

**엿밥의 첨가제로서의 기능과 사료가치 및  
착유우의 생산성에 미치는 영향에 관한 연구**

**Corn Taffy Residue ; the Function as a Feed  
Additive, Nutritional value, and Feeding Effects  
on Productivity of Lactating Dairy Cows**

**1. 엿밥의 첨가제 기능과 영양가치에 대한  
평가 및 건조기술 개선 방안 모색**

**Corn Taffy Residue ; the Function as a Feed  
Additive, Nutritional value, and Improvement in  
Drying Method**

**2. 엿밥 첨가가 착유우의 생산성에 미치는  
영향**

**Effects of Feeding Corn Taffy Residue on  
Productivity of Lactating Dairy Cows**

**건 국 대 학 교 동물자원연구센터**

**농 립 부**



# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “옛밥의 첨가제로서의 기능과 사료가치 및 착유우 생산성에 미치는 영향에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1999. 10. 20.

주관연구기관명 : 건국대학교

총괄연구책임자 : 강 창 원

연 구 원 : 박 근 규

연 구 원 : 양 시 용

연 구 원 : 권 순 관

연 구 조 원 : 정 원 형

연 구 조 원 : 김 보 경

연 구 조 원 : 윤 찬 용

여 백

# 요 약 문

## I. 제 목

엿밥의 첨가제로서의 기능과 사료가치 및 착유우 생산성에 미치는 영향에 관한 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

엿 제조 부산물인 엿밥의 유량 증진 효과를 파악하기 위한 기초 조사와 높은 영양가치를 지닌 엿밥의 저장성을 높이기 위한 건조기술 개선 방법 개발 및 사양실험을 통해 착유우의 생산성에 미치는 영향을 평가함

## III. 연구개발 내용 및 범위

- 엿밥의 첨가제 기능과 영양가치에 대한 평가 및 건조기술 개선 방법
  - 낙농생산성 증진용 첨가제로서의 기능을 파악하기 위한 기초 조사
  - cannula 장착 면양(4두)을 이용한 엿밥의 사료가치에 대한 평가
  - 높은 수분 함량으로 부패하기 쉬운 엿밥의 저장성을 높이기 위한 건조 기술 개선 방법 개발
- 엿밥을 이용한 효모 배양
  - 본 연구계획서에는 명시되어 있지 않았으나 엿밥의 부가가치 제고 및 다양한 이용 가능성을 모색하기 위한 방안으로 효모배양을 위한 배지성분으로서의 가치 및 효모배양물의 배양배지 조성물로서의 가치 평가를 실시함
- 사료내 엿밥 첨가가 착유우의 생산성에 미치는 영향
  - 사료섭취량, 유생산량, 유조성분 및 경제성 분석

#### IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

- 엿밥은 효소 함유량과 당도가 높고 단백질과 지방 함량이 옥수수글루텐에 필적 할만큼 영양적 가치가 우수한 것으로 나타나 이에 관한 연구 결과를 '99 한국축산학회에서 발표함.
- 엿밥의 효모 배양 배지원료로서의 가능성을 검토한 결과 엿밥과 당밀만으로 효모배양의 최적배지인 Yeast-malt extract 배지에서와 유사한 결과가 도출되었으며, 탄소원 및 malt extract 대체 가능성을 나타냄. 또한 yeast culture 배양원료로서의 가능성을 검토한 결과 효모 균수 및 풍미에 있어 옥분에 대치 할 만한 결과가 도출되어 양호한 배양원료로서의 가능성을 얻었음.
- 착유우를 대상으로 실시한 사양시험에서 엿밥은 유량 증진 효과가 매우 뛰어난 것으로 나타나 농가에 반추가축의 원료사료로서 활용함을 적극 홍보할 필요성이 있는 것으로 사료됨.
- 그러므로 본 연구는 당초의 연구 목표를 충분히 달성하였다고 판단되며 앞으로 학술지와 세미나를 통해 연구 결과를 발표 할 것임. 그러나 엿밥의 유량 증진 효과의 정확한 기전과 적정 이용량에 대해서는 추가적인 연구가 요망되며 또한 단위가축의 사료로서의 이용 가능성도 검색 할 필요가 있는 것으로 나타남.

# SUMMARY

## I. Title

Corn Taffy Residue ; the Function as a Feed Additive, Nutritional value, and Feeding Effects on Productivity of Lactating Dairy Cows

## II. Objectives and Importance

- To evaluate promotional effect of milk yield in dairy cows and its mechanism for corn taffy residue(CTR)
- To improve drying method of CTR

## III. Procedures

- Corn Taffy Residue ; the function as a feed additive, nutritional value, and improvement in drying method
  - Conduct basic experiment to understand the function of promotional effect of CTR
  - Evaluate nutritional value of CTR with rumen cannulated sheep
  - Improve drying method of CTR
- Utilization of CTR as an medium for yeast culture.
  - Not listed in original proposal but conducted for diverse utilization of CTR
- Effects of feeding CTR on productivity of lactating dairy cows
  - Analyze feed intake, milk yield and composition, and economics

#### IV. Results

- CTR had high nutritional value.
  - Relatively high amounts of enzyme and disaccharides were found
  - The concentrations of protein and fat were comparable to corn gluten meal.
- CTR had potential to utilize as an medium for yeast culture.
  - Use of CTR and molasses as as an medium for yeast culture resulted in similar growth with yeast-malt extract which is known as optimum medium. Thus, CTR can be used as a carbon source and be substituted for yeast-malt extract.
  - Use of CTR as an medium ingredient for yeast culture were comparable to corn meal, based on yeast growth and its culture flavors.
- The results from the feeding trial suggested that CTR can be a excellent feed ingredient, having high palatability and promotional effect of milk yield.



# CONTENTS

## Chapter 1. Overview

### I. Research Objectives and Justification

1. Research objectives ..... 11
2. Research justification ..... 11

### II. Research Contents and Range

1. Corn Taffy Residue(CTR); the function as a feed additive nutritional value, and improvement in drying method ..... 14
2. Utilization of CTR as an medium for yeast culture ..... 14
3. Effects of feeding CTR on productivity of lactating dairy cows ..... 14

## Chapter 2. CTR ; the Function as a Feed Additive, Nutritional value, and Improvement in Drying Method

### I. Basic Research for Evaluation on the Function as a Feed Additive

1. Measurement of enzyme activity in malt, CTR and dried CTR ... 16
2. Measurement of disaccharides in CTR ..... 19
3. Evaluation of nutritional value of CTR ..... 20
4. pH of CTR ..... 21

### II. Improvement on drying method of CTR

1. Nutritional changes in CTR during heat treatment ..... 23
2. Concentration of soluble protein ..... 25

### III. Estimation ruminal digestibility using sheep

1. *In vitro* ..... 32
2. *In situ* ..... 37

### **Chapter 3. Yeast culture using CTR.**

I. Evaluation of CTR as a Medium Ingredient for Liquid Submerged Culture	
1. Materials and methods .....	40
2. Results .....	41
II. Evaluation of CTR as a Medium for Production of Yeast Culture	
1. Materials and methods .....	47
2. Results .....	48

### **Chapter 4. Feeding CTR on Productivity of Lactating Dairy Cows**

I. Materials and Methods	
1. Experimental period and farm .....	49
2. Experimental animals and design .....	49
3. Diets .....	49
4. Analyses .....	50
II. Results and Discussion	
1. Milk yield .....	53
2. Milk composition .....	55
3. SCC .....	56
4. Feed intake .....	56
5. Body weight .....	56
6. Economics .....	56

# 목 차

## 제 1 장 서 론

### 제 1 절 연구개발의 목적과 필요성

- 1. 연구목적 ..... 11
- 2. 연구개발의 필요성 ..... 11

### 제 2 절 연구개발의 내용과 범위

- 1. 엿밥의 첨가제 기능과 영양가치에 대한 평가 및 건조 기술 개선 방법 ..... 14
- 2. 엿밥을 이용한 효모 배양 ..... 14
- 3. 사료내 엿밥 첨가가 착유우의 생산성에 미치는 영향 ..... 14

## 제 2 장 엿밥의 첨가제 기능과 영양가치에 대한 평가 및 건조 기술 개선 방안 분야

### 제 1 절 낙농생산성 증진용 첨가제로서의 기능 파악을 위한 기초 조사

- 1. 맥아, 생엿밥 및 건조엿밥내 효소 역가 측정 ..... 16
- 2. 엿밥내 당도 측정 ..... 19
- 3. 엿밥의 영양가치에 대한 평가 ..... 20
- 4. 엿밥의 pH ..... 21

### 제 2 절 엿밥 건조기술 개선 방법 개발 : 여러 조건에서 건조 처리한

#### 엿밥내 ADIN 및 수용성단백질 함량 측정

- 1. 열건조 처리시 영양성분 변화 ..... 23
- 2. 수용성단백질 함량 ..... 25

### 제 3 절 면앙을 이용한 엿밥의 반추위내 소화율 측정

- 1. 엿밥의 반추위내 *in vitro* 소화율 측정 ..... 32
- 2. 면앙을 이용한 엿밥의 반추위내 *in situ* 소화율 측정 ..... 37

### 제 3 장 엿밥을 이용한 효모 배양

제 1 절 효모배양(액상심부배양)을 위한 배지성분으로서의 엿밥의 가치 평가	
1. 재료 및 방법	40
2. 실험 결과	41
제 2 절 효모배양물(yeast culture) 생산을 위한 배양물로서의 엿밥의 가치 평가(고체배양법)	
1. 재료 및 방법	47
2. 실험 결과	48

### 제 4 장 엿밥 첨가가 착유우의 생산성에 미치는 영향

제 1 절 재료 및 방법	
1. 시험기간 및 장소	49
2. 시험축 선발 및 시험설계	49
3. 시험사료	49
4. 조사항목 및 방법	50
제 2 절 결과 및 고찰	
1. 유량	53
2. 유조성분	55
3. SCC	56
4. 사료섭취량	56
5. 체중	56
6. 경제성 검토	56

## List of Table

표 1. 엿밥내 잔류 효소 역가 .....	18
표 2. 엿밥내 glucose와 maltose 함량 .....	20
표 3. 엿밥 원료, 엿밥 및 사료원료들의 일반 조성분 .....	22
표 4. 건조 온도에 따른 엿밥의 조성분 변화 .....	24
표 5. 건조 온도에 따른 엿밥의 수용성 건물 및 단백질 함량 .....	25
표 6. 급여한 기초사료의 영양성분 .....	33
표 7. 건조 온도에 따른 엿밥의 in vitro 건물 및 단백질 소화율 변화 .....	35
표 8. 맥주박, 주정박 및 옥수수글루텐의 반추위내 단백질 분해도 .....	35
표 9. 건조 엿밥의 in vitro 소화율에 의거한 반추위내 분해상수, 유효분해도 및 비분해도 .....	36
표 10. 건조 온도에 따른 엿밥의 pepsin in vitro 건물 및 단백질 소화율 변화 .....	37
표 11. 건조 온도에 따른 엿밥의 in situ 건물 및 단백질 소화율 변화 .....	39
표 12. 건조 엿밥의 in situ 소화율에 의거한 반추위내 분해상수, 유효분해도 및 비분해도 .....	39
표 13. 효모의 액상배양에 있어 엿밥과 당밀의 첨가가 효모성장에 미치는 영향 .....	42
표 14. 효모의 액상배양에 있어 탄소원으로서 엿밥의 첨가가 효모성장에 미 치는 영향 .....	44
표 15. 엿밥을 배양배지로 이용한 효모의 고체배양 .....	48
표 16. 시험 설계 및 처리 .....	51
표 17. TMR에 이용한 배합사료의 영양성분 .....	51
표 18. TMR에 이용한 원료의 종류, 급여량 및 배합비 .....	52
표 19. 시험축의 사양시험 결과 .....	54
표 20. 시험축의 체중 변화 .....	56
표 21. 처리구간 사료비와 수익 비교 .....	57

## 제 1 장 서 론

### 제 1 절 연구개발의 목적과 필요성

#### 1. 연구목적

- 옛 제조 부산물인 옛밥의 낙농생산성 증진용 첨가제로서의 기능을 파악하기 위한 기초 조사
- 옛밥의 사료가치에 대한 평가
- 높은 수분 함량으로 부패하기 쉬운 옛밥의 저장성을 높여 사료가치를 높이기 위한 건조기술 개선 방법 개발
- 실제 젖소를 이용한 사양실험을 통해 옛밥이 유생산량과 유조성분에 미치는 영향 평가

#### 2. 연구개발의 필요성

- 우리나라 전통 식품인 물엿, 엿, 조청 등은 보리를 발아시킨 麥芽(엿기름)로부터 추출한 효소를 이용하여 쌀이나 옥수수 전분을 분해시킨 후 수분을 증발시켜 제조하는 것으로 착즙 과정 중 남은 고형 물질을 옛밥이라한다.
- 이러한 전통식품은 직접 섭취하거나 볶음 등의 요리에 이용되므로 현재까지도 그 수요가 매우 높고 따라서 제조 부산물인 옛밥이 다량 배출되고 있는 실정이다.
- 국내 당류 식품제조 업체는 약 15개로서 옛밥 배출량은 제조업체의 규모에 따라 1~2톤/일 정도이며 이중 3개 업체는 5~7톤/일, 총 25~30톤/일 정도이다.

- 높은 영양가치를 지닌 엇밥은 수분 함량이 매우 높아(60 ~ 80%) 부패되기 쉽고, 일단 변질된 엇밥은 매립 처리되고 있으나 고가의 쓰레기 처리 비용이 소요 될 뿐만 아니라 매립시 침출수로 인한 토양 및 수질 오염 등의 환경 공해 유발 가능성이 매우 높다.
- 이러한 엇밥은 낮은 저장성으로 인하여 현재 사료가치에 비해 매우 낮은 가격(100 ~ 130원/kg)으로 대부분 낙농용 단미사료로 판매되고 있으며, 여의치 않을 경우 인근 목장에 더욱 저렴한 가격으로 보급하고 있는 실정이다.
- 엇밥의 영양가치 : 엇은 맥아 효소를 이용하여 쌀과 옥수수내 전분을 맥아당으로 분해시켜 제조하므로 잔류고형물에는 단백질과 지방 함량이 매우 높고 반추위 미생물이 쉽게 이용 할 수 있는 섬유소 함량도 어느 정도 함유되어 있다.
- 엇밥의 급여 효과 : 실제 인근 목장에서 낙농사료로 이용해 본 결과 다수의 목장에서 유량 및 유지율이 획기적으로 증가하였다고 보고하여 단순히 화학적인 영양가치 외에 다음과 같은 요소들이 함께 작용 할 수 있다.
  - 기호성 : 반추가축이 가장 선호하는 맛은 단맛인데 엇밥내 잔류 맥아당으로 인해 엇밥의 기호성이 매우 높아 총사료섭취량 증가
  - 반추위 비분해단백질(by-pass protein) : 옥수수 전분 제조시 분리된 옥수수글루텐은 반추위내 분해율은 매우 낮은 반면 가축 소장내 이용율은 높은 점을 고려 할 때 옥수수를 주원료로 한 엇밥내 단백질도 반추위 비분해단백질 함량이 높을 것으로 사료되며 이러한 소장내에서 흡수가능한 단백질 추가공급 효과로 인한 생산성 향상
  - 소화율 : 맥아효소로 인해 1차분해 처리 과정을 거친 엇밥은 매우 높은 소화율과 이용율을 지닐 것으로 사료됨
  - 소화효소 : 맥아효소에는 전분 분해효소 및 각종 섬유소 분해효소가

풍부하게 함유되어 있는데 건조하지 않은 생엿밥의 경우 이러한 효소가 상당량 잔류하고 있을 것이라 사료되며 또한 효소 작용 중 생성되는 분해산물도 특정 반추위미생물 증식효과가 있을 것이라 사료됨

- 이러한 유량 및 유질 개선 효과가 체계적이고 과학적인 실험을 통해 검증되면 새로운 첨가제로서 저렴하게 공급 할 수 있는 가능성이 있으나 이에 대한 연구가 전무한 실정이다.
- 저장성을 높이기 위해서는 건조 방법의 개선을 통해 사료가치를 손상시키지 않으면서 경제적으로 건조 엿밥을 생산하는 기술과 시설이 필요하다.
- 이를 위해서는 건조조건에 따른 엿밥내 영양가치와 효소역가 변화 등의 검토가 필요하다.
- 그러므로 본 연구는 엿밥의 첨가제로서의 기능과 사료가치 및 착유우를 대상으로 사양실험을 통한 유생산량과 유조성분 변화를 측정하고자 실시하였다.



## 제 2 절 연구개발의 내용과 범위

### 1. 엿밥의 첨가제 기능과 영양가치에 대한 평가 및 건조 기술 개선 방법

- 낙농생산성 증진용 첨가제로서의 기능을 파악하기 위한 기초 조사
  - 맥아, 생엿밥 및 건조엿밥내 효소 역가 측정
  - 엿밥내 당도 측정(glucose, maltose 함량)
- canula 장착면양(4두)을 이용한 엿밥의 사료가치에 대한 평가
  - in vitro 소화율 측정
  - in situ 소화율 측정
- 높은 수분 함량으로 부패하기 쉬운 엿밥의 저장성을 높이기 위한 건조기술 개선 방법 개발
  - 여러 조건에서 건조 처리한 엿밥내 ADIN 및 수용성단백질 함량 측정

### 2. 엿밥을 이용한 효모 배양

- 본 연구계획서에는 명시되어있지 않았으나 엿밥의 부가가치 제고 및 다양한 이용 가능성을 모색하기 위한 방안으로 효모배양을 위한 배지성분으로서의 가치 및 효모배양물의 배양배지 조성물로서의 가치 평가를 실시함

### 3. 사료내 엿밥 첨가가 착유우의 생산성에 미치는 영향

- 실제 젖소를 이용한 사양실험을 통해 엿밥이 유생산량과 유조성분에 미치는 영향 및 경제성 분석 평가
  - 공시동물 : 착유우 32두(처리구 당 8두)
  - 기초사료 : 배합사료(TMR) + 조사료(건초)
  - 처리구 :
    - 대조구 : 기초사료 급여
    - 처리구 1 : 기초사료 + 엿밥 1%(배합사료 건물 기준)

- 처리구 2 : 기초사료 + 엇밥 3%(배합사료 건물 기준)

- 처리구 3 : 기초사료 + 엇밥 6%(배합사료 건물 기준)

급여사료의 조성분 분석

사료섭취량, 유생산량, 유조성분 분석

경제성 분석(건조비용 포함)

## 제 2 장 엿밥의 첨가제 기능과 영양가치에 대한 평가 및 건조 기술 개선 방법 개발

### 제 1 절 낙농생산성 증진용 첨가제로서의 기능 파악을 위한 기초 조사

#### 1. 맥아, 생엿밥 및 건조엿밥내 효소 역가 측정

##### 가. 효소 역가 측정법

###### 1) 시료 전처리(조효소액 제조)

채취한 생엿밥을 냉동보관(-19℃)하였다가, 실온에서 12시간 녹인 후 분석에 사용하였다. 녹인 엿밥은 speed mixer로 분쇄한 후, 60분간 교반하여 효소를 분리한 다음 6,000×g로 10분간 원심분리 후, 상등액을 조효소액으로 하여 측정하였다. 엿기름도 생엿밥과 동일한 방법으로 조효소액을 만들었고, 효소제는 냉장상태의 것을 회석시켜 조효소액으로 사용하였다.

###### 2) Xylanase

0.2M sodium phosphate buffer(pH 7.0) 0.25ml과 1.0% xylan(oat spelt xylan) 0.5ml 및 각각의 효소액 0.25ml을 넣어 37℃에서 60분간 반응시킨 후, 100℃에서 5분간 가열처리하여 반응을 중지시킨 다음, 생성된 환원당의 양을 DNS (dinitrosalicylic acid)법을 이용하여 530nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때, xylanase의 1 unit는 1분 동안 1 μmol의 xylose를 생성하는 효소의 양으로 하였다.

### 3) Cellulase(CMCase)

CMCase의 역가측정은 CMC(carboxymethyl cellulose; medium viscosity) 1.0%를 함유한 0.2M phosphate buffer(pH7.0) 용액을 기질용액으로 하여 xylanase 역가측정과 동일한 방법으로 측정하였으며, 540nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 CMCase의 1 unit는 1분 동안  $1\mu\text{mol}$ 의 glucose를 생성하는 효소의 양으로 하였다.

### 4) Amylase

Amylase의 역가측정은 1.0% soluble starch를 함유한 0.2M phosphate buffer(pH7.0) 용액을 기질용액으로 하여 xylanase 역가측정과 동일한 방법으로 측정하였으며, 540nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 amylase의 1 unit는 1분 동안  $1\mu\text{mol}$ 의 glucose를 생성하는 효소의 양으로 하였다.

### 5) Protease

Protease의 역가측정은 0.75% casein을 함유한 0.05M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (pH7.0)을 기질용액으로 하여 효소액 1ml을 혼합하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후 1.1M TCA(Trichloro acetic acid), 2.2M sodium acetate, 3.3M의 acetic acid 혼합액 5ml을 넣어 반응을 정지시키고, 37°C에서 40분간 반응시킨 뒤 걸러서(whatman No. 4) 275nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때, protease의 1 unit는 1분 동안  $1\mu\text{g}$ 의 tyrosine을 생산하는 효소의 양으로 하였다.

#### 나. 실험 결과

- 옛밥내에는 amylase, xylanase 및 cellulase 등이 골고루 함유되어 있는 것으로 나타났으며 맥아(옛기름)내에는 amylase, 효소제에는 amylase와

protease 역가가 특히 높은 것으로 나타남(표 1)

- 생엿밥 샘플 1과 2에서 amylase 함량이 각각 403.5 및 462.3 unit/g으로서 비슷한 것으로 나타난 반면 건조엿밥의 경우 통계적인 유의차는 인정되지 않았으나 생엿밥보다 수치적으로(570.5) 높은 것으로 나타남
- 소화율 증진용으로 배합사료내 첨가하는 일반적인 효소제의 역가는 평균 30,000 unit/g (10,000-50,000 unit/g) 정도임. 예를 들어 시판용 xylanase 의 역가 측정을 같은 조건에서 실시한 결과 26218.05 unit/g이었음
- 일반 효소제의 배합사료내 첨가율이 대략 0.1%(0.05-0.1%)이라고 하면 전체 배합사료내 함유된 효소의 역가는 30 unit/g인 점을 고려해 보면 엿밥 자체의 효소 역가는 비교적 높은 편임.

표 1. 엿밥내 잔류 효소 역가 (unit/g)\*

시료	효소		효소		효소		효소	
	Amylase	SE	Xylanase	SE	Cellulase	SE	Protease	SE
생엿밥 1	403.5	11.3	667.1	16.1	322.1	13.5	ND <sup>1</sup>	-
건조엿밥 1	570.5	8.5	NE <sup>2</sup>	-	NE	-	ND	-
생엿밥 2	462.3	3.2	NE	-	NE	-	ND	-
엿 기 림 <sup>3</sup>	17665.7	144	612.8	9.0	107.9	17.5	ND	-
액상효소제 <sup>4</sup>	73283.9	14.0	535.7	13.5	114.7	15.3	269.1	8.2

\*효소 단위는 기질의 종류에 따라 1  $\mu$ g/min의 분해 산물(glucose, xylose, tyrosine 등)을 생산하는 효소량임.

<sup>1</sup>Not detected

<sup>2</sup>Not estimated

<sup>3</sup>엿 제조시 이용하는 맥아

<sup>4</sup>엿 제조시 이용하는 효소제, unit/ml

## 2. 엽밥내 당도 측정(glucose, maltose 함량)

### 가. 시료 분석 방법

- 시료 : 엽밥 건조 전 및 건조 후(60℃/3일)
- 분석기기 : HPLC
  - Column 크기 : 4.6mm × 250mm Hichrom NH<sub>2</sub>
  - Mobile phase : 80% CH<sub>3</sub>Cn + 20% H<sub>2</sub>O
  - Flow rate : 1ml/min

### 나. 실험 결과

- 아래 표 2에는 엽밥내 glucose와 maltose 함량을 나타낸 것으로 건물 기준으로 볼 때 잔류당 함량(glucose + maltose)은 건조전에는 6.01%이었으며 60℃에서 3일간 건조후에는 10.41%로서 비교적 높은 수치를 나타냄.
- 참고로 배합사료 제조시 기호성 증진을 목적으로 널리 이용되고 있는 당밀의 첨가 수준은 약 3% 이내이며 당밀내 total sugar 함량은 48-50%이므로 3% 첨가시 당밀로 인한 배합사료내 total sugar 함량은 약 1.5% 이내임
- 배합사료에 비해 상대적으로 엽밥내 높은 잔류당 함량은 반추가축이 가장 선호하는 맛이 단맛인 점을 고려해 볼 때 엽밥의 기호성 증진에 매우 큰 역할을 할 것으로 사료됨
- 잔류당 함량이 건조전에 비해 건조 후 증가한 이유는 명확하지 않으나 건조 온도(60℃)가 효소 활성을 발현하기에 적합하여 분해산물(잔류당)이 추가로 생성되었기 때문인 것으로 풀이됨.

표 2. 엇밥내 glucose와 maltose 함량(%)

시료	당		Glucose		Maltose		잔류당 (glu+mal)	
	급여 기준	건물 기준	급여 기준	건물 기준	급여 기준	건물 기준	급여 기준	건물 기준
건조 전	0.20	0.34	3.30	5.67	3.50	6.01		
건조 후 <sup>1</sup>	3.30	3.47	6.60	6.94	9.90	10.41		

<sup>1</sup>60℃에서 3일간 대량 건조(10kg)

### 3. 엇밥의 영양가치에 대한 평가

#### 가. 측정 방법

- 수거한 시료는 60, 75, 95℃에서 3일간 열풍건조기에서 건조시켜 건물 함량을 측정 후 분쇄기(Wiley mill)로 분쇄하여 2mm 체를 통과한 것을 시료로 이용하였다.
- 일반조성분 분석으로서 시료의 건물, 조회분, 조단백질, 및 조지방은 AOAC(1990) 방법에 준하여 분석하였고 neutral detergent fiber(NDF), acid detergent fiber(ADF) 및 acid detergent insoluble N(ADIN) 함량은 Goering and Van Soest(1970)의 방법에 의하여 분석하였다.

#### 나. 실험 결과

- 수거한 옥수수과 쌀 및 옥수수 엇밥의 일반 성분 검색 결과는 다음 표 3에 나타낸 바와 같이 단백질과 지방 함량이 높고 섬유소도 어느 정도 함유하고 있어 유건조시 반추가축용 원료사료로서의 이용 가능성은 매우 높다고 할 수 있음

- 엿은 맥아 효소를 이용하여 옥수수내 전분을 맥아당(엿당)으로 분해시켜 제조하므로 잔류 고형물인 엿밥은 맥주박이나 주정박에 비해 단백질 함량이 월등히 높은 것으로 나타났으며(평균 44.55%), 전분 가공 공정시 생산되는 옥글루텐밀에 필적할 만함
- 섬유소 함량은 옥글루텐밀에 비해 낮은 반면(29.60 vs. 37.00%), 지방(8.44 vs. 2.40%)과 회분(1.93 vs. 3.00%) 함량은 오히려 높게 나타남
- 또한 여타 부산물과는 다르게 옥수수 엿밥내 영양성분 변이도는 비교적 낮은 것으로 나타나 원료사료로 이용하기에 적합한 것으로 나타남.
- 쌀엿은 특별 주문시에만 생산하고 있고 실제 생산하는 경우는 매우 드문 것으로 알려짐. 이에 따른 쌀엿밥의 발생량도 미미하고 불규칙적임

#### 4. 엿밥의 pH

- 착즙 직후 채취한 엿물을 pH tester를 이용하여 측정한 결과 pH 5.27이었음.
- 엿 공장에서 실제 엿 제조에 이용하고 있는 물은 지하수(겨울, 지하수; 여름, 양질의 표층수)로서 경험적으로는 엿의 품질도 수질의 영향을 받는다고 알려져 있음. 따라서 pH도 수질에 의한 영향을 받을 것으로 사료되나 이는 본 실험의 주제와는 무관하므로 더 이상의 측정을 하지 않았음.



표 3. 엇밥 원료, 엇밥 및 사료원료들의 일반 조성분(% 건물 기준)

종류	건물	수분	조단백질	조지방	조회분	NDF	ADF
쌀	85.86	14.14	9.71	0.48	0.73	19.60	2.61
옥수수	85.19	14.81	8.61	4.78	0.48	9.22	2.07
쌀 엇밥	27.77	72.23	39.46	12.42	5.03	-	-
옥수수 엇밥							
(시료 1)	53.22	46.78	47.01	8.73	3.16	35.72	8.56
(시료 2)	58.20	41.80	40.95	5.92	1.36	22.82	9.83
(시료 3)	58.44	41.56	44.60	9.85	1.79	30.26	13.10
(시료 4) <sup>1</sup>	82.83	17.17	45.62	9.25	1.43	-	-
(평균)	56.62	43.38	44.55	8.44	1.93	29.60	10.50
맥주박 <sup>2</sup>	21.00	79.00	26.00	6.50	10.00	42.00	10.00
주정박 <sup>2</sup>	25.00	75.00	29.70	9.20	8.00	40.00	8.00
옥글루텐피드 <sup>2</sup>	90.00	10.00	23.80	3.91	6.90	36.20	6.90
옥글루텐밀 <sup>2</sup>	91.00	9.00	46.80	2.40	3.00	37.00	3.00

<sup>1</sup>예비 열풍건조를 실시한 것임

<sup>2</sup>Adopted from NRC, 1996

## 제 2 절 엽밥 건조기술 개선 방법 개발 : 여러 조건 에서 건조 처리한 엽밥내 ADIN 및 수용성단백질 함량 측정

### 1. 열건조 처리시 영양성분 변화

#### 가. 건조 처리 조건

엽밥을 공장내 건조기와 비슷한 조건으로 60, 75, 95℃에서 3일간 열풍건조기에서 건조시켜 건물 함량을 측정 후 분쇄기(Wiley mill)로 분쇄하여 2mm 체를 통과한 것을 시료로 이용하였다.

#### 나. 분석 방법

일반조성분 분석으로서 시료의 건물, 조회분, 조단백질, 및 조지방은 AOAC(1990) 방법에 준하여 분석하였고 neutral detergent fiber(NDF), acid detergent fiber(ADF) 및 acid detergent insoluble N(ADIN) 함량은 Goering & Van Soest(1970)의 방법에 의하여 분석하였다.

#### 다. 실험 결과

- 60℃ 건조시 NDF 함량의 감소와 90℃ 건조시 ADIN 함량의 감소 이외에는 별다른 변화가 나타나지 않았음(표 4).
- 특히 ADIN 함량은 90℃ 건조시 의외로 감소한 것으로 나타났는데 분석상의 오차일수 있다고 판단하여 재차 분석을 행하여도 같은 결과를 초래함
- 건조시 ADIN 함량 증가요인으로는 온도뿐아니라 건조시간 및 수분함량에 비례하는데 본 실험의 경우는 건조시간은 72시간(3일)으로 동일한 것으로 미루어 볼 때 90℃ 건조시에는 수분이 빨리 소실되어 열변성을 덜 받았기 때문인 것으로 풀이됨

- 또한 75℃나 90℃에서 건조시에도 60℃ 건조시에 비해 반추위내 분해율이 크게 감소하지 않았던 점에서도 상대적으로 높은 온도에 의한 광범위한 열변성은 일어나지 않았고 이로 인해 ADIN 함량도 증가하지 않았던 것으로 풀이됨
- 결론적으로 비교적 높은 온도인 90℃ 정도에서 상대적으로 빨리 건조시키면 엷밥내 단백질 변성은 우려할 수준이 아님을 의미함
- 본 참여기업내 설치된 건조기는 보일러에서 보낸 증기열을 강력송풍을 통해 건조시키는만큼 실제 건조물의 온도는 90℃ 이상에 이르는 어려움
- 참여기업에서 이용하는 건조기용 보일러는 폐타이어를 熱源으로 이용하므로 건조비용은 인건비를 제외하고는 무료라 할 수 있으나 영양성분 변화를 극소화하고 에너지를 절약 할 수 있는 방안으로는 초기 건조시에는 가능한 온도를 높게 고정시켜 빠르게 건조시킨 후 1 ~ 2일 경과 후 온도를 낮추어 건조시킴이 권장됨

표 4. 건조 온도에 따른 엷밥의 조성분 변화(% 건물 기준)

건조온도 <sup>1</sup>	건물	조단백질	조지방	조회분	NDF <sup>2</sup>	ADF <sup>3</sup>	ADIN <sup>4</sup>
60℃	94.98	40.95	5.92	1.36	22.82	9.83	14.07
75℃	96.31	41.13	6.06	1.38	28.05	10.82	14.47
90℃	96.44	40.73	6.04	1.30	28.95	9.65	12.74

<sup>1</sup> 생엷밥을 각 온도에서 72 h 건조시킴

<sup>2</sup> Neutral detergent fiber

<sup>3</sup> Acid detergent fiber

<sup>4</sup> Acid detergent insoluble nitrogen

## 2. 수용성단백질 함량

### 가. 측정 방법

시료내 수용성 건물 및 단백질 함량은 Waldo and Goering(1979)의 방법에 의거하여 분석하였다. 시료 0.5g을 125ml Erlenmyer flask에 넣고 50ml 0.15M NaCl 용액을 첨가하여 40℃에서 6hr 배양한 후 No. 4 filter paper로 여과한 잔류물질의 건물과 N 함량을 측정하여 구하였다.

### 나. 실험 결과

수용성 건물 및 단백질 함량은 표 5에 나타낸 바와 같이 건조온도에 따른 변화는 거의 인정되지 않았으므로 평균을 구하였다. 엽밥의 수용성 건물 함량은 비교적 높은 것으로 나타나 평균 43.22%이었는데 이는 엽밥내 수용성 당과 효소 및 분해산물이 많이 함유되어 있기 때문인 것으로 사료된다. 또한 수용성 단백질 함량도 매우 높은 것으로 나타났는데 (62.51%, 건물 기준) 이는 엽 제조시 사용하는 액상효소제 내에는 상당량의 protease(표 1)가 함유되어있어 이로 인한 엽밥내 단백질의 분해산물이 수용성인데서 기인한 것으로 사료된다.

표 5. 건조 온도에 따른 엽밥의 수용성 건물 및 단백질 함량(%)

건조온도(℃)	건물	단백질	
		건물 기준	총단백질 기준
60	44.64	62.52	8.07
75	42.34	62.20	7.69
90	42.68	62.82	8.29
평균	43.22	62.51	8.02

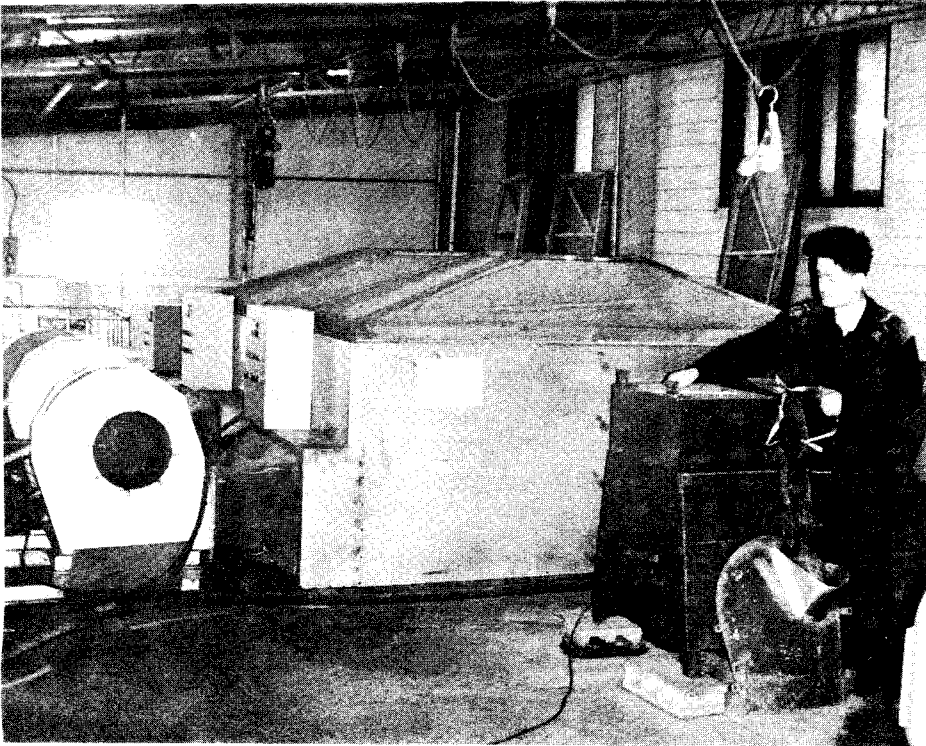


사진 1. 엇밥 건조실

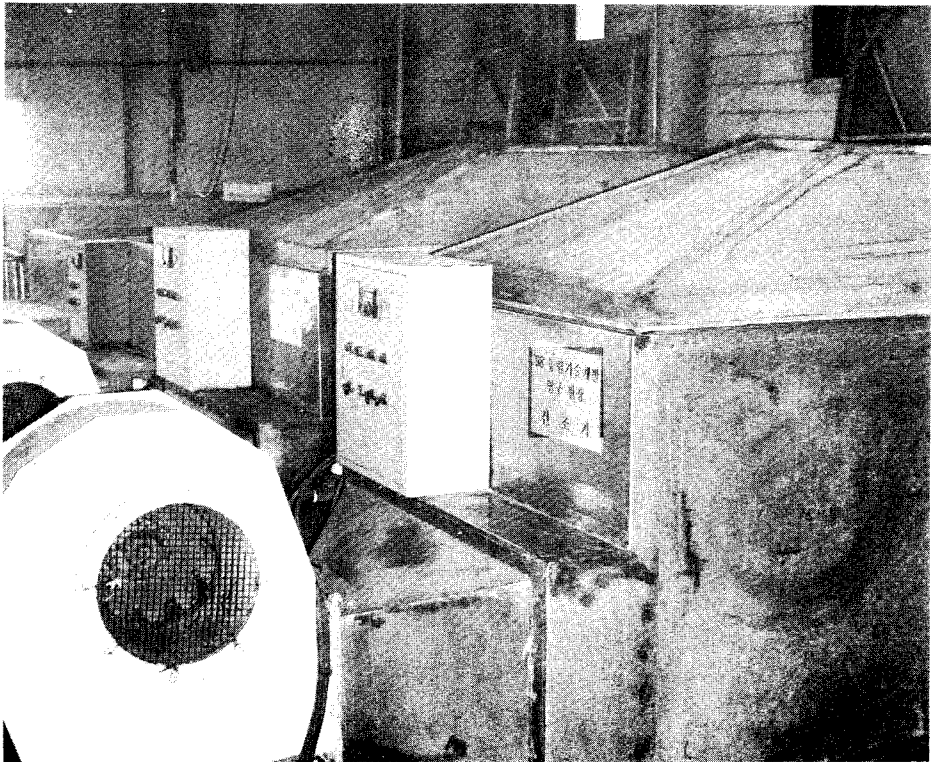


사진 2. 건조실 내부 건조기 배치

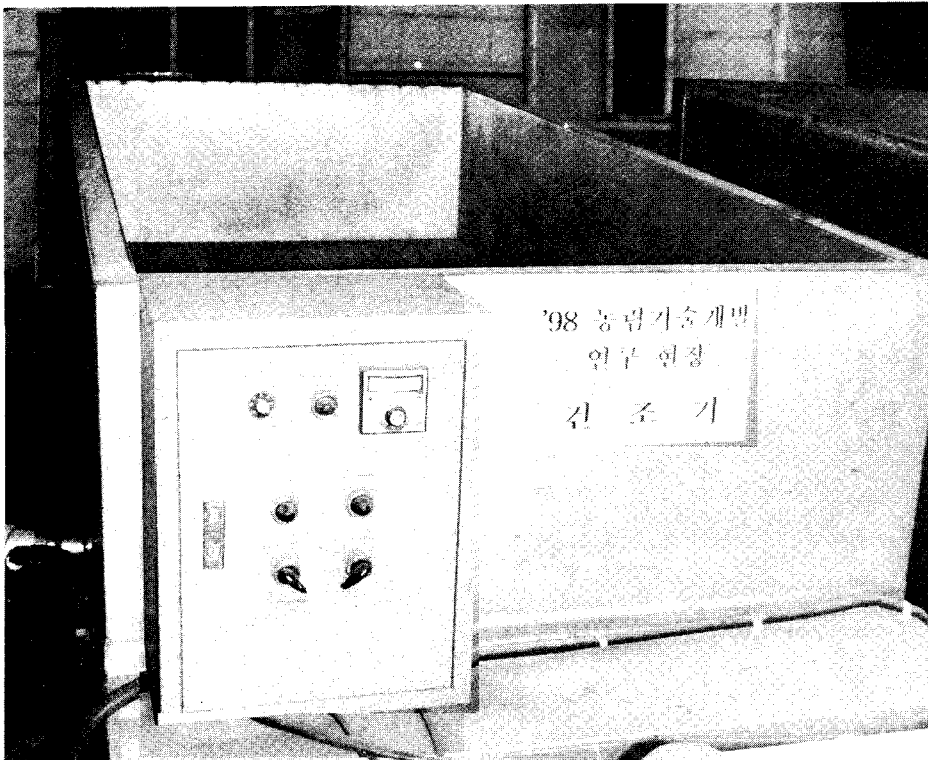


사진 3. 엿밥 건조기

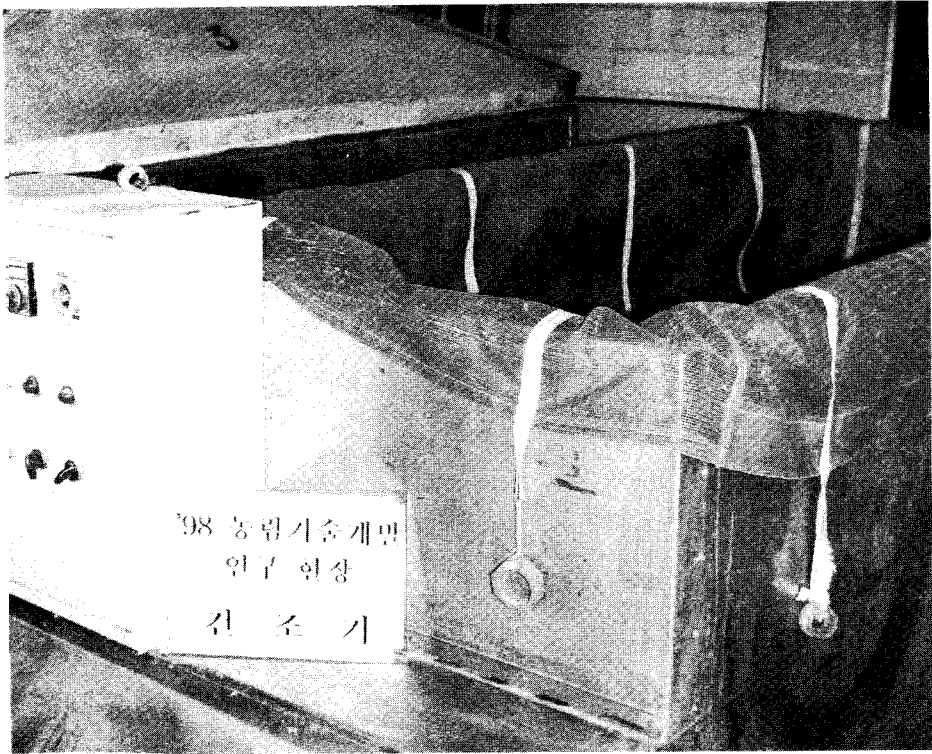


사진 4. 옛밥 건조장치



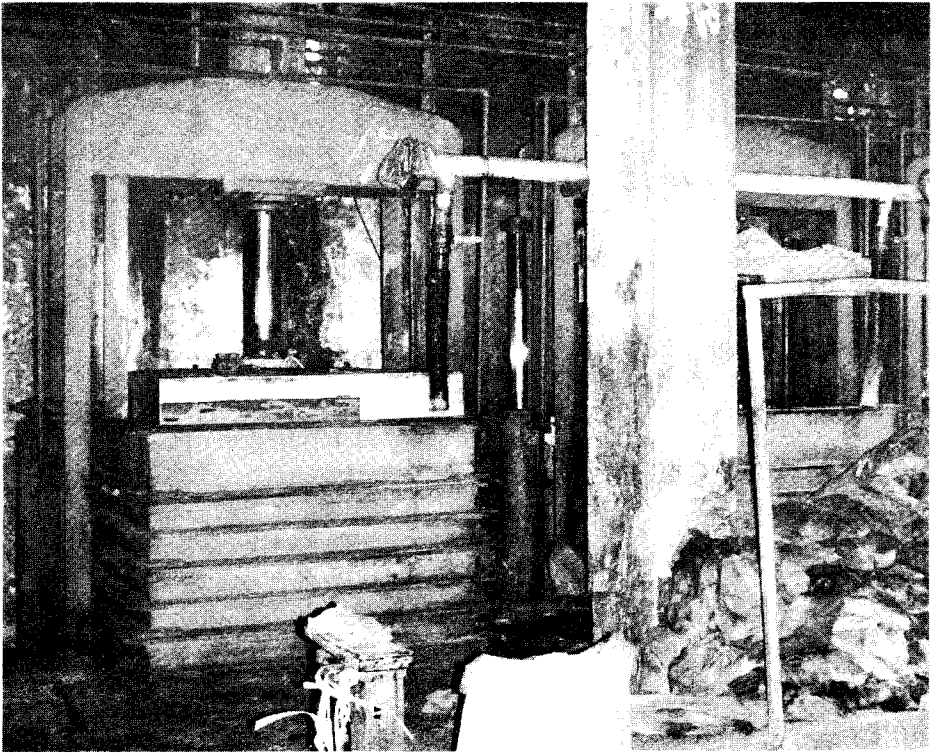


사진 5. 옛밥 착증기



사진 6. 페타이어를 이용한 건조용 보일러

## 제 3 절 면양을 이용한 옛밥의 반추위내 소화율 측정

### 1. 옛밥의 반추위내 *in vitro* 소화율 측정

#### 가. 측정 방법

##### 1) 건조 처리 조건

ADIN과 수용성 단백질 함량 측정시와 같은 조건으로 60, 75, 95℃에서 3일간 열풍건조기에서 건조시켜 건물 함량을 측정 후 분쇄기(Wiley mill)로 분쇄하여 2mm 체를 통과한 것을 시료로 이용하였다.

##### 2) *In vitro* 소화율 측정

- 실험동물 : 반추위에 cannula를 부착한 Corriedale 면양 4두(평균 체중 31kg)를 이용하였다.

- 기초사료 : 시판 배합사료와 톨페스큐 건초를 체중의 3% 수준으로 60:40(급여기준)으로 하루 2회 08:00과 20:00시에 급여하였고 물과 린칼 블록은 자유 채식토록 하였다.

- 기초사료의 조성분 분석 : 일반조성분 분석으로서 시료의 건물, 조회분, 조단백질, 및 조지방은 AOAC(1990) 방법에 준하여 분석하였고 neutral detergent fiber(NDF) 및 acid detergent fiber(ADF) 함량은 Goering & Van Soest(1970)의 방법에 의하여 분석하였다.

다음 표 6는 급여한 배합사료와 조사료의 조성분 분석 결과이다.

표 6. 급여한 기초사료의 영양성분(% , 건물 기준)

사료 종류	건물	조회분	조단백질	조지방	조섬유	NDF	ADF
배합사료	90.3	7.1	16.2	3.1	9.3	-	-
톨 페스큐	89.0	6.7	6.4	2.1	31.1	65.6	39.6

● *In vitro* 측정 방법 :

- Tilley와 Terry(1963)의 two-stage technique을 응용한 Judkins 등 (1990)의 방법을 이용하여 반추위내에서의 건물과 단백질 분해율을 측정함.

- 반추위액은 면양 4두로부터 사료 급여 3h 후 반추위액을 일정량 채취 혼합하여 4점의 cheese cloth로 거른 후 McDougall's buffer(McDougall, 1948)와 반추위액 비율을 4:1로 혼합하여 50ml centrifuge tube에 시료 약 1g과 40ml의 배양액을 넣고 39°C shaking incubator에서 각각 0, 6, 12, 24, 48시간 동안 배양시킴.

- 배양 후 시료는 여과시 어려움으로 여과지 대신 dacron bag(pore size 40 $\mu$ m)을 사용하여 여과 후 건물 및 단백질 함량을 측정함.

● 옛밥의 반추위내 *in vitro*유효분해도 :

- *In vitro* 분해율을 Ørskov와 McDonald(1979)의 방법에 따라 계산하여 배양시 즉시 분해되는 부분(fraction a)과 반추위내에 무한정 배양시킬 경우 분해될 수 있는 부분(fraction b) 및 fraction b의 시간당 분해율(c)을 계산함.

- 반추위내 유효분해도(effective degradability)는 Ørskov와 McDonald (1979)의 식(유효분해도 =  $(a + (b \times c)/(c + r))$ )을 이용하여

계산하였는데, 이때 fractional outflow rate(r)는 0.05/h로 가정함.

## 2) Pepsin *in vitro* 분해율 측정

위의 조건과 동일하게 배양한 시료들 중 24 및 48시간 배양한 시료들 중 각각 2개의 시료는 소장에서의 분해율을 측정하기 pepsin *in vitro* 분해율을 측정하였다. 반추위액에서 배양 종료 후 꺼낸 시료는 3000rpm에서 20분간 원심 분리한 후 0.1N HCl pepsin 용액 25ml를 넣고 39℃ shaking incubator에서 48시간 동안 배양한 후 건물 및 단백질 분해율을 측정하였다.

### 나. 실험 결과

#### 1) 열건조 처리시 *in vitro* 소화율 변화

- 0 h 배양시 건물 및 단백질 소화율이 높게 나타난 것은 엽밥 내 수용성 건물 및 단백질 함량이 높았기 때문인 것으로 풀이된다(표 7).
- 특기할 사항으로는 배양 종료 후 잔류물 여과시 어려움으로 여과지 대신 dacron bag(pore size 40 $\mu$ m)을 사용하였는데 0 h 배양시의 소실률이 수용성 건물 및 단백질 함량과 거의 일치하는 것으로 나타났다. 따라서 잔류물 여과시에는 관행적으로 이용해오던 여과지 대신 dacron bag을 이용하는 것이 보다 편리한 방법인 것으로 나타났다.
- 엽밥의 *in vitro* 건물 및 단백질 소화율은 건조 온도에 의해 크게 영향을 받지 않았으나 각 배양시간별로 60℃ 건조시에 비해 75℃와 90℃에서 건조시 수치적으로 낮게 나타났으며 48 h 배양 후에도 낮은 것으로 나타났다.
- 이러한 결과는 90℃이하의 건조 온도에서 3일간 건조시에도 엽밥의 반추위 소화율에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

표 7. 건조 온도에 따른 엿밥의 *in vitro* 건물 및 단백질 소화율(%) 변화

소화율(%) 건조온도(°C)	배양시간 (h)					
	0	6	12	24	48	
건 물	60	43.44	50.65	57.29	64.00	69.96
	75	42.22	48.78	52.28	60.98	65.69
	90	42.68	47.17	52.40	60.32	68.42
단백질	60	67.39	66.49	68.71	71.74	75.23
	75	64.47	64.93	65.47	67.97	72.05
	90	63.31	65.09	66.00	68.66	73.69

다. 엿밥의 *in vitro* 분해도

- 옥수수를 주원료로 한 맥주박이나 주정박내 함유되어 있는 단백질은 옥수수 단백질의 특성상 반추위 비분해단백질(by-pass protein) 함량이 매우 높다고 알려져 있으며 특히 건조시 비분해단백질 함량이 증가 할 수 있다고 알려져 있다(표 8).

표 8. 맥주박, 주정박 및 옥수수글루텐의 반추위내 단백질 분해도(% CP)

반추위 분해	맥 주 박 <sup>1</sup>		주 정 박 <sup>1</sup>		옥 글 루 텐 <sup>1</sup>	
	생 것	건 조	생 것	건 조	피 드	밀
분해 단백질	40.86	34.12	45.09	24.90	75.00	38.08
비분해 단백질	59.14	65.88	54.91	75.10	25.00	61.92

<sup>1</sup>Adopted from NRC, 1996

- 엿밥의 경우 건조 및 단백질 분해도가 매우 높은 것으로 나타나 90℃ 건조의 경우 건물 분해도와 비분해도는 각각 55.25 vs. 44.75 이었으며 단백질 분해도와 비분해도는 67.76 vs. 32.24이었다(표 9).
- 이는 앞서 설명한 바대로 0h 배양시 높은 수용성 건물 및 단백질 함량에서 기인한 것으로 풀이된다.

표 9. 건조 엿밥의 *in vitro* 소화율에 의거한 반추위내 분해상수, 유효분해도(%) 및 비분해도(%)

성분	분해상수 <sup>1</sup> 및 분해도	처리 온도(℃)		
		60	75	90
건물	a	43.29	42.09	44.68
	b	29.01	26.97	-894.11
	c	0.0525	0.0453	-0.00058
	분해도	58.15	54.91	55.25
	비분해도 <sup>2</sup>	41.85	45.09	44.75
단백질	a	66.55	64.01	63.46
	b	81.39	1026.91	100.91
	c	0.00239	0.00016	0.00222
	분해도	70.26	67.30	67.76
	비분해도 <sup>2</sup>	29.74	32.70	32.24

<sup>1</sup>a, 배양시 즉시 용해되는 부분; b, 무한정 배양시 분해될수 있는 부분; c, fraction b의 시간당 분해율. 반추위 통과 속도는 0.05/h로 가정.

<sup>2</sup>(100 - 분해도)

라. 옛밥의 소장내 소화율

- 옛밥의 소장내 소화율을 pepsin *in vitro* method를 이용하여 측정한 결과는 아래 표 10과 같음
- 건물 소화율은 48h 배양후에도 건조온도에 따라 76.69 ~ 82.19%이었던 반면 단백질 소화율은 93.08 ~ 95.09%에 달해 단백질 소화율이 매우 높게 나타났으며 따라서 옛밥 단백질의 소장내 분해율이 매우 높은 것으로 나타남

표 10. 건조 온도에 따른 옛밥의 pepsin *in vitro* 건물 및 단백질 소화율(%) 변화

소화율(%)	건조 온도(°C)	배양시간 (h)	
		24	48
건물	60	78.96	82.19
	75	75.84	76.69
	90	76.72	80.88
단백질	60	94.44	95.09
	75	92.77	93.80
	90	92.84	93.08

2. 면양을 이용한 옛밥의 반추위내 *in situ* 소화율 측정

가. 측정 방법

1) 건조 처리 조건

- 시료의 건조 처리 조건, 실험동물 및 기초사료는 *in vitro* 측정시와



동일하였다.

## 2) *In situ* 소화율 측정 방법

- 사용한 dacron bag은 크기가 100- × 45 mm이며, pore size가 45  $\mu\text{m}$ 이었음.
- 시료는 blank를 제외하고 1g씩 bag에 넣어 시료당 4반복 시료를 마련하여 반추위 투입 전 39 - 40°C 온수에 약 30분간 침지한 후 반추위에 넣어 각각 0, 6, 12, 24, 48시간 동안 반추위내에서 발효시킴.
- 배양 종료 후 꺼낸 bag들은 맑은 물이 나올 때까지 충분히 세척한 후 60°C에서 48시간 동안 건조 후 칭량함.
- 반추위내 발효 후 잔류물질의 건물과 조단백질 함량을 측정하여 반추위 소실율을 측정함.
- 옛밥의 반추위내 *in situ* 유효분해도 : *in vitro* 측정시와 동일하였다.

### 나. 열건조 처리시 *in situ* 소화율 변화

- *in vitro* 소화율 측정시와 비교시 수치와 분해 양상이 매우 비슷하게 나타나 60°C 건조시에 비해 75°C와 90°C 건조시 약간 낮게 나타났으며 75°C와 90°C 건조 비교시에는 차이가 거의 없는 것으로 나타났다(표 11).
- 그러므로 앞서 언급한 바와 마찬가지로 건조 공정시에는 상대적으로 높은 온도인 90°C에서 보다 빠른 시간내에 건조하는 것이 유리할 것으로 사료된다.

표 11. 건조 온도에 따른 엽밥의 *in situ* 건물 및 단백질 소화율(%) 변화

소화율(%)	건조 온도(°C)	배양시간 (h)				
		0	6	12	24	48
건 물	60	40.25	51.79	59.22	66.11	68.95
	75	38.05	46.14	54.87	60.20	62.00
	90	38.00	46.02	55.43	60.32	62.56
단백질	60	62.84	65.35	69.43	71.60	75.71
	75	63.72	65.16	64.41	68.60	71.13
	90	63.17	64.79	68.49	67.39	70.37

다. 엽밥의 *in situ* 분해도

- *in situ* 분해도 역시 *in vitro* 분해도와 수치적으로나 분해 특징면에서 매우 유사하게 나타남(표 12).

표 12. 건조 엽밥의 *in situ* 소화율에 의거한 반추위내 분해상수, 유효분해도(%) 및 비분해도(%)

성 분	분해상수 <sup>1</sup> 및 분해도	처리 온도(°C)		
		60	75	90
건 물	a	40.15	37.53	37.44
	b	29.42	25.39	25.97
	c	0.0864	0.0856	0.0802
	분해도	58.79	53.56	53.44
	비분해도 <sup>2</sup>	41.21	46.44	46.56
단 백 질	a	62.73	63.55	63.18
	b	14.99	25.49	7.07
	c	0.0408	0.0075	0.0640
	분해도	69.46	66.88	67.15
	비분해도 <sup>2</sup>	30.54	33.12	32.85

<sup>1</sup>a, 배양시 즉시 용해되는 부분; b, 무한정 배양시 분해될수 있는 부분; c, fraction b의 시간당 분해율. 반추위 통과 속도는 0.05/h로 가정.

<sup>2</sup>(100 - 분해도)

## 제 3 장 · 엿밥을 이용한 효모 배양

### 제 1 절 효모배양(액상심부배양)을 위한 배지성분으로서의 엿밥의 가치 평가

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 재료

효모는 제빵효모(Baker's yeast)로 널리 쓰이는 *Saccharomyces cerevisiae*를 사용하였으며, 엿밥은 65°C에서 48시간 건조시켜 분쇄한 (1mm screen) 건조엿밥을 사용하였다.

##### 나. 액상심부배양(Liquid submerged culture) 방법

- 건조엿밥과 당밀(molasses)을 이용하여 회분식 배양방법(batch culture)에 의한 액상심부배양 조건을 검토하였다.
- 효모 성장도 측정은 건조엿밥의 입자로 인하여 탁도(O.D.-optical density)를 이용하지 않고 직접 생균수(CFU/ml) 측정으로 파악하였다.
- 배양조건은 500ml berzeleus beaker를 이용하여 37°C, 150rpm으로 24시간 동안 YM(Yeast-malt extract) broth에서 미리 배양한 효모배양액을 접종균으로 0.1%(v/v) 접종한 후 배양시간 별로 효모균수를 측정하였다.
- 생균수 측정은 연속희석법(serial dilution)에 따라 멸균 생리식염수(0.85% NaCl)를 이용하여 적절하게 희석하여 YM agar에 도말한 후 37°C에서 24-48시간 배양 후 형성된 colony 수를 계수하였다.

## 2. 결과

- 액상배양에 의한 효모배양 결과 표 13에 나타난 바와 같이 엿밥 0.5% 만으로는 정상적인 효모성장이 어려우며, 당밀 첨가수준에 따라 배양 12시간(그림 1), 36시간(그림 2)에서 효모균수가 증가함을 나타내었다.
- 효모생산의 최적배지 조성인 YM 배지와 비교해 볼 때 12시간 배양의 경우에는 효모균수가 낮았으나 36시간 배양시 거의 비슷한 수준으로 나타나 엿밥과 당밀만으로도 최적배지인 YM배지와 유사한 효모생산 결과를 얻었다.
- 표 14는 효모배양의 최적배지를 YM broth(yeast extract 0.3%, malt extract 0.3%, peptone 0.5%, dextrose 1.0%)로 할 때 질소원(nitrogen sources)으로서 yeast extract 0.3%, peptone 0.5%만을 첨가한 후 여기에 엿밥을 첨가하여 배양 12시간(그림 3), 24시간(그림 4), 36시간(그림 5) 후 효모균수를 측정한 결과이다.
  - 1.5%까지 엿밥 첨가수준에 따라 효모균수가 증가하여 포도당(dextrose)를 대체할 수 있는 유용한 탄소원(carbon source)일 뿐만 아니라 malt extract도 함께 대체할 수 있는 것으로 나타남.
  - 이때 YM broth와 비교하여 24시간 배양시 엿밥 1.0% 이상 첨가구에 있어 오히려 YM broth와 비교하여 나은 효모성장을 나타냈으며, 36시간 배양시 엿밥 1.0% 및 1.3% 첨가시 유사한 효모성장을 나타냄.

표 13. 효모의 액상배양에 있어 엿밥과 당밀의 첨가가 효모성장에 미치는 영향

항목	배양시간(h)		
	0	12	36
		CFU/ml	
엿밥 0.5%	$6.3 \times 10^4$	$5.0 \times 10^3$	$7.0 \times 10^3$
엿밥 0.5% + 당밀 0.2%	$6.3 \times 10^4$	$2.9 \times 10^3$	$6.7 \times 10^3$
엿밥 0.5% + 당밀 0.5%	$6.3 \times 10^4$	$1.4 \times 10^3$	$9.2 \times 10^3$
엿밥 0.5% + 당밀 1.0%	$6.3 \times 10^4$	$1.4 \times 10^3$	$1.4 \times 10^4$
엿밥 0.5% + 당밀 1.5%	$6.3 \times 10^4$	$2.1 \times 10^3$	$1.8 \times 10^4$
엿밥 1.0% + 당밀 0.2%	$6.3 \times 10^4$	$2.1 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$
엿밥 1.0% + 당밀 0.5%	$6.3 \times 10^4$	$2.6 \times 10^3$	$8.8 \times 10^3$
엿밥 1.0% + 당밀 1.0%	$6.3 \times 10^4$	$2.1 \times 10^3$	$1.3 \times 10^4$
엿밥 1.0% + 당밀 1.5%	$6.3 \times 10^4$	$3.3 \times 10^3$	$2.2 \times 10^4$
YM broth <sup>1</sup>	$6.3 \times 10^4$	$1.3 \times 10^4$	$3.1 \times 10^4$

<sup>1</sup>Yeast-malt extract broth; 0.3% yeast extract, 0.3% malt extract, 0.5% peptone, 1.0% dextrose

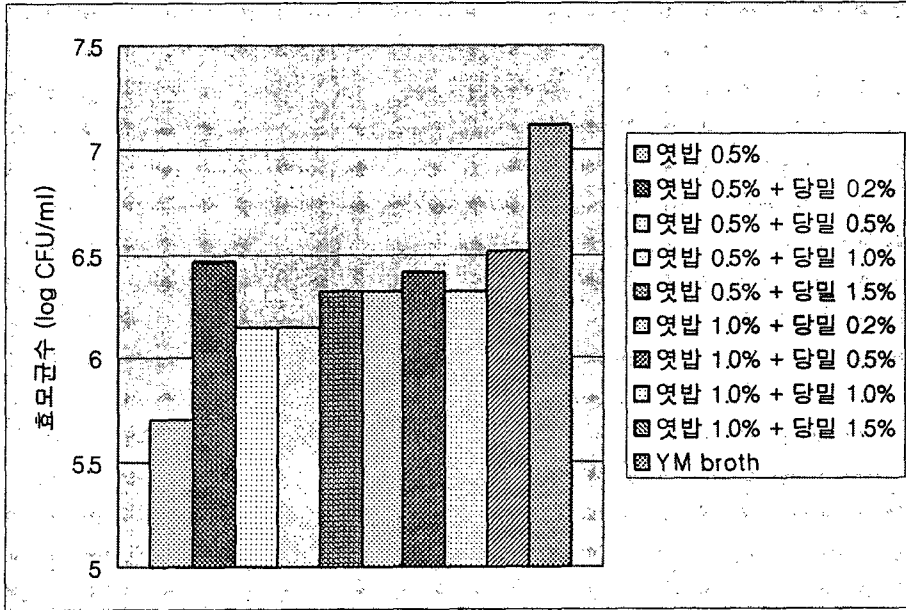


그림 1. 옛밥과 당밀을 배양배지로 이용한 효모의 액상심부배양(12 h 배양)

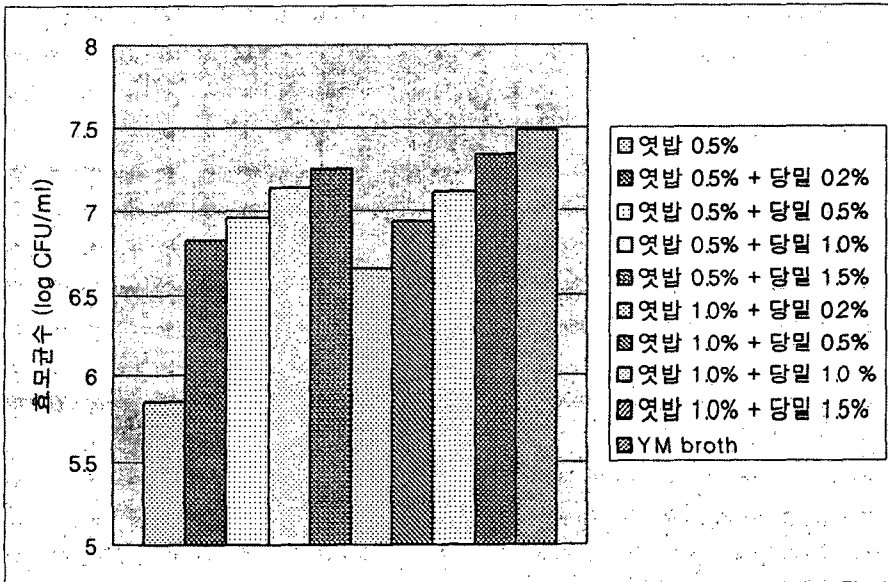


그림 2. 옛밥과 당밀을 배양배지로 이용한 효모의 액상심부배양(36 h 배양)

표 14. 효모의 액상배양에 있어 탄소원으로서 엷밥의 첨가가 효모성장에 미치는 영향

항목	배양시간(h)		
	12	24	36
	CFU/ml		
N sources (yeast ext. 0.3% + peptone 0.5%)	$1.0 \times 10^9$ 이하	$1.0 \times 10^9$ 이하	$1.0 \times 10^9$ 이하
N sources + 엷밥 0.5%	$5.0 \times 10^9$	$4.0 \times 10^9$	$5.2 \times 10^9$
N sources + 엷밥 1.0%	$1.1 \times 10^{10}$	$1.0 \times 10^{10}$	$1.4 \times 10^{10}$
N sources + 엷밥 1.5%	$4.5 \times 10^9$	$2.1 \times 10^{10}$	$2.6 \times 10^{10}$
N sources + 엷밥 2.0%	$3.7 \times 10^9$	$9.9 \times 10^9$	$1.1 \times 10^{10}$
YM broth <sup>1</sup>	$4.2 \times 10^9$	$3.6 \times 10^9$	$2.4 \times 10^{10}$

<sup>1</sup>Yeast-malt extract broth; 0.3% yeast extract, 0.3% malt extract, 0.5% peptone, 1.0% dextrose

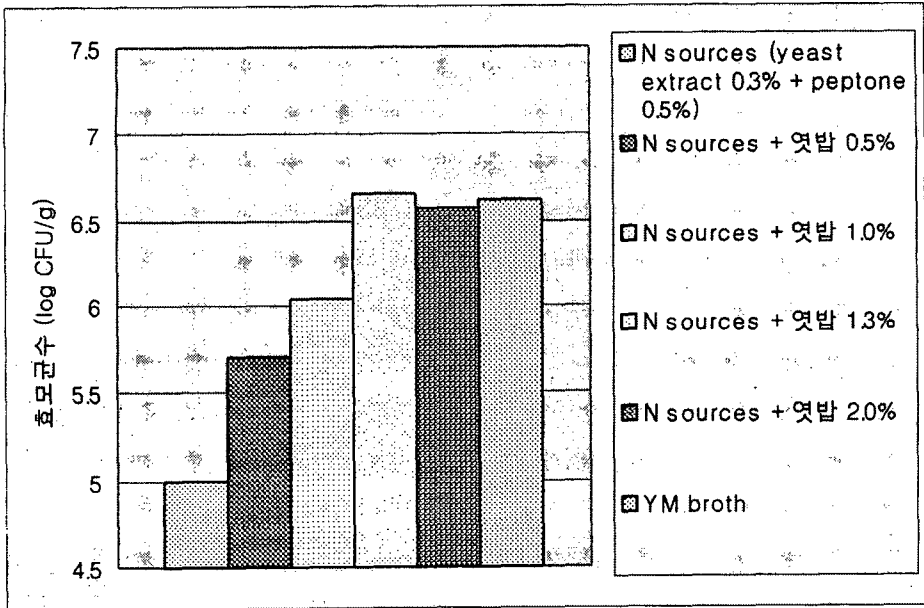


그림 3. 탄소원으로로서 엿밥을 이용한 효모의 액상심부배양(12 h 배양)

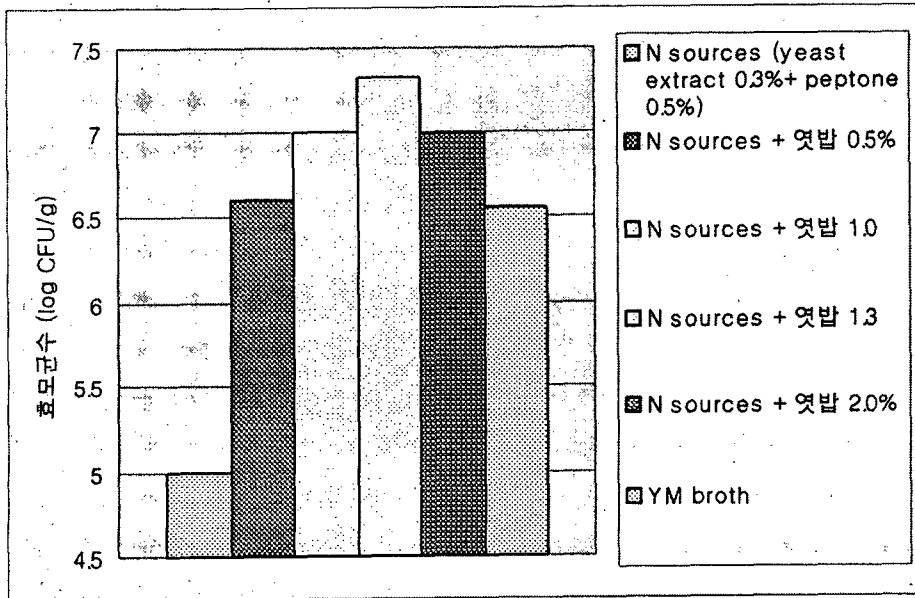


그림 4. 탄소원으로로서 엿밥을 이용한 효모의 액상심부배양(24 h 배양)



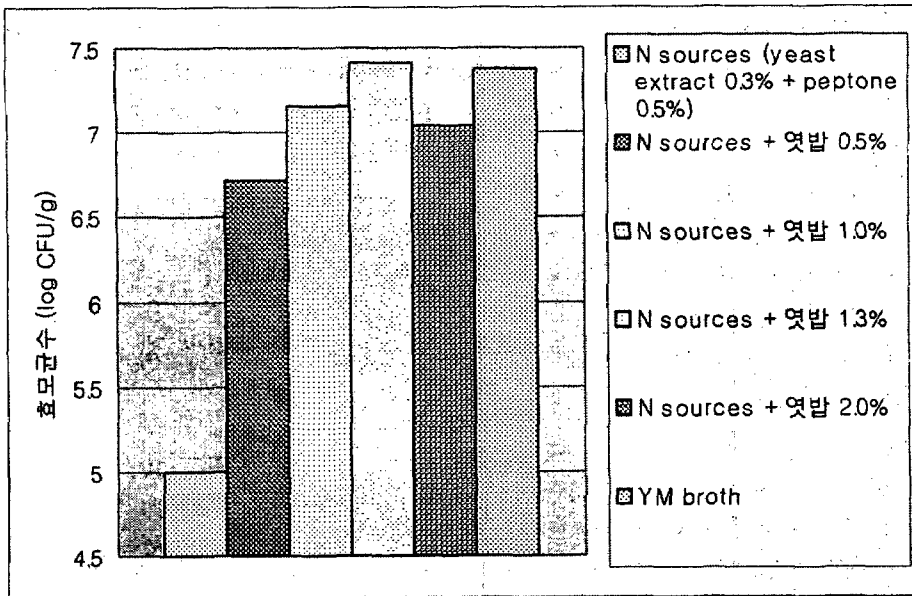


그림 5. 탄소원으로서 옛밥을 이용한 효모의 액상심부배양(36 h 배양)

## 제 2 절 효모배양물(yeast culture) 생산을 위한 배양물로서의 엿밥의 가치 평가(고체배양법)

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 재료

액상심부배양시와 마찬가지로 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*를 사용하였으며, 엿밥은 65℃에서 48시간 건조시켜 분쇄한(1mm screen) 건조엿밥을 사용하였다.

#### 나. 고체배양(solid-state culture) 방법

- 효모를 이용한 고체배양은 효모균체(SCP-single cell protein)의 획득과 함께 풍미가 좋은 효모배양물(yeast culture)을 얻기위한 배양방법으로서 본 연구에서는 엿 제조 부산물인 엿밥의 부가가치를 높이기 위한 수단과 함께 저장성을 높이는 방법으로서 효모를 이용한 고체배양을 검토하였다.
- 효모를 이용하여 엿밥을 배양배지로 고체배양을 검토하기 위해 엿 제조 후 얻어진 엿밥과 당밀을 적정비율 첨가한 후 37℃, 150rpm으로 미리 배양한 효모배양액을 접종균으로 0.1%(v/w) 해당량을 기질의 1/10에 해당하는 멸균증류수와 혼합하여 접종한 다음 37℃에서 배양 후 효모균수 및 관능검사법에 의한 풍미검사를 실시하였다.
- 비교를 위해 옥분, 대두를 수분함량을 동일하게 조정한 후 동일한 방법에 따라 효모배양을 실시하였다.
- 효모의 생균수 측정은 연속희석법(serial dilution)에 따라 멸균 생리식염수(0.85% NaCl)를 이용하여 적절하게 희석한 후 YM agar에 도말한 후 37℃에서 24-48시간 배양 후 형성된 colony 수를 계수하였다(CFU/g).

## 2. 결과

- 효모를 배양균주로 엿밥을 기본 고체배양배지로 당밀을 1.0% 첨가하여 고체배양한 결과 표 15에 나타난 바와 같이 효모균수 및 풍미가 우수한 효모배양물을 얻을 수 있었다.
- 비교배지로서 옥분 및 대두와 비교한 결과 옥분과 효모균수와 풍미에 있어 유사한 결과가 도출되어 옥분을 대체할 수 있는 배양배지로 평가되었다.

표 15. 엿밥을 배양배지로 이용한 효모의 고체배양

항목	효모균수			풍미 <sup>1</sup>		
	1일	2일	3일	1일	2일	3일
	CFU/g					
엿밥	$1.0 \times 10^9$	$2.1 \times 10^9$	$3.5 \times 10^9$	4	5	5
옥분	$1.1 \times 10^9$	$1.8 \times 10^9$	$4.1 \times 10^9$	4	4	4
대두	$2.5 \times 10^9$	$4.5 \times 10^9$	$5.8 \times 10^9$	5	6	6
엿밥+당밀 1%	$4.5 \times 10^7$	$5.1 \times 10^7$	$5.2 \times 10^7$	3	2	2
옥분+당밀 1%	$3.8 \times 10^7$	$5.5 \times 10^7$	$6.0 \times 10^7$	3	2	2
대두+당밀 1%	$3.2 \times 10^7$	$7.0 \times 10^7$	$7.2 \times 10^7$	4	3	3

<sup>1</sup>후각에 의한 관능법에 따라 평가하였으며, 1(양호)→10(불량)까지의 등급을 두었음.

# 제 4 장 엿밥 첨가가 착유우의 생산성에 미치는 영향

## 제 1 절 재료 및 방법

### 1. 시험기간 및 장소

경기도 이천시 설성면 암산리 소재 설성목장에서 4주간 사양시험을 실시하였다.

### 2. 시험축 선발 및 시험설계

- 시험 시작 전 Holstein 전체 135두 중 32두를 산차, 최종분만일(착유일수), 유량 및 체중 등이 유사한 개체끼리 짝을 지어 이들을 처리구별(대조구 및 엿밥 1, 3, 6% 첨가구)로 각 쌍에서 1두씩 각 시험구에 배치하였다.
- 각 처리구 내 유량을 기준으로 고능력우군(유량 약 30kg)과 저능력우군(유량 약 20kg)으로 나눈 후 7일간의 예비시험을 거쳐 3주간의 사양시험을 실시하였다.
- 시험설계는 Randomized Complete Block Design으로서 다음 표 16과 같다.

### 3. 시험사료

#### 가. 완전배합사료(Total Mixed Ration; TMR)

- 본 시험에 사용된 사료는 건초를 제외하고는 전부 TMR 형태로 완전 배합하여 1일 1회 급여하였으며 배합사료는 TMR 배합용으로 시판 중인

사료를 이용하였다.

- 엽밥 3과 6% 첨가구는 대조구 배합사료 중 대두박과 루핀 일부를 엽밥으로 대체하였고, 엽밥 1% 첨가구는 대조구의 배합사료 성분비를 변경시키지 않고 그대로 이용하였다.
- 시험에 사용한 대조구 및 처리구 배합사료의 배합비는 생략하고 성분 함량만 표 17에 제시하였다.
- TMR 배합시 이용한 원료와 배합비는 표 18과 같다.

#### 나. 조사료 및 사양관리

조사료는 일정비율의 bermudagrass와 alfalfa 건초를 자유급여하였으며 그 밖의 사양관리는 시험목장의 관행에 준하였다.

#### 4. 조사항목 및 방법

- 유량은 파이프라인 착유기용 유량계를 사용하여 매일 측정하였으며 오전, 오후 2회 착유 후 합산하여 1일 착유량을 측정하였다.
- 유조성분 분석은 3일간격으로 채취한 시료를 (주)건국유업의 유조성분 측정기를 이용하여 유지방, 유당, 유단백질, SNF 및 체세포수(somatic cell count; SCC)를 측정하였고, 유지올보정유(fat corrected milk; FCM)는  $(0.4 \times \text{유량}) + (15 \times \text{유지방량}) = \text{FCM}$ 의 공식을 이용하였다.
- 사료섭취량은 TMR의 경우 매일 급여량에서 사료잔량을 감하여 구하였으며 조사료는 일정비율의 bermudagrass와 alfalfa 건초를 충분히 급여한 후 잔량을 구하여 측정하였다.
- 체중은 시험개시와 종료 후 우형기를 이용하여 측정하였다.
- 기타 관찰사항으로는 시험기간 중 시험축에 대한 질병 발생 및 발정 여부를 관찰 기록하였다.

- 경제성 검토는 배합사료가와 유대를 이용하여 대조구와 처리구의 수익차를 비교하였다.
- 급여사료에 대한 성분분석은 일반조성분 분석으로서 시료의 건물, 조회분, 조단백질, 및 조지방은 AOAC(1990) 방법에 준하여 분석하였고 NDF 및 ADF 함량은 Goering & Van Soest(1970)의 방법에 의하여 분석하였다.
- 통계 분석은 SAS(1995)를 이용하였고 유의차 검정은 least significant difference를 이용하였다.

표 16. 시험 설계 및 처리

항목	처리구		대조구		엿밥 1%		엿밥 3%		엿밥 6%	
			고 <sup>1</sup>	저 <sup>1</sup>	고	저	고	저	고	저
두수	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
전체두수	8		8		8		8		8	
엿밥 첨가율 (%) <sup>2</sup>	0		1		3		6			

<sup>1</sup>고, 고능력우 (유량 약 30kg) ; 저, 저능력우 (유량 약 20kg)

<sup>2</sup>배합사료 내 엿밥 첨가율(% , 건물 기준)

표 17. TMR에 이용한 배합사료의 영양성분(% , 건물 기준)

사료 종류	조단백질	조지방	조섬유	조회분	Ca
대조구 및 엿밥 1%	21.8	3.00	7.75	6.70	0.93
엿밥 3%	21.5	3.11	7.67	6.61	0.93
엿밥 6%	21.6	3.15	7.23	6.52	0.91

표 18. TMR에 이용한 원료의 종류, 급여량 및 배합비

원료 종류	두당 급여량(g)	배합비(%)
배합사료	15,000	49.27 <sup>1</sup>
옥수수 사일리지	15,000	49.27
보호지방	390	1.28
비타민+미네랄 제제	5	0.016
생균제	50	0.16
합 계	30,445	100

<sup>1</sup>엿밥 첨가율; 대조구 0%, 엿밥 첨가구 각각 1, 3, 6%

## 제 2 절 결과 및 고찰

### 1. 유량, 유지율 및 FCM

옛밥 첨가가 유량, 유지율, FCM, 기타 유조성분, SCC 및 사료섭취량에 미치는 영향을 규명하고자 실시한 사양시험의 결과는 표 19에 나타난 바와 같다.

전체 우군(고능력우 + 저능력우)에 있어 산유량(kg)은 대조구(28.76)가 가장 높았으며 옛밥 6% 첨가구(26.20), 옛밥 1%(24.03), 옛밥 3%(22.31) 순으로 나타났으나( $P < 0.05$ ), 유지율은 모든 옛밥 첨가구가 대조구에 비해 증가한 것으로 나타났다( $P < 0.05$ ). 이로 인해 FCM은 옛밥 6%가 가장 높았으며 반면 옛밥 3%가 가장 낮았다( $P < 0.05$ ).

그러나 우군을 산유량별로 나누어보면 고능력우군에서는 모든 옛밥 첨가구가 대조구에 비해 산유량이 높게 나타나( $P < 0.05$ ), 옛밥 6% 첨가구(33.27) > 옛밥 3%(31.67) = 옛밥 1%(31.01) > 대조구(29.12) 순서로서 옛밥의 첨가량이 높을수록 산유량이 높게 나타났다. 유조성분 측정용 시료 채취시 충분히 교반을 하지않고 시료를 채취하여 고능력우군의 유지율은 전반적으로 낮은 경향을 나타내긴 하였으나 유지율 면에서 비교해 보면 옛밥 1% 첨가구는 대조구와 동일한 것으로 나타났으나 나머지 옛밥 첨가구는 대조구에 비해 유의적으로 증가하였다( $P < 0.05$ ). FCM도 산유량과 비슷한 경향으로서 옛밥 3% 첨가구(25.64) = 옛밥 6%(25.43) > 옛밥 1%(22.87) = 대조구(21.21) 순으로서 나타났다. 그러므로 옛밥 6% 첨가구를 대조구와 비교해보면 산유량면에선 14.3%(4.15kg), FCM으로는 19.9%(4.22kg)나 증가하였다. 또한 옛밥 3% 첨가구를 대조구와 비교해보면 산유량에선 8.76%(2.55kg), FCM으로는 20.9%(4.43kg)나 증가하였다.



표 19. 시험축의 사양시험 결과

항목	대조구	옛밥 1%	옛밥 3%	옛밥 6%
<b>전 체</b>				
유량(kg/일)	28.76 <sup>a</sup>	24.03 <sup>c</sup>	22.31 <sup>d</sup>	26.20 <sup>b</sup>
유지율(%)	2.10 <sup>b</sup>	2.91 <sup>a</sup>	2.90 <sup>a</sup>	2.79 <sup>a</sup>
4% FCM	20.56 <sup>ab</sup>	20.10 <sup>ab</sup>	18.63 <sup>b</sup>	21.44 <sup>a</sup>
유단백질	3.13 <sup>b</sup>	3.36 <sup>a</sup>	3.32 <sup>ab</sup>	3.24 <sup>ab</sup>
유당	4.37	4.39	4.35	4.30
SNF	8.54 <sup>ab</sup>	8.73 <sup>a</sup>	8.67 <sup>ab</sup>	8.49 <sup>b</sup>
SCC	238,900	167,029	162,200	79,200
<b>고능력우</b>				
유량(kg/일)	29.12 <sup>c</sup>	31.01 <sup>b</sup>	31.67 <sup>b</sup>	33.27 <sup>a</sup>
유지율(%)	2.19 <sup>c</sup>	2.25 <sup>c</sup>	2.73 <sup>ab</sup>	2.43 <sup>bc</sup>
4% FCM	21.21 <sup>b</sup>	22.87 <sup>b</sup>	25.64 <sup>a</sup>	25.43 <sup>a</sup>
유단백질	3.04	3.06	3.15	3.03
유당	4.65	4.72	4.71	4.57
SNF	8.44	8.57	8.62	8.33
SCC	272,840	101,400	116,850	81,667
<b>저능력우</b>				
유량(kg/일)	17.63 <sup>b</sup>	19.93 <sup>a</sup>	16.72 <sup>b</sup>	21.15 <sup>a</sup>
유지율(%)	3.16	3.64	3.62	3.33
4% FCM	15.41 <sup>b</sup>	18.85 <sup>a</sup>	15.77 <sup>b</sup>	19.02 <sup>a</sup>
유단백질	3.62 <sup>b</sup>	3.59 <sup>b</sup>	4.02 <sup>a</sup>	3.56 <sup>b</sup>
유당	4.68 <sup>a</sup>	4.56 <sup>ab</sup>	4.18 <sup>c</sup>	4.46 <sup>b</sup>
SNF	9.04	8.85	8.88	8.74
SCC	69,200	216,250	343,600	75,500
<b>사료섭취량</b>				
TMR	31.92	31.92	31.92	31.92
<b>건초</b>				
Bermudagrass	2.69	2.45	2.67	2.46
Alfalfa	1.14	1.06	1.11	1.02
섭취량 합계	35.74	35.43	35.70	35.40

a, b, c, d Means within a same row differ significantly (P < 0.05).

저능력우군에서는 산유량이 엷밥 6% 첨가구(21.15) = 엷밥 1%(19.93) > 대조구(17.63) = 엷밥 3%(16.72) 순으로 나타났으며, 유지율은 유의차가 인정되지 않았다( $P > 0.05$ ). FCM도 산유량과 같은 경향으로서 엷밥 6% 첨가구(19.02) = 엷밥 1%(18.85) > 엷밥 3%(15.77) = 대조구(15.41) 순으로 나타났다. 엷밥 3% 첨가구가 산유량면에서 대조구와 동일하게 나타난 이유는 그 원인은 불분명하나 3% 첨가구 중 유량이 극히 낮은 개체 때문인 것으로 나타났다. 이로 인해 전체 우군 비교시의 산유량에도 영향을 미쳐 대조구의 산유량이 엷밥 첨가구에 비해 오히려 높게 나타난 것으로 풀이된다. 그러나 엷밥 6%와 1%는 산유량이 여전히 대조구에 비해 높게 나타났으며 엷밥 6%와 대조구를 비교해보면 산유량에선 20.0%(3.52kg), FCM은 무려 23.4%(3.61kg)나 증가하였다. 그러므로 사료내 엷밥 첨가는 고능력우나 저능력우에 상관 없이 유량 증진 효과가 있는 것으로 나타났으며 고능력우의 경우 유지율 증진 효과도 인정되었다.

## 2. 유조성분

유단백질의 경우 전체적으로는 대조구에 비해 엷밥 1% 첨가구가 가장 높았으며 유의차는 인정되지 않았으나( $P > 0.05$ ) 엷밥 3%와 6%구도 대조구에 비해 증가한 것으로 나타났다. 고능력우에서는 처리구간 유의차가 인정되지 않았으나( $P > 0.05$ ) 저능력우에서는 엷밥 3%구만이 여타 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ ).

유당 함량은 전체군과 고능력우의 경우 유의차가 인정되지 않았으나( $P > 0.05$ ) 저능력우에서는 대조구가 가장 높았고 엷밥 3%가 가장 낮았다( $P < 0.05$ ).

SNF 함량은 전체 처리군과의 비교시 엷밥 6%구만이 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났으나( $P < 0.05$ ), 고능력우와 저능력우로 분리시에는 처리구간의 차이가 인정되지 않았다( $P > 0.05$ ).

### 3. 체세포수

SCC는 전체군, 고능력우 및 저능력우군에서 처리구간의 차이가 인정되지 않았다( $P > 0.05$ ).

### 4. 사료섭취량

사료섭취량은 처리구간 유의차가 인정되지 않았다.

### 5. 체중

시험기간 4주간의 개시체중과 종료체중을 표 20에 제시하였다. 대조구의 경우 체중이 오히려 약간 감소하였으나 모든 엽밥 첨가구에서는 체중이 약간 증가한 것으로 나타났으며 특히 엽밥 1% 첨가구에서는 시험개시에 비해 종료시 체중이 21kg이나 증가한 것으로 나타났다.

표 20. 시험축의 체중(kg)<sup>1</sup> 변화

항목	대조구	엽밥 1%	엽밥 3%	엽밥 6%
개시체중	623.7	635.9	664.8	598.0
종료체중	620.5	656.9	664.6	591.4
체중변화	- 3.2	+ 21	+ 0.2	+ 6.6

<sup>1</sup>평균, n = 8

### 6. 경제성 검토

표 21에는 대조구와 엽밥 첨가구간의 수익성을 배합사료가와 乳代만을 이용하여 비교한 결과가 제시되어 있다. 배합사료비 면에서는 엽밥 1%만을 첨가시 사료가격이 오히려 약간 상승하는 결과를 초래하였다. 이는 1% 첨가구에서는 배합사료의 배합비를 변경하지 않은데서 기인한 것이다.

전체 우군에서 비교해 보면 순수익 면에서 엇밥 3% 첨가구를 제외하고는 엇밥 1%와 6% 첨가구가 각각 385원과 1,786원 증가하였고, 고능력우군에서는 대조구에 비해 엇밥 첨가구에서 전부 순수익이 증가하였다. 저능력우군에서는 엇밥 3%구의 저조한 성적으로 인하여 대조구에 비해 순수익이 감소하였으나 나머지 첨가구에서는 대폭적으로 증가하였다.

표 21. 처리구간 사료비와 수익 비교<sup>1</sup>

항목	대조구	엇밥 1%	엇밥 3%	엇밥 6%
<b>전 체</b>				
배합사료비 <sup>2</sup>	2,567	2,577	2,549	2,558
乳代 <sup>3</sup> 수익	10,612	11,008	10,196	12,390
순수익	8,046	8,431	7,647	9,832
차 이 <sup>4</sup>	0	+ 385	- 399	+ 1,786
<b>고능력우</b>				
배합사료비	2,567	2,577	2,549	2,558
乳代 수익	10,742	11,954	13,881	14,416
순수익	8,176	9,378	11,332	11,858
차 이	0	+ 1,202	+ 3,156	+ 3,682
<b>저능력우</b>				
배합사료비	2,567	2,577	2,549	2,558
乳代 수익	9,055	10,730	8,798	11,258
순수익	6,488	8,154	6,249	8,700
차 이	0	+ 1,666	- 239	+ 2,212

<sup>1</sup>두당 수익

<sup>2</sup>두당 15kg 섭취 기준

<sup>3</sup>1999년 11월 현재 유량, 유지율 및 체세포에 의거한 원유가격 기준

<sup>4</sup>처리구 - 대조구

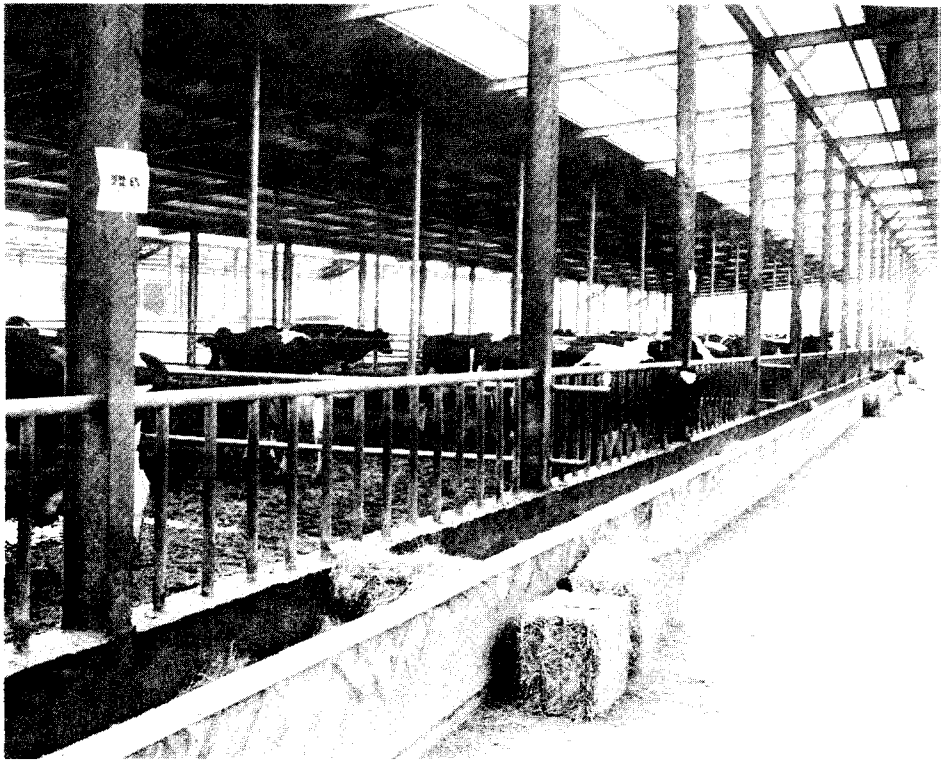


사진 7. 우사 전경

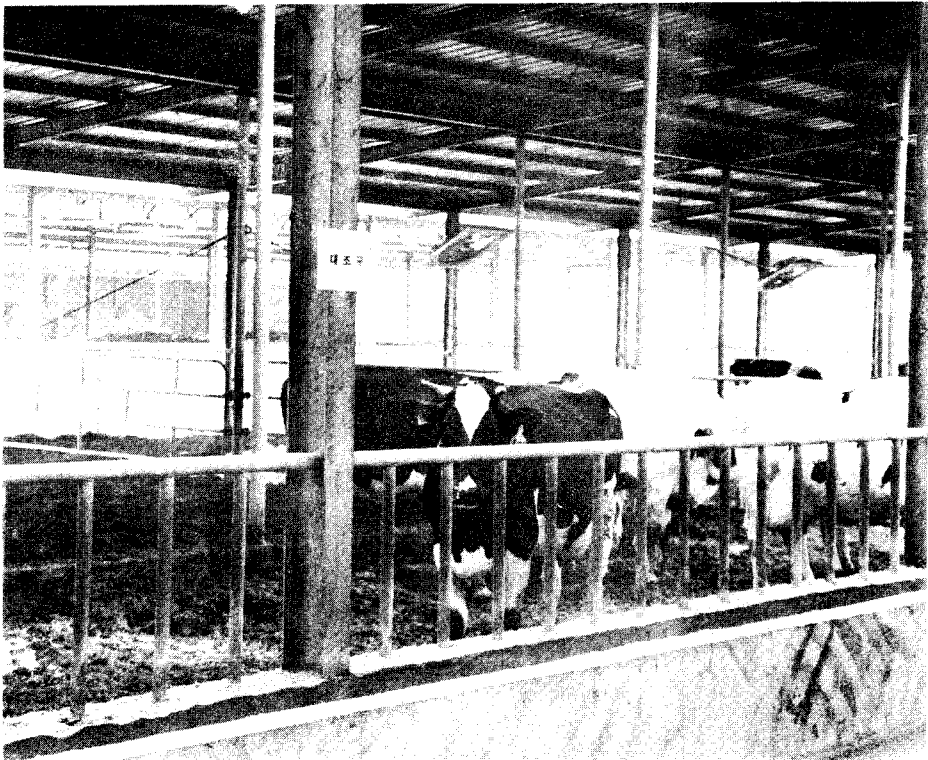


사진 8. 대조구 우사



사진 9. 옛밭 1% 처리구 우사

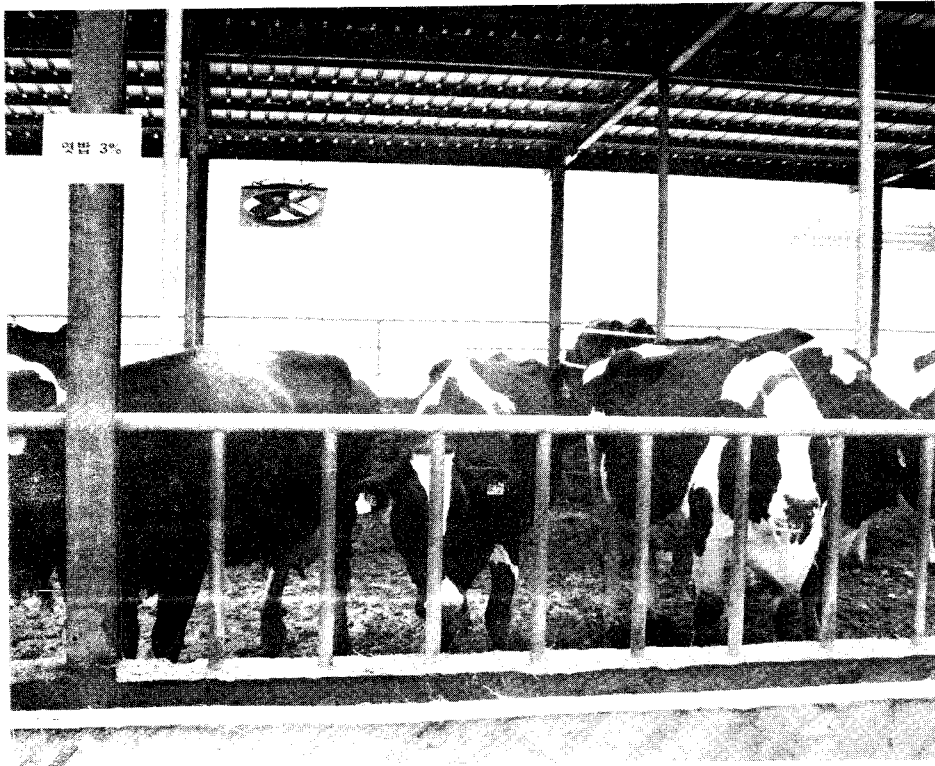


사진 10. 옛밥 3% 처리구



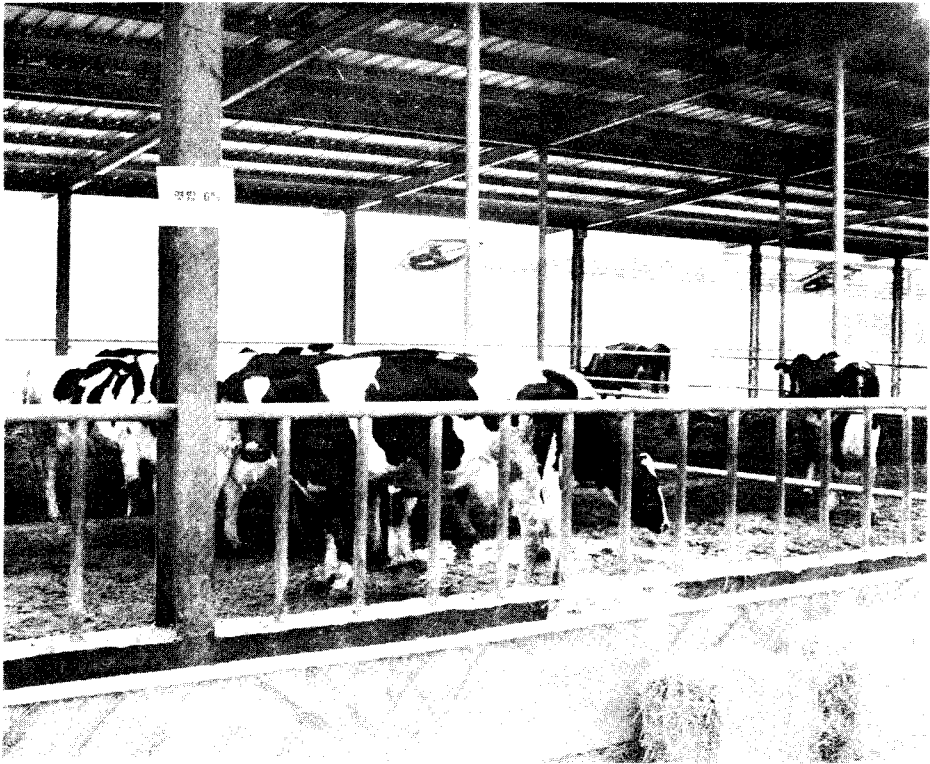


사진 11. 연밥 6% 처리구 우사



사진 12. 시험축의 착유실로의 이동