최 종
연구보고서

볏짚위주의 농산부산물을 이용한 축우용 완전배합발효 사료의 개발과 보급에 관한 연구

Studies on the industrialization and development of Total Mixed Fermentation(TMF) feeds using rice straw as a main by-products for the cattle

연구기관

서울대학교 농업생명과학대학
축산기술연구소 종축개량부
축협중앙회 사료연구소

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “ 볏짚위주의 농산부산물을 이용한 축우용 완전배합발효사료의 개발과 보급에 관한 연구 ”과제의 최종보고서로 제출합니다.

199 . .

주관연구기관명 : 서울대학교 생명과학대학
총괄연구책임자 : 최 윤재
연구원 : 조 광근
연구원 : 조 재순
연구원 : 강 승하
연구원 : 하 석호
연구원 : 신 민선
협동연구기관명 : 축산기술연구소 종축개량부
협동연구책임자 : 김 준식
연구원 : 이 현준
연구원 : 정 하연
연구원 : 김 원호
연구원 : 정 충근
연구원 : 성 락희
협동연구기관명 : 축협중앙회 사료연구소
협동연구책임자 : 권 항기
연구원 : 고 종렬
연구원 : 한 영근

요 약 문

Ⅰ. 제 목

벗짚위주의 농산부산물을 이용한 축우용 완전배합발효사료의 개발과 보급에 관한 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

현재 우리나라 축우산업의 현장에서의 가장 큰 애로사항은 1) 조사료의 자원의 부족과 수급체계의 미비 2) 노동력 부족 및 고임금 3) 사양체계 및 사료급여 이용체계의 불균형 4) 축산 폐기물 문제로 요약할 수 있는데. 이중 앞의 3가지 문제를 해결하기 위하여 조사료자원의 확충과 이용성 증진 및 노동력 절감을 동시에 달성할 수 있는 TMR silage 또는 All in Silage로 불리는 혼합 완전사료의 일종으로서 또한, 국내 부존 조사료자원중 최대 물량인 벼짚의 중요성을 강조하여 이른바 한국형 축우용 발효완전사료의 개념을 채택한 한국형 축우용 완전발효(Total Mixed Fermentation ; TMF)사료의 개발을 통한 사료단순화 사업을 1차적인 목적으로, 이어서 이들 TMF사료의 보급을 위한 산업화 연구와 사양체계 및 보급체계를 구축하여 양축농가의 사양관리 현장에 직·간접적인 관여 및 서비스를 통한 현장애로의 해소를 궁극적인 목적으로 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 재배사료작물을 이용한 낙농용 TMF사료의 개발

가. 연구내용

- **낙농용 완전사료로서의 TMF사료 개발로 급여사료의 단순화**
- **TMF사료의 제조공정의 확립 및 농가보급**
- **벼짚의 사료가치증진으로 이용량 증대와 이용율 극대화**

나. 연구 범위

- **6종의 사료작물 초종별 TMF사료의 면양사양시험을 통한 반추가축에 대한 사료화 가능성 규명**
- **초종별 TMF사료의 제조공정확립과 제조과정중의 사료적가치변화 규명**
- **초종별 TMF사료의 젖소 실증사양시험을 통한 사료적 기능성규명**

2. 농산가공 부산물을 이용한 한우용 TMF사료의 개발

가. 연구내용
- 한우용 완전사료로서의 TMF사료 개발로 급여사료의 단순화
- 첨가제의 수준결정 및 제조공정 확립
- 발효균주의 대량생산, 산업화
- 산업화를 유도하여 대량생산 판매체계 구축
- 농산가공부산물의 사료자원화로 환경오염물질 감소 및 유통사료의 다양화

나. 연구 범위
- 발효첨가제 종류별, 첨가수준별 사료의 보관성에 미치는 영향 시험을 통한 첨가제와 그 수준의 결정
- 3종의 다즙 농산부산물별 TMF사료의 제조공정확립과 제조과정중의 사료적가치변화 규명
- TMF사료의 한우실증사양시험을 통한 사료적 기능성규명

3. TMF별 전용 보강사료의 개발

가. 연구내용
- 배합사료공장의 TMF 보급사업 참여 유도
- 반추가축의 특성에 맞는 특수사료개발로 배합사료 다양화

나. 연구 범위
- TMF종류별 전용보강사료의 적정 배합비 작성과 생산

4. TMF사료에 의한 낙농용 개체사양 프로그램의 개발과 보급체계 확립

가. 연구내용
- 개체별 유전능력 최대발휘를 유도사양의 확립과 전산화 보급으로 국내 보유 젖소의 능력 극대화
- 전산망을 활용하여 TMF사양체계의 대농민서비스로 농민의 사양관리업무량 격감 및 자발적 검정참여 유도

나. 연구 범위
- 젖소의 개체별 축군별 관리의 효율화를 위한 Herd Master Management 프로그램의 개발과 범용적 운용기반 확립

- 개체별 젖소의 생리적, 환경적 요인별 영양소 요구량의 결정 및 전산화
- TMF사료별 유도사양체계의 전산화
- TMF사양체계의 대농민 시범 서비스 운용과 효용성 검정

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

○ 연구성과

1. 재배사료작물을 이용한 낙농용 TMF사료의 제조공정 확립 및 사료적 가치 규명
   가. 6종의 재배사료작물 TMF사료의 제조공정 확립
   나. TMF사료화에 의해 볏짚의 소화율이 40%이상 증진됨
   다. TMF사료 제조시에는 곡류를 분쇄, 압편등의 가공이 필요없음을 입증
   라. TMF사료의 평균 건물 섭취량은 젖소의 생체중의 2% 3% 이상으로 젖소의 체중유지와 성장을 위한 완전사료로서의 가치가 입증됨
   마. TMF사료 단일급여시에도 일반적인 TMR사료에 비해 젖소의 생산성과 건강 유지에 오히려 좋은 결과를 나타내었다.

2. 고수분 농산가공부산물의 축우용 TMF사료화 연구
   가. 4종의 고수분 농산가공부산물을 이용한 8개의 TMF사료 배합체계 확립
   나. 유통과 보관중 고수분 유기성 농산부산물의 보관성증진을 위한 첨가제(MHA) 개발 및 첨가수준 확립
   다. TMF사료의 안정적발효와 이용성증진을 위한 starter로서 형질전환균주 구축
   라. 농산부산물인 옥침수 위주의 경제적인 starter대량배양배지 개발

3. TMF사료의 농가보급을 위한 전용사료의 개발과 사료공급 방안 확립
   가. 고 에너지 농축 및 고 단백질 농축 배합사료의 두 가지 TMF전용 배합사료 개발
   나. 젖소의 개체별 생리적 변화 및 우유생산성에 따른 영양소 공급방안 확립

4. TMF사료의 산업화 방안 확립
   가. 낙농 및 한우 농가의 조합체계를 이용한 TMF사료 대량생산 및 농가보급 방안확립
   나. 대규모 사육농가형 완전자급 TMF사료 대량생산방안 제시

○ 연구성과 활용계획(실적)

1. 대외 연구결과 발표 : 2건

『벳짚과 곡류의 가공수준이 완전배합사료의 영양적 가치와 면양반추위내 성상에 미치는 효과』 1996.축산분야종합학술대회. PB9618.

『벳짚위주의 완전배합발효사료의 발효성상과 Holstein종 착유우에 대한 기호성 비교 평가 연구』1997.축산분야종합학술대회. D9721.

2. 특허출원신청 : 2건

『젖소 착유우용 에너지 농축사료와 단백질 농축사료의 배합율과 그 이용기술』 1997.12. 출원신청(농진청)

『반추가축용 완전배합사료(TMF)사료의 제조기술』 1997.12. 출원신청(농진청)

3. 활용계획

가. TMF 산업화 지속적 추진 : 지리산 낙협과 장수축협조합과 협동하여 고수분 농산가공 부산물 TMF 대량생산 추진 중(상반기중 1차 1,000톤 규모생산 예정)

나. 시책건의 추진 : 2건('98년도 중)

- 조사료 생산기반확충사업 지원대상의 확대 시책건의 : 현재 암모니아 처리볏짚에 대해서만 지원되던 금융지원을 TMF화에 의한 볏짚처리체계에도 적용이 되도록 건의 예정
- TMF사료제조의 특성인 재료와 제조비용의 일시적 부담을 경감할 수 있도록 장단기 저리 융자 또는 금융지원을 시책 건의 할 예정

다. 특허 출원신청 : 고수분 유기성 농산 부산물을 이용한 TMF사료의 제조기술 2건 이상 신청 예정

라. TMF사료 보급확대를 위한 책자 발간 : 3월중 발간 추진 중

『조사료중시 사양체계를 위한 사일리지와 새로운 TMF사료의 제조와 이용기술』

마. 논문 발표 : 세계학회 발표 1건, 한국낙농학회지 2건, 한국영양사료학회지 2건

SUMMARY

I. Title

Studies on the industrialization and development of Total Mixed Fermentation(TMF) feeds using rice straw as a main by-products for the cattle

II. Purpose and Necessity

At present, the most serious problem in the field of cattle producing industry in Korea are summarized as 1) lack of roughage and its poor supply 2) shortage of labor and high wage 3) unbalance between feeding system and raising system 4) animal waste. Among those, the former three problems can be solved by expansion of roughage resources and its improvement of utilization and labor curtailment. To overcome these problems, the objective of this research are primarily development of Total Mixed Fermentation(TMF) as cattle feed which is a kind of TMR silage or called as All in Silage, TMF can increase utilization of rice straw the most abundant roughage produce in Korea and simplify the feeding for raising the cattle and establishment of TMF supply system. Especially, to solve the problem in the field like supply the TMF, this research emphasizes on industrialization of the TMF supply and computerization of feeding system for the each farm.

III. Contents and sphere of research and development

1. Development of dairy TMF feed using by feed crop

A. Contents of research

- simplification of feed by development of TMF feed as dairy complete feed
- construction of manufacturing process of TMF feed and its supply to the farm
- introduction of TMF industry and development of mass production and marketing system
- improvement of the feed value of rice straw and maximization its utilization

B. Sphere of research

- determination of feed-value for the ruminant by the feeding trial of each TMF

feed to six kinds of feed crop in the sheep
- construction of manufacturing process of each TMF feed and determination of changes of its value of feed during its manufacturing process
- determination of feed value by feeding trial of each TMF for dairy cattle

2. Development of TMF feed for Korean Native Cattle using by agricultural processing by-product

A. Contents of research
- simplification of feed by development of TMF feed as a complete feed for Korean Native Cattle
- determination of the level of additives and construction of the manufacturing process
- mass and industrialization of starter
- induction of TMF industry and development of mass production and marketing system
- reduction of environmental pollution by turning the agricultural processing by-product to the feed resources and diversification of circulating feed

B. Sphere of research
- determination of the level of additives and investigation of the its effect on the storage capability to the starters and the level of additives
- construction of manufacturing process of TMF feed according to three juicy agricultural by-product and determination of changes of feed value during its manufacturing process
- determination of feed value by feeding trial of TMF feed to Korean Native Cattle

3. Development of reinforcing feed for each TMF feed

A. Contents of research
- inducement of participation of feed factory to TMF supply industry
- diversification of feed by development of special feed for the ruminant physiology

B. Sphere of research

- development of mixing ratio of reinforcing feed to each TMF feed and its production

4. Development of individual feeding program of TMF feed for dairy cattle and establishment of supply system

A. Contents of research
- maximization of national dairy cow capability by establishment and computerization of individual feed system
- reduction of animal management task by service of TMF feeding system to the farm through the network and inducement of voluntary participation on farm performant test

B. Sphere of research
- development of Herd Master Management Program for effective individual management and establishment of its broad usage
- determination of nutritional requirement if cow according to its physiology and computerization
- computerization of each TMF feeding system
- demonstration service of TMF feeding system and test of its effectiveness

IV. Result of the research and suggestion of its application

○ Research results

1. Determination of feed-value and manufacturing process for the dairy cattle TMF feed using agricultural feed corps.

A. Establishment of TMF feed manufacturing process using 6 kinds of high-moisture agricultural feed crops.

B. Rice straw digestion rate increase 40% ratio by using TMF feeding procedure.

C. No the other processing procedure needed that shatter and repress corns during the TMF feed production.

D. The average dry matter digestion quantity that higher than 2%-3% of cattle body weight have fine result to the productivity and health maintenance when taking the TMF feed.

E. To compare with general TMR feed, TMF feed have fine results on single feed to the productivity and health maintenance

2. Development of TMF feed for Korean Native Cattle using by agricultural processing by-product.

A. Establishment of 8 kinds of mixture system using 4 kinds of high-moisture agricultural processing by-product.

B. Determination of the level of additives and Development of additives(MHA) for the purpose of storage capability increment to the high-moisture organic agricultural processing by-product in a condition of storage and circulation.

C. Construction of starter for stable fermentation and promotive utilization of TMF feed.

D. Development of economical massculture-medium of starter on agricultural processing by-product basis of corn steep liquor(CSL).

3. Development of reinforceing fed and Breeding system for farm popularization of TMF feed

A. Development of two TMF exclusive feed for high-energy exclusive feed and high-protein exclusive mixture feed

B. Establishment of nutrients supply device provided by physiological change and milk yield for individual diary cattle.

4. Establishment of TMF feed industrialization

A. Establishment of TMF feed mass production using Holstein cow and Korean Native Cattle agricultural congregation.

B. Providing of complete self-support TMF feed mass production to the large scale breeding farms.

○ The results of study and the plan of application (achievements)

1. An announcement of scientific meeting : two subjects
『Effect of processing level for rice straw and grain on nutritive value of Total Mixed Fermentation feeds and characteristics in the rumen of sheeps』 1996. Combined scientific meeting of livestock field. PB6918.

『Studies on evaluation of fermentation characteristics of Total Mixed Fermentation feeds using rice straw and palatability for Holstein cow』 1997. Combined scientific meeting of livestock field. D9721.

2. A patent of application : two subjects.
『The utility technique and the mixed ratios of energy and protein concentrate supplement on lactating dairy cattle』 1997. 12. patent of application (Rural Development Administration)

『A manufacturing technique of Total Mixed Fermentation (TMF) feeds in ruminants』 1997. 12. patent of application (Rural Development Administration)

3. A plan of application

A. Continuous promotion of TMF industrialization : It is planning that High-grade moisture TMF using agricultural processing by-product in association with The Girisan Nakhyup and The Jangsu Chukhyup.

B. A promotion of policy recommendation

- A policy recommendation of roughage products foundation for extension

of support subject : We have a plan that the financial support applied to the ammonia treatment of rice straw, also apply to the TMF using rice straw treatment system.

- we have a policy recommendation plan that is the row interest loan of long and short term to reduce the materials of TMF feeds production and temporary burden of manufacturing costs.

C. A patent of application : More than two subjects for manufacturing techniques of TMF feeds using high-grade moisture as organic agricultural by-product.

D. Publication for diffusion of TMF feeds : It will be publish in the middle of march.
『Silage for breeding system the basis of roughage and the new TMF feeds production and technique.』

CONTENTS

목 차

제 1 장 서 론

1. 연구 배경

서울대학교 농업생명과학대학에서는 경기도 농어민 후계자를 위한 농어민 후계자 최고경영자 과정을 1993년 3월 부터 현재까지 운영하고 있는 바, 총괄 연구책임자 최윤재 교수는 이 과정의 전공 주임으로써 이들 농어민 후계자들과 여러차례의 토론과 문제점 도출과정을 통하여 낙농· 비육우 부분에 있어서의 가장 어려운 문제점은 1) 조사료의 수급문제 2) 노동력 확보문제 및 인건비문제 3) 사양시스템의 자동화 문제 4) 축산 폐기물 문제를 들고 있다. 그러므로 이중 앞의 3가지 문제를 해결하기 위하여는 조사료자원의 확충과 이용성 증진 및 노동력절감을 동시에 달성할 수 있는 TMR silage 또는 All in Silage로 불리는 혼합 완전사료의 일종으로서 또한, 국내 부존 조사료자원중 최대 물량인 볏짚의 중요성을 강조하여 이른바 한국형 축우용 발효완전사료의 개념을 채택한 축우용 완전발효사료의 개발이 시급하다는 결론을 내리게되었다.

이러한 요구는 IMF 시대를 맞은 국내 양축산업계가 직접적으로 겪고있는 어려움, 특히 농후사료위주의 사양으로 외국으로부터 수입에만 거의 전량의존하고 있어 원화가치 폭락에 따른 환차만으로도 100%이상의 사료비 앙등을 맞고 있는등 양축용 사료산업에 대한 특단의 초치가 없이는 전국농가의 동시다발적 몰락도 예상될 만큼 심각한 지경에 이르렀다고 해도 과언이 아니라 할 수 있을 것이다. 이러한 급격한 대외여건은 본 연구과제의 시의 적절한 착수와 반드시 성공적인 결과를 도출하여야 한다는 타당성을 확인하는 것이 되었다. 그리고 본 연구는 사료산업의 대외의존성을 획기적으로 벗어나게 할 수 있는 새로운 사료자원 이용체계로서 확립되어져야하는 구체적 목적성을 더욱 강조받고 시작되었다.

이러한 목표의 달성을 위해 먼저 과학적이고도 합리적인 산, 학, 연의 합동 협력 연구조직을 구성하였는데, 서울대학교 농업생명과학대학 동물자원과학과 낙농학실이 시험연구와 개발사업의 총괄과 기술적지도를 담당하고, 국내에서 조사료 생산기반과 한우· 젖소의 사육규모와 검정체계가 가장 우수한 축산기술연구소 종축개량부(전 국립종축원)에서 시험사료의 생산 및 각종사양시험을 수행하고, 그리고 수행결과에 따른 TMF사료의 대량생산 체계개발 및 보급을 위한 산업화를 축협중앙회 사료연구소에서 담당하며, 본 연구과제의 시종을 경기도 농어민 후계자 연합회 회원들의 의견과 자문을 받는다는 종합적인 공동연구계획하에 추진하게 되었다.

2. 완전배합발효(TMF)사료의 개념

젖소에게 급여되는 사료는 푸른 목초(green forage) 사료 형태와 배합사료, 건초 및 사일리지 같은 가공된 형태로 급여되는데, 이들 각 사료의 영양적, 물리적 특성으로 인해 사료관리는 개별생산과 개별급여의 전통적 형태로 이루어짐으로 노동력의 비효율적 운용이란 문제점과 사료의 질적, 양적 수급의 불안정은 젖소의 생산과 활동을 유지하기 위한 사료의 수급 조절이 어렵다는 문제점을 안고 있다.

최근 이러한 제반적인 문제점을 극복하기 위해 젖소사료의 완전사료(Complete ration)화에 의한 일괄 급여체계가 연구 보급되고 있는데, 이것은 주로 농후사료, 사일리지 및 건초 등의 모든 급여사료의 단순 혼합에 의한 Total Mixed Ration(TMR)에 관한 것으로써 사료의 동시 급여로 급여체계의 간편화와 균일한 사료급여가 가능해 졌지만 원료사료의 개별생산이라는 문제가 여전히 남을 뿐만 아니라 이질적인 각 사료의 혼합으로 보관성이 낮아진다는 치명적인 결점을 안고 있으며, 또한, 생산기간이 긴 젖소의 생리적 영양소 요구량의 변이가 크고 개체의 산유량에 따른 영양소 요구량의 변이가 크다는 사실은 TMR의 집단사양 체계(group feeding system)의 결함적 결과(번식율 저하,대사성 질환 증가, 저능력우의 과비, 고능력우의 생산 감소 등)의 요인이 됨으로써 생리적, 환경적 변이를 감안한 다양한 종류의 TMR 제조와 현장에서 생산되는 조사료에 대한 정확한 사료가치 평가 같은 복잡성과 고도의 과학성을 수반하는 제조와 급여과정을 요구하게 되었다.

그리고 제조가 완료된 발효사료인 Silage는 외부 환경에 관계없이 오랫동안 저장 급여가 가능한데, 곡류주종의 배합사료와 green forage를 축우의 유지와 생산을 위한 영양소 요구량으로 balanced mixing후 ensiling 하였을 때, 배합된 원료사료의 물리화학적 특성과 변화가 상보효과를 나타내어 자연적인 수분조절이 일어나며, 정상적 발효와 각종 수용성 영양소의 보존성이 증가하게되어 결국, grain의 소화율 증가, green forage의 수용성 영양소 이용율 증가 및 silage의 저장성을 증진시키게 될 것이다. 이러한 일종의 완전사료를 TMR silage 또는 All in Silage라고 하여 70년대 이후 미국내에서 그 이용이 증가하였으며, 최근 일본에서도 관심이 커지고 있다. 우리나라에서는 이와 같이 각 사료의 특성을 감안하여 곡류주종의 배합사료와 국내에서 생산되는 각종 고간류, 특히 볏짚과 green forage를 균형배합 발효시킨 silage의 축우에 대한 완전기초사료화의 가능성과 예상되는 장점에도 불구하고 이에대한 연구가 거의 이루어지지 않고 있는데, 그 이유는 고가, 고영양 사료인 배합사료의 발효과정중의 영양적, 경제적손실과 그 위험성 때문일 것이다.

그러나 원료사료의 물리화학적 특성을 감안하여 원료사료를 완전 혼합하여 ensiling

함으로써, 그리고 우리나라에서 볏짚이라는 부산물이 농가 경영적, 반추가축에 대한 사료적 가치와 효용성에 있어서의 특수한 위치에 있음에 이의 사일리지내로의 유입과 가치증진을 강조하는 뜻으로서 완전배합 발효사일리지(Total Mixed Fermentation Silage, TMFS) 또는 완전배합발효(Total Mixed Fermentation, TMF) 사료라는 새로운 한국형 사료의 제안은 여러가지 측면에서 절실하다고 할 수 있을 것이다. 이러한 TMR 사료를 보완 대체하는 완전사료(Complete Ration)의 개발은 급여사료 생산의 일원화, 단순화와 급여체계의 일원화는 상당한 노동력 절감 효과를 줄 뿐만 아니라 대외 의존적인 배합사료에 대하여는 안정적 수급과 영양적 이용효율 증진에 커다란 도움을 준다는 점에서 의미가 있을 것이다. 특히 생산된 조사료의 가축의 실제 이용성 증대와 부존자원인 볏짚의 이용성 증대 측면에서 기여도는 말 할 수 없을 정도로 클것으로 기대된다

TMR(Total Mixed Ration)사료와 TMF(Total Mixed Fermentation)사료의 차이

구 분	TMR	TMF
원료사료 혼합형태	(고수분원료) 청초 또는 사일리지 (저수분원료) ┬건초 또는 고간류 └ 배합사료	(고수분원료) 청초 또는 가공부산물 (저수분원료) ┬건초 또는 볏짚 └배합사료
제조방법	원료사료 개별 생산, 가공 TMR 매일 배합	사일리지 개별생산 불필요 일시 배합 완료
보관성	변질의 위험이 큼(계절 및 기후의 영향을 많이 받음)	보관성이 높음 (계절 및 기후의 영향이 적음)
제조비용	원료 제조, 가공비 및 TMR 배합비 과다	원료 제조, 가공비 및 TMR 배합비 최소화
급여형태	그룹별, 자유채식	개체별, 재한 급여
기대효과	그룹별 능력 향상 가능 사료 급여 노동력 절감 조사료 이용 증대	개체별 생리 기별 최대생산 유도 가능, 사료 수급의 안정, 사료 제조 및 급여의 노동력 절감, 농후사료 및 조사료의 영양가치 증진, 조사료의 이용성 극대화, 새로운 사료 시장 형성
단점	TMR 배합의 임의성, 수시성 부대 시설비 과다 원료사료 수급의 불안정	곡류 및 원료 조사료의 이상 발효 등에 의한 고가 사료의 손실 위험 TMF 사료의 상품화 가능성 미지수

제 1 절　연구개발의 목적과 중요성

1. 축우(한우,젖소)에 있어서 국내 부존의 확대 개발을 통한 조사료 자원 자급도 극대화

가. 농후사료위주의 국내 양축산업 의 조사료이용성 증대

세계 2위의 높은 인구밀도와 국민 1인당 경지면적이 불과 152평인 열악한 농업 환경을 갖고있는 우리나라의 농업, 특히 토지 의존성이 높은 낙농산업에 있어서 1997년 UR 전면 수입개방 시점에 대한 두려움과 우려는 가축사료의 효율적인 생산과 이용, 노동력 절감 및 생산성 극대화 등을 통한 생산비 절감방안의 성공여부에 따라 낙농산업의 성패가 달려있다.

축우는 본래가 풀을 먹고 사는 초식가축이며 생리학적으로는 반추위라는 특수한 소화기관을 가지고 있는 동물로서 주식이 조사료이고 농후사료는 부식 또는 첨가제와 같은 기능을 갖는다. 지금까지 축산이 발달한 축산선진국에서 발표된 연구결과에 따르면 하루 18.8Kg(년간 5,734Kg)의 우유를 생산하는 젖소에게는 양질의 조사료만 가지고도 우유를 생산하고 몸을 유지하는데 있어서 하등의 지장을 초래하지 않는다고 하였으며, 장기간의 조사료 공급 부족은 축우의 각종 대사성 질병을 야기하게 되고 경제수명의 단축을 초래한다고 하여 조사료와 농후사료의 공급비율의 중요성을 강조하고 있다.

나. 우리나라 축우용 조사료의 절대적 부족난에 대한 적극적 해소방안

우리나라는 조사료의 생산기반이 취약하여 총 축우사육두수 280 여만두(1993년)가 년간 필요로하는 조사료의 30% 수준에도 못 미치는 물량을 공급하고 있는 실정이다(농림수산통계연보.1992). 그러나 미국의 경우, 육성 번식용 축우에게는 91.3%, 착유우에는 62.1%의 양질 조사료를 급여하고 있는 반면에, 우리나라는 육성 번식용 축우에 40.8%, 착유우에 26.1% 수준을 급여하고 있어 조사료 급여 수준이 미국의 절반에도 못 미치고 있다. 또한 급여되는 조사료의 질적 수준에 있어서도 우리나라는 조사료의 70% 이상이 볏짚 등의 고간류가 차지하고 있으나, 미국과 같은 축산이 발달한 선진국에서는 알팔파와 같은 양질 조사료가 90% 이상을 차지하고 있다. 이러한 경향은 조사료 생산여건이 우리나라와 비슷한 이웃나라 일본과 비교했을때도 양적으로는 비슷한 수준을 공급하고 있지만 일본은 70%이상을 사료작물로 공급함으로써 질적 수준에 있어서 우리나라 수준보다 훨씬 높다.

그러므로 양질의 조사료 생산기반의 확충을 위한 국토이용 차원의 노력과 생산성을

높일 수 있는 지역별 우수초종의 선정과 생산성 최대화를 위한 연구가 반드시 실효를 거둘 수 있도록 하여야 할 것이다. 그리고 이러한 양질의 조사료의 이용성을 극대화 할 수 있는 방안도 아울러 강구 되어야 한다.

다. 볏짚을 포함한 농산 부산물의 조사료자원으로의 활용 방안 수립

- 이용되지 못하는 농산 부산물은 곧 폐기물로써 환경오염원이 된다 -

1) 고간류 농산 부산물의 사료적 가치와 이용성 증진 방안 수립

가) 거의 대부분의 고간류들은 에너지원으로써 직접 가축이 이용 가능한 섬유소, 반추 미생물에 의해 이용 가능한 가소화 에너지원, 그리고 물리적(분쇄,펠렛화), 화학적(가성소다, 암모니아 및 과산화수소) 처리에 의해 이용 가능해지는 잠재 에너지원으로써 그 사료적 가치가 인정되고 있다.

나) 볏짚은 우리나라 총 농산부산물 생산량의 60% 이상을 차지하고 있는 가장 중요한 부존자원이다.

다) 볏짚은 전통적으로 우리나라 고유의 한우에 대한 월동용 조사료로 이용되어 왔는데, 현재 매년 생산되는 700 800여 만톤의 볏짚 중 약 15% 수준인 100 120여 만톤만이 축우용 특히 한우용으로 공급이 이루어 지고 있는 실정이다.

라) 볏짚의 이용 효율 증진을 위한 수많은 연구들이 수행되어 보고되어 왔고, 암모니아 처리 지원사업(1993년, 21만 여톤)등 정부차원에서의 지원사업도 적극적으로 추진되고 있지만 그 보급과 실제적 이용이 미비한 이유는 노동력의 부족, 처리기술과 공정의 어려움, 수송과 보관 시설비의 추가, 합리적 급여체계의 미비 등 양축가 개개인이 부담하기에는 너무도 무거운 짐이 되고 있기 때문이다.

마) 실제 양축농가에서는 볏짚에 대한 적절한 절단처리로 볏짚의 섭취량 증진과 허실량을 크게 감소 시킬 수 있다고 홍보해도 이를 이행하는 농가는 적으며, 볏짚을 절단하지 않고 원료 그대로 급여하는 농가가 많은데, 이러한 농가의 경우 매년 급여하는 볏짚량의 30 40%이상을 급여허실로 잃고 있는 실정이다.

2. 고수분 유기성 농산가공부산물의 반추가축사료화 연구

가) 국민 식생활 수준의 개선과 가공산업의 발달로 각종 농산 생산물들의 상당량이 산

업적으로 통조림 또는 액화 쥬스형태로 대량가공 처리되고 있는데, 이러한 가공상품 제조 과정중에 대량의 부산물들(껍질,섬유성 내용물,등급외품 등)이 남게되며, 이들 대부분은 폐기물로서 버려지고 있다.

나) 농산 부산물중 특히 가공 부산물중에는 사과, 복숭아, 감귤 등 당과 섬유성이 풍부한 과일 가공 부산물과 비지 맥주박 등의 곡류 가공 부산물이 우리나라 가공산업의 발달과 함께 양산되고 있는데, 이러한 가공 부산물들은 수분함량이 높고(70 90%이상) 부패가 쉽게 일어나는 특성을 갖고 있어 그대로 버려질때 주변환경에의 오염정도가 심각하므로 이러한 가공 부산물들에 대한 처리가 필요한데, 이때 폐기물로써의 처리비용이 너무 많이 소요된다. 그러므로 이들 버려져 환경 오염원인 농산 가공부산물의 조사료 자원화에 대한 연구는 양축 사양기술적, 경제적, 사회적으로 대단히 중요하다 할 것이다.

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

본 연구는 국내 주요 반추가축인 젖소와 한우에 대한 완전사료의 개발과 산업화를 목적으로 초식가축 본연의 생리적 요구에 적합하고 국내 부존자원을 최대한 활용한 반추가축용 기초 완전사료 즉, 완전배합발효(TMF)사료를 개발하여 농후사료 의존도가 높은 국내 사료시장에 새로운 조사료중시 사양체계 확대를 위한 새로운 사료로서 제공코저하며, 본연구에서 개발된 TMF사료들은 사양체계의 단순화 및 유통사료의 다양화를 유도하여 양축가의 사료선택의 어려움을 해소할 수 있을것이며, 과학적이고도 안정적인 사료의 관리 및 급여기술의 보급에 기여하기 위하여 아래와 같은 5개분야별로 나누어 일련의 연구를 수행하였다.

1. 재배 사료작물을 이용한 TMF사료의 개발

본 연구에서는 국내에서 주로 재배되며 사일리지로서 많이 이용되고 있던 옥수수, 연맥, 호맥, 알팔파, 유채, 혼합목초의 6종의 사료작물을 이용하여 젖소용 완전사료로서 그 사료적 가치와 제조공정의 확립등 일련의 연구를 수행하였다.

가. 제조공정 확립

안정적인 원료의 배합 제조공정을 위하여 1년차에는 같은 배합원리로 면양급여용을 200리터 들이 원형 플라스틱통을 이용하여 제조하였으며, 그리고 1년차와 2년차에 걸쳐 작물의 수확시기를 2회로 구분하여 제조 경과 일별로 20리터 원형 기밀플라스틱통을 이용 제조하였으며, 2년차와 최종년도인 3년차에 걸쳐 젖소 실증사양시험용으로 지하식

트렌치 사일로에 약 40톤씩의 TMF를 제조하였다. 이러한 제조공정의 안정성을 확립하기 위하여 다음과 같은 내용에 주안점을 두고 결과를 정리하였다.

- 재배사료작물의 재배 및 수확, 원료의 수집방법, 배합원리 및 원료배합비
- 원료의 수집방법, 배합원리 및 원료배합비
- 원료의 전처리 방법, 제조공정
- 볏짚의 수침세척처리에 의한 함수율과 기대효과

나. 품질의 안정성

제조된 TMF사료의 안정적 품질 즉, 사료적 가치와 평균적 영양성분함량을 아래와 같은 항목을 위주로 분석하였다.

1) 영양성분함량(일반성분, 관능검사, 휘발성지방산, pH, 암모니아태 질소)
2) 기호성(최대, 평균, 범위, 최소급여 권장량)
   - 면양의 섭취량, 젖소의 섭취량
3) 소화율
   - 볏짚의 발효효과(In vitro- 건물소화율)
   - 젖소 AIA소화율

다. 급여 효과

제조된 TMF사료의 사료적 기능성을 규명하고 사양의 지표 즉, 급여기준을 책정하기위하여 다음과 같은 내용으로 가축의 소화기관내 변화 및 생산성에 미치는 영향을 조사하였다.

1) 면양 : 증체, 위내 성상(휘발성지방산, pH, 암모니아태 질소)
2) 젖소 : 체중, BCS, 산유량, 비유지속성, 유성분함량

2. 유기성 농산부산물을 이용한 TMF사료의 개발

맥주박 및 베지밀박(비지박)같은 가공부산물은 폐기물이되어 환경오염원이 되고있는 유기성 물질들을 이용한 TMF사료는 현재와 같은 IMF시대에는 그 중요성이 더욱 크다고 할 수 있는데, 이러한 유기성 가공부산물은 변질성이 높고 계절 집중성이란 생산적 특성으로 인하여 본 연구의 TMF사료화를 위해서는 반드시 극복해야 할 과제가 있는데, 첫째로 원료 가공부산물의 변패 방지를 위한 방안, 두 번째로 제조시 발효의 안정성을 위한 경제적 발효촉진제 즉, 사일리지 스타터의 개발, 세 번째로 제조공정의 편의적 확립, 네 번째로 품질의 안정성 그리고 다섯 번째로 산업화 방안을 제시하는 것이다. 이러한 관점에서 일련의 연구를 수행하였으며, 그 수행내용은 아래와 같다.

가. 제조공정 확립

본 연구는 먼저 2년차에는 안정적인 원료의 수집을 위한 국내 농산가공부산물의 생산 및 유통체계에 대한 조사활동을 하였으며, 기존의 유통되고 있는 조사료성 TMR사료의 보관성 증진을 위한 첨가제의 개발을 위한 기초 시험을 수행하였으며, 3년차에는 배합 제조공정을 위하여 재배사료작물 TMF사료와 같은 배합원리에 의한 손쉬운 배합 제조 공정을 제시하고자 연구하였다. 그리고 산업화 협력체인 지리산 낙농축산업협동조합(전북 남원 소재)과 장수 축산업협동조합(전북 장수 소재)의 협의과정중 협력체의 요구와 가공부산물의 생산공장의 현지사정에 의해 소량제조 시험은 생략하게 되었고 이는 대량(1,000톤) 제조에 의한 직접 산업화과정에서 규명하기로 하였으며, 이러한 제조공정의 안정성을 확립하기 위하여 다음과 같은 내용에 주안점을 두고 결과를 정리할 것이다.

- 원료의 수집방법, 배합원리 및 원료배합비
- 원료의 전처리 방법, 제조공정

나. 품질의 안정성

산업화 차원에서의 대량 제조된 농산가공부산물 TMF사료의 안정적 품질 즉, 사료적 가치와 평균적 영양성분함량을 아래와 같은 항목을 위주로 분석할 것이다.

1) 영양성분함량 및 품질평가
   - 일반성분, 관능검사, 휘발성지방산, pH, 암모니아태 질소

2) 기호성
   - 젖소와 한우에 대한 섭취량 조사(최대, 평균, 범위, 최소급여 권장량 결정)

3) 소화율
   - AIA소화율

다. 급여 효과

제조된 TMF사료의 사료적 기능성을 규명하고 사양의 지표 즉, 급여기준을 책정하기위하여 다음과 같은 내용으로 가축의 소화기관내 변화 및 생산성에 미치는 영향을 조사할 것이다.

- 한우 : 증체, 체중, 위내 성상(휘발성지방산, pH, 암모니아태 질소)
- 젖소 : 증체, 체중, 산유능력

라. 고수분 농산부산물의 보존성 증진을 위한 첨가제 및 수준결정시험

농산가공 부산물들은 한 개의 가공공장에서 생산되는 량은 일정하며 매일의 생산량을 수거해주기를 바란다는 수급상 특성을 갖고 있으며, 특히 성상에 있어서 수분함량이 80%이상의 고수분의 것이 대부분이고, 단백질등의 상당한 영양소를 함유한 유기물로서 공기중에서 부패, 발효등 변질성이 높은물질로 되어있다는 특성이 있다.

그런데, 본연구의 목적물인 완전배합발효사료 제조공정의 특성인 일괄 대량제조 체계에 의해 고수분 농산가공부산물을 일정기간 일정한 물량이 확보될때까지 실온상태에서의 보관이 필요하다는 문제점이 대두되었다.

우선 고려할 것으로는 원료 농산가공부산물중의 미생물활동을 최대한 억제하고 변질을 방지하여 신선원료에 가까운 상태로 사일리지로 제조하는 것이 이상이라고 볼 때, 가장 우선하는 과제는 원료인 농산가공부산물에 대한 보존성 증진을 위한 가장 경제적이고도 우수한 보존성을 갖는 첨가제의 종류와 그 첨가수준을 결정하는 것일 것이다. 이를 위하여 농산가공부산물중 변질성이 높은 맥주박과 베지밀박(비지박)을 이용하여 고온다습한 여름철 수집환경에서의 첨가제 개발시험을 수행하여 우수한 첨가제 개발을 추진하였다.

3. TMF사료 안정적 발효를 위한 사일리지 스타터의 개발

가. 형질전환 균주 생산 및 평가연구

1) 외래 단백질 생산능력이 우수한 새로운 Lactobacillus-E. coli 발현벡터의 확보

Cellulase를 발현하는 재조합 Lactobacillus plantarum starter 균주를 개발하기 위해 벡터로서 pNZ123(2.8 kb, CmR) 및 pNZ3004(4.9 kb)를 이용하고 이의 벡터 자체에 외래 단백질을 효율적으로 발현시킬수 있는 강력한 promoter의 존재를 확인후 확보 보유하여 이후 일련의 스타터 개발에 이용할것임

2) 새로운 Cellulase 유전자의 구축

확보된 Lactobacillus 발현벡터를 이용하여 cellulase를 생산수단으로서 PCR을 이용하여 새로운 Cellulase gene을 제조하고 제조체계를 확립할것임.

3) Lactobacillus plantarum 균주의 확보

사일리지 Starter 균주로 Lactobacillus plantarum KCTC 1048, Lactobacillus plantarum KCTC 3104 균주를 한국과학기술원 생명공학 연구소 유전자원 쎈터로 부터 구입.

4) 새로운 재조합 Cellulase 유전자 클론체 구축

개발된 Lactobacillus-E. coli 발현벡터에 대한 Clostridium thermocellum cel A gene을 도입하여 재조합 plasmid를 구축코자함.

5) 재조합 plasmid의 형질전환

Cellulase 유전자를 포함하는 재조합 plasmid를 먼저 E. coli 균주에 형질전환하여 cellulase 활성을 갖는 형질전환체를 얻는데 성공하고, 균주에 electroporation을 수행하여 보다 높은 cellulase 활성을 갖는 재조합 Lactobacillus plantarum 사일리지 starter 균주를 개발함에 있다.

나. 대량생산시험연구

1) 균주의 대량생산체계 확립을 위한 상업용배지 개발

형질전환된 재조합 Lactobacillus plantarum starter 균주의 대량생산체계 확립을 위한 상업용 배지를 개발하고자하며, 개발된 Lactobacillus plantarum 상업용 배지의 기존 MRS 배지와의 역가비교 및 경제성 비교를 통해 새로운 대량생산 배지로서의 상업적가치를 규명코자함.

4. TMF를 이용한 사양체계의 개발

가. TMF 전용 배합사료 개발

대부분의 조사료는 작부체계 및 생육특성상 계절성을 갖고있으며 또한, 조사료 초종별로 가축의 영양소 공급기준이되는 단백질과 에너지함량에서의 편차가 커 시중에서 판매되고 있는 배합사료 단일품목만으로 급여하는 농가의 가축은 에너지와 단백질 공급의 균형이 어렵다. 즉, 두가지 영양소의 적량공급이 불가하게되는 실정이다. 가축의 에너지와 단백질의 요구량은 분만, 비유시기, 유생산량, 기후 등 각종 요인에 따라 생리적 요구량이 달라지는데, 이러한 가축의 생리적변화에 따른 에너지와 단백질의 과부족 없는 적량공급을 위해서는 반드시 에너지가 고농도인 에너지 농축사료와 단백질 수준이 고농도인 단백질 농축사료 같은 전문적인 목표영양소 전용사료가 필요하게된다. 본 연구에서는 TMF사료의 사양체계에서도 개체별 생리적변화에 따른 여양소공급기준을 달리한 급여체계 즉, 개체사양을 위해 이러한 고 농축 에너지 전용사료와 단백질전용사료의 개발을 목적으로 함.

<배합의 기본 원칙> : 구매가 쉬운 원료, 가격이 비교적으로 싼 원료, 보관성이 나쁜 동물성 원료는 지양하고 식물성 원료 위주 배합.
< 상품화 고려사항 > : 가축의 기호성이 좋을 것, 상품사료로서의 성형이 좋아야함,

1) 고에너지 농축사료
TDN 85% 내외인 고농축 에너지 사료
2) 고단백질 농축사료
CP 27% 내외의 고농축 단백질 사료

나. 착유우 개체별 착유일수 및 유생산량별 영양소 공급량 결정

본 연구에서 기초사료인 TMF사료별로 기초사료 급여 권장량을 결정하고, 가축의 생리적 단계별 두가지 전용사료의 급여기준을 결정하고자 한다.

1) 분만 전후 전환기 사양기준과 사료급여량
2) 분만초기 최고 유생산기의 사양기준과 사료급여량
3) 비유중기 비유지속기의 사양기준과 사료급여량
4) 비유후기 유량감소억제기의 사양기준과 사료급여량
5) 건유기 사양기준과 사료급여량

5. TMF사료의 산업화 방안 확립

TMF사료의 산업화를 위해 소규모 농가들로 구성된 낙농 및 한우 조합을 대상으로 대량제조 즉, 산업화를 추진한다.

제 3 절 연구개발의 설계구성 과 국내외 기술수준

1. 연구 개발의 설계

본연구에서는 국내에서 생산되는 green forage중에서 단위생산성과 축우에 대한 사료적 가치가 우수하다고 알려진 옥수수, 호맥, 유채, 혼합목초, 알팔파 및 연맥을 고수분 조사료로서 TMF사료제조의 기본으로 정하고 저수분 고간류를 대표할 만한 볏짚을 혼합하는 재배 사료작물과 볏짚을 이용하여 완전배합발효 원리에 의한 젖소용 기초사료로서 TMF사료 개발과 농산 가공부산물중 다즙성 부산 폐기물을 고수분 조사료원으로 하

여 여기에 볏짚의 적량 배합제조에 의한 또 하나의 완전배합발효 원리를 이용한 한우용 기초사료로서 TMF사료를 개발하는 두가지 개발체계를 운용 할 것이다.

우선, 선정된 기초사료 원료조사료에 대한 가축의 조사료원으로서의 영양적 가치와 특성을 조사하고, 그 조사료원료별 balanced concentration를 배합하고, 배합발효함으로써 보관성이 높은 Total Mixed Fermentation (TMF)사일리지를 제조한다. 그리고 제조된 TMF사일리지에 대한 사료적 가치와 보존성 및 경제성을 조사하여 우수한 TMF사료 생산 체계를 확립하고자 하며, 또한 국내에서 일반적으로 사용되어지고 있는 NRC사양표준(1988)을 기초로 이를 젖소의 각 생리단계별(월령, 체중, 일당증체, 임신일수, 비유일수,일일 산유량 또는 목표 일일산유량 및 젖소의 건강상태 등에따른)영양소 요구량을 좀더 구체적으로 세분하고, 또한 환경변화(기온변화, 조사료의 품질과 기호성 등에 따른)로 인한 영양소 요구량의 보정을 통해 가능한한 젖소의 생산과 유지를 저해하는 요인을 제거함으로써 젖소의 최대생산을 유도하는 한국형 젖소 사양 SYSTEM을 제시코자 한다.

그리고 젖소에게 급여되는 사료는 그 종류와 품질에 있어서 너무나 다양하기 때문에 어떠한 훌륭한 사양표준의 적용이 가능할지라도 실제 현장에서는 급여되는 사료의 정밀한 이용이나 그 이용정도에 대한 측정이 여러가지 요인에 의해서 불가능하게 됨으로써 그 사양표준이 무용지물이 되기 쉽다. 그래서 본 연구에서는 정확한 원료사료와 제조된 TMF사료의 분석을 통해 영양적 가치가 규명된 몇가지 우수TMF사료를 이용하여 젖소의 성장및 생리적 시기별, 그리고 급여사료의 종류별, 급여방법별 Model을 설정, 각 Model별 유도사양 SYSTEM을 개발, 전산화하고 이의 효율적인 보급체계를 수립하고자 한다.

이와같은 일련의 연구목적을 달성하기 위하여 개발제조한 TMF사료에 대한 사료가치 평가를 위한 제반시험 및 분석과 면양소화시험, in vitro 소화율 시험 및 젖소와 한우에 대한 급여실증시험을 수행한다.

2. 연구 내용의 중요성과 구성

가. 기술적 측면

1) 볏짚 등 농산부산물을 이용한 완전배합 발효(Total Mixed Fermentation; TMF) 사료

⑴ 같은 사료원이라 할지라도 수분 함량이 많은 청초나 사일리지 형태로 급여 했을때

가축의 기호성과 섭취량이 증가한다고 하고, 모든 동물의 먹이는 기본적으로 수분이 적당해야 기호성과 섭취량이 증가하계되고 이에 따라 동물의 생산활동도 활발해 진다고 한다 .

⑵ 제조와 보관의 편리성이란 이유로 최근의 우리나라 양축현장에서의 공급되는 TMR 사료의 형태는 주로 마른 사료인데 , 이는 청초 및 사일리지로서 공급할 다즙성 조사료 자원이 절대 부족하기 때문이다.

⑶ 우리나라에서 년간 생산 가능한 청예 및 사일리지 사료작물은 풍건물 기준 약 100만여톤에 지나지 않는다(김동암. 1987.). 이는 전부를 사일리지로 이용하더라도 우리나라 축우의 급여 조사료량을 선진 축산국의 수준으로 끌어 올리기 위해서는 청초로 환산하여 최소한 500여만톤의 사료자원의 개발이 필요함을 알 수 있다.

⑷ 일종의 변형 TMR 사료로써 고수분인 청예 사료작물과 고수분 농산가공물의 사일리지 제조 공정에의 유입은 볏짚 등 마른 고간류 조사료 자원과의 물리적 상보효과(사일리지 제조시의 영양소 침출손실 최소화 등)와 발효과정을 통한 사료적 가치 증진을 동시에 고려하는 사일리지 제조공정의 개발은 조사료 자원의 확대와 농산 폐기물 이용 차원에서 시대적인 중요성이 강조된다.

2) TMR 사양체계에 의한 군별사양체계의 보급

⑴ 1960년 이스라엘에서는 조사료 + 농후사료 + 농업 부산물의 혼합급여 체계인 이른바 Total Mixed Ration(TMR) 사료에 의한 군별사양 체계가 시행되어 조사료 생산기반이 취약한 자국의 조사료자원 극대화와 이를 이용한 사양체계를 통하여 생산성 극대화에 성공하였으며, 이러한 사양기술을 통하여 보유 젖소의 평균 산유능력이 9,000kg에 육박하는 명실공히 세계 제 1의 낙농 선진국이 되었다. 이러한 TMR 사양체계는 1970년대 이후에 미국에서도 크게 유행하고 있고 최근에는 인건비 상승과 노동력 확보의 어려움이 심각한 우리나라 양축현장에서도 노동력 절감 차원에서 보급이 확대되고 있다.

⑵ 그러나 대외 의존성이 높은 우리나라 사료시장에서의 TMR 사양체계는 부산물이든 단미사료이든지 원료수급의 어려움이 크고 가격이 불안정하며, TMR 사료의 산업화 및 시장화가 미진하여 결국 양축가 개개인의 노력에 달려 있게 방치된 실정으로 양축가들은 각자 별도의 사료 혼합기 구입에서 원료수급 및 배합공정과 기술개발의 책무까지 떠맡고 있어 이러한 TMR 사양체계의 활성화는 배합사료 위주 사료업계에서 혼합사료라는 새로운 사료시장의 수용이 없이는 거의 불가능한 것일지도 모른다.

3) 낙농용 TMF 사료와 전용 보강사료에 의한 완전 개체별 유도사양 체계의 개발과 보급

⑴ 축우중에서도 생산성이 높고 생산이 년중 매일 계속되는 젖소는 개체가 갖는 유전적 능력의 편차도 심할 뿐더러 생리적 상태의 변화와 생산 요구량의 변화로 군별사양체계는 생산성이 높은 젖소의 능력을 하향조정할 위험과 저 생산성의 젖소에게는 사료비의 낭비라는 위험의 폭이 매우 크다.

⑵ 이는 아직까지 국내 보유 젖소의 생산능력이 선진 낙농국의 수준에 크게 못 미치는 우리나라 실정에서 산유능력 향상을 꾸준히 추진해 나가야 하는 방향과는 배치되는 것임으로 젖소용 TMF 사료를 개발하여 그 일정량을 완전기초사료로써 급여하고 고 생산기의 젖소에게는 부족한 영양소가 고루 갖춰진 TMF 전용 보강배합사료를 개발하여 젖소 개개의 유전능력 최대 발휘를 목적으로 완전개체 사양이 이루어져야 할 것이다.

⑶ 그리고 이러한 사양체계는 사료의 선정과 젖소의 생리적 단계별 영양소 요구량의 계산, 급여량의 개체별 결정등 전문적인 지식이 없이는 시행이 불가능한 것이므로 이러한 사양체계는 반드시 지속적인 서비스체계화 하여 운용함으로써 양축가의 기술적 부담을 덜어 주어야 한다.

나. 경제적 측면

⑴ 우리나라에서 사용하고 있는 농후사료는 1993년 년간 1,400여만톤에 이르는데, 이중 76.5%인 1,100여만톤이 외국으로 부터 수입하여 사용하고 있으며, 금년에도 그 이상의 물량이 도입될 것으로 전망하고 있어 해마다 사료의 수입 의존도는 심화되고 있는 실정이다.

⑵ 배합사료용 원료사료만을 수입하였던 우리나라도 세계적인 무역자유화의 기류에 따라 조사료까지 1980년대 중반부터 수입되기 시작하였다. 수입 자유화 품목중 가장 대표적인 것은 알팔파 인데, 이는 주로 미국과 캐나다로 부터 수입되고 있다. 1991년도 알팔파의 총 수입량과 금액은 6만 8천톤에 약 900만 $에 이른다고 하였으며(농림수산통계연보. 1987 1991), 이러한 추세는 국내 양축업의 전업화와 같이 증가 할 것으로 전망하고 있다.

⑶ 이러한 수입 의존성이 높은 양축용 사료자원에 대한 국내에서의 이용효율의 극대화와 국내 부존자원의 이용증진을 위한 노력은 가축의 생산성 증진 노력의 결과에 못지 않게 생산비의 절감을 통한 국제경쟁력 제고에 크게 작용할 것으로 사료된다.

⑷ 또한 농산 부산물의 사료로의 전환은 수입 사료물량의 획기적인 감소와 조사료 공급량 증대에 의한 축우에 대한 사양적 안정성을 크게 해 주어 축우의 경제 년한을 연장시켜 결국 생산성 향상을 제공 해줄 과제의 개발이 절실하다.

다. 사회적 측면

⑴ 농산 부산물 또는 농산 가공부산물의 수집과 처리의 어려움이나 현재의 경제적 이유로 미쳐 이용되지 못하는 물량은 폐기물이 되어 환경오염의 공급원으로서 남게되는데, 이러한 사료자원의 잉여 부분에 대한 TMF 사료화는 폐기물로서의 막대한 처리비용의 걱정과 환경오염의 우려를 한꺼번에 해소해 주게 될 과제로서 그 효율적인 공정개발과 이용성 증진 방안에 대한 연구가 절실하다.

⑵ 이러한 TMF 사료의 산업화 및 시장화는 우리나라 사료시장 또는 사료산업에 구조적 기능적 측면에서의 획기적인 변화와 가능성을 가져다 줄 것으로 전망된다.

3. 국내외 기술현황

가. 국내 기술현황

1) 볏짚에 대한 소화율 및 이용성 증진을 위한 연구

⑴ 볏짚의 물리적 처리와 이용성 증진

- 볏짚의 길이가 면양의 소화관내 통과 속도 및 소화에 미치는 영향 (장종수 등, 1989. 한영사보: 13(1) 19 24): 0.5cm와 2.6cm로 절단한 볏짚과 농후사료를 4:1 비율로 면양에게 급여 했을때 볏짚의 길이가 증가함에 따라 건물, 단백질 및 조섬유 소화율, 그리고 소화관내 통과시간 모두 증가되었다고 보고 함.

- 볏짚의 펠렛화 및 화학적 처리가 in sacco 분해율 및 반추위 성상에 미치는 영향(고종열 등, 1989. 한영사보: 13(3) 150 155): 볏짚 펠렛, 가성소다 처리 볏짚, 암모니아 처리 볏짚 및 오차드 그라스의 in vitro 건물 소실율은 화학적 처리시 25% 정도 증가한 것으로 나타내었고, in sacco 건물 소실율은 무처리에 비해 암모니아 처리 볏짚은 5.4%, 가성소다 처리 볏짚은 15.5%가 증가하였으며, 면양의 1위내 VFA 농도에 있어서는 유

의한 차이는 없는 것으로 보고 하였다.

⑵ 볏짚의 화학적 처리방안과 이용성 증진

- 볏짚에 대한 가성소다, 암모니아 및 과산화수소의 처리는 1 4% 수준에서 침지시간에 따라 다소 차이가 있지만 축우의 건물소화율 증진에 효과적이었고, 과산화수소처리 볏짚에서 보다 가성소다, 암모니아 처리볏짚 순으로 영양소 소화율이 높은 것으로 나타 났으며, 단백질 소화율과 질소 축적율에 있어서는 암모니아 처리 볏짚에서 가장 높게 나타났다고 함. [볏짚의 화학적 처리가 볏짚의 표면구조의 변화, 반추위 미생물 부착 및 소화특성에 미치는 영향(문태현, 1994. 서울대학교 박사학위 논문), 가성소다 처리가 볏짚의 나이론 주머니 소화율에 미치는 영향(신형태 등, 1980. 성균관대논문집 제28집. 169 187), 화학적 처리에 의한 볏짚의 사료가치 증진에 관한 연구I IV(하종규 등, 1993. 한영사지: 17(4)224 231, 17(5)263 269, 17(5)270 277, 17(5)278 284), 볏짚의 사료가치 증진을 위한 적정 알카린 H2O2 처리 수준에 관한 연구(문양수 등,1990.한축지: 32(10) 603 608), 볏짚의 사료가치 개선에 관한 연구 I III (문양수, 1990. 한영사보 : 14(3)84 89, 1991. 한영사지: 15(4)182 185, 186 189), 암모니아 및 가성소다 처리 볏짚 급여가 젖소의 산유능력에 미치는 영향(김준식 등, 1989.한국낙농학회지: 11(2)65 73)]

⑶ 볏짚의 Silage화와 이용성 증진

- 화학적(가성소다)처리한 볏짚의 사일리지화, 생볏짚과 옥수수의 사일리지화, 볏짚과 청예호맥의 사일리지화, 볏짚과 서류 및 채소류의 사일리지화, 볏짚과 당밀 또는 유산균첨가 사일리지화 등의 볏짚의 Silage화와 이용성 증진 연구들이 수행되었는데, 가성소다의 처리수준은 4% 수준을 공통으로 제시하고 있으며, 사일리지에 첨가되는 물질의 성상이나 함량에 사일리지의 질적 수준이나 가축의 기호성 및 생산성에 영향이 좌우 되며, 대체적으로 사일리지화 함으로써 건물이나 유기영양소의 소화율이 20 30% 정도 증진된다고 한다. [한우에 대한 전분박강 silage 급여시험(고영두와 송도준. 1977. 한축지: 19(5)370 374), 농가부산물(채소잎) Silage 조제시험(이상범 등, 1983. 한축지: 4(1)23 27), 볏짚 사일리지 제조시험 I II (강태홍 등, 1980. 한축지: 22(6)439 446, 1981.한축지: 23(2)97 102), 볏짚의 사료가치 증진에 관한 연구(이남형 등, 1977. 한축지: 19(5)363 366), 가성소다 처리에 의한 볏짚 Silage의 사료가치 증진 연구(신형태 등, 1981.성균관대 논문집 제30집)]

⑷ 그외 볏짚과 기타 사료자원과의 혼합 급여를 통한 이용성 증진시험등 수많은 연구들이 수행되었지만 급여할 조사료량의 일부 대체와 그 이용성 증진에 목적을 두고 수행된 바 조사료와 농후사료의 완전대체하는 완전사료로써의 필요성을 충족시켜주지 못하고 있고 그 기술과 공정이 양축가 개개인에게 실제적으로 운용하는데 따른 제반 문제점

들을 해소시켜 주지 못함으로써 그 기술 보급이 지난한 실정이다.

⑸ 우리나라에서의 TMR 사료 생산도 생산체계와 배합기술 및 급여체계의 어려움으로 일부 선진 양축가 수준에서 실제적인 운용이 이루어 지고는 있으나 그 효율적 운용과 가축의 최대 생산성을 위한 사양의 적합성 여부는 재고할 필요가 있으며, 이들 양축가에 대한 사양 및 경영진단 수단도 거의 없이 방치되고 있는 실정이다.

나. 국외 기술현황

All in Silage 또는 TMR Silage : 양질의 조사료원이 풍부한 미국에서도 1960년대에 McCullough에 의해 자유채식 조건에서의 단일 사료원으로서 사이리지를 이용하는 최적 사일리지 사료 프로그램이 개발되어졌다. 수많은 완전 사일리지(All in Silage 또는 TMR Silage)에 관한 연구들이 수행되어 완전 배합 사일리지 사양이 젖소의 산유량이나 증체 같은 생산능력이나 섭취량에 유리한 결과를 나타 내었다고 한다.
젖소의 최적 사료 섭취량을 위해서는 과도한 농후사료 또는 조사료의 배합을 피하고 조사료와 농후사료의 균형배합이 완전 배합 사일리지의 가장 중요한 조건이라고 하며, 대부분의 연구자들이 농후사료 비율은 35 55%가 가장 적당하다고 하였다.
1960년대 후반 이래로 미국내 많은 주에서 젖소의 완전 배합 사일리지 생산원리에 대한 연구들이 수행되었는데, 배합 경비의 최소화를 위해 computer를 이용 linear programming에 의해 배합 되어졌고 대중화 되었다.
거의 대부분의 사일리지가 가축에게 급여하기 직전에 농후사료와 혼합되어 급여되는 TMR 사양이었으나 완전배합 사료의 silo내 충진을 통한 발효 완전 사료의 가능성이 대두되고 연구되어졌다.
이는 년중 계속적인 농후사료 구입 노력을 절감할 수 있을것이며, 년간 노동력의 절감, 및 보다 경제적인 사양 프로그램이 될 가능성이 높을 것이다. 이의 주요 단점은 농후사료의 일시 구입에 따른 비용부담이 된다.
그리고 연구자들은 젖소의 환경에 적합한 완전 배합 사일리지 사료와 program의 개발과 이에 대한 더 많은 연구가 이루어져야 한다고 한다.

4. 현 기술상태의 취약성

1) 볏짚 가격과 수급의 불안정 : 년도별 계절별 볏짚의 수급이 불안하며, 가격이 배합사료비에 맞 먹을 정도로(100 200원/Kg) 비싸고 변동폭이 크다.

2) TMF 사료 제조의 주된 원료인 청예 사료작물의 공급체계가 없어 현재로서는 자가 사료작물포 또는 초지가 확보된 일부 양축가를 대상으로한 극히 제한된 수혜처를 대상

으로한 연구가 됨. 조사료 생산 단지화 사업의 확대와 유휴농지에 대한 위탁 사료작물 생산체계의 도입등 조사료 생산기반의 확충사업이 성공적으로 수행될 때 사료작물 원료 TMF 사료의 산업화, 시장화가 가능해질 것으로 사료됨.

3) 또 다른 TMF 사료제조원으로서 고수분인 농산 가공부산물의 지역적 제한이 있어 폭넓은 수요 및 생산체를 구축하기 위해서는 제조공정과 수송편이 수단 및 보관성 증진 대책이 필요함.

4) TMF 사료 제조시 혼합되는 곡류와 볏짚 및 청예 사료작물의 첨가 수준에 따라 비용의 폭이 크며 이때 상대적으로 고가인 TMF 사료가 제조중 이상발효 또는 품질저하의 위험이 있어 이러한 위험성을 피할 수 있는 최적 배합비율에 대한 연구와 제조 공정의 안정성 확립에 관한 조사 연구가 수행되어 져야함.

5) TMF 사료 개발에 대한 기초적 연구가 미비하여 전용보강사료의 개발과 이들 2가지 사료의 합리적인 이용체계인 사양체계의 확립과 보급 과제의 성공적 수행 여부는 미지수 이다.

제 2 장　　낙농용 TMF사료 분야

제 1 절　서 설

젖소용 완전기초사료로서의 완전 배합발효사료를 개발하여 1) TMF사료의 안정적 배합비율과 그 제조공정을 확립하고 2) 영양적 가치를 비교 평가하고 3) 면양 반추위내 발효성상과 사료의 품질에 미치는 곡류가공정도의 효과를 조사하고 4) 수확시기와 제조 후 경과일자별 TMF사료의 조사함으로서 TMR사료의 단점을 보완한 젖소용 완전사료의 개발과 급여체계를 수립하는데 있다.

본연구에서는 국내에서 생산되는 green forage중에서 단위생산성과 축우에 대한 사료적 가치가 우수하다고 알려진 옥수수, 호맥, 유채, 혼합목초, 알팔파 및 연맥을 고수분 조사료로서 TMF사료제조의 기본으로 정하고 저수분 고간류를 대표할 만한 볏짚을 혼합하는 재배 사료작물과 볏짚을 이용하여 완전배합발효 원리에 의한 젖소용 기초사료로서 TMF사료를 개발하는 체계를 운용 할 것이다.

우선, 선정된 기초사료 원료조사료에 대한 가축의 조사료원으로서의 영양적 가치와 특성을 조사하고, 그 조사료원료별 balanced concentration를 배합하고, 배합발효함으로써 보관성이 높은 Total Mixed Fermentation (TMF)사일리지를 제조한다. 그리고 제조된 TMF사일리지에 대한 사료적 가치와 보존성 및 경제성을 조사하여 우수한 TMF사료 생산 체계를 확립하고자 한다

이와같은 일련의 연구목적을 달성하기 위하여 여러 가지 형태로 개발제조한 TMF사료에 대하여 사료가치 평가를 위한 제반시험 및 분석과 면양소화시험, in vitro 소화율 시험 및 젖소와 한우에 대한 급여실증시험을 수행한다.

제 2 절　볏짚과 곡류의 가공수준이 완전배합발효사료의 영양적 가치와 면양반추위내 성상에 미치는 효과 연구

젖소에게 급여되는 사료는 일반적으로 조사료와 농후사료. 고수분사료와 저수분사료, 절단사료와 분말사료 등으로 사료의 형태와 성상에 따라 서로 상대적인 이름으로 불려지며 각자 나름대로의 특성으로서 젖소에 있어서 영양적, 사료적 가치에 의해 중요시되고 있다. 이러한 각종 사료는 주로 분리급여 형태로서 공급되여져왔는데, 최근의 노동력

부족현상이 심각한 낙농산업의 구조적 요청에 의해 혼합사료 급여체계가 도입되기 시작했다. 혼합사료는 푸른 청초(green forage) 사료형태와 배합사료, 건초 및 사일리지 같은 가공된 형태로 급여돼는 데, 이들 각 사료의 영양적,물리적 특성으로 인해 사양관리는 개별생산과 개별급여의 전통적 형태로 이루어짐으로서 노동력의 비효율적 운용과 사료의 질적, 양적 수급의 불안정 등 여러 가지 문제점을 안고 있다.
최근 이러한 제문제의 극복을 위해 젖소사료의 완전사료(Complete Retion)화에 의한 일괄급여체계가 연구 보고되어 있는데, 이것은 주로 농후사료, 사일리지 및 건초 등의 모든 급여사료와 단순 혼합에 의한 Total Mixed Ration(TMR)에 관한 것으로서 사료의 동시 급여로 급여체계의 간편화와 균일한 사료급여가 가능해 졌지만 원료사료의 개별생산이라는 문제가 여전히 남을 뿐만 아니라 이질적인 각 사료간의 혼합으로 보관성이 낮아진다는 치명적인 결점을 안고 있으며, 또한, 생산기간이 긴 젖소에 있어서 생리적 영양소 요구량의 변이가 크고, 특히 개체의 산유량에 따른 영양소 요구량의 변이가 크다는 사실은 TMR의 집단사양 체계의 결함적 결과의 요인이 됨으로서 생리적, 환경적 변이를 감안한 다양한 종류의 TMR 제조와 현장에서 생산돼는 조사료에 대한 정확한 사료가치 평가 같은 복잡성과 고도의 과학성을 수반하는 제조와 급여과정을 요구하게 되었다.
이런 문제점에서 착안하여 원료사료의 물리화학적 특성을 감안하여 원료사료를 혼합하여 ensiled함으로서 완전배합발효사일리지(Total Mixed Fermentation Silage,TMFS) 또는 완전배합사료(Total Mixed Fermentation ,TMF)사료를 제조하여 TMR사료를 보완대체하는 완전사료의 개발이 필요하게 되었다.
그리하여 본 연구는 원료사료중 곡류에 대한 가공정도를 달리하여 silage화 한 뒤, 그 품질과 사료적 가치를 평가함으로서 곡류에 대한 가공의 필요성을 규명하고 면양에게 급여하여 기호성과 반추위내 발효성상 등을 조사함으로써 TMF사료간의 사료적 가치를 비교평가하고자 실시하였다.

Ⅰ. 재료 및 방법

1. 시험기간 및 장소

축산기술연구소 종축개량부(구 국립종축원)대가축과에서 1년차 1994년 4월부터 10월까지 제조가 완료한 TMF사료에 대하여 분석 및 면양에 대한 사양시험을 수행하였고, 2년차에는 1995년 5월중에 제조가 완료된 각각의 TMF사료의 영양성분분석과 면양에 대한 사양시험을실시하였다.

2.시험동물

반추위내 Fistula가 장착된 Corriedale 면양 12두(체중- 42- 52kg)를 대사케이지에 개별 수용한 후 공시축으로 사용하였다.

3. 시험설계

1) 사료의 종류 및 처리

(배합) 시험설계는 표 1에서와 같이 각각 재배 수확한 silage초종을 주구로 옥수수, 목초, 호밀, 유채, 연맥 및 알팔파의 6처리구를 두었고, 처리당 곡류가공수준을 세구(무처리, 세질, 분쇄)로 하는 4반복 분활구배치법으로 하였다. 그리고 볏짚은 3- 5cm로 세절하고 이물제거와 배합촉진을 위하여 5- 10분간 물로 씻어 배합에 사용하였다.

표 1. 원료 재배사료작물TMF 청초의 재배 및 수확

초종별	파종일	품종	파종량	수확일	비 고
호맥	'93. 10.27	Kodiak	20Kg/ha	'94. 4.23	기비,추비 각1회
혼합목초	'93. 8. 27	Orchard 66.7% Fescue 20.8% Alfalfa 8.3% White clove 4.2%	20Kg/ha	'94. 5. 29	2년생, 추비 2회
옥수수	'94. 4.13	3144 W	20Kg/ha	'94. 9. 14	기비,추비 각1회
유채	'94. 8. 10	Banapoli	20Kg/ha	'94. 10. 26	기비,추비 각 1회
연맥	'94.. 9. 4	Swan	20Kg/ha	'95. 5. 14	기비,추비 각1회
알팔파	'94. 9. 10	Vernal	20Kg/ha	'95. 5. 21	기비,추비 각 1회

(제조·진압 및 보관) 본시험용 사료는 TMF 사료의 기초 예비적 성격의 시험으로서 제조된 TMF사료를 면양에 급여하여 그 기호성 및 제조성상, 반추위내 발효성상등을 조사를 목적으로 또한 각각의 원료에 대한 전처리수단의 효용성을 알기위한 목적으로 수행하였다. 총 6종의 사료작물들을 수확하여 120L 들이 PVC에 다음과 같은 원료배합비율로 각각 배합하고 인력에 의해 충분히 진압하여 최대한량을 용기에 충진하였다. 그후 비닐을 이중으로 덮고 상층부에 석분 15Kg씩을 올려 진압 효과 증진 조치를 하고 그늘진곳에서 보관하였다.

(전처리) 또한, 수집된 볏짚의 상태가 지나치게 불결할 뿐만 아니라 제조후 청초의 침출수가 생성되기전 건조한 볏짚의 친화성 및 사일로내 균질화를 위해 세척과 가수처리의 필요성이 증대되어 이를 위한 볏짚 수침시간별 함수율조사 시험을 먼저 수행한 결과 약 15분간의 수침 및 세척처리로서 380%의 중량이 증가함을 기준으로하여 볏짚에 대하여 볏짚카타기(경운기용)로 3 5Cm단위로 절단하고 15분간 세척후 배합하였으며, 원료 곡류인 대두(콩)와 옥수수는 가공처리수준을 무가공, 파쇄(5mm mesh이상) 및 분쇄(2mm mesh이하)로 달리하여 배합에 사용하였다.

2) 시험사료의 배합비

본 시험사료의 배합비는 Table 2 에서와 같이 배합하여 Silage를 제조하였다.

표 2. 시험사료 배합비 및 곡류처리수준

원료사료(원물기준 %) / TMF종류별 처리수준		*대두	*옥수수	밀기울	수침 볏짚	청초	합계
호맥(Rye) - TMF	대조구(무처리)	1.67	4.17	3.33	45.83	45.0	100
	파쇄(5mm mesh)						
	분쇄(2mm mesh)						
알팔파(Alfalfa) - TMF	대조구(무처리)	0.21	9.23	0.22	27.85	62.49	100
	파쇄(5mm mesh)						
	분쇄(2mm mesh)						
목초(Grass) - TMF	대조구(무처리)	2.0	5.0	8.31	23.31	61.38	100
	파쇄(5mm mesh)						
	분쇄(2mm mesh)						
호맥(Rye) - TMF	대조구(무처리)	2.5	5.2	4.8	39.0	48.5	100
	파쇄(5mm mesh)						
	분쇄(2mm mesh)						
알팔파(Alfalfa) - TMF	대조구(무처리)	0.21	9.23	0.22	27.85	62.49	100
	파쇄(5mm mesh)						
	분쇄(2mm mesh)						
목초(Grass) - TMF	대조구(무처리)	2.0	5.0	8.31	23.31	61.38	100
	파쇄(5mm mesh)						
	분쇄(2mm mesh)						

※ *대두와 *옥수수 : 알곡상태를 사용하여 무가공처리, 파쇄 및 분쇄의 가공정도를 달리함.

3) 면양급여효과 시험

공시축은 12개의 케이지(4m x 4m/케이지)에 1두식의 면양을 수용하여 처리별로 TMF를 1일 2회(9:30, 18:00) 급여하였고, 물은 항시 자유롭게 마실 수 있도록 하였다. 오전 사료 급여전에 TMF사료의 잔량은 매일 9시에 각각 측정하여 사료 섭취량을 조사하였다.

4. 조사항목 및 조사방법

1) 사료성분함량 분석 및 품질 평가

(1) 일반성분의 분석
사료의 일반성분분석의 AOAC법(1990)에 의하여 분석하였다.

(2) REV(Relative Feed Value)
REV는 ADF·NDF가 건물소화율과 섭취량과의 높은 상관관계를 가진 사실을 근거로 추정한 계산공식에 의하여 분석된 ADF 및 NDF치로부터 계산하였다(Hooland 등.1990)

2) 면양급여 시험

(1) 제1위액의 채취
제1위액의 채취는 오전 사료 급여후 0, 3, 6, 9, 12시간 후에 rumen fistula를 통하여 스푼을 이용하여 채취하였다.

(2) 반추위내 pH 및 VFA의 측정
위액은 채취 후 4겹의 cheese cloth를 이용하여 여과후 즉시 digital pH meter (HANNA,USA)로 pH를 측정하였고, 초산, 프로피온산, 뷰틸산 등의 휘발성 지방산의 분석은 Erwin 등(1961)의 방법에 의하여 위액 5ml에 HgCl2 1ml와 25% metaphospotate 0.25ml를 첨가한 후 3,500rpm에서 20분간 원심분리하여 -20℃에 보관하였다가 Gas Chromatography (Varien 6000 Vista,USA)로 농도를 측정하였다.

(3) 반추위내 총 미생물수 측정
광학현미경을 이용한 총미생물수의 측정은 Holdman 등(1977)의 방법에 따라 cell counter deskglass를 이용하여 측정하였다.

Ⅱ. 결과 및 고찰

1. TMF 사료의 영양성분함량

TMF 사료의 일반조성분을 살펴보면 Table 3 에서 보는 바와 같이 같으며, TMF사료종류별 CP, ADF, NDF 그리고 TDN, P, Ca 함량은 차이가 없으나 RFV에서는 유채 TMF사료에서 151.1로 가장 높았으며 옥수수 TMF사료에서 105.6로 가장 낮았다.

그리고 곡류가공수준에 따른 TMF사료의 영양성분함량차이는 나타나지 않았다.

표 3. TMF 사료의 영양성분함량(건물 %)

Items	Treatment	CP	ADF	NDF	TDN	P	Ca	RFV
Corn	Control	17.2	39.3	53.1	58.5	0.27	0.65	102.1
	H-milling	17.6	39.8	50.6	58.0	0.26	0.69	106.4
	Milling	17.3	39.2	50.2	58.7	0.25	0.70	108.2
	Mean	17.4	39.4	51.3	58.4	0.26	0.68	105.6
Grass	Control	18.4	39.0	53.4	58.9	0.31	0.78	101.9
	H-Milling	19.4	37.6	47.6	60.5	0.31	0.89	116.6
	Milling	20.2	37.8	46.7	61.3	0.32	0.95	118.3
	Mean	19.3	38.1	49.2	60.2	0.31	0.87	112.3
Rye	Control	17.8	38.1	50.0	59.9	0.32	0.74	110.2
	H-Milling	17.7	40.0	53.1	57.8	0.28	0.75	101.2
	Milling	17.4	40.6	53.5	57.1	0.29	0.73	107.4
	Mean	17.6	39.6	52.2	58.3	0.30	0.74	106.3
Rape	Control	20.3	32.6	38.8	66.0	0.39	0.99	152.1
	H-Milling	19.1	34.1	41.4	64.3	0.30	0.91	146.2
	Milling	21.1	32.0	37.2	66.7	0.32	1.00	155.0
	Mean	20.2	33.2	39.1	65.0	0.34	0.96	151.1
Alfalfa	Control	21.5	39.8	48.4	68.2	0.34	1.45	130.1
	H-Milling	21.9	40.6	48.6	63.5	0.50	1.32	126.6
	Milling	20.2	38.8	47.6	63.6	0.41	1.09	138.3
	Mean	21.2	39.7	48.2	65.1	0.42	1.29	131.7
Oat	Control	16.8	38.1	51.0	60.4	0.33	0.84	116.2
	H-Milling	17.5	37.0	51.7	57.9	0.38	0.85	109.2
	Milling	17.4	40.2	53.2	59.6	0.29	0.83	121.4
	Mean	17.2	38.4	52.0	59.3	0.33	0.84	115.6

각종 TMF사료의 일반성분함량은 곡류의 가공수준에 따라서는 별 차이를 보이지 않았으며, 영양성분함량에 있어서 단백질함량은 TMF초종별로 알팔파, 유채, 목초, 옥수수, 호맥 및 연맥의 순으로 높은 것으로 나타내었다. 그리고 초종간 상대적 사료가치(RFV)는 유채, 알팔파, 연맥, 목초, 호맥 및 옥수수TMF 순서로 높은 것으로 나타났다.

2. TMF사료의 pH, 건물률 및 손실률,일일 섭취량

원료사료 혼합종류가 TMF사료의 pH, 건물률 및 건물손실률, 일일 섭취량에 미치는 영향을 비교한 결과는 Table 4 에서 보는 바와 같다.

TMF사료별 제조성상을 보면, 산도는 3.82 4.95의 범위로 옥수수, 목초, 알팔파, 연맥, 유채, 호맥의 순서로 낮은 것으로 나타났으며, 건물함량은 호맥이 21.76%로 가장 낮으며 유채 26.64%, 연맥 27.08%, 옥수수 27.42%, 알팔파 28.77%로 나타나 호맥의 수분조절이 가장 잘 이루어지지 않은 것으로 나타났다.

표 4. TMF사료의 pH, 건물률 및 손실률, 일일섭취량

Items	Treatment	pH	DM(%)	DM loss(%)	Intake(kg) /day	DM Intake /weight(%)
Corn	Control	3.88	27.02	11.3	3.64	2.56
	H-milling	3.75	28.09	9.5	3.54	2.46
	Milling	3.82	27.15	11.8	3.66	2.45
	Mean	3.82	27.42	10.9	3.61	2.49
Grass	Control	4.34	29.00	25.9	3.37	2.32
	H-milling	4.05	29.27	25.3	3.33	2.33
	Milling	4.58	30.07	24.8	3.38	2.38
	Mean	4.32	29.45	25.3	3.36	2.34
Rye	Control	4.92	21.21	29.5	3.27	1.69
	H-milling	4.85	21.74	28.8	3.29	1.75
	Milling	5.08	22.34	26.4	3.45	1.92
	Mean	4.95	21.76	28.2	3.34	1.79
Rape	Control	4.41	26.84	12.6	4.37	2.86
	H-milling	4.64	27.38	12.8	4.46	2.98
	Milling	4.55	25.70	13.5	4.27	2.78
	Mean	4.53	26.64	13.0	3.74	2.87
Alfalfa	Control	4.04	28.13	14.88	4.19	2.81
	H-milling	4.91	29.98	11.14	4.10	2.93
	Milling	4.02	28.21	14.30	4.26	2.86
	Mean	4.32	28.77	13.44	4.18	2.87
Oat	Control	4.44	27.07	17.67	3.61	2.32
	H-milling	4.28	27.09	17.17	3.59	2.32
	Milling	4.54	27.08	18.11	3.73	2.40
	Mean	4.42	27.08	17.65	3.64	2.35

그리고 제조시 총 중량에서 부패량을 제거한량으로서 나타낸 제조중 건물손실율은 옥수수 10.9% 유채 13.0%, 알팔파 13.44%, 연맥 17.65%, 목초 25.3%, 호맥 28.2%인 것으로 나타나 호맥TMF 의 건물손실이 가장 많은 것으로 나타났다. 그리고 전체적으로 건물손실량이 많게 나타났는데 원인은 진압의 불충분과 침출수의 배출구멍이 없었기 때문으로 사료된다. 주로 용기하부에 수분이 많이 고인 것이 발견된 TMF에서 건물손실량이 많았기 때문이다. 면양의 TMF사료별 섭취량은 위 표에서 보는바와 같이 호맥TMF는 면양 체중의 1.79%로 가장 낮은 섭취량을 보였으며, 목초 2.34%, 연맥 2.35%, 옥수수 2.49% , 알팔파 2.87% 목초 2.87%의 순으로 기호성이 좋아지는 것으로 나타내었다.

전 처리구를 통하여 사일리지의 pH는 옥수수 TMF사료에서 3.82로 가장 낮았고 호맥 TMF사료에서 4.95로 가장 높았으나 본 시험에서 보인 pH의 범위는 그리 염려할 정도가 아니라고 생각된다. McDonald(1981)는 수분함량이 높을때에는 pH가 4.0이하가 되어야 우수한 사일리지로 평가 받을 수 있지만 건물 함량이 높을때에는 pH가 다소 높아도(건물함량이 40%일 때 pH4.7까지) 우수한 사일리지로 평가할 수 있다고 하였으며, 사

일리지의 품질은 건물함량과 pH간에 밀접한 상관이 있다고 하여 pH가 낮다고 반드시 발효가 잘된 우수한 사일리지라고는 말할 수 없다고 보고 하였다. 또한, 모든 TMF사료에서 곡류가공수준에 따른 품질의 차이를 찾아 볼 수 없었다.

그리고 건물율은 목초 29.45, 알팔파 28.77, 옥수수 27.42, 연맥 27.08, 유채 26.64 및 호맥 21.76%의 순으로 높은것으로 나타내었다. 이는 사일리지의 건물함량이 낮으면 불량발효의 가능성이 높고(Gibson 및 stirling,1959), 또한 삼출액에 의한 건물손실율 증가(Bastiman,1976) 및 가축의 섭취량 감소(Jones등,1986)등 제반 문제를 야기시킬수 있는 원인이 된다. 이러한 관점에서 원료사료의 종류 및 건물률에 많은 주의가 필요하다고 생각된다.

(3) 반추위내 pH 변화

표 5 에서 보는 바와 같이 사료급여 후 0, 3, 6, 9, 12시간 간격으로 위액을 채취하여 pH를 측정한 결과, TMF 사료급여후 면양 반추위내 시간발효성상조사에서 옥수수, 알팔파 및 목초TMF의 낙산함량이 평균 12.21%, 10.34%, 9.13%로 각각 높은 것으로 나타났으며, 다른 TMF사료의 낙산함량은 5 6%내외로 비교적 낮게 나타났다.

그리고 시간별 면양 반추위내 휘발성조성의 변화에 있어서 초종간 어떠한 차이나 경향을 찾아볼 수 없었다. pH는 호맥 TMF사료에서 7.15로 가장 높았고 옥수수 TMF사료에서 6.79로 낮게 나타났다. 또한 시간별로는 사료급여 후 3시간대에서 가장 낮았다. 또한, 분쇄정도에 관계 없이 사료 급여 후 3 6시간에 조금 낮아졌다가 그 후 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 和泉史(1979)가 조사료의 비율이 증가할수록 pH가 낮아진다고 하였고, 시간별로는 조 : 농 비율에 관계없이 사료급여 후 0시간 시기에서 가장 높게 나타났고 사료급여후 3시간 시기에는 평균 6.84로 가장 낮은 경향을 보였다가 이후 점차 높아지는 경향이라고 하였다.

표 5. TMF사료의 급여가 면양 반추위내 pH 변화에 미치는 영향

Treatments \ Hours		0	3	6	9	12	Mean
Acetate (mmol%)	Corn	62.45	65.38	62.23	61.18	59.56	62.16
	Grass	63.90	62.17	62.93	62.75	60.66	62.48
	Rye	50.84	54.22	51.96	53.76	51.46	52.45
	Rape	62.72	61.87	64.31	64.78	65.96	63.93
	Alfalfa	64.83	62.11	62.01	61.18	60.46	62.12
	Oat	58.84	61.33	60.13	59.77	61.56	60.33
Propionate (mmol%)	Corn	15.17	15.72	14.49	16.27	17.54	15.84
	Grass	18.99	16.46	15.15	14.73	15.10	16.09
	Rye	14.81	13.63	13.37	12.02	11.16	13.00
	Rape	14.16	14.45	15.77	17.85	17.39	15.93
	Alfalfa	17.89	16.46	15.85	14.99	15.21	16.08
	Oat	14.23	14.54	15.27	13.66	16.56	14.85
Butyrate (mmol%)	Corn	13.48	13.46	11.73	10.61	11.78	12.21
	Grass	9.27	9.40	8.96	8.01	10.03	9.13
	Rye	5.04	6.41	5.89	5.99	6.15	5.90
	Rape	5.77	6.29	6.56	6.94	6.13	6.34
	Alfalfa	10.21	11.36	9.66	10.28	10.21	10.34
	Oat	5.13	8.44	7.43	6.99	6.23	6.84
A/P rate (mmol%)	Corn	4.20	4.31	4.80	3.80	3.43	4.11
	Grass	3.39	3.85	4.23	4.35	4.09	3.98
	Rye	3.45	4.05	3.99	4.67	4.84	4.20
	Rape	4.60	4.55	4.23	3.81	3.95	4.23
	Alfalfa	6.35	3.77	3.91	4.08	3.98	4.42
	Oat	4.13	4.22	3.94	4.38	3.72	4.08
Total VFA (mmol%)	Corn	91.07	96.56	88.45	88.02	88.88	90.19
	Grass	92.16	88.02	87.24	85.50	85.63	87.67
	Rye	70.69	74.26	71.22	71.77	68.76	71.34
	Rape	82.55	82.61	86.64	89.58	89.82	86.24
	Alfalfa	92.93	89.93	87.52	86.45	85.88	88.54
	Oat	78.20	84.31	82.83	80.42	84.35	82.02

본 시험의 결과는 Lampila(1955)와 Smith(1941)가 젖소에서 timothy와 alfalfa 건초를 급여하였을 때 사료 급여 후 3시간과 5 6시간에서 pH가 가장 낮게 나타났다는 보고와 같은 경향을 보였다. 또한 면양에 있어서 사료 급여 후 2 6시간에 가장 낮았다는 보고(Briggs 등, 1957)와 젖소에 있어 사료 급여 후 3 5시간에서 가장 낮았다는 보고(Smith 및 Baldwin, 1974)와 같은 경향을 보였다. 그리고 본 시험에서 곡류 가공 수준간의 반추위내 pH변화는 어떤 차이를 찾아볼 수 없었는데, 이는 사료의 길이에 따라 반추위액의 pH변화는 크게 영향을 받지 않는다는 보고(Thomson 과 Lamming, 1972)와 분쇄에 의한 입자의 크기가 달라지더라도 제 1위내의 pH 변화는 아무런 변화가 없었다는 보고(Woodford 와 Murphy, 1988) 등의 여러 결과와 일치하는 것이었다.

또한 Hobson(1972)에 의하면 정상적인 반추위내 발효를 위해서는 반추위내 pH가 최소한 6.0은 유지하여야 하고, 반추위내 서식하는 박테리아 중 pH에 매우 민감한 cellulolytic bacteria는 pH 6.2 이하일 때 성장이 억제되고 주요 기질로 사용되는 섬유소의 소화는 pH 6.8에서 적당하다고 하며(McCullough, 1986), amylolytic bacteria의 성장 또한 pH가 5.6 7.0에서 적당하다고 보고하였다 (Rskov, 1978). 맹(1985)은 미생물의 성장과 glucose 및 cellobiose의 소화율의 최적 pH는 6.4 6.6범위라고 보고하였다는 본 시험의 결과로는 대체로 6.7 7.2범위로서 다른 연구자의 결과보다 높은 수치를 나타내었다.

(5) 반추위내의 총 박테리아 변화

표 6. TMF사료의 급여가 면양 반추위내의 총 박테리아 변화에 미치는 영향

TMFs	Treatment	0	3	6	9	12	평 균
옥수수	Control	1.6×1010	3.3×1010	1.1×1011	2.5×1010	3.3×1010	4.7×1010
	H-milling	4.1×1010	5.0×1010	5.8×1010	7.5×1010	1.0×1010	4.7×1010
	Milling	4.1×1010	2.5×1010	1.6×1010	3.3×1010	8.0×109	2.5×1010
	Mean	3.3×1010	3.6×1010	5.8×1010	4.4×1010	1.7×1010	4.0×1010
혼합목초	Control	5.8×1010	5.0×1010	8.3×109	1.6×1010	3.3×1010	3.3×1010
	H-milling	5.8×1010	3.3×1010	1.2×1011	5.0×1010	1.6×1010	5.5×1010
	Milling	8.0×109	8.2×109	5.0×1010	7.9×109	8.1×109	1.5×1010
	Mean	6.1×1010	3.0×1010	5.9×1010	2.5×1010	1.9×1010	3.5×1010
호맥	Control	8.1×109	6.7×109	6.6×1010	4.1×1010	1.6×1010	2.8×1010
	H-milling	8.4×109	1.7×1010	1.1×1011	4.1×1010	5.9×1010	5.6×1010
	Milling	9.4×109	9.0×109	2.3×1010	4.5×1010	1.2×1010	4.0×1010
	Mean	8.6×109	1.1×1010	6.6×1010	4.2×1010	2.9×1010	4.1×1010
유채	Control	7.8×109	7.5×109	8.3×1010	1.6×1010	2.5×1010	3.4×1010
	H-milling	1.6×1010	4.1×1010	1.0×1011	1.8×1010	2.5×1010	5.1×1010
	Milling	5.3×1010	5.4×1010	3.2×1011	3.4×1010	3.2×1010	1.0×1011
	Mean	2.6×1010	3.4×1010	1.7×1011	2.3×1010	2.7×1010	6.2×1010
알팔파	Control	6.8×1010	5.5×1010	3.1×1010	2.6×1010	4.3×1010	4.1×1010
	H-milling	6.2×1010	5.8×1010	5.4×1010	3.7×1010	2.4×1010	4.8×1010
	Milling	8.0×109	9.2×109	1.0×1010	8.9×109	9.7×109	1.8×1010
	Mean	4.6×1010	4.1×1010	3.1×1010	2.4×1010	2.6×1010	3.6×1010
연맥	Control	9.3×109	1.1×1010	1.7×1010	5.6×1010	5.1×1010	2.9×1010
	H-milling	1.5×1010	1.9×1010	6.0×1010	2.2×1011	4.1×1010	3.1×1010
	Milling	9.7×109	9.0×109	1.7×1010	3.3×1010	5.4×1010	2.5×1010
	Mean	1.1×1010	1.3×1010	3.1×1010	3.7×1010	4.9×1010	2.8×1010

TMF사료를 종류별로 면양에 급여했을 때 면양의 반추위액 중에 분포하고 있는 총 박테리아의 수에 있어서는 표 6 에서 나타난 것과 같이 TMF사료 종류별 총 박테리아

수는 유채, 호맥, 옥수수, 알팔파, 혼합목초, 연맥 TMF의 순으로 많았는데, 유채 TMF사료에서 6.2 × 1010으로 가장 많았고 연맥 TMF사료에서 2.8×1010으로 가장 낮게 나타났으며, 시간별로는 뚜렷한 경향과 차이가 없었다.

반추위내의 미생물의 군집은 급여하는 사료의 종류, 급여수준 및 급여회수, 동물체의 개체변이 등에 따라 영향을 받게 되며, 그 중에서도 특히 사료에 의한 영향이 가장 큰 것으로 알려져 있다(Dehority 등, 1989). Minato 등(1989)은 농후사료의 섭취량은 일정하게 유지하고, 조사료의 종류를 티모시 건초와 알팔파를 급여했을 때 차이가 적었다고 하였다.

Ⅳ. 적요

본 시험은 볏집과 곡류를 혼합한 6종류 호맥, 옥수수, 유채, 혼합목초, 연맥 및 알팔파의 사료작물 사일리지를 제조하여 젖소용 완전사료로서 TMF사료를 제조하였는데 곡류에 대한 가공수준을 달리하여 사일리지 품질을 평가함으로서 가공의 필요성을 규명코자 하였으며, 이들 TMF사료들을 Fistula가 부착된 면양 12두에 급여하여 기호성과 반추위내 성상의 변화를 조성함으로서 TMF의 사료적 가치를 비교 평가한바 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. TMF 사료 종류별 CP, ADF, NDF 그리고 TDN, P, Ca 함량은 차이가 없으나 RFV에서는 유채 TMF사료에서 151.1로 가장 높았으며 옥수수 TMF사료에서 105.6로 가장 낮았다.

2. TMF사료 종류별 pH는 호맥 TMF사료에서 4.95로 가장 높았고 옥수수 TMF사료에서 3.82로 낮았다. 또한 건물률은 목초TMF사료에서 29.45%로 가장 높았고, 호맥 TMF사료에서 18.43%로 가장 낮았다.

3. 건물손실율에서는 호맥 TMF사료에서 28.25%로 높았고 옥수수 TMF사료 10.9%로 낮았으며 일일섭취량은 유채 TMF사료에서 3.74kg으로 높았고 호맥 TMF사료 3.36kg으로 낮았다.

4. pH는 호맥 TMF사료에서 7.15로 가장 높았고 옥수수 TMF사료에서 6.79로 낮게 나타났다. 또한 시간별로는 사료급여후 3시간대에서 가장 낮았다.

5. TMF사료 종류별 총 VFA(mmol%)는 옥수수 TMF사료에서 90.19로 가장 높았고 호맥 TMF사료에서 73.34로 가장 낮게 나타났으며 초산, 프로피오닉산 및 뷰틸산은 차

이가 없었다. 그러나 초산/프로피오닉산 비율은 유채 TMF사료에서 4.23으로 가장 높았고 목초 TMF사료에서 3.98로 가장 낮게 나타났다.

6. TMF사료 종류별 총 박테리아수는 유채 TMF사료에서 6.2 x 1010으로 가장 많았고 연맥 TMF사료에서 2.8 x 1010으로 가장 낮게 나타났으며 시간별로 뚜렸한 차이는 없었다.

이상의 결과로 미루어 볼 때 곡류에 대한 가공의 필요성이 없는 것으로 사료되며, TMF별 사료가치에 있어서는 유채, 옥수수, 알팔파 TMF가 혼합목초, 연맥 및 호맥 TMF에서 보다 기호성이 좋고 건물손실량도 적었으며 품질이 좋은 것으로 나타났다.

제 3 절 재배사료작물의 수확시기와 TMF사료 제조후 경과 일수에 따른 사료적 가치변화 연구

세계 2위의 높은 인구밀도와 국민 1인당 경지 면적이 불과 152평인 열악한 농업 환경을 갖고 있는 우리나라의 농업, 특히 토지 의존성이 높은 낙농산업에 있어서 1997년 UR 전면 수입개방시점에 대한 두려움과 우려는 가축사료의 효율적인 생산과 이용, 노동력 절감 및 생산성 극대화 등을 통한 생산비 절감 방안의 성공여부에 따라 낙농산업의 성패가 달려있다.

축우는 본래가 풀을 먹고사는 초식가축이며 생리학적으로는 반추위라는 특수한 소화기관을 가지고 있는 동물로서 주식이 조사료이고 농후사료는 부식 또는 첨가제와 같은 기능을 갖는다. 지금까지 축산이 발달한 축산 선진국에서 발표된 연구결과에 따르면 하루 18.8kg(년간 5,734kg)의 우유를 생산하는 젖소에게는 양질의 조사료만 가지고도 우유를 생산하고 몸을 유지하는데 있어서 하등의 지장을 초래하지 않는다고 하였으며, 장기간의 조사료 공급 부족은 축우의 각종 대사성 질병을 야기하게 되고 경제수명의 단축을 초래한다고 하여 조사료와 농후사료의 공급비율의 중요성을 강조하고 있다.

또한, 우리나라는 조사료의 생산기반이 취약하여 총 축우사육두수 280 여만두(1993년)가 년간 필요로 하는 조사료의 30% 수준에도 못 미치는 물량을 공급하고 있는 실정이다(농림수산통계연보.1992). 그러나 미국의 경우, 육성 번식용 축우에게는 91.3%, 착유우에는 62.1% 의 양질 조사료를 급여하고 있는 반면에, 우리나라는 육성 번식용 축우에 40.8%, 착유우에 26.1% 수준을 급여하고 있어 조사료 급여 수준이 미국의 절반에도 못 미치고 있다. 또한 급여되는 조사료의 질적수준에 있어서도 우리나라는 조사료의 70%

이상이 볏짚 등의 고간류가 차지하고 있으나, 미국과 같은 축산이 발달한 선진국에서는 알팔파와 같은 양질 조사료가 90% 이상을 차지하고 있다. 이러한 경향은 조사료 생산 여건이 우리나라와 비슷한 이웃나라 일본과 비교했을 때도 양적으로는 비슷한 수준을 공급하고 있지만 일본은 70%이상을 사료작물로 공급함으로써 질적 수준에 있어서 우리나라 수준 보다 훨씬 높다. 그러므로 양질의 조사료 생산기반의 확충을 위한 국토이용 차원의 노력과 생산성을 높일 수 있는 지역별 우수 초종의 선정과 생산성 최대화를 위한 연구가 반드시 실효를 거둘 수 있도록 하여야 할 것이다. 그리고 이러한 양질의 조사료의 이용성을 극대화 할 수 있는 방안도 아울러 강구되어야 한다.

본 연구에서는 앞에서 선택한 TMF사료의 주된 고수분 원료인 사료작물 청초에 대하여 그 수확시기가 TMF사료의 품질에 미치는 영향을 조사함으로서 적절한 수확시기를 결정코자 하였으며, 또한 TMF사료의 제조후 경과 일수에 따른 품질변화를 조사하여 품질의 안정기 즉, 급여개시 적기를 결정코자 각 사료작물의 수확시기를 일반적인 초종별 수확적기와 그보다 7일 이른 시기의 두가지 수확시기를 달리한 TMF를 제조하여 그 품질을 비교 평가하였으며, 또한 TMF사료의 제조후 경과일자별로 그 품질변화를 조사하여 급여개시 적기를 알고자 시험을 수행하였다.

Ⅰ. 재료 및 방법

TMF사료별 제조후 기밀보관통(20ℓ들이 기밀 PVC통)에 보관하여 경과일자별로 0, 5, 10, 25, 35, 60, 100일에 개봉하여 품질변화를 실시하였으며, 그리고 제조후 60일에 개봉한 각 TMF사료에서 볏짚만을 채취하고 깨끗이 이물을 제거한 뒤 in vitro 건물 소화율을 무처리 볏짚의 건물소화율과 비교하였다.

(1) TMF사료의 수확시기와 제조후 경과일수에 따른 영양성분함량과 온도의 변화
- 3개의 초종별 TMF사료의 영양성분함량은 AOAC법에 의하여 분석하였고
- 6개의 초종별 TMF사료의 제조일자별 온도변화는 최고초저 알콜온도계를 사용하여 매일 18:00시에 실시하였다

(2) TMF사료의 공시 추출액 제조
- 사일리지를 5 10mm로 세절하여 약 120g씩을 샘플병에 채취
- 증류수를 가하여 냉장고에서 24시간 방치
- 유리막대 등으로 시료를 압착
- 여과지(5A)위에 가제를 통해 시료중 함유 액을 충분히 짜낸 뒤 분석에 공시하였다

(3) TMF사료의 pH 및 VFA의 측정

제조후 60일이 경과한 시험사료에서 샘플을 채취 후 4겹의 cheese cloth를 이용하여 여과후 즉시 digital pH meter (HANNA,USA)로 pH를 측정하였고, 초산, 프로피온산, 뷰틸산 등의 휘발성 지방산의 분석은 3,500rpm에서 20분간 원심분리하여 -20℃에 보관하였다가 Gas Chromatography (Varien 6000 Vista,USA)로 농도를 측정하였다.

(4) TMF사료화에 의한 볏짚의 in vtro 건물소화율

0." Tilley and Terry "의 2단계 방법을 Moore가 개선한 방법.
0. 48시간 미생물 발효와 Hydrochloric acid - pepsin digestion으로 소화율 측정
0. 처리방법
- 무처리 : TMF 배합직후 볏짚만 선별채취 붓으로 털어 분석시료로 공시
- TMF볏짚 : TMF 제조후 사일로 개봉시 볏짚만 선별채취 붓으로 털어낸 뒤 분석시료로 공시

II. 결과 및 고찰

1. TMF 사료의 영양성분함량 변화

3종의 TMF사료별 제조후 경과일수에 따른 영양성분함량의 변화는 아래와 같다

표 7. 호맥 TMF의 일반영양성분(건물기준,%)함량의 제조경과일수별 변화

수확시기 \ 경과일		0	5	10	25	35	60	100
수확적기 7일전	수분	71.44	73.96	73.82	75.46	75.38	70.9	76.27
	TCP	15.6	14.9	14.7	15.2	14.4	15.1	14.7
	TDN	70.6	73.6	75.6	77.5	74.3	73.7	74.7
	ADF	22.3	19.4	17.4	15.6	18.7	19.2	18.3
	NDF	49.0	46.1	44.6	43.9	49.7	47.6	46.7
	Ca	1.2	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9
	P	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
	K	3.0	2.6	2.8	2.9	2.5	2.7	2.7
	Mg	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
수확적기	수분	79.75	76.04	73.7	76.09	74.49	76.86	74.25
	TCP	14.5	14.3	14.4	14.6	15.1	14.5	14.5
	TDN	68.6	72.2	74.1	75.2	76.6	74.0	75.0
	ADF	24.2	20.7	18.9	17.8	16.4	19.0	19.2
	NDF	52.4	47.3	45.7	45.0	43.8	48.1	48.2
	Ca	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9
	P	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4
	K	2.7	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6
	Mg	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

표 8. 목초 TMF의 일반영양성분(건물기준,%)함량의 제조경과일수별 변화

수확시기 \ 경과일		0	5	10	25	35	60	1001
수확적기 7일전	수분	74.8	72.47	69.14	71.13	71.56	72.33	70.62
	TCP	20.8	17.8	17.6	17.6	18.1	19.0	18.6
	TDN	73.3	80.1	81.2	81.6	84.2	84.6	83.0
	ADF	19.7	13.0	12.0	11.6	9.1	11.7	10.3
	NDF	43.4	38.9	37.1	38.7	36.5	41.7	40.1
	Ca	1.5	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9
	P	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	K	3.1	3.0	2.9	3.0	3.1	3.2	3.2
	Mg	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
수확적기	수분	81.78	71.39	71.91	71.13	70.09	72.47	73.14
	TCP	19.5	17.6	17.5	16.4	18.7	19.0	18.0
	TDN	71.7	81.1	80.3	80.0	87.1	84.4	81.0
	ADF	21.2	12.1	12.9	13.2	6.2	8.9	12.1
	NDF	47.1	37.3	39.2	40.4	35.0	39.1	42.9
	Ca	1.4	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9
	P	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	K	4.7	3.0	2.0	2.9	3.2	3.2	3.1
	Mg	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

표 9. 연맥 TMF의 일반영양성분(건물기준,%)함량의 제조경과일수별 변화

수확시기 \ 경과일		0	5	10	25	35	60	100
수확적기 7일전	수분	83.22	74.1	78.27	76.46	74.32	74.5	75.1
	TCP	21.3	16.8	16.8	16.5	16.7	15.7	17.1
	TDN	79.1	78.4	79.6	78.5	82.8	75.1	79.6
	ADF	14.0	14.7	13.5	14.5	10.4	17.9	13.4
	NDF	38.9	39.2	38.9	40.9	37.6	45.0	43.0
	Ca	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9
	P	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	K	3.5	2.9	2.8	2.8	2.9	2.7	2.9
	Mg	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
수확적기	수분	83.02	72.45	78.52	75.89	78.37	76.17	74.86
	TCP	19.3	15.7	15.9	16.7	16.8	15.4	16.0
	TDN	71.7	77.4	77.7	80.9	79.2	75.5	76.7
	ADF	21.2	15.7	15.3	12.2	13.9	17.5	16.3
	NDF	48.7	44.0	42.4	40.4	44.1	46.5	45.3
	Ca	1.3	1.0	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8
	P	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	K	3.1	2.7	2.7	2.9	2.9	2.7	2.7
	Mg	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

TMF 사료의 일반조성분을 살펴보면 전체적으로 TMF사료종류별 및 수확시기별로는 CP, ADF, NDF 그리고 TDN, P, Ca 함량에 특별한 차이가 없는 것으로 나타내었다. 그리고 제조일자별 변화에 있어서도 특별한 변화양상을 찾아볼 수 없었다.

2) 제조과정중 발효일자별 TMF사료의 온도 변화

(가) 각 TMF사료별 제조후 경과일수 에 따른 TMF사료의 온도 변화는 Figure 16 에서 보는 바 와 같은데, 5월 초순부터 제조한 호맥, 혼합목초, 알팔파, 연맥, 유채 TMF에서의 온도 변화는 외부기온의 경향과 거의 같이 최초 온도에서 60일 까지 계속 상승하여 나타났는데, TMF의 온도는 하루전의 외부기온과 밀접한 영향을 나타낸 것을 보였으며, 외부기온에 비해 약 2-3℃ 정도 낮은 경향을 보였다.

(나) 8월 하순경에 제조된 옥수수 TMF사료에 있어서는 제조당일 28℃ 이상에서 60일째는 17℃ 이하로 외부기온과 함께 하강하는 경향을 나타내었는데, 봄철에 생산한 다른 TMF사료와 마찬가지로 TMF의 온도는 하루전의 외부기온에 상당한 영향을 받는 것으로 나타났으며, 외부 기온에 비해 약 2-3℃ 정도 낮은 경향을 보였다.

(다) 이러한 결과는 제조공정확립을 위한 각 TMF사료가 밀폐용기속에 충분히 진압되어 그늘진 건물내에서 보관되어짐으로서 지온에 비교적 영향을 받지 않았으며, 철저한 진압효과에 의해 트렌치나 타워 사일로에서와 같은 사일리지의 발효열, 부패열 등으로 인한 온도상승의 변화를 보이지 않는 것으로 생각된다.

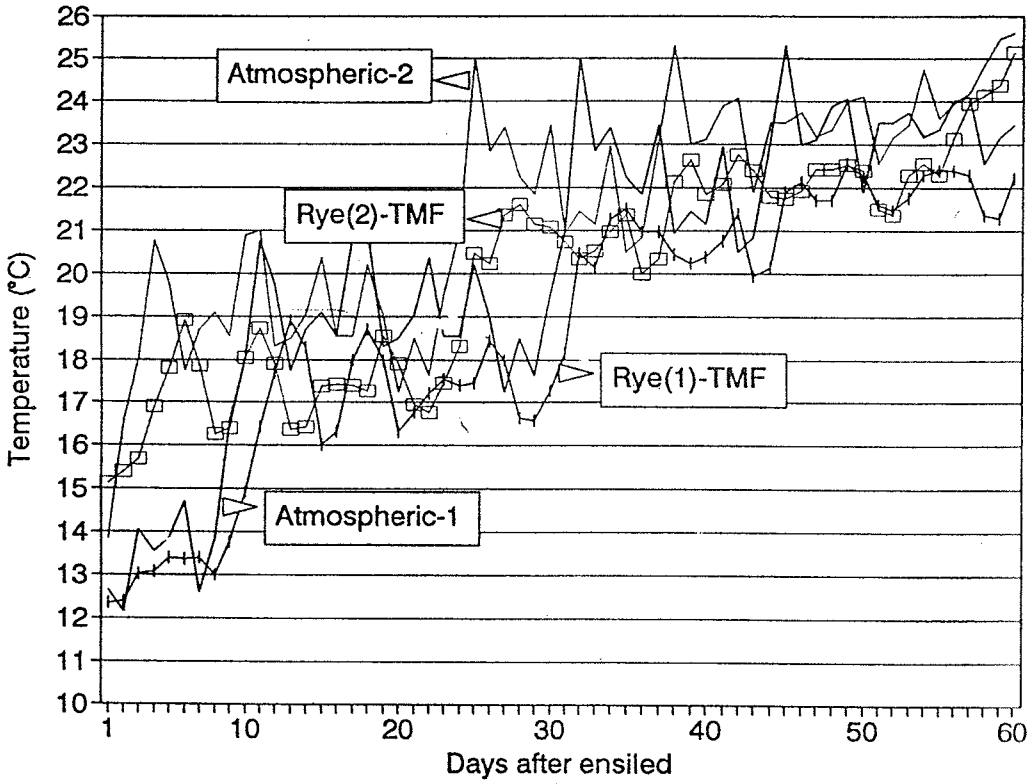

Figure 1. Changes of daily temperature in Rye-TMFs after ensiled

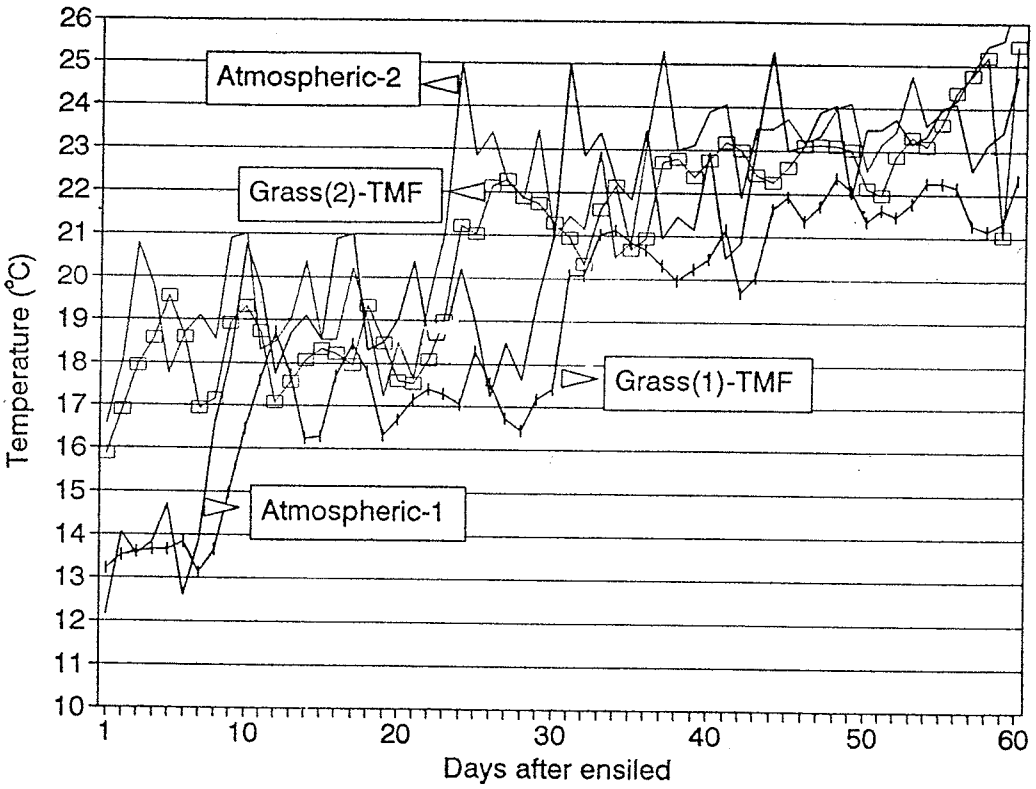

Figure 2. Change of daily temperature in Grass-TMFs after ensiled

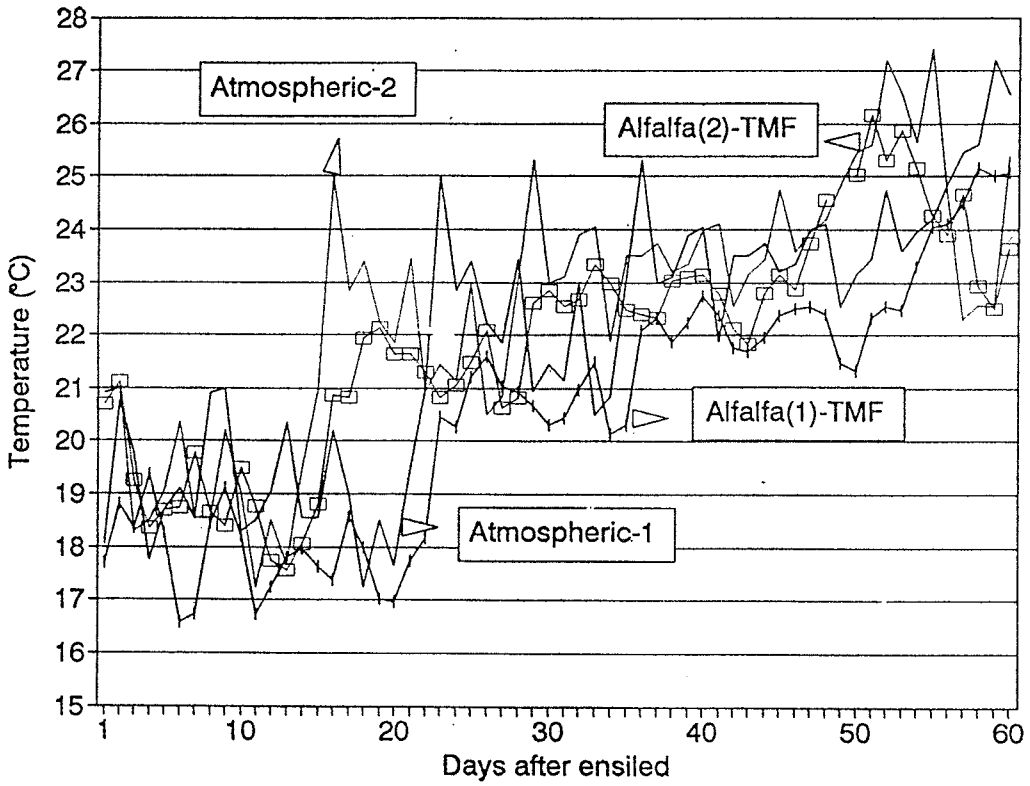

Figure 3. Change of daily temperature in Alfalfa-TMFs after ensiled

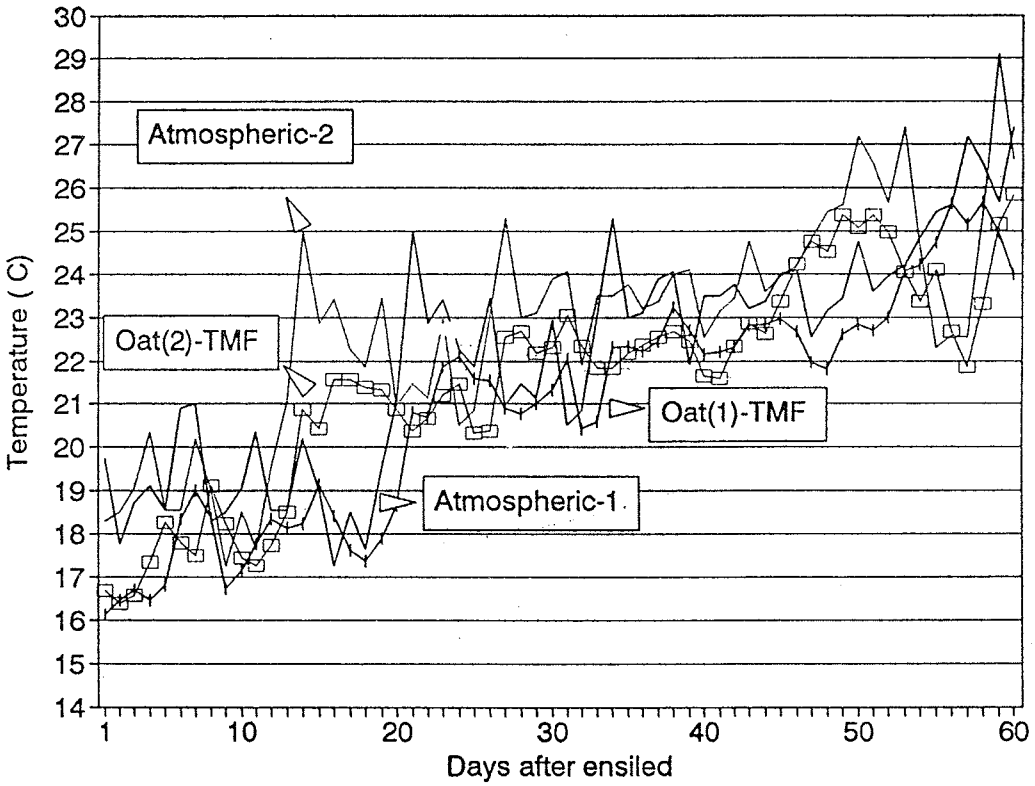

Figure 4. Change of daily temperature in Oat-TMFs after ensiled

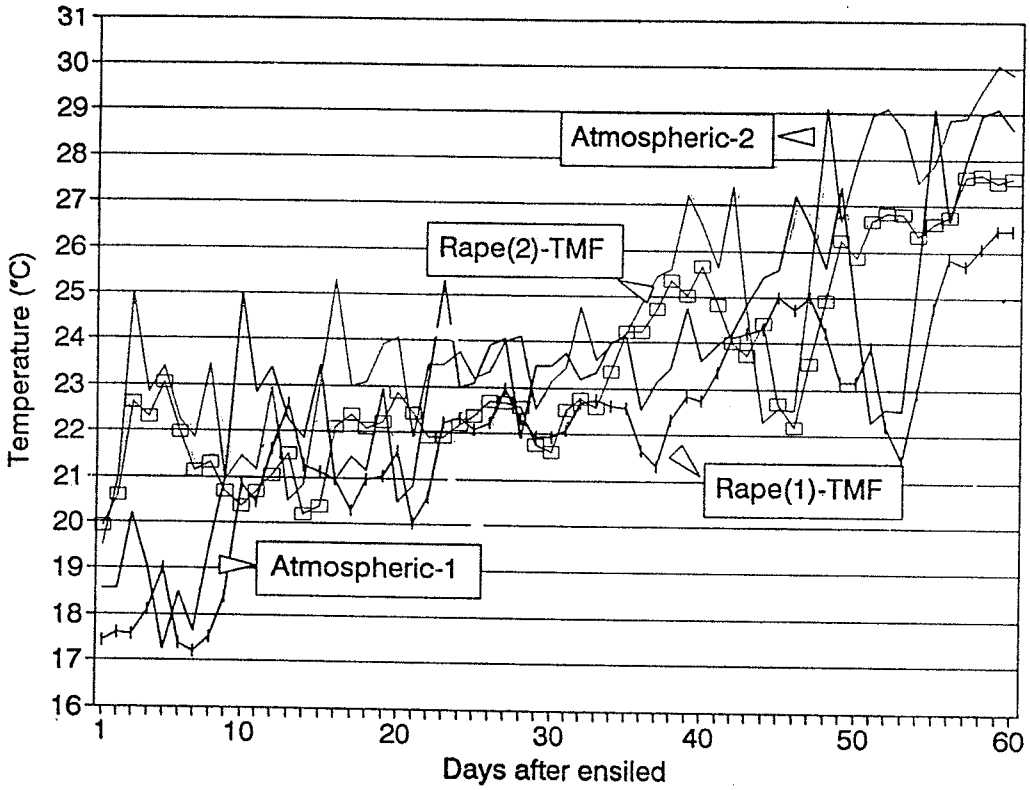

Figure 5. Change of daily temperature in Rape-TMFs after ensiled

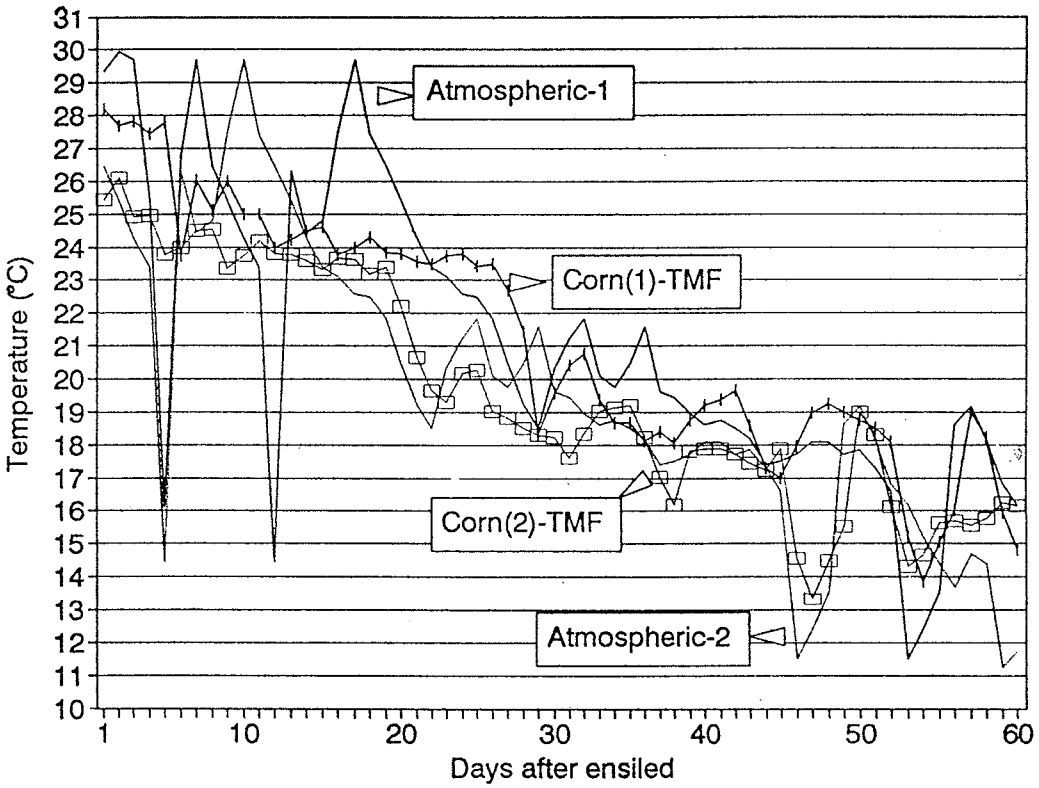

Figure 6. Change of daily temperature in Corn-TMFs after ensiled

(3) TMF사료의 품질 및 사료가치평가

6종의 재배사료작물 TMF사료의 발효일자별 품질 및 사료가치의 변화는 아래와 같다.

- 제조일자별 TMF사료의 산도(pH) 변화

초종간의 pH는 전체적으로 3.93 4.67의 범위에서 옥수수TMF가 가장 낮고, 연맥, 목초, 유채, 호맥, 알팔파 순으로 높게 나타났다. 그리고 제조 경과일에 따른 pH변화는 점차 낮아지는 것으로 나타났다. 그리고 수확시기에 따른 산도의 차이는 나타나지 않았다.

표 10. 제조일자별 TMF사료의 산도(pH) 변화

종류별		5일	10일	25일	35일	60일	100일	평균
호맥	1차	4.26	4.39	4.59	3.95	3.91	3.97	4.18
	2차	4.90	4.02	3.88	5.05	3.92	3.97	4.29
목초	1차	4.42	4.19	4.00	4.00	4.02	4.05	4.11
	2차	4.36	4.25	4.00	3.93	3.95	4.00	4.08
연맥	1차	4.43	4.28	3.93	3.77	3.92	3.90	4.04
	2차	4.16	3.96	4.00	3.96	4.08	4.11	4.05
알팔파	1차	4.60	4.63	4.58	4.66	4.75	4.67	4.65
	2차	4.59	4.74	4.59	4.57	4.75	4.76	4.67
유채	1차	4.31	4.07	4.07	4.05	4.00	4.00	4.08
	2차	4.60	4.10	4.09	4.04	3.99	3.99	4.14
옥수수	1차	3.95	3.92	3.91	3.92	3.95	3.94	3.93
	2차	4.04	3.91	4.10	3.97	3.93	4.00	3.99

- 제조일자별 TMF사료의 암모니아태 질소(NH_3-N) 변화

초종간의 암모니아태 질소함량은 전체적으로 6.93 8.66의 범위에서 연맥TMF가

가장 낮고, 옥수수, 목초, 호맥, 유채, 알팔파 순으로 높게 나타났다. 그리고 제조 경과일에 따른 pH변화는 어떠한 경향도 찾아볼 수 가 없었으며, 수확시기에 따른 암모니아태 질소함량에 있어서는 어떠한 경향을 찾을 수 없었다.

표 11. 제조일자별 TMF사료의 암모니아태 질소(NH3-N) 변화 (단위: mg/dl)

분류		5일	10일	25일	35일	60일	100일	평균
호맥	1차	8.11	7.68	7.70	7.64	7.76	8.01	7.82
	2차	7.87	7.51	7.56	7.83	7.59	7.73	7.68
목초	1차	7.51	7.78	7.63	7.82	7.97	7.78	7.75
	2차	7.12	7.06	7.51	7.62	7.95	7.97	7.54
연맥	1차	6.84	6.92	6.39	6.45	6.56	7.00	6.69
	2차	6.17	6.42	6.62	6.31	6.45	6.45	6.40
알팔파	1차	8.60	8.63	8.58	8.66	8.75	8.67	8.65
	2차	8.59	8.74	8.69	8.56	8.73	8.67	8.66
유채	1차	8.31	8.37	8.17	8.25	8.00	8.20	8.22
	2차	8.30	8.10	8.21	8.04	8.19	8.29	8.19
옥수수	1차	6.95	6.92	6.91	6.92	6.95	6.94	6.93
	2차	7.04	6.91	7.10	6.97	6.93	7.00	6.99

- 제조일자별 TMF사료별 휘발성 지방산 조성의 변화

제조일자별 수확시기별 휘발성 지방산과 총지방산함량의 변화는 다음 표 12에서 보는 바 와 같이 acetic acid는 호맥TMF가 50 m mol% 내외로서 가장 작dms 것으로 나타났으며 다른 TMF에서는 61 65 m mol% 내외로서 초종간 차이를 보이지 않았다. 그리고 제조후 경과일자별에 있어서도 특별한 변화를 보이지 않았다.

그리고 propionic acid 함량에 있어서는 호맥TMF가 11 14 m mol%로서 가장 낮은 함량을 나타내었고 보관일자가 길수록 낮아지는 경향을 나타내었으나, 다른 초종의 TMF에서는 제조 25일 이후부터의 상승과 안정성을 보여주고 있었다.

또한, butyrate 함량은 전체적으로 10 m mol%수준의 낮은 수치를 나타내었는데, 경과일수 60일 이후의 함량이 증가하는 양상을 보이고 있었다.

표 12. 제조일자별 TMF사료별 휘발성 지방산 조성의 변화

VFAs \ days		0	5	10	25	35	60	100
Acetate (mmol%)	Corn	62.45	65.38	62.23	61.18	59.56	60.17	61.56
	Grass	63.90	62.17	62.93	62.75	60.66	61.34	63.22
	Rye	50.84	54.22	51.96	53.76	51.46	52.35	53.32
	Rape	62.72	61.87	64.31	64.78	65.96	63.76	65.21
	Alfalfa	64.83	62.11	62.01	61.18	60.46	60.04	61.51
	Oat	58.84	61.33	60.13	59.77	61.56	60.66	61.83
Propionate (mmol%)	Corn	15.17	15.72	14.49	16.27	17.54	17.14	17.94
	Grass	18.99	16.46	15.15	14.73	15.10	15.29	15.38
	Rye	14.81	13.63	13.37	12.02	11.16	11.16	11.64
	Rape	14.16	14.45	15.77	17.85	17.39	16.30	16.38
	Alfalfa	17.89	16.46	15.85	14.99	15.21	15.01	15.15
	Oat	14.23	14.54	15.27	13.66	16.56	15.39	15.97
Butyrate (mmol%)	Corn	13.48	13.46	11.73	10.61	11.78	11.69	12.25
	Grass	9.27	9.40	8.96	8.01	10.03	10.23	11.07
	Rye	5.04	6.41	5.89	5.99	6.15	10.45	12.21
	Rape	5.77	6.29	6.56	6.94	6.13	9.06	10.13
	Alfalfa	10.21	11.36	9.66	10.28	10.21	10.72	11.19
	Oat	5.13	8.44	7.43	6.99	6.23	9.77	10.48
A/P rate (mmol%)	Corn	4.20	4.31	4.80	3.80	3.43	3.51	3.43
	Grass	3.39	3.85	4.23	4.35	4.09	4.01	4.11
	Rye	3.45	4.05	3.99	4.67	4.84	4.69	4.58
	Rape	4.60	4.55	4.23	3.81	3.95	3.91	3.98
	Alfalfa	6.35	3.77	3.91	4.08	3.98	4.00	4.06
	Oat	4.13	4.22	3.94	4.38	3.72	3.94	3.87
Total VFA (mmol%)	Corn	91.07	96.56	88.45	88.02	88.88	89.00	91.15
	Grass	92.16	88.02	87.24	85.50	85.63	86.86	89.67
	Rye	70.69	74.26	71.22	71.77	68.76	73.96	77.17
	Rape	82.55	82.61	86.64	89.58	89.82	89.12	91.72
	Alfalfa	92.93	89.93	87.52	86.45	85.88	85.77	87.85
	Oat	78.20	84.31	82.83	80.42	84.35	85.82	88.28

다) TMF**사료의** in vitro **건물소화율**

TMF**제조에 사용되기전의 볏짚과 제조후** 60**일에 개봉한 볏짚의** In vitro **건물소화율의 변화를 조사한 결과는 다음과 같다.**

표 13. TMF**사료의** in vitro **건물소화율**(%, **건물기준**)

처리		배양시간(hours)							
		1단계			평균	2단계			평균
		24	48	72		24	48	72	
무처리		21.41	33.14	44.35	32.97	25.34	35.26	47.68	36.09
TMF 볏짚	①	36.54	50.72	59.25	48.84	43.72	59.25	67.67	56.88
	②	36.76	48.81	59.96	48.51	44.31	53.30	65.74	54.45
	③	35.98	46.27	56.63	46.29	44.05	55.54	62.96	54.18
	④	36.77	49.72	54.72	47.07	45.11	55.88	66.29	55.76
	⑤	35.78	47.92	59.64	47.78	45.93	57.33	67.48	56.91
	⑥	37.08	47.88	59.24	48.07	45.35	56.37	63.46	55.06

①**옥수수**TMF ②**목초**TMF ③**호맥**TMF ④**유채**TMF ⑤**알팔파**TMF ⑥**연맥**TMF

1**단계 배양결과에서 무처리볏짚 보다** TMF**처리에서 평균** 44%**이상의 건물소화율이 향상된 것으로 나타났으며,** 2**단계에서는 평균적으로** 53%**이상의 향상을 나타내었다.** TMF **종류별로는 알팔파, 옥수수, 유채, 연맥, 목초, 호맥의 순으로 높은 건물소화율을 보이고 있는데 특별한 유의한 차이는 아니었다.**

이는 高 등(1995)이 암모니아처리에 의한 볏짚의 소화율이 43% 내외라는 결과보다 높은 것으로서 대체적으로 다른 화학적처리에 결코 뒤지지 않으며 오히려 더 향상된 것을 알 수 있었다(Solaiman 등,1990, Kiangi, 1981).

Ⅳ. 적요

본 연구는 TMF사료의 주된 고수분 원료인 사료작물 청초 6종에 대하여 그 수확시기가 TMF사료의 품질에 미치는 영향을 조사함으로서 적절한 수확시기를 결정코자 하였으며, 또한 TMF사료의 제조후 경과 일수에 따른 품질변화를 조사하여 품질의 안정기 즉, 급여개시 적기를 결정코자 각 사료작물의 수확시기를 일반적인 초종별 수확적기와 그보다 7일 이른 시기의 두가지 수확시기를 달리한 TMF를 제조하여 그 품질을 비교 평가하였으며, 또한 TMF사료의 제조후 경과일자별로 그 품질변화를 조사하여 급여개시 적기를 알고자 시험을 수행한 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. TMF 사료의 일반조성분에 있어서는 TMF사료종류별 및 수확시기별로 CP, ADF, NDF 그리고 TDN, P, Ca 등 전체적인 영양소별 함량에 특별한 차이가 없는 것으로 나타내었다. 그리고 제조일자별 변화에 있어서도 특별한 변화양상을 찾아볼 수 없었다.

2. 제조과정중 발효일자별 TMF사료의 온도 변화

TMF에서의 온도 변화는 외부기온의 경향과 거의 같이 TMF의 온도는 하루전의 외부기온과 밀접한 영향을 나타낸 것을 보였으며, 외부기온에 비해 약 2-3℃ 정도 낮은 경향을 보였다.

3. TMF사료의 품질 및 사료가치평가

6종의 재배사료작물 TMF사료의 발효일자별 pH(산도) 변화에 있어서 초종간에 pH는 전체적으로 3.93 4.67의 범위에서 옥수수TMF가 가장 낮고, 연맥, 목초, 유채, 호맥, 알팔파 순으로 높게 나타났다. 그리고 제조 경과일에 따른 pH변화는 점차 낮아지는 것으로 나타났다. 그리고 수확시기에 따른 산도의 차이는 나타나지 않았다.

4. 제조일자별 TMF사료의 암모니아태 질소(NH_3-N) 변화에 있어서 초종간의 암모니아태 질소함량은 전체적으로 6.93 8.66의 범위에서 연맥TMF가 가장 낮고, 옥수수, 목초, 호맥, 유채, 알팔파 순으로 높게 나타났다. 그리고 제조 경과일에 따른 변화는 어떠한 경향도 찾아볼 수 가 없었으며, 수확시기에 따른 암모니아태 질소함량에 있어서는 어떠한 경향을 찾을 수 없었다.

5. 제조일자별 TMF사료별 휘발성 지방산 조성의 변화

제조일자별 수확시기별 휘발성 지방산과 총지방산함량의 변화는 초산과 프로피온산 등 휘발성 지방산 함량은 호맥TMF가 가장 작은것으로 나타났으며 TMF사료별 초종간에는 차이를 보이지 않았다. 그리고 제조후 경과일자별에 있어서도 특별한 변화를 보이지 않았다. 그리고 프로피온산 함량에 있어서는 호맥TMF를 제외한 모든 TMF사료에서 제조 25일 이후부터의 상승과 안정성을 보여주고 있었다.

또한, butyrate 함량은 전체적으로 10 m mol%수준의 낮은 수치를 나타내었는데, 경과일수 60일 이후의 함량이 증가하는 양상을 보이고 있었다.

6. 그리고 볏짚의 TMF사료제조과정중 소화율 향상 정도를 알기위한 in vitro 소화율 측정결과 1단계 배양결과에서 무처리볏짚 보다 TMF처리에서 평균 44%이상의 건물소화율을 나타내었으며, 2단계에서는 평균적으로 53%이상의 소화율을 나타내어 무처리 볏짚에비해 소하율이 크게 향상됨을 알 수 있었다. TMF종류별로는 알팔파, 옥수수, 유채, 연맥, 목초, 호맥의 순으로 높은 건물소화율을 보이고있는데 특별한 유의한 차이는 아니었다.

이와 같은 결과는 TMF 사료제조시 배합원리에 따라 수분이 조절되므로 작물의 숙기는 TMF사료의 품질에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났고, 제조후 급여 개시는 프로피온산등의 일정한 수준이 유지되는 제조후 25일이 지난 후가 좋을것으로 사료된다.

그리고 TMF사료화에 따른 볏짚의 소화율이 크게 향상됨을 알 수 있었다.

제 4 절 볏짚위주의 완전배합발효사료의 발효성상과 Holstein 종 착유우에 대한 기호성 비교평가 연구

본 연구는 젖소용 완전사료 또는 단일기초사료로서 완전배합발효기법에 의한 TMF 사료의 산업화를 위한 대량생산체계 확립과 젖소 착유우에 대한 완전사료로서의 가치를 비교평가하고자 실제 착유중인 젖소를 대상으로 사양실증실험을 수행하였다.

먼저 젖소 착유우에 대한 각 초종별 섭취량을 조사하여 기호성을 비교함으로써 기초사료로서의 급여기준을 결정코자 하였으며, 각각의 TMF 사료만으로 사양하였을때의 젖소 착유우의 건강유지와 우유생산성에 미치는 영향을 비교 분석하여 사양의 기초자료를 얻고자 하였다.

Ⅰ. 재료 및 방법

1. 시험기간 및 장소

- 시험장소 : 축산기술연구소 종축개량부
- 시험기간 :

(1차) '96. 8. 21 '96. 10, 30(예비시험 : 12일, 본시험 : 60일, 계 72일간) (2차) '97. 2. 2 '97. 4. 15(예비시험 : 12일, 본시험 : 60일, 계 72일간)

2. 시험동물

(1차 공시축) : 홀스타인 착유우 28두(7두×4처리), 산차 : 2.39, 유기 : 240.0, 유량 : 20.2Kg, 체중: 577.2, BCS : 3. 08

(2차 공시축) : 홀스타인 착유우 28두(7두×4처리), 산차 : 2.94, 유기 : 220.0, 유량 : 22.3Kg, 체중: 573.0, BCS : 3. 32

3. 시험사료의 전처리와 배합제조

6종(호맥, 혼합목초, 알팔파, 연맥, 유채, 옥수수)의 고수분원료로서의 사료작물을 초종별로 청초를 수확하고, 옥수수, 콩, 밀기울 및 볏짚을 배합하고, 볏짚은 3-5cm단위로 볏짚 절단기로 절단한 후 이물질 제거와 TMF의 배합촉진과 수분조절을 위하여 15분간 수침세척하여 배합에 사용하였다(표 13).

(전처리) 각 원료사료의 전처리는 앞선 시험제조와 같은 방법을 원칙으로 하였다. 볏짚은 볏짚카타기(경운기용)로 3 5Cm단위로 절단하고 15분간 세척후 배합하였으며, 원료 곡류인 대두(콩)와 옥수수는 무가공된 알곡을 구입하지 못하여 대두박, 파쇄 옥수수로 각각 대체하였다.

(제조·진압 및 보관) 본시험용 사료는 TMF 사료의 젖소에 대한 실증 사양시험을 목적으로 제조된 TMF사료를 젖소 착유우에 급여하여 그 기호성 및 제조성상, 소화율, 젖소의 건강 및 산유량에 미치는 영향등을 조사할 목적으로 수행하였다. 총 6종의 사료작물들을 수확하여 40톤들이(44m2) 지하식방카 사일로에 다음과 같은 원료배합비율로 각각 배합하고 인력과 스키드로다를 이용하여 충분히 진압하여 최대한량을 용기에 충진하였다. 그후 비닐과 보온덮게를 각각 이중으로 덮고 상층부에 30Kg들이 석분포대등을 15개씩 올려 진압효과증진조치를 하였다.

(개봉·공시) 젖소 사양시험일정에 맡추어 각 TMF들을 제조후 74 365일후(1차시험), 74일 248일후(2차시험) 개봉하여 품질평가 및 사양시험에 공시하였다.

표14. TMF별 제조 및 공시

TMFs	제조완료	개봉 및 사양시험	경과일수
호맥	'96. 5. 14	'96. 8. 21(1차)	99일
유채	'96. 6. 7		74일
옥수수	'95. 8. 20		365일
알팔파	'96. 6. 14	'97. 2. 2(2차)	234일
연맥	'96. 11. 20		74일
혼합목초	'96. 5. 30		248일

표 15. TMF 원료사료의 배합비(%)

원료 / TMF별	콩*	옥수수	밀기울	볏짚 (수침*)	청초	합계
알팔파TMF	0.21	9.23	0.22	27.85	62.49	100
옥수수TMF	2.63	4.42	3.50	26.55	62.90	100
연맥TMF	1.69	4.56	3.45	43.07	47.23	100
호맥TMF	1.67	4.17	3.33	45.83	45.00	100
유채TMF	1.49	4.51	3.01	45.68	45.31	100
목초TMF	2.00	5.00	8.31	23.31	61.38	100

콩* : 젖소사양시험용 TMF제조시 콩은 대두박과 지방사료(Alifat)를 75.73% 및 24.27%씩 각각 대치하여 제조함 (지금 현재 콩의 수입이 자유화 되지 않아 경제성이 없기 때문에 이를 대두박과 지방사료로 대치).

4. 시험사료 및 시험축 배치

대조구의 시험사료는 매일 오전 오전 10시경에 수작업에의한 완전배합사료(TMR)를 제조하여 공시하였으며 그 배합비는 표 14와 같으며, 시험구별 공시축의 배치는 표 15와 같다.

표 16. 대조구 사료 TMR 배합비(원물%)

옥수수 사일리지	목건초	배합사료(A)	배합사료(B)	계
71.6	9.55	9.07	9.78	100

표 17. 공시축 배치

구 분	시험구	공시두수	사료급여형태
1차	대조구	7	TMR, 2회/ 일
	호맥	7	TMF, 2회/ 일
	유채	7	TMF, 2회/ 일
	옥수수	7	TMF, 2회/ 일
2 차	대조구	7	TMR, 2회/ 일
	알팔파	7	TMF, 2회/ 일
	연맥	7	TMF, 2회/ 일
	혼합목초	7	TMF, 2회/ 일

5. 조사항목 및 조사방법

1) 젖소 급여시험 및 사료섭취량 조사

공시축은 분리급여구(대조구)와 TMF급여구로 각 10두씩 나누어 개체사양 을 실시하며, TMF 사료를 1일 2회(9:00, 18:00)급여하였다. 물은 항상 자 유롭게 섭취할 수 있게 하였으며, 비타민과 광물질은 충분히 급여하였다. 오전사료 급여전에 TMF사료의 잔량은 매일 9시에 각각 측정하여 사료 섭취량을 조사하였다.

2) 사료성분함량 분석 및 품질 평가

(1) 일반성분의 분석

시험사료의 일반분석은 AOAC법(1990)에 의한 화학적 분석을 실시하였다.

(2) RFV(Relative Feed Value)

RFV는 ADF NDF가 건물 소화율에 섭취량과의 높은 상관관계를 가진 사실을 근거로 추정한 계산 공식에 의하여 분석된 ADF 및 NDF치로 부터 계산하였다(Hooland 등. 1990).

(3) TMF 사료별 산유능력에 미치는 영향

매 10일 간격으로 유량과 유성분량을 조사하고, 기간 유량 산출에 의한 산유능력에 미치는 영향을 조사하였다.

(4) TMF사료의 pH 및 유기산 측정

TMF사료에 대한 pH는 digital pH meter(HANNA, USA)로 측정하고, 초산 프로피온산, 부틸산 등의 휘발성지방산의 분석은 Erwin 등 (1961)의 방법에 의하여 시료희석액 5ml에 HgCl2 1 ml와 25% metaphosphate 0.25 ml를 첨가한 후 3,500 rpm에 20분간 원심분리하여 -20℃에 보관하였다가 gas chromatography(Varien 6,000 Vista, USA) 로 농도를 측정하였다.

Ⅱ. 결과 및 고찰

1. 영양성분 및 품질평가 결과

젖소사양시험용 TMF사료의 개봉후 급여시의 영양성분 함량분석 및 품질평가 결과는 아래와 같다.

표 18. TMF 사료의 영양성분함량 (건물 %)

구분	건물(%)	조단백	ADF	NDF	TDN	P	Ca	RFV
옥수수	28.42	16.4	40.3	51.3	58.4	0.26	0.68	105.6
목초	26.45	17.2	39.2	49.2	60.2	0.31	0.87	112.3
호맥	24.76	16.8	39.9	52.2	58.3	0.30	0.74	106.3
유채	23.98	16.2	36.3	39.1	65.0	0.34	0.96	151.1
알팔파	26.77	19.2	41.2	48.2	65.1	0.42	1.29	131.7
연맥	27.08	17.2	39.4	52.0	59.3	0.33	0.84	115.6

시험사료의 건물함량은 옥수수, 연맥, 알팔파, 혼합목초, 호맥, 유채TMF가 각각 28.42, 27.08, 26.77, 26.45, 24.76, 23.98%의 순서로 높게 나타났는데(표 16), 이는 배합중의 수분량의 오차나 발효과정중 초종별 특성등 여러 가지 요인이 작용한 결과로 사료된다. 그리고 단백질함량은 알팔파, 혼합목초, 연맥, 호맥, 옥수수, 유채TMF가 각각 19.2, 17.2, 17.2, 16.8, 16.4, 16.2% 의 순서로 높게 나타났다.

가소화에너지 총량(TDN)에 있어서는 알팔파, 유채, 혼합목초, 연맥, 옥수수 및 호맥 TMF가 65.1, 65.0, 60.2, 59.3, 58.4 및 58.3%의 순으로 나타났다. 그리고 상대적 사료가치는 유채, 알팔파, 연맥, 혼합목초, 호맥 및 옥수수가 151.1, 131.7, 115.6, 112.3, 106.3, 105.6 으로 각각 나타내어 유채와 연맥TMF가 상대적으로 높게 나타났다.

1) TMF사료의 건물률 및 손실률, 일일평균섭취량

건물함량은 유채 23.98, 호맥 24.76, 목초 26.45, 알팔파 26.77, 연맥 27.08, 옥수수 28.42%를 각각 함유한 것으로 나타났으며(표 17), 표면부패량으로서 나타낸 건물손실율은 0.8 1.9% 범위로서 초종간에 어떠한 경향은 보이지 않는데 이는 제조 당시의 진압정도가 영향을 미친 것으로 생각된다.

초종별 기호성조사에서 젖소의 평균 일일 원물섭취량은 호맥TMF의 것이 가장 적은 45.74Kg으로 이는 두당 건물섭취량으로는 체중의 1.95%을 섭취한것이된다. 반면에 알팔파TMF의기호성이 가장 좋은 것으로 나타났는데, 원물섭취량이 62.85Kg으로서 두당 건물섭취량이 2.9%에 다달았다.

표 19. TMF사료의 건물률 및 손실률, 일일평균섭취량

구분	건물(%)	건물손실율(%)	Intake(WM kg) /day	DM Intake /weight(%)
옥수수	28.42	1.9	57.11	2.80
목초	26.45	2.1	60.48	2.76
호맥	24.76	1.5	45.74	1.95
유채	23.98	0.8	58.04	2.40
알팔파	26.77	1.0	62.85	2.90
연맥	27.08	1.6	54.61	2.55

(2) TMF사료별 pH, 암모니아태 질소 및 유기산함량

초종간의 pH는 전체적으로 3.89 4.87의 범위에서 옥수수TMF가 가장 낮고 유채, 알팔파, 연맥, 목초, 호맥순으로 높게 나타났다. 그리고 암모니아태 질소함량은 전체적으로 6.93 8.66의 범위에서 옥수수TMF가 가장 낮고, 목초, 연맥, 호맥, 유채, 알팔파 순으로 높게 나타났다.

휘발성지방산조성에 있어서는 A/P 비율이 호맥TMF가 0.96으로 가장 낮고 연맥이 2.61로서 가장 높은 조성비를 나타내었다.

젖산함량에 있어서는 호맥 8.4, 목초 15.42, 알팔파 16.8, 연맥 18.4, 유채 22.15, 옥수수 32.01으로 나타나 호맥TMF의 것이 가장 낮은 젖산함량을 나타내었고 옥수수TMF의 것이 가장 높은 함량을 나타내었다.

표 20. TMF사료별 pH, 암모니아태 질소 및 유기산함량

구분	pH	암모니아태 질소 (mg/dl)	젖산(mg/dl)	휘발성 지방산(mol %)			
				초산	프로피온산	낙산	A/P(%)
옥수수	3.89	6.84	32.01	55.0	31.4	8.3	1.77
목초	4.65	7.04	15.42	47.5	19.5	25.5	2.49
호맥	4.87	8.15	8.4	24.9	26.0	42.3	0.96
유채	3.97	8.20	22.15	52.1	27.8	15.3	1.97
알팔파	4.24	8.42	16.8	28.9	19.2	44.0	1.54
연맥	4.46	7.33	18.4	71.4	27.5	1.0	2.61

2. 젖소 사양시험 결과

1) 1차시험

표21. 시험기간 중 체중 및 BCS의 변화

구분	대조구	옥수수	유채	목초
건물섭취량 (%/ live weight)	2.65	2.80	2.40	2.76
체중(Kg)				
개시	568.1	577.7	575.2	578.5
종료	583.1	596.3	586.9	597.2
증체(g)	250.0	310.0	195.0	311.7
BCS				
개시	3.04	3.13	3.11	3.07
종료	3.20	3.38	3.30	3.34
차	0.16	0.25	0.19	0.27

젖소의 체중과 BCS에 대한 TMF사료 급여효과에 있어서는 건물섭취량이 높은 목초와 옥수수TMF에서 가장 좋은 것으로 나타났으며 유채TMF구는 대조구에 비해 건물섭취량도 적고 증체와 BCS에 있어서도 낮게 나타났다.

표22. TMF사료가 젖소 유생산성에 미치는 영향

구분	TMFs			
	대조구	옥수수	유채	목초
1일 유생산량 (Kg)	15.33	16.90	16.16	17.20
총 유생산량 (Kg)	920	1,014	970	1,032

표23. 시험기간중 유생산량의 변화

처리구	시험개시후 경과일수							
	예비	개시	10일	20일	30일	40일	50일	60일
대조구	20.0	18.4	15.9	15.4	16.2	14.6	13.6	13.2
옥수수	19.8	19.9	18.5	16.8	16.7	15.4	15.9	15.1
유채	20.3	19.4	19.2	17.8	14.6	14.2	14.1	13.8
목초	20.6	20.1	19.3	17.4	16.8	16.1	15.5	15.2

급여기간중 우유생산성은 목초, 옥수수, 유채의 순서로 대조구에서보다 높게 나타났다. 본시험 60일간의 급여기간중 일일유량의 지속성에 있어서도 대체로 같은 경향을 보였다.

표24. TMF사료별 유성분 조성

처리구	유 성 분(%)				
	지방	단백질	Lactose	S.N.F	total solid
대조구	4.51	3.52	4.67	8.81	12.76
옥수수	4.40	3.45	4.67	8.81	12.74
유채	4.79	3.45	4.59	8.71	12.57
목초	4.67	3.54	4.65	8.80	13.00

유성분 함량에 있어서는 시험구간에 특별한 경향을 보이지 않은 것으로 나타내었다.

나. 2차시험

표25. 시험기간 중 체중 및 BCS의 변화

구분	대조구	알팔파	호맥	연맥
건물섭취량 (%/ live weight)	2.44	2.90	1.95	2.55
체중(Kg)				
개시	576.1	567.1	569.8	579.0
종료	589.1	586.7	578.2	596.8
증체(g)	216.7	326.7	140.0	297.4
BCS				
개시	3.34	3.23	3.34	3.37
종료	3.42	3.40	3.30	3.46
차	0.08	0.17	△0.04	0.09

젖소의 체중과 BCS에 대한 TMF사료 급여효과에 있어서는 건물섭취량이 높은 알팔파와 연맥TMF에서 가장 좋은 것으로 나타났으며 호맥TMF구는 대조구에 비해 건물섭취량도 적고 증체와 BCS에 있어서도 낮게 나타났으며, 시험종료시 BCS가 개시시보다 오히려 0.04정도 낮아진 것을 알수 있었는데, 이는 호맥TMF사료의 수분함량이 상대적으로 높아 기호성 저하가 나타났으며 이로 인한 체중과 BCS에 대조구에서 보다 나쁜 결과를 나타낸 것으로 사료됨. 이후 산업화과정에서는 호맥TMF 에 대한 수분조절에 좀더 세심한 계산이 있어야 할것으로 사료된다.

표26. TMF사료가 젖소 유생산성에 미치는 영향

구분	TMFs			
	대조구	알팔파	호맥	연맥
1일 유생산량 (Kg)	17.42	18.95	16.16	18.12
총 유생산량 (Kg)	1,045.2	1137.0	969.6	1,087.2

표27. 시험기간중 유생산량의 변화

처리구	시험개시후 경과일수(일)							
	예비	개시	10일	20일	30일	40일	50일	60일
대조구	22.5	21.8	20.0	18.4	17.1	15.8	15.6	13.2
알팔파	21.9	22.0	20.7	19.2	19.0	18.6	17.2	16.1
호맥	22.2	21.9	17.8	16.9	16.1	15.2	13.6	12.8
연맥	22.6	22.2	20.5	18.6	17.4	16.9	16.4	15.2

급여기간중 우유생산성은 알팔파, 연맥TMF 급여구에서 대조구에서보다 비교적 높게 나타났으나 호맥TMF 급여구에서는 오히려 대조구보다 낮은 생산성을 나타내었다. 본시험 60일간의 급여기간중 일일유량의 지속성에 있어서도 대체로 같은 경향을 보였다.

표28. TMF사료별 유성분 조성

처리구	유 성 분(%)				
	지방	단백질	Lactose	S.N.F	total solid
대조구	3.98	3.25	4.33	8.79	12.77
알팔파	4.14	3.15	4.36	8.58	12.72
호맥	4.11	3.23	4.45	8.86	12.97
연맥	4.06	3.16	4.71	8.72	12.78

유성분 함량에 있어서는 시험구간에 특별한 경향을 보이지 않은 것으로 나타내었다.

Ⅲ. 적요

TMF사료의 산업화를 위한 대량생산체계 확립과 젖소 착유우에 대한 완전사료로서의 가치를 비교평가하고자 실제 착유중인 젖소를 대상으로 사양실증실험을 수행하여 젖소 착유우에 대한 각 초종별 섭취량을 조사하여 기호성을 비교하고, 젖소 착유우의 건강유지와 우유생산성에 미치는 영향을 비교 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 시험사료의 건물함량은 옥수수 TMF가 28.42% 로서 가장 높고 유채TMF가

23.98%로 가장 낮은 건물함량이 나타났다. 단백질함량은 알팔파TMF가 가장 높은 것으로 가소화총에너지 함량에 있어서도 알팔파TMF가 가장 높은 경향을 나타내었다.

2. TMF사료의 건물률, 손실률 및 일일평균섭취량

건물손실율은 0.8 1.9% 범위로서 초종간에 어떠한 경향은 보이지 않았으며, 초종별 기호성조사에서 젖소의 평균 일일 원물섭취량은 호맥TMF의 것이 가장 적은 45.74Kg으로 이는 두당 건물섭취량으로는 체중의 1.95%을 섭취한것이었다. 알팔파TMF의 기호성이 가장 좋은 것으로 나타났는데, 원물섭취량이 62.85Kg으로서 두당 건물섭취량이 2.9%에 달하는 것이었다.

3. pH는 전체적으로 3.89 4.87의 범위에서 옥수수TMF가 가장 낮고 유채, 알팔파, 연맥, 목초, 호맥순으로 높게 나타났다. 그리고 암모니아태 질소함량은 전체적으로 6.93 8.66의 범위에서 옥수수TMF가 가장 낮고, 목초, 연맥, 호맥, 유채, 알팔파 순으로 높게 나타났다. 젖산함량에 있어서는 호맥 8.4, 목초 15.42, 알팔파 16.8, 연맥 18.4, 유채 22.15, 옥수수 32.01으로 나타나 호맥TMF의 것이 가장 낮은 젖산함량을 나타내었고 옥수수TMF의 것이 가장 높은 함량을 나타내었다.

4. 휘발성지방산조성에 있어서는 A/P 비율이 호맥TMF가 0.96으로 가장 낮고 연맥이 2.61로서 가장 높은 조성비를 나타내었다.

제 5 절 결과 요약

1. 볏집과 곡류를 혼합한 6종류의 호맥, 옥수수, 유채, 혼합목초, 연맥 및 알팔파의 사료작물 사일리지를 제조하여 젖소용 완전사료로서 TMF사료를 제조하여 그 제조공정을 확립하였다.

2. 전처리로서 볏짚의 15분간의 수침세척 공정의 필요성과 공정을 확립하였다.

3. 곡류에 대한 가공의 필요성이 없음을 입증하였다.

4. TMF사료의 영양성분은 제조상태에 따라 변이가 있으므로 급여전의 TMF별 성분분석이 필요함을 알 수 있었다.

5. 건물손실율에서는 호맥 TMF사료에서 28.25%로 높았고 옥수수 TMF사료 10.9%로 낮았으며 일일섭취량은 유채 TMF사료에서 3.74kg으로 높았고 호맥 TMF사료

3.36kg으로 낮았다.

6. 면양 위내 발효성상에서 pH는 호맥 TMF사료에서 7.15로 가장 높았고 옥수수 TMF사료에서 6.79로 낮게 나타났다. 또한 시간별로는 사료급여후 3시간대에서 가장 낮았다.

7. 면양위내 총 휘발성지방산은 옥수수 TMF사료에서 90.19mmol%로 가장 높았고 호맥 TMF사료에서 73.34mmol%로 가장 낮게 나타났으며, 초산, 프로피오닉산 및 뷰틸산은 차이가 없었다. 그러나 초산/프로피오닉산 비율은 유채 TMF사료에서 4.23으로 가장 높았고 목초 TMF사료에서 3.98로 가장 낮게 나타났다.

8. 또한, 면양반추위내 총 박테리아수는 유채 TMF사료에서 6.2 x 1010으로 가장 많았고 연맥 TMF사료에서 2.8 x 1010으로 가장 낮게 나타났으며 시간별로 뚜렸한 차이는 없었다.

9. 그리고 볏짚의 TMF 사료제조과정중 소화율 향상 정도를 알기위한 in vitro 소화율 측정결과 1단계 배양결과에서 무처리볏짚 보다 TMF처리에서 평균 44%이상의 건물소화율을 나타내었으며, 2단계에서는 평균적으로 53%이상의 소화율을 나타내어 무처리 볏짚에비해 소화율이 크게 향상됨을 알 수 있었다.

10. TMF 사료의 일반조성분에 있어서는 TMF사료종류별 및 수확시기별로 CP, ADF, NDF 그리고 TDN, P, Ca 등 전체적인 영양소별 함량에 특별한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그리고 제조일자별 변화에 있어서도 특별한 변화양상을 찾아볼 수 없었다.

11. 제조과정중 발효일자별 TMF사료의 온도는 조사 하루전의 외부기온과 밀접한 영향을 나타낸 것을 보였으며, 외부기온에 비해 약 2-3℃ 정도 낮은 경향을 보였다.

12. 6종의 재배사료작물 TMF사료의 발효일자별 pH(산도) 변화에 있어서 초종간에 pH는 전체적으로 3.93 4.67의 범위에서 옥수수TMF가 가장 낮고, 연맥, 목초, 유채, 호맥, 알팔파 순으로 높게 나타났다. 그리고 제조 경과일에 따른 pH변화는 점차 낮아지는 것으로 나타났다. 그리고 수확시기에 따른 산도의 차이는 나타나지 않았다.

13. 초종별 암모니아태 질소함량은 연맥TMF가 가장 낮고, 옥수수, 목초, 호맥, 유채, 알팔파 순으로 높게 나타났다. 그리고 제조 경과일에 따른 변화는 어떠한 경향도 찾아볼 수 가 없었으며, 수확시기에 따른 암모니아태 질소함량에 있어서는 어떠한 경향을

찾을 수 없었다.

14. 제조일자별 수확시기별 휘발성 지방산과 총지방산함량의 변화는 초산과 프로피온산 등 휘발성 지방산 함량은 호맥TMF가 가장 작은것으로 나타났으며 TMF사료별 초종간에는 차이를 보이지 않았다. 그리고 제조후 경과일자별에 있어서도 특별한 변화를 보이지 않았으며 프로피온산 함량에 있어서는 호맥TMF를 제외한 모든 TMF사료에서 제조 25일 이후부터의 상승과 안정성을 보였다.

15. 또한, butyrate 함량은 전체적으로 10 m mol%수준의 낮은 수치를 나타내었는데, 경과일수 60일 이후의 함량이 증가하는 양상을 보이고 있었다.

참고 문헌

Armstrong, D. G. 1968. The amount and physical form of feed and milk secretion in the cow. Proc. Nutr. Soc. 27:57.

Bath, D. L. and L. F. Bennett. 1980. Development of a dairy feeding model for maximising incom above feed cost with access by remote computer terminals. J. Dairy Sci. 63:1379-1389.

Beck, T. 1978. The microbiology og silage fermentation, In Fermentation of Silage-a Review, edited by M. E. McCullough, pp.61-115, National Feed Incredients Association, Iowa, U. S. A.

Borland, K. and E. M. Kesler. 1979. Complete rations for Holstein calves 8 to 18 weeks of age. J. Dairy Sci. 62:304.

Broster, W. H., J. D. Sutton and J. A. Bines. 1978. Concentrate: forage ratios for high yielding dairy cows. Page 99 in Recent advances in animal nutrition-1978. W. Haresign and D. Lewis, ed. Butterworths, London.

Carter, E. S.(editor). 1980. Complete diet feeding of dairy cows. Supplementary Report on Investigations during 1978-1979. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. ADAS.

Church, D. C.1991. Livestock feeds and feeding. 3rd Ed. Prentice-Hall, Inc. U.S.A P55-100, 218-243.

Coppock, C. E., D. L. Bath and B. Jr. Harris. 1981. From to feeding systems. J. Dairy Sci. 64:1230.

Derbyshire, J. C., L. H. Gordon and J. I. Humphrey. 1968. The value of fortified corn silage as a complete ration for milking cows. J. Dairy Sci. 51:961 (Abstr.).

El Hag, H. M. A. and J. F. D. Greenhalgh. 1982. Intake and digestibility in sheep fed on alkali-treated straw and concentrates, as complite diets or separate feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 7:271-276.

Ely, L. O., E. M. Sudweeks and N. J. Moon. 1981. Inoculation with Lactobacillus plantarum of alfalfa, corn, Sorghum and wheat silage. J. Dairy Sci. 64:2378-2387.

Emery, R. S., L. D. Brown and J. W. Thomas. 1964. Comparison of corn cobs and hay in ground, restricted-roughage rations affecting milk composition. J. Dairy Sci. 47:1322.

Fossland, R. G. and J. B. Fitch. 1958. Use of pellets made from finely ground alfalfa in dairy rations. J. Dairy Sci. 41:1484.

Galyean et al. 1981. Dry matter and starch disappearance of corn and sorghum as influenced by particle size processing. J. Dairy Sci. 64:1804.

Gardner, K. E. and W. T. Akers. 1955. J. Anim. Sci. 14:1203(Abstr.).

George E. Hawkins. 1967. Comparison of group and individual feeding of cocentrates to dairy cattle. J. Dairy Sci. 50:618(Abstr.).

Haresign, W. and D. J. A. Cole(editor). 1981. Recent Developments in Ruminant Nutrition. Butterworths, London.

Hathorn, F. and A. H. Rakes. 1966. Effect of introducing materials of different nutritive potential into the rumen on the voluntary intake of hay by steers. J. Dairy Sci. 49:453.

Henderson, A. R., & P. McDonald. 1984. The effect of a range of commercial inoculants on the biochemical changes during the ensilage of gras sin laboratory studies. Res. Dev. Agri. 1:171-176.

Hernandez-Urdaneta, A., C. E. Coppock, R. E. McDowell, K. Gianola and N. E. Smith. 1976. Change in forage-concentrate ratio of complete feeds for dairy cows. J. Dairy Sci. 59:695.

Heron, S. J. E. 1985. The nitrogenous changes during ensilage, Ph. D thesis, Univ. Edinburgh, UK.

Hibbs, J. W. and H. R. Conrad. 1969. Corn silage in a complete ration for dairy calves. Ohio Agr. Res. and Dev. Center Res. Circ. 164:3.

Holter, j. B., W. E. Urban, Jr, H. H. Hayes and A. Davis. 1977. Utilisation of diet components fed blended or separately to lacting cows. J. Dairy Sci. 60:1288-1293.

Hooven, N. W., R. M. Johnson and R. D. Plowman. 1971. Complete feed corn silage fed at two stages of lactation. J. Dairy sci. 54:782(Abstr.).

Hunt, G. C. 1971. Studies with cottonseed hulls as the roughage in complete dairy rations. Ph.D. Thesis Miss. State University.

Johnson, P. L., A. Reed and H. H. Olson. 1967. Comparison of roughage and protein sources in complete feeds for dairy cows. J. Dairy Sci. 50:964.

Kaufmann, W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on PH-regulation in the rumen and feed intake in ruminants. Livest. Prok. Sci. 3:103.

Kesler, E. M., P. T. Chandler and A. E. Branding. 1967. Dry molasses product using waste paper as a base for a possible feed for dairy cattle. J. Dairy Sci. 50:1944.

Kesler, E. M. and S. L. Spahr. 1964. Psysiological effects of high level concentrate feeding. J. Dairy Sci. 47:1122.

Keys, J. E., R. E. Pearson, N. W. Hooven, H. F. Tyrrell and G. W. Bodoh. 1983. Individual versus group feeding of constant versus variable forage : concentrate of total mixed rations through two lactations and intervening dry period. J. Dairy

Sci. 66:1076- 1083.

Klosterman, E. W., R. R. Johnson and K. E. McClure. 1964. Digestibility of a complete corn silage. J. Anim. Sci. 23:1223(Abstr.).

Langston, C. W., & C. Bouma. 1960. Types and sequence change of bacteria in orchardgrass and alfalfa silages. J. Dairy Sci,. 43:1575- 1584.

Langston, C. W., C. Bouma, & R. M. Conner. 1962. Chemical and baceriological changes in grass silage during the early stages of fermentation. **II**. Baceriological changes. J. Dairy Sci., 45:618- 624.

Leighton, R. E. and I. W. Rupil. 1964. Comparison of the feeding values of various low- roughage rations and a normal ration for dairy cows. J. Dairy Sci. 47:708.

Leighton, R. E. and R. E. Helm. 1967. Ad libtum feeding of complete rations to dairy cows. J. Dairy Sci. 50:617.

Lindgren, S., P. Singvall, A. Kaspersson, A. de Dartzow and E. Rydberg. 1983. Effects of inoculants, grain, and formic acid on silage fermentation. Swedish J. Agri. Res.,13:91- 100.

Macleod, G. K., D. G. Grieve and I. McMillan. 1983. Performance of first lactation dairy cows fed complete rations of several ration of forage to concentrate. J. Dairy Sci. 66:1668- 1674.

Mbatya, P. B. A., M. Kay, R. L. Smary and J. Milne. 1983. Methods of improving the utilisation of cereal straw by ruminants. **II**. Further studies on dried grass as a supplement for lambs. Anim. Feed Sci. Technol. 8:229- 235.

McCoy, G. C., H. H. Olson and A. Reed. 1965a. Digestibility of three complete dairy feeds J. Anim. Sci. 24:896.

McCoy, G. C., H. H. Olson and A. Reed. 1965. Comparison of roughages in a complete feed for dairy cows. J. Dairy Sci. 48:799.

McCullough, M. E. 1972. Factors to consider when building complete ration for dairy cows. Page 1 in Proc. Maryl and Nutr. Conf.

McDonald, P. 1976. Trends in silage making, In Microbiology in Agriculture,

Fisheries, and Food, pp. 109-123, Academic Press, New York.

Mcdonald, P. 1981. The biochemistry of Silage, John Wiley & Sons.

McEllhiney, R. R. 1985. Feed manufacturing technology III. AFMA.

Miloslav Rechcigl, Jr., 1982. Handbook of nutritive value of processed food. Vol. II. Animal feedstuffs. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. P 41-140.

Moon, N. J., L. C. Moon, L. O. Ely and J. A. Parker. 1981a. Lactic acid bacteria active during the fermentation of wheat silage in small scale silos. European J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 13:248-250.

Moon, N. J., L, O. El and E. M. sudweeks. 1981b. Fermentation of wheat, corn, and alfalfa silages inoculated wht Lactobacillus acidophilus and a Candida spp. at ensiling. J. Dairy Sci. 64:807-813.

Moon, N. J. 1981. Effect of inoculation of vegetable processing wastes with Lactobacillus Plantarum on silage fermentation. J. Sci. Food Agri. 32:675-683.

Murdock, F. R. and A. S. Hodgson, 1977. Cubed complete ration for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 60:1921-1931.

Nocek, J. E., R. L. Steele and D. G. Braund. 1986. Performance of dairy cows fed forage and grain separately versus a total mixed ration. J. Dairy Sci. 69:2140-2147.

O ' Leary, J and R. W. Hemken. 1984. Evaluation of inoculants for silage. J. Dairy Sci., 67(Suppl):136.

Ohyama, Y., T. Morichi and S. Masaki, 1975. The effect of inoculation with Lactobacillus plantarum and addition of glucose at ensiling on the quality of aerated silages. J. Sci. Food Agri., 26:1001-1008.

Oi Menna, M. E., J. N. Parle and R. J. Lancater. 1981. the effects of some additives on the microflora of silage. J. Sci. Food Afri. 32:1151-1156.

Olson, H. H. 1965. What do we know about complete feeds for dairy cattle ?. Cornnell Nutrition Conf. Feed Mfg. P 80.

Owen, F. G. and W. T. Howard. 1964. Self fed rations of alfalfa silage-ground ear corn for lactating cows. J. Dairy Sci. 47:707.

Owen, J. B. 1984. Complete diet feeding for cattle. Livest. Prod. Sci. 11:269-285.

Owens, J. B., E. L. Miller and P. S. Bridge. 1971. Complete diets given ad libitum to dairy cows: the effect of straw content and of cubing the diet. J. Agric. Sci. 77:195-202.

Pardue, F. E., O. T. Fosgate, G. D. O'Dell and C. C. Brannon. 1975. Effects of complete ensiled ration on milk production, milk composition and rumen environment of dairy cattle. J. Dairy Sci. 58:901.

Putnam, P. A. and R. E. Davis. 1961. Effect of feeding complete ration to lactating cows. J. Dairy Sci. 44:1465.

Ronning Magnar. 1960. Effect of varying alfalfa hay-concentrate rations in a pelleted ration for dairy cows. J. Dairy Sci. 43:810.

Schurman, E. W. and E. M. Kesler. 1974. Protein-to-energy ratios in complete feeds for calves at ages 8 to 18 weeks. J. Dairy Sci. 57:1381.

Seale, D. R. and A. R. Henderson. 1984. Effect of inoculation with homoferonentative and geterofermentation lactic acid bacteria on silage fermentation, In Seventh Silage Conference, pp. 5-6, edited by F. J. Gordonm, and E. F. Unsworth. The Queen's University, Belfast.

Seale, D. R. 1986. Bacterial inoculants as silage additives. J. Appl. Bacteriol. 61(Suppl. No. 15) : 9 S-26 S.

Smith, N. E., G. R. Ufford, C. E. Loppocd and W. G. Merrill. 1978. Complete ration group feeding systems for dry and lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 61:584.

Smith, N. E. 1971. Feed Efficiency in intensive milk production. Univ. California 10th Ann. Dairy Cattle Day Rep., P 40.

Spahr, S. L. and K. C. Harshbarger. 1971. Effect of production and ration composition on production performence of cows fed mixed ration of corn silage and concentrate. J. Dairy Sci. 54:207.

Speckman, C. A., R. M. Philips, D. P. Linnertz, J. C. A. Burgr, L. A. Carver, and R. B. Parker. 1981. A survey for indigenous Lactobacillus species on standing field corn at ensiling maturity. J. Animal Sci. 53(Suppl.):99.

Stirling, A. C. and R. Whittenbury. 1963. Sources of lactic acid bacteria occurring in silage. J. Appl. Bacteriol. 26:86-90.

Theurer. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. J. Anim. Sci. 63:1649.

Thorne, D. M. 1981. the microbiology of H/M innoculant silage additive, In Sixth Silage Conferenec, ed. by R. D. Harkess, & M. E. Castle, pp. 69-70, The Edinbrugh School of Agriculture, Edinburgh.

Themere, A. W., W. G. Merrill and J. K. Lossli. 1968. Adaptation to high-concentrate feeding as related to acidosis and digestive disturbances in dairy heifers. J. Dairy Sci. 51:1065.

Van Horn, H. H., S. P. Marshall, G. T. Floyd, E. A. Dlaloku, C. J. Wilcox and J, M, Wing. 1980. Complete rations for growing dairy replacements utilizing by-product feedstuffs. J. dairy Sci. 63:1464-1474.

Villavincencio, E., L. L. Rusoff, R. E. Girovard and W. H. Water. 1968. Effect of long-term feeding of complete feeds to high-producing cows. J. Dairy Sci. 52:623.

Walker, C. K. and J. M. Elliot. 1969. Effect on early lactation of feeding a milk fat-depressing ration prepartum. J. dairy Sci. 52:1582.

Wallenius, R. W. and F. R. Murdock. 1977. Protein for calves on a limited milk-early weaning system. J. Dairy Sci. 60:1422.

Warner, R. G., A. N. Battacharya and K. L. Davison. 1966. Observations of mechanisms affecting voluntary intake in ruminants. Proc. Cornell Nutriton Vonf. for Feed Mfg. P24.

Whittenbury, R. 1968. Microbiology of grass silage. Process Biochem. 3:27-31.

Woolford, M. K. and M. K. Sawczyc. 1984a. An investigation into the effect of culures of lactic acid bacteria on fermentation in silage. 1. Strain selection. Grass Forage Sci., 39:139-148.

Woolford, M. K. and M. K. Sawczyc. 1984b. An investigation into the effect of culures of lactic acid bacteria on fermentation in silage. 2. Use of selected strains in laboratory-scale silages. Grass Forage Sci., 39:149-158.

Woolford, M. K. 1984. The Silage Fermentation, Marcel Dekker, New York.

강태홍 등. 1980. 볏짚 사일리지 제조시험 Ⅰ Ⅱ 한축지: 22(6):439-446.

강태홍 등. 1981. 볏짚 사일리지 제조시험 Ⅱ. 한축지. 23:(2):97-102.

고영두. 송도준. 1977. 한우에 대한 전분박강 silage 급여시험 한축지: 19(5):370-374.

고종열 등. 1989. 볏짚의 펠렛화 및 화학적 처리가 in sacco 분해율 및 반추위 성상에 미치는 영향. 한영사보: 13(3):150-155.

김강식. 1992. UR 대응 농업기술 개발시책 방향. 제1회 축산과학기술강습회,영양. 사료분야 최신 연구동향. 서울대학교 축산과학기술 연구소. P 1-12.

김동암 등. 1987. 초지학 총론. 선진문화사. P 359-389.

김영길. 1986. 사료의 가공방법이 전분의 이용율에 미치는 영향 한국영양사료연구회보 10(2):201.

김영길. 1991. 곡류사료의 가공과 이용. 1991 사료가공 단기과정. 1991. 4월. 한국영양사료학회지. pp. 188-203.제 4 절 참 고 문 헌

김영길 등. 1990. 곡류의 가공방법이 전분분해 속도에 미치는 영향. 동아대 농업기술연구소보. 11(1):21-31.

김준식 등. 1989. 암모니아 및 가성소다 처리 볏짚급여가 젖소의 산유능력에 미차는 영향. 한국낙농학회지. 11(2):65-73.

맹원재. 1991. TMR의 제조와 급여효과. 1991사료가공 단기과정. 1991. 4월. 한국영양사료학회지. pp. 291-298.

문양수. 1990. 볏짚의 사료가치 개선에 관한 연구 I. 한영사보. 14(3):84-89.

문양수. 1990. 볏짚의사료가치 개선에 관한 연구 I-III. 한영사보 : 14(3)84-89, 1991. 한국영양사료학회지:15(4):182-185, 186-189.

문양수 등. 1990. 볏짚의 사료가치 증진을 위한 적정 알카린 H2O2 처리 수중에 관한 연구.한축지. 32(10):603-608.

문태현, 1994. 볏짚의 화학적 처리가 볏짚의 표면구조위 변화, 반추위 미생물 부착 및 소화 특성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.

신형태. 1988. 고능력우 사양관리. 축산신보.

신형태. 1991. 조사료 가공기술. 1991사료가공 단기과정. 1991. 4월. 한국영양사료학회. pp. 274-285.

신형태 등. 1980. 가성소다 처리가 볏짚의 나이론 주머니 소화율에 미치는 영향. 성균관대논문집 제 28집. 169-187.

신형태 등. 1981. 가성소다 처리에 의한 볏짚 silage의 사료가치 증진 연구. 성균관대논문집 제 30집.

오상집. 1991. 사료제조 및 가공의 과거와 미래. 1991. 사료가공 단기과정. 1991. 4월. 한국영양사료학회. pp. 138-140.

이남형 등. 1977. 볏짚의 사료가치 증진에 관한 연구. 한축지. 19(5):363-366.

이상법 등. 1983. 농가부산물(채소잎) silage 조제 시험. 한축지. 4(1):23-27.

이인형. 1992. 사료산업 발전을 위한 정책방향. 제1회 축산과학기술강습회, 영양사료분야 최신 연구동향. 서울대하교 축산과학기술연구소. pp. 158-168.

장종수 등. 1989. 볏짚의 길이가 면양의 소화관내 통과 속도 및 소화에 미치는 영향. 한영사보. 13(1):19-24.

하종규 등. 1993. 화학적 처리에 의한 볏짚의 사료가치 증진에 관한 연구 I-IV. 한영사지. 17(4):224-231, 17(5):270-277, 17(5):278-284.

한인규. 1986. 저질 조사료의 사료가치 개선방안에 관한 연구. 한국영양사료연구회보. 10(2):168-200.

한인규. 1992. 세계축산 및 사료가공산업의 현황과 전망. 제1회 축산과학기술강습회, 영양사료분야 최신 연구동향. 서울대학교 축산과학기술연구소. pp. 13-47.

한인규 등. 1986. **볏짚-목건초를 이용한 축우의 완전사료 제조**. **과학기술처**.

제 3 장 한우용 TMF사료 분야

제 1 절 서 설

1. 한우에 있어서 조사료의 중요성

한우는 본래가 풀을 먹고 사는 초식가축이며 생리학적으로는 반추위라는 특수한 소화기관을 가지고 있는 동물로서 주식이 조사료이고 농후사료는 부식 또는 첨가제와 같은 기능을 갖는다. 즉, 양질의 조사료만으로도 생명활동을 유지하는데 있어서 하등의 자장을 초래하지 않는다고 하였으며, 장기간의 조사료 공급 부족은 축우의 각종 대사성 질병을 야기하게 되고 경제수명의 단축을 초래한다고 하여 조사료와 농후사료의 공급비율의 중요성을 강조하고 있다.

2. 볏짚을 포함한 농산 부산물의 조사료자원으로의 활용과 그 중요성

- 이용되지 못하는 농산 부산물은 곧 폐기물로써 환경오염원이 된다 -

가. 고간류 농산 부산물의 사료적 가치와 이용성 증진

1) 거의 대부분의 고간류들은 에너지원으로써 직접 가축이 이용 가능한 섬유소, 반추미생물에 의해 이용 가능한 가소화 에너지원, 그리고 물리적(분쇄, 펠렛화), 화학적(가성소다, 암모니아 및 과산화수소) 처리에 의해 이용 가능해지는 잠재 에너지원으로써 그 사료적 가치가 인정되고 있다.

2) 볏짚은 우리나라 총 농산부산물 생산량의 60% 이상을 차지하고 있는 가장 중요한 부존자원이다.

3) 볏짚은 전통적으로 우리나라 고유의 한우에 대한 월동용 조사료로 이용되어 왔는데, 현재 매년 생산되는 700 800여 만톤의 볏짚 중 약 15% 수준인 100 120여 만톤만이 축우용 특히 한우용으로 공급이 이루어 지고 있는 실정이다.

4) 볏짚의 이용 효율 증진을 위한 수많은 연구들이 수행되어 보고되어 왔고, 암모니

아 처리 지원사업(1993년, 21만 여튼)등 정부차원에서의 지원사업도 적극적으로 추진되고 있지만 그 보급과 실제적 이용이 미비한 이유는 노동력의 부족, 처리기술과 공정의 어려움, 수송와 보관 시설비의 추가, 합리적 급여 체계의 미비 등 양축가 개개인이 부담하기에는 너무도 무거운 짐이 되고 있기 때문이다.

5) 실제 양축농가에서는 볏짚에 대한 적절한 절단처리로 볏짚의 섭취량 증진과 허실량을 크게 감소 시킬 수 있다고 홍보해도 이를 이행하는 농가는 적으며, 볏짚을 절단하지 않고 원료 그대로 급여하는 농가가 많은데, 이러한 농가의 경우 매년 급여하는 볏짚량의 30 40% 이상을 급여허실로 잃고 있는 실정이다.

나) 다즙성 농산가공부산물의 사료적가치 증진

1) 국민 식생활 수준의 개선과 가공산업의 발달로 각종 농산 생산물들의 상당량이 산업적으로 통조림 또는 액화 쥬스형태로 대량가공 처리되고 있는데, 이러한 가공상품 제조 과정중에 대량의 부산물들(껍질, 섬유성 내용물, 등급외품 등)이 남게 되며, 이들 대부분은 폐기물로서 버려지고 있다.

2) 농산부산물 중 특히 가공 부산물 중에는 사과, 복숭아, 감귤 등 당과 섬유성이 풍부한 과일 가공 부산물과 비지 맥주박 등의 곡류 가공 부산물이 우리나라 가공산업의 발달과 함께 양산되고 있는데, 이러한 가공 부산물들은 수분함량이 높고(70 90%이상) 부폐가 쉽게 일어 나는 특성을 갖고 있어 그대로 버려질 때 주변환경에 미치는 오염정도가 심각하므로 이러한 가공 부산물들에 대한 처리가 필요한데, 이때 폐기물로써의 처리비용이 너무 많이 소요된다. 그러므로 이들 버려져 환경 오염원인 농산 가공부산물의 조사료 자원화에대한 연구는 양축 사양 기술적 · 경제적 · 사회적으로 대단히 중요하다고 할 수 있다.

3. 발효사료의 중요성

전통적인 한우 사양은 우리나라 한우사육의 역사만큼 오랫동안 청초기에는 충분한 꼴을 급여 할수 있었으나 청초가 없는 겨울철에는 볏짚, 콩깎지, 무청 등의 각종 농가부산물이나 고간류들을 혼합하여 물과 함께 삶아서 급여하였는데, 이를 쇠죽이라고 하였

다. 이는 조악한 조사료에 대한 훌륭한 가공처리법으로서 고간류 등의 소화율이 낮고 기호성이 낮은 사료자원들이 발효를 통해 기호성 증진과 소화이용성 증진효과가 탁월한 것이었다.

본 연구에서 연구하고자 하는 한우용 TMF사료도 일종의 발효숙성을 통한 사료의 기호성과 소화 이용성을 증진시켜 급여한다는 면에서 전통의 쇠죽과 같은 발효사료의 하나라 할 수 있다. 국내에서 매년 막대한 양의 농산부산물이 생산되고, 쓰레기로 그냥 버려지고 있어 환경문제를 심각하게 야기되고 있는데, 이들 중 고수분의 농산 가공부산물과 볏짚을 주 원료로 하고 대두, 옥수수 등의 곡류를 혼합하여 사일로에 담아 발효시킴으로서 환경오염물의 혁신적인 감소와 한우의 사료자원 확충을 동시에 달성하게 되어 사회·경제적 많은 문제점을 한꺼번에 해소할 수가 있을 것이다.

제 2 절 여러가지 첨가제의 종류와 첨가수준이 고수분유기성 농산가공부산물의 보관성에 미치는 영향 연구

본 연구진들은 고수분 농산가공 부산물등의 고수분 유기성물질과 우리나라에서 가장 풍부하지만 이용성이 낮고 품질이 낮은 볏짚등의 고간류 부산물을 함께 배합하여 사일리지 발효과정을 통하여 품질이 우수한 일종의 완전배합발효(TMF) 사료의 개발과 공정정립 및 산업화를 목적으로 이른바 한국형 완전사료를 개발하는 과정에서 우선적인 해결해야할 과제를 발견하였다. 새로운 사료자원으로서 가능성이 충분한 이러한 농산가공 부산물들은 한 개의 가공공장에서 생산되는 량은 일정하며 매일의 생산량을 수거해주기를 바란다는 수급상 특성을 갖고 있으며, 특히 성상에 있어서 수분함량이 80% 이상의 고수분의 것이 대부분이고, 단백질등의 상당한 영양소를 함유한 유기물로서 공기중에서 부패, 발효등 변질성이 높은물질로 되어있다는 특성이 있다.

그런데, 본연구의 목적물인 완전배합발효사료 제조공정의 특성인 일괄 대량제조 체계에 의해 고수분 농산가공부산물을 일정기간 일정한 물량이 확보될때까지 실온상태에서의 보관이 필요하다는 문제점이 대두되었다.

우선 고려할 것으로는 원료 농산가공부산물중의 미생물활동을 최대한 억제하고 변질을 방지하여 신선원료에 가까운 상태로 사일리지로 제조하는 것이 이상이라고 볼 때,

가장 우선하는 과제는 원료인 농산가공부산물에 대한 보존성 증진을 위한 가장 경제적이고도 우수한 보존성을 갖는 첨가제의 종류와 그 첨가수준을 결정하는 것일 것이다.

그래서 본 연구진은 예비시험으로서 조섬유함량이 높고 수분함량이 30 40%정도(중수분함량)되는 시판 TMR사료에 대한 여러 가지 첨가제 처리에 따른 변화를 조사하고, 다음으로는 TMF사료의 주된 원료로 사용할 고수분 농산가공부산물에 대하여 각 농산부산물의 생산의 계절성에 맞추어 1단계 봄철(4 6월)에는 생맥주박과 베지밀박의 2종류를, 2단계로서 가을철(9 12월)에는 당근박, 사과박, 귤박등 3종류를, 그리고 3단계로서는 사회적으로 가장 관심도가 높은 음식잔반에 대한 처리의 수순으로 일련의 첨가제 종류별 첨가수준 결정 시험을 계속하고자 한다.

본 연구개발기간중에는 그중 1단계 생맥주박과 베지밀박에 대한 고온다습한 우리나라 여름 기후 상태하에서의 보존성을 증진시킬 수 있는 첨가제를 발견코자 시험을 실시하였고, 연구개발이 종료된 이후에도 이러한 일련의 보존첨가제의 개발을 목적으로하는 일련의 시험들을 계속 수행할 계획이며 연구기간중 이루어진 시험은 다음과 같다.

Ⅰ. 재료 및 방법

1. 시험기간 및 장소

- 시험기간 : 1995 8. 8. 1997. 7. 6
- 시험장소 : 서울대학교 동물자원과학과

2. 시험 재료

시험 1. 여러 가지 첨가제와 그 수준이 수분함량이 높은 TMR의 보관성 및 영양가치에 미치는 영향

표 29. 공시 TMR사료의 구성

원 료	수량 (Kg)	비율 (%)
1. 야생귀리	300	13.53
2. 루핀	30	1.35
3. 면실펠렛	30	1.35
4. Alfalfa super pellet ①	480	21.66
5. Alfalfa super pellet ②	80	3.61
6. 탈지피(Rice hull)	70	3.16
7. 전지면실	80	3.61
8. 맥주박	1,000	45.13
9. Top & Bagasse	80	3.61
10.Alfalfa Bale	66	2.99
합 계	2,216	100

첨가제로서는 개미산, 당밀, 소금, 바시트라신, 아황산소다, 요소 그리고 스타터를 사요하였다. 대조구는 첨가제를 전혀 처리하지 않았으며 개미산 처리구는 3 수준으로 하여 원료 15 kg에 대하여 두어 각각 0.2%, 0.4%, 0.6%를 첨가하였다. 당밀은 수준별로 1.0%, 2.0%, 4.0%를 첨가하였으며, 소금은 0.1%, 0.2%, 0.3%를, 바시트라신은 2.5 ppm, 5.0 ppm, 10.0 ppm을, 아황산소다는 0.2%, 0.4%, 0.6%를, 요소는 0.5%, 1.0%, 1.5%를, 스타터는 0.5 ppm, 1.0 ppm, 2.0 ppm을 첨가하였다. 이를 여름철 고온기에 실온상태로 30일간 방치한 후 그 일반 성분함량의 변화를 조사하였다.

시험 2. 여러 가지 첨가제의 종류와 수준이 고수분 농산가공부산물인 베지밀박과 생맥주박의 보존성에 미치는 영향

가. 공시 원료 농산가공 부산물

생 맥주박, 베지밀 박 (2종)

나. 처리방법

1) 첨가제 종류 및 수준

표 29. 첨가제별 처리수준

원료 / 첨가제		생 맥주박(비율/원물Kg)		베지밀박(비율/원물Kg)	
		저농도	고농도	저농도	고농도
소금		1.0%	2.0%	1.0%	2.0%
Methionie Hydroxy Analog		5%	10%	5%	10%
Ca- propionate		0.4%	0.8%	0.4%	0.8%
inoculant mixture		11.35ppm	22.7ppm	11.35ppm	22.7ppm
계	4종	생맥주박 원료 8Kg		베지밀박 원료 8Kg	

2) **첨가제별 처리 방법**

가) **소금**

- **처리** : **소금/원료**= 80g/8,000g(1%), 160g/8,000g(2%)→ **배합**
- **보존비** : 2,160**원/원료 톤**, 4,320**원/원료 톤**, **구입가격**: 10,800**원**/50Kg(216**원**/Kg)

나) Methionie Hydroxy Analog

- **처리** : **첨가제(액상)/원료**= 400g/8,000g(5%), 800g/8,000g(10%)
- **보존비** : 1000**원/원료 톤**, 2000**원/원료 톤**, **구입가격**: 5,000**원**/250Kg(20**원**/Kg)

다) Ca - propionate

- **처리** : **첨가제/원료**= 32g/8,000g(0.4%), 64g/8,000g(0.8%)
- **보존비** : 4,400**원/원료 톤**, 8,800**원/원료 톤**, **구입가격**: 1,100**원**/1Kg

라) inoculant mixture

첨가제/원료= 7.57cc(**배양희석액**)/8,000g(22.7ppm), 7.57cc(**배양희석액**)/8,000g(11.35ppm)

- **처리**

0. **배양액**(1) : **첨가제/원료**= 7.57cc(**배양희석액**)/8,000g(22.7ppm)

1,135g/18,926.5cc(24**시간 실온배양**)→ 75,700cc **물에 희석 사용**= 94,630 cc/100**톤 원료**

(**희석액** 0.95g/**원료**Kg = 0.095%)

1g/16.68cc(**배양**) → 66.72cc **희석액** = 83.4cc**중** 7.57cc/8Kg**원료**

보존비 : 2,700**원/원료 톤**

0. **배양액**(2) : **첨가제/원료** = 7.57cc(**배양희석액**)/8,000g(11.35ppm)

2,270g/18,926.5cc(24**시간 실온배양**) → 75,700cc **물에 희석 사용**

(희석액 0.95g/원료Kg = 0.095%)
2g/16.68cc(배양) → 66.72cc 희석액 = 83.4cc중 7.57cc/8Kg원료
보존비 : 5,400원/원료 톤, 구입가격: 270,000원/1.135Kg

5) 조사방법 및 항목
가) 시험 1. 첨가제 처리후 30일간 실온방치 후 영양성분 함량조사
나) 시험 2. 첨가제 처리후 20일간 일자별 품질 및 외관검사
- 관능검사 : 시료에 발생한 곰팡이의 유무 및 색깔(%)
- 기상온도 : 시험기간중 일일 최고 최저온도
- 시료온도 : 시료의 일일 최고 최저 온도
- pH 변화 : 시료의 pH
- 휘발성 지방산

II. 결과 및 고찰

시험 1. 여러 가지 첨가제와 그 수준이 수분함량이 높은 TMR의 보관성 및 영양가치에 미치는 영향

1. 첨가제 처리수준별 영양성분함량 변화

첨가제 처리수준별 영양성분함량의 변화를 조사하기 위한 영양성분함량은 변화를 조사한 결과는 다음과 같다.

시험사료의 수분함량은 40%내외 인 것으로 나타났으며, 단백질은 건물중 19 20% 내외였으며, TDN은 78 82%, ADF는 12% 내외, NDF는 40% 내외, Ca는 0.65 0.93%, P는 0.23 0.32%, K는 2.7% 내외 그리고 Mg는 0.3% 내외로 나타났으며, 보관기간중 2일부터 시험사료 전반에 색상의 변화, 연성화등의 퇴비화 현상이 나타나기 시작하였으며, 30일이 경과한 뒤에는 전체적으로 퇴비화가 이루어진 것을 알 수 있었다. 개미산, 소금, 아황산 소다 및 바시트라신 처리구의 것은 다소 이러한 변질 즉, 외관상 퇴비화 속도가 늦어지거나 부분적 퇴비화가 나타난 것을 관찰할 수 있었다.

표 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36에서와 같이 전체적으로 첨가제 처리후 수분의 소량 감소 경향이 있었으나 개미산의 처리에 의하여 영양성분 함량 변화는 찾을 수 없었다.

표 30. 개미산 처리에의한 영양성분함량 변화 (건물 %)

구분	첨가수준							
	0		0.2%		0.4%		0.6%	
	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과
수분	40.33	34.22	41.76	40.74	42.20	39.33	41.84	40.30
TCP	18.95	18.45	18.85	18.00	18.83	17.41	17.30	18.00
TDN	80.30	81.11	79.40	80.61	78.88	80.24	81.73	80.67
ADF	12.83	11.99	13.73	12.33	14.23	13.83	11.63	12.03
NDF	39.60	35.43	39.70	39.11	40.25	39.49	39.70	39.52
Ca	0.88	0.82	0.92	0.86	0.93	0.89	0.65	0.69
P	0.23	0.31	0.23	0.29	0.26	0.27	0.32	0.33
K	2.74	2.01	2.70	2.44	2.73	2.74	2.63	2.69
Mg	0.30	0.32	0.29	0.31	0.30	0.34	0.28	0.27

표 31. 당밀 첨가에의한 영양성분 함량 변화 (건물 %)

구분	첨가수준							
	0		1.0%		2.0%		4.0%	
	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과
수분	40.33	37.41	40.88	40.42	40.42	40.30	39.68	36.33
TCP	18.95	17.68	20.43	19.95	19.60	18.99	19.88	19.98
TDN	80.30	81.02	83.40	82.17	83.33	82.20	85.33	84.32
ADF	12.83	12.88	12.30	11.19	9.95	10.64	17.98	18.01
NDF	39.60	39.01	33.23	34.60	36.90	40.01	35.23	35.63
Ca	0.88	0.87	0.63	0.78	0.91	0.85	0.92	0.77
P	0.23	0.22	0.33	0.33	0.25	0.29	0.24	0.22
K	2.74	2.69	3.43	2.44	3.00	3.21	3.16	3.11
Mg	0.30	0.28	0.35	0.31	0.32	0.30	0.33	0.31

표 32. 소금 첨가에의한 영양성분 함량 변화 (건물 %)

구분	첨가수준							
	0		0.1%		0.2%		0.3%	
	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과
수분	40.33	34.37	42.57	36.99	43.31	40.03	43.18	40.11
TCP	18.95	16.39	19.33	16.98	19.30	18.54	19.18	19.26
TDN	80.30	77.90	80.83	79.29	80.13	80.55	80.15	79.95
ADF	12.83	13.36	12.35	14.65	12.98	12.91	12.95	12.81
NDF	39.60	41.26	38.73	40.32	39.33	39.36	38.78	39.17
Ca	0.88	0.69	0.89	0.77	0.92	0.89	0.96	0.90
P	0.23	0.26	0.23	0.24	0.24	0.21	0.23	0.22
K	2.74	2.39	2.85	2.69	2.76	2.49	2.78	2.75
Mg	0.30	0.29	0.24	0.29	0.31	0.31	0.31	0.36

표 33. 바시트라신 첨가에의한 영양성분 함량 변화 (건물 %)

구분	첨가수준							
	0		2.5ppm		5.0ppm		10.0ppm	
	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과
수분	40.33	40.16	40.06	41.12	41.08	40.17	40.56	39.81
TCP	18.95	19.41	19.48	19.01	19.48	19.21	19.40	18.49
TDN	80.30	82.22	82.28	81.95	82.48	81.35	81.70	79.99
ADF	12.83	13.21	10.93	11.63	10.73	10.12	11.50	10.39
NDF	39.60	37.66	37.68	36.48	37.60	36.98	38.05	39.60
Ca	0.88	0.89	0.94	0.90	0.94	0.84	0.89	0.91
P	0.23	0.21	0.24	0.25	0.25	0.30	0.25	0.30
K	2.74	2.90	2.93	3.03	2.99	2.97	2.91	2.88
Mg	0.30	0.33	0.32	0.29	0.31	0.29	0.31	0.29

표 34. 아황산소다 첨가에의한 영양성분 함량 변화 (건물 %)

구분	첨가수준							
	0		0.2%		0.4%		0.6%	
	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과
수분	40.33	39.42	42.65	36.33	42.16	40.11	42.25	37.65
TCP	18.95	19.41	19.35	19.49	18.98	18.48	19.20	17.95
TDN	80.30	81.10	79.95	81.12	78.73	79.91	78.83	79.99
ADF	12.83	13.10	13.20	13.83	14.35	13.65	14.30	12.92
NDF	39.60	41.69	39.13	39.16	39.75	39.33	40.15	41.98
Ca	0.88	0.91	0.96	0.98	0.93	0.89	0.90	0.87
P	0.23	0.27	0.25	0.30	0.27	0.31	0.26	0.29
K	2.74	2.75	2.77	2.44	2.74	2.62	2.89	2.74
Mg	0.30	0.31	0.30	0.35	0.30	0.34	0.31	0.28

표 35. 요소 첨가에의한 영양성분 함량 변화 (건물 %)

구분	첨가수준							
	0		0.5%		1.0%		1.5%	
	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과
수분	40.33	41.11	40.87	43.22	41.26	43.16	38.57	40.41
TCP	18.95	20.03	19.95	21.12	20.93	20.92	21.60	22.10
TDN	80.30	82.12	81.60	82.33	82.10	82.12	83.08	82.84
ADF	12.83	11.81	11.58	11.10	11.08	12.16	10.13	11.17
NDF	39.60	37.96	38.15	39.65	37.15	38.41	35.75	37.06
Ca	0.88	1.09	1.27	1.47	1.49	1.44	1.77	1.51
P	0.23	0.34	0.28	0.36	0.30	0.29	0.31	0.34
K	2.74	3.17	2.92	3.17	3.07	3.14	3.15	3.08
Mg	0.30	0.35	0.31	0.31	0.31	0.26	0.31	0.27

표 36. 스타터 첨가에 의한 영양성분 함량 변화 (건물 %, NIR분석치)

구분	첨가수준							
	0		0.5ppm		1.0ppm		2.0ppm	
	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과	0일	30일경과
수분	40.33	41.49	41.11	42.29	40.68	41.02	40.94	40.69
TCP	18.95	19.77	19.85	18.99	19.63	20.94	19.58	20.61
TDN	80.30	82.34	82.03	83.01	83.25	81.94	82.43	82.39
ADF	12.83	10.38	11.15	11.69	12.98	11.83	10.83	11.14
NDF	39.60	37.04	37.85	37.41	36.83	37.04	37.40	37.43
Ca	0.88	0.98	0.92	0.89	0.88	1.03	0.89	0.88
P	0.23	0.31	0.26	0.25	0.25	0.23	0.25	0.24
K	2.74	3.30	2.97	3.03	3.02	3.11	3.03	3.17
Mg	0.30	0.23	0.32	0.32	0.33	0.32	0.32	0.31

시험 2. 여러 가지 첨가제의 종류와 수준이 고수분 농산가공부산물인 베지밀박과 생맥주박의 보존성에 미치는 영향

생맥주박과 베지밀박의 두종의 고수분 농산부산물에 대한 여름철 실온상태하에서의 보관성을 증진시킬수 있는 첨가제의 개발과 그 수준의 결정을 목적으로 시험연구를 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 농산부산물에 첨가한 후 20일동안의 경과 일자별 온도변화

농산부산물에 첨가한 후 20일동안의 경과 일자별 온도변화는 표 37과 같이 모든 시험구에서 외기온도의 영향하에 있었으며 첨가제 종류나 수준에따른 특별한 차이는 보이지 않았다.

표 37. 농산부산물에 첨가한 첨가제별 수준별 온도변화

농산부산물	첨가제	처리수준	0일		1일		2일		3일		4일		5일		10일		15일		20일	
			최고	최저	최고	최저	최고	최저	최고	최저	최고	최저	최고	최저	최고	최저	최고	최저	최고	최저
생맥주박	기상온도		28.5	21.3	29.2	21.2	28.8	22.2	27.1	21.4	27.3	21.5	26.5	22.1	24.0	22.0	27.0	23.5	26.8	22.4
	Cont.		30.0	22.0	28.3	21.3	28.9	22.5	27.1	21.2	27.8	22.2	28.0	22.2	25.0	23.0	28.0	22.0	26.8	23.8
	NaCl	1.0%	30.6	22.0	30.4	22.1	28.1	27.0	26.9	21.9	27.1	22.2	26.0	23.5	26.0	23.0	28.0	25.0	27.0	23.6
	NaCl	2.0%	30.8	21.9	28.8	21.4	29.8	22.1	26.3	21.4	27.0	22.0	27.1	23.1	24.0	22.0	29.0	24.0	27.6	22.8
	MHA	5%	30.5	22.9	27.8	21.1	26.5	22.5	27.1	21.3	26.3	21.5	27.0	22.1	25.0	23.0	26.0	23.5	26.6	22.8
	MHA	10%	30.8	23.2	31.0	21.5	27.1	22.0	26.8	21.7	26.8	21.7	26.1	22.2	23.5	22.0	27.0	23.5	26.0	22.6
	Ca-P	0.4%	30.5	23.0	28.0	22.0	29.8	23.9	25.9	21.9	27.2	22.5	27.2	23.2	25.0	22.5	28.0	24.5	26.5	23.4
	Ca-P	0.8%	29.5	22.1	29.0	27.5	27.9	22.6	27.8	22.5	31.2	25.1	29.0	25.0	25.2	22.8	28.0	25.0	27.0	23.6
	I-Mix	11.35ppm	29.7	22.1	28.0	21.8	28.6	25.6	26.6	21.8	28.2	23.0	28.1	23.1	25.0	23.0	28.0	24.5	27.2	23.8
	I-Mix	22.7ppm	29.5	23.5	29.2	27.0	26.0	23.5	27.0	23.0	28.5	23.1	27.5	23.2	24.5	23	28.0	22.5	27.5	24.8
베지밀박	Cont.		33.0	23.3	26.9	21.9	26.2	22.3	26.5	21.2	26.2	22.3	26.5	23.0	24.5	22.0	28.5	24.5	29.0	24.0
	NaCl	1.0%	31.6	22.5	28.0	21.6	27.9	22.6	28.3	21.6	26.5	22.0	26.5	22.0	25.0	22.0	28.0	26.0	28.2	24.0
	NaCl	2.0%	31.6	22.6	27.8	21.9	28.4	22.6	28.1	21.2	27.5	22.2	26.5	22.0	24.5	22.0	28.5	26	27.8	24.0
	MHA	5%	29.8	23.7	27.4	21.5	27.5	25.5	26.9	21.8	26.0	21.8	26.2	22.2	23.8	22.0	29.0	24.0	26.5	22.8
	MHA	10%	29.8	23.1	27.0	21.6	26.9	22.8	26.6	21.6	26.0	21.8	26.5	21.5	26.5	22.0	26.0	23.5	26.4	22.5
	Ca-P	0.4%	30.3	22.9	27.6	21.4	26.8	22.2	25.9	21.5	27.2	21.8	27.0	21.8	25.0	22.5	28.5	25.0	24.0	23.8
	Ca-P	0.8%	31.2	23.4	27.3	21.8	27.0	22.2	28.9	21.9	26.3	22.3	26.2	22.8	24.5	24	26.5	24.5	29.0	24.0
	I-Mix	11.35ppm	29.3	22.3	27.0	21.5	27.2	22.2	26.0	21.9	26.6	22.5	27.0	22.0	25.5	23.0	27.5	24.5	26.8	23.0
	I-Mix	22.7ppm	29.3	22.3	27.0	21.5	27.2	22.2	26.0	21.9	26.6	22.5	27.0	23.0	24.5	22.0	28.0	25.0	27.2	24.2

2. 농산가공부산물별 첨가제수준에 따른 NH3-N 함량변화

농산가공부산물별 첨가제수준에 따른 NH3-N 함량변화는 표 38에서 보는 바 와 같이 MHA첨가제구에서 산도변화에서와 마찬가지로 특이적인 변화가 없는 것으로 나타났으며 다른 첨가제구에서는 대체로 대조구와 비슷한 변화양상을 보이는 것으로 나타났다.

표 38. 농산가공부산물별 첨가제수준에 따른 NH3-N 함량변화

(단위 : ㎎/dℓ)

농산부산물	첨가제	처리수준	0일	1일	2일	3일	4일	5일	10일	15일	20일
생맥주박	Control		0.080	0.169	1.384	1.761	1.950	6.762	9.173	12.870	11.022
	NaCl	1.0%	0.080	0.169	0.850	0.912	0.912	1.384	10.341	18.805	8.298
	NaCl	2.0%	0.080	0.080	0.761	3.271	1.290	1.478	12.578	19.486	12.287
	MHA	5%	0.080	0.080	0.850	0.912	0.535	0.346	0.806	0.223	0.417
	MHA	10%	0.080	0.080	0.672	0.346	0.346	0.346	0.320	0.320	0.320
	Ca-P	0.4%	0.080	0.527	1.117	1.950	2.139	2.610	14.038	10.146	11.508
	Ca-P	0.8%	0.349	0.080	1.473	1.667	0.346	2.422	11.508	18.319	6.936
	I-Mix	11.35ppm	0.080	0.080	0.939	1.667	1.573	1.667	14.038	13.357	11.703
	I-Mix	22.7ppm	0.349	0.080	1.473	1.667	0.346	2.422	11.508	18.319	6.936
베지밀박	Control		2.224	2.849	2.273	5.346	5.536	2.799	12.676	16.470	15.011
	NaCl	1.0%	2.313	2.313	1.028	5.346	6.101	6.667	18.708	15.984	13.649
	NaCl	2.0%	2.402	2.125	1.028	6.290	8.554	6.667	21.140	8.298	15.594
	MHA	5%	0.080	0.080	2.540	0.346	0.346	0.441	0.125	0.223	2.169
	MHA	10%	0.080	0.080	1.117	0.441	0.441	0.252	0.417	0.320	0.709
	Ca-P	0.4%	0.259	0.080	0.850	2.516	2.044	2.233	5.866	12.676	12.676
	Ca-P	0.8%	0.080	0.080	0.850	3.082	1.950	2.327	11.995	15.692	12.189
	I-Mix	11.35ppm	1.420	1.778	3.340	3.271	5.346	5.535	10.925	11.411	17.054
	I-Mix	22.7ppm	0.430	0.080	0.939	8.554	6.290	5.724	17.637	18.319	11.022

3. 농산부산물에 첨가한 첨가제수준에 따른 pH변화

경과일수에따른 pH의 변화양상은 표 39에서 보는 바 와 같이 MHA첨가제 처리구에서 특이적으로 낮은 2.7 3.4의 수준을 유지하고 있었다. MHA는 평균외기온도 25℃내외에서도 원료의 산도에 거의 변화를 주지 않는 것으로 나타났다.

그외의 첨가제처리구에서는 대조구에 비해 상대적으로 10일까지는 완만한 변화를 보이다가 15일이후 대조구와 비슷한 수준을 나타내었다.

표 39. 농산부산물에 첨가한 첨가제수준에 따른 pH변화

(단위 : ㎎/dℓ)

농산부산물	첨가제	처리수준	0일	1일	2일	3일	4일	5일	10일	15일	20일
생맥주박	Control		3.78	3.88	5.26	5.64	5.13	6.93	7.59	7.60	6.22
	NaCl	1.0%	3.67	3.76	4.64	5.33	5.15	5.20	4.31	6.12	8.51
	NaCl	2.0%	3.57	3.51	4.42	5.0	5.09	4.74	4.92	7.77	7.68
	MHA	5%	2.84	2.84	2.82	2.85	2.83	2.84	2.58	2.93	3.39
	MHA	10%	2.60	2.55	2.66	2.54	2.63	2.65	2.51	2.59	3.05
	Ca-P	0.4%	4.10	4.26	4.19	8.09	7.71	7.12	6.52	8.04	8.88
	Ca-P	0.8%	4.17	4.56	7.43	7.55	7.95	7.84	7.55	7.39	8.67
	I-Mix	11.35ppm	3.81	3.71	5.37	5.49	5.48	5.48	7.45	7.80	8.33
	I-Mix	22.7ppm	3.86	3.80	4.34	5.29	5.23	6.24	7.51	7.15	9.08
베지밀박	Control		3.78	3.88	5.26	5.64	5.13	6.93	7.59	7.60	6.22
	NaCl	1.0%	6.88	5.89	5.76	5.70	4.78	4.70	4.70	7.33	5.28
	NaCl	2.0%	6.60	5.54	5.94	5.99	6.05	4.83	5.12	7.54	5.05
	MHA	5%	3.30	3.40	3.43	3.52	3.47	3.43	3.32	4.05	3.15
	MHA	10%	2.97	2.94	2.92	2.97	2.99	3.05	3.05	3.51	2.71
	Ca-P	0.4%	6.60	5.68	5.18	5.42	6.60	4.86	5.42	6.69	5.11
	Ca-P	0.8%	6.73	5.51	5.58	6.04	6.59	5.30	5.72	6.93	4.99
	I-Mix	11.35ppm	7.04	5.48	5.46	5.50	5.50	4.45	4.65	5.99	5.15
	I-Mix	22.7ppm	6.97	5.28	5.26	5.40	5.39	5.35	5.01	7.06	5.20

4. 첨가한 첨가제수준에 따른 생맥주박의 휘발성 지방산함량의 변화

생맥주박에서의 첨가제별 휘발성지방산 조성은 MHA첨가제구를 제외한 모든 처리구에서 어떠한 경향도 찾아볼 수 없었으며, MHA첨가제처리구에서는 처리후 15일째부터 낙산의 함량이 다소 증가하는 경향을 보일뿐 전체적으로 낙산의 함량이 낮고 프로피온산과 초산의 함량이 높게 나타났다.

표 40. 첨가한 첨가제수준에 따른 생맥주박의 휘발성 지방산함량의 변화

(단위 : ㎎/dℓ)

농산 부산물	첨가제	처리수준	0일	1일	2일	3일	4일	5일	10일	15일	20일
생맥주박	Control		100	10.7	7.6	13.6	14.1	47.1	50.3	28.9	20
C2	NaCl	1.0%	100	48.5	7.5	0	80.9	10.2	66.4	17	0
	NaCl	2.0%	8.6	8.8	13.3	13	40.6	80.7	2.2	1.1	18.3
	MHA	5%	8.5	49.8	22.8	31.6	25.3	36	61.7	17.9	23.6
	MHA	10%	85.7	82.8	0	4.6	26.6	52.5	40.5	32.3	33.3
	Ca-P	0.4%	41.4	55.1	38.3	55.2	27.2	50	36.6	23.7	14.2
	Ca-P	0.8%	31.7	4.8	43.3	54.8	44.1	31	36.4	1.8	38.5
	I-Mix	11.35ppm	82.5	29.6	21	42.1	45.9	60.3	26.5	0	0
	I-Mix	22.7ppm	22.5	29.1	28.6	3.5	45.7	37.3	29.4	3.5	2.4
	Control		0	61.5	82.2	78.7	85.9	45.3	25.9	32.2	26.3
C3	NaCl	1.0%	0	48.1	92.5	100	19.1	89.8	24.8	35.1	49.2
	NaCl	2.0%	80	60.4	86.7	71.1	59.4	19.3	48.5	48.9	27.4
	MHA	5%	91.5	39	76.6	68.4	74.7	64	38.3	76.9	74.7
	MHA	10%	14.3	17.2	100	95.4	73.4	47.5	59.5	51.3	47.2
	Ca-P	0.4%	58.6	44.9	61.7	26.7	72.8	50	39.2	29.1	30.3
	Ca-P	0.8%	68	50.1	56.7	32.6	55.9	51.3	41	34.3	29
	I-Mix	11.35ppm	17.5	70.4	76.3	31.7	54.1	36	15.3	40	34.4
	I-Mix	22.7ppm	80	68.8	70.5	33.7	53.6	62.7	22.1	27.4	26.9
	Control		0	12.3	6	7.7	0	7.6	23.7	38.9	53.7
C4	NaCl	1.0%	0	3.4	0	0	0	0	8.8	47.9	50.8
	NaCl	2.0%	1.9	18.9	0	15.9	0	0	49.2	50	52.1
	MHA	5%	0	7.7	0.6	0	0	0	0	5.2	1.7
	MHA	10%	0	0	0	0	0	0	0	16.4	19.5
	Ca-P	0.4%	0	0	0	18	0	0	24.2	47.2	53.5
	Ca-P	0.8%	0.2	1	0	12.6	0	17.7	22.6	63.9	32.5
	I-Mix	11.35ppm	0	0	0	26.2	0	3.7	53.3	60	65.6
	I-Mix	22.7ppm	1.5	1	1	32.8	0.7	0	44.4	59.1	70.7

5. 첨가한 첨가제수준에 따른 베지밀박의 휘발성 지방산함량의 변화

표 41. 첨가한 첨가제수준에 따른 베지밀박의 휘발성 지방산함량의 변화

(단위 : ㎎/dℓ)

농산부산물	첨가제	처리수준	0일	1일	2일	3일	4일	5일	10일	15일	20일
베지밀박	Control		4	79.9	7.8	20.3	19.1	50.4	45.3	31	0.3
C2	NaCl	1.0%	38.1	57.1	14.1	40.8	9.1	66	40.3	18.2	41.3
	NaCl	2.0%	7.7	28.5	11.3	32.2	24.9	34.2	46.6	37.4	0
	MHA	5%	0.1	29.6	34.5	11.1	8.9	2.5	42	64.3	9.4
	MHA	10%	23.4	28.6	20.6	5.6	36.6	46.1	36.9	25.7	89.4
	Ca-P	0.4%	50.9	12.9	7.8	7.8	1.8	27.4	25.8	34	20.1
	Ca-P	0.8%	0.8	25.2	7.9	5.5	3.2	14.3	2.9	1	1.8
	I-Mix	11.35ppm	66.9	40	24.3	15.2	72.7	36.1	47.6	39.6	1
	I-Mix	22.7ppm	0.1	62.6	24	36	57.5	25.7	47	25.3	38.7
	Control		96	16.5	91.7	492	60.8	39.9	31.4	12.9	39.7
C3	NaCl	1.0%	61.3	31.2	73.4	58.8	69.5	34	59.7	81.8	55.7
	NaCl	2.0%	89.3	65.4	85.4	41.7	42.7	61.4	40.8	48.6	73
	MHA	5%	99.9	70.4	64	88.9	91.1	92.2	52.7	35.7	90.6
	MHA	10%	74.8	63.9	79.4	90	51.3	53.9	63.1	74.3	10.6
	Ca-P	0.4%	49.1	87.1	92.2	87.6	95.9	71.6	37.2	32	40.9
	Ca-P	0.8%	99.2	74.2	84.7	70.2	78.9	78.9	41.3	44.6	39.1
	I-Mix	11.35ppm	33.1	60	75.7	40.9	15	63.9	29	31.7	37.7
	I-Mix	22.7ppm	99.9	37.4	97.6	8.8	30.1	73.3	25.7	42.3	31.4
	Control		0	3.6	0.5	27.9	13.5	9.8	23.4	56.1	59.9
C4	NaCl	1.0%	0.6	5.7	2.7	0.2	6.5	0	0	0	2.8
	NaCl	2.0%	3	4.3	3.3	25.3	24	4.4	12.6	14	27
	MHA	5%	0	0	1.5	0	0	4.1	5.3	0	0
	MHA	10%	1.9	7.5	0	4.4	12.1	0	0	0	0
	Ca-P	0.4%	0	0	0	4.6	0.8	1	37	34.1	37.4
	Ca-P	0.8%	0	0.7	7.4	24.3	9.8	6.8	36.7	54.5	59.1
	I-Mix	11.35ppm	0	0	0	44	9.7	0	18.9	28.7	61.3
	I-Mix	22.7ppm	0	0	0	35.2	10.8	1	27.4	32	29.9

베지밀박에 대한 결과에서도 동일한 경향을 보였으며, 여기서도 MHA첨가제구에서는 낙산이 거의 없는 것으로 나타났으며, 첨가수준별로는 0.1%구에서 보다 고농도인 0.2% 구에서 이러한 경향은 더욱 뚜렷하였다.

제 3 절 농산가공부산물을 이용한 TMF 생산체계 연구

Ⅰ. 농산가공 부산물의 국내 동향

1. 부산물 사료자원

우리 나라 농업은 식량작물로서 미곡, 맥류, 잡곡, 두류 및 서류가 주로 생산되고, 특용작물로서 유채, 참깨, 들깨, 땅콩 등이 있다. 이러한 생산물 중에서 농산 부산물은 자급사료 및 발효사료 제조시 주요한 부원료로 사용 가능하다. 한국 유기성폐기물 자원화 협의회 학회지에 발표된 내용을 부분별로 인용하면, 전국 총생산 량이 볏짚은 700만톤, 왕겨 150만톤, 미강 44만 톤이 생산되고 볏짚의 경우는 기계화에 따라 논 토양에 주로 환원되며, 일부 사료용과 버섯재배, 축사내의 깔 짚 등으로 활용되고, 왕겨는 축산농가나 왕겨탄, 왕겨숯 등 제품원료 수집상이 거의 대부분 수거해가고 극히 적은 양이 축분 건조용 재료로 활용되고 있으며, 미강은 사료 내지는 퇴비재료로 이용되고 있다. 보리짚의 경우는 전국 총생산량이 11만 톤이고 지역적으로는 남부지방에서 95%이상 생산되고 있으며 이용실태는 극히 적은 양만 가공품이나 퇴비재료로 활용되고 거의 대부분 소각처리되고 있다. 그 외 콩이나 참깨, 들깨, 부산물은 다량 발생되고 있으나 역시 대부분 소각 처리되고 있어 양질의 유기질 사료자원이 아깝게 소모되고 있는 실정이다. 사과박은 유기산이 다량 함유되어 재활용이 안되고 있으며 매년 600톤 이상 매립 또는 방치되어 이에 대한 사료화 대책이 필요하다. 김치 가공 공장에서 나오는 무, 배추 쓰레기도 처리 물량의 20%정도인 2,000톤이 나오는데 별도로 처리시설이 없어 업체 쪽에서는 그 처리 문제로 고심을 하고 있으며 다만 부피를 줄이기 위해 분쇄 착즙후 즙액은 따로 정화 처리하고 착즙한 부산물은 쓰레기로 버리는 것이 일반적인 경향이다 분쇄 착즙된 무, 배추 잔유물은 염장처리 전 단계이기 때문에 사료원료로서는 활용가치가 매우 높다고 판단된다. 그 외 다소 발생되어 일부 사료로 사용되고 있으나 대부분의 양이 폐기되거나 매립되어 자원의 효율적 사용이 이루어지지 않고 있다.

다음 표 42는 가락동 농수산시장에서 발생하는 유기성 폐기물을 조사한 내용을 소개한다. 표 11에서 유기성 폐기물의 대부분은 채소류로서 67-88%범위를 차지하고 있다. 음식물폐기물은 0.1%를 차지하고 월 9톤 정도가 발생하고 있다. 년간 가락동 농수산시장에서 발생하는 유기성폐기물량은 10만 8천톤이 된다고 보고되어 있다.

표 42. 가락동 농수산시장의 월별 유기성폐기물 발생량 (단위:ton,%)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
채소류	2,937 (68.8)	2,836 (67.27)	4,061 (74.9)	4,368 (76)	9,691 (87.2)	11,121 (88.3)	10,889 (87.1)	7,763 (81.6)	10,131 (84.8)	8,660 (84.2)	11,050 (88.3)	6,699 (82.6)
청과류	1,105 (25.6)	1,110 (26.3)	1,110 (20.6)	1,125 (20.6)	1,156 (10.4)	1,211 (9.6)	1,352 (10.8)	1,460 (15.5)	1,516 (12.7)	1,324 (12.9)	1,186 (9.5)	1,154 (14.2)
어패류	235 (5.4)	265 (6.3)	238 (4.4)	240 (4.2)	253 (2.3)	246 (2)	255 (2)	26 (2.8)	288 (2.4)	291 (2.8)	265 (2.1)	253 (3.1)
음식 폐기물	9 (0.2)	9 (0.2)	10 (0.2)	10 (0.2)	10 (0.2)	10 (0.1)	9 (0.1)	9 (0.1)	10 (0.1)	9 (0.1)	9 (0.1)	9 (0.1)
유기성폐 기물총량	4,322	4,220	5,420	5,740	11,110	12,588	12,505	9,402	11,945	10,284	12,510	8,115

출처: 홍등(1997)

사업장의 일반 폐기물중 유기성폐기물의 전국적인 일일 발생량은 표 43과 같다.

표 43. 전국사업장의 유기성폐기물발생량(단위:ton/일)

분야별	발생량	분야별	발생량
종이류	1,813	폐수처리오니	9,537
나무류	845	폐합성수지	1,372
동식물성 잔재물	1,676	폐합성 섬유	228
동식물성 폐식용류	98	폐합성고무	159
정수장오니	330	폐합성피혁	99
공장오니	764	폐합성기타	378

출처: 환경처(1995)

표 43에서와 같이 환경처에서 조사한 전국 사업장의 유기성 폐기물 중 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것은 폐수처리오니, 종이류, 동식물성 잔재물인 데 이들의 활용도는 폐수처리오니가 36%, 종이류 45%, 동식물성 잔재물 63%가 재활용되고 있으며 나머지는 매립 또는 소각 처리되고 있다.

유기성 사업장에서 제품제조과정 중에서 발생하는 유기성폐기물 중 사료화가 가능한 유기성폐기물의 발생량은 표 44과 같다.

표 44. 유기성사업장에서 발생하는 유기성 폐기물 발생량(단위: ton/년)

분야별	잠재폐기물량	분야별	잠재폐기물량
도축장(소)	1,329,000	수산물 통조림	104,280
도축장(돼지)	3,030,000	주정제조	96,577,000
가공육	1,638,600	맥주제조	12,625,600
햄, 소시지	521,400	효모제조	324,350
유가공	1,642,800	라면류	4,030,200
식용유가공	406,200	두부제조	3,794,700
장유가공	732,550	세모공정	5,980,000
그루타민산 소다	2,282,150	펄프제조	73,264,750
설탕정제	3,366,350	항생제	6,313,800
물엿, 포도당	23,247,250	피혁가공	4,881,500
감귤통조림	1,771,900	제과제조	4,617,000

출처 : 신과 정(1995)

표 44에서 보면 년간 유기성폐기물의 발생량은 2억5천2백만톤으로서 96년도 국내 양돈용사료 생산량 500만톤을 비교하면 유기성 폐기물이 약 50배로 높고, 미이용 되고있는 자원이다. 국내 96년도 가축용 배합사료원료 사용실적은 1천6백만 톤으로 유기성폐기물의 재활용에 관한 연구가 시급한 실정이라고 본다. 최근 급격히 증가되어 그 처리문제로 고심을 하고 있는 가축부산물은 축산업의 가장 큰 기본과제로 부각되고 있다. 가축부산물의 재활용 방안은 필연적으로 수립되어야 하며, 가축부산물의 사료화 문제는 매우 중요하며 환경오염 방지 차원에서도 최우선적으로 해결해야 될 과제로 판단된다.

실제 사료화가 가장 용이한 농산물 가공제품화 과정에서 발생하는 폐기물을 진주시 및 인근 가공업체를 대상으로 조사한 바에 의하면 가공업체수는 29개소로서 농산물 통조림, 농산물가공품, 음·식료품, 도정 및 부산물, 육가공, 햄 등으로 이들 업체중 부산물의 양과 질을 감안하여 조사한 결과 표 45와 같다. 생산량은 자체 폐기물처리와 관련된 사항임으로 구체적으로 밝힐 수 없었다.

표 45. 진주시 및 인근 가공업체에서 발생하는 부산물의 종류

업체명	대표	전화	소재지	인원	생산품
㈜고려식품	구자연	52-1911	진주시 상평동 55-40	135	딸기잼, 현미쑥쌀
㈜그린식품	김인수	44-1515	진주시 대곡면 와룡리 678-1	45	밤통조림, 딸기잼
㈜대화	문정광	52-3666	진주시 상대2동 33-90	27	도축
㈜동명식품	박재동	53-6886	진주시 상대2동 33-92	27	국수, 우동, 떡국
두성식품㈜	양재정	56-0567	진주시 호탕동 697	29	말토덱스트린
㈜비락진주공장	김일중	53-5580	진주시 상평동 225-7	13	음식료, 유제품
삼일정미소	고임석	54-3301	진주시 진성면 천곡리548	6	도정
설정식품㈜	임승언	57-6990	진주시 상대동 33-98	130	과일 통조림
㈜영생농산	천윤철	42-6690	진주시 대곡면 유곡리 42-1	13	밤, 딸기잼
조선맥주㈜	박문덕	52-0704	진주시 상평동 55-33	46	맥아
진양농산㈜	제양성	761-6661	진주시 문산면 소문리 547	200	농산물통조림, 깐밤
진주탁주공동운영회	최우선	745-0211	진주시 인사동 163-1	17	탁주
삼화산업사	고영관	52-4090	진주시 상평동 200-8	2	도정,제분
진주곡지공업연구소	이원휘	53-4002	진주시 상평동 159-8	6	곡자
두메식품	허정탁	63-8777	함양군 함양읍 백전리 102	3	도토리묵
㈜두레유통함양공장	이양구	63-9111	함양군 수동면 화산리 1250	60	식혜,수정과
㈜인산가	김윤세	63-8793	함양군 함양읍 죽림리 1048	40	죽염, 장류
지리산국화주	김광수	62-7755	함양군 함양읍 삼산리 25	10	국화주
서경종합식품	하상식	62-6887	함양군 수동면 화산리 1250		두부
㈜상일거창공장	이창우	43-9790	거창군 웅양면 죽림리 133-4	60	과일주스
명돌이식품	형남용	944-0008	거창군 거창읍 정장리 100-2	4	육가공
구포국수	조강래	33-1300	합천군 가회면 덕촌리 482-4	4	국수
동양종합식품㈜	강봉조	31-0225	합천군 율곡면 임북리 433-15	32	햄, 면류
현대약품공업㈜합천공장	이한구	31-5770	합천군 율곡면 임북리 433-21	50	건강보조식품
서 광	구임서		산청군 금서면 매촌리 1292-1		음식료품
지리산 식품	이순갑		산청군 금서면 매촌리 1292		음식료품
수월종합식품㈜	이수진	72-0118	의령군 의령읍 동동리 80-4	50	김치가공
찬마루식품㈜의령지점	배종찬	73-4711	의령군 부림면 신반리 81	71	어육, 두부
㈜풀무원식품	남승우		의령군 부림면 신반리 2B/L		두부, 효모

2. 고수분 유기성 부산물 의 수집

수분함량이 높은 부산물은 취급조작이 어렵고 냄새나고 쉽게 변질될 가능성이 크기 때문에, 가축의 입속으로 보내기까지 어떻게 모으고 저장하고 섞고 급이할 것인가가 굉장히 중요하다. 부뚜막의 소금도 넣어야 맛을 내듯이 아무리 값싼 원료라 하더라도 취급이 불편하고 취급도중에 변질될 가능성이 높다면 소의 입속에 넣을 때까지 비용을 많이 들여 관리해야 한다는 얘기이다. 그것까지 고형물의 함량에 대한 가격평가시에 고려해 넣어야 한다.

예를 들어, 국산차를 만드는 공장에서 녹차를 만들어 캔에 담아서 판다고 하면 그 때 차를 짜고 남은 녹차찌꺼기라면, 소사료로는 섬유질도 있고 영양가치도 제법 남아 있을

것 같지만 그 녹차찌꺼기를 소에게 먹이려면, 어딘가에 담아서 모아야 한다. 그 모으는 과정에서 공장근무자들이 담배꽁초·장갑 같은 쓰레기를 버린다거나, 모으는 장소에 파리가 많이 꼬인다거나, 끓인 물건이 식으면서 쉽게 쉬거나 상해버린다면 사료화하는데 문제가 되고, 그걸 막기 위하여 밀봉된 스텐레스제 탱크를 제작하여 싣고 다닌다면 그 비용도 원가에 넣어서 계산해야 하고, 더구나 매일 배출량이 적다면 효용가치가 더 떨어진다. 하루 배출량이 100kg인데, 소요되는 비용이 5만원이라면 kg당 원가가 500원이 되는 것이다.

도축부산물이나 가축분을 사료로 이용하려는 시도를 많이 하고 있는데, 소 특히 젖소에 있어서는 재활용한 부산물의 나쁜 냄새가 젖에까지 배일 가능성도 있다. 그렇게까지 되지 않더라도 똥속에 있는 성분중에는 소화기관이나 소의 생리에 나쁜 영향을 줄 수 있는 물질이 있을 수도 있다. 똥·오줌은 동물이 쓰고 필요 없어서 제 몸에 맞지 않아서 내버리는 것이기 때문이다. 그 외에도 소에 해를 끼칠 수 있는 유기물은 얼마든지 있기 때문에 성분분석도 필요하고 제조공정을 면밀히 검토해야 한다.

3. 영양성분과 가격

부산물의 경우는 일반적으로 영양성분을 평가하여 높은 가격을 지불할만한 경우가 별로 없다. 그래서, 낮은 가격의 다른 원료와 가격을 비교해 보아서 경제성이 있느냐 없느냐를 검토하는 것이 보통이다. 특별한 영양성분 예를 들면, 동물의 피·육골분·기름·설탕이 많은 부산물·박류, 등을 함유한 부산물의 경우에는 단백질이나 이용효율이 높은 에너지원(源)을 평가하여 가격에 반영시킬 수 있지만, 일반적인 부산물들은 그저 밀기율(소맥피)이나 왕겨 또는 쌀겨(탈지미강)과 가격을 비교하여 비슷하거나 더 싸게 구입할 수 있을 때(물론, 수분이 없는 상태로 환산한 가격) 재활용할 가치가 있는 것이다.

4. 사료자원화 가능한 부산물들

우리 주변에는 사료로 재활용이 가능한데도 버려지거나 비료화되고 있는 자원들이 너무 많다. 우리 나라 경작지에 필요한 퇴비와 유기질비료는(화학비료를 전혀 쓰지 않고도), 가축분뇨를 전량 발효시켜 공급만 해도 남는다고 한다. 그러니까 가축분뇨를 제외한 모든 부산물은 가축사료로 재활용을 하는 것이 우리 국토의 환경보전에 필수적인 일이며, 부산물들을 폐기물로 소각하거나 활성오니법으로 정화하는 것도 국가적인 낭비일 뿐만 아니라 비용을 동반하는 일이고, 더구나 땅속에 묻어버리는 일은 더 이상 묻을 땅도 구할 수 없고 점점 매립비용도 높아져 가고 있는 실정이다. 따라서, 부산물을 사료로 재활용하는 일은 환경보전법에 의하여 폐기물 처리를 하고 있는 식품관련업체의 부담비용을 낮추어 줄 수도 있는 일이된다.

그러면, 우리 주변에서 사료자원화가 가능한 부산물들을 하나씩 검토해 보겠다. 여기서, 경제성있는 구입가격은 곡류·배합사료와 기타 부산물들의 가격변동에 따라 달라질 수 있다.

가. 맥주공장 부산물(맥주박 · 맥피 · 맥근 · 등)

맥주공장에는 여러 가지 부산물들이 나오고 있고, 그 대부분의 부산물들이 사료로 이용되고 있으므로 간단하게 정리해 보면, 맥근 · 맥피 · 잡피(미숙맥주맥+맥피), 등 건조상태로 나오는 부산물은 노끈 · 쇠붙이 같은 이물질이 없고 구입가격이 밀기울보다 10%이상 싸다면 쓸만한 재료가 된다. 가장 많이 배출되고, 우리가 오랫동안 소사료로 이용해 온 맥주박의 경우, 차량을 계량하든지 포대째나 담은 물통단위로라도 계량을 해서 실제 도착가격을 따져서 kg당 35 30원 이하인가를 확인해보고, 밀봉했다고 해서 다른 수분이 적은 재료와 혼합하지 않고 단독으로 오래 보관하게 되면, 낙산발효를 일으켜 우유의 지방을 엉키게 하고 유지율을 떨어뜨릴 수 있으므로 신선한 것만을 쓰는 것이 좋다. 계절적으로 공급이 초과하여 남은 맥주박을 싸게 산다고하여 싸이로에 그냥 저장하는 것은 좋지 않다.

나. 두부 · 두유 부산물(비지대, 두피)

비지는 쉽게 상하여 쉰냄새가 나고 파리가 많이 꼬이게 하는 부산물로 두부공장에서도 처리가 곤란하여 처리업자에게 kg당 8 10원정도의 비용을 지불하고 버리고 있으나, 처리업자는 비닐에 소포장하여 kg당 20 40원정도 받고 팔거나 무포장으로 kg당 10 12원이하라야(수분이 88 90%이므로) 경제성이 있으나 TMR배합시 다른 습사료가 마땅치 않으면 kg당 30 40원이라도 소량으로 사용할 필요가 있다. 대두피는 섬유질공급원으로 괜찮은 품목이긴 해도 섬유질성분에 비하여 지나치게 비싸게 팔리는 경우가 많으니 주의해야 한다.

다. 엿밥

엿(조청)을 만들 때 나오는 엿밥은 수분함량이 60 65%로 비교적 다른 습사료보다는 높은 가격에 거래되고 있는데 경제성이 없는 가격이 대부분이다.

라. 귤피

오렌지쥬스를 만들 때 부산물로 나오는 귤껍질과 부산물도 처리가 곤란하여 비용을 지불하고 내보내고 있다. 가을에서 겨울까지 집중적으로 나오고 우리나라 남부지방에서 주로 가공되고 있으나 수입오렌지쥬스에 밀려 그 생산량이 점차 줄어 들고 있다. 오래 보관해도 상하지 않으나, 수분이 지나치게 많아(오래 보관시 고형물과 물이 분리됨) 경제성이 없는 일이 많고, 보관장소가 깨끗하지 못하여 이물질이 많이 섞여있을 수 있다. 귤피는 TMR사료제조후에 사료가 상하지 않도록 하는 보존재역할도 한다.

마. 사과박

사과음료의 인기가 날로 증대되면서 그 부산물인 사과박도 늘어나고 있으나, 이 또한 가을과 초겨울에 집중적으로 가공되고 있고, 제조공정에 따라 수분함량이 80%정도 되는 공장도 있다. 그에 따라 가격의 의미가 50%(고형물이 20%와 30%의 차이는)씩 달라

질 수도 있다. 사과박 또한 TMR사료의 보존재역할을 하며, 밀봉하면 장기 보관해도 괜찮으나 단독으로 보관하면 자체소화에 의하여 수분이 분리되고 조사료적 가치는 낮아진다. 수분 80%짜리는 25원/kg이하, 수분 70%짜리는 40원/kg이하면 경제적이라 할 수 있으나, 저장시에는 비용이 추가되는 것과 사료가치가 낮아지는 것까지 고려해야 한다.

큰 가공공장은 사과박처리를 못하여 공장을 가동중지하는 경우까지 있어서, 자체적으로 건조하는 경우가 늘고 있다. 건조된 사과박은 밀기울과 비슷한 가격이면 경제성이 있으나, 그보다 영양성분(비타민?)이 높다고 하면서 비싸게 파는 경우가 있으나 그럴만한 가치는 없다고 생각한다.

바. 옥피·단백피

옥수수를 가공하여 옥수수가루·과당·전분당·엿·포도당 등의 식품을 생산하는 공정에서는 옥수수 글루텐(단백질공급원)·옥피·단백피 등의 부산물이 나온다. 종전에는 젖은 상태의 수옥피가 나오기도 했으나 요즈음은 많은 공장들이 자체에서 건조하여 건조 옥피나 건조 단백피를 팔고 있다. 옥피는 밀기울과 비슷한 가격, 단백피는 그보다 5 10% 높은 가격까지는 경제성이 있다고 볼 수 있다. 건조옥피는 성분이 균일하고 이물질이 없는 안정적인 원료이기 때문에 배합사료공장에서 선호하여 일반농가에 보급될 양이 점점 줄어들 것이다. 판매업자들이 더 비싸게 받을 수 있는 한 일반농가에도 보급할 것으로 보이며, 단백피는 단백질의 함량변이가 크지만 건조옥피와 비슷한 용도로 쓰인다.

사. 제과부산물(파과)

비스켓류·후레이크류·사탕류 등의 과자종류를 만들 때 나오는 제과부산물(파과)은 원료에 따라 성분이 천차만별이고, 나오는 공정위치에 따라 수분이 많은 밀가루 반죽상태의 부산물과 익힌 뒤에 부서진 부산물은 서로 소화효율이 다르고 보관성도 다르다. 반죽상태는 쉽게 상하며, 제과 부산물은 많은 양이면 전문처리업자가 여러 가지를 수거해서 배합사료공장에 납품하는 경우가 대부분이므로 우리 농가에서 가까운 소규모 제과공장이 있으면 반죽상태의 젖은 부산물을 다 치워 주는 조건으로 하며 아주 싸게 또는 거의 거저로 제과부산물을 거둘 수 있다. 이렇게 가져온 제과부산물은 밀가루와 비슷한 영양성분으로 평가하여 소사료에 배합해 쓰면 별 무리가 없고 더 정확히 하고 싶으면 성분을 분석하는 것이 좋다.

아. 제빵부산물

제빵부산물은 제조공정에서 나온 반죽과 부서진 빵(파빵)이 있고, 유통과정에서 기일이 경과하거나 상하여 반품된 회수빵 등이 있다. 회수 빵은 곰팡이로 오염되어 있어서 소에게 해, 특히 번식장해를 입힐 가능성이 있으므로 공짜로 실어다 준다하여 함부로 소에 먹일 수 없다. 또한 곰팡이가 없어 보여도 실제로는 이미 곰팡이가 번식하고 있는 경우도 있고, 곰팡이 문제가 없다 하더라도 빵봉지를 뜯어서 사료에 섞는 일만 해도 대단히 잔손질을 많이 필요로 하는 일이므로 제빵부산물은 회수빵을 전혀 섞지 않는 경우

에 한하여 밀가루정도의 영양평가를하여 사료로 활용할 수 있다.

자. 장유박

간장을 만들 때 나오는 부산물인 장유박은 공정에 따라 성분차이도 심하고 외형도 여러 가지 양상을 띠며, 거의 공짜로부터 kg당 40 50원씩 판매되는 것까지 있다. 대개는 소금성분이 많아 많이 쓰기 곤란한 원료지만, 보관성이 좋으므로 적은 량의 배합비율로 쓰기에는 괜찮은 부산물 중의 하나이다.

차. 왕겨(탈지피)

왕겨는 거름으로나 쓰는 것으로 생각하지만, 조사료가치가 높아 소사료의 원료로는 괜찮은 부산물이다. 너무 많이 급여하면 규소(Si)에 의한 소화장애가 우려되지만, 고압으로 튀긴(팽연왕겨)의 경우에는 소화효율도 다른 곡류의 강피류와 큰 차이가 없다. 원상태로는 부피가 커서 분쇄하여 유통되는 것이 있고, 우리 농가에서는 가까운 RPC(미곡종합처리장)에서 거의 거저로 가져다 쓸 수 있는 부산물이다. 수분이 지나치게 많은 귤피·사과박을 저장할 때 섞어도 좋고, TMR사료 배합시에 수분을 떨어뜨리고 조사료 지수를 높이기 위하여 쓸 수 있다. 분쇄하여도 조사료 지수가 거의 낮아지지 않는 원료로 평가되고 있다.

카. 땅콩피, 농가부산물

땅콩피는 내피(콩의 빨간색 껍질)와 외피로 구분되는데, 내피는 양도 너무 적어 공장주변농가에서 소의 큰 배를 채워주는 용도로 가져다 쓰는 정도로는 의미가 있으며, 외피는 섬유질이 높으나 멀칭재배시의 비닐조각의 이물질로 그대로 있어서 소의 소화기관에 나쁜 영향을 주고, 기호성이 좋지 않아 단독으로 쓸 수 없고, 습기가 많은 곳에서는 공기중의 습기로 쉽게 곰팡이가 번식되는 부산물이다. 여주 주변 남한강 유역에 소규모 공장이 몇 개 있고, 영산강·금강주변의 땅콩 생산지에서 가까운 곳에 땅콩탈피 공장이 분포되어 있으므로, 우리 농가 주변에 있다면 비닐을 제거하고 조사료로 활용해 볼만하다. 그렇지만 왕겨보다 비싸거나 kg당 100원 이상이 되면 구태여 권하고 싶지 않은 원료이다.

그 외의 농가에서 나오는 볏짚·보릿짚·밀짚·옥수수대·땅콩대와 콩대 등도 모두 소사료로 재활용이 가능한 것들이다. 농가에서 이미 잘 알고 활용하는 것들이므로 생략한다.

타. 음식찌꺼기, 채소류 찌꺼기

연간 8조원에 달하는 음식물이 우리나라에서 버려지고 있다고 한다. 이것들을 사료로 재활용하는 것이 가능하고 앞으로 우리 축산업이 이사회에 기여할 수 있는 가시적인 길이다.

음식찌꺼기는 원료에 따라서 성분이 차이가 많고 쉽게 상하고 악취가 날 우려가 높으므로, 가능한 빨리 모아서 말려버리는 것이 최선이다. 농산물시장에서 나오는 채소류 부

산물도 음식찌꺼기와 함께 우리 강산에 묻혀서 우리 지하수를 오염시키고 있으며, 매몰하는 경비를 건조하는데 투자하면 값이 싼 사료자원을 만들 수 있다. 여러 지방자치단체에서도 이런 시도를 하고 있고, 상당한 성과를 거두고 있으므로 머지 않아 우리 농가들이 음식물 찌꺼기와 농산물시장 부산물로 된 값싼 사료자원을 얻을 수 있을 것으로 기대된다. (이 항목은 너무 많은 이론과 실제상황들이 있으나 지면관계상 이정도로 마치겠다.)

파. 주정박(주정공장 부산물)

소주나 고량주를 만들 때 나오는 주정박은 제조공장에 따라 사료로 사용할 수 없는 안정제를 공장에서 사용하는 경우도 있고, 공장 자체에서 메탄가스 원료로 사용해 버리는 경우도 있으나, 일반적으로는 수분이 70 80%인 상태로 농가에 판매되고 있다. 사용하는 원료에 따라 성분도 완전히 다르므로 무슨 원료로 사용했는지를 알아보고 사료적 가치를 평가해야 한다. 종전에는 옥수수를 주정원료로 사용했지만, 근래에는 옥수수를 타피오카(동남아산)가 많이 대체하고 있고, 국내산 고구마도 사용되기도 한다.

하. 식혜부산물(엿기름찌꺼기)

식혜음료가 폭발적 인기를 끌어 여러 식품회사들이 식혜음료를 내고 있으나, 거의 대부분 영세업체에 주문자상품(OEM) 부착방식으로 만들고 있다. 따라서, 한가지 상표를 여러 소규모공장에서 만들기도 하고, 한 공장에서 여러 가지 상표의 제품을 만들기도 한다.

아직 맥주나 소주 같은 대단위공장이 없으므로 공장 주변의 소사육농가에서 사료로 쓸 정도의 엿기름찌꺼기 밖에 나오지 않고 수분이 75 90%까지 제조공정에 따라 전혀 다르게 나온다. 사용할 때에는 수분함량을 측정해서 나머지 영양분은 맥주박 수준으로 평가해서 TMR배합원료로 쓴다면 괜찮은 부산물이다. 대개 이런 공장에서 인삼음료나 그외 음료를 만들 때 나오는 부산물도 계절적으로 나오므로 비슷한 방법으로 평가해 사용하되 영양성분변이에 따른 영향을 줄이려면 사용량을 많지 않도록 유지해야 한다. 내 목장 주변에 식혜공장이 있는지 알아보려면 시·군의 상공계를 찾아가 공장현황을 찾아보거나, 대형슈퍼·백화점 등의 식품매장에서 여러 식혜제품을 구입해서 캔의 표시사항을 자세히 보면, [제조원]이라는 조그만 글씨에 공장위치가 기재되어 있으므로 그것으로 확인할 수도 있다.

식혜공장의 걸러낸 쌀알갱이는 따로 평가·수거할 정도의 양이 되지 않으므로 엿기름찌꺼기에 골고루 섞어써야 한다. 따로 분리되면 수분이 과다하고 섬유질이 너무 낮아 잘못 사용될 수도 있다.

그 외에도 옥수수배아박(옥수수 기름공장 부산물)·고추씨박(고추기름 부산물)·참깻묵·들깻묵 등 거의 대부분의 식품제조 부산물들이 소의 사료로 이용되고 있다. 원료로서의 가치와 경제적 구입 단가를 성분분석을 통하여 할 수 있다. 거래하는 사료공장의 도움을 받으면 가능하다.

표 46. 젖소에 대한 부산물의 영양성분과 경제적 구입단가

단위(%)

구 분		수분	TDN	조단백질	UIP	DIP	조섬유	Ca	P	경제적 구입가 (원/Kg)	비고
맥주 공장 부산물	맥주박	73(75)	70.4	30.0	7.5	21.0	25.9	0.07	0.15	30	
	맥피	12(13)	57.8	9.4	3.3	5.7	24.7	0.52	0.39	110	이물질주의
	맥근	12(13)	59.1	29.6	7.4	20.7	11.4	0.06	0.47	120	
	잡피	12(13)	68.0	12.0	3.0	8.4	20.0	0.52	0.39	120	이물질주의
맥강(보릿겨)		12(13)	65.0	12.2	3.7	7.9	16.0	0.5	0.3	115	
비지(두부)		88(90)	83.3	30.7	7.7	21.5	13.3	0.2	0.13	12	두유박은 CP35%
대두피		10(12)	64.0	12.1	7.3	4.2	40.1	0.5	0.4	140	
루핀피		10(12)	57.0	9.0	3.6	4.9	28.0	0.5	0.4	135	
소맥피(밀기울)		12(13)	68.0	16.0	4.6	10.6	11.3	0.4	0.4	140	
엿밥(쌀)		65	78.0	12.0	3.0	8.4	7.0	0.07	0.14	45	
엿밥(옥수수)		60	77.0	13.5	2.7	10.1	8.7	0.07	0.14	50	
귤피		85 88	88.7	9.3	2.8	6.1	10.0	0.07	0.33	15	
사과박		80(70)	68.0	5.1	1.6	3.3	15.0	0.15	0.1	25(40)	공정에따라수분차이
옥피		10(13)	70.5	10.1	2.5	7.1	14.8	0.01	0.01	140	
단백피		10(13)	76.1	20.5	8.2	11.3	12.8	0.56	0.09	150	
장유박		40(35)	66.0	30.3	9.1	19.7	15.7	0.44	0.49	50	
왕겨(탈지피)		12(15)	49.4	15.2	4.6	9.9	45.5	0.06	1.75	100	
땅콩피		12(15)	46.0	7.9	6.0	1.6	71.2	0.61	0.2	100	
주정박(옥)		70	82.3	25.5			13.8	0.12	0.46	35	
주정박(순)		80	75.0	18.5				0.63	0.19	25	타피오카+고구마

*구입가격은 농가도착도 가격을 기분함. **구입가격. 수분을 제외한 영양성분은 건물(DM base)기준

Ⅱ. 농산가공부산물 TMF사료 제조

1. 제조공정 확립

가. 원료의 배합이론

1) 배합비 및 처리

0. 유기성 농산부산물 TMF는 산업화를 위한 농가접촉중에 협동키로한 농가요구에 따라 예비적 시험을 생략하고 젖소용 1,000톤 규모 2종, 한우용300 500톤 규모 2종의 대량생산을 목표로하여 원료수집중에 있음.

0. 농산 가공부산물중 수집이 용이하고 영양성분 함량과 기호성에서 우수한 당근박, 맥주박 및 베지밀박(비지)의 3종을 기초로 하여 봄부터 가을까지 고온기에 원료수집 기간중 변질방지를 위한 첨가제의 개발과 처리.

0. 볏짚은 3 5 cm 단위로 절단하되 농산부산물의 다즙성으로 세척처리는 생략하는 반면 원료볏짚의 청결성이 보장되어야 함.

0. 곡류 및 기타 영양수준 조절제는 농가 현장(기존 TMR공장)의 현실을 감안 기존 사용중인 원료들로 배합에 사용함.

0. 이들 재료들의 혼합으로 수분 함량은 50 60% 수준이 되도록, 영양 수준은 일일 체중 500Kg의 한우 번식우가 정상적인 유지 영양소 수준이 되게 균형배합

0. 제조저장은 대형 트랜치(1,000톤 규모)를 이용하며, 덮게는 이스라엘형 포장지를 사용하고 그 상층부에는 폐타이어를 촘촘히 배치하여 진압효과를 높인다.

2) 농산부산물별 TMF의 원료배합비 설계는 다음과 같다.

표 47. 당근박 TMF (양초)

영양소 / 구분	배합비 (%)	함량	건물량 (Kg)	TDN (Kg)	TCP (g)	Ca (g)	P (g)	CF	ADF	NDF	단가(원) /Kg	생산비(원) /100Kg
당근박 (생)	70	(%) (Kg)	11.8 8.2	10 7.0	1.2 0.8	0.05 0.0	0.04 0.0	6.4 4.5	20.4 14.3	37.2 26.0	30	2100
양초 (중국산)	15	(%) (Kg)	88.0 13.2	45.7 6.9	8.0 1.2	0.4 0.1	0.14 0.0	40 6.0	40 6.0	0.0	202	3030
계분	4	(%) (Kg)	64.0 2.6	49.66 2.0	21.6 0.9	2.5 0.1	0.22 0.0	13.1 0.5	46.2 1.8	64.7 2.6	90	360
대두박	4	(%) (Kg)	87.7 3.5	74.0 3.0	35.8 1.4	0.13 0.0	0.57 0.0	6.08 0.2	12.7 0.5	14.14 0.6	250	1000
배아박 (옥)	2	(%) (Kg)	95.4 1.9	86.03 1.7	16.2 0.3	2.5 0.1	0.22 0.0	7.92 0.2	0.0	0.0	171	342
파옥쇄	1	(%) (Kg)	86.1 0.9	90.57 0.9	9.6 0.1	0.02 0.0	0.3 0.0	2.67 0.0	3.02 0.0	10.22 0.1	194	194
맥피	4	(%) (Kg)	90.0 3.6	74.5 3.0	16.0 0.6	0.17 0.0	1.04 0.0	8.03 0.3	13.8 0.6	41.33 1.7	145	580
계	100		33.9	24.4	5.4	0.3	0.1	11.8	23.2	30.9		7606
볏짚 비율(%)			38.9									

표 48. **당근박** TMF (**볏짚**)

영양소 / 구분	배합비 (%)	함량	건물량 (Kg)	TDN (Kg)	TCP (g)	Ca (g)	P (g)	CF	ADF	NDF	단가(원) /Kg	생산비(원) /100Kg
당근박 (생)	70	(%)	11.8	10	1.2	0.05	0.04	6.4	20.37	37.2	30	2100
		(Kg)	8.2	7.0	0.8	0.0	0.0	4.5	14.3	26.0		
볏짚	15	(%)	88.0	42.6	5.1	0.38	0.15	31.8	48.86	79.55	151	2265
		(Kg)	13.2	6.4	0.8	0.1	0.0	4.8	7.3	11.9		
계분	4	(%)	64.0	49.66	21.6	2.5	0.22	13.1	46.2	64.7	90	360
		(Kg)	2.6	2.0	0.9	0.1	0.0	0.5	1.8	2.6		
대두박	4	(%)	87.7	74.0	35.8	0.13	0.57	6.08	12.66	14.14	250	1000
		(Kg)	3.5	3.0	1.4	0.0	0.0	0.2	0.5	0.6		
배아박 (옥)	2	(%)	95.4	86.03	16.2	2.5	0.22	7.92			171	342
		(Kg)	1.9	1.7	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0		
파옥쇄	1	(%)	86.1	90.57	9.6	0.02	0.3	2.67	3.02	10.22	194	194
		(Kg)	0.9	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
소맥피	4	(%)	90.0	74.5	16.0	0.17	1.04	8.03	13.78	41.33	145	580
		(Kg)	3.6	3.0	0.6	0.0	0.0	0.3	0.6	1.7		
계	100		33.9	23.9	4.9	0.3	0.1	10.5	24.5	42.9		6841
양초 비율(%)			38.9									

표 49. **베지밀박** TMF (**볏짚**)

영양소 / 구분	배합비 (%)	함량	건물량 (Kg)	TDN (Kg)	TCP (g)	Ca (g)	P (g)	CF	ADF	NDF	단가(원) /Kg	생산비(원) /100Kg
비지 (생)	72	(%)	14.5	11	4.64			58.5			30	2160
		(Kg)	10.4	7.9	3.3	0.0	0.0	42.1	0.0	0.0		
볏짚	15	(%)	88	42.6	5.11	0.38	0.15	31.8	48.86	79.6	151	2265
		(Kg)	13.2	6.4	0.8	0.1	0.0	4.8	7.3	11.9		
계분	5	(%)	64	49.66	21.6	2.5	0.22	13.1	46.2	64.7	90	450
		(Kg)	3.2	2.5	1.1	0.1	0.0	0.7	2.3	3.2		
대두박	4	(%)	87.69	74	35.8	0.13	0.57	6.08	12.66	14.1	250	1000
		(Kg)	3.5	3.0	1.4	0.0	0.0	0.2	0.5	0.6		
배아박 (옥)	1	(%)	95.39	86.03	16.15	2.5	0.22	7.92			171	171
		(Kg)	1.0	0.9	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0		
파옥쇄	1	(%)	86.12	90.57	9.64	0.02	0.3	2.67	3.02	10.2	194	194
		(Kg)	0.9	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
소맥피	2	(%)	90	74.5	15.98	0.17	1.04	8.03	13.78	41.3	145	290
		(Kg)	1.8	1.5	0.3	0.0	0.0	0.2	0.3	0.8		
계	100		34.0	23.0	7.2	0.2	0.1	48.1	10.5	16.7		6530
볏짚 비율(%)			38.8									

표 50. 베지밀박 TMF (양초)

영양소 / 구분	배합비 (%)	함량	건물량 (Kg)	TDN (Kg)	TCP (g)	Ca (g)	P (g)	CF	ADF	NDF	단가(원) /Kg	생산비(원) /100Kg
비지 (생)	72	(%)	14.5	11	4.64			58.5			30	2160
		(Kg)	10.4	7.9	3.3	0.0	0.0	42.1	0.0	0.0		
양초 (중국산)	15	(%)	88	45.7	8	0.4	0.14	40	40	66.6	202	3030
		(Kg)	13.2	6.9	1.2	0.1	0.0	6.0	6.0	10.0		
계분	5	(%)	64	49.66	21.6	2.5	0.22	13.1	46.2	64.7	90	450
		(Kg)	3.2	2.5	1.1	0.1	0.0	0.7	2.3	3.2		
대두박	4	(%)	87.69	74	35.8	0.13	0.57	6.08	12.7	14.1	250	1000
		(Kg)	3.5	3.0	1.4	0.0	0.0	0.2	0.5	0.6		
배아박 (옥)	1	(%)	95.39	86.03	16.15	2.5	0.22	7.92			171	171
		(Kg)	1.0	0.9	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0		
파옥쇄	1	(%)	86.12	90.57	9.64	0.02	0.3	2.67	3.02	10.2	194	194
		(Kg)	0.9	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
소맥피	2	(%)	90	74.5	15.98	0.17	1.04	8.03	13.8	41.3	145	290
		(Kg)	1.8	1.5	0.3	0.0	0.0	0.2	0.3	0.8		
계	100		34.0	23.5	7.6	0.2	0.1	49.3	9.1	14.7		7295
양초 비율(%)			38.8									

표 51. **맥주박** TMF (**볏짚**)

영양소 / 구분	배합비 (%)	함량	건물량 (Kg)	TDN (Kg)	TCP (g)	Ca (g)	P (g)	CF	ADF	NDF	단가(원) /Kg	생산비(원) /100Kg
맥주박 (생)	77	(%)	27.9	19.84	8.1	0.31	0.58	38	20.4	37.2	20	1540
		(Kg)	21.5	15.3	6.2	0.2	0.4	29.3	15.7	28.6		
볏짚	8	(%)	88.0	42.6	5.1	0.38	0.15	31.8	48.9	79.6	151	1208
		(Kg)	7.0	3.4	0.4	0.0	0.0	2.5	3.9	6.4		
계분	5.5	(%)	64.0	49.66	21.6	2.5	0.22	13.1	46.2	64.7	90	495
		(Kg)	3.5	2.7	1.2	0.1	0.0	0.7	2.5	3.6		
대두박	4	(%)	87.7	74	35.8	0.13	0.57	6.08	12.7	14.1	250	1000
		(Kg)	3.5	3.0	1.4	0.0	0.0	0.2	0.5	0.6		
배아박 (옥)	1.5	(%)	95.4	86.03	16.2	2.5	0.22	7.92			171	257
		(Kg)	1.4	1.3	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0		
파옥쇄	1	(%)	86.1	90.57	9.6	0.02	0.3	2.67	3.02	10.2	194	194
		(Kg)	0.9	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
소맥피	3	(%)	90.0	74.5	16.0	0.17	1.04	8.03	13.8	41.3	145	435
		(Kg)	2.7	2.2	0.5	0.0	0.0	0.2	0.4	1.2		
계	100		40.5	28.8	10.1	0.5	0.5	33.2	23.1	40.5		5129
볏짚 비율(%)			17.3									

표 52. 맥주박 TMF (양초)

영양소 / 구분	배합비 (%)	함량	건물량 (Kg)	TDN (Kg)	TCP (g)	Ca (g)	P (g)	CF	ADF	NDF	단가(원) /Kg	생산비(원) /100Kg
맥주박 (생)	77	(%)	27.9	19.84	8.1	0.31	0.58	38	20.4	37.2	20	1540
		(Kg)	21.5	15.3	6.2	0.2	0.4	29.3	15.7	28.6		
양초 (중국산)	8	(%)	88.0	45.7	8.0	0.4	0.14	40	40		202	1616
		(Kg)	7.0	3.7	0.6	0.0	0.0	3.2	3.2	0.0		
계분	5.5	(%)	64.0	49.66	21.6	2.5	0.22	13.1	46.2	64.7	90	495
		(Kg)	3.5	2.7	1.2	0.1	0.0	0.7	2.5	3.6		
대두박	4	(%)	87.7	74	35.8	0.13	0.57	6.08	12.7	14.1	250	1000
		(Kg)	3.5	3.0	1.4	0.0	0.0	0.2	0.5	0.6		
배아박 (옥)	1.5	(%)	95.4	86.03	16.2	2.5	0.22	7.92			171	257
		(Kg)	1.4	1.3	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0		
파옥쇄	1	(%)	86.1	90.57	9.6	0.02	0.3	2.67	3.02	10.2	194	194
		(Kg)	0.9	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
소맥피	3	(%)	90.0	74.5	16.0	0.17	1.04	8.03	13.8	41.3	145	435
		(Kg)	2.7	2.2	0.5	0.0	0.0	0.2	0.4	1.2		
계	100		40.5	29.1	10.3	0.5	0.5	33.8	22.4	34.1		5537
양초 비율(%)			17.3									

표 53. **사과박** TMF (**볏짚**)

영양소 / 구분	배합비 (%)	함량	건물량 (Kg)	TDN (Kg)	TCP (g)	Ca (g)	P (g)	CF	ADF	NDF	단가(원) /Kg	생산비(원) /100Kg
사과박 (생)	75	(%)	23.0	17	1.3	0.02	0.02	5.6			30	2250
		(Kg)	17.3	12.8	1.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0		
볏짚	10	(%)	88.0	42.6	5.1	0.38	0.15	31.8	48.86	79.55	151	1510
		(Kg)	8.8	4.3	0.5	0.0	0.0	3.2	4.9	8.0		
계분	4	(%)	64.0	49.66	21.6	2.5	0.22	13.1	46.2	64.7	90	360
		(Kg)	2.6	2.0	0.9	0.1	0.0	0.5	1.8	2.6		
대두박	4	(%)	87.7	74.0	35.8	0.13	0.57	6.08	12.66	14.14	250	1000
		(Kg)	3.5	3.0	1.4	0.0	0.0	0.2	0.5	0.6		
배아박 (옥)	2	(%)	95.4	86.03	16.2	2.5	0.22	7.92			171	342
		(Kg)	1.9	1.7	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0		
파옥쇄	1	(%)	86.1	90.57	9.6	0.02	0.3	2.67	3.02	10.22	194	194
		(Kg)	0.9	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
소맥피	4	(%)	90.0	74.5	16.0	0.17	1.04	8.03	13.78	41.33	145	580
		(Kg)	3.6	3.0	0.6	0.0	0.0	0.3	0.6	1.7		
계	100		38.5	27.6	4.8	0.2	0.1	8.7	7.8	12.9		6236
볏짚비율(%)			22.9									

표 54. **사과박** TMF (**양초**)

영양소 / 구분	배합비 (%)	함량	건물량 (Kg)	TDN (Kg)	TCP (g)	Ca (g)	P (g)	CF	ADF	NDF	단가(원) /Kg	생산비(원) /100Kg
사과박 (생)	75	(%)	23.0	17	1.3	0.02	0.02	5.6			30	2250
		(Kg)	17.3	12.8	1.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0		
양초 (중국산)	10	(%)	88.0	45.7	8.0	0.4	0.14	40	40		202	2020
		(Kg)	8.8	4.6	0.8	0.0	0.0	4.0	4.0	0.0		
계분	4	(%)	64.0	49.66	21.6	2.5	0.22	13.1	46.2	64.7	90	360
		(Kg)	2.6	2.0	0.9	0.1	0.0	0.5	1.8	2.6		
대두박	4	(%)	87.7	74.0	35.8	0.13	0.57	6.08	12.7	14.1	250	1000
		(Kg)	3.5	3.0	1.4	0.0	0.0	0.2	0.5	0.6		
배아박 (옥)	2	(%)	95.4	86.03	16.2	2.5	0.22	7.92			171	342
		(Kg)	1.9	1.7	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0		
파옥쇄	1	(%)	86.1	90.57	9.6	0.02	0.3	2.67	3.02	10.2	194	194
		(Kg)	0.9	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
소맥피	4	(%)	90.0	74.5	16.0	0.17	1.04	8.03	13.8	41.3	145	580
		(Kg)	3.6	3.0	0.6	0.0	0.0	0.3	0.6	1.7		
계	100		38.5	27.9	5.1	0.2	0.1	9.5	6.9	4.9		6746
양초비율(%)			22.9									

배합설계를 요약하면 각종 농산부산물중 비교적 쉽게 수집할 수 있는 당근박, 베지밀박, 생맥주박 및 사과박을 고수분 원료로하여 국내산 볏짚과 중국산 양초를 중심 원료로하고 단백질원료로서 계분과 대두박, 에너지 원료로서 옥수수배아박, 파옥쇄를, 그리고 소맥피(밀기울)을 완충제로 사용하였다.

이들 TMF별 1Kg당 생산 원료가는 당근박 68 76원정도, 베지밀박 65 73원 정도, 생맥주박 51 55원 정도, 사과박 62 68원 정도로 추산된다.

나. 영양소 급여량 기준 및 농산부산물 TMF 영양소 함량

표 55. 영양소 급여량 기준 및 농산부산물 TMF 영양소 함량

구분 \ 영양소		급여량	함량	건물량 (Kg)	TDN (Kg)	TCP (g)	Ca (g)	P (g)	CF	ADF	NDF
NRC 요구량		(기준)체중 500kg, 번식우			10.56	2083.2	84.2	54.8			
베지밀박 TMF	볏짚	46	(%)	33.96	23.01	7.20	0.22	0.08	48.05	10.45	16.66
			(Kg)	15.62	10.58	3310.5	99.3	37.9	22.11	4.81	7.66
	양초	45	(%)	33.96	23.47	7.63	0.22	0.08	49.3	9.12	14.72
			(Kg)	15.28	10.56	3433.6	98.5	36.4	22.2	4.10	6.62
맥주박 TMF	볏짚	37	(%)	40.54	28.81	10.08	0.45	0.53	33.2	23.08	40.47
			(Kg)	15.00	10.66	3731.0	168.2	196.5	12.3	8.54	14.98
	양초	37	(%)	40.54	29.06	10.32	0.46	0.53	33.8	22.4	34.1
			(Kg)	15.00	10.75	3816.6	168.8	196.5	12.51	8.28	12.62
당근박 TMF	볏짚	45	(%)	33.87	23.94	4.93	0.25	0.13	10.52	24.52	42.88
			(Kg)	15.24	10.77	2219.90	114.39	59.00	4.74	11.04	19.30
	양초	44	(%)	33.87	24.41	5.37	0.26	0.13	11.75	23.19	30.95
			(Kg)	14.90	10.74	2414.97	15.74	58.32	5.17	10.21	13.62
사과박 TMF	볏짚	44	(%)	38.49	27.56	4.84	0.22	0.11	8.65	7.82	12.86
			(Kg)	16.93	12.13	2129.9	94.69	48.66	3.81	3.44	5.66
	양초	41	(%)	38.49	27.87	5.13	0.22	0.11	9.47	6.94	4.91
			(Kg)	15.78	11.43	2103.1	89.05	44.94	3.88	2.84	2.01

제 4 절 TMF 사료의 안정적 발효와 이용성 증진을 위한 사일리지 Starter의 개발 연구

본 연구는 기존의 silage starter 미생물인 Lactobacillus plantarum에 유전공학 기법을 도입하여 섬유소 분해 유전자를 형질전환하여 발현시킴으로써 단당류의 유리를 촉진시켜 유리된 단당류로부터 젖산발효를 촉진시키고 다른 부패균의 생장을 억제시켜 사료의 저장성을 개선함으로써 개발된 젖소용 완전기초사료인 TMF 사료의 품질개선과 조사료로서의 이용성 증진을 위한 새로운 silage starter를 개발하는데 그 목적이 있다.

Ⅰ. 재료 및 방법

1. 섬유소 분해 미생물로부터 cellulase 유전자의 확보

토양미생물로서 섬유소 분해 능력이 우수한 균주로 알려진 Clostridium thermocellum의 cel A gene을 프랑스의 pasteur 연구소 Dr. Beguin(1985)으로부터 분양받아 본 연구에 이용하였다.

2. E. coli-Lactobacilli shuttle vector의 확보

E. coli와 Lactobacilli에서 복제가능하고 외래 단백질을 생산할 수 있는 발현벡터인 pNZ123(de Vos 등 1992; de Vos 1986b)과 pNZ3004(de Vos 1986a,c)를 확보하여 본 연구에 이용하였다.

3. silage starter Lactobacillus plantarum 균주의 확보

자료 검색을 통한 공인 미생물 보유기관인 KCTC(Korean Culture Type Collection)으로부터 Lactobacillus plantarum KCTC 3104, 1048 균주를 본 연구의 공시균주로 이용하였다.

4. Cellulase 유전자의 Lactobacilli 발현벡터로의 재조합 클론체 구축

Clostridium thermocellum의 3.2 kb Hind III cel A gene 단편을 함유하고 있는 pCT104 plasmid로부터 제한효소 처리 및 electroelution을 통해 3.2 kb Hind III cel A gene 단편을 분리한 후 Hind III 로 절단된 linear pNZ123 vector와 ligation을 수행하여 재조합 plasmid pSD1을 구축하였으며 또한 0.1ng의 pCT104를 template로 하여 sal I site를 포함한 primer를 제작한 뒤 PCR를 수행하여 1.4 kb sal I cel A gene 단편을 얻은 후 미리 Sal I 으로 절단한 linear pNZ3004 vector와 ligation을 수행하여 또 다른 재조합 plasmid pSD2를 구축하였다.

5. 구축된 cellulase 유전자의 재조합 클론체의 형질전환

1) E. coli

12시간 정도 배양한 E. coli 배양액 1ml를 LB broth 100ml에 접종하여 37℃에서 진탕배양하여 OD600 값이 0.4에 도달할 때 까지 배양하고 얼음에서 10분간 방치후 세포를 4℃ 5500 rpm에서 5분간 원심분리하여 세포를 회수하고 60ml의 0.1 M CaCl2로 세척하였다. 얼음에서 20분간 방치후 다시 원심분리하여 세포를 회수하고 1ml의 0.1 M CaCl2 용액에 resuspension 시킨 뒤 그 중 0.1 ml을 취하여 형질전환시키려는 재조합 plasmid DNA와 섞고 60분간 방치후 42℃에서 60초간 열충격을 준 뒤 여기에 900 μl의 새로운 LB broth를 첨가하고 37℃에서 90분간 전 배양한 뒤 적절한 항생제가 포함된 LB 평판배지에 도말하고 12-16시간 배양하면서 생성된 colony를 확인하였다.

2) Lactobacillus plantarum

Lactobacilli plantarum에 재조합 plasmid DNA를 형질전환시키기 위해 Bates 등(1989) 및 Chassy 등(1988)이 제시한 electroporation 방법을 변형하여 다음과 같이 실시하였다. Lactobacilli sp. 균주를 MRS broth 50ml에서 대수중기 (6시간 OD600=1.0)까지 배양한 다음 10,000×g에서 원심분리하여 세포를 회수하고 여기에 1×PEB buffer(1mM MgCl2 7mM pottasium phosphate, 272 sucrose, pH 7.4)로 2번 세척한 다음 2.5×PEB buffer 2.5ml에 suspension 시켰다. 형질전환시킬 plasmid DNA(1μg)를 얼음상태에서 방치한 0.8ml의 세포현탁액에 첨가하고 섞어주었다. 그런 다음 0.2cm electroporator cuvette에 이들을 넣고 electroporator(Bio-Rad Labratories)로 electric field strength(6.25kv/cm), capacitance(25μF), time constant (3.5-4.0ms)에서 실시하였다.

Electroporation된 세포는 즉시 MRS broth 에서 10배 희석시키고 37℃에서 3시간 전배양시키며 적정량의 항생제가 첨가된 MRS 평판배지에 도말한 뒤 37℃에서 48시간 배양한 후 형성된 colony들을 관찰하였다.

6. 재조합 E. coli, Lactobacillus plantarum 균주의 cellulase 효소활성 측정

E.coli와 Lactobacilli plantarum 균주의 배양이 끝난 후 배양액을 4℃로 급냉하고 7000rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상층액을 extracellular fraction으로 이용학 남은 균체를 회수한다음 0,1M pottasium phosphate(pH 6.5)용액으로 세척한 후 완충용액을 균체의 0.01배의 비율로 가하여 세포를 sonification 시키고 파쇄된 균체를 10,000rpm,30분간 원심분리하여 그 상등액을 whole cell extracts solution으로 이용하였다, 효소액내의 단백질함량 측정은 Bradford 방법(Ausubel등, 1987)으로 측정하였다. 또한 Endoglucanase 측정은 1ml enzyme 용액에 50mM potassium phosphate buffer (pH 6.5)로 suspension 시킨 1% carboxymethylcellulose 기질용액 1ml을 넣고 40℃에서 30분간 방치한 다음 DNA 시약을 넣어 다시 5분간 끓여서 OD550 값을 측정하여 CMC 부터 유리된 reducing sugar의 양을 μmol/hr 단위로 환산하여 표시하였다.

7. 형질전환된 Lactobacillus plantarum 균주의 상업용 배지 개발 및 생장시험

형질전환된 Lactobacillus plantarum 균주의 대량생산을 위해 농업 부산물의 일종인 옥침수(CSL: corn steep liquor)를 이용하여 다음과 같은 배지를 조성하였다. 즉 5% CSL 와 탄소원으로 첨가수준을 달리한 glucose(0.5, 1, 1.5%)와 질소원으로 yeast extracts(0.1, 0.5, 1.0, 2.0 %), 0.1% KH_2PO_4, 0.2% K_2HPO_4 를 첨가한 배지를 제조후 위의 균주를 1% 수준으로 접종하여 12시간 동안 배양하면서 생장상태를 생장곡선을 통해 Lactobacillus 배양배지인 MRS 배지와 비교 검토하여 생장수준을 확인하였다.

Ⅱ. 연구결과 및 고찰

1. 형질전환 균주 생산 및 평가연구

가. 외래 단백질 생산능력이 우수한 새로운 Lactobacillus-E. coli 발현벡터의 확보

Cellulase를 발현하는 재조합 Lactobacillus plantarum starter 균주를 개발하기 위해 Lactobacillus-E. coli 발현 벡터를 확보하였다. 먼저 자체 promoter는 존재하지 않으나 host 내에서 high copy number를 지니는 pNZ123(2.8 kb, CmR) 벡터를 이용하였으며, 또한 벡터 자체에 외래 단백질을 효율적으로 발현시킬 수 있는 강력한 promoter가 존재하는 새로운 Lactobacillus 발현벡터를 확보하기 위해 NIZO(Netherland for Dairy Research)의 De Vos 박사로 부터 Lactococcus latis의 Lac A promoter를 지니고 erythromycin에 대한 항생제 marker를 지닌 pNZ3004(4.9 kb) 벡터를 확보하였다.

나. Cellulase 유전자의 구축

먼저 Lactobacillus 발현벡터인 pNZ123을 이용하여 cellulase를 생산하기 위해 Clostridium thermocellum의 cel A gene 유전자 염기서열을 검토하여 자체 promoter와 signal sequence를 포함한 유전자 단편(3.2 kb Hind III fragment)을 분리하였으며 또 다른 Lactobacillus 발현벡터인 pNZ3004로부터 cellulase를 생산하기 위해 3.2 kb cel A gene의 Hind III 유전자 단편을 template로 하여 PCR을 수행하여 새로운 cellulase gene (1.4 kb Sal I fragment)을 제조하였고 이때 수행한 PCR 조건 및 primer 들은 아래와 같다.

Denaturation	94℃	60 sec
Annealing	55℃	60 sec
Extension	72℃	80 sec
Last extension	72℃	300 sec
Total cycle		30

Primer 1(N-terminal; 37mer)
5'-AAAAGAATTCGTCGACAGCAGGTGTGCCTTTTAACAC-3'
Sal I

Primer 2(C-termnal; 38mer)
5'-AAAATCTAGAGTCGACACCCATTACACTAATAAGGTAG-3'
Sal I

다. Lactobacillus plantarum 균주의 확보

사일리지 Starter 균주로 Lactobacillus plantarum KCTC 1048, Lactobacillus plantarum KCTC 3104 균주를 한국과학기술원 생명공학 연구소 유전자원 쎈터로 부터 구입하였다.

라. 재조합 Cellulase 유전자 클론체 구축

Lactobacillus-E. coli 발현벡터인 pNZ123의 Hind III site에 3.2 kb cel A gene Hind III fragment를 도입하여 재조합 plasmid pSD1(6.0kb)을 구축하였고(Figure 1), 또한 pNZ3004의 Sal I site에 1.4 kb cel A gene Sal I fragment를 도입하여 재조합 plasmid pSD2를 구축하였다(Figure 2)

(5) 재조합 plasmid의 형질전환

Cellulase 유전자를 포함하는 재조합 plasmid pSD1과 pSD2를 먼저 E. coli MC 1061 균주에 형질전환하여 cellulase 활성을 갖는 형질전환체를 얻는데 성공하였다(Figure 3, 4). 또한 Bio-Rad 사 제품의 electroporator를 이용하여 재조합 plasmid pSD1과 pSD2를 Lactobacillus plantarum KCTC 1048, Lactobacillus plantarum KCTC 3104 균주에 형질전환을 시도하여 그 중 재조합 plasmid pSD1을 함유하고 있으며 cellulase 활성을 보이는 재 조합 Lactobacillus plantarum KCTC 1048 균체를 얻는 데 성공하였고(Figure 5), 이때 나타 난 형질전환 효율은 plasmid DNA μg 당 2.4×102 CFU로 나타났다. 한편 재조합 plasmid pSD2를 Lactobacillus plantarum 균주들에 형질전환을 시도하여 형질전환체를 얻는 실험을 계속 수행중에 있다. .

(6) Cellulase 효소활성 측정

재조합 plasmid pSD1을 포함한 형질전환체 E. coli MC 1061, Lactobacillus plantarum KCTC 1048로부터 효소활성을 측정한 결과 specific activity로 각각 1.20, 6.36U/mg 이었고, 특히 효소의 분비양상을 조사한 결과 Lactobacillus plantarum의 경우 생산된 효소의 91.7% 가 세포외로 분비되었다.

2) 대량생산시험연구

(1) 농산부산물을 이용한 Lactobacillus sp. 배양배지 제조

실험실에서 Lactobacillus sp. 배양배지로 사용되는 MRS 배지는 영양소가 풍부한 rich media일 뿐 아니라 산업적으로 이용할 경우 값이 비싼 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 옥수수로부터 전분추출시 얻어지는 중요 부산물인 옥침수(corn steep liquor)를 (주)세원으로부터 구입하였으며 옥침수의 영양소 조성 및 아미노산 조성은 아래와 같다.

표 56. **옥침수의 조성**

Item	Content(W/V %)
Moisture	48%
Total solid	52%
Reducing sugar	10%
Lactic acid	15%
Sulfonic acid	150 ppm
Amino-N	0.5 %
Total-N	3%
Ash	10%

표 57. **옥침수의 아미노산 조성**

Item	Content(W/V %)
Aspartate	0.475
Threonine	0.335
Serine	0.410
Glutamate	0.607
Glycine	0.227
Alanine	1.155
Cysteine	0.178
Methionine	0.353
Isoleucine	0.336
Leucine	1.417
Tyrosine	0.392
Phenylalanine	0.921
Lysine	0.496
Histidine	0.224
Arginine	0.807
Proline	1.082
Valine	0.618

옥침수를 주요 단백질원으로 하고, 부족한 탄소원으로 glucose**를 그리고** yeast extracts**를 첨가하였으며 무기염으로** KH_2PO_4, K_2HPO_4**를 보충한 배지조성을 구상하여** 5% CSL**에** glucose**의 첨가수준을 달리**(0, 0.5, 1.0, 1.5%)**하고, 또한** yeast extracts**의 첨가수준도 달리**(0.1, 0.5, 1.0, 2.0)**하여 배지를 조성한 후** MRS **배지에서의** Lactobacillus plantarum **균주의 생장정도를 비교하였다.**

(2) Lactobacillus plantarum 균주의 생장 시험

재조합 silage starter 발효균주인 Lactobacillus plantarum KCTC 1048 균주의 대량생산을 위해 농산가공 부산물인 옥침수를 이용한 최적의 유산균 생산배지 개발결과로 기존의 MRS 배지와 glucose의 첨가수준을 달리한 옥침수 함유배지에서 12시간 배양하여 발효균주의 생장을 비교한 결과 glucose의 함량이 증가할수록 5% CSL 배지에서의 생장상태가 MRS 배지와 거의 같은 수준을 나타냈으며, 특히 0.5% glucose 만을 첨가하여도 배지의 탄소원으로 충분하였다(Figure 6). 또한 5% CSL, 0.5% glucose를 기본조성으로 하고 첨가수준을 달리한 yeast extracts를 첨가하여 생장정도를 확인한 결과 yeast extracts의 농도가 증가할수록 생장이 촉진되었고(Figure 7), 특히 0.1% yeast extracts만을 첨가하여도 MRS 배지와 생장곡선이 차이가 없었다..

결론적으로 개발된 Lactobacillus plantarum 상업용 배지(5% CSL, 0.5% glucose, 2%yeast extracts, pH 6.5)와 기존의 MRS 배지를 가지고 12시간 동안 Lactobacillus plantarum 균주를 배양하였을때 얻어진 최종 OD ₀ 값을 조사한 결과 각각 1.9, 1.8로 나타나 생장에 큰 차이를 보이지 않았으며 값이 비싼 MRS 배지를 대체할 상업용 배지로 균체의 대량생산에 적합하다고 사려되었다.

Figure 1. Construction of recombinant plasmid pSD1

Figure 2. Construction of recombinant plasmid pSD2

Figure 3. Congo red test of E. coli MC 1061 with pSD1

Figure 4. Congo red test of E. coli MC 1061 with pSD2

Figure 5. Congo red test of Lactobacillus plantarum KCTC 1048 with pSD1

Figure 6. Growth curve of Lactobacillus plantarum KCTC 1048 in MRS and 5% CSL media with different glucose level

Figure 7. Growth curve of Lactobacillus plantarum KCTC 1048 in MRS and 5% CSL media with 0.5% glucose and different yeast extracts level

제 5 절 결과 요약

첨가제 처리수준별 영양성분함량의 변화를 조사하기 위한 영양성분함량은 변화를 조사한 결과는 다음과 같다.

1, 시험사료의 수분함량은 40%내외 인 것으로 나타났으며, 단백질은 건물중 19 20% 내외였으며, TDN은 78 82%, ADF는 12% 내외, NDF는 40% 내외, Ca는 0.65 0.93%, P는 0.23 0.32%, K는 2.7% 내외 그리고 Mg는 0.3% 내외로 나타났으며, 보관기간중 2일부터 시험사료 전반에 색상의 변화, 연성화등의 퇴비화 현상이 나타나기 시작하였으며, 30일이 경과한 뒤에는 전체적으로 퇴비화가 이루어진 것을 알 수 있었다. 개미산, 소금, 아황산 소다 및 바시트라신 처리구의 것은 다소 이러한 변질 즉, 외관상 퇴비화 속도가 늦어지거나 부분적 퇴비화가 나타난 것을 관찰할 수 있었다. 전체적으로는 첨가제 처리후 수분의 소량 감소 경향이 있었으나 개미산의 처리에 의하여 영양성분 함량 변화는 찾을 수 없었다.

2. 생맥주박과 베지밀박의 두종의 고수분 농산부산물에 대한 여름철 실온상태하에서의 보관성을 증진시킬수 있는 첨가제의 개발과 그 수준의 결정을 목적으로 시험연구를 수행한 결과는 다음과 같다.

- 농산부산물에 첨가한 후 20일동안의 경과 일자별 온도변화는 모든 시험구에서 외기온도의 영향하에 있었으며 첨가제 종류나 수준에따른 특별한 차이는 보이지 않았다.

- 농산가공부산물별 첨가제수준에 따른 NH3-N 함량변화는 MHA첨가제구에서 산도 변화에서와 마찬가지로 특이적인 변화가 없는 것으로 나타났으며 다른 첨가제구에서는 대체로 대조구와 비슷한 변화양상을 보이는 것으로 나타났다.

- 경과일수에따른 pH의 변화양상은 MHA첨가제 처리구에서 특이적으로 낮은 2.7 3.4의 수준을 유지하고 있었다. MHA는 평균외기온도 25℃내외에서도 원료의 산도에 거의 변화를 주지 않는 것으로 나타났다.

- 그 외의 첨가제처리구에서는 대조구에 비해 상대적으로 10일까지는 완만한 변화를 보이다가 15일이후 대조구와 비슷한 수준을 나타내었다.

3. 생맥주박에서의 첨가제별 휘발성지방산 조성은 MHA첨가제구를 제외한 모든 처리구

에서 어떠한 경향도 찾아볼 수 없었으며, MHA첨가제처리구에서는 처리후 15일째부터 낙산의 함량이 다소 증가하는 경향을 보일뿐 전체적으로 낙산의 함량이 낮고 프로피온산과 초산의 함량이 높게 나타났다.

4. 베지밀박에 대한 결과에서도 동일한 경향을 보였으며, 여기서도 MHA첨가제구에서는 낙산이 거의 없는 것으로 나타났으며, 첨가수준별로는 0.1%구에서 보다 고농도인 0.2% 구에서 이러한 경향은 더욱 뚜렷하였다.
5. 8개의 농산가공부산물 TMF사료 제조 공정과 배합비를 설계하였는데, 이들 TMF별 1Kg당 생산 원료가는 당근박 68 76원정도, 베지밀박 65 73원 정도, 생맥주박 51 55원 정도, 사과박 62 68원 정도로 추산된다.

참고 문헌

Ausubel, F. M., R. Marquardt, P. E. Underson and M. J. Gasson. (1987). Current protocols on molecular biology. Greene publishing associates. Unit 16.6.

Bates, E. E. M., H. J., Gilbert, G. P. Hazlewood, J. Huckle and J. I. Laurie et al. (1989). Expression of a Clostridium thermocellum endoglucanase gene in Lactobacillus plantarum. Appl. Environ. Microbiol. 55: 2095-2097.

Beguin, P., P. Cornet and J. P. Albert. (1985). Sequence of a cellulase gene of the thermophilic bacterium Clostridium thermocellum. Appl. Environ. Microbiol. 162:102-105.

Chassy, B. M., A. Mercenier and J. Flickinger. (1988). Transformation of bacteria by electroporation. TIBTECH 6. 303-309.

de Vos, W.M., R. J. Siezen and O. P. Kuipers. (1992). Lantibiotics similar to nisin A. PCT. Patent Application WO 92/18633

de Vos, W.M. (1986a). Genetic improvement of starter streptococci by the cloning and expression of the gene coding for a non-bitter proteinase. In: Biomolecular Engi

neering in the European Community: Achievements of the Research Programme(1982-1986):Find Report (E.Magnien. ed) Martinus Nijhoff Publisher. Dordrecht. pp. 465-472.

de Vos, W.M. (1986b). Gene cloning in lactic streptococci. Neth. Milk Dairy J. 40: 141-154.

de Vos, W. M. (1986c). Sequence organization and use in molecular cloning of the cryptic lactococcal plasmid pSH71.Second Streptococcal Genetics Conference. Miami Beach. American Society for Microbiology P223.

de Blanc, D. J. and L. N. Lee. (1991). Replication fuction of pVA380-1. In: Genetics and Molecular biology of Streptococci,Lactococi and Enterococci. eds. Dunny. G. M., Cleary, P. P. and Mckay, L. L., American society for Microbiology, pp.235-240.

강태홍 등. 1980. **볏짚 사일리지 제조시험 I II 한축지**: 22(6):439-446.
강태홍 등. 1981. **볏짚 사일리지 제조시험 II**. **한축지**. 23:(2):97-102.

고영두. **송도준**. 1977. **한우에 대한 전분박강** silage **급여시험 한축지**: 19(5):370-374.

김강식. 1992. UR **대응 농업기술 개발시책 방향**. **제1회 축산과학기술강습회,영양**. **사료분야 최신 연구동향**. **서울대학교 축산과학기술 연구소**. P 1-12.

김동암 등. 1987. **초지학 총론**. **선진문화사**. P 359-389.

김영길. 1991. **곡류사료의 가공과 이용**. 1991 **사료가공 단기과정**. 1991. 4**월**. **한국영양사료학회지**. pp. 188-203.**제 4 절 참 고 문 헌**

김영길 등. 1990. **곡류의 가공방법이 전분분해 속도에 미치는 영향**. **동아대 농업기술연구소보**. 11(1):21-31.

맹원재. 1991. TMR **의 제조와 급여효과**. 1991**사료가공 단기과정**. 1991. 4**월**. **한국영양사료학회지**. pp. 291-298.

문양수. 1990. **볏짚의 사료가치 개선에 관한 연구** I. **한영사보**. 14(3):84- 89.

문양수. 1990. **볏짚의사료가치 개선에 관한 연구** I- III. **한영사보** : 14(3)84- 89, 1991. **한국영양사료 학회지**:15(4):182- 185, 186- 189.

문태현, 1994. **볏짚의 화학적 처리가 볏짚의 표면구조위 변화**, **반추위 미생물 부착 및 소화 특성 에 미치는 영향**. **서울대학교 박사학위 논문**.

신형태. 1988. **고능력우 사양관리**. **축산신보**.

제 4 장 TMF사료를 이용한 사양체계 수립 및 보급방안

제 1 절 서 설

대부분의 조사료는 작부체계 및 생육특성상 계절성을 갖고있으며 또한, 조사료 초종별로 가축의 영양소 공급기준이되는 단백질과 에너지함량에서의 편차가 커 시중에서 판매되고 있는 배합사료 단일품목만으로 급여하는 농가의 가축은 에너지와 단백질 공급의 균형이 어렵다. 즉, 두가지 영양소의 적량공급이 불가하게되는 실정이다. 가축의 에너지와 단백질의 요구량은 분만, 비유시기, 유생산량, 기후 등 각종 요인에 따라 생리적 요구량이 달라지는데, 이러한 가축의 생리적변화에 따른 에너지와 단백질의 과부족 없는 적량공급을 위해서는 반드시 에너지가 고농도인 에너지 농축사료와 단백질 수준이 고농도인 단백질 농축사료 같은 전문적인 목표영양소 전용사료가 필요하게된다. 본 연구에서는 TMF사료의 사양체계에서도 개체별 생리적변화에 따른 영양소공급기준을 달리한 급여체계 즉, 개체사양을 위해 이러한 고 농축 에너지 전용사료와 단백질전용사료의 개발을 목적으로 함.

그리고 이러한 전용사료를 이용한 젖소 착유우의 생리적 변화 및 우유 생산성에 따른 사료급여 체계의 마련이 본 연구의 궁극적인 목표인 TMF사료의 산업화 및 확대보급을 위한 피수 요건이라 생각된다. 아울러 본 연구진에 의한 TMF사료의 산업현장에서의 대량생산 즉, 산업화의 구체적인 방안과 실천계획을 준비하여야 한다. 본 장에서는 개발된 TMF사료를 이용한 보급방안으로서 두가지 전용사료를 설계하고 이를 이용한 사료급여 모델을 제시함과 아울러 산업현장에서의 구체적인 추진계획을 수립하였다.

제 2 절 TMF 전용사료의 개발

젖소 착유우의 생산능력을 조절하는 양쪽 날개, 에너지 농축 배합사료와 단백질 농축 배합사료라는 전용사료의 개념이다. 여기서 농축사료란 농후사료이 급여량을 최소로 하기위한 기본 개념에서 출발하는 사료이다. 먼저 에너지 농축사료란 지방함량이 높은 사료를 위주로 배합한 사료로서 특히, 반추위 우회 지방 함량이 높은 옥수수 배아, 혈분, 보호처리한 지방사료등의 배합비를 높인 TDN함량이 85%이상인 사료를 의미한다. 그리고 단백질 농축사료란 단백질 함량이 높은 사료를 위주로 배합한 사료로서 특히, 반추위 우회 단백질 함량이 높은 옥수수 글루텐과 보호라이신, 보호 메치오닌 같은 보호처리한 아미노산(Prtected-amino acid)의 배합을 증가시켜 우회단백질 함량이 45% 수준인 27%이상의 조단백함량을 갖는 사료를 의미한다.

① 젖소의 생리적 요구에 의한 고 농축사료의 필요

젖소의 착유일수의 경과에 따라 생리적인 영양소 요구형태도 달라지는데, 착유초기와 최고 비유기에는 에너지를 비롯한 영양소 함량이 특히 높게 요구되어 농후사료의 함량은 높아지고 상대적으로 조섬유 함량은 낮아지게 된다. 그러나 이러한 요구와 젖소의 대사생리는 별도의 문제로서 농후사료 증가에 따른 대사장애의 위험이 항상 뒤 따르므로 어떻게 하면 조사료 비율을 적당한 선에서 유지하며 에너지등의 영양소 요구량을 충분히 공급할 것인가 고려하여야 한다.

TMR 천국인 이스라엘에서도 최근에는 TMR 단일급여체계에서 에너지사료와 단백질사료라는 두가지 추가 보충 고농축사료를 개발하여 젖소 개체별로 급여하는 개체별 추가공급 전략(individual supplementation strategy)사양체계를 도입하는 농가가 늘고 있다.

② 급여 조사료의 영양 특성에 따른 고 농축사료의 필요

젖소에게 급여되는 대량으로 급여하는 사료중에는 호맥 등의 단백질 함량은 높으나 에너지 수준은 낮은 사료도 있으며, 옥수수등의 에너지는 높으나 단백질은 낮은 사료도 있다. 이러한 사료들은 청초나 사일리지 형태로 급여될 때 작부체계상 서로 다른 시기에 이용하게 되며 사료 의존성도 높다.

그러므로서 초종간의 영양적 차이로 인한 영양공급 전략에 어려움을 안게 된다. 이때에 고 농축사료는 비행기의 양쪽 날개처럼 젖소에게 필요한 영양소 어느 한쪽도 남거나 모자람없이 알맞게 조절해 주는 훌륭한 조절제로서 작용할 것이다.

Ⅰ. TMF 전용 배합사료 설계

0. 기본적인 배합설계 원리

표 58. 단백질 전용 농축사료

원료사료	배합비(%)	규 격
알팔파 펠렛	35.0	조단백 14.5% 이상, 조회분 8.5% 이하
대두박	15.0	추출박, 조단백 44% 이상
옥수수글루텐	20.0	조단백 40% 이상, 조회분 2% 이하
옥수수배아	10.0	B배아, 조지방 13% 이상, 조단백 12%이상, 조회분 2.5% 이하
밀기울	19.0	중품이상
혼합첨가제	1.0	당밀, 비타민 등 혼합
계		

영양 성분 함량(%)							
건물	TDN	조단백	조지방	조섬유	조회분	Ca	P
88.0이상	72.0이상	27.5이상	3.3이상	12.3이하	5.6이하	0.5이상	0.3이상

표 59. 에너지 전용 농축사료

원료사료	배합비(%)	규 격
옥수수	50.0	조단백 8.0% 이상, 황색
대두박	45	추출박, 조단백 44% 이상
옥수수글루텐	10.0	조단백 40% 이상, 조회분 2% 이하
옥수수배아	14.5	B배아, 조지방 13% 이상, 조단백 12%이상, 조회분 2.5% 이하
밀기울	15.0	조단백 12%이상
전지대두박	1.0	조단백 37%이상, 조지방 18%이상
분말유지	0.5	조지방 68%이상, 조회분 40%이하
혈분	1.5	
석회분	1.0	칼슘 36%이상
혼합첨가제	1.5	당밀, 비타민 등 혼합
계	100	

영양 성분 함량(%)							
건물	TDN	조단백	조지방	조섬유	조회분	Ca	P
88.0이상	85.0이상	13.5이상	5.5이상	4.0이하	5.5이하	0.6이상	0.3이상

제 3 절. 젖소 착유우의 생리적변화 및 우유 생산성에 따른 사료급여 체계

젖소의 생산활동은 동물들 중 가장 길고도 지속적이며 그 생산량도 크다 할 수 있겠다. 성숙한 젖소만 하더라도 분만과 포유라는 생리적 변화는 끊임없이 그리고 어떠한 동물들에 비해서도 그 활동량, 즉 매일의 우유를 생산하고 일년중 약 60여일 정도에 지나지 않는 아주 짧은 기간의 휴식, 즉 건유기를 가질 뿐 이때도 착유우는 출산을 위한 생산활동을 계속하고 있는 것이다. 이러한 쉬임없는 젖소의 생산활동은 그 시기별로 상당히 민감하게 생산물의 질과 량에 영향을 미치게 되고 그 생산주체인 젖소의 건강에도 상당한 영향을 미치게된다.

그러므로 합리적인 사양, 과학적인 사양관리를 통한 젖소의 생산활동을 지원하기 위한 인간의 노력이 그 생산성의 극대화를 얻게 해 주고 이는 곧 양축가의 수입의 증가로 이어지게되므로 젖소의 생리적 변화에 따른 사양의 지침은 매우 중요하다 하겠다.

본 연구진에서는 이들 젖소의 생리적인 변화를 크게 몇가지로 구분하여 젖소의 생산활

동을 정상적으로 지원하기 위한 실험적 사양관리, 사료급여관리 체계에 대해 설계하고 그 효용성을 검정하였다.

Ⅰ. 사양관리 기본 설계

1. 분만 전후 전환기 사양기준과 사료급여량

분만예정일을 기준으로 이전 21일에서부터 분만후 29일까지 총 50일간의 증량급여 체계로 분만전후 전환기에 있는 젖소의 영양소 사전비축과 훈련에 의한 섭취량 급속증가를 유도하여 분만후 건강회복촉진을 유도하는 시기 및 유생산 급속증가에 따른 영양소 부족기간 최소화를 유도하는 시기의 사양이 된다.

2. 분만초기 최고 유생산기의 사양기준과 사료급여량

분만후 30일부터 분만후 100일까지를 최고비유기간으로 설정하여 이 기간중 각 개체가 생산하는 유량을 극대화하기위하여 유량관측오차 보정, 생리적 요구량 보정 및 유생산 목표량등을 최대로 설정한다. 그리고 그 설정된 목표유량달성과 건강(체중, BCS) 유지를 달성하기 위한 유도사양으로 구성한다.

3. 비유중기 비유지속기의 사양기준과 사료급여량

분만후 101일부터 분만후 200일까지를 비유중기 또는 최고유량 지속기간으로 설정하여 이 기간중 각 개체가 최고비유기중 생산하던 유량의 감소를 억제하여 최고비유기 동안의 유생산량을 지속시키기위하여 유량관측오차 보정수준, 생리적 요구량 보정 및 유생산 목표량등을 소폭 하향조정하되 기본적으로 최고유량이 지속되도록 설정한다. 그리고 그 설정된 목표유량달성과 건강(체중, BCS)유지를 달성하기 위한 유도사양으로 구성한다.

4. 비유후기 유량감소억제기의 사양기준과 사료급여량

분만후 201일부터 건유까지를 비유후기 또는 유량감소 억제기간으로 설정하여 이 기간중 각 개체가 비유후기에 따라 예상되는 유량의 감소를 최대한 억제하여 중기비유기동안의 유생산량을 지속시키기위하여 유량관측오차 보정수준, 생리적 요구량 보정 및 유생산 목표량등을 비유중기보다 소폭 하향조정하되 기본적으로 유량의 감소를 최대한 방지하도록 설정한다. 그리고 그 설정된 목표유량달성과 건강(체중, BCS)유지를 달성하기 위한 유도사양으로 구성한다.

5. 건유기 사양기준과 사료급여량

건유우의 사양기준은 우선 체중과 BCS의 적절한 수준 유지를 기본목표로 설정하며, 임신경과일수와 송아지 체중변화 및 BCS의 변화에 따른 사료의 급여 조정이 필요

한 시기이다. 이 기간중 각 개체의 체중회복과 적절한 BCS(3.0 3.5범위)의 유지가 목표가 될것이다.

II. 농가 사양여건별 사료급여 실제

젖소와 같이 매일의 산유량 그자체가 농가의 수입이되는데, 그래서 매일 매일의 각 개체별 산유량을 유지하거나 최대한으로 향상시키는 것은 낙농가의 사양의 기본적 목표가 된다. 국제적으로 사용하고있는 젖소의 우유생산등 생명활동을 위한 영양소 공급기준은 영국의 ARC 와 미국의 NRC가 있는데, 우리나라에서는 주로 미국의 NRC에서 발표되는 권장요구량을 적용하고 있다. 그리고 이러한 권장요구량은 젖소 개체의 1) 체중 유지요구량 2) 유생산 유지 요구량을 구체화하고 있을뿐 나머지 임의활동권장량, 성장요구량, 환경에 따른 보정요구량등이 구체화 되어 있지않아 실제 농가 사양가들의 주관적 판단과 적용이 필요하다.

본 연구진에서 적용한 젖소 개체별 영양소 요구량 적용기준과 그 기준에 의한 사료로부터의 요구량 충족방법, 즉 사료급여량을 예시하면 다음과 같다.

사료급여량 결정의 순서는 1) 보유젖소 모두의 개체별 영양소 요구량(A)을 계산한다 2) 먼저 준비된 조사료별 두당 급여 가능량(B)을 결정한다 3) 조사료급여량에 의해 영양소 요구량 부족분(C= A- B)을 계산한다 4) 부족분 영양소를 준비된 농후사료의 급여량(D)을 조절하여 충족시킨다. 에너지와 단백질 두 성분중 어느 하나도 부족함이 없도록 결정한다.

1. 에너지 및 단백질 농축사료에 의한 사료급여량 결정 모델

젖소의 체중유지와 환경적 적응 및 성장을 위해 요구되는 영양소, 그리고 목표하는 우유의 생산을 위한 영양소 요구량이 에너지와 단백질 요구량으로 계산되는데, 이들 에너지와 단백질의 어느한 성분도 부족함이 없게 사료로서 공급해야 한다. 이때, 에너지 전용 농축사료와 단백질 전용농축사료로서 에너지와 단백질의 과부족없는 충족의 원리는 가우스 소거법에 의한다. 그 실제 사양체계는 아래와 같다.

[예시]에 나타난 젖소 개체의 상태는 다음과 같다. 명호 90177, 생년월일: 90년 10월 13일(월령: 87.2개월), 최종분만일: 97년 11월12일, 급여기준일 : 98년 1월 20일, 현재

착유일수 : 69**일**, **현재 유량** : 31.3Kg, **목표유량** : 40.56Kg, **체중** : 650Kg

			기 준	급여량(kg)	DM(kg)	TDN(kg)	TCP(g)
영양소 요구량		체중유지요구량	650(체중)			4.51	428.00
		계절보정요구량	20%			0.90	85.60
		임의활동권장량	5%			0.23	21.40
			현유량	목표유량			
		우유생산요구량	31.3	40.56		13.06	3650.40
		요구량합계(A)				18.70	4185.40
사료급여모델(A)	조사료	건초 호맥사일리지	급여량	4.00	3.56	1.94	396.80
			급여량	20.00	5.60	3.10	540.00
			소계(B)	24.00	9.16	5.04	936.80
			잔여요구량 (A-B=C)			13.66	3248.60
	농후사료	에너지농축사료	급여량	12.03	10.74	9.74	1707.83
		단백질농축사료	급여량	5.44	4.89	3.92	1540.77
			소계(D)	17.47	15.63	13.66	3248.60
			과잉(D-C)			0	0
사료급여모델(B)	조사료	건초 알팔파사일리지	급여량	4.00	3.56	1.94	396.80
			급여량	20.00	4.70	2.36	600.00
			소계(B)	24.00	8.50	4.30	996.80
			잔여요구량 (A-B=C)			14.40	3188.60
	농후사료	에너지농축사료	급여량	14.02	12.52	11.35	1990.31
		단백질농축사료	급여량	4.23	3.81	3.05	1198.29
			소계(D)	18.25	16.32	14.40	3188.60
			과잉(D-C)			0	0
사료급여모델(C)	조사료	건초 옥수수사일리지	급여량	4.00	3.56	1.94	396.80
			급여량	20.00	5.22	3.30	400.00
			소계(B)	24.00	8.78	5.24	796.80
			잔여요구량 (A-B=C)			13.46	3288.60
	농후사료	에너지농축사료	공급량	10.79	9.63	8.74	1531.82
		단백질농축사료	공급량	6.56	5.90	4.92	1856.78
			소계(D)	17.35	15.53	13.46	3388.60
			과잉(D-C)			0	0

* 계절보정요구량, 임의활동 권장량 : 체중유지요구량의 %

이와 같이 조사료 유형별에 따른 에너지농축사료와 단백질 농축사료의 적량조절로서 요구되는 에너지와 단백질 수준과 완전히 일치하게 공급할 수 있는 것으로 나타나 과잉 영양소가 없는 효율적인 공급체계임.

2. 일반 시판중인 배합 농후사료에 의한 사료급여량 결정 모델

앞서의 같은 젖소 같은 조건에서의 조사료 유형별 단일 배합사료에 의한 사료급여량 결정 예시는 아래와 같다.

				기 준	급여량(kg)	DM(kg)	TDN(kg)	TCP(g)
영양소 요구량			체중유지요구량	650(체중)			4.51	428.00
			계절보정요구량	20%			0.90	85.60
			임의활동권장량	5%			0.23	21.40
				현유량	목표유량		13.06	3650.40
			우유생산요구량	31.3	40.56			
			요구량합계(A)				18.70	4185.40
사료급여모델(A)	조사료	건초 호맥사일리지	급여량		4.00	3.56	1.94	396.80
			급여량		20.00	5.60	3.10	540.00
			소계(B)		24.00	9.16	5.04	936.80
			잔여요구량 (A-B=C)				13.66	3248.60
	농후사료	비유중기사료	급여량		19.88	17.49	13.67	3,999.5
			과잉(D-C)				0.01	750.9
사료급여모델(B)	조사료	건초 알팔파사일리지	급여량		4.00	3.56	1.94	396.80
			급여량		20.00	4.70	2.36	600.00
			소계(B)		24.00	8.50	4.30	996.80
			잔여요구량 (A-B=C)				14.40	3188.60
	농후사료	비유중기사료	급여량		20.95	18.44	14.40	3,582.5
			과잉(D-C)				0	393.9

사료급여모델(C)	조사료	건초 옥수수사일리지	급여량	4.00	3.56	1.94	396.80
			급여량	20.00	5.22	3.30	400.00
			소계(B)	24.00	8.78	5.24	796.80
			잔여요구량 (A- B=C)			13.46	3288.60
	농후사료	비유중기사료	급여량	19.59	17.24	13.47	3,349.9
			과잉(D- C)			0.01	61.3

※ 이와 같이 단일사료를 사용했을때, 조사료 유형별에 따른 사양체계의 변화마다 조사료 특성상 발생하는 에너지와 단백질 요구수준과 완전히 일치하게 공급할 수 없는것으로 나타나 과잉 영양소가 각각 발생하게 됨. 또한 급여량에 있어서도 두가지 조합형 사양체계에서보다 공급량이 많이 소요됨.

이를 사양체계별로 배합사료 급여량과 영양소 과부족을 비교하기위해 요약정리하면 아래와 같다.

			기 준	급여량(kg)	DM(kg)	TDN (kg)	TCP(g)
영양소 요구량			체중유지요구량	650(체중)		4.51	428.00
			계절보정요구량	20%		0.90	85.60
			임의활동권장량	5%		0.23	21.40
				현유량	목표유량		
			우유생산요구량	31.3	40.56	13.06	3650.40
			요구량합계(A)			18.70	4185.40
사료급여모델(A)	조사료	건초 호맥사일리지	급여량	4.00	3.56	1.94	396.80
			급여량	20.00	5.60	3.10	540.00
			소계(B)	24.00	9.16	5.04	936.80
			잔여요구량 (A- B=C)			13.66	3248.60
	농후사료	단일사양	(비유중기사료) = D1	19.88	17.49	13.67	3,999.5
			과잉(D1- C)			0.01	750.9
		조합사양	(에너지 & 단백질사료) = D2	17.47	15.63	13.66	3248.60
			과잉(D2- C)				
			차이(D1- D2)	2.41	1.86	0.01	750.9

사료급여모델(B)	조사료	건초 알팔파사일리지	급여량	4.00	3.56	1.94	396.80
			급여량	20.00	4.70	2.36	600.00
			소계(B)	24.00	8.50	4.30	996.80
			잔여요구량 (A-B=C)			14.40	3188.60
	농후사료	단일사양	(비유중기사료) = D1	20.95	18.44	14.40	3,582.5
			과잉(D1-C)			0	393.9
		조합사양	(에너지 & 단백질사료) = D2	18.25	16.32	14.40	3188.60
			과잉(D2-C)			0	0
			차이(D1-D2)	2.70	1.13	0	393.9
사료급여모델(C)	조사료	건초 옥수수사일리지	급여량	4.00	3.56	1.94	396.80
			급여량	20.00	5.22	3.30	400.00
			소계(B)	24.00	8.78	5.24	796.80
			잔여요구량 (A-B=C)			13.46	3288.60
	농후사료	단일사양	(비유중기사료) = D1	19.59	17.24	13.47	3,349.9
			과잉(D1-C)			0.01	61.3
		조합사양	(에너지 & 단백질사료) = D2	17.35	15.53	13.46	3388.60
			과잉(D2-C)			0	0
			차이(D1-D2)	2.24	1.71	0.01	30.7

※ 단일사료사양에서보다 두가지 농축사료에 의한 조합사양에서 급여량이 10%이상의 절감효과가 있는 것으로 나타났으며 영양소의 허실 및 과다부분도 나타나지 않았다.

3. TMF사료이용 농가 사양체계

0 **모델 농가의 사육여건**

- **사육규모** : **성우** 400**두**
- **검정체계** : 400**두** , 10**일간격 유량조사**(1**일** 2**회착유**)
- **금년 보유축의 평균 산유능력 목표** : 8,000Kg
- **착유우에 대한 조사료 급여비율** : **평균** 60%**이상**
- **급여 체계** : TMF**사료**(**기초사료**) + **전용 농축사료**(**개체별 보충**)

0 **비유기 사양**(**분만 건유, 최대생산 유도**)

표 60 . **유도사양 영양소 요구량 "예"**

구분	건유기		비유촉진		최고 비유기		비유 지속기		비유 감소기		건유 대비기	
			분만전21 분만후29일		유기 30 100일		유기 101 180일		유기 181 280일		유기 281 일 이상	
분만시 연령	4세 이하	4세 이상	4세 이하	4세 이상	4세 이하	4세 이상	4세 이하	4세 이상	4세 이하	4세 이상	4세 이하	4세 이상
체중(kg)	600	700	550	650	550	650	550	650	550	650	550	650
조사 유량(kg)					30		25		20		15	
목표 유량(kg)			28		35		28		22		15	
DM (kg)	12.0	14.0	19.4	20.8	20.4	21.8	18.4	19.8	16.8	17.9	14.9	15.9
TDN (kg)	5.62	6.31	14.3	14.3	15.2	14.9	13.3	13.0	11.3	11.1	9.54	9.34
TCP (g)	1,074	1,165	3,166	3,149	3,414	3,344	2,874	2,790	2,334	2,282	1,834	1,778
UIP (g)	316	316	1,203	1,197	1,297	1,170	1,012	977	817	753	605	533
Ca (g)	39	46	122	123	131	130	112	110	92.7	92.1	74.9	74.2
P (g)	24	28	78.3	78.9	83.7	83.2	71.9	71.0	60	59.8	49.0	48.7

*착유일수, 임의활동권장량, 온도 및 조사료 품질에 따라 5 20% 범위 보정

표 61. 유도사양 급여량 "예" < 조사료 위주 분리급여 체계 >

구 분			건유기		비유촉진		최고비유기		비유지속기		비유감소기		건유대비기	
					분만전21 분만후29일		유기 30 100일		유기 101 180일		유기 181 280일		유기 281 이 상	
TMF 사양	옥수수 TMF		55	55	55	40-10	10-40	55	55	55	55	55	55	55
	목초 TMF		55	55	55	40-10	10-40	55	55	55	55	55	55	55
	유채 TMF		55	55	55	40-10	10-40	55	55	55	55	55	55	55
	알팔파 TMF		60	60	60	40-10	10-40	60	60	60	60	60	60	60
	연맥 TMF		50	50	50	40-10	10-40	50	50	50	50	50	50	50
	호맥 TMF		45	45	45	40-10	10-40	45	45	45	45	45	45	45
	(증량급여)													
	배합사료	임신우	2	1	2-0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		단백질보충	-	-	0-3	0-5	5.0	4.0	3.0	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0
		에너지사료	-	-	0-5	0-6	7.5	7.5	6.5	6.5	5.5	5.0	3.5	3.0
평균영양소공급량														
DM		(kg)	12.0	13.1	20.3	20.3	21.2	20.8	19.0	18.6	16.8	16.3	14.6	14.2
TDN		(kg)	7.9	8.4	14.4	14.4	15.4	15.0	13.6	13.2	11.8	11.4	10.0	9.6
TCP		(g)	1,337	1,415	3,281	3,229	3,576	3,439	2,993	2,855	2,409	2,323	1,930	1,844
UIP		(g)	468	472	1,294	1,407	1,407	1,347	1,155	1,095	903	867	700	665
Ca		(g)	53	51.5	124	131	131	132	113	110	94.0	95.0	75.0	71.0
P		(g)	56	57.1	106	120	120	114	55.0	103	92.0	90.0	77.0	70.0

Ⅲ. 사양시험 결과

단백질 및 에너지 전용농축사료의 두가지 전용사료에 의한 개체별 영양소 충족 사양체계(이상 A사양)를 이용한 젖소 착유우의 산유능력과 비유중기사료(TCP 17.1%, TDN 71.1%) 단일의 사양체계(이상 B사양)에 의한 젖소 착유우의 산유능력을 비교하기 위해 축산기술연구소(종축개량부, 천안)에서 1994년 1월 1일부터 12월 31일까지사이에 당해 산차가 종료되어 건유를 한 62두(A, B사양 각 31두)의 산유능력 검정 결과를 살펴보면 다음과 같다.

1. 재료 및 방법

가. 사양체계별 시험사료의 구성

표 62. 사양체계별 시험사료의 구성

사양체계			A 사양 체계		B 사양체계
농후사료명			에너지 농축사료	단백질 농축사료	비유중기 사료
배합 비율 (%)	단미사료명	규 격			
	옥수수	황색, 6.0M, 조단백 8%이상	50.0		45.5
	옥수수 글루텐	KSN	10.0	15.0	9.0
	옥수수배아	B 배아, 조지방 13%이상	14.5	10.0	
	밀기울	1 MP, 중품이상		17.0	15.0
	소맥	조단백 12%이상	15.0		
	알팔파 펠렛	조단백14.5%이상, 건조		32.0	3.0
	대두박	조단백 44%이상, 추출박	4.5	15.0	6.0
	전지 대두박	조단백 37%이상	1.0		
	어분	조단백 60%이상		4.0	
	혈분	조단백 80%이상		6.0	
	면실박				5.0
	분말 유지	조지방 68%이상,조회분 40%이하	2.0		
	유채박				4.5
	우지	조지방 98%이상	0.5		
	야자박				3.0
	광물질	salt,calcarbonate 등	1.5	1.0	3.23
	기타 영양첨가제	Yeast-xp, Cattle-2, 등	1.0		1.07
	당밀				4.7
	계		100	100	100

나. 시험사료의 영양성분 함량

표 63. 시험사료의 영양성분 함량

사양체계		A 사양 체계		B 사양체계
농후사료명		에너지 농축사료	단백질 농축사료	비유중기 사료
성분함량(%)	건물	88.0	88.0	88.0
	가소화에너지 총량(TDN)	81.0	72.0	68.74
	조 단백질	14.2	28.3	17.1
	조 지방	5.5	3.3	3.1
	조 섬유	4.0	12.3	5.76
	조 회분	5.5	5.6	6.2
	칼 슘	0.6	0.5	0.93
	인	0.4	0.4	0.6

다. 사양관리 및 사료 급여 방법

매 10일간격의 산유량 조사 결과에 따라 각 젖소 개체별 영양소 요구량을 계산하여 조사료(사일리지와 건초)와 농후사료를 아침(04 : 30 시) , 저녁 (18 : 30 시) 일일 2회 개체별 정량 급여하였으며, 무기물 및 비타민 첨가제를 정량 보충급여하고, 음수는 자유채식케 하였다. 기타 사양관리는 축산기술연구소 관행에 준하여 관리하였다.

라. 산유능력 조사

유량조사는 매 10일 간격으로 아침과 저녁의 유량을 조사하고, 유성분 분석은 월 1회 아침 저녁의 우유를 채취하여 MILKO SCAN Model 300(덴마크)으로 분석하였으며, 기간 우유 생산량 및 건유시 까지의 산유능력등 능력검정결과 산출은 축산기술연구소 젖소 능력검정 요령에 준 하였다.

2. 시험 결과

1993년중에 분만하여 정상적으로 유생산활동(최소 250일 이상의 유생산활동 젖소)을 거쳐 1994년 1월이후 건유가 이루어진 두가지의 사양체계에 의해 관리된 62두의 Holstein 착유우의 산유능력 검정 결과는 아래와 같다.

두가지의 전용 농축사료에 의한 사양(A 사양)축의 경우 평균 착유일수 333일 동안 7,995 Kg의 우유를 생산하여 일일 평균 23.99Kg의 우유를 생산한 것으로 나타나 일반적인 농가 사양형태인 단일사료 사양(B사양)에서의 일일 21.58Kg 보다는 약 2.41Kg의 향상됨을 나타내어 A 사양체계가 약 11%수준의 산유능력 향상효과가 있음을 나타내었으며, 이는 305일 성년형 유량으로 나타 내었을때도 약 5% 이상의 산유능력 향상을 나타낸 것을 알 수 있었다. 반면에 유지율에 있어서는 8% 수준의 감소를 보여주었다.

표 64. 사양체계별 산유능력 비교 (단위: Mean±SD)

사양체계	두수	산차	착유일수(일)	산유량(Kg)	일일 산유량(Kg)	유지율(%)	1305일ME유량(Kg)
A	31	2.67±1.40	333.3±23.58	7,995±1,033.5	23.99±3.10	3.34±0.36	8,244±1,008.3
B	31	1.70±0.47	322.6±37.64	6,963±1,540.4	21.58±4.77	3.62±0.40	7,863±1,400.4
차이(A-B)	62	0.97	10.7	1,032	2.41	-0.28	381.0

1305일 ME 유량 : 305일 성년형 보정유량

제 4절. TMF사료의 산업화

TMF사료의 중요성은 현재의 이용성보다는 최근 IMF체제하에서의 농후사료 절감 사육방안의 절대적인 필요성이 대두되고 있다. 본 연구과제에서 개발한 6개의 재배사료 작물TMF의 배합 및 제조기술은 주요 사료작물중 국내에서 일반적으로 생산되고 있는 대표적인 양질의 조사료자원으로서 젖소와 한우등의 소에게 1) 건강한 경제수명의 연장 2) 번식률과 산유량증가 3) 사료비 절감 4) 국내 부존자원활용으로 수입의존성 절감이란 조사료위주 소 사육기술의 기본이 되는 기술이다.

현재 국내에서 이용이 가능한 조사료 자원은 표 와 같으며, 이러한 농업부산물의 50%만 사용하게 되어도 거의 전량이 수입에 의존되는 배합사료는 1,914톤(약 5,130억원)에 해당되는 대체효과가 있다고 하고(농진청, '97), 이와같은 조사료자원의 이용성과 영양가

치를 증진시키기 위한 새로운 방안으로서 대농가 또는 조합형 농가단체에서의 TMF사료의 대량제조생산 체계의 확립이 절실하며, 나아가 동일한 TMF사료제조 원리를 이용한 농산가공부산물 TMF사료등에 대한 연구가 계속되어 양축산업 현장의 경쟁력 및 자급도 증진을 위해 TMF사료의 산업화가 조속 이루어져야 할 것이며, 또한 머지않은 시기에 본격 산업화가 이루어 질것으로 전망하고있다.

표 65. 국내 이용가능 조사료 자원

조사료 자원	건물량(천톤)	TDN(%)	배합사료 대체물량(Kg/1Kg)
볏짚	5,265	37.5	1.92
보리짚	238	41.1	1.72
콩깍지	260	50.8	1.43
옥수수 대	131	42.7	1.71
채소 부산물	63	61.0	1.19
고구마 줄기	98	66.9	1.09
율무 짚 등	50	45.0	1.62
계	6,105		

국내 사료산업은 수입 단미사료의 배합으로만 이루어진 배합사료산업과 부분적으로 볏짚등의 부존자원을 활용하는 또하나의 배합체계인 완전배합사료(Total Mixed Ration : TMR)의 두가지 체계로서만 이루어져 있다. 거의 대부분이 외국으로부터 수입에 의존하여 수입 사료의 가격등락에 따라 양축가의 생산비는 파도를 치게된다. 이렇듯 구조적인 종속적산업의 대명사가 되어있는 낙농 및 한우 사료산업에 본 연구의 결과물과 그 지향하는 바 완전배합발효(TMF)사료는 새로운 사료자원, 새로운 사료산업의 돌파구로서 제시될것으로 믿어 의심치 않는다. 이를 위해 본 연구진은 개발단계에서의 부족한 점을 추후 보완하는 일련의 연구를 지속적으로 추진 할것이며 당면한 과제이자 본 연구의 궁극적 목표인 TMF사료의 산업화를 위한 구체적인 방안과 추진체계를 수립하였다.

현재 본 연구진에 의해 양축현장에서의 산업화를 추진중에 있는데, 그 대략적인 산업화추진 체계는 다음과 같다.

가. 젖소농가 산업화 체계

- 기존의 TMR생산체계를 이용
  (낙농조합 TMR공장)대규모생산→ 저장→농가보급(판매, 배식)
- 시범 공장 선정 및 생산개시
  지리산 낙농축산업협동조합(남원소재) TMR공장(조합장 윤민호)→ 조합산하 316개 농가 공급

나. 한우농가 산업화 체계

- 기존의 TMR 생산체계를 이용
  (낙농조합 TMR공장 기기설비 활용)대규모생산 → 저장 → 조합농가보급(판매,

배식)

- 시범 공장 선정 및 생산개시

장수축산업협동조합(장수소재) TMR공장 대량생산 → 저장 → 육성우 위탁사육목장

자체 사용 → 조합농가공급

제 5 절 결과 요약

1. 본 연구에서는 에너지 함량이 85%이상의 에너지 전용 농축사료와 단백질 함량 27.5% 이상의 단백질 전용 농축사료를 개발하였으며,

2. 3가지 농가 사육형태에 따른 착유우용 사양체계를 확립제시 하였으며 이러한 전용사료에 의한 사양효과는 산유량에 있어서 약 11%정도 생산성 증가를 나타내었다.

3. 사료급여량 결정의 순서는 1) 보유젖소 모두의 개체별 영양소 요구량(A)을 계산한다 2) 먼저 준비된 조사료별 두당 급여 가능량(B)을 결정한다 3) 조사료급여량에 의해 영양소 요구량 부족분(C= A-B)을 계산한다 4) 부족분 영양소를 준비된 농후사료의 급여량(D)을 조절하여 충족시킨다. 에너지와 단백질 두 성분중 어느 하나도 부족함이 없도록 결정한다.

참고 문헌

Adams, M. W., R. L. Belyea, and F. A. Martz. 1988. Effects of variety and particle size upon utilization of tall fescue hay be lactation cows and dairy heifers. J. Dairy Sci. 71:1275.

A.O.A.C. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, D.C.

Carter, E. S.(editor). 1980. Complete diet feeding of dairy cows. Supplementary Report on Investigations during 1978-1979. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.ADAS.

Church, D. C. 1991. Livestock feeds and feeding.3rd Ed.Prentice-Hall,Inc.U.S.A. P 55-100,218-243.

Derbyshire, J. C., L. H. Gordon, and J. I. Humphrey. 1968. The value of fortified corn silage as a complete ration for milking cows. J.Dairy Sci. 51:961 (Abstr.).

El Hag, H. M. A. and J. F. D. Greenhalgh, 1982. Intake and digestibility in sheep fed on alkali-treated straw and concentrates,as complete diets or separate feeds. Anim.Feed Sci.Technol. 7:271-276.

Galyean et al. 1981. Dry matter and starch disappearance of corn and sorghum as influenced by particle size and processing. J.Dairy Sci. 64:1804.

Hernandez-Urdaneta, A., C. E. Coppock, R. E. McDowell,D.Gianola and N. E. Smith. 1976. Change in forage-concentrate ratio of complete feeds for dairy cows. J.Dairy Sci. 59:695.

Hibbs, J. W. and H. R. Conrad.1969. Corn silage in a complete ration for dairy calves. Ohio Agr.Res. and Dev.Center Res.Circ. 164:3.

Hooven, N. W., R. M. Johnson, and R. D. Plowman. 1971. Complete feed corn silage fed at two stages of lactation. J. Dairy sci. 54:782(Abstr.).

Hunt, G. C. 1971. Studies with cottonseed hulls as the roughage in complete dairy rations.Ph.D.Thesis.Miss.State University.

Johnson, P. L., A. Reed, and H. H. Olson. 1967. Comparison of roughage and protein sources in complete feeds for dairy cows. J.Dairy Sci. 50:964.

Kaufmann, W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on PH-regulation in the rumen and feed intake in ruminants. Livest.Prod.Sci. 3:103.

종합 결론

1. 재배사료작물을 이용한 낙농용 TMF사료의 제조공정 확립 및 사료적 가치 규명
 가. 6종의 재배사료작물 TMF사료의 제조공정 확립
 나. TMF사료화에 의해 볏짚의 소화율이 40%이상 증진됨
 다. TMF사료 제조시에는 곡류를 분쇄, 앞편등의 가공이 필요없음을 입증
 라. TMF사료의 평균 건물 섭취량은 젖소의 생체중의 2% 3% 이상으로 젖소의 체중
 유지와 성장을 위한 완전사료로서의 가치가 입증됨
 마. TMF사료 단일급여시에도 일반적인 TMR사료에 비해 젖소의 생산성과 건강유지에
 오히려 좋은 결과를 나타내었다.

2. 고수분 농산가공부산물의 축우용 TMF사료화 연구
 가. 4종의 고수분 농산가공부산물을 이용한 8개의 TMF사료 배합체계 확립
 나. 유통과 보관중 고수분 유기성 농산부산물의 보관성증진을 위한 첨가제(MHA)개발
 및 첨가수준 확립
 다. TMF사료의 안정적발효와 이용성증진을 위한 starter로서 형질전환균주 구축
 라. 농산부산물인 옥침수 위주의 경제적인 starter대량배양배지 개발

3. TMF사료의 농가보급을 위한 전용사료의 개발과 사료공급 방안 확립
 가. 고 에너지 농축 및 고 단백질 농축 배합사료의 두 가지 TMF전용 배합사료 개발
 나. 젖소의 개체별 생리적 변화 및 우유생산성에 따른 영양소 공급방안 확립

4. TMF사료의 산업화 방안 확립
 가. 낙농 및 한우농가 및 조합체계를 이용한 TMF사료 대량생산 및 농가보급 방안 확립
 나. 대규모 사육농가형 완전자급 TMF사료 대량생산방안 제시

○ 연구성과 활용계획(실적)

1. 대외 연구결과 발표 : 2건

『볏짚과 곡류의 가공수준이 완전배합사료의 영양적 가치와 면양반추위내 성상에 미치 는 효과』 1996.축산분야종합학술대회. PB9618.

『볏짚위주의 완전배합발효사료의 발효성상과 Holstein종 착유우에 대한 기호성 비교평 가 연구』1997.축산분야종합학술대회. D9721.

2. 특허출원신청 : 2건

『젖소 착유우용 에너지 농축사료와 단백질 농축사료의 배합율과 그 이용기술』 1997.12. 출원신청(농진청)

『반추가축용 완전배합사료(TMF)사료의 제조기술』 1997.12. 출원신청(농진청)

3. 활용계획

가. TMF 산업화 지속적 추진 : 지리산 낙협과 장수축협조합과 협동하여 고수분 농산가

공물 TMF 대량생산 추진 중(상반기중 1차 1,000톤 규모생산 예정)

나. 시책건의 추진 : 2건('98년도 중)

- 조사료 생산기반확충사업 지원대상의 확대 시책건의 : 현재 암모니아 처리볏짚에 대 해서만 지원되던 금융지원을 TMF화에 의한 볏짚처리체계에도 적용이 되도록 건의 예정

- TMF사료제조의 특성인 재료와 제조비용의 일시적 부담을 경감할 수 있도록 장단기 융자 저리 융자 또는 금융지원을 시책 건의 할 예정

다. 특허 출원신청 : 고수분 유기성 농산부산물을 이용한 TMF사료의 제조기술 2건 이상

라. TMF사료 보급확대를 위한 책자 발간 : 4월중 발간 추진 중

『조사료 중시 사양체계를 위한 사일리지와 새로운 TMF사료의 제조와 이용기술』

마. 논문발표 : 세계학회 발표 1건, 한국낙농학회지 2건, 한국영양사료학회지 2건을 수록하

도록 준비중