청화학 검사항목중에서 에너지대사를 평가할 수 있는 항목에 대한 결과는 <표 3-11>과 같이 나타났다. 탄수화물의 대사 상태를 파악할 수 있는 glucose, 지질 대사의 지표가 되는 cholesterol 그리고 단백질의 대사를 파악할 수 있는 BUN, albumin, total protein 등이 있다. 콜레스테롤을 측정하여 비교 분석한 결과 혈중 콜레스테롤 농도가 5%처리군에서 유의성 있게 감소하였으나 다른 군간의 변화는 인정되지 않았으며, 전 구간에 걸친 검사결과는 모두 정상범위에 해당되었다.

<표 3-11> 에너지대사 지표 (mean±SD, n=5)

Group	Glucose (mg/dℓ)	Cholesterol (mg/dℓ)	Albumin (g/dℓ)	Total protein (g/dℓ)
Normal	294±1.00	127.5±21	1.48±0.3	5.9±1.0
Normal+ 1%	249±13.1	119.7± 9	1.46±0.1	5.5±0.1
Normal+ 3%	224±12.9	109.3±12	1.48±0.2	5.5±0.3
Normal+ 5%	245±7.30	86.6±22*	1.25±0.2	6.0±0.4

2) 간기능 및 신장기능 평가

간기능을 평가할 수 있는 항목인 AST 및  $\gamma$ -GT 및 지방간 지수에 대한 결과는 <표 3-12>와 같았다. AST의 값이 전반적으로 높게 나타났지만 정상범위에 해당되는 값을 나타내었다. 그 밖에  $\gamma$ -GT의 값도 정상범위에 해당되는 값을 나타내었으며, 군간의 변화도 인정되지 않았다. 신장기능을 평가할 수 있는 BUN은 실험 전구간에 걸친 검사결과 모두 정상범위에 해당하는 값을 얻을 수 있었다.

<표 3-12> 간기능 지수 (mean±SD, n=5)

Group	AST (IU/ℓ)	$\gamma$ -GT (IU/ℓ)
Normal	155.2±34.2	35.0±11.1
Normal + 1%	137.0±20.2	31.0±5.4
Normal + 3%	102.0±17.5	32.6±3.5
Normal + 5%	137.2±41.4	37.2±1.9

3) 전해질 대사

생지엽 조사료 급여에 따른 전해질 공급의 적정성을 확인하기 위한 Ca과 P의 측정 결과는 <표 3-13>과 같았다. 시험 전구간에 걸친 측정결과 모두 정상범위에 해당하는 값을 얻을 수 있었으며 군간의 차이도 인정되지 않았다.

<표 3-13> 전해질대사(mean±SD, n=5)

Group	Ca (mg/dℓ)	Pi (mg/dℓ)
Normal	16±0	4.23±1.01
Normal + 1%	16±0	4.29±0.42
Normal + 3%	16±0	3.1±0.75
Normal + 5%	16±0	3.81±0.63

생지엽을 조사료화 하여 가축에 급여하였을 때 첫째로 고려되어야 할 것은 생체기능을 유지하면서 성장을 지속적으로 할 수 있는가 하는 점이다. 다음으로 중요한

것은 임상적인 변화의 발생여부와 독성이 나타나는가에 대한 평가이다. 또한 현대 축산은 축산물에 기능성을 부여하여 농가에 고부가가치를 창출 농민의 소득증대에 기여할 수 있는 면을 고려할 필요성이 있겠다. 따라서 본 실험은 위의 결과를 고려하여 실험을 설계하여 혈중 필요한 항목을 설정하여 실험하였다.

혈당은 에너지의 섭취상황을 반영하여 변화한다. 산란계는 산란을 하는 특징을 갖는 대사적 특징을 갖고 있기 때문에 많은 에너지원이 요구된다. 특히 혈당은 중독 또는 만성적인 에너지 부족에 의해 낮아지며, 스트레스나 농후사료의 과량급여에 의해서 높게 나타난다. 실험결과 생지엽 발효 조사료를 급여한 조건에서도 정상적인 혈당을 유지하고 있다. 이것은 소나무 잎에 포함되어있는 탄수화물이 70%이고, 이 중에서 당질이 35%를 차지하고 있는 점을 고려하더라도 생지엽 조사료가 탄수화물의 공급원으로 역할을 할 수 있음을 보여주는 것이다. 지방대사를 평가할 수 있는 측정항목에는 cholesterol이 있다. 솔잎 특히 잣나무의 기능성 특성 연구의 일환으로 열수와 70% acetone을 이용하여 제조한 추출물들의 특성을 조사한 연구가 있으며 솔잎을 추출용매와 농도별로 급여한 쥐의 혈청과 간장 지질 성분에 미치는 영향을 연구한 보고에 의하면 솔잎 열수추출물과 아세톤 추출물이 고지방 식이를 섭취한 쥐의 혈청중 GOT, GPT활성, 간장의 항산화 관련 효소 활성화도 및 간장 조직에 미치는 영향은 이들 물질을 투여한 군에서 지질치를 낮추어 주며 간장 조직에 활성화에 대한 보고가 있다. 또한 *Pinus strobus* 잎의 메탄올 추출물이 닭에서 유의성있게 혈청 콜레스테롤 농도를 낮추었다는 연구와 이것을 건강식품의 소재로서 사용할 수 있는 응용가능성을 제시한 연구도 있다. 이런 보고에 미루어 잔사에 남아 있는 유용성분이 혈중 콜레스테롤치를 낮추는 것으로 판단된다. 단백질 대사의 지표로는 BUN, albumin, total protein 등이 있다. 단백질 대사에 대한 평가에서도 처리군과 대조군간의 차이점은 발견되지 않았다. 탄수화물대사, 지방대사 그리고 단백질 대사를 바탕으로하는 에너지 대사에 대하여 종합적인 평가를 하였을 때 지질대사인 콜레스테롤치를 낮추는 것을 제외하면 생지엽 발효조사료를 산란계에 급여하여도 에너지 공급원으로써 충분히 역할을 하고 있음을 알 수 있었다.

간기능을 평가할 수 있는 항목으로는 AST, total protein, albumin,  $\gamma$ -GT가 있으며, 이들 항목에 대한 검사결과와 신장기능을 판단할 수 있는 BUN치에 대한 결과에서 산란계를 급여하였을 때에 산란계의 혈액상에 영향을 미치지 않았다. 국내산 침엽수종의 정유에 대한 독성평가에서 소나무 및 잣나무의 정유가 무독성 물질로 알



려진 것과 같이 산란계를 이용한 조사료도 이 실험에서 급여된 형태의 양으로는 독성을 나타내지 않는 것으로 판단된다.

신체대사는 에너지대사 뿐만 아니라 전해질의 균형도 중요하다. 이것에 대한 평가에서 생지엽 조사료 급여에 의한 전해질의 불균형은 나타나지 않았다. 북미산 소나무를 소에 급여하였을 때 나타난 전해질 불균형은 국내산 잣나무 생지엽 조사료에서는 나타나지 않았고, 혈중 칼슘과 인의 균형이 잘 이루어져 있는 것을 확인할 수 있었다. 국내산 소나무류의 잎에는 대두에 100 g당 127 mg이 들어있는 칼슘이 355 mg으로 상당히 높은 수준으로 들어있어서 산란계에서 산란하는데 대량 필요한 중요한 무기물 공급원으로 이용될 수 있는 가능성이 있는 것으로 판단된다.

이상의 결과에서 국내산 잣나무를 이용한 생지엽 발효 조사료는 산란계의 기존의 조사료 뿐만 아니라 기능성 조사료의 역할을 할 수 있는 것으로 판단된다. 즉, 조사료의 기능성을 부여하여 콜레스테롤치를 낮춘 계란을 생산하여 농가의 소득증대에 기여할 수 있을 것이며 산림의 이용가치도 한층 커질 것이다.

## 제 4 절 생지엽 조사료의 경제성 분석

### 1. 조사료용 목질자원의 공급잠재력 평가

#### 가. 기존 조사료 및 농후사료의 수급실태

##### 1) 조사료 수급동향

조사료의 총소비량은 최근 약 9~10백만톤이며, 이 중 조사료의 급여비율은 40% 내외이다. 최근 3년간 평균 조사료 공급량은 수입을 포함하여 약 3.6백만톤이며, 이 중 볏짚이 전체 조사료 공급량의 약 60%를 차지하는 것으로 나타나 볏짚이 주요 조사료로 이용되고 있음을 알 수 있다. 볏짚의 공급량은 매년 2백만톤 이상이 안정적으로 공급되고 있으나 볏짚 수거량은 벼 수확기 이후 기후, 특히 강우 등 자연조건에 크게 영향을 받고 있다.

1980년대 이후 조사료 생산을 위한 목초(초지)와 사료작물(전작 및 답리작) 재배면적이 증가되어 왔으나 1990년 271천ha를 정점으로 감소추세를 보이고 있다. 이에 반해 조사료의 수입량은 1998년 외환위기에 의한 환율상승으로 다소 감소되었으나 매년 증가추세를 보이고 있다.

<표 4-1> 조사료 수급동향

단위: 천톤

연 도	배합 사료	조 사 료					계	조 사 료 급여비율 (%)
		목 초	사료 작물	볍 짚	수 입	소 계		
1990	3,457	594	2,238	2,615	60	5,507	8,964	61.4
1997	6,453	413	583	2,184	256	3,436	9,889	34.7
1998	5,438	392	874	2,188	172	3,626	9,064	40.0
1999	5,655	376	794	2,203	342	3,715	9,370	39.6
2000	5,231	364	628	1,801	599	3,392	8,623	39.3
2001	4,530	352	786	2,146	597	3,881	8,411	46.1

자료: 농림부

2) 조사료 소요량 전망 및 공급계획

반추위 가축인 소는 되새김위의 생리적 기능을 유지시켜 주기 위해 일정량 이상의 섬유질 조사료를 지속적으로 공급해 주어야 한다. 조사료의 공급은 되새김(반추) 과정을 통해 타액(침)분비를 촉진시켜 위액 생성과 유용 미생물상 및 위액내 각종 산의 균형을 유지시켜 줌으로써 사료의 섭취 및 흡수이용을 높이는데 기여한다. 우리나라에서는 이상적인 조사료 대 농후사료의 비율을 60:40으로 보고 있으나 <표 1>에서 보는 바와 같이 현재 조사료 급여비율은 약 40% 수준이다.

1997년도에 농림부에서는 2004년까지 이상적인 조사료 급여비율을 60% 수준으로 올리기 위해 조사료 확대 생산 계획을 수립하였다. 이에 따르면 2004년도에 우리나라의 소 사육두수를 3,050천두 내외로 유지하는 것을 가정하고 이때의 이상적인 조사료 소요량 7,097천톤 중 수입조사료 500천톤을 제외한 대부분을 자급 생산한다는 목표를 세우고 있다(표 2). 이를 조사료 공급원별로 보면, 양질조사료 생산 4,000천톤, 부존 사료자원 이용 2,600천톤, 조사료 수입 500천톤으로 되어 있다.

이 계획이 차질없이 이루어 질 경우 2004년에는 조사료 및 농후사료의 이용비율이 60:40으로 개선될 것으로 보고 있다. 이러한 목표달성을 위해 농림부에서는 농지이용률 제고를 통한 양질의 조사료 생산확대 유도, 벼짚 등 부존자원을 조사료로서의 이용성 및 부가가치 제고, 조사료 생산의 기계화 촉진을 통한 생산비 절감 등 조사료 생산확대를 위한 기본방안을 제시하고 있다.

<표 4-2> 조사료 소요량 및 공급계획

단위: 천톤

구		분	1996	2001	2004	
소요량		한육우용	6,240	5,795	5,409	
		낙농용	1,610	1,659	1,688	
		계(A)	7,850	7,454	7,097	
공급량	양질조사료	목초	441	518	560	
		사료작물	1,176	2,080	2,800	
		논뒷그루	238	481	640	
		소계(B)	1,855	3,079	4,000	
		양질조사료 공급율(B/A, %)		24	41	56
		수입조사료		211	390	500
		벼짚 등		2,252	3,364	2,597
		소계(C)		2,463	3,754	3,097
		계(D)		4,318	6,833	7,097
부족량(A-D)			3,532	621	0	

자료: 농림부 조사료생산확대추진계획, 1997.

그러나 조사료 생산확대를 위해 해결해야 할 제한요인이 만만치 않다. 우선 <표 4-2>에서 보는 바와 같이 농림부에서는 목초 및 사료작물 등 양질조사료의 공급 비율을 1996년 현재 24%에서 2004년 목표연도에 56%로 확대하여 조사료 소요량의 대부분을 공급하려고 계획하고 있으나, <표 4-3>에서 보는 바와 같이, 청예호맥, 수단그라스 등 사료작물생산비가 배합사료의 가격보다 높아 농가에서는 배합사료를 다량 공급하고 있는 실정이다. 또한 기존 초지가 산림으로의 환원 및 도시화·산업화에 따른 전용과 초지의 관리비용 증가 등으로 초지로의 조성면적보다 초지 이외로의 전용면적이 더 많아 <표 4-1>에서 보는 바와 같이 목초 및 사료작물의 공급이 매년 감소추세에 있다.

<표 4-3> 사료작물의 생산비

생산비	사 료 작 물					옥수수 엔실리지	배합 사료
	청예 옥수수	수단 그라스	청예호맥	유 채	연 맥		
원/kg	30	40	52	35	41	-	-
TDN(원/kg)	284	413	507	376	405	338	342

주: 사료작물 및 엔실리지 생산비는 1997.5~1998.4 기준, 배합사료가격은 2000.1 기준.  
자료: 농림부.

또한 농업정책자금지원제도 개선방안에 의해 1999년도부터 조사료생산기반 확충사업에 지급되던 보조금이 융자금으로 전환됨에 따라 사업신청이 저조하고 노후화된 장비의 교체에 대해 보조지원이 없어 축산농가에서는 장비교체에 어려움을 겪고 있다. 한편, 벼짚 생산지역과 축산농가가 지역적으로 편중되어 있어 벼주산단지와 축산집단지역간의 수급불균형이 발생함으로써 벼짚 생산지가격은 낮으나 유통비용의 과다 등으로 농가구입가격이 높고, 벼짚의 공급량이 벼 수확기 이후 기후 등 자연조건에 크게 영향을 받으며 보관상에도 큰 어려움이 있다. 따라서 조사료의 소요량을 국내에서 대부분 공급하려는 농림부의 계획을 실현시키기 위한 하나의 대안으로 벼짚이외의 대체조사료로써 산림자원을 이용한 목질조사료의 개발이 필요하다.

나. 조사료용 생지엽, 목질(톱밥)의 발생 및 이용실태

1) 발생량 추정 및 전망

주벌, 간벌, 천연림보육, 어린나무가꾸기 등 산림작업에 의해 생산되는 생지엽과 목질부자원은 호기나 혐기발효 조사료의 원료로서 이용이 가능하다. <표 4-4>에서 보는 바와 같이, 1998년 간벌 등 산림사업실적은 면적으로 약 94천ha가 실시되었으며, 1999년에는 숲가꾸기공공근로사업의 확대로 전년도보다 약 40% 증가된 약 131천ha였다. 이후 약간씩 감소되어 2001년에 실시된 간벌, 천연림보육 등에 의한 산림작업 면적은 104천ha에 이르고 있다. 산림청의 제4차 산림기본계획(1998~2007)에 따르면 2002년부터 2007년까지 간벌, 천연림보육, 어린나무가꾸기를 매년 약 115천ha~118천ha를 실시할 계획을 갖고 있다.

<표 4-4> 사업종별 산림작업의 추진실적 및 계획

단위: ha

사업종	실 적				계 획					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
간 별	37,276	54,177	51,740	40,939	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	50,105
천연림 보육	27,296	52,588	52,055	44,605	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	28,455
어린나무 가꾸기	29,873	24,720	21,123	18,758	39,000	39,000	38,000	38,000	37,000	36,769
계	94,445	131,485	124,918	104,302	118,000	118,000	117,000	117,000	116,000	115,329

주: 2002년 이후는 제4차 산림기본계획 수치임.

자료: 산림청.

이러한 간벌 등 산림사업으로부터 발생하는 수종별 생지엽 및 목질부자원의 발생량을 추정하기 위해 사업종 및 수종별 단위면적당 생지엽 및 목질부(원목)의 발생량 자료와 사업종별 수종구성비율 자료를 이용하였다.

1998년 임업연구원에서 전국의 간벌사업지 16개소, 천연림보육사업지 16개소, 어린나무가꾸기사업지 9개소를 대상으로 단위면적당 생지엽 및 목질부의 생체량을 직접 조사한 결과는 <표 4-5>와 같다. <표 4-5>에서 보는 바와 같이, 같은 사업종이라

하더라도 단위면적당 발생량이 수종별로 큰 차이를 보이고 있으며, 생지엽은 참나무가 잣나무, 리기다, 소나무 등 침엽수에 비해 더 큰데 반해, 목질부(원목)는 활엽수가 침엽수보다 훨씬 적은 것으로 나타나고 있다.

<표 4-5> 시업종 및 수종별 생지엽 및 목질부(원목)발생량

단위: 톤/ha

구 분	간 별		천연림보육		어린나무가꾸기		
	잣나무	리기다	소나무	참나무	잣나무	소나무	참나무
생지엽	13.8	7.9	13.0	16.0	22.9	14.9	22.2
목질부	17.2	16.3	6.9	1.9	-	-	-

한편, 간벌 등 시업종별 수종구성비율은 <표 4-6>과 같으며, <표 4-6>에서의 기타 수종은 대부분 낙엽송 등이다. 특히 간벌의 경우 낙엽송이 전체 사업면적의 25%를 차지하고 있으며, 그 외 활엽수가 6%를 점하는 것으로 추정되고 있다. 이를 감안하여 수종별 생지엽 및 목질부(원목)의 발생량을 추정하기 위해 기타 수종의 경우에는 각 시업종별 침엽수종의 단위면적당 발생량의 평균치를 적용하였다.

<표 4-6> 시업종별 수종구성 비율

단위: %

시업종	간 별			천연림보육			어린나무가꾸기			
	잣나무	소나무 등	기타	소나무	참나무	기타	잣나무	소나무	참나무	기타
구성비	21	48	31	30	70	0	60	10	10	20

자료: 산림청.

이와 같이 시업종·수종별 생지엽 및 목질부(원목) 발생량과 시업종별 수종구성 비율이 앞으로 일정하다고 가정하여 추정한 1999년도부터 2001년도까지의 생지엽 및 목질부의 발생량과 2002년 이후의 생지엽 및 목질부의 발생량에 대한 전망치는 <표 4-7>, <표 4-8>과 같다.

먼저 생지엽 발생량을 <표 4-7>에서 보면, 2001년에 발생한 생지엽량은 총 1,483.3천톤으로 추정되었으며 이 중 천연림보육을 통해 발생한 생지엽량이 전체 발생량 중 42.6%를 차지하는 것으로 추정되었고, 간벌 및 어린나무가꾸기 사업을 통해 발생한 생지엽량은 비슷한 것으로 추정되었다. 2002년부터 2007년까지는 평균 1.8백만톤 전후의 생지엽이 매년 발생할 것으로 추정되었다.

<표 4-7> 산림사업에 의한 생지엽의 추정발생량 및 전망

단위: 천톤

사업종	수 종	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
간 별	잣나무	157.0	149.9	118.6	139.1	139.1	139.1	139.1	139.1	145.2
	소나무	205.4	196.2	155.2	182.0	182.0	182.0	182.0	182.0	190.0
	기 타	182.2	174.0	137.7	161.4	161.4	161.4	161.4	161.4	168.5
	계	544.6	520.1	411.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	503.7
천연림 보 육	소나무	205.1	203.0	173.9	120.9	120.9	120.9	120.9	120.9	111.0
	참나무	589.0	583.0	499.6	347.2	347.2	347.2	347.2	347.2	318.7
	계	794.1	786.0	673.5	468.1	468.1	468.1	468.1	468.1	429.7
어린나무 가꾸기	잣나무	339.6	290.2	257.7	535.9	535.9	522.1	522.1	508.4	505.2
	소나무	36.8	31.5	27.9	58.1	58.1	56.6	56.6	55.1	54.8
	참나무	54.9	46.9	41.6	86.6	86.6	84.3	84.3	82.1	81.6
	기 타	93.4	79.8	70.9	147.4	147.4	143.6	143.6	139.9	139.0
	계	524.7	448.4	398.2	827.9	827.9	806.7	806.7	785.5	780.6
전 체	잣나무	496.7	440.2	376.4	674.9	674.9	661.2	661.2	647.5	650.4
	소나무	447.4	430.7	357.2	361.0	361.0	59.5	359.5	358.0	355.8
	참나무	643.9	629.9	541.2	433.8	433.8	431.6	431.6	429.3	400.3
	기 타	275.7	253.9	208.6	308.9	308.9	305.0	305.0	301.3	307.5
	계	1,863.7	1,754.7	1,483.3	1,778.6	1,778.6	1,757.4	1,757.4	1,736.2	1,714.0

주: 소나무에는 소나무이외에 리기다소나무 등 포함.

한편, 1999년 목질부의 발생량은 총 1,079.7천톤으로 추정되었으며 이 중 간벌작업을 통해 발생한 목질부량이 전체의 83.4%로 대부분을 차지하는 것으로 추정되었다. 2002년부터 2007년까지는 매년 약 0.9백만톤 내외의 목질부가 발생할 것으로 추정되었다.

<표 4-8> 산림사업에 의한 목질부(원목)의 추정발생량 및 전망

단위: 톤/ha

사업종	수 중	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
간 별	잣나무	195.7	186.9	147.9	173.4	173.4	173.4	173.4	173.4	181.0
	소나무	423.9	404.8	320.3	375.6	375.6	375.6	375.6	375.6	392.0
	기 타	281.3	268.7	212.6	249.2	249.2	249.2	249.2	249.2	260.2
	계	900.9	860.3	680.8	798.2	798.2	798.2	798.2	798.2	833.2
천연림 보 육	소나무	108.9	107.7	92.3	64.2	64.2	64.2	64.2	64.2	58.9
	참나무	69.9	69.2	59.3	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	37.8
	계	178.8	176.9	151.6	105.4	105.4	105.4	105.4	105.4	96.7
전 체	잣나무	195.7	186.9	147.9	173.4	173.4	173.4	173.4	173.4	181.0
	소나무	532.7	512.6	412.6	439.7	439.7	439.7	439.7	439.7	450.9
	참나무	69.9	69.2	59.3	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	37.8
	기 타	281.3	268.7	212.6	249.2	249.2	249.2	249.2	249.2	260.2
	계	1,079.7	1,037.3	832.4	903.6	903.6	903.6	903.6	903.6	929.9

주: 소나무에는 소나무이외에 리기다소나무 등 포함.

이를 종합하여 보면, 2002년부터 목질조사료로 이용할 수 있는 목질부 및 생지엽이 매년 약 2.7백만톤이 발생하는 것으로 추정되며, 따라서 산림사업으로부터 발생하는 생지엽 및 목질부자원을 활용하여 대체조사료를 개발한다면 이상적인 조사료의 배합비율을 달성하기 위해 소요되는 조사료의 상당부분을 공급할 수 있을 것으로 보인다.

## 2) 산림작업 산물의 수집·활용현황

1999년 숲가꾸기공공근로사업에 의한 산물수집 및 활용실적을 보면, 전체 산물수집량이 120,224m<sup>3</sup>로 전체 사업면적 127,792ha로 나눈 ha당 수집량은 0.94m<sup>3</sup>이었다(표 4-9). 그러나 대부분의 산물이 간벌, 천연림보육, 어린나무가꾸기사업에 의해 생산되는 상황을 감안한다면 간벌, 천연림보육, 어린나무가꾸기 사업면적 81,719ha로 나눈



ha당 수집량은 1.5m<sup>3</sup>이었다.

전체 수집량 중 활용량의 비율은 약 89%였으며, 전체 활용량 중 톱밥으로 약 34% 활용되었으며, 원목형태로 약 38% 활용되었다. 이를 소유별로 보면, 국유림의 경우에는 톱밥생산 및 원목형태의 판매가 대부분을 차지하고 있으나 민유림의 경우는 톱밥생산 및 임산연료 등으로 약 90%가 활용되었다.

<표 4-9> 숲가꾸기공공근로사업의 산물수집 및 활용실적(1999)

단위: m<sup>3</sup>

구 분	수집량	활 용 량						
		톱 밥	원 목				기타 (연료재등)	계
			원주목 가공용	제재, 갱목, 펄프용	조사 료용	소계		
국 유 림	80,469	28,772	4	35,949	-	35,953	9,087	73,812
민 유 림	36,850	7,942	1,841	509	919	3,269	20,001	31,212
생명의숲	2,905	-	-	1,487	-	1,487	80	1,567
계	120,224	36,714	1,845	37,945	919	40,709	29,168	106,591

자료: 산림청, 숲가꾸기 공공근로사업 추진성과와 과제, 2000.2.

1999년 숲가꾸기공공근로사업 면적 중 간벌, 천연림보육, 어린나무가꾸기 사업 면적은 일반사업을 포함한 전체 산림사업면적의 약 63%를 점하고 있다. 전체 숲가꾸기공공근로사업에 의한 산물이 전량 간벌, 천연림보육, 어린나무가꾸기사업에 의해 생산된다고 가정하고 일반사업으로부터 생산되는 ha당 산물채적과 수집량이 숲가꾸기공공근로사업과 동일하다고 가정한다면, 1999년 전체 산림사업중 간벌, 천연림보육, 어린나무가꾸기사업으로부터 수집되는 목질자원의 물량은 약 200천m<sup>3</sup>가 된다. 이 수집량은 <표 4-8>의 우리나라 전체 사업으로부터 발생하는 목질자원의 추정발생량 약 740천m<sup>3</sup>(전환계수 0.7m<sup>3</sup>/톤 적용)와 비교할 때 약 27%정도라 추정할 수 있다. 따라서 전체 목질자원의 발생량 중 약 30%가 판매가능하여 수집되고 있다고 할 수 있다.

#### 다. 사례조사에 의한 목질톱밥의 발생 및 이용실태

1997년말 환율인상에 따른 외국산 조사료가격의 상승으로 축산농가의 경제적 부담은 커져갔다. 당시 정부는 외국산 조사료를 국내산 조사료로 대체하기 위한 한 방안으로 산림자원을 이용한 목질조사료 공급, 즉 목질 톱밥을 조사료로 일부 공급한다는 정책을 수립하고 그 구체적인 대안으로 TMR기계를 이용한 축산농가의 자가조사료 제조를 권장하였다. 당시 축산농가는 TMR기계를 구입하는 비용을 국가로부터 보조를 받아 목질 톱밥을 다른 곡물류나 음식찌꺼기와 함께 섞어 조사료를 제조하여 급여하기도 하였다.

그러나 현재는 환율이 안정됨에 따라 외국산 조사료가 국내 볏짚보다 싼 가격에 들어오고 있으며 목질 톱밥의 가격이 높아짐에 따라 원자재 공급에 어려움이 더해져 현재 조사료용 목질 톱밥의 생산 및 이용은 거의 이루어지지 않고 있다. 현재 축산농가에서 원목톱밥을 구입하여 쓰는 용도는 주로 축사갈개용이며 대규모 돈사나 계사의 경우 분뇨처리를 위해 제재톱밥을 이용하고 있다. 1999년 숲가꾸기공공근로사업에 의해 수집된 산물량 중 조사료용 919m<sup>3</sup>의 대부분은 경남 김해시(764m<sup>3</sup>)에서 이루어진 것인데, 이것은 목질 조사료의 이용가능성을 타진한 시범사업의 결과로 나타난 것일 뿐 현실 시장에서 거래된 것은 아니었다.

더구나 목질톱밥이 아닌 생지엽을 이용한 조사료 제조 및 이용은 전혀 없는 것으로 파악되며, 다만 본 연구를 위해 경기도 화성군 조암면 조암농장에서 생지엽 조사료를 급여하여 사양실험을 하고 있을 뿐이었다.

따라서 여기서는 목질 톱밥이 과거에 조사료로 이용되었던 경험과 향후 조사료의 가능성이 있다고 가정하고 현재 목질 톱밥의 발생 및 이용실태를 다루어 보고자 한다. 먼저 전국적인 톱밥 발생실태를 살펴보고 다음으로 국유림에서의 톱밥 발생실태 및 이용, 마지막으로 가평군을 사례지역으로 하여 톱밥 발생 및 이용 실태에 대해 살펴보았다. 국유림에서의 톱밥 발생실태 및 이용은 전국 25개 국유림관리소를 대상으로 하여 설문조사를 실시하여 얻은 결과이며 가평군의 톱밥 발생 및 이용 실태는 직접 방문조사를 실시하여 얻은 결과이다.

---

1) 산림청, '99숲가꾸기사업 산물수집 및 활용실적.

1) 전국의 톱밥 발생 및 이용 실태

'99년도 톱밥 총수요량은 2,826천<sup>m</sup>였으며 총공급량은 총수요량의 55.4%인 1,566천<sup>m</sup>였다. 산림청의 2000년도 수요조사결과(시·도) 총수요는 '99년 대비 40% 증가한 3,953천<sup>m</sup>, 공급은 19% 증가한 1,839천<sup>m</sup>로 조사되었다. 특히 산림조합, 축협 등의 생산·공급 계획량이 크게 증가하여 '99년 196천<sup>m</sup>에서 2000년도에는 385천<sup>m</sup>로 증가할 것으로 예상된다(표 4-10).

<표 4-10> '99 톱밥 수급실적 및 2000년도 계획

단위: 천<sup>m</sup>, (%)

연 도	수요량(A)	공급량(B)	증감량(B-A)	증감률(B/A)
'99실적	2,826	1,566	△1,260	55.4
2000년도 계획	3,953	1,839	△2,114	46.5

자료: 산림청내부자료(톱밥생산확대 공급방안, 2000.9., 산림소득과)

다음으로 용도별, 생산자별 공급실적 및 계획을 살펴보면, 가장 많이 이용되는 용도는 가축분뇨의 수분조절제로 이용되는 축사깔개로 '99년 총 톱밥사용량 중 약 91%를 차지하였다. 공급원별 공급비율을 보면, 제재소 82.6%, 산림조합·축협 12.5%, 국유림관리소 4.3%, 시·군 0.6% 순으로, 제재톱밥이 대부분 공급되는 것으로 나타났다(표 4-11). 이중 소경간벌재 등 원목을 가공·생산하여 공급되는 톱밥은 매우 적은데, 그 이유는 원목톱밥의 원재료비가 커 제재톱밥에 비해 가격경쟁력 면에서 떨어지기 때문인데, 제재톱밥은 원목을 가공하면서 발생하는 부산물이기 때문이다.

<표 4-11> 용도별, 생산자별 공급실적 및 계획

단위 : 천<sup>m</sup>, %

연도	총수요			공급처별 공급량				
	계	축분	기타	계	제재소	산림조합·축협	관리소	시·군
'99실적	2,829 (100.0)	2,574 (91.0)	252 (9.0)	1,566 (100.0)	1,294 (82.6)	196 (12.5)	68 (4.3)	8 (0.6)
2000년도 계 획	3,953 (100.0)	3,880 (98.2)	338 (1.8)	1,839 (100.0)	1,299 (70.6)	385 (20.9)	50 (2.7)	105 (5.8)

자료: 산림청내부자료(톱밥생산확대 공급방안, 2000.9., 산림소득과)

현재 톱밥의 원자재로 이용되는 간벌목과 제재소 폐목재를 이용하여 톱밥을 제조할 경우 <표 4-12>와 같이 m<sup>3</sup>당 제재소 톱밥이 8,878원이 더 저렴한 것으로 나타나, 실제 축산농가가 질이 좋은 원목 톱밥보다 제재소 톱밥을 이용하는 가장 큰 이유가 된다고 하겠다.

톱밥의 판매가격 역시 축산농가 도착가격을 기준으로 할 때, 산림조합에서 제조한 원목용 톱밥가격이 제일 높은 33,040원/m<sup>3</sup>이며, 인천지역의 제재 톱밥은 25,200원/m<sup>3</sup>로 원목용 톱밥 보다 7,840원이 저렴하였다. 반면 국유림관리소에 판매하는 숲가꾸기 톱밥은 17,000원/m<sup>3</sup>로 제일 저렴한데, 이것은 간벌목 수집비가 숲가꾸기공공근로자의 노임으로 보조되었기 때문이다.

<표 4-12> 간벌목 및 제재소 폐목재를 이용한 톱밥 제조원가

단위 : 원/m<sup>3</sup>, (%)

구분	계	원재료비	경비	노무비	관리비	이윤
간벌목 (A)	37,390 (100.0)	22,760 (60.9)	5,270 (14.1)	7,020 (18.8)	1,610 (4.3)	700 (1.9)
제재소 (B)	28,512 (100.0)	13,913 (48.8)	7,024 (24.6)	5,267 (18.5)	1,613 (5.7)	695 (2.4)
A-B	8,878	8,847	-1,754	1,753	-3	5

자료: 산림청내부자료(톱밥생산확대 공급방안, 2000. 9., 산림소득과)

## 2) 국유림에서의 톱밥 발생 및 이용 실태

국유림에서의 톱밥 발생 및 이용 실태는 전국 25개 국유림관리소를 대상으로 우편 설문조사를 실시하여 회수된 19개의 설문 결과를 분석하여 파악하였다. 설문내용은 크게 전체 산림사업을 통해 수집된 산물과 숲가꾸기공공근로사업을 통해 수집된 산물로 구분하였다. 그리고 각각 수집된 산물을 원목과 톱밥, 기타로 구분하였다. 다시 원목은 원주목, 제재목, 톱밥용으로 구분하였고 톱밥은 국유림관리소가 직접 톱밥을 생산하여 축사갈개용과 조사료용으로 판매한 것을 조사하였으며, 기타는 앞서 말한 용도 이외 임산연료 등으로 판매된 것을 조사하였다. 설문조사한 결과를 정리한 것이 <표 4-13>이다.

<표 4-13> 국유림관리소에서 수집한 용도별 총수집량(1999)

단위: m<sup>3</sup>, %

구 분	원 목								톱 밥		기 타		합 계	
	원주가공용		제재목용		톱밥용		소 계		수집	판매	수집	판매	수집	판매
	수집	판매	수집	판매	수집	판매	수집	판매						
전 체 (a)	71	61	44,664	43,059	9,442	3,739	54,157	46,859	32,418	28,563	5,488	5,392	92,063	80,814
공공근 로 (b)	71	61	34,516	32,996	8,536	3,193	43,240	36,367	31,872	28,017	4,791	4,750	79,786	69,027
비율 (b/a)	100.0	100.0	77.3	76.6	90.4	85.4	79.8	77.6	98.3	98.1	87.3	88.1	86.7	85.4

주: 구미, 단양, 무주, 보은, 부여, 삼척, 양구, 양산, 연곡, 영덕, 영암, 영월, 울진, 인제, 정선, 정읍, 태백, 함양, 홍천 등 19개 국유림관리소임.

1999년 19개 국유림관리소가 수집한 산물량은 92,063m<sup>3</sup>로, 이중 88.7%인 79,786m<sup>3</sup>는 숲가꾸기공공근로사업의 산물수집량이었다. 이중 원목 수집량은 총수집량의 59%인 54,157m<sup>3</sup>였으며 톱밥(전량 측사갈개용)은 35%인 32,418m<sup>3</sup>, 기타는 6%인 5,488m<sup>3</sup>로 조사되었다. 원목은 대부분 제재용으로 총 원목 수집량의 82%, 총 수집량의 49%를 차지하였다. 반면 톱밥용 원목 형태로 판매할 목적으로 수집된 원목량과 톱밥 형태로 판매할 목적으로 수집된 톱밥용 원목량을 합치면 총 수집량의 45%를 차지하였다(표 4-13). 그러므로 국유림에서 산림사업을 통해 수집된 산물의 대부분은 제재목용과 톱밥용으로 판매되었다고 볼 수 있다.

<표 4-14> 국유림관리소에서 수집한 수종별 총 수집량(1999)

단위: m<sup>3</sup>

구 분	원 목								톱 밥		기 타		합 계	
	원주가공용		제재목용		톱밥용		소 계		수집	판매	수집	판매	수집	판매
	수집	판매	수집	판매	수집	판매	수집	판매						
소나무	-	-	14,698	14,662	687	-	15,385	14,662	7,075	6,691	2,078	2,078	24,538	23,431
잣나무	-	-	2,494	2,474	2,858	-	5,352	2,474	7,187	6,854	257	257	12,798	9,585
낙엽송	-	-	12,581	12,234	-	-	12,581	12,234	704	483	112	112	13,396	12,828
참나무	71	61	2,171	1,912	413	-	2,655	1,973	8,293	6,662	1,597	1,501	12,545	10,136
기 타	-	-	12,720	11,777	5,484	3,739	18,184	15,516	9,159	7,873	1,444	1,444	28,788	24,834
합 계	71	61	44,664	43,059	9,442	3,739	54,157	46,859	32,418	28,563	5,488	5,392	92,063	80,814

다음은 국유림에서 산림사업을 통해 수집된 산물의 수종별, 용도별 이용상태를 살펴보면, 기타를 제외한 수종별 수집량의 경우 소나무, 낙엽송, 잣나무, 참나무 순이었으며, 침엽수가 활엽수에 비해 수집량이 상대적으로 많았음을 알 수 있다. 그 이유는 숲가꾸기공공근로사업을 포함한 대부분의 산림사업이 침엽수 인공림을 대상으로 하였기 때문이다.

한편 수종별 이용 현황을 보면 앞서 살펴본 바와 같이 대부분 제재목용과 톱밥용으로 이용되고 있었는데, 참나무류는 제재목용보다는 톱밥용으로 많이 이용된 반면 수피가 거친 낙엽송은 톱밥용보다 제재목용으로 대부분 이용되었다. 낙엽송 톱밥의 경우 축사깔개용으로 사용할 경우 피부염 등을 유발시켜 축사농가에서 기피하고 있어 축사깔개용보다는 유기질퇴비 원료로 이용된 것이 아닌가 생각된다.

### 3) 가평군에서의 톱밥 발생 및 이용 실태

가평군에서의 톱밥 발생 및 이용실태를 파악하기 위해 톱밥용 원목의 생산부터 톱밥을 제조하여 축산농가에 판매하기까지의 유통과정에 따라 직접 생산·유통·소비 주체를 방문조사 하였다. 이 조사에서는 가평군 관내와 관외에서 공급되는 제재 톱밥을 정확히 파악하기 어려워 제재톱밥은 조사에서 제외하였다.

먼저 톱밥용 원목 생산은 국유림에서의 생산과 민유림에서의 생산으로 구분할 수 있다. 1999년말 현재 가평군관내 국유림을 관리하는 춘천관리소를 조사한 결과 가평군관내 국유림에서 톱밥용 원목은 전혀 생산되지 않았다.

다음으로 민유림에서 생산된 톱밥원목량은 실제 벌채를 담당할 벌채업자를 조사하여야 하는데, 1999년 한해 벌채에 종사한 벌채업자를 일일이 조사한다는 것이 어려울 뿐만 아니라 실제 조사를 통해서 확실한 생산량을 파악할 수 없다고 판단하여 톱밥용 원목을 이용하는 가평군 산림조합 목재집하장과 톱밥가공업체인 C사를 조사하여 역으로 파악하였다. 실제로는 가평군 관내에서 생산된 톱밥용 원목이 가평군 관외로 판매될 수 있지만 물류비용을 감안할 때 그 양이 매우 적다고 보고 이 조사에서는 가평군 관외 반출은 없다고 가정하였다. <표 4-15>는 가평군에서 생산된 톱밥용 원목량 및 톱밥생산량, 판매량을 위에서 말한 두 곳을 통해 파악한 결과이다.

<표 4-15> 가평군내 원목 소요량 및 원목톱밥 생산량(1999년)

구 분	톱밥생산량(톤)	원목소요량(m <sup>3</sup> )	톱밥 판매량(톤)	
			관 내	관 외
산림조합	1,165.0	2,563.0	768.2	396.8
C사	460.0	1,012.0	236.8	223.2
계	1,625.0	3,575.0	1,005.0	620.0

※ C사의 1999년 공장가동기간은 1999.10.15.~1999.12.31.임

※ 관내판매량 추정 : 가평군내 톱밥보조비가 지급된 1,005톤 중 산림조합이 공급한 물량을 제외한 236.8톤을 공급한 것으로 가정

톱밥용 원목량(m<sup>3</sup>)은 두 톱밥가공업체가 생산한 톱밥량(톤)에 전환계수 2.2<sup>2)</sup>을 곱해 구했는데, 그 결과 약 3,575m<sup>3</sup>의 원목이 톱밥을 생산하는 데 이용된 것으로 추정되었다. 2000년 현재 가평군과 축협은 지방비와 사업비를 통해 축산농가의 톱밥구입에 따른 보조비를 지급하고 있다. 가평군의 경우 선착순으로 톱밥 3톤(11m<sup>3</sup>)에 5만원의 보조를 하고 있으며 축협의 경우 축협 조합원에 한해 1농가 18만원/년의 보조를 하고 있어 타 지역에 비해 원목용 톱밥수요가 높은 편이다. 1999년의 경우 톱밥구입 보조비는 가평군에서만 1,005톤에 한정하여 지급되었는데, 축산농가는 우선적으로 보조금이 지급되는 1,005톤에 한정하여 원목톱밥 구입이 이루어졌다고 볼 수 있다. 관내의 경우 산림조합이 보조비 할당량의 76%를 공급하였는데, 그 이유는 다른 톱밥가공업체인 C사가 1999년 10월 15일에 개업하여 공장가동기간이 짧았기 때문이었다. 반면 관외는 관내보다 다소 높은 가격에 판매되고 있었는데 거리와 거래량에 따라 관내보다 보통 톱당 1~2만원 높게 판매되었다.

톱밥용 원목의 구입 가격은 산림조합의 경우 톱당 41천원이었으며 C사의 경우 44천원이었다. 이 톱밥용 원목을 이용하여 만든 톱밥은 산림조합의 경우 관내 100,000원/톤, 관외 110,000원/톤에 판매하고 있었으며 C사의 경우 90,000원/톤에 판매하였다. C사의 경우 '99년 10월 중순에 공장을 가동하였기 때문에 원료확보와 판매선 개척을 위해 산림조합보다 다소 높은 가격에 사서 싼 가격에 판매하였다고 볼 수 있다(표 4-16).

2) 잣나무 氣乾비중 0.45를 적용하였음.(임업연구원, 1994, 한국산 주요 수종의 성질과 용도, 연구자료 제95호, p.123)

<표 4-16> 축사깔개용 톱밥원목 및 톱밥가격(1999년)

단위: 천원/톤

구 분	톱밥용 원목가격	원목톱밥 가격	제재톱밥가격
산림조합	41	100~110	70
C사	44	90	

주: 톱밥용 원목은 공장도착가격이며 원목톱밥, 제재톱밥은 축산농가도착가격 기준

결론적으로 가평군내 원목톱밥의 생산 및 유통을 정리해 보면, ①톱밥용 원목은 전량 민유림에서 생산되었으며, ②대부분 목상에 의해 톱밥가공업체인 가평군 산림조합과 C사로 유통되었고 소수 산림조합의 직영벌채로 공급되었으며, ③산림조합과 C사는 약 3,575m<sup>3</sup>의 원목을 이용하여 1,625톤(톱밥으로 환산하여 3,738m<sup>3</sup>)의 톱밥을 생산하였고 ④대부분 축산농가의 수분조절재용 깔개와 퇴비제조업체로 판매되었다는 것을 파악할 수 있었다. 또한 가평군 관내 육우, 한우, 양계, 양돈사에 필요한 톱밥수량이 2,694톤이라고 할 때(표 4-17), 원목톱밥은 군보조금이 할당된 1,005톤에 한정되어 이용되었고 나머지는 상대적으로 값싼 제재톱밥 등이 이용되었다.

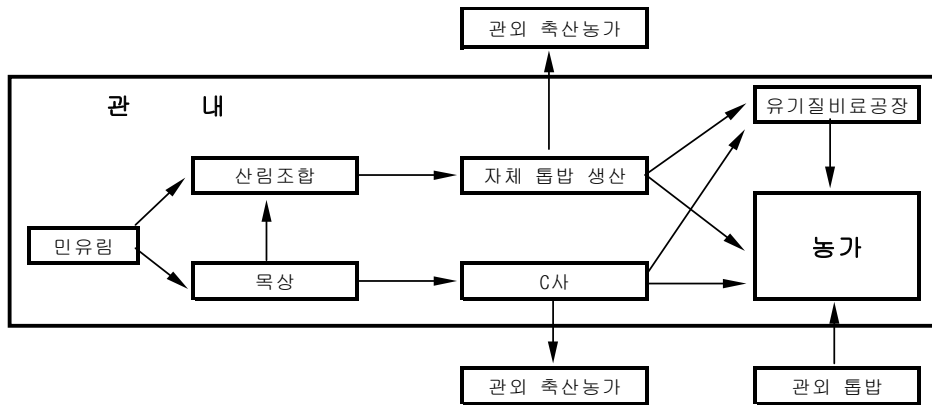
<표 4-17> 가평군 관내 축종별 톱밥소요량

단위: 톤

구 분	젓 소	한 우	양 계	양 돈	합 계
소요량	1,272	264	1,024	134	2,694

자료: 가평군 축산업협동조합





<그림 4-1> 가평군내 원목 톱밥의 유통 경로('99)

## 2. 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료 및 정유잔사 사료의 경제성 분석

### 가. 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 경제성 분석

#### 1) 연구 방법

잣나무 생지엽을 이용한 비육우용 발효조사료(이하 「잣나무생지엽 발효조사료」라 칭함) 제조공정은 ① 산지에서 잣나무생지엽 수집, ② 산지에서 제조농가까지의 잣나무생지엽 운반, ③ 제조농가에서의 잣나무생지엽 파쇄, ④ 잣나무생지엽 발효조사료 제조로 구분할 수 있다. 각 공정별 비용은 산지에서의 작업조건, 산지에서 제조농가까지 거리, 수요량에 따른 생지엽 파쇄 규모(시설규모 및 작동일수 등) 등 조건과 가정에 따라 매우 다양할 것이다. 현재까지 「잣나무생지엽 발효조사료」가 제조되어 시장에서 거래되고 있지 않으며 단지 조암농장(경기도 화성군 소재)에서 자가 사육용 비육우에 급여한 사례가 유일하다는 점에서 조암농장에서의 「잣나무생지엽 발효조사료」 제조사례를 연구대상으로 하여 제조원가를 산출하였다.

또한 잣나무생지엽의 수집비용을 조사하기 위해 숙련도에 따라 ①숲가꾸기 공공근로자와 ②전문작업단인 국유림 영림단의 잣나무 수집비용을 비교·조사하였다. 산지에서 제조농가까지의 운송비용은 크게 상차비와 운반비로 구분되는데, 본 연구에서는 수집작업자가 상차를 한다는 가정 하에 거리에 따라 운송비를 달리하여 산출하였다. 제조농가에서의 잣나무생지엽 분쇄비용은 2001년 전반기까지 생지엽 발효조사료를 급여하였던 조암농장에서 소형파쇄기를 이용한 2인 1조의 작업 방식을 기준으로 반복 조사하여 산출하였다. 발효조사료 제조는 발효제 첨가, 물 첨가 및 TMR혼합, 제조된 「잣나무생지엽 발효조사료」 밀봉단계를 하나의 공정으로 보고 반복 조사하여 비용을 산출하였다.

#### 2) 공정별 비용 산출

##### 가) 수집비용

산지에서 「잣나무생지엽 발효조사료」의 원료가 되는 잣나무생지엽의 수집비용을 조사하기 위해 2001년도에 숲가꾸기사업이 실시되었던 경기도 가평군과 강원도 홍천군 지역내에서 각각 2회씩 사례조사를 실시하였다. 숙련도에 따른 작업량의 차이를 살펴보기 위해 청평지역에서는 숲가꾸기 공공근로사업자를 대상으로 하였으며, 홍천지역에서는 국유림 영림단을 대상으로 조사하였다. 잣나무생지엽의 수집에서부터 발효조사료 급여까지의 모습은 <그림 4-2>와 같다.



<임지내 잣나무생지엽>



<임도로부터의 거리별 구획>



<잣나무생지엽 수집>



<인력에 의한 생지엽 운반>



<강선에 의한 생지엽 운반>



<수집된 생지엽 무게 측정>





<잣나무생지엽 상차·운반>



<잣나무 생지엽 분쇄>



<잣나무생지엽 혼합>



<잣나무생지엽 발효조사료 밀봉>



<잣나무생지엽 발효조사료 보관(30일)>



<잣나무생지엽 발효조사료 급여>



<도구작업시 사용된 도구>

<그림 4-2> 잣나무생지엽의 수집에서 급여까지 과정

(1) 숲가꾸기 공공근로사업자에 의한 잣나무생지엽 수집비용

산지에서의 잣나무생지엽 수집비용 조사를 숲가꾸기 공공근로사업자를 대상으로 실시한 이유는 본 연구의 목적 중 하나가 숲가꾸기 공공근로사업을 통하여 산지에 버려지는 산물을 이용하고자 하는 데 있었기 때문이다. 본 조사의 대상지는 춘천관리소 산하 청평사업소가 관리하는 국유림지역이었다. 수집방법은 ① 인력 수집방법과 ② 인력과 간단한 도구를 혼합한 <인력+도구> 수집방법으로 수행되었다. 작업에 참여한 숲가꾸기 공공근로사업자는 경기도 성남시의 건설근로자로서 산지작업 경험이 대부분 부족하였다.

인력작업은 임도로부터 거리를 30m 이하, 30~50m, 50m 이상으로 구분하여 잣나무생지엽 수집비용을 조사하였으며, 도구작업은 도로변에서 70m까지의 지역에 산재한 잣나무생지엽의 수집비용을 조사하였다.

인력작업과정은 <그림 4-2>와 같이 산지내에 산재된 잣나무생지엽을 수집하여 운반가능한 속으로 묶은 뒤 도로변 집재지까지 개인별로 운반하는 방식으로 수행되었고, <인력+도구>작업은 먼저 가선집재방법과 같이 도로변 집재지에서 70m떨어진 곳까지 가선을 설치한 후 인력작업과 같이 생지엽을 수집하여 운반가능한 속으로 묶은 뒤 S자 고리를 가선에 매달아 도로변 집재지까지 중력에 의해 자동 운반되는 방식으로 실행하였다.

인력작업에 의한 잣나무생지엽 수집비용은 다음 <표 4-18>에서 볼 수 있듯이 1차 조사에서는 평균 82.72원/kg, 2차 조사에서는 평균 108.40원/kg으로 조사되었다. 1, 2차 조사결과 평균 수집비용의 차이가 25.68원/kg으로 매우 크게 나타났다. 이 차이는 작업조건, 즉 지형(특히 경사도)과 생지엽량의 차이에도 기인하지만 공공근로자들의 참여 태도와 관련이 있다고 사료된다. 공공근로자는 일당으로 임금을 지급 받는데, 같은 작업을 반복하면서 1차 때보다 낮은 강도로 작업에 임하였던 것이 2차 조사시 수집비용이 증가하였던 한 원인이 되었다고 생각된다.

또한 <표 4-18>에서 보는 바와 같이 1, 2차 조사의 경우 모두 거리에 따른 평균 수집비용이 크게 증가하고 있는 것을 볼 때 수집량을 고려하여 거리를 배정할 필요가 있다. 따라서 현재 잣나무생지엽에 대한 수요가 많지 않다는 것을 고려한다면 30m 이내에서 잣나무생지엽을 수집하는 것이 경제적이라고 생각한다.



<표 4-18> 청평에서의 숲가꾸기공공근로사업자(인력)에 의한 잣나무생지엽 수집비용

단위: 원/kg

구 분	거리(m)	수집비용		합 계
		인 건 비	재료비	
1차	~30m	62.99	0.34	63.33
	31~50m	83.65	0.43	84.08
	50m 이상	100.30	0.51	100.81
	평 균	82.31	0.41	82.72
2차	~30m	66.70	0.35	67.05
	31~50m	111.50	0.56	112.06
	50m 이상	145.49	0.72	146.21
	평 균	107.90	0.50	108.40
총 평 균		95.11	0.45	95.56

주: 1. 숲가꾸기공공근로사업에 참여하는 근로자 임금과 노동 강도 적용(임금: 32,000원/인)

2. 실제 작업시간은 전체 노동시간(480분)의 66.7%(320분)로 가정

다음으로 <인력+도구> 작업방법에 의한 잣나무생지엽 수집비용은 <표 4-19>에서 보는 바와 같이 평균 91.83원/kg으로 조사되었다. 본 작업방법 중 도구란 잣나무생지엽이 산재된 작업지와 임도변간 어느 정도의 경사가 있을 경우 물매를 이용한 鋼線을 설치할 수 있는데, 이 때 생지엽을 자기하중에 의해 잣나무생지엽이 산재된 산지 작업지에서 임도변까지 내려올 수 있도록 하는 鋼線과 생지엽을 鋼線에 매달기 위한 S字形 쇠고리를 의미한다. 그러나 70m 이내의 작업지에서는 <인력+도구> 작업이 위에서 살펴 본 인력작업에 비해 효율적이지 못하였다. 그 이유는 鋼線을 설치하는데 시간이 소요되며, 잣나무생지엽량이 원격지에 특별히 많지 않을 경우 인력에 의한 수집이 더욱 효율적이기 때문이다. 따라서 <인력+도구> 작업은 ① 경사가 있고 ② 원격지에 생지엽량이 많은 작업지에 적용할 수 있다고 판단된다.

<표 4-19> 청평에서의 숲가꾸기공공근로사업자(인력+도구)에 의한 잣나무생지엽 수집비용

단위: 원/kg

구 분	거리(m)	수집비용		합 계
		인건비	재료비	
제1차	70 이내	91.94	0.75	92.69
제2차	70 이내	90.22		90.97
평 균		91.08	0.75	91.83

주: 30m이내는 인력작업으로 그 이상은 鋼線을 이용한 도구작업으로 함.

(2) 국유림 영림단에 의한 잣나무생지엽 수집비용

국유림 영림단에 의한 잣나무생지엽 수집비용 조사는 홍천 국유림관리소가 관리하고 있는 국유림지역에서 이루어졌다. 1차 조사지는 잣나무생지엽량도 풍부하고 임도변에 비교적 가까워 생지엽을 수집하는 데 매우 양호한 조건을 갖추고 있었으나 2차 조사지는 작업지에서 수집한 생지엽을 임도변까지 끌어내리려면 깊은 계곡을 건너야 하는 악조건에다 1차 조사지보다 잣나무생지엽량도 적은 지역이었다(표 4-20). 따라서 1차 조사지는 인력에 의하여 수행하였고 2차 조사는 <인력+도구> 작업방법에 의해 잣나무생지엽 수집비용을 조사하였다.

작업에 참여한 국유림 영림단은 홍천 국유림관리소 관내 기계화작업단으로 불릴 정도의 전문작업단으로 연령분포가 29세에서 41세까지로 비교적 젊은 작업단이며, 작업단 각자가 맡고 있는 부분을 잘 숙지하고 있어 특별한 감독이나 지시가 없어도 원활히 작업이 이루어졌다. 또한 국유림 영림단은 도급작업에 매우 익숙하여 하루 작업량을 정하면 짧은 시간 내에 일을 끝내려는 성향이 강하였다.

<표 4-20> 홍천 국유림 영림단의 작업 대상지 개황

구 분	대 상 지	임 상	지 형	생지엽량	작업형태	비 고
1차	95임반	잣나무 인공 (23년)	임 도 변 급경사지	많 음	인력작업	임도변 굴리기 가능
2차	6임반	잣나무 인공 (28년)	임 도 변 계곡존재	적 음	인력 + 도구작업	강선 집재 이외 불가능

홍천 국유림 영림단에 의한 잣나무생지엽 수집비용은 <표 4-21>과 같이 1차 조사(인력작업)의 경우 38.60원/kg으로 조사되었으나 2차 조사지는 63.30원/kg으로 1.64배의 비용 증가가 있었다. 그 이유는 1차 조사지가 2차 조사지에 비해 잣나무생지엽량이 풍부하여 動線을 줄일 수 있었고 작업지에서 임도변까지 쉽게 운반할 수 있다는 지형적인 장점 때문이라고 사료된다.

<표 4-21> 홍천 국유림 영림단에 의한 잣나무생지엽 수집비용

구 분	국유림 영림단		
	인력작업(인력)	도구작업(도구)	평 균
수집비용(원/kg)	38.6	63.3	50.95
1인당 생산량(kg)	1,306	795	1,050.50

주: 국유림영림단 인건비 - 50,000원/인.

(3) 공공근로사업자 및 국유림 영림단에 의한 잣나무생지엽 수집비용 비교

각각 조사지의 지형조건이 다르기 때문에 상호 비교가 곤란하지만 여러 번의 반복조사를 통하여 평균적인 산지 수집비용을 산출하고자 하였다. 작업자의 숙련도를 기준으로 할 때 국유림 영림단 인력 작업자들의 생산량을 100으로 하면 <표 4-22>에서 보는 바와 같이 공공근로자의 생산량은 양평(지역농민)<sup>3)</sup> 61.9, 청평(건설근로자)은 38.2로 나타났다. 그러나 국유림영림단은 1일 50,000원으로, 공공근로자는 1일 32,000원으로 적용한 국유림 영림단의 수집비용을 100이라 하면 양평은 96.6으로 국유림의 영림단의 수집비용과 비슷하였으나 청평은 156.6으로 나타났다. 따라서 국유림영림단의 1일 임금이 공공근로자의 1.56배 높다는 것을 감안할 때 작업숙련도에 따라 커다란 생산성 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 4-22> 작업지 투입대상별 잣나무생지엽 수집비용의 조사결과 비교

구 분	국유림 영림단	공공근로자(인력+도구 병용)	
		청평(건설근로자)	양평(지역 농민) <sup>1)</sup>
1인당 생산량(kg)	1,050	401	650
생산지수	100.0	38.2	61.9
수집비용(원/kg)	50.95	79.8	49.20
비용지수	100.0	156.6	96.6

주: 1. 2000년도 임업연구원 연구사업보고서 5-II. 289p 참조.

2. 국유림영림단 인건비는 50,000원/인, 공공근로자 인건비는 32,000원/인 적용

3) 양평에서의 숲가꾸기 공공근로자를 대상으로 한 잣나무생지엽 수집비용 조사는 2000년도에 이루어졌다. 공공근로자가 산지작업에 익숙한가 아닌가에 따라 수집비용에 많은 차이를 보일 수 있는데, 이에 대한 비교를 위해 2000년도 자료를 이용하였다.

또한 지형을 기준으로 할 때 잣나무생지엽 수집작업지는 국유림 영림단과 양평의 지역농민 작업단의 작업지의 경우와 같이 산지의 경사도가 완만하고 임도변에 다소 경사가 있는 50m 이내의 작업지에서 수집하는 것이 가장 효과적인 것으로 조사되었다. 이와 더불어 잣나무생지엽의 수집효율성에 영향을 미치는 조건 중 하나가 잣나무생지엽의 양적 분포라고 볼 수 있다. 잣나무생지엽량을 기준으로 할 때 예비간벌이나 1차간벌지에서는 생지엽량이 충분하여 작업 動線을 줄이고 수집량을 높일 수 있었으나, 2차간벌의 경우 생지엽량이 적어 動線이 길어짐에 따라 수집량이 떨어지는 것으로 조사되었다. 따라서 이후 잣나무생지엽의 안정적인 수급을 위하여 수집계획을 수립할 때 대상지의 작업상태가 1차 간벌지역인지, 2차 간벌지역인지 아니면 주벌지역인지에 따라 수집물량 계획을 달리할 필요가 있다. 향후 영림계획을 수립할 때 잣나무생지엽 수집이 하나의 공정으로 들어가게 된다면 전문적인 조사를 거쳐 작업조건별 수집가능량을 산출할 필요가 있다.

이상으로 볼 때 국유림 영림단의 수집비용(1일 임금 5만원 기준)은 홍천국유림관리소 95임반을 최선의 작업지로 가정하고 6임반을 최악의 작업지로 가정하여 두 조사지역의 단순평균치인 50.95원/kg으로, 공공근로자의 수집비용(1일 임금 3.2만원)은 농민 작업단이 가장 효율성이 높고 건설근로자 작업단이 가장 효율성이 떨어진다고 가정하여 두 조사지역의 단순평균치인 64.50원이 평균치로 조사되었다. 따라서 임지내의 잣나무생지엽을 임도변까지 수집하는 데 소요된 비용은 국유림영림단과 공공근로자 수집비용을 단순평균치인 57.7원/kg을 적용하였다.

#### 나) 운송비용

운송비용 조사는 임도변까지 수집된 잣나무생지엽을 제조농가까지 운반하는 것으로 하였다. 잣나무생지엽의 운송비용은 임도변에서 운반 차량으로 옮기는 비용인 상차비와 제조농가까지 운송하는 운반비로 나누어서 산출하였다. 운송비용은 공공근로자가 생지엽 수집과 상차를 동시에 한다는 가정 하에 산출하였다. 50km 이내 6만원, 청평에서 화성시 조암농장(약 150km)까지 9만원이라는 현실 운임을 적용하였다. 상차 물량은 4번의 반복 실험 결과 4인이 36분 작업하여 2,130kg을 상차하는 것으로 조사되었다. 이를 근거로 하여 운송비용을 산출하면, 50km 이내는 34.61원/kg, 150km는 48.69원/kg이었다<표 4-23>. 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료가 저급 사료이고 산지가 지역성을 띠는 것을 감안한다면, 거리에 따라 운송비가 차지하는 비중이 크기 때문에 비교적 산지에 근접

한 곳에 잣나무생지엽 제조시설을 설치하는 것이 바람직하다.

<표 4-23> 잣나무생지엽의 운송비용

구 분	50km 이내	150km 이내
상차비(원/kg)	6.44	
운반비(원/kg)	28.17	42.25
합 계(원/kg)	34.61	48.69

다) 분쇄비용

분쇄비용 조사는 제조농장까지 운송된 잣나무생지엽을 발효조사료로 만들기 위해 톱밥으로 분쇄하는 데 소요된 비용이다. 분쇄비용은 분쇄기의 용량, 즉 수요량에 따라 사용하는 장치의 규모가 달라지기 때문에 일률적으로 정할 수는 없으나 본 연구에서는 조암농장에서 사용하는 소형분쇄기(7.5마력)를 이용한 사례를 바탕으로 분쇄비용을 산출하였다. 분쇄는 잣나무생지엽을 투입하는 사람과 분쇄하는 사람 즉, 2인 1조로 작업조를 구성하였다. 그 결과 잣나무생지엽의 분쇄비용은 <표 4-24>와 같이 평균 52.79원/kg인 것으로 조사되었다. 인건비가 전체 비용의 97%를 차지할 정도로 단순작업임을 알 수 있다.

<표 4-24> 농가의 자가 소형분쇄기를 이용한 분쇄비용(조암농장)

단위 : 원/kg

구 분	분쇄비용			합 계
	인건비	기계비용	재료비	
제 1 차	45.43	0.76	1.03	47.22
제 2 차	56.56			58.35
평 균	51.00	0.76	1.03	52.79

주 : 2인 1조(인건비 50,000원/인) 분쇄기 1대 기준.

라) 제조비용

「잣나무생지엽 발효조사료」를 제조하기 위해서는 분쇄한 잣나무생지엽 톱밥에 첨가물을 첨가하는 공정과 TMR기계에 물과 함께 혼합하는 공정, 마지막으로 발효조사료를 비닐봉지로 밀봉하여 보관장소에 적재하는 작업으로 나뉘어 진다. 인력은 생지엽 톱밥을 TMR기계에 넣고 첨가제를 넣는 작업에 2명, TMR기계로부터 배출되는 「잣나무생지엽 발효조사료」를 비닐봉투에 담는 작업에 2명, 「잣나무생지엽 발효조사료」가 담겨진 비닐봉투를 끈으로 묶어서 보관장소까지 이동하는 데 2명 등 총 6명이 투입되었다.

본 발효조사료 제조비용을 산출하기 위해 이러한 3가지 공정을 하나의 과정으로 보고 1회 최종 산물을 생산하는 데 소요되는 비용을 반복 조사하였다. 잣나무생지엽 톱밥 1톤에 첨가제 18kg, 물 300kg을 첨가하였을 때 최종 산물인 발효조사료가 1,318kg이 생산되는데, 제조비용은 최종 산물인 발효조사료 1,318kg을 기준으로 하여 산출하였다. 그 결과 발효조사료 제조비용은 <표 4-25>에서 보는 바와 같이 1차 조사시에는 48.53원/kg, 2차 조사시에는 48.69원/kg으로 평균 48.61원/kg으로 조사되었는데, 이 중 인건비가 55%, 부대비용 19.1%, 첨가제비용 18.8%으로 나타났다.

<표 4-25> 「잣나무생지엽 발효조사료」 제조비용(조암농장 사례)

단위 : 원/kg

구 분	제조비용				합 계
	인건비	첨가제 비용	기계비용	재료비	
제1차	26.67	9.14	3.44	9.28	48.53
제2차	26.83				48.69
평 균	26.75	9.14	3.44	9.28	48.61

주: 기계비용은 연간 가동일을 100일, 생산량을 1일 10.54ton 하는 것으로 가정하여 산출.

마) 발효조사료의 총제조 원가

지금까지 각 공정별로 조사한 「잣나무생지엽 발효조사료」의 총제조비용은 <표 4-26>과 같이 169.4kg/원 이었다. 총 제조비용은 함수율 50%의 잣나무생지엽을 기준으로 한 것이며 수집비는 국유림 영림단과 숲가꾸기 공공근로사업자의 수집비 평

균을 이용하였다. 이 중 수집비, 운송비, 분쇄비는 「잣나무생지엽 발효조사료」 1kg에 대한 비용으로 환산한 수치이다. 즉, 분쇄비의 경우 평균 분쇄비용 52.79원/kg<표 4-24>을 0.7587<sup>4)</sup>로 곱한 값이 「잣나무생지엽 발효조사료」 1kg을 생산하는 데 필요한 분쇄 비용이며, 수집비와 운송비 역시 전환계수를 사용하여 산출한 원가이다.

결론적으로, 전체 비용에서 가장 큰 비중을 차지하는 공정은 축산농가에서의 잣나무생지엽 발효조사료 제조비로 28.7%였으며 이어 생지엽 수집비 25.9%, 분쇄비 23.6%, 운송비 21.8%였다.

<표 4-26> 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 제조원가

단위 : 원/kg, (%)

구 분	수 집 비	운 송 비	분 쇠 비	제 조 비	합 계
평 균	43.8 (25.9)	36.9 (21.8)	40.1 (23.6)	48.6 (28.7)	169.4 (100.0)

주: 1. 잣나무생지엽 발효조사료는 함수율 50% 기준.

2. 수집비, 운송비, 분쇄비는 「잣나무생지엽 발효조사료」 1kg에 대한 비용으로 환산한 수치임.
3. 운송비는 150km 거리의 운송비를 기준임.

### 3) 발효조사료의 경제성분석

#### 가) 비육한우에 대한 경제성 분석

비육한우에 대한 잣나무생지엽 발효조사료의 경제성을 분석하기 위해서 축산 기술연구소에서 2000년도에 연구한 결과를 이용하였다(표 4-27). <표 4-27>에서 보는 바와 같이 잣나무생지엽 발효조사료 급여에 의해 나타난 증체결과를 보면, 잣나무생지엽 발효조사료의 볏짚대체 비율을 50%로 했을 때 일당 증체효과가 0.13kg으로 가장 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 그러나 일당증체량은 증가하는 대신 조사료의 섭취량을 보면 볏짚을 100% 급여했을 때보다 잣나무생지엽 발효조사료로 볏짚의 50%를 대체 급여했을 때 배합사료의 섭취량이 0.54kg 더 증가한 반면 볏짚의 섭취량은 오히려 0.89kg 감소되는 것으로 분석되었다.

4) 잣나무생지엽 톱밥 1톤에 첨가제 18kg, 물 300kg을 첨가하였을 때 최종 산물인 발효조사료가 1,318kg이 생산됨. 따라서 「잣나무생지엽 발효조사료」 1kg을 제조하는데 드는 각 공정별 비용을 산출하기 위해 전환 계수(1,000(잣나무생지엽 투입량)/1,318(「잣나무생지엽 발효조사료」 생산량))를 이용하여 환산함.

<표 4-27> 비육한우에 대한 잣나무생지엽 발효조사료의 볏짚대체 증체량 조사결과

구 분		볶짚 100% (대조구)	생지엽 조사료의 볏짚 대체 비율		
			25%	50%	75%
증체 변화	개시체중(kg)	271.1	275.0	281.8	281.7
	종료체중(kg)	452.5	459.1	488.7	479.4
	증 체 량(kg)	181.4	184.1	<b>206.9</b>	197.7
일당 증체량(kg)		<b>0.98</b>	0.99	<b>1.11</b>	1.06
건물 섭취량(kg)		9.08	9.38	9.78	9.59
-배합사료		7.14	7.38	7.68	7.53
-볶 짚		1.94	1.50	1.05	0.52
-생지엽 발효조사료		-	0.50	1.04	1.54
kg 증체당 건물섭취량(kg)		9.27	9.48	8.81	9.05

자료: 축산기술연구소 조사결과 분석자료(2000)

이러한 분석결과를 가지고 잣나무생지엽 발효조사료 1kg 급여에 의한 경제성을 1kg 잣나무생지엽 발효조사료의 급여효과에서 잣나무생지엽 제조비용을 감하여 계산하였다.

증체효과는 1kg의 잣나무생지엽 발효조사료를 급여하여 나타난 증체량에 한우 가격을 곱하여 산출하였다. 비육한우와 거세한우의 증체효과에 적용한 한우의 가격은 최근 5년간의 한우생축산지가격을 평균한 5,167원/kg을 적용하여 산출하였다. 최근 우리나라의 비육한우 생축 산지가격을 보면 <표 4-28>과 같이 1998년에는 kg당 4,014원의 가격을 정점으로 점차 증가하여 2001년말 현재 6,490원/kg에 이르고 있다.

<표 4-28> 한우 생축산지가격 추이

구 분	1997	1998	1999	2000	2001	최근 5년 평균
산지가격 (천원/500kg)	2,426	2,007	2,488	2,752	3,245	-
가격(원/kg)	4,852	4,014	4,976	5,504	6,490	5,167

주: 큰소 숫소가격.

자료: 농림업 주요통계. 농림부. 2002.

배합사료의 섭취증가액은 배합사료 섭취 증가량에 배합사료가격을 곱하여 산출하였다. 배합사료가격은 최근 5년간의 비육우용 큰소비육말기 배합사료가격과 큰소



비육후기 배합사료 가격을 평균한 231.0원/kg을 적용하였다.

<표 4-29> 배합사료가격 추이

구 분	1997	1998	1999	2000	2001	최근 5년 평균
큰소비육말기 (원/25kg)	6,844	5,962	5,629	5,327	5,835	-
큰소비육후기 (원/25kg)	6,643	5,492	5,150	5,066	5,083	-
가격(원/kg)	269.7	229.1	215.6	207.9	232.8	231.0

자료: 농림업 주요통계. 농림부. 2002.

한편 벣짚의 섭취감소액은 벣짚의 섭취감소량에 벣짚가격을 곱하여 산출하였다. 벣짚가격은 축산농가구입가격이 160원/kg에서부터 230원/kg에 이르고 있어 이를 단순평균한 195원/kg을 적용하였다.

이와 같이하여 계산한 결과 1kg의 잣나무생지엽 발효조사료 급여에 의해 359.3원의 순효과가 있는 것으로 나타났다. 이 결과에 의하면 비육한우에 급여하는 잣나무생지엽 발효조사료의 가격이 잣나무생지엽 발효조사료 제조비용과 증체에 의한 순효과를 더한 698.1원 이하이면 벣짚대체의 경제적 효과가 있는 것으로 판단된다. 즉, 잣나무생지엽 발효조사료의 제조비용에 제조이윤, 유통비용 등을 감안하더라도 잣나무생지엽 발효조사료의 가격이 698.1원보다 작으면 잣나무생지엽 발효조사료를 벣짚을 대체하여 급여하는 경우 경제성은 있는 것으로 판단된다(표 4-30).

<표 4-30> 비육한우의 잣나무생지엽 발효조사료 1kg 급여에 의한 축산농가 순효과  
단위: 원

구 분	급 여 효 과				잣나무생지엽 발효조사료 급여비용 (e)	순효과 (d-e)
	증 체 (a)	벣 짚 섭취감소 (b)	배합사료 섭취증가 (c)	소계 (d=a+b-c)		
단가(원/kg)	5,167	195	231.0	-	338.8	-
물량(kg)	0.125	0.86	0.5	-	1	-
계(원)	645.9	167.7	115.5	698.1	338.8	359.3

나) 거세한우에 대한 경제성 분석

거세한우에 대한 잣나무생지엽 발효조사료의 경제성을 분석하기 위하여 축산기술연구소(평창)의 급여실험(2001.8~2002.10)을 한 결과를 이용하였다(표 4-31). 본 사양실험에서는 증체효과 뿐만 아니라 육질에 대한 조사도 실시되었으나 육질의 개선효과는 없는 것으로 나타났다.

<표 4-31>에서 보는 바와 같이 거세한우에 대한 잣나무생지엽 발효조사료의 볏짚의 40%를 대체하여 급여한 증체결과를 보면, 일당 증체효과가 0.04kg으로 분석되었다. 그러나 비육한우와 마찬가지로 일당증체량은 증가하는 대신 조사료의 섭취량을 보면 볏짚을 100% 급여했을 때보다 잣나무생지엽 발효조사료로 볏짚의 50%를 대체 급여했을 때 배합사료의 섭취량이 0.02kg 더 증가한 반면 볏짚의 섭취량은 오히려 0.51kg 감소되는 것으로 분석되었다.

<표 4-31> 거세한우에 대한 잣나무생지엽 발효조사료의 볏짚 40% 대체 급여한 증체 조사 결과

구 분		볶짚 100% 급여 (대조구)	잣나무생지엽 발효조사료의 볶짚 40% 대체 급여
증체 변화	개시체중(kg)	325.3	327.3
	종료체중(kg)	614.1	635.8
	증 체 량(kg)	288.8	308.5
일당 증체량(kg)		0.69	0.73
건물 섭취량(kg)		8.14	8.13
-배합사료		6.93	6.95
-볶 짚		1.20	0.69
-생지엽 발효조사료		-	0.48
kg 증체당 건물섭취량(kg)		11.79	11.13

자료: 축산기술연구소 조사결과 분석자료(2001.8~2002.10).

거세한우에 대한 잣나무생지엽 발효조사료 1kg의 순효과는 앞의 비육한우와 같이 산출하였다. 분석한 결과 거세한우에 대한 1kg의 잣나무생지엽 발효조사료 급여에 의해 272.1원의 순효과가 있는 것으로 나타났다. 이 결과에 의하면 비육한우에 급여하는 잣나무생지엽 발효조사료의 가격이 잣나무생지엽 발효조사료 제조비용과 증체

에 의한 순효과를 더한 610.9원 이하이면 볏짚대체의 경제적 효과가 있는 것으로 판단된다. 즉, 잣나무생지엽 발효조사료의 제조비용에 제조이윤, 유통비용 등을 감안하더라도 잣나무생지엽 발효조사료의 가격이 610.9원보다 작으면 잣나무생지엽 발효조사료를 볏짚을 대체하여 급여하는 경우 경제성은 있는 것으로 판단된다(표 4-32).

<표 4-32> 거세한우의 잣나무생지엽 발효조사료 1kg 급여에 의한 축산농가 순효과

단위: 원

구 분	급 여 효 과				잣나무생지엽 발효조사료 급여비용 (e)	순효과 (d-e)
	증 체 (a)	볍 짚 섭취감소 (b)	배합사료 섭취증가 (c)	소계 (d=a+b-c)		
단가(원/kg)	5,167	195	231.0	-	338.8	-
물량(kg)	0.08	1.06	0.04	-	1	-
계(원)	413.4	206.7	9.2	610.9	338.8	272.1

이상과 같이 비육한우와 거세한우에 대한 잣나무생지엽 발효조사료 1kg 급여에 의한 경제성을 분석한 결과 잣나무생지엽 발효조사료 가격이 610.9원 이하이면 경제적 타당성은 있다고 할 수 있다. 그러나 여기에는 잣나무생지엽 구입가격, 제조이윤, 유통비용 등이 포함되어 있지 않기 때문에 잣나무생지엽 발효조사료의 가격이 610.9원 이하에 판매가 된다면 그 차이만큼 볏짚을 급여하는 것보다는 축산농가의 수입이 증가한다고 할 수 있다.

그러나 축산농가에서 잣나무생지엽 발효조사료를 축산농가가 직접 자가 제조하여 급여하기 위해서는 잣나무생지엽을 지속적으로 확보해야 하는 어려움과 또한 축산농가들의 한우 사육두수의 영세성, 기존 사료의 간편하고 편리한 이용성, 축산농가에서 자가 제조하여 만든 잣나무생지엽 발효조사료의 보관 등의 문제점으로 축산농가에서의 잣나무생지엽 발효조사료의 자가제조에 의한 급여는 실제로 쉽지 않을 것으로 판단된다. 따라서 이러한 문제점들을 해결하기 위한 하나의 방안으로는 한우의 사육두수 및 잣나무 분포지역을 고려하여 전국을 몇 개의 단지로 구분해서 각 단지에 분쇄부터 제조까지 자동화 설비를 갖춘 공장을 설치 가동하여 잣나무생지엽 발효조사료를 공장에서 제조·공급하는 방안을 검토해 볼 필요가 있으며, 이럴 경우 자동공정의

대량 생산을 통해 잣나무생지엽 발효조사료의 제조비용도 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

#### 나. 잣나무생지엽을 이용한 정유잔사 사료의 경제성 분석

##### 1) 연구방법

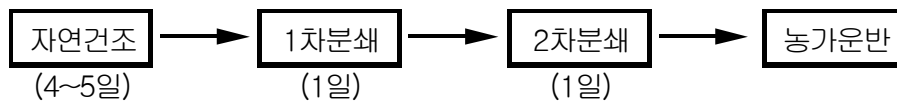
2001년 현재 「정유잔사 사료」를 생산할 수 있는 시설을 갖춘 곳은 전국에 닛소주식회사(경기도 가평군 소재)가 유일하다. 닛소(주)는 잣나무생지엽을 원료로 이용하여 정유를 추출하고 있으며, 이 과정에서 정유잔사가 필연적으로 발생하게 된다. 이렇게 발생하는 정유잔사는 부피가 커 처리하기가 곤란할 뿐만 아니라 자원의 활용 측면에서도 이용 가능한 수요처를 찾아 재활용할 필요가 있다. 재활용의 가능성 여부는 무엇보다 정유잔사를 필요로 하는 수요처의 존재와 경제성의 유무에 달려 있다고 할 수 있다.

현재 닛소(주)에서 생산하는 정유잔사는 ① 실험적으로 산란계 농장에 사료로 무상 제공하거나 ② 축사용 깔개로 무상공급하고 있다. 결국 현재 정유잔사에 대한 수요는 축사용깔개와 산란계 사료용이 존재한다고 볼 수 있다. 이 중 축사깔개용 정유잔사는 다음 공정에서 보듯이 1차 파쇄 후 축산농가가 직접 운반차량을 가져와 무상으로 가져가고 있으므로 현재는 파쇄비용만큼 손해를 보고 처리하는 것이다. 그러나 현재 축사깔개용 톱밥이 100원/kg 내외인 것을 감안한다면 일반 톱밥과의 수분흡수효과에 따라 향후 일정한 가격이 형성될 경우 최소한 지금보다는 경제성을 제고할 수 있을 것으로 판단된다. 반면에 현재 「정유잔사 사료」에 대한 거래가 이루어지고 있는 사례가 전혀 없기 때문에 「정유잔사 사료」가 일반 산란계 축산농가에서 구매하는 배합사료와 같은 급여효과가 있다는 가정 하에 경제성 효과를 분석하였다.

한편, 정유잔사를 폐기물로 볼 것인가, 아니면 정유추출 부산물로 볼 것인가에 따라 경제성 분석이 달라질 수 있다. 예를 들어 폐기물로 본다면, 폐기물처리비용보다 적은 제조 및 판매비용을 들여 판매할 수 있다면 경제성이 있다고 볼 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 정유잔사를 「정유잔사 사료」의 원료로 이용할 수 있는 부산물로 가정하였다.

##### 2) 제조공정

현재 잣나무생지엽을 이용한 「정유잔사 사료」의 제조공정은 <그림 4-3>과 같다. 「정유잔사 사료」는 생산된 정유잔사를 4~5일정도 자연건조 시킨 후 1, 2차 분쇄과정을 거쳐 제조되어 운반·판매된다. 이때 제조과정상의 문제점으로 대두되는 것은 ① 수분이 함유된 잣나무생지엽 정유잔사를 자연건조시키는 데 4~5일정도의 시간이 소요된다는 점, ② 「정유잔사 사료」가 축사깔개용과 산란계용 조사료용으로 이용되는가에 따라 매우 미세하게 분쇄되어야 하므로, 파쇄과정이 1, 2차로 구분되어 파쇄비용이 크다는 점 등을 들 수 있다. 특히 부피가 큰 정유잔사를 5일이나 露地에서 건조시켜야 하기 때문에 그 사이 비 또는 눈이 내릴 경우 더욱 장기간의 건조가 필요하게 된다.



<그림 4-3> 「정유잔사 사료」의 제조 및 판매과정

### 3) 제조비용 및 경제성 분석

#### 가) 정유잔사 생산량

현재 닛소(주)의 생산규모를 고려할 경우, 정유를 추출하기 위해 1일 800kg의 잣나무생지엽을 투입하면 약 1.3l의 정유를 추출하고 남은 정유잔사량은 투입량의 67.5%인 540kg인 것으로 조사되었다(표 4-32참조).

<표 4-32> 1일 잣나무생지엽의 정유잔사 생산량

구 분	잣나무 투입량(A)	정유 생산량	정유 잔사량(B)	B/A	비고
생산량	800kg	1.3l	540kg	0.675	현 닛소생산기준

나) 제조비용

「정유잔사 사료」를 생산하기 위해 공정별로 들어가는 비용은 <표 4-33>에서 보는 바와 같이 축사깔개용으로 이용할 수 있는 단계인 제1차 분쇄까지 소요되는 비용은 92.3원/kg이었으며 「정유잔사 사료」로 이용할 수 있는 단계인 제2차 분쇄까지 소요되는 비용은 193.53원으로 조사되었다. 항목별 비용을 보면, 전체 비용의 91.9%가 인건비이며 이어 기계비용이 6.2%, 부대비가 1.9%를 차지하고 있었다. 이러한 항목별 비용 비중에서 인건비의 비중이 이렇게 높은 것은 「정유잔사 사료」가 단지 정유잔사를 인력을 이용하여 파쇄한 것에 불과하기 때문이다.

<표 4-33> 잣나무생지엽을 이용한 정유잔사 사료 제조비용

단위 : 원/kg

구 분	제1차 분쇄비용	제2차 분쇄비용	합 계	비율(%)
기계감가상각비	1.56	10.49	12.05	6.2
인 건 비	88.89	88.89	177.78	91.9
부 대 비	1.85	1.85	3.7	1.9
합 계	92.30	101.23	193.53	100.0

주 : 인건비는 1일 48,000원 기준(현재 닛소 직원의 임금 기준).

다) 운반비용

「정유잔사 사료」의 운반비용은 닛소(주)의 하루 「정유잔사 사료」 제조 가능량이 540kg에 불과하다는 사실과 산란계 1수가 보통 1일 배합사료 섭취량 120g의 1~3%를 섭취할 수 있다는 사실로 볼 때 운반량을 높이기는 곤란하다. 따라서 「정유잔사 사료」 1톤(「정유잔사 사료」 2일 생산량, 배합사료 1% 대체 시 1일 83천수 급여 가능량)을 가평 군내에 운반한다는 가정 하에 운반비용을 산출해 보면 50원/kg(가평 관내를 기준으로 5만원/톤)인 것으로 산출되었다.

라) 경제성 분석

지금까지의 결과에 따르면 「정유잔사 사료」는 기존 배합사료와 비교하여 다

소 경제성이 있는 것으로 추정되었다. 현재 산란계용 배합사료가 kg당 298.38원<sup>5)</sup>에 거래되고 있는데, 닛소(주)에서 생산되는 「정유잔사 사료」를 가평군내의 산란계 농가에 243.53원/kg에 납품할 수 있으므로 kg당 21.49원의 이윤이 발생할 수 있는 것으로 추정되었다. 물론 이러한 결론에는 ① 「정유잔사 사료」가 배합사료와 같은 기능을 한다는 전제와 ② 닛소(주)에서 하절기 장마나 동절기 폭설로 발생할 수 있는 추가 건조비용이 전혀 발생하지 않는다는 가정 하에서 산출된 것이다. 실제로 저가의 「정유잔사 사료」를 제조하는데, 건조시설이나 보관시설을 추가로 설립할 경우 더욱 경제성이 떨어질 것이다. 그렇다고 하더라도 「정유잔사 사료」가 배합사료를 대체하여 판매될 수 있다면, 현재 1차 파쇄 후 무상으로 축사갈개용으로 양여하거나 폐기물처리비용을 들여 처분하는 것보다는 경제적인 것으로 산출되었다.

마) 「정유잔사 사료」의 잠재적 수요량

현재 산란계 한 마리가 1일 평균 배합사료 120g을 섭취하고 있다. 「정유잔사 사료」가 기존의 배합사료를 1%, 3%, 5% 대체한다는 가정 하에 닛소(주)에서 1일 생산하는 「정유잔사 사료」 540kg을 전량 소비하기 위한 산란계 사육두수를 산출해보면 <표 4-34>와 같다. 「정유잔사 사료」가 배합사료를 1% 대체한다면 약 45만수의 산란계가 필요하며 3%를 대체한다면 15만수, 5%를 대체할 경우 9만수가 필요한 것으로 추정되었다. 1999년 현재 가평군내 250개 닭 사육농가에서 1,380,167수를 사육하고 있으므로(가평군 통계연보, 2000) 가평군내에서 전량 소비할 수 있는 수요잠재력은 충분히 갖고 있다고 볼 수 있다.

<표 4-34> 닛소(주)의 「정유잔사 사료」 생산량을 소비하는데 필요한 산란계 수

구 분	배합사료 1% 대체	배합사료 3% 대체	배합사료 5% 대체
급여두수	45만수	15만수	9만수

주 : 1일 산란계 1수의 배합사료 소비량을 120g으로 가정.

5) 산란계용 배합사료 가격은 2001년도 양계용 산란초기 배합사료 가격과 육계전기 배합사료 가격의 평균을 이용하였다(농림부, 2002, 농림업 주요통계, p.333).

### 3. 발효조사료용 잣나무생지엽의 효율적 수집방안

#### 가. 잣나무생지엽의 수집 및 발효조사료의 잠재적인 유통 주체

잣나무생지엽을 원료로 한 발효조사료는 아직 시장에서 거래되지 않아 가격 및 수요량을 파악할 수 없다. 여기서는 장래 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료가 제품으로 생산되어 축산농가에 제조·판매될 수 있다는 가정 하에 잠재적인 유통 주체를 살펴보고 이후 이들 주체에 대한 수집, 유통 및 제조·판매 의사를 검토하였다.

잣나무생지엽의 공급 주체는 산림 소유자에 따라 산주(사유림), 국가(국유림) 및 지방자치단체(공유림)로 구분할 수 있다. 전국 잣나무림 면적의 77.1%가 사유림에 분포하고 있다는 측면에서는 사유림에서의 공급이 클 것으로 예상되나 국유림이 집단적으로 식재되어 있고 산림작업이 지속적으로 이루어진다는 측면에서는 국유림이 안정적인 공급원이 될 수 있다(표 4-7, 참조). 잣나무생지엽을 수집하는 주체는 산림작업을 직접 수행하는 산림조합과 영림단을 생각할 수 있다. 잣나무생지엽을 원료로 한 발효조사료의 제조·판매 주체는 축협, TMR사료공장 등을 생각할 수 있는데, 아직 축산농가에 널리 보급되지 않은 제품의 시험 급여를 위해서는 축협이 우선 대상이 될 수 있다. 마지막으로 제품 소비처는 축산농가이다.

#### 나. 제도개선을 통한 잣나무생지엽의 안정적인 수집방안

##### 1) 현행 잣나무생지엽의 산물 수집 체계

현재 생지엽은 산림작업 시 발생하는 임지폐기물 또는 부산물로 취급되어 산림작업공정 상 수집비가 포함되어 있지 않다. 현재까지 「숲가꾸기공공근로사업추진요령」(산림청예규 제498호)의 기본방향 및 산물수집 활용 부분에 생지엽 수집 및 활용에 대한 언급이 있을 뿐이며 그나마 산물의 경제적 활용측면보다는 재해방지측면이 강조되고 있다. 그 내용을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 산물수집 및 활용에 관하여 규정하고 있다. 숲가꾸기사업을 통해 생산되는 산물은 최대한 임도, 도로변 가까이에 가져옴으로써 수집을 용이하게 하고 수집된 산물은 칩, 보드류원료, 톱밥, 조사료 등으로 활용하도록 하였다. 숲가꾸기 산물 중 생지엽이 포함되어 있고 활용 용도에 조사료가 제시되었으나 현재까지 국유림관리소에서는 정확한 수요처 및 산물매각지침 등이 시달되지 않은데다 예산이 뒷받침되지 않



아 산물 수집이 제대로 실행되지 않고 있는 것으로 조사되었다.

둘째, 피해우려지에 대한 산물을 집중 수집할 것을 규정하고 있다. 숲가꾸기사업을 통해서 생산되는 산물을 임도 주변 측구 또는 배수구 등에 집재되어 있는 산물은 조기 매각처리 하거나 다른 곳으로 이동 조치하고 장마기 이전인 6월 중순까지 피해우려지에 대한 산물처리를 완료하여 산물로 인한 피해를 최소화하도록 규정하고 있다. 최근 태풍 및 홍수 피해로 산지에 남아 있는 숲가꾸기 산물 수집이 현안과제로 대두되었는데, 향후 더욱 효과적인 수집 방안이 제시되어야 할 것이다.

다음으로 산물 수집 활용에 필요한 장비 등 구입예산을 확보하여 도로변 및 임도변 등 산물수집이 용이한 지역산물을 전량 수집한다는 사업시행기관별 산물 수집·활용 특별대책 마련을 규정하고 있다. 또한 숲가꾸기사업 등을 통하여 생산되는 산물을 효율적으로 수집, 활용하기 위하여 산물수집의 날 운영, 사업장별 산물수집 전담팀 운영과 산물수집 기계화작업단 편성 등 기관별 보유 장비 및 인력을 최대한 활용한다는 계획을 수립하였으나 이러한 좋은 계획도 법적 규정의 미비와 그에 따른 예산 미배정으로 현실화되지 못하고 있는 실정이다.

## 2) 제도개선

국유림에서 잣나무생지엽의 안정적인 수집을 위해서는 명확한 지침 제시와 예산 반영 등의 제도적 개선이 필요하다. 현재 일선 국유림관리소에서는 숲가꾸기 산물 수집이 태풍, 홍수 등 산림재해방지 측면에서나 임산물의 집약적인 활용이라는 측면에서도 필요하다고 인식하고 있으나 명확한 지침과 추가 사업비 때문에 현실에서는 이루어지지 않고 있다. 또한 설문조사 결과를 보면, 일선에서는 현재 잣나무생지엽의 수요가 너무 작고 이를 매각하는 기준이나 산림청의 명확한 지침이 없어 수집·판매를 꺼리고 있다. 따라서 산림청의 「산림청의 숲가꾸기 산물 처리지침」을 훈령으로 강화하여 사업지의 상황과 생지엽발생량에 따라 일정한 지침을 반영하고 잣나무생지엽을 수집하는 사업지의 경우 추가 단비를 설정하여 산물수집을 제고할 필요가 있다.

### 다. 유통단계별 개선을 통한 효율성 증대

#### 1) 잣나무생지엽의 유통 주체별 인식조사

잣나무생지엽의 효율적인 수집 방안을 도출하고자 각 유통단계별 주체에게 설

문조사를 실시하였다. 조사지역은 전국 잣나무림의 63%를 차지하는 경기도와 강원도 지역으로 한정하였다. 전국 잣나무림 면적 325,832ha 중 경기·강원지역이 63.0%인 205,193ha를 차지하고 있으며, 소유별로 점유율을 보면 국유림 75.1%, 사유림 59.4%임을 알 수 있다. 또한 전국 잣나무림 중 사유림이 차지하는 비율이 77.1%를 차지하여 사유림의 비율이 매우 높음을 알 수 있다.

<표 4-35> 잣나무림의 분포 현황

단위: ha, %

소유구분	전 국(A)		경기·강원(B)		점유율 (B÷A)
		점유율		점유율	
국 유 림	74,706	22.9	56,131	27.4	75.1
사 유 림	251,126	77.1	149,062	72.6	59.4
계	325,832	100.0	205,193	100.0	63.0

자료: 임업연구원. 산림자원조사보고서(1992~2001).

설문조사는 생산, 유통, 제조·판매, 소비의 유통 주체가 되는 국유림관리소, 산주, 산림조합, 축협, TMR사료공장, 축산농가를 대상으로 실시하였으며, 각 유통주체 별 설문지 회수율은 <표 4-36>과 같다.

<표 4-36> 설문조사 개황

구 분	공 급		유통	제조(판매 포함)		소 비
	국유림 관리소	산 주	산림조합	축협	TMR공장	축산농가
발송부수	11	85	30	18	10	148
회수부수	7	16	14	5	4	16
회수율(%)	64	19	47	28	40	11

주: 산주의 경우 89부 발송, 4부 반송, TMR공장의 경우 12부 발송, 반송 2부, 축산농가의 경우 150부 발송, 2부 반송은 각각 제외하였으며, 산림조합의 경우 잣나무가

거의 분포되지 않거나 시업이 이루어지지 않고 있는 서울, 인천 등은 제외하였음.

가) 공급측면

(1) 국유림관리소

현재까지 국유림관리소를 통한 잣나무생지엽 판매는 거의 이루어지지 않고 있는 것으로 조사되었다. 그러나 최근 5년간 잣나무생지엽을 판매한 경험이 있는 국유림관리소는 춘천관리소 한 곳으로 나타났으며, 판매가격은 산지에서 10원/kg에 판매한 것으로 조사되었다. “현재 잣나무생지엽을 필요로 하는 수요자가 귀 관리소 내에서 발생한 잣나무생지엽을 산지에서 10원/kg에 구매하고자 한다면 판매할 의향이 있는가”라는 질문에 ‘판매할 의향이 있다’는 응답은 3개 관리소(43%)에 불과한 것으로 나타났으며, “판매할 의향이 없다”라고 응답한 4개 관리소는 각각 “추가적인 업무 및 관리 때문에”, “판매하여 얻는 재정적 가치보다 산지에 잔존하여 얻는 양료 효과가 크기 때문에”, “산림청으로부터 생지엽 판매에 대한 명확한 지침이 없기 때문에”, 기타 “수집 비용이 커 경제성이 없기 때문”이라고 답하여, 현재 국유림관리소는 잣나무생지엽의 판매에 소극적인 것으로 나타났다.

숯가꾸기사업이나 간벌 등에 의해 생산된 “잣나무생지엽을 어떻게 판매하겠는가?”라는 질문에는 4개 관리소(57%)가 “산지에서의 판매”를 선호하였으며, 2개 관리소(29%)가 “임도까지 수집하여 판매”를, 1개 관리소(14%)가 “임도변까지 수집한 후 생지엽을 파쇄하여 판매”하고자 하는 의견을 제시하여, 국유림관리소에서의 잣나무생지엽의 판매는 산지판매를 선호하는 것으로 나타났다.

그리고 잣나무생지엽을 판매할 때의 결제방식에 대해서는 “판매할 때마다 결제”(86%)를 가장 선호하는 것으로 나타났으며 기타 의견으로 “일정 기간 물량을 계약하고 일정 금액의 예치금을 받고 월별 또는 분기단위로 결제”(14%)하자는 의견도 있었다.

산림청이 2001년부터 산불방지 및 장마철을 대비하기 위하여 산물을 전량 수집할 것을 숯가꾸기 사업시행기관에 요청한 사실에 대해서는 대부분 인지하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 2001년 기준으로 산지에 남겨진 잣나무생지엽을 임도변까지 수집하였는가에 대해서는 응답한 6개 관리소 중 5개 관리소가 전혀 수집하지 않았고, 1개 관리소가 약 30% 수집하였다고 응답하여, 일선에서는 잣나무생지엽 수집이 거의

이루어지지 않고 있다는 것을 알 수 있다. 이렇게 잣나무생지엽을 수집하지 않는 이유에 대해서는 산물수집에 들어가는 수집 인건비의 과다가 압도적으로 많았고, 기타 공공인력의 안전상 이유와 국유림경영상 임지비배효과가 더 중요하다는 의견도 각 1건씩 나타났으며, 또한 수집한 산물 역시 일정지역에 방치하거나, 독거노인(獨居老人)에게 무상양여한 것으로 응답하여 아직 수집된 잣나무생지엽의 경제적 활용은 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 요약하면, 국유림관리소는 잣나무생지엽을 임도변까지 수집해야 하는 산림청의 지시를 알고 있었으나 비용 및 안전상 등의 문제로 적극적인 수집이 이루어지고 있지 않는 실정이다. 따라서 잣나무생지엽의 활용도 및 활용처의 홍보 및 법적 근거, 투입 재정 등에 관한 산림청의 명확한 지침이 없는 한 수집은 어려울 것으로 판단된다.

## (2) 산주

산주들도 국유림관리소와 마찬가지로 현재까지 잣나무생지엽 판매는 거의 이루어지지 않고 있으며, 최근 5년간 산림사업을 통해 발생한 잣나무생지엽을 판매한 경험이 있는 산주는 없는 것으로 조사되었다. 그러나 간벌 등을 통하여 생산된 산물의 판매에 있어서는 매우 적극적인 것으로 나타났는데 답변한 산주 16명 중 14명(87.5%)의 산주가 판매 의향이 있다고 응답하였으며, 판매의향이 없다고 응답한 2명은 “토양침식 등 환경적인 악영향”과 “오지에 입지하여 경제성이 없다”는 것을 이유로 들었다.

만일 잣나무생지엽을 판매한다면 “어떻게 판매하겠는가?”라는 질문에 답한 14명의 산주 중 “산지에서 판매”에 11명(78.6%), “임도까지 수집하여 판매”에 3명(21.4%)이 응답함으로써, 산주는 산지에서의 판매를 절대적으로 선호하는 것으로 나타났다. 그리고 판매형태에 있어서는 응답한 14명의 산주 중 “산림조합을 중개로 하여 판매” 7명(50.0%), “개인 대 개인으로 판매” 6명(42.9%), “시/군을 통해 판매” 1명(7.1%) 순으로 나타나, 산주는 잣나무생지엽을 산림조합을 중개로 하거나 개인대 개인으로 판매하는 형태를 선호하는 것으로 나타났다.

현재 잣나무생지엽의 수요처에 대한 정보 부족이 산주의 잣나무생지엽 판매에 가장 큰 문제점으로 파악되었는데, 향후 수요처에 대한 정보를 산림조합이 중개하여 알려줄 필요가 있을 것으로 판단된다.

## 나) 유통·제조 측면

### (1) 산림조합

잣나무생지엽의 유통측면에서 중요한 위치를 차지할 것으로 예상되는 산림조합을 대상으로 우편설문조사를 실시하였다. 14개 산림조합 중 직접 수집·판매할 의향이 있는 조합은 6개(42.9%)에 불과하였으나 산주와 소비자와의 중개 역할을 할 의향은 12개 조합(85.7%)으로 매우 높게 나타났다.

이를 구체적으로 살펴보면, 산주와 구매자를 중개할 의향이 있는 산림조합은 12개 조합으로, 그 중 5개 조합은 “일정한 수수료를 받고 수행하겠다”, 7개 조합은 “산주의 권익을 위하여 수수료를 받지 않더라도 수행하겠다”라는 의견이 있었다. 판매할 의향이 있는 산림조합 중 원료로 판매할 경우 이윤은 판매가격의 10~20%, 수집·분쇄하여 판매할 경우 이윤은 판매가격의 20~25%를 원하고 있으며, 판매할 의향이 없다고 응답한 산림조합은 “원료 부족”, “원료가 오지에 있어 경제적 가치가 없기 때문에”, “사료로 부적합”이라는 의견을 제시하였다.

현재 산림조합은 잣나무생지엽을 원하는 수요자에게 잣나무림을 소유한 산주를 알선하는 기능을 원하고 있으나 향후 수요가 늘 경우 산림조합의 역할은 소비자와 수요자를 연결하는 중개기능에 중점을 두어야 할 것으로 생각된다.

### (2) 축협

축협은 아직 잣나무생지엽을 원료로 한 발효조사료에 대한 신뢰가 형성되어 있지 않아 제조·판매에 적극적인 의사를 표출하지 않았다. 그러나 현재 축협 자체사업으로 사료판매를 실시하고 있으며, 또한 관내지역에서 판매를 하고 있으므로 향후 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 제조 및 판매·유통의 중추기관이 될 가능성이 매우 높은 편이다.

현재 발효조사료를 제조할 수 있는 시설을 갖추고 있는 곳은 없으나 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료에 대한 추후 검토를 거쳐 향후에 제조시설을 갖출 의향이 있는 곳(4개소)도 있어 가능성은 있다고 하겠다. 그러나 현재 제조·판매 의사는 없었는데, 그 이유로는 경제성 결과에 대한 의문, 농가에 대한 품질인증 결여, 유효성, 육질의 등급, 증체율, 제조전문 기술, 농가의 수요 요구 등 잣나무생지엽 발효조사료 제품에 대한 전반적인 의문에서 비롯되었다.

잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 제조·판매의사가 있는 축협은 산림사업을 대행하는 산림조합이 분쇄된 형태로 원자재를 지속적으로 공급하여 줄 것을 희망하였으며, 잣나무생지엽 발효조사료의 브랜드화에 대해서는 부정적인 것으로 조사되었다.

### (3) TMR공장

TMR공장은 아직 잣나무생지엽을 원료로 한 발효조사료에 대한 신뢰가 형성되어 있지 않아 제조·판매에 적극적인 의사를 표출하고 있지 않고 있으며, 다만 주문생산일 경우 판매하겠다는 의사는 크게 나타났다. 잣나무생지엽 발효조사료에 대해 당분간은 급여가 안될 것으로 보고 있으나 현장에서 급여결과에 의해 인지도가 제고되고 볏짚 대체에 따른 단점의 해결, 축산농가의 만족도 등이 알려진다면 급여 가능성은 충분히 있을 것으로 보인다.

제조 판매의사가 있는 공장에서는 잣나무 생지엽을 이용한 발효조사료의 원료인 잣나무생지엽을 산림조합을 통하여 지속적으로 공급받기를 원하고 있었으며, 축협과 달리 잣나무생지엽을 원료로 한 발효조사료의 브랜드화에 대해서는 긍정적인 것으로 나타났다.

### 다) 소비측면(사육농가)

잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 구매의사를 파악하기 위하여 축산농가를 대상으로 우편 설문조사를 실시하였다. 현재 축산농가에서 한우 사육에 필요한 사료의 구입은 대부분 관내의 축협을 통해서(75%) 구입하고 있는 것으로 나타났다. 축산농가는 조사료로 급여하고 있는 볏짚의 경우 자가영농을 통해 조달을 하고 있으며(63%), 구입하는 경우에는 관내 일반농가 또는 중개상을 통하여 구입·급여하고 있는 것으로 조사되었다. 볏짚을 구입할 때 가장 곤란한 점은 물량확보를 1순위로 여기고 있으며, 자가영농에 의한 볏짚 급여 때는 자연기후에 영향을 다소 받고 있지만 다른 어려운 점은 없는 것으로 나타났다.

잣나무생지엽을 원료로 한 발효조사료를 급여할 의향에 대하여 응답한 축산농가의 50%는 급여할 의사가 있는 것으로 나타났으나 나머지 축산농가에서는 아직 판매도 되지 않은 잣나무생지엽 발효조사료에 대한 정보부족과 발효조사료 급여에 대한 불안감 등으로, 향후 발효조사료가 보급·판매되어 사육농가들에 의해 어느 정도 검

증되면 그때 급여할 의향이 있는 것으로 나타났다. 그리고 잣나무생지엽을 원료로 한 발효조사료를 직접 제조하여 급여할 의사에 대한 질문에 대부분의 축산농가에서는 제조할 의향이 없는 것(88%)으로 나타났다. 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료를 구입하여 급여할 경우 발효조사료의 제조업체로는 관내 축협 또는 축협산하공장에서 제조 판매하는 것(81%)을 가장 선호하고 있는 반면 일반사료공장에서의 제조판매에 대해서는 매우 낮은 선호도를 나타냈다.

잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 판매가격이 유통 및 마진을 포함하여 350원/kg보다 높은 가격으로 판매될 경우 구매·급여 의사에 대한 질문에 축산농가는 제조가격이 벗짚보다 높음에도 불구하고 증체효과가 있기 때문에 구매·급여하겠다는 의사가 38%, 급여하지 않겠다는 의사는 31%, 무응답이 31%로 나타나, 제조과정까지의 단계별 비용을 절감시킨다면 구매, 급여하는 축산농가는 증가될 것으로 판단된다.

잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 샘플제공시 급여에 대한 의사에 대하여 급여하지 않겠다는 의사가 68%로 나타나, 축산농가에서는 잣나무생지엽을 원료로 한 발효조사료에 대한 불안감이 매우 높은 것으로 판단된다. 한편 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 브랜드화는 응답자의 56%가 긍정적이라고 답변하였다. 향후 잣나무림이 집중 분포되어 있는 경기도 가평군을 중심으로 잣나무생지엽 발효조사료를 축산농가에 급여하는 시범사업을 정책적으로 추진하는 방안을 고려할 필요가 있다.

#### 라) 종합 검토

이상의 설문조사 결과를 토대로 각 유통주체들에 대한 특징을 요약해 보면 다음과 같다. 잣나무생지엽의 공급 주체인 국유림관리소 및 산주들의 공급가능성은 있으나 소비처가 불분명하고 규정이 불명확하여 실제 공급에는 많은 제한이 있을 것으로 보이며 앞으로 수집체계에 관한 법적 개선이나 잣나무생지엽 발효조사료에 대한 홍보 강화가 필요하다고 판단된다.

유통측면에서 중요한 위치를 차지하고 있는 산림조합은 잣나무생지엽을 직접 공급·유통시킬 의사는 매우 낮았으나 산주와 소비자의 중개역할에 대한 인식은 매우 높은 것으로 나타났다. 그러나 소비처가 불분명하고 발효조사료로서의 가능성에 대한 불신 등이 상존하였다.

잠재적인 제조·판매 주체인 축협 및 TMR공장은 잣나무생지엽 발효조사료에 대한 판매가능성이 매우 낮은 것으로 나타났다. 이는 잣나무생지엽 발효조사료에 대

한 확신이 없을 뿐만 아니라 제품에 대한 향후 수요량이 불명확하여 당장 제조를 꺼리는 것으로 나타났다. 따라서 잣나무생지엽 발효조사료에 대한 수요 확대를 위해서는 우선 축산농가에 대한 시범 급여사업을 통해 효과를 검증한 후 점차 확대해 나갈 필요가 있다. 또한 축산농가들의 잣나무생지엽 발효조사료에 대한 급여가능성도 매우 낮은 것으로 나타났는데, 이는 품질에 대한 확신이 없고 기존 볏짚에 비하여 고가였기 때문이다.

<표 4-37> 각 주체의 인식을 바탕으로 한 종합 검토

구 분	공 급		유 통	제 조 · 판 매		소 비 (축산농가)
	국유림 관리소	산 주	산림조합	축협	TMR공장	
가능성	중(43%)	상(88%)	상(86%)	하(0%)	하(0%)	하(32%)
난 점	소비처 불분명 규정 불명확	소비처 불분명 입지	소비처 불분명	제품 확신없음 수요량 미파악	제품 확신없음 수요량 미파악	제품 확신 없음 벗짚대비 고가격
대 안	규정 개선	교육 강화	정보제공 강화	시범사업을 통해 점차 확산		

주: 상 - 가능성 큼(60% 초과), 중 - 가능성 있음(41~60%), 하 - 가능성 없음(40% 미만)

#### 라. 개선 및 기술지원 보급방안

잣나무생지엽 발효조사료에 대한 홍보부족과 잣나무생지엽 수집체계에 대한 법적 근거가 미미하여 축산농가는 급여를 꺼리고 국유림관리소는 수집에 어려움을 겪고 있다. 따라서 잣나무생지엽이 발효조사료로 활용되기 위해서는 다음과 같은 제도적 개선이 수반되어야 할 것이다.

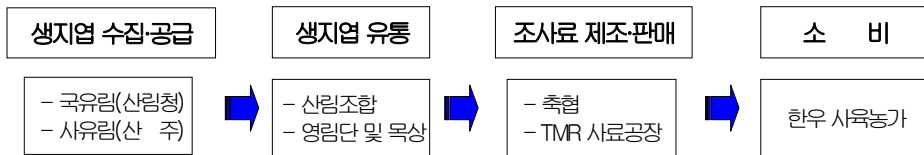
첫째, 잣나무생지엽의 수요처에 관한 정보를 제공할 필요가 있다. 이는 잣나무생지엽의 활용처를 모르는 관리소 및 산주들이 잣나무생지엽을 여전히 임지폐기물로 보고 있기 때문이다. 따라서 잣나무생지엽의 공급자인 국유림관리소, 산주에게 잣나무생지엽을 원료로 한 발효조사료에 대한 정보를 제공하여 산물 수집 및 활용 의지를 제고시키고 축산농가에게 잣나무생지엽 발효조사료의 증체효과에 대한 정보를 제공하여 점차 보급을 확대할 필요가 있다.

둘째, 잣나무생지엽의 수집체계 구축 및 시범 급여사업을 운영할 필요가 있다. 잣나무생지엽은 산지 중심적이며, 물류비용이 많이 드는 원료다. 따라서 가장 비용 효



올직한 수집체계를 선택해야 한다. 또한 발효조사료의 제조·판매 주체 및 축산농가는 잣나무생지엽 발효조사료에 대한 검증을 거친 후 사업 또는 급여할 생각을 가지고 있다.

그러므로 우선 잣나무생지엽의 다량 발생권역을 중심으로 생산 → 유통 → 제조 → 소비를 잇는 시스템 체계를 구축하여 인근 지역의 축산농가를 대상으로 잣나무생지엽 발효조사료 제품에 대한 신뢰를 구축한 후 단계적으로 확대할 필요가 있다. 따라서 수집단계에 전목집재로 원목·생지엽의 집약 활용을 통한 수집비용 절감 및 산지 생산·육림에 대한 정보제공으로 유통비용을 절감할 필요가 있다. 그리고 제조단계에서는 제조공정의 표준화·자동화를 통해 발효조사료의 대량 생산 및 규격포장으로 제조 및 운송비용을 절감할 필요가 있다. 또한, 향후 잣나무생지엽 수요가 증대될 경우를 대비하여 국유림(산림청)·사유림(산주) → 산림조합·민간단체(유통) → 제조공장(축협 또는 민간제조공장) → 소비자(축산농가)를 연결한 시스템을 잣나무가 많이 분포되어 있는 경기도 가평군 지역을 중심으로 구축하여 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료 제조공장을 시범운영하는 지역특화사업을 실시하는 축산농가 조사료지원 정책을 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. <그림 4-4>은 잣나무생지엽 발효조사료의 시범사업 모식도이다.



<그림 4-4> 잣나무생지엽 발효조사료 시범사업 모식도

셋째, 잣나무생지엽 발효조사료에 대한 기술지원 보급방안이다. 개발된 잣나무생지엽 발효조사료의 제조기술을 축산농가를 대상으로 교육을 실시하고 연구결과에 대한 리플렛을 제작하여 배부함과 동시에 시범사업 등을 통하여 지역의 축산농가 및 제조공장에 기술을 보급하여 잣나무생지엽 발효조사료를 연차적으로 확대해 나가는 것이 필요하다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 연구개발 목표

#### 1. 사료 제조 기술 개발

- 목질자원의 효율적 발효기술, 생산 및 제조기술 확립
- 발효조사료의 대량생산 및 제조 방법 구축
- 발효조사료의 축종별 급여효과 구명
- 정유 추출잔사의 산란계에 대한 기능성 유효성분 탐색
- 정유 추출잔사를 이용한 기능성 사료 제조 및 이화학적 성질 검정
- 혐기발효사료 생산, 제조, 이용을 위한 시범단지 운영

#### 2. 경제성 분석

- 조사료용 목질자원의 공급 잠재력 평가
- 발효사료의 제조원가, 대체가능성 및 경제적 효과 분석
- 조사료용 목질자원의 효율적 활용방안 모색

#### 3. 사료 가치 평가

- 생지엽발효 사료의 사료가치 평가
- 혐기발효조사료의 가축 생체내 영양소 이용성 평가
- 비육우의 사양시험에 의한 발효조사료의 현장 적용 시험
- 거세한우의 증체, 육질에 미치는 목질계 조사료의 영향 평가
- 정유잔사가 산란계의 대사과정과 계란내 기능성물질의 전이 여부

#### 4. 임상학적 평가

- 목질계 대체조사료 섭취에 의한 가축의 건강상태 평가
- 비육한우에 대한 생지엽 및 목질사료의 안전성 평가
- 생지엽 발효사료를 임신 한우에 섭취시켰을 때의 임신한우의 모체 혈중 호르몬치(에스트로겐 및 프로그스테론) 및 태아 동태를 분석하여, 임신한우의 유산에 미치는 영향을 임상학적 평가

- 정유잔사가 산란계의 대사과정에 미치는 영향
- 생지엽 발효사료 및 정유를 임신랫드에 투여하여 유산 원인 구명

## 제 2 절 연차별 목표 및 범위

임업연구원 천연물화학 연구진은 조사료화 및 기능성 사료로 이용될 목질 성분 및 정유잔사를 최신 구입된 GC-MS를 이용하여 심층적으로 분석하였고, 생지엽 및 목질조사료의 제조는 미생물화학 연구진에서 담당하여 사료화 발효 및 제조 기술 연구진을 구축하였다. 또한 협동연구자로 축산기술연구소의 영양생리학실은 기 개발된 조사료 및 기능성 사료의 사료가치를 평가하여 분석하였고, 실제 가축 적용 실험을 거쳐 개발 사료에 대한 가축의 증체율, 육질 등의 부수적인 효과를 평가하였다. 개발 사료의 임상학적 평가는 충북대 수의대에서 사료를 섭취한 가축의 혈청 또는 혈액에 의하여 독성 및 건강상태를 평가하였다. 개발 조사료의 실용화 및 산업화를 위하여 임업연구원 임업경제연구진에서 경제성을 분석하여 기존 조사료에 대한 대체 효과 및 경쟁력 등을 분석하였다.

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 효율적 혐기발효사료 제조 기술 개발</li> <li>○ 정유잔사의 기능성 성분 검정</li> <li>○ 사료용 목질자원의 공급잠재력 평가</li> <li>○ 생지엽 및 목질 혐기 발효사료의 가치평가</li> <li>○ 한우에 대한 임상의학 적 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 처리기간별, 첨가제별 제조기술</li> <li>• 온도 및 함수율에 따른 최적발효조건 탐색</li> <li>• 지방산 및 무기성분 함량 분석</li> <li>• 정유잔사 생산 방법 구축</li> <li>• 생지엽, 목질(툽밥) 발생 및 이용실태</li> <li>• 목질계 자원의 조사료 이용실태 사례조사</li> <li>• 반추위내 소화율 측정</li> <li>• 반추동물의 체내 영양소 이용성 평가</li> <li>• 장내통과속도 측정을 통한 사료의 이용성측정</li> <li>• 조사료 가치 평가(저작시험)</li> <li>• 거세한우 증체 및 육질분석을 통한 생산성평가</li> <li>• 사료 급여 한우의 건강상태 검사</li> <li>• 단백질, 지질, 무기물대사 및 간기능대사지표</li> </ul>

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
2차년도 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 험기발효사료 대량 생산</li> <li>○ 정유잔사 산란계 급여에 의한 효과 분석</li> <li>○ 정유잔사의 생산 및 조사료화</li> <li>○ 험기발효 조사료 및 정유잔사의 기능성 성분 검정</li> <li>○ 험기발효사료 제조원가 및 경제성 분석</li> <li>○ 거세한우 및 임신우 사양 시험</li> <li>○ 임신우에 대한 임상의학적 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 육질분석용 거세 한우 사양을 위한 험기발효사료 대량생산</li> <li>• 번식우 시험용 험기발효사료 대량생산</li> <li>• 산란계 급여에 의한 난중 및 산란율 평가</li> <li>• 정유잔사 생산 공정 확립 및 조사료 제조기술 구축</li> <li>• 지방산, 아미노산, 비타민 등 성분 분석</li> <li>• 험기발효조사료 제조원가 및 조사료 대체 가능성 분석</li> <li>• 험기발효 조사료 및 정유잔사 조사료 경제적 효과 분석</li> <li>• 육질개선 효과 분석을 위한 거세한우 및 유조산 가능성 타진을 위한 임신우 사양시험</li> <li>• 임신우 혈액 채취에 의한 호르몬 분석 및 태아 발육상태 진단을 위한 초음파 검사</li> </ul>
3 차 년 도 (2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사료 대량제조 기술 개발</li> <li>○ 정유잔사의 기능성 조사료 제조기술 개발</li> <li>○ 조사료용 자원의 효율적 활용방안</li> <li>○ 정유잔사 경제성 분석</li> <li>○ 거세한우 사양시험</li> <li>○ 정유잔사 산란계 사양 시험</li> <li>○ 산란계에 대한 임상의학적 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 험기 발효사료 대량생산 기술 확립</li> <li>• 정유잔사의 기능성 조사료 대량생산</li> <li>• 정유잔사의 특수 성분 분석</li> <li>• 생지엽 원료 공급에 대한 제도 개선 및 기술지원 방안</li> <li>• 정유잔사의 산란계용 사료 대체효과 및 경제성 분석</li> <li>• 험기발효사료의 거세한우 사양시험에 의한 육질개선 효과 분석(계속)</li> <li>• 정유잔사 사료의 산란계 사양시험(산란율, 난중, 콜레스테롤 함량)</li> <li>• 정유잔사 급여에 의한 산란계의 건강 상태 조사</li> <li>• 임신릿드에 대한 정유의 임상학적 영향</li> </ul>

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 제 1 절 기대효과

#### 1. 기술적 측면

산지에 존치되어 있는 생지엽과 소경재로부터 생산한 톱밥을 조사료로 개발하고, 또 정유추출잔사를 기능성 조사료로 개발하는 데는 톱밥 및 잔사의 생산에서부터 최종산물이 나오기까지 여러 공정에 걸쳐 다양한 기술이 요구된다. 그러나, 본 과제에서는 산·학·연에서 각 분야의 전문가가 유기적인 관계로 역할분담을 하고 있으므로, 기술적인 측면에서는 별 문제가 없을 것으로 생각되며, 아울러 국내외의 사료 생산업계에 신선한 자극으로 작용할 것이다. 또한 침엽수 잎에 의한 독성여부를 결정함으로써 침엽수에 의해 나타나는 번식장애 등의 독성효과에 의한 사고를 기술적으로 미연에 제거함으로써 검증된 사료를 안전하게 농가에 보급할 수 있을 것이다.

#### 2. 경제·산업적 측면

생지엽 및 목질톱밥의 대량 수요창출로 임업의 발전뿐만 아니라 축산농가에 저가에 다량의 조사료를 연중 공급함으로써, 산림자원의 부가가치를 높여서 임업의 경쟁력을 향상시키는 동시에, 축산농가의 경비절감 및 수입에 의존하는 사료자원의 대체 효과에도 크게 기여하는 등 일석삼조의 효과가 기대된다. 현재 전국적으로 필요한 조사료량은 700만톤에 달하며 숲 가꾸기 운동 등의 간벌에 의하여 생산되는 년 500만톤의 생지엽이 kg당 150원 정도에 전량 제조 보급이 가능하다면(벚짚은 200원/kg) 2,500억원의 부가가치 효과를 얻을 수 있으며, 수입에 의하여 지출되는 조사료(알팔파)비 2,600만 달러의 외화를 절약할 수 있다. 또한, 추출잔사를 이용하여 가축의 기능성을 증진시킬 수 있는 사료의 개발은, 사료의 브랜드화가 가능할 뿐만 아니라 가축의 질병예방 및 축사의 환경개선에 의한 오폐수의 저감화 효과 등 경제·산업·환경적인 측면에서 커다란 파급효과가 기대된다.

## 제 2 절 연구 활용방안

활 용 분 야	활 용 방 안
사료 제조 기술 개발	<p>산림자원을 이용한 혐기발효 제조기술은 작금의 축산 분야에 종전의 인식을 전환시키는데 능동적으로 기여할 것이며, 아울러 사료업계와 축산농가에 제조기술을 이전 하므로써 대량생산 또는 자가공급토록 함. 또한, 기능성 사료를 개발·제공하므로써, 사료업계는 사료의 브랜드 화, 축산농가에서는 육질의 브랜드화가 가능하게 되고, 나아가 가축의 질병예방, 축사환경 개선 등에 기여</p>
사료의 경제성 분석	<p>사료용 목질자원의 공급잠재력 및 경제성을 비교분석 하고, 실용화를 위한 조사료용 목질자원의 효율적인 수집 체계 및 기술보급에 관한 제도적 개선방안을 제공</p>
사료 가치 평가	<p>거세한우, 비육우 및 산란계의 사양시험을 통하여 축 종별로 적합한 발효사료의 사료가치를 평가하였으므로 축종별로 적절한 급여지침을 제시</p>
임상학적 평가	<p>영양, 대사 및 안전성 문제를 임상학적으로 평가하여 산림이용의 극대화를 꾀함. 또 사료회사와 공동으로 기능성 사료를 개발하고 이를 저렴한 가격으로 축산농가 에 널리 보급하여, 가축생산의 생산단가를 낮추어 농가 의 소득증대에 기여</p>

### 제 3 절 기술이전 및 추가연구 필요성

생지엽 및 목질조사료의 효율적 이용을 위하여 개발된 제품의 생산 및 제조기술을 임협 등 관련 단체에 이전하고, 유통체계 확립을 위하여 축산 관련 단체와 공조를 유도하여 산림자원의 고부가가치 창출을 통한 임업의 산업화 기반 조성과 함께 축산 분야의 중대한 난제인 조사료 부족 문제를 해결할 수 있음. 또 기능성 사료에 있어서는 숲 가꾸기 사업에서 발생하는 산림자원으로부터 정유를 생산하면서 추출잔사를 이용하여 기업측과 공동개발하여 축산농가에 보급하며, 이 과정에서 축적된 노하우를 활용하여 기능성 사료의 대량생산 체제를 구축함. 또한, 개발된 기술에 대한 특허권의 획득 등을 통하여 산업화를 추진할 수 있을 것으로 기대되며, 이러한 기술을 사용하고자 하는 기업체에는 자격요건에 따라 유상 또는 무상으로 기술을 이전하고자 함

현재 참여기업인 한국닛소(주)는 정유를 생산하고 있으며 이의 산업화가 촉진될 경우 발생하는 정유추출잔사는 산란계 사양시험 결과물인 난에 대한 기능성성분 검정 후에 기술이전을 하여 바로 산란계 농장에 보급할 예정이며 또한 생지엽 발효조사료는 한국닛소(주)의 정유추출잔사의 보급과 함께 생산라인을 가동하여 추후 기술이전 및 산업화가 가능할 것이다.

연구결과 설명회를 2002년 12월 10일 평창축협에서 실시하여 각계의 의견을 수렴한 결과 시범단지 운영에 의한 농민 홍보, 대량생산을 위한 생산라인 현지 가동, 생지엽 수집체계 확립, 생지엽 발효조사료의 저가 생산 및 공급, 급여 한우 육질의 기능성 물질 전이 여부 탐색 등에 대한 연구의 필요성이 제기되었다.





## 제 6 장 참고문헌

1. 나기정, 강하영, 오종환, 최인규, 윤영원, 정의배. 침엽수종으로부터 분리된 정유의 스트레스 완화효과. 한국실험동물학회지 1998; 14(1): 93-96.
2. 나기정, 강하영, 윤신근, 정의배. 침엽수 유래 정유의 생물학적 효능. 한국실험동물학회지 1999; 15(1): 93-96.
3. 최인규, 박재순, 오종환. 1998. 음식물찌꺼기 處理用 木質淨化槽 및 微生物菌株 開發. 산림과학논문집, Vol. 57 : 30-42
4. 김은정, 정성원, 최근표, 함승시, 강하영, 1998, 주요 솔잎추출물의 돌연변이 억제효과, 한국식품과학회지 30(2) 450~455.
5. 윤태현, 1992, 소나무 및 잣나무의 잎과 꽃가루의 지방산 조성, 한국유화학회지 9(1) 25~30.
6. 新井 賢, 藤本憲二, 橋本竹二郎, 瀧島常雄, 小屋佐久次, 1987, アカマツ葉の成分に關する研究. エタノール溶出アミノ酸について, 藥學雜誌, 107(4) 279~286.
7. 新井 賢, 橋本竹二郎, 小屋佐久次, 1989, アカマツ葉の成分に關する研究(第2報). エタノール溶出アミノ酸のクロマツ葉との比較について, 藥學雜誌, 109(2) 127~143.
8. Adams, D. C., J. A. Pfister, R. E. Short, R. G. Cates, B. W. Knapp and R. D. Wiedmeier. 1992. Pine needle effects on in vivo and in vitro digestibility of crested wheatgrass. J. Range manage. 45:249-253
9. Adeley, I. O. A. and W. D. Kitts, 1974. The effect of nitrogen source on the in vitro cellulose digestion of chemically treated oat straw and poplar wood. J.

Agric. Sci, Camb. 82:571-573

10. Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official methods of analysis. 13th ed. AOAC. Washington, D.C.
11. Brooks, J. R., G. W. Pipes and C. W. Ross. 1962. Effect of temperature on the thyroxine secretion rate of rams. J. Anim. Sci. 21:414
12. Chaney, A. L. and E. P. Marbach. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonin. Clinical chemistry 8:130
13. Hahn, G. L. 1999, Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. J. Anim. Sci. 77:10-20
14. Hahn, G. L., Y. R. Chen, J. A. Nienaber, R. A. Eigenberg, and A. M. Parkhurst. 1992. Characterizing animal stress through fractal analysis of thermoregulatory responses. J. Therm. Biol. 34:115-120.
15. Hoover, W. H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. J. Dairy Sci. 69:2755
16. Jung, H. G, 1985. Inhibition of structural carbohydrate fermentation by forage phenolics. J. Sci. Food Agr. 36:74-80
17. Jung, H. G, and G. C. Fahey. 1981. Effect of phenolic compound removal on in vitro forage digestibility. J. Agr. Food Chem. 29:817-820
18. Lacey, J. L., L. F. Janes. R. E. Short. 1988. Ponderosa pine; The Ecology and Economic Impact of Poisonous Plants on Livestock Production, Westview Press, Boulder, Colo.

19. McDonald, p. A. R. 1981. The biochemistry of silage. John Willey and Sons, New York.
20. Millet, M. A., A. A. Baker, W. C. Feist, R. W. Mellenberger, and Satter, 1970. Modifying wood to increase in vitro digestibility. J. Anim. Sci. 31:781-787
21. Pigden, W. J. and Heaney, D. P. 1969. Lignocellulose in ruminant nutrition. Amer. Chem. Soc. Adv. Chem. 95:245-261
22. Yousef, M. K., H. H. Kibler and H. D. Johnson. 1967. Thyroid activity and heat production in cattle following sudden ambient temperature changes. J. Anim. Sci. 26:142
23. Amjed M, Jung HG, Donker JD. Effect of alkaline hydrogen peroxide treatment on cell wall composition and digestion kinetics of sugarcane residues and wheat straw. J Anim Sci 1992; 70(9): 2877-84.
24. Andersson L. Subclinical ketosis in dairy cows. Vet Clin North Am Food Anim Pract 1988; 4(2): 233-251.
25. AOAC. Official Methods of analysis. 14th ed. Washington, DC : Association of Official Analytical Chemists, 1984.
26. Call JW, James LF. Effect of feeding pine needles on bovine reproduction. JAVMA 1976; 69(12): 1301-1302.
27. Christenson LK, Short RE, Farley DB, Ford SP. Effects of ingestion of pine needles (*Pinus ponderosa*) by late-pregnant beef cows on potential sensitive Ca<sup>2+</sup> channel activity of caruncular arteries. J Reprod Fertil 1993; 98(1):

301-306.

28. Deschamps FC, Ramos L, Fontana JD. Pretreatment of sugar cane bagasse for enhanced ruminal digestion. *Appl Biochem Biotechnol*. 1996; 57-58: 171-182.
29. Goering HK, Van Soest PJ. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, and some applications). *Agric Handbook 379*, ARS, USDA Washington, DC
30. Haddad SG, Grant RJ, Klopfenstein TJ. Digestibility of alkali-treated wheat straw measured in vitro or in vivo using Holstein heifers. *J Anim Sci* 1994; 72(12): 3258-3265.
31. Holtenius P, Holtenius K. New aspects of ketone bodies in energy metabolism of dairy cows: a review. *Zentralbl Veterinarmed A* 1996; 43(10): 579-587.
32. Jacobs JL. Protein supplementation of formic acid and enzyme treated silages, *Grass and Forage Science* 1992; 47(2): 103-113.
33. Jensen R, Pier AC, Kaltenbach CC, Murdoch WJ, Becerra VM, Mills KW, Robinson JL. Evaluation of histopathologic and physiologic changes in cows having premature births after consuming ponderosa pine needle. *Am J Vet Res* 1989; 50(2): 285-289.
34. Jung HG, Mertens DR, Payne AJ. Correlation of acid detergent lignin and Klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. *J Dairy Sci* 1997; 80(8): 1622-1628.
35. Keays JL, Foliage I. Practical utilization of foliage. *Appl Polymer Symp* 1976; 28: 445.

36. Klopfenstein T. Chemical treatment of crop residues. *J Animal Sci* 1978; 46(3): 841-848.
37. Neff TE, Adams CJ, Jackson LL. Pathological effects of pine needle ingestion in pregnant mice. *Cornell Veterinarian* 1982; 72(2): 128-136.
38. Popoff T, Olof T. The constituents of conifer needles. VI. Phenolic glycosides from *Pinus sylvestris*, *Acta Chemica Scandinavica B* 1977; 31: 329-337.
39. Reid IM, Rowlands GJ, Dew AM, Collins RA, Roberts CJ. The relationship between post-parturient fatty liver and blood composition in dairy cow. *J Agric Sci* 1983; 1101: 473-480.
40. Rukkwamsuk T, Kruij TA, Wensing T. Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. *Vet Q* 1999; 21(3): 71-77.
41. Shah et al. Digestibility of some crop residues after steam/pressure treatments. *Biol Wastes* 1987; 19(1): 63-67.
42. Siddons RC, Paradine J, Gale DL, Evans RT. Estimation of the degradability of dietary protein in the sheep rumen by in vivo and in vitro procedures. *Br J Nutr* 1985; 54(2): 545-561.
43. Stegelmeier BL, Gardner DR, James LF, Panter KE, Molyneux RJ. Pine needle abortion in cattle: associated changes in serum cortisol, estradiol, and progesterone. *Cornell Veterinarian* 1989; 79(1): 53-60.
44. Stegelmeier BL, Gardner DR, James LF, Panter KE, Molyneux RJ. The toxic and abortifacient effects of ponderosa pine. *Vet Pathology* 1996; 33(1): 22-29.

45. Stuart LD, James LF, Panter KE, Call JW, Short RE. Pine needle abortion in cattle: pathological observations. *Cornell Veterinarian*. 79(1):61-9, 1989.
46. Sunvold GD, Cochran RC. Technical note: evaluation of acid detergent lignin, alkaline peroxide lignin, acid insoluble ash, and indigestible acid detergent fiber as internal markers for prediction of alfalfa, bromegrass, and prairie hay digestibility by beef steers. *J Anim Sci* 1991; 69(12): 4951-4955.
47. Traxler MJ, Fox DG, Van Soest PJ, Pell AN, Lascano CE, Lanna DP, Moore JE, Lana RP, Velez M, Flores A. Predicting forage indigestible NDF from lignin concentration. *J Anim Sci* 1998; 76(5): 1469-1480.
48. Zhao L, Windisch W, Kirchgessner M. A study on the nutritive value of pollen from the Chinese Masson Pine (*Pinus massoniana*) and its effect on fecal characteristics in rats. *Z Ernährungswiss* 1996; 35(4): 341-347.
49. Zinkel, D. F., Magee, T. V. and J. Walter, 1985, Major resin acids of *Pinus nigra* needles, *Phytochemistry* 24(6) 1273~1277.
50. Zinkel, D. F. and T. V. Magee, 1991, Resin acids of *Pinus ponderosa* needles, *Phytochemistry* 30(3) 845~848.
51. Zinkel, D. F. and T. V. Magee, 1987, Diterpene resin acids from the needle oleoresin of *Pinus strobus*, *Phytochemistry* 26(3) 769~774.
52. Jensen R et al. Evaluation of histopathologic and physiologic changes in cows having premature births after consuming ponderosa pine needle. *American Journal of Veterinary Research*. 50(2):285-9, 1989.

53. Anderson CK and Lozano EA Pine needle toxicity in pregnant mice. *Cornell Veterinarian* 67(2):229-35, 1979.
54. James LF et al. Experimentally induced pine needle abortion in range cattle. *Cornell Veterinarian* 67(2):294-9, 1977.
55. Call JW and James LF Effect of feeding pine needles on ovine reproduction. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 169(12):1301-2, 1976.
56. James LF et al. Effect of feeding ponderosa pine needle extracts and their residues to pregnant cattle. *Cornell Veterinarian* 84(1):33-9, 1994.
57. Panter KE et al. Ponderosa pine needle-induced parturition in cattle. *Journal of Animal Science*. 70(5):1604-8, 1992.
58. Chrisitenson LK et al. Specific effects of blood plasma from beef cows fed pine needles during late pregnancy on increasing tone of caruncular arteries in vitro. *Journal of Animal Science*. 70(2):525-30, 1992.
59. James LF et al. Pine needle abortion in cattle: a review and report of 1973-1984 research. *Cornell Veterinarian*. 79(1):39-52, 1989.
60. Tanaka H et al, Effect of p-coumaric acid on cellulose utilization by rumen fungi with or without methanogen, *Animal Science and Technology* 63(9), 917~923. 1992.
61. Jacobs JL et al, Protein supplementation of formic acid and enzyme treated silages, *Grass and Forage Science* 47(2), 103~113. 1992.
62. Ellis JE et al, Formate and glucose stimulation of methane and hydrogen



production in rumen liquor, *Current Microbiology* 20(4), 251~254, 1990.

63. Mukhamedyanov MM, Effect of silages preserved with formates on productivity of, and rumen digestion in heifers, *Khimiya v Sel'skom Khozyaistve* 23(7), 34~36, 1985.
64. Mukhamedyanov MM, Use of formates for preserving green feeds, *Khimiya v Sel'skom Khozyaistve* 22(7), 47~51, 1984.
65. Mukhamedyanov MM, Sodium formate in diets for finishing young bulls, *Khimiya v Sel'skom Khozyaistve* 22(3), 51~53, 1984.
66. Ogimoto K et al, Genesis and biochemistry of rumen acidosis 2, Microorganisms and breakdown of lactic acid isomers, *Chemical Abstracts* 81(17), 385, 1974.
67. Allison MJ et al, Ruminal changes after overfeeding with wheat and the effect of intraruminal inoculations on adaptations to a ration containing wheat, *J. Anim. Sci.* 23, 1164~1171, 1964.
68. Chandler PT et al, Lactational response of dairy cows inoculated with live adapted rumen microorganisms, *J. Dairy Sci.* 58(11), 1660~1665, 1975.
69. Shah et al, Digestibility of some crop residues after steam/pressure treatments, *Biol. Wastes* 19(1), 63~67, 1987.
70. Millett MA et al, Modifying wood to increase its in vitro digestibility, *Journal of Animal Science* 31(4), 781~788, 1970.
71. Moore WE et al, Hydrolysis of wood and cellulose with cellulolytic enzymes, *J.*

- Agr. Food Chem. 20(6), 1173~1175, 1972.
72. Waiss AC, Improving digestibility of straws for ruminant feed by aqueous ammonia, *Journal of Animal Science*, 35(1), 109~112, 1972
73. Morris PJ et al, Nutritive value of ground and/or ammoniated corn stover, *Can. J. Anim. Sci.* 60(2), 327~336, 1980.
74. Mellenberger RW et al, Digestion of aspen, alkali-treated aspen, and aspen bark by goats, *Journal of Animal Science*, 32(4), 756~763, 1971.
75. Schleicher H et al, Changes of cellulose accessibility to reactions in alkaline medium by activation with ammonia, *Journal of Polym. Sci. Symp.* 47, 251~260, 1974.
76. Waller JC et al, Hydroxides for treating crop residues, *Journal of Animal Science*, 41, 424~425, 1975.
77. Robinson PH et al, Influence of ammoniation of high moisture barley on its in situ rumen degradation and influence on rumen fermentation in dairy cows, *Can. J. Anim. Sci.* 68, 839~851, 1988.

# 부 록

1. 연구성과 설명회 자료
2. 생지엽 조사료 제조 및 급여방법 리플렛
3. 잣나무 생지엽 활용 및 발효조사료  
제조·판매에 관한 설문지
4. 특허출원서

농림부 특정연구 첨단과제 연구성과 설명회

**발효처리에 의한 목질계자원의  
조사료화**

**2002. 12. 10.**

**임업연구원·축산기술연구소**



# 발효처리에 의한 목질계자원의 조사료화

1. 잣나무 생지엽을 이용한 조사료 제조 기술  
최돈하, 강하영, 최인규, 이성숙, 박동근(임업연구원 화학미생물과)
2. 생지엽 조사료의 사료적 가치 평가  
오영균, 황보종, 이상철, 신기준(축산기술연구소 영양생리과)
3. 비육한우에 대한 생지엽 조사료의 안정성 평가  
정의배(충북대학교 수의과대학)
4. 잣나무 생지엽 조사료의 경제성  
린원, 이성연, 배재수, 정병헌(임업연구원 임업경제과)

## 1. 연구 목적

생지엽이나 목질 톱밥을 혐기발효 또는 호기발효시켜 사료화 기술 개발은 처음 임업연구원에서 1985년~1986년 소에 대한 수종별 지엽의 기호도를 조사하여 기호수종 및 기피수종을 검정하였으며, 맹아지(현사시, 아까시나무)의 사료적 가치평가에 대한 연구에서는 소화율이 58~72%로서 목초에 버금가는 사료를 제조하였으나, 생산량이 미흡하여(년 4톤 정도) 실용화되지 못하였다.

1988년부터 1990년까지는 목재부후균을 이용한 미생물처리, 폭쇄 및 증자에 의한 물리적 처리, 산, 요소, 암모니아에 의한 화학적 처리를 도입하여 톱밥의 조사료화에 대한 연구를 추진, 반추동물용 목질조사료 제조방법에 대한 특허를 얻은 바 있다.

또한, '98년에는 생지엽 혐기발효사료를 비육젖소 및 비육한우에 대하여 급식 시험을 실시하였다. 그러나 발효기술의 부족, 사료가치의 불명확성, 전문적인 사료의 효과에 대한 검증이 부족하였으므로 좀 더 자세하고 정확한 연구로 새로운 조사료원으로서 개발 된다면 양축 농가의 사료비 부담을 대폭 줄일 수 있을 것으로 예측되었다.

생지엽이나 목질 톱밥을 단시간 내에 효율적으로 사료화시킬 수 있는 호기발효에 의한 조사료화의 경우에는 방법을 균일하게 적용하는 것이 불가능하고 혐기발효에 의한 방법은 아직 시도된 바가 없었다. 생지엽이나 목질 톱밥이 효과적인 처리기술에 의하여 사료화되어 비육우 등의 조사료로 이용되면 배합사료의 사용을 줄여 생산단가의 대부분을 차지하는 사료 단가를 낮출 수 있으므로 농가에는 경제적 손실을 줄여 수익을 도모할 수 있다.

특히, 우리나라의 사료 총 소비량은 최근 연간 약 9~10백만톤으로 이 중 조사료의 급여비율은 40% 내외이다. 최근 3년간 평균 조사료 공급량은 수입을 포함하여 약 3.6백만톤이며, 이 중 볏짚이 전체 조사료 공급량의 약 60%를

차지하고 있어 볏짚이 주요 조사료로 이용되고 있음을 알 수 있다. 볏짚의 공급량은 연간 2백만톤 이상이 공급되고 있으나 볏짚 수거량은 벼 수확 이후 기 후, 특히 강우 등 자연조건에 크게 영향을 받고 있어 공급의 불안정성을 갖고 있다.

한편, 볏짚 조사료의 대체 조사료로써 주벌, 간벌, 천연림보육, 어린나무가꾸기 등 산림작업에 의해 생산되는 생지엽은 호기나 혐기 발효 조사료의 원료로서 이용이 가능하다. 이러한 산림사업으로부터 발생하는 생지엽은 2000년 기준으로 2007년까지 연간 약 1.7백만톤이 발생하는 것으로 추정되었다. 그러므로 생지엽을 조사료화 할 수 있는 제조 방법을 개발함으로써 숲가꾸기사업 후 산지에 방치되고 있는 자원을 고부가가치화 시킬 수 있고, 부족한 조사료를 원활하게 저가에 공급시킴으로써 축산농가의 경쟁력을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 숲가꾸기사업에서 발생하는 미이용자원인 잣나무의 생지엽을 분쇄하여 혐기발효법으로 조사료를 제조하였으며 이의 비육우 사양시험, 안전성 시험 및 경제성 분석을 실시하여 제조 조사료의 성능 및 효과를 확인하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 생지엽을 이용한 조사료 제조

숲가꾸기 사업에서 생산되는 잣나무 생지엽을 6mm 정도의 크기로 분쇄한 후 함수율을 60~65%로 조절하였다. 수분 조절과 함께 영양학적 가치



향상과 발효 촉진을 위해 10kg 생지엽에 대해 다음과 같은 첨가제를 넣었다. 요소(urea) 50g, 개미산칼륨(potassium formate) 1ppm, 초산나트륨 10g, 수산화칼슘(calcium hydroxide) 10g, 미강 50g 및 깻묵 50g을 첨가하였다. 첨가 후에는 잘 혼합하여 비닐 봉지에 20~25kg 단위로 담아 혐기발효 유도를 위하여 공기를 완전히 뺀 후 밀봉하여 30일 이상 야적한 후 급여하였다.

제조된 생지엽 조사료의 일반성분 및 ADF(acid detergent fiber)는 AOAC 방법에 따라서 실시하였으며, NDF(neutral detergent fiber)는 Goering 및 Van Soest 방법에 의하여 분석하였다. 건물소화율 및 NDF 소화율을 측정하기 위하여 한우에 반추위 누관(fistula)을 만들었다. 소화율은 6×10cm 크기의 나일론 주머니(pore size 50 $\mu$ m)에 약 5g의 조사료를 넣고 나일론 줄로 묶어 소의 누관을 통하여 반추위에 직접 넣어 48시간 동안 배양한 후 미분해 성분을 시간별로 벗짚과 비교 분석하였다. 분석 후 소화율은 Orskov와 McDonald의 방법에 따라 계산하였다.

## 2. 생지엽 조사료 급여에 의한 증체량 조사

생후 11개월령 비육한우 48두를 임대하여 6개월간 사양시험을 실시하였다. 여기에서는 기본적으로 생지엽 조사료의 벗짚 대체효과를 검토하기 위한 것으로서, 처리군은 각각 대조군, 처리 1군, 처리 2군, 처리 3군으로 나누어 처리군별로 12두씩 배치하였다. 급여량은 배합사료의 경우 체중의 2.5%, 조사료는 건물 기준으로 체중의 0.5%로 제한 급여하였으며, 체중의 증가에 따라 급여량을 조절하였다. 대조군은 배합사료에 벗짚 100%를 급여하였고, 처리 1군은 배합사료에 벗짚 75%와 조사료 25%, 처리 2군은 배합사료에 벗짚 50%와 조사료 50%, 처리 3군은 배합사료에 벗짚 25%와 조사료 75%를 각각 혼합하여 급여한 것이다. 사료는 1일 2회 같은 양을 아침과 저녁으로 나누어 급여하고 아침사료 급여 전에 사료의 잔량을 측정하여 사료섭취량을 측정하였다. 체중은 시험 개시부터 1개월 간격으로 측정하여 증

체량 및 사료효율을 검토하였다.

### 3. 생지엽 조사료의 임상학적 평가

검사항목을 크게 분류하면 ① 에너지 대사 ② 단백질 대사 ③ 간기능 및 신장기능 ④ 무기질 대사 그리고 실험동물의 건강상태를 확인할 수 있는 ⑤ 혈액검사가 있다.

검사종류는 혈액학적 검사와 혈청학적 검사로 항목은 백혈구수(WBC), 적혈구수(RBC), 혈색소(hemoglobin : Hb), 적혈구용적(packed cell volume : PCV), 혈소판(platelet)이었으며, 적혈구지수(mean corpuscular volume : MCV 및 mean corpuscular hemoglobin concentration : MCHC)를 계산하여 구하였다. 혈액학적 검사는 자동혈구계산기(Celltac-a, NIHONKODEN, 일본)를 이용하여 실시하였다. 혈청화학적 검사항목은 glucose, cholesterol, nonesterified fatty acid(NEFA), BUN, albumin, total protein, GOT,  $\gamma$ -GT, Fatty liver(F liver index), Ca, P, Mg이었다. 혈청화학 검사에 사용한 기구는 SELECTRA II(Merck Co., Netherlands)이다. 지방간 지수(Y)는 다음 식을 이용하여 구하였다.  $Y = -0.51 - 0.032 \times \text{NEFA}(\mu\text{mol}/\ell) + 2.84 \times \text{glucose}(\text{mg}/\text{dl}) \times 0.0555 - 0.0528 \times \text{AST}(\text{IU}/\ell)$

### 4. 생지엽 조사료의 경제성 분석

생지엽 조사료 제조공정은 ①산지에서의 생지엽 수집, ②산지에서 제조농가까지의 잣나무생지엽 운반, ③제조농가에서의 생지엽 파쇄, ④생지엽 조사료 제조로 구분하여 경기도 화성 조암농장에서의 제조사례를 연구대상으로 하여 제조원가를 산출하였으며, 축산기술연구소의 비육한우(2000년), 거세한우(2002년)에 대한 급여실험 결과를 이용하여 잣나무생지엽 조사료의 경제성을 분석하였다.

### III. 연 구 결 과

#### 1. 잣나무 생지엽을 이용한 조사료 제조 기술

잣나무 생지엽 분쇄 입자의 크기는 조사료로서의 가치에 영향을 미치므로 분쇄한 가지와 잎의 입자가 너무 고우면 반추위에 머무르지 않고 통과되어 조사료로서의 효과가 떨어지고 가축의 호흡기내로 들어가 기관지염을 야기할 우려가 있다. 반대로 너무 크면 섭취가 곤란하므로 크기에 유의하여야 한다. 또한 수분이 적으면 혐기발효가 진행되지 않고 과다하면 부패하므로 적절한 수분함량을 조절하여야 한다.

밀봉하여 보관한 지 1개월 정도가 지나면 개봉할 때 향긋한 냄새가 나며 가축에 공급이 가능하였으며 장기간 보존에도 문제가 없었다. 야적시 들쥐 등에 의해 비닐 봉지가 파손되지 않도록 주의하여야 하며 봉지가 파손되면 그 부분이 검게 부패되어 봉지 전체가 발효가 이뤄지지 않았다. 여름철에는 높은 온도에 의한 봉지 내부의 과도한 수분 증발을 막기 위하여 외부 야적시 차양막으로 덮어주면 양호한 발효를 유도할 수 있었다. 잎과 잔가지를 혐기 발효하여 제조하므로 기호성이 뛰어나고 보존성이 뛰어나므로 농한기에 집중적으로 제조하면 연간 사용이 가능할 것으로 사료되었다. 또한, 배합사료에 혼합하여 급여하므로 사료비를 줄일 수 있어 수입육에 대한 경쟁력 향상에도 도움이 되는 것으로 판단되었다. 첨가제는 발효를 촉진시킬 뿐만 아니라 영양가를 개선시키는 이점이 있다.

생지엽의 일반 조성분은 요소 첨가에 의하여 조단백질 함량이 증가하였으며 NDF 함량이 낮게 나타났다. 제조한 조사료의 영양성분을 분석한 결과 조단백질 함량은 볏짚보다 높게 나타났으며, 조사료의 건물소화율은 개미산칼륨, 수산화칼슘, 초산나트륨 첨가시 소화율을 개선하면서 볏짚과 유사하였으나 NDF는 낮은 것으로 나타났다.

<표 1> 생지엽 조사료의 영양 분석

시 료 명	수 분	단백질	NDF
생지엽조사료	56.40	6.64	44.43
벧 짚	12.33	4.47	78.92

또한 반추위 소화율에 있어서는 건물소화율은 생지엽 조사료의 경우 32.25%로 32.31%인 벧짚과 비슷한 수준을 나타내었으며 조단백질 소화율은 발효 조사료가 벧짚보다 약 2배의 소화율을 나타내었다. 그러나 NDF의 소화율은 벧짚이 높은 것으로 나타났다.

<표 2> 생지엽 조사료의 반추위내 소화율(48시간)

시 료 명	소 화 율 (%)		
	건 물	조단백질	NDF
생지엽조사료	32.25	69.85	10.05
벧 짚	32.31	36.92	19.30

## 2. 생지엽 조사료의 사료적 가치 평가

본 시험의 목적은 생지엽 조사료가 기존의 벧짚을 어느 정도까지 대체 가능한지, 가능하다면 생지엽 조사료로 대체했을 경우 비육한우의 생육상태는 어떻게 변화하는지를 검토하기 위한 것이므로 배합사료의 대체 가능성에 대한 검토는 전혀 고려하지 않았다. 사양시험에 투입한 공시한우는 개시 체중 270~280kg인 개체를 선발한 후, 동일한 체중의 개체가 각각의 처리군에 편중되지 않도록 가능한 분산 배치하였다. 배합사료는 체중의 2.5%

조사료는 건물 기준으로 체중의 0.5%로 제한급여하면서 6개월간 사양시험을 실시하고 그 결과를 <표 3>에 나타내었다. 체중은 시험 개시부터 1개월 간격으로 측정하였다. 일당증체량을 보면 대조구(벗짚 100% 급여)의 0.98kg/두·일에 비하여 생지엽 조사료로 대체한 처리구에서는 모두 대조구보다 높은 증체효과가 인정되었다. 25% 대체구가 0.99kg/두·일, 50% 대체구가 1.11kg/두·일, 75% 대체구가 1.06kg/두·일로서 특히 50% 대체구에서 일당증체량이 유의적으로 증가하였으며 kg 증체당 건물섭취량은 유의적으로 감소하였다. 이상의 결과 벗짚 대체 비율 50%가 최적 벗짚 대체 혼합비율인 것으로 나타났다.

<표 3> 비육한우의 사양시험 결과(11개월령 비육한우에 6개월간 급여)

구 분		벗짚 100% (대조구)	생지엽 조사료의 벗짚 대체 비율		
			25%	50%	75%
증체 변화	개시체중(kg)	271.1	275.0	281.8	281.7
	종료체중(kg)	452.5	459.1	488.7	479.4
	증 체 량(kg)	181.4	184.1	206.9	197.7
일당 증체량(kg)		0.98 <sup>b</sup>	0.99 <sup>b</sup>	1.11 <sup>a</sup>	1.06 <sup>b</sup>
건물 섭취량(kg)		9.08	9.38	9.78	9.59
-배합사료		7.14	7.38	7.68	7.53
-벗 짚		1.94	1.50	1.05	0.52
-생지엽 조사료		-	0.50	1.04	1.54
kg 증체당 건물섭취량(kg)		9.27 <sup>a</sup>	9.48 <sup>a</sup>	8.81 <sup>b</sup>	9.05 <sup>a</sup>

a, b : P<0.01

한우의 경제성은 증체량과 육질등급에 따라 크게 좌우되므로 본 연구에서는 비육한우 뿐만 아니라 육질개선을 목표로 거세한우에 대한 사양시험을 실시하였다. 이를 위하여 거세한우 45두를 생후 14개월령부터 생지엽 조사료에 적응시킨 후 14개월동안 급여하여 생산성에 미치는 영향을 구명하였다. 그 결과 비육한우에서와 마찬가지로 볏짚 대체 비율 50%의 생지엽 조사료구에서 0.73kg/두·일로 나타나 대조구(볏짚 100%)의 0.69kg/두·일보다 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. kg 증체당 건물섭취량은 유의적으로 감소하였다. 도체성적 평가에 있어 육질과 육량등급은 처리구간에 차이를 보이지 않았다.

<표 4> 거세한우의 사양시험 결과(14개월령 거세한우에 14개월 급여)

구 분		대조구 (볏짚 100%)	생지엽 조사료구 (볏짚 대체 비율 40%)
증체 변화	개시체중(kg)	325.3	327.3
	종료체중(kg)	614.1	635.8
	증 체 량(kg)	288.8 <sup>b</sup>	308.5 <sup>a</sup>
일당 증체량(kg)		0.69 <sup>b</sup>	0.73 <sup>a</sup>
건물 섭취량(kg)		8.14	8.13
-배합사료		6.93	6.95
-볏 짚		1.20	0.69
-생지엽 조사료		-	0.48
kg 증체당 건물섭취량(kg)		11.79 <sup>a</sup> (100)	11.13 <sup>b</sup> (94)
도체 성적	육질등급(1+:1:2:3) <sup>1</sup>	4:6:11:3	3:7:13:1
	육량등급(A:B:C) <sup>2</sup>	13:9:2	14:9:1

<sup>a, b</sup> : P<0.05

<sup>1</sup> : 1+(최상) → 3(최하)

<sup>2</sup> : A(최상) → C(최하)

### 3. 비육한우에 대한 생지엽 조사료의 안정성 평가

동물이 사료를 섭취하였을 때 사료의 성분에 따라서는 소화가 되기도 하고, 그렇지 않기도 하다. 소화 흡수된 사료는 체내의 대사활동에 이용되고, 만약 몸에 해로운 물질의 경우는 그것에 의한 영향이 간, 신장 등과 같이 특정 장기에 영향을 미치게 된다. 혈액 및 혈청의 성분을 분석하여 개발된 생지엽 조사료를 섭취한 한우가 건강하게 성장할 수 있는가 평가하게 된다. 검사항목을 크게 분류하면 1) 에너지 대사, 2) 단백질 대사, 3) 간기능 및 신장기능, 4) 무기질 대사, 그리고 실험동물의 건강상태를 확인할 수 있는 5) 혈액검사가 있다.

생지엽을 조사료화하여 가축에 급여했을 때 고려해야 할 점은 생체기능을 유지하면서 성장을 지속적으로 할 수 있는가 하는 점과 임상적인 변화 및 독성이 나타나는가에 대한 평가이다. 한우에 생지엽 조사료를 급여하는 과정에서 뚜렷한 질병을 나타내는 개체는 발견되지 않았다. 대조구와 생지엽 조사료를 급여한 한우에 대한 혈액학적 검사결과는 <표 5>과 같다. 시험 조사료의 급여 경과에 따른 변화뿐만 아니라 구간에 있어서 WBC(white blood cell, 백혈구수), RBC(red blood cell, 적혈구수), hemoglobin(혈색소), PCV(packed cell volume, 적혈구용적), platelet(혈소판), 적혈구 지수(MCV, mean corpuscular volume; MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration)의 차이는 확인되지 않았다. 염증반응의 지표로 이용될 수 있는 WBC의 값들이 정상범위에 해당하는 것으로 보아 검사 시점에서 감염 징후는 찾아볼 수가 없었다. 그리고 검사 결과치들은 한우의 정상범위와 비교하였을 때에도 뚜렷한 변화를 관찰할 수가 없었다. 간접적인 조혈장기의 평가에서 RBC, platelet, WBC의 결과들은 골수가 정상적으로 기능하고 있음을 제시하고 있다. 그러므로 생지엽을 조사료화하여 급여하였을 때에 빈혈을 발생시키거나 골수기능의 억제 등이 전혀 나타나지 않음을 알 수 있었다.

<표 5> 혈액학적 검사 결과

일	그룹	WBC (/μℓ)	RBC (x10 <sup>4</sup> /μℓ)	Hb (g/dℓ)	PCV (%)	Platelet (x10 <sup>3</sup> /μℓ)	MCV (fl)	MCHC (mg/dℓ)
0	대조구	10138±2588 <sup>a</sup>	893±136	11.9±0.6	37.0±1.8	675±83	42±4.8	32±0.3
	조사료구	6738±946	797±36	11.7±0.4	36.8±1.5	344±127	46±2.3	32±0.3
60	대조구	10038±1234	1024±120	14.6±0.7	44.0±1.4	521±74	43±4.0	33±0.6
	조사료구	9425±517	955±145	14.3±1.4	41.7±2.5	387±70	44±5.0	34±2.2
120	대조구	9100±1299	1033±81	15.7±0.3	44.0±1.0	431±38	43±4.7	35±1.2
	조사료구	8650±640	945±78	15.0±0.4	43.0±2.2	346±98	46±4.0	35±1.5
180	대조구	9550±370	1006±63	15.5±0.8	40.8±2.1	382±68	41±2.5	38±0.3
	조사료구	8050±1962	872±113	13.9±2.1	37.0±5.7	311±142	42±3.1	38±0.5

<sup>a</sup> : mean±SD, n=4

혈청화학 검사항목 중에서 에너지대사를 평가할 수 있는 항목에 대한 결과는 <표 6>과 같이 나타났다. 혈당은 중독 또는 만성적인 에너지 부족에 의하여 낮아지며 스트레스나 농후사료의 과량급여에 의해서 높게 나타난다. 실험결과 생지엽 조사료를 포함하는 사료급여 조건에서도 정상적인 혈당을 유지하고 있었다. 이는 잣나무 잎에 포함되어 있는 탄수화물이 70%이고 이 중에서 당질이 35%를 차지하고 있는 점을 고려하더라도 생지엽 조사료가 탄수화물의 공급원으로 역할을 할 수 있음을 보여주는 것이다. 지방대사를 평가할 수 있는 측정항목에는 cholesterol과 NEFA(non-esterified fatty acid, 유리지방산)가 있다. 이중에서 불포화지방산은 에너지 공급이 부족할 경우에 체지방에 이용되면서 증가하는 항목이다. 본 연구에서는 질 좋은 건초와 비교하여 소화효율이 떨어질 것으로 생각되는 생지엽 조사료를 급여했을 때에도 조사료구의 NEFA와 cholesterol이 대조구와 마찬가지로 변화가 관찰되지 않았다. 즉 지방대사에 생지엽 조사료는 문제가 없는 것으로 판단된다. 단백질대사의 지표로는 BUN(blood urea nitrogen, 혈액요소질소), albumin, total protein 등이 있다. 단백질 대사에 대한 평가에서도 조사료구와 대조



구간의 차이점은 발견되지 않았다. 탄수화물대사, 지방대사, 그리고 단백질대사를 바탕으로 하는 에너지 대사에 대하여 종합적으로 평가를 했을 때 생지엽 조사료를 한우에 급여하여도 에너지 공급원으로써 충분히 역할을 하고 있음을 알 수 있었다.

<표 6> 에너지대사 지표의 변화

일	그룹	Glucose (mg/dl)	Cholesterol (mg/dl)	NEFA ( $\mu$ mol/l)	BUN (mg/dl)	Albumin (g/dl)	Total protein (g/dl)
0	대 조 구	64 $\pm$ 11 <sup>a</sup>	87 $\pm$ 17	153 $\pm$ 37	9 $\pm$ 3	2.8 $\pm$ 0.7	5.4 $\pm$ 1.2
	조사료구	78 $\pm$ 9	103 $\pm$ 17	194 $\pm$ 41	9 $\pm$ 3	3.5 $\pm$ 0.3	5.8 $\pm$ 0.3
60	대 조 구	60 $\pm$ 6	129 $\pm$ 32	156 $\pm$ 36	14 $\pm$ 2	2.8 $\pm$ 0.0	6.2 $\pm$ 0.3
	조사료구	70 $\pm$ 8	129 $\pm$ 33	197 $\pm$ 66	12 $\pm$ 2	2.8 $\pm$ 0.2	5.8 $\pm$ 0.3
120	대 조 구	83 $\pm$ 31	129 $\pm$ 26	219 $\pm$ 61	14 $\pm$ 2	3.2 $\pm$ 0.1	6.7 $\pm$ 0.2
	조사료구	95 $\pm$ 32	124 $\pm$ 25	199 $\pm$ 20	13 $\pm$ 3	3.1 $\pm$ 0.2	6.2 $\pm$ 0.3
180	대 조 구	45 $\pm$ 13	127 $\pm$ 34	184 $\pm$ 38	15 $\pm$ 1	3.8 $\pm$ 0.1	9.3 $\pm$ 0.2
	조사료구	52 $\pm$ 5	120 $\pm$ 12	198 $\pm$ 174	15 $\pm$ 4	3.6 $\pm$ 0.1	8.9 $\pm$ 0.3

<sup>a</sup> : mean $\pm$ SD, n=4

간기능을 평가할 수 있는 항목인 GOT와  $\gamma$ -GT 및 지방간 지수에 대한 결과는 <표 7>과 같다. 간 기능을 평가할 수 있는 GOT, total protein, albumin,  $\gamma$ -GT가 있으며, 이들 항목에 대한 검사 결과와 신장 기능을 판단할 수 있는 BUN치에 대한 결과에서 생지엽을 혐기 발효시켜 만든 조사료를 6개월 동안 급여했을 때에 한우의 혈액상에 영향을 미치지 않았다. 국내산 정유에 대한 독성 평가에서 소나무 및 잣나무 정유가 무독성 물질로 알려진 것과 같이 생지엽을 이용한 조사료도 무독성의 물질로 판단되었다.

<표 7> 간 기능 지수의 변화

일	그룹	GOT(IU/ℓ)	γ-GT(IU/ℓ)	F-liver
0	대 조 구	74±16 <sup>a</sup>	20.8±2.9	5.7±1.1
	조사료구	93±7	21.8±3.4	6.6±1.2
60	대 조 구	73±5	24.8±2.8	4.6±0.9
	조사료구	92±15	23.3±4.6	4.7±2.2
120	대 조 구	76±14	26.5±3.1	7.9±5.2
	조사료구	93±7	23.3±3.8	8.7±4.8
180	대 조 구	88±29	22.0±2.0	2.2±1.9
	조사료구	115±27	19.3±3.3	1.6±0.3

<sup>a</sup> : mean±SD, n=4

생지엽 조사료 급여에 따른 전해질 공급의 적정성을 확인하기 위한 Ca, P, 그리고 Mg의 측정 결과는 <표 8>과 같았다. 신체대사는 에너지대사 뿐만 아니라 전해질의 균형도 중요하다. 이것에 대한 평가에서 생지엽 조사료 급여에 의한 전해질의 불균형은 나타나지 않았다. 북미산 소나무를 소에 급여했을 때 나타난 전해질 불균형이 국내산 생지엽 조사료 급여의 경우에는 나타나지 않았고, 혈중 칼슘과 인의 균형이 잘 이루어져 있는 것을 확인할 수 있었다.

<표 8> 전해질대사 지표의 변화

일	그룹	Ca(mg/dl)	P(mg/dl)	Mg(mg/dl)
0	대 조 구	9.5±0.5 <sup>a</sup>	8.2±0.7	2.3±0.1
	조사료구	9.5±0.8	8.4±0.6	2.1±0.3
60	대 조 구	9.4±0.3	8.4±0.3	2.0±0.1
	조사료구	8.8±1.0	8.8±0.4	2.1±0.2
120	대 조 구	9.2±1.2	7.9±0.6	1.7±0.0
	조사료구	9.2±0.3	8.6±0.2	1.9±0.2
180	대 조 구	8.0±0.4	7.0±0.3	2.6±0.1
	조사료구	8.2±0.2	7.0±0.5	2.7±0.2

<sup>a</sup> : mean±SD, n=4

## 4. 잣나무 생지엽 조사료의 경제성

### 4.1. 제조원가 분석

각 공정별로 조사한 「생지엽 조사료」의 총제조비용은 <표 9>와 같이 169.4원/kg 이었다. 전체 비용에서 가장 큰 비중을 차지하는 공정은 축산농가에서의 잣나무 생지엽 조사료 제조비로 28.7%였으며, 이어 생지엽 수집비 25.9%, 분쇄비 23.6%, 운송비 21.8% 순이었다. 총 제조비용은 함수율 50%의 잣나무생지엽을 기준으로 한 것이며, 수집비는 국유림 영림단과 숲가꾸기공공근로사업자의 수집비 평균을 이용하였다.

<표 9> 생지엽을 이용한 조사료의 제조원가

단위: 원/kg, (%)

구 분	수 집 비	운 송 비	분 쇠 비	제 조 비	합 계
평 균	43.8 (25.9)	36.9 (21.8)	40.1 (23.6)	48.6 (28.7)	169.4 (100.0)

주: 수집비, 운송비, 분쇄비는 「생지엽 조사료」 1kg에 대한 비용으로 환산

### 4.2. 경제성분석 결과

#### 4.2.1. 비육한우에 대한 경제성분석

비육한우에 대한 생지엽 조사료의 경제성을 분석하기 위해서 축산기술연구소의 2000년도 연구결과를 이용하였다(표 10). <표 10>에서 보는 바와 같이 생지엽 조사료의 볏짚대체 증체효과는 볏짚대체 비율을 50%로 했을 때 일당 0.13kg으로 가장 높게 나타났다. 이때 배합사료의 섭취량은 0.54kg 더 증가한 반면, 볏짚의 섭취량은 오히려 0.89kg 감소되는 것으로 조사되었다.

<표 10> 비육한우에 대한 생지엽 조사료의 볏짚대체 증체량 조사결과

단위: kg/두·일

구 분		볏짚 100% 급여 (a)	조사료 볏짚 50% 대체 (b)	차이 (b - a)
증체 변화	개시체중(kg)	271.1	281.8	10.7
	종료체중(kg)	452.5	488.7	36.2
	증 체 량(kg)	181.4	206.9	25.5
일당 증체량(kg)		<b>0.98</b>	<b>1.11</b>	<b>0.13</b>
건물 섭취량(kg)		9.08	9.78	0.7
-배합사료		7.14	7.68	0.54
-볏 짚		1.94	1.05	-0.89
-생지엽 조사료		-	1.04	1.04
kg 증체당 건물섭취량(kg)		9.27	8.81	-0.46

자료: 축산기술연구소 조사결과 분석자료(2000).

<표 11> 비육한우의 생지엽 조사료 급여에 의한 축산농가 순수입효과

단위: 원/두·일

구 분	수입 증가액			비용 증가액			순효과 (순수입 증가액) (c-f)
	증 체 (a)	볏 짚 섭취감소 (b)	소계 (c=a+b)	배합사료 섭취증가 (d)	조사료 급여비용 (e)	소계 (f=d+e)	
단가(원/kg)	5,167	195	-	231.0	338.8	-	-
물량(kg)	0.13	0.89	-	0.54	1.04	-	-
계	671.7	173.6	845.3	124.7	352.4	477.1	368.2

주 : 1. 한우가격은 최근 5년간의 생축산지가격(숫소)을 평균한 5,167원/kg 적용(농림주요통계, 농림부, 2002). (※ 2001년도 생축산지한우가격은 6,490원/kg임)

2. 볏짚가격은 농가에서 구입하고 있는 160원/kg~230원/kg의 평균치 195원/kg 적용.

3. 배합사료가격은 최근 5년간의 비육우용 큰소비육말기 배합사료가격과 큰소비육후기 배합사료 가격을 평균한 231원/kg 적용(농림주요통계, 농림부, 2002).

#### 4.2.2. 거세한우에 대한 경제성 분석

생지엽 조사료에 대한 거세한우의 경제성을 분석하기 위해서 축산기술연구소의 사양실험 결과를 바탕으로 거세한우에 대한 볏짚의 40%를 생지엽 조사료로 대체하여 급여 실험한 축산기술연구소(평창)의 결과를 이용하였다(표 12). 본 사양실험에서는 증체효과 뿐만 아니라 육질에 대한 조사도 함께 실시되었으나 육질의 개선효과는 없는 것으로 나타났다.

<표 12>에서 보는 바와 같이 생지엽 조사료의 볏짚대체 증체결과를 보면, 일당 0.04kg이 증체된 것으로 조사되었다. 이때 비육한우와 마찬가지로 일당 증체량은 증가하는 대신 배합사료의 섭취량이 0.02kg 더 증가한 반면, 볏짚의 섭취량은 오히려 0.51kg 감소되는 것으로 조사되었다.

<표 12> 거세한우에 대한 생지엽 조사료의 볏짚대체 증체량 조사결과

구 분		볍짚 100% 급여 (a)	조사료 볏짚 40% 대체 (b)	차이 (b - a)
증체 변화	개시체중(kg)	325.3	327.3	2.0
	종료체중(kg)	614.1	635.8	21.7
	증 체 량(kg)	288.8	308.5	19.7
일당 증체량(kg)		<b>0.69</b>	<b>0.73</b>	<b>0.04</b>
건물 섭취량(kg)		8.14	8.13	-0.01
-배합사료		6.93	6.95	0.02
-볍 짚		1.20	0.69	-0.51
-생지엽 조사료		-	0.48	0.48
kg 증체당 건물섭취량(kg)		11.79	11.13	-0.66

자료: 축산기술연구소 조사결과 분석자료(2002).

거세한우에 대한 생지엽 조사료 급여 순효과는 앞서 제시한 방법과 같이 산출하였다. 즉, 생지엽 조사료로 볏짚을 40% 대체 급여하였을 때 증체량에 의해 나타난 수입증가액(206.7원/두·일)과 생지엽 조사료의 급여로 볏짚의 섭취량 감

소에 의해 나타난 수입증가액(99.5원/두·일)을 합하면 수입의 총증가액은 306.1원/두·일이 되었다. 그러나 생지엽을 급여함으로써 배합사료를 더 섭취하게 된 배합사료의 비용증가액(4.6원/두·일)과 볏짚의 40%를 대체한 생지엽 조사료 급여에 의한 비용증가액(162.6원/두·일)을 합하면 비용의 총증가액은 167.2원/두·일이다. 따라서 볏짚의 40%를 생지엽 조사료로 대체 급여하는 경우 볏짚 100%를 급여하는 것보다 오히려 138.9원/두·일의 순수입이 증가한 것으로 나타났다(표 13).

<표 13> 거세한우의 생지엽 조사료 급여에 의한 축산농가 순수입효과

단위: 원/두·일

구 분	수입 증가액			비용 증가액			순효과 (순수입 증가액) (c-f)
	증 체 (a)	볍 짚 섭취감소 (b)	소계 (c=a+b)	배합사료 섭취증가 (d)	조사료 급여비용 (e)	소계 (f=d+e)	
단가(원/kg)	5,167	195.0	-	231.0	338.8	-	-
물량(kg)	0.04	0.51	-	0.02	0.48	-	-
계	206.7	99.5	306.1	4.6	162.6	167.2	138.9

- 주 : 1. 한우가격은 최근 5년간의 생축산지가격(숫소)을 평균한 5,167원/kg 적용(농림주요통계. 농림부. 2002). (※ 2001년도 생축산지한우가격은 6,490원/kg임)
2. 볏짚가격은 농가에서 구입하고 있는 160원/kg~230원/kg의 평균치 195원/kg 적용.
3. 배합사료가격은 최근 5년간의 비육우용 큰소비육말기 배합사료가격과 큰소비육후기 배합사료 가격을 평균한 231원/kg 적용(농림주요통계. 농림부. 2002).

#### IV. 활 용 방 안

생지엽은 산지 중심적이며, 물류비용이 많이 드는 원료이다. 또한 조사료의 제조·판매 주체 및 축산농가는 생지엽 조사료의 급여에 의한 증체효과를 검증한 후 사업 또는 급여할 생각을 가지고 있다. 따라서 우선 생지엽의 다량 발생지역을 중심으로 생산 → 유통 → 제조 → 소비를 잇는 시스템 체계를 구축하여 인근 지역의 축산농가를 대상으로 생지엽 조사료 제품에 대한 신뢰를 구축한 후 단계적으로 확대할 필요가 있다.

또한, 생지엽의 수요처에 관한 정보를 제공할 필요가 있다. 이는 관리소 및 산주들이 생지엽의 활용처를 잘 모르고 있기 때문이다. 따라서 생지엽의 공급자인 국유림관리소, 산주에게 생지엽을 원료로 한 조사료에 대한 정보를 제공하여 산물 수집 및 활용 의지를 제고시킬 필요가 있다.

생지엽을 이용한 조사료의 보급·확대를 위해 국유림(산림청)·사유림(산주) → 산림조합·민간단체(영림단·목상)(유통) → 제조공장(축협 또는 TMR 사료공장) → 소비자(비육한우·거세한우 사육농가)를 연결한 시스템을 구축할 필요가 있다. 먼저 잣나무가 많이 분포되어 있는 지역을 중심으로 <그림 1>과 같이 시범사업을 추진하여 향후 확대·보급하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.



<그림 1> 잣나무 생지엽 조사료 시범사업 모식도

# 생지엽 조식료 제조 및 급여방법





■ **건강한 숲을 만들기 위해서는 지속적인 숲가꾸기 사업이  
절실히 요구되고 있습니다.**

산림청은 건강한 숲을 만들어 국민들이 맑고 깨끗한 환경에서 살수 있도록  
숲가꾸기 사업을 2007년까지 지속적으로 실시할 계획입니다.



**숲가꾸기 전**



**숲가꾸기 후**

■ **생지엽 조사료란?**

산에서 생산되는 참나무, 소나무, 잣나무, 리기다 소나무 등의 잎과 잔  
가지를 잘게 썰어 혐기 발효시킨 반추동물용 조사료입니다.

숲가꾸기 사업에 의해 생산될 쓰임새가 적은 나무의 양은 연간 170만톤  
이며 이중 가지와 잎(生枝葉)은 99만톤으로 이들을 이용하면 훌륭한 비  
육우의 조사료를 생산할 수 있습니다.

**조사료를 만들 수 있는 나무**

참나무류, 소나무, 잣나무, 리기다소나무, 아까시나무, 현사시, 자귀나무,  
이태리포플러, 버드나무류, 물오리나무, 싸리나무류

## ■ 생지엽 조사료의 특징

- 잎과 잔가지를 발효(혐기)하여 제조하므로  
기호성이 뛰어납니다.



**숲가꾸기 산물인 생지엽**

- 숲가꾸기 사업은 연중 수행되므로 조사료  
부족을 염려하실 필요가 없습니다.

- 생지엽 조사료는 저장성이 뛰어나므로  
장기저장이 가능합니다.



**생지엽 발효 조사료**

- 축분뇨의 악취를 현저히 감소시켜  
축사의 위생환경을 개선시켜줍니다.

- 외국에서 수입되는 조사료와 달리 잔류  
농약이 없는 청정 조사료입니다.

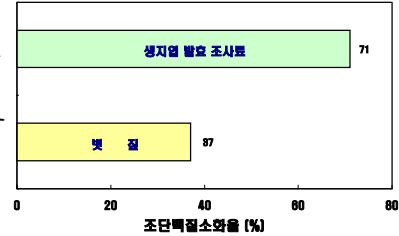


**깨끗한 축사**

## ■ 생지엽 조사료의 효능

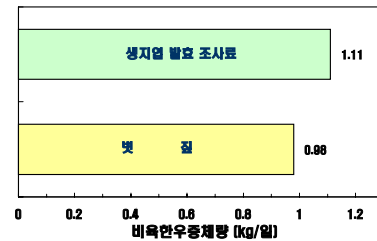
### 1. 소화율 우수

- 건물 소화율은 31%로 볏짚(32%)과 같은 수준이었으며 조단백질 소화율은 71%로 볏짚(37%)의 약 2배이었습니다.

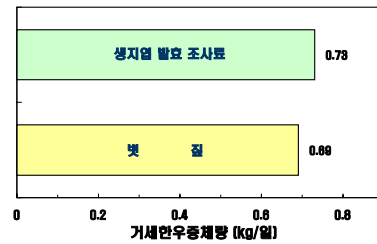


### 2. 증체효과

- 11개월 된 비육한우에 6개월간 생지엽 조사료를 볏짚 대체 50% 혼합 급여시 증체량은 1.11kg/일로써 볏짚을 100% 급여한 경우(0.98kg/일)에 비하여 13%의 증체효과가 있습니다.



- 14개월 된 거세한우에 14개월간 급여시 증체량이 0.73kg/일로써 볏짚을 100% 급여한 경우(0.69kg/일)에 비하여 6%의 증체효과가 있습니다.



### 3. 건강상태 양호

- 충북대학교 수의과대학(정의배교수)과 공동연구한 결과 적혈구생성, 염증반응과 골수, 간, 신장기능 및 에너지대사 전혀 영향이 없었습니다.



조사료 급여 한우의 혈액 채취

#### 4. 수입 증가

- 기존 배합사료와 볏짚 섭취량이 감소하고 증체 효과가 있어 비육한우는 368.2원/일·두, 거세한우는 138.9원/일·두의 수입이 증가합니다.

### ■ 제조 방법



#### 1. 잘게 썰기

조사료 효과를 높이기 위해 잎과 가지를 분쇄기에 넣고 길이가 약 6mm 정도로 조금 거칠게 자릅니다.



분쇄된 것이 너무 고우면 조사료 효과가 떨어지고 가축의 호흡기내로 들어가 기관지염을 야기할 수 있기 때문입니다.

#### 2. 발효 촉진제 첨가 및 혼합

분쇄된 생지엽 10kg에 발효 촉진제인 요소 50g, 초산 나트륨 10g, 수산화칼슘 10g, 미강 50g, 깻묵 50g 및 개미산 칼슘 1 ppm-용액 2ℓ를 첨가하여 혼합합니다.

※ 1ppm : 약품 1g을 1,000ℓ의 물에 녹인 양



#### 3. 밀 봉

혼합한 재료를 두꺼운 비닐 포대에 넣고 눌러서 공기를 제거한 후 밀봉합니다.



#### 4. 야 적

30일 이상 야적하여 발효시키면 소에게 급여 가능한 조사료가 만들어집니다.

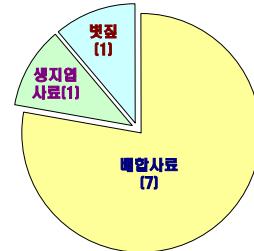


야적할 때는 쥐와 같은 동물 등에 의한 비닐 파손에 유의하십시오. 파손된 주변이 검게 썩게 됩니다.



#### ■ 이상적인 생지엽 조사료 급여 비율

생지엽 조사료의 급여는 생후 7개월 이상 된 송아지부터 가능하며, 배합사료 7에 생지엽 조사료 1과 볏짚 1의 비율로 혼합하여 급여하는 것이 이상적입니다.



#### ■ 생지엽 조사료를 만들때 제거해야 할 풀 및 나무들

고사리, 천남성, 등대풀, 당산, 도또마리, 반하, 쇠뜨기, 옷나무, 할미꽃, 흰대극

#### ■ 생지엽 조사료 생산 및 급여에 관한 상식

##### ○ 혼합한 사료의 비닐포대에 넣기는?

☞ 조사료 제조시 혐기발효를 위하여 공기를 제거한 후 밀봉하십시오. 그렇지 않으면 발효중의 조사료가 부패됩니다.

##### ○ 발효시킬 때 야적지의 환경조건은?

☞ 외부 야적시 여름철에는 높은 온도에 의한 포대 내부의 수분 증발이 많으므로 차양막을 덮어주십시오.

○ 사료 급여 처음에는 섭식을 기피하지만...

- ☞ 냄새로 인하여 처음에는 섭식을 기피하거나 설사를 하는 경우도 있지만 2~3일 경과하면 섭식을 시작하고 7일째부터는 정상적으로 섭식을 합니다.



# 잣나무 생지엽 활용 및 발효조사료 제조·판매에 관한 인식조사

대상자 및 단체 :

1. 국유림관리소
2. 산림조합
3. 강원/경기지역 사유림 소유자
4. 축산업협동조합
5. 사료공장
6. 비육한우 사육 농가

## 잣나무생지엽 활용에 관한 인식조사



임업연구원

안녕하십니까?

임업연구원에서는 축산기술연구소와 충북대 수의과대학과 공동으로 「**발효 처리에 의한 목질계 자원의 조사료화(2000 ~ 2002)**」 연구를 농특첨단과제로 진행하고 있습니다. 본 연구팀은 가지치기, 간벌, 주벌 등의 산림 사업을 통해 발생하는 잣나무생지엽을 이용하여 비육우용 발효조사료를 개발하였습니다. 현재까지의 연구 결과에 의하면, 축산 농가에서 일반적으로 사용하는 조사료인 볏짚을 대체할 수 있다고 판단하고 있습니다.

그러나 잠재적인 발효조사료 제조 공장 또는 축산 농가가 느끼는 가장 큰 애로점은 발효조사료의 원료인 잣나무생지엽에 대한 안정적인 공급 방안이 서 있지 않다는데 있습니다. 잣나무생지엽의 공급은 잣나무의 분포와 산림 사업량에 큰 영향을 받는다고 할 때 강원도·경기도 지역의 산림이 앞으로 주요 공급원이 될 수 있다고 생각합니다. **이런 이유로 강원도/경기도의 국유림을 관리하는 국유림관리소의 자원조성 담당자에게 산지에 남아 있는 잣나무생지엽의 활용(판매 포함)에 대하여 어떻게 생각하고 계시는지를 여쭙어보고자 합니다.** 여러분의 의견은 오로지 연구 자료로만 이용할 것을 약속드립니다.

산림청 임업연구원 산림자원부 자원계획과

2002. 6.

※ 문의 사항이 있으시면 아래의 연락처로 문의를 부탁드립니다. 작성이 끝난 설문지는 동봉한 반송 봉투에 넣어 보내주시면 감사하겠습니다.

문의처 : 산림자원부 자원계획과 임업경제연구실

☎ 02)961-2633, Fax 02)961-2639

<input type="checkbox"/> 소 속 :	_____ 국유림관리소
<input type="checkbox"/> 성 명 :	_____ <input type="checkbox"/> 직 위 : _____ <input type="checkbox"/> 직 급 : _____
<input type="checkbox"/> 전화번호 :	( _____ ) _____ - _____





- ④재정수입에 보탬이 안되기 때문에
- ⑤산림청으로부터 생지엽 판매에 대한 명확한 지침이 없기 때문에
- ⑥기타(\_\_\_\_\_)

※ (7)번 문항부터는 모든 분이 빠짐 없이 답하여 주시기 바랍니다.

잣나무생지엽을 이용한 발효조사료는 산지에서 수집한 잣나무생지엽을 분쇄한 후 첨가제를 혼합하여 만듭니다.

(7) 귀하는 잣나무생지엽을 판매하고자 한다면 어떻게 판매하시겠습니까? 가장 큰 이유 한 가지를 선택하여 주십시오.

- ①산림작업이 행해진 장소(산지)에서 생지엽 판매
- ②임도변까지 수집하여 생지엽 판매
- ③임도변까지 수집한 후 생지엽을 분쇄하여 판매

(이유 : \_\_\_\_\_)

(8) 귀하는 만일 잣나무생지엽을 판매하고자 한다면 어떠한 방식을 선택하시겠습니까? 가장 큰 이유 한 가지를 선택하여 주십시오.

- ①판매할 때마다 결재
- ②일정 기간 물량을 계약하고 일정 금액의 예치금을 받고 월이나 분기 단위로 결재
- ③기타(\_\_\_\_\_)

(이유 : \_\_\_\_\_)

○ 다음은 잣나무생지엽의 수집과 관련된 질문입니다.

(9) 산림청은 2001년부터 산불방지 및 장마철을 대비하기 위하여 산물을 전량 수집할 것을 숲가꾸기 사업시행기관에 요청하였습니다. 이러한 사실을 알고 계십니까?

- ①알고 있다
- ②모르고 있다.



## 잣나무생지엽 수집 및 활용에 관한 인식조사



안녕하십니까?

임업연구원에서는 축산기술연구소와 충북대 수의과대학과 공동으로 「**발효 처리에 의한 목질계 자원의 조사료화(2000~2002)**」 연구를 농특첨단과제로 진행하고 있습니다. 본 연구팀은 가지치기, 간벌, 주벌 등의 산림 사업을 통해 발생하는 잣나무생지엽을 이용하여 비육우용 발효조사료를 개발하였습니다. 현재까지의 연구 결과에 의하면, 축산 농가에서 일반적으로 사용하는 조사료인 볏짚을 대체할 수 있다고 판단하고 있습니다.

그러나 잠재적인 발효조사료 제조 공장 또는 축산 농가가 느끼는 가장 큰 애로점은 원료인 잣나무생지엽의 안정적인 공급 방안이 서 있지 않다는데 있습니다. 수요자인 발효조사료 제조공장 또는 축산농가는 산림조합과 같은 믿을 수 있는 기관을 통하여 안정적인 원료 공급을 이루어내고자 합니다. 이와 관련하여 **산림조합이 잣나무생지엽의 중개 및 수집·판매 기능을 할 수 있는지에 대하여 여쭙어보고자 합니다.** 여러분의 의견은 오로지 연구 자료로만 이용할 것을 약속드립니다.

산림청 임업연구원 산림자원부 자원계획과

2002. 6.

※ 문의 사항이 있으시면 아래의 연락처로 문의를 부탁드립니다. 작성이 끝난 설문지는 동봉한 반송 봉투에 넣어 보내주시면 감사하겠습니다.

문의처 : 산림자원부 자원계획과 임업경제연구실

☎ 02)961-2633, Fax 02)961-2639

소 속 : \_\_\_\_\_ 산림조합  
 성 명 : \_\_\_\_\_ )  
 전화번호 : ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

◦각 문항의 해당 항목에 직접 서술 또는 ✓표로 기입하여 주십시오

잣나무 인공림에 대한 간벌 작업 시 1ha에 약 14톤의 잣나무생지엽이 생산되는 것으로 추정됩니다. 2001년부터 A회사가 산림사업을 통해 발생한 잣나무생지엽을 산지에 널려져 있는 상태로 B국유림관리소에서 Kg당 10원을 지불하고 구입한 적이 있습니다. A회사가 임도변에서 50m 이내에 있는 잣나무생지엽을 임도변까지 수집하는 데 드는 비용은 kg당 50원이었습니다. 또한 산지에서 제조공장까지의 거리가 150km이내일 경우 운반비가 kg당 50원, 분쇄비가 50원이 드는 것으로 조사되었습니다.

(1) 귀하는 수요자가 있다면 잣나무생지엽을 수집 또는 구입하여 판매할 의향이 있으십니까?

①수집하여 원료로 판매할 의향이 있다.

↳ 그 이유는 ( )이며  
이윤은 판매가격의 ( )%가 적당하다.

②수집·분쇄하여 판매할 의향이 있다

↳ 그 이유는 ( )이며  
이윤은 판매가격의 ( )%가 적당하다.

③판매할 의향이 없다.

↳ 그 이유는?( )

(2) 구매자가 산주에게 일정 금액을 지불하고 산지에 널려져 있는 잣나무 생지엽을 직접 수집하고자 한다면 귀하는 산림작업 중인 산주와 구매자를 중개할 의향이 있으십니까?

①산주의 권익을 위하여 수수료를 받지 않더라도 수행하겠다.

②일정의 수수료를 받고 수행하겠다.

③수행하지 않겠다.

↳ 그 이유는? ( )

잣나무생지엽을 수집할 때 발생할 문제점을 적어주십시오.

---

---

---

---

잣나무생지엽을 수집할 때 발생할 문제점의 해결방안을 나름대로 적어주시기 바랍니다.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

◁ 설문에 응해주셔서 감사합니다 ▷

## 잣나무생지엽 활용에 관한 인식조사



임업연구원

안녕하십니까?

임업연구원에서는 축산기술연구소와 충북대 수의과대학과 공동으로 「**발효 처리에 의한 목질계 자원의 조사료화(2000 ~ 2002)**」 연구를 농특첨단과제로 진행하고 있습니다. 본 연구팀은 가지치기, 간벌, 주벌 등의 산림 사업을 통해 발생하는 잣나무생지엽을 이용하여 비육우용 발효조사료를 개발하였습니다. 현재까지의 연구 결과에 의하면, 축산 농가에서 일반적으로 사용하는 조사료인 볏짚을 대체할 수 있다고 판단하고 있습니다.

그러나 잠재적인 발효조사료 제조 공장 또는 축산 농가가 느끼는 가장 큰 애로점은 발효조사료의 원료인 잣나무생지엽에 대한 안정적인 공급 방안이 서 있지 않다는데 있습니다. 잣나무생지엽의 공급은 잣나무의 분포와 산림 사업량에 큰 영향을 받는다고 할 때 강원도·경기도 지역의 산림이 앞으로 주요 공급원이 될 수 있다고 생각합니다. **이런 이유로 강원도/경기도에 소재하는 산주께 산지에 남아 있는 잣나무생지엽의 활용(판매 포함)에 대하여 어떻게 생각하고 계시는지를 여쭙어보고자 합니다.** 여러분의 의견은 오로지 연구 자료로만 이용할 것을 약속드립니다.

산림청 임업연구원 산림자원부 자원계획과  
2002. 6

※ 문의 사항이 있으시면 아래의 연락처로 문의를 부탁드립니다. 작성이 끝난 설문지는 동봉한 반송 봉투에 넣어 보내주시면 감사하겠습니다.

문의처 : 산림자원부 자원계획과 임업경제연구실  
☎ 02)961-2633, Fax 02)961-2639

성명 : \_\_\_\_\_  
 주소 : \_\_\_\_\_ 도 \_\_\_\_\_ 시 / 군  
 전화번호 : ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

◦ 각 문항의 해당 항목에 직접 서술 또는 ✓표로 기입하여 주십시오

- (1) 귀하는 어디에 해당하십니까?  
① 독립가                      ② 임업후계자                      ③ 일반 산주
- (2) 귀하의 총 소유 산림 면적(분수림 포함)은 얼마입니까? (\_\_\_\_\_)ha
- (3) 총 소유 산림 면적 중 잣나무림이 차지하는 면적은 얼마입니까? (\_\_\_\_\_)ha
- (4) 최근 5년간(1997~2002) 잣나무림을 가꾸거나 벌채한 적이 있습니까?  
① 있다                              ② 없다.
- (5) 최근 5년간 산림사업을 통해 발생한 잣나무생지엽을 판매한 적이 있습니까?  
① 있다                              ② 없다 ☞ **(7)번으로 가십시오.**
- (6) 위 질문에 ① 있다라고 답하신 분은 얼마에 판매하셨습니까?  
▶ 산지에 널려 있는 잣나무생지엽 ----- (\_\_\_\_\_)원/kg  
▶ 임도에 수집되어 있는 잣나무생지엽 -- (\_\_\_\_\_)원/kg

잣나무 인공림에 대한 간벌 작업 시 1ha에 약 14톤의 잣나무생지엽이 생산되는 것으로 추정됩니다. 2001년부터 정유를 추출하는 A회사가 산지에 널려져 있는 잣나무생지엽을 B국유림관리소에서 구입한 적이 있습니다.

- (7) 현재 잣나무생지엽을 필요로 하는 수요자가 귀하가 소유한 산림에서 발생한 잣나무생지엽을 구입하고자 한다면 판매할 의향이 있으십니까?  
① 있다 ☞ **(9)번으로 가십시오.**                      ② 없다
- (8) **(7)번 질문에 ② 없다고 답한 경우** 그 이유는 무엇이라고 생각하십니까?  
① 수입에 비해 더욱 많은 관리비용이 들기 때문에  
② 토양침식 등 환경적인 악영향 때문에  
③ 판매하여 얻는 재정가치보다 산지에 잔존하여 얻는 양료효과가 크기 때문에  
④ 기타(\_\_\_\_\_)



잣나무생지엽을 이용한 발효조사료는 산지에서 잣나무생지엽을 수집하여 분쇄한 후 첨가제를 혼합하여 만듭니다.

(9) 귀하는 잣나무생지엽을 판매하고자 한다면 어떻게 판매하시겠습니까? **가장 큰 이유 한 가지**를 선택하여 주십시오.

- ①산지에서 판매
- ②임도변까지 수집하여 판매
- ③임도변까지 수집한 후 분쇄하여 판매

(이유 : \_\_\_\_\_)

(10) 귀하는 수요자가 귀하의 산지에서 생산된 잣나무생지엽의 판매를 원할 경우 어떠한 방식으로 판매하시겠습니까?

- ①개인 대 개인으로 판매
- ②산림조합을 중개로 하여 판매
- ③축협을 중개로 하여 판매
- ④시/군을 통해 판매

잣나무생지엽을 판매할 경우 발생할 문제점을 적어 주십시오. 그리고 문제점을 해결할 대안이 있다면 함께 적어주시기 바랍니다.

---

---

---

---

---

---

---

---

◁ 설문에 응해주셔서 감사합니다 ▷

잣나무생지엽을 이용한 발효조사료  
제조 및 판매에 관한 축협 인식조사



임업연구원

안녕하십니까?

임업연구원 주관으로 축산기술연구소와 충북대 수의과대학과 공동으로 『발효 처리에 의한 목질계 자원의 조사료화(2000~2002)』 연구를 농특첨단과제로 진행하고 있습니다. 본 연구팀은 가지치기, 간벌, 주벌 등의 산림 사업을 통해 발생하는 잣나무생지엽을 이용하여 비육우용 발효조사료를 개발하였습니다. 현재까지의 연구 결과에 의하면, 축산 농가에서 일반적으로 사용하는 조사료인 볏짚을 대체할 수 있을 것으로 판단하고 있습니다.

그러나 축산 농가가 느끼는 가장 큰 애로점은 지속적인 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 안정적인 공급일 것입니다. 소비자인 축산농가에서는 발효조사료 제조공장 또는 축산업협동조합과 같은 신뢰할 수 있는 사료회사를 통하여 제조되기를 기대할 것입니다.

따라서 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 제조 및 판매에 대하여 귀 조합의 의견을 설문조사하고자 하오니 작성하신 후 동봉한 반송봉투를 이용하여 10월 26일까지 보내주시기를 부탁드립니다. 귀 조합의 의견은 오로지 연구 자료로만 이용할 것을 약속드립니다.

감사합니다.

<p>산림청 임업연구원 임업경제과 주소: 130-712 서울시 동대문구 청량리 2동 207 Tel: (02)961-2633 Fax: (02)961-2639</p>	<p>농촌진흥청 축산기술연구소 영양생리과 주소: 441-350 경기도 수원시 권선구 오목천동 564 Tel: (031)290-1665 Fax: (031)290-1660</p>
<p>※ 의문사항은 임업연구원 임업경제분석연구실로 연락하여 주시기 바랍니다</p>	

조합명 : \_\_\_\_\_ 축산업협동조합       응답자명 : \_\_\_\_\_  
 주소 : \_\_\_\_\_ 시/도 \_\_\_\_\_ 시/군/구 \_\_\_\_\_ /읍/면/동  
 전화번호 : ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

□ 일반사항

(1) 귀 조합이 있는 관내에서 사육중인 가축을 축종별로 두수를 기입하여 주십시오.

단위 : 마리

구 분	비육한우		젖 소	계
	수 소	암 소		
마 리				

(2) 귀 조합에서는 사료를 판매하고 있습니까?

- ①있다.                      ②없다.

(3) 귀 조합에서의 사료 판매 지역은 다음 중 어디에 해당됩니까?

- ①관내 축산농가에만 판매를 하고 있다.  
 ②관내와 인접된 관외지역까지만 판매를 하고 있다.  
 ③지역에 상관없이 판매를 하고 있다.

(4) 볏짚의 판매가격(축산농가 도착가격)을 기입하여 주십시오.( \_\_\_\_\_원/kg )

(5) 귀 조합에는 사료 제조 시설을 갖추고 있습니까?

- ①갖추고 있다.  
 ②갖추고 있지 않다.  
 ③앞으로 가능하다면 제조시설을 갖출 예정이다.

□ 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료 제조 및 판매에 관한 질문

제조방법	벌채된 잣나무생지엽(직경 약 5cm 정도)을 약 6mm크기로 분쇄하여 TMR기에 분쇄된 잣나무생지엽, 물, 발효촉진제를 첨가하여 10여분 정도 혼합한 후 적당량 크기(약 20~30kg)로 비닐로 밀봉·포장하여 약 30여일 경과 후 비육한우에게만 급여. (단, 번식우 및 젖소에게 급여해서는 안됩니다.)
제조비용	잣나무생지엽 수집·운반·분쇄·제조비용(자가제조시) : 약 350원/kg(건중량 기준)
증체효과	볏짚의 50%를 잣나무생지엽 발효조사료로 대체 급여하였을 때 볏짚 100% 급여때 보다 0.13kg/일 증체.(축산기술연구소 2000년 연구)

□ 생지엽 조사료의 볏짚대체 증체량 결과

구 분	볍짚 100%	생지엽 조사료의 볏짚 대체 비율			
		25%	50%	75%	
증체변화	개시체중(kg)	271.1	275.0	281.8	281.7
	종료체중(kg)	452.5	459.1	488.7	479.4
	증 체 량(kg)	181.4	184.1	206.9	197.7
일당증체량(kg)		0.98	0.99	1.11	1.06
건물섭취량(kg)		9.08	9.38	9.78	9.59
-배합사료		7.14	7.38	7.68	7.53
-볍 짚		1.94	1.50	1.05	0.52
-생지엽 조사료		-	0.50	1.04	1.54
kg 증체당 건물섭취량(kg)		9.27	9.48	8.81	9.05

자료: 축산기술연구소 조사결과 분석자료(2000).

◦ 앞에 제시된 연구결과를 참조하여 빠짐없이 응답하여 주시기 바랍니다.

- (1) 귀 조합에서는 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료를 제조·판매하겠습니까?
- ① 제조·판매하겠다.
  - ② 검토한 후 제조·판매하겠다.
  - ③ 제조·판매하지 않겠다. ☞ (7)번으로
- (2) 귀 조합에 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료를 제조하기 위한 시설을 갖추겠습니까?
- ① 설치하겠다.
  - ② 잣나무생지엽 발효조사료에 대해 더 검토한 후 시설을 갖추겠다.
- (3) 귀 조합에서는 잣나무생지엽 발효조사료의 원료를 어떤 방식으로 구매하겠습니까?
- ① 개인 대 개인으로 구매
  - ② 산림조합을 중개로 구매
  - ③ 시/군, 국유림관리소를 통해 구매
  - ④ 자체적인 구입 부서를 통하여 구매

- (4) 귀 조합에서는 잣나무생지엽 발효조사료의 원료 형태를 어떻게 공급받는 것이 좋겠습니까?
- ①잣나무생지엽 그대로 공급받겠다.
  - ②잣나무생지엽이 분쇄된 형태로 공급받겠다.
- (5) 귀 조합에서는 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 소비자가격이 위에 제시된 제조비용보다 더 비싼 가격에 제조된다면 어떻게 하겠습니까?
- ①비용이 높더라도 증체효과가 있어서 제조하여 판매하겠다.
  - ②벗짚 가격보다 제조비용이 높기 때문에 제조하지 않겠다.
  - ③기타(이유: \_\_\_\_\_)
- (6) 귀 조합에서는 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료에 대해 축산농가에서는 어떻게 생각할 것으로 판단합니까?
- ①벗짚대체용으로 급여할 것이다.
  - ②급여하지 않을 것이다.
  - ↳(이유: \_\_\_\_\_)
- (7) 귀 조합에서 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료를 제조·판매를 하지 않는 이유는 무엇입니까?
- ①수요에 대한 불안 때문에
  - ②제조시설의 비용 부담 때문에
  - ③조사료 제조에 대한 전문적인 기술 등이 없기 때문에
  - ④기타(이유: \_\_\_\_\_)
- (8) 귀 조합에서는 지역의 특성상 잣나무생지엽 발효조사료를 급여하면 브랜드화가 가능하겠습니까?
- ①가능하다.
  - ②불가능하다.

잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 보급, 마케팅, 기술 등을 포함하여 의견이  
있으시면 기입하여 주십시오.

---

---

---

---

◁ 설문에 응해주셔서 감사합니다 ▷

**잣나무생지엽을 이용한 발효조사료  
제조 및 판매에 관한 사료공장 인식조사**



안녕하십니까?

**임업연구원** 주관으로 **축산기술연구소**와 **충북대 수의과대학**과 공동으로 『**발효 처리에 의한 목질계 자원의 조사료화(2000~2002)**』 연구를 농특첨단과제로 진행하고 있습니다. 본 연구팀은 가지치기, 간벌, 주벌 등의 산림 사업을 통해 발생하는 잣나무생지엽을 이용하여 비육우용 발효조사료를 개발하였습니다. 현재까지의 연구 결과에 의하면, 축산 농가에서 일반적으로 사용하는 조사료인 볏짚을 대체할 수 있을 것으로 판단하고 있습니다.

그러나 축산 농가가 느끼는 가장 큰 애로점은 지속적인 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 안정적인 공급일 것입니다. 소비자인 축산농가에서는 발효조사료 제조공장 또는 축산업협동조합과 같은 신뢰할 수 있는 사료회사를 통하여 제조되기를 기대할 것입니다.

따라서 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 제조 및 판매에 대하여 귀사의 의견을 설문조사하고자 하오니 작성하신 후 동봉한 반송봉투를 이용하여 10월 26일까지 보내주시기를 부탁드립니다. 귀사의 의견은 오로지 연구 자료로만 이용할 것을 약속드립니다.

감사합니다.

<p style="text-align: center;"><b>산림청 임업연구원 임업경제과</b></p> <p>주소: 130-712 서울시 동대문구 청량리 2동 207 Tel: (02)961-2633 Fax: (02)961-2639</p>	<p style="text-align: center;"><b>농촌진흥청 축산기술연구소 영양생리과</b></p> <p>주소: 441-350 경기도 수원시 권선구 오목천동 564 Tel: (031)290-1665 Fax: (031)290-1660</p>
<p>※ 의문사항은 <b>임업연구원 임업경제분석연구실</b>로 연락하여 주시기 바랍니다</p>	

□ 회 사 명 : _____	□ 응답자명 : _____
□ 주 소 : _____ 시/도 _____ 시/군/구	
□ 전화번호 : ( _____ ) _____ - _____	





- 생지엽 조사료의 볏짚대체 증체량 결과

구 분		볍짚 100%	생지엽 조사료의 볏짚 대체 비율		
			25%	50%	75%
증체변화	개시체중(kg)	271.1	275.0	281.8	281.7
	종료체중(kg)	452.5	459.1	488.7	479.4
	증 체 량(kg)	181.4	184.1	<b>206.9</b>	197.7
일당증체량(kg)		0.98	0.99	<b>1.11</b>	1.06
건물섭취량(kg)		9.08	9.38	<b>9.78</b>	9.59
-배합사료		7.14	7.38	<b>7.68</b>	7.53
-볍 짚		1.94	1.50	<b>1.05</b>	0.52
-생지엽 조사료		-	0.50	<b>1.04</b>	1.54
kg 증체당 건물섭취량(kg)		9.27	9.48	<b>8.81</b>	9.05

자료: 농촌진흥청 축산기술연구소 연구결과, 2000.

◦ 앞에 제시된 연구결과를 참조하여 빠짐없이 응답하여 주시기 바랍니다.

(1) 귀사에서 는 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 제조 시설을 어떻게 하겠습니까?

- ①신규로 설치하겠다.
- ②잣나무생지엽 발효조사료에 대해 더 검토한 후 시설을 갖추겠다.
- ③현재의 시설을 이용하겠다.

(2) 귀사에서 는 잣나무생지엽 발효조사료의 원료 형태를 어떻게 공급받는 것이 좋겠습니까?

- ①잣나무생지엽 그대로 공급받겠다.
- ②잣나무생지엽이 분쇄된 형태로 공급받겠다.

(3) 귀사에서 는 잣나무생지엽 발효조사료의 원료를 어떤 방식으로 구매하겠습니까?

- ①개인 대 개인으로 구매
- ②산림조합을 중개로 구매
- ③시/군, 국유림관리소를 통해 구매
- ④자체 부서를 통하여 구매

- (4) 귀사는 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 제조비용이 위에 제시된 제조비용보다 더 높은 비용으로 제조된다면 어떻게 하겠습니까?
- ①비용이 높더라도 증체효과가 있어서 제조하여 판매하겠다.  
 ②제조비용이 높기 때문에 제조하지 않겠다.  
 ③기타(이유: \_\_\_\_\_ )
- (5) 귀사는 잣나무생지엽 발효조사료의 판매방법을 어떻게 하는 것이 좋겠습니까?
- ①직접 판매하겠다.  
 ②직영 대리점을 통해 판매하겠다.  
 ③사료 판매상을 통해 판매하겠다.  
 ④견본을 일정기간 공급 후 판매하겠다.
- (6) 귀사에서 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료에 대해 축산농가에서는 어떻게 생각할 것으로 판단합니까?
- ①벗짚대체용으로 급여할 것이다.  
 ②급여하지 않을 것이다.  
 ↳(이유 : \_\_\_\_\_ )
- (7) 귀사에 소비자가 주문자생산방식을 통한 잣나무생지엽 발효조사료 제조를 요구할 경우 제조할 의향이 있습니까?
- ①원자재가 확보된다면 지속적으로 제조하겠다.  
 ②주문자가 원할 경우에만 제조하겠다.  
 ③생산라인의 변화를 주기 때문에 제조하지 않겠다.
- (8) 귀사는 지역의 특성상 축산농가에서 잣나무생지엽 발효조사료를 급여하면 브랜드화가 가능하겠습니까?
- ①가능하다.                      ②불가능하다.

잣나무생지엽을 이용한 발효조사료에 대한 의견이 있으시면 기입하여 주십시오.

---

---

---

---

---

---

---

---

◁ 설문에 응해주셔서 감사합니다 ▷

**잣나무생지엽을 이용한 발효조사료  
급여에 관한 한우 사육농가 인식조사**



<p>안녕하십니까?</p> <p><b>임업연구원</b> 주관 하에 <b>축산기술연구소</b> 및 <b>충북대 수의과대학</b>과 공동으로 『<b>발효 처리에 의한 목질계 자원의 조사료화(2000 ~ 2002)</b>』 연구를 농특첨단과제로 진행하고 있습니다. 본 연구팀은 조사료로써 공급이 불안정한 볏짚을 대체하고자 가지치기, 간벌, 주벌 등의 산림 사업을 통해 발생하는 잣나무생지엽을 이용하여 <b>비육우용 발효조사료</b>를 개발하였습니다.</p> <p>현재까지의 연구 결과에 의하면, 축산 농가에서 일반적으로 급여하는 조사료인 볏짚을 대체할 수 있을 것으로 판단하고 있습니다. 그러나 발효조사료 제조공장에서 느끼는 가장 큰 애로점은 제조된 잣나무생지엽 발효조사료를 소비처인 축산농가에서 비육한우에 급여하는 것에 대한 것입니다.</p> <p>따라서 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 급여에 대하여 귀하의 의견을 설문 조사하고자 하오니 작성하신 후 동봉한 반송봉투를 이용하여 10월 26일까지 보내주시길 부탁드립니다. 귀하의 의견은 오로지 연구 자료로만 이용할 것을 약속드립니다.</p> <p style="text-align: center;">감사합니다.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>산림청 임업연구원 임업경제과</b></p> <p>주소: 130-712</p> <p style="text-align: center;">서울시 동대문구 청량리 2동 207</p> <p>Tel: (02)961-2633 Fax: (02)961-2639</p>	<p style="text-align: center;"><b>농촌진흥청 축산기술연구소 영양생리과</b></p> <p>주소: 441-350</p> <p style="text-align: center;">경기도 수원시 권선구 오목천동 564</p> <p>Tel: (031)290-1665 Fax: (031)290-1660</p>
<p>※ 의문사항은 <b>임업연구원 임업경제분석연구실</b>로 연락하여 주시기 바랍니다</p>	

<p>□ 성명 : _____</p> <p>□ 주소 : _____ 도 _____ 시/군/구 _____ 읍/면/동 _____</p> <p>□ 전화번호 : ( _____ ) _____ - _____</p>
---

□ 일반사항

(1) 귀하의 연령은?

- ①20대                    ②30대                    ③40대                    ④50대                    ⑤ 60대 이상

(2) 귀하의 학력은?

- ①고졸 이하    ②대학교 졸업    ③대학원 이상

(3) 귀하는 한우를 사육한지 몇 년 정도 되었습니까?

- ①5년 이하                    ②6~7년                    ③8~10년                    ④10년 이상

(4) 현재 귀하께서 사육중인 가축을 축종별로 구분하여 두수를 기입하여 주십시오.

단위 : 마리

구 분	비육한우		젖 소	계
	수 소	암 소		
마 리				

(5) 귀하께서 급여하고 있는 각종 사료의 구매 지역은 어디입니까?

- ①관내에서만 구매하고 있다.  
 ②관내와 인접된 관외지역에서만 구매하고 있다.  
 ③지역에 관계없이 구매하고 있다.

(6) 귀하는 각종 사료의 구매를 어떻게 하고 있습니까?

- ①직접 사료회사를 통해 구매하고 있다.  
 ②관내 축협을 통해 구매하고 있다.  
 ③회원 공동으로 구매하고 있다.  
 ④일정한 방식이 없이 필요에 따라 구매하고 있다.

(7) 귀하는 볏짚을 어떻게 급여하고 있습니까?

- ①자가 영농을 통해 급여하고 있다.  
 ②관내의 농가로부터 직접 구입하여 급여하고 있다.  
 ③관내 축협을 통해 구입하여 급여하고 있다.  
 ④중개상을 통해 구입하여 급여하고 있다.

(8) 귀하께서 급여하고 있는 사료 중 볏짚이 차지하고 있는 비율을 기입하여 주십시오.

구 분	계	사료	볏 짚		
			계	자가	구매
비율(%)	100.0%	%	%	%	%

(9) 귀하께서 조사료로 급여하고 있는 볏짚의 구입가격(농가 도착가격)은?

구 분	관내 구입가격	관외구입가격(평균)
가 격	원/kg	원/kg

(10) 귀하께서 볏짚을 구입할 때 어려운 점은 무엇입니까?

- ①가격 변동이 심하다.
- ②필요한 물량의 확보가 어렵다.
- ③기타(이유 : \_\_\_\_\_)

(11) 현재 귀하는 산에서 채취한 생지엽을 비육한우에게 급여하고 있습니까?

- ①있다.
- ②없다.

**□ 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료 급여에 관한 질문**

- 주요 연구결과

<b>제조방법</b>	벌채된 잣나무생지엽(직경 약 5cm 정도)을 약 6mm크기로 분쇄하여 TMR기에 분쇄된 잣나무생지엽, 물, 발효촉진제를 첨가하여 10여분 정도 혼합한 후 적당량 크기 (약 20~30kg)로 비닐로 밀봉·포장하여 약 30여일 경과 후 비육한우에게만 급여. (단, 번식우 및 젖소에게 급여해서는 안됩니다.)
<b>제조비용</b>	잣나무생지엽 수집·운반·분쇄·제조비용(자가제조시) : 약 350원/kg(건중량 기준)
<b>증체효과</b>	볏짚의 50%를 잣나무생지엽 발효조사료로 대체 급여하였을 때 볏짚 100% 급여때 보다 0.13kg/일 증체.(축산기술연구소 2000년 연구결과)

- 잣나무생지엽 발효조사료의 볏짚대체 증체량 결과

구 분		볏짚 100%	생지엽 조사료의 볏짚 대체 비율		
			25%	50%	75%
증체량 변화	개시체중(kg)	271.1	275.0	281.8	281.7
	종료체중(kg)	452.5	459.1	488.7	479.4
	증 체 량(kg)	181.4	184.1	<b>206.9</b>	197.7
일당증체량(kg)		0.98	0.99	<b>1.11</b>	1.06
건물섭취량(kg)		9.08	9.38	9.78	9.59
-배합사료		7.14	7.38	<b>7.68</b>	7.53
-볏 짚		1.94	1.50	<b>1.05</b>	0.52
-생지엽 조사료		-	0.50	<b>1.04</b>	1.54
kg 증체당 건물섭취량(kg)		9.27	9.48	8.81	9.05

자료: 농촌진흥청 축산기술연구소 연구결과, 2000.

◦ 앞에 제시된 연구결과를 참조하여 빠짐없이 응답하여 주시기 바랍니다.

(1) 귀하는 볏짚을 대체하여 생산된 잣나무생지엽 발효조사료를 구입·급여하겠습니까?

①급여하겠다.

②급여하지 않겠다.

↳(이유 : \_\_\_\_\_)

(2) 귀하는 잣나무생지엽 발효조사료를 직접 제조하여 급여하겠습니까?

①제조하여 급여하겠다.

②제조하지 않겠다.

↳(이유 : \_\_\_\_\_)

(3) 귀하는 잣나무생지엽을 급여한다면 어떤 곳에서 제조하여 판매하는 것이 좋겠습니까?

①관내 축산업협동조합

②축산업협동조합 산하 사료공장

③일반 사료제조회사

- (4) 귀하는 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 소비자가격이 위에 제시된 제조비용보다 물류비와 유통비 등이 포함된 가격으로 판매된다면 어떻게 하겠습니까?
- ①가격이 높더라도 증체효과가 있어서 구입하여 급여하겠다.  
 ②벗짚보다 상당히 비싸기 때문에 구입하지 않겠다.  
 ③기타( 이유: \_\_\_\_\_ )
- (5) 귀하는 잣나무생지엽을 이용한 발효조사료의 샘플이 제공된다면 급여하시겠습니까?
- ①구입하여 급여하겠다.  
 ②급여하지 않겠다.  
 ↳(이유 : \_\_\_\_\_ )
- (6) 귀하는 지역의 특성상 잣나무생지엽 발효조사료를 급여하면 브랜드화가 가능하겠습니까?
- ①가능하다.                      ②불가능하다.

◁ 설문에 응해주셔서 감사합니다 ▷



## 特許出願書

출원번호	제 2002 - 56558 호
출원일자	2002 년 9 월 17 일
명 칭	잣나무 생지염의 혐기발효산물을 유효성분으로 함유하는 가축급식용 조사료 조성물 및 그 제조방법

### 아시아나국제특허법률사무소

ASIANA INTERNATIONAL PATENT & LAW OFFICE

서울특별시 강남구 역삼동 828-8 (뉴서울빌딩 5층)

TEL : 3453-6561~4, FAX : 557-3365

E-mail : asna@chollian.net

## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.