

최 중  
연구보고서

휴경논을 이용한 벼의 사료화 기술

<Techniques of the utilization of whole crop  
rice for feed produced in the rice field>

연구기관

강 원 대 학 교

농 립 부

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “휴경논을 이용한 벼의 사료화 기술에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 8 월 일

주관연구기관명 : 강원대학교 총괄연구

책임자 : 성 경 일

세부연구책임자 : 성 경 일

연 구 원 : 김 병 완

협동연구기관명 : 경북대학교

협동연구책임자 : 이 인 중

# 요 약 문

## I. 제 목

휴경논을 이용한 벼의 사료화 기술

( Techniques of the utilization of whole crop rice for feed produced  
in the rice field )

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

### 1. 목적

본 연구의 목적은 식용 벼로부터 사료용 벼로 이용 가능한 품종의 선발, 원형근포 벼 사일리지(이하 벼사일리지)의 조제기술 및 벼사일리지 급여와 반추가축의 가축생산성 및 경제성에 대한 효과를 구명하는데 있다. 또한 연구결과를 바탕으로 벼 사료화 초지니하기 위한 정책적 대안을 제시하고자 하였다.

### 2. 필요성

1) 논을 논의 형태로 그대로 유지하면서 식용 벼를 사료용(사료용 벼)으로 재배·이용하는 것은 식량 안보와 환경친화적이고 공익적인 기능을 최대로 확보 하는데 기여.

2) 사료용 벼로 이용은 쌀의 수급조절과 경영안정을 도모.

3) 축산측면에서는 조사료의 자급율 향상과 안전한 사료의 확보로 깨끗한 축산물 생산에 기여.

4) 이를 위해서 벼 재배농가와 축산농가가 연계하여 벼를 사료로 이용하기 위한 보조금 등을 포함하는 다양한 정부정책, 재배·이용기술 및 농기계 작업 체계 등 다양한 각도에서의 검토가 시급함.

5) 수입조사료의 가격과 안전성이나 다른 자급조사료의 생산비용을 고려하여사료용

벼로서의 재배기술이 필요함.

- 6) 논의 조건(구획, 배수관계)과 노동력 및 기존의 기계 이용체계를 고려하여수확 및 조제작업에 사용하는 기계, 실시방법에 대한 검토가 필요함.
- 7) 양질의 벼 사료를 생산함에 있어서 벼를 사일리지로 조제하기 위한 조제기술(발효 특성, 발효품질평가 및 영양가치 등)에 대한 검토가 필요함.
- 8) 벼의 사료화를 활성화하기 위하여 벼 사일리지의 급여가 젖소의 산유량, 유성분에 미치는 영향에 대한 시급한 검토가 필요함.
- 9) 벼 재배농가의 소득감소를 최소화하기 위하여 재배되는 벼의 생산량 및 재고량에 따라 벼를 식용으로 이용하거나 사료로 사용할 수 있는 선택 시스템이 필요함.
- 10) 사료용 벼의 현장활용을 위하여 이에 따른 경제성분석, 과급효과 및 정책방안에 대한 검토가 시급한 실정임.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 사료용 벼를 이용한 벼 사일리지 조제기술과 가축생산성
  - 가. 사료용 벼 사일리지의 영양소소화율 측정
  - 나. 젖소에 벼사일리지 대체급여와 가축생산성
  - 다. 벼 사일리지의 발효품질 향상 기술
  - 라. 한우에 벼사일리지 급여와 반추위내 성상
  
2. 사료용 벼 품종의 사료적 가치와 생산 · 이용체계
  - 가. 수확적기에 예취한 사료용 벼품종에 대한 생육특성 및 사료성분 조사
  - 나. 사료로 이용 가능한 벼의 수확적기 결정
  - 다. 양질의 벼 사일리지 조제를 위한 조제조건검토
  
3. 사료용 벼 품종의 선발 및 조사료로서의 작물학적 가치 평가
  - 가. 사료용 벼의 선발과 수확적기 구명

- 나. 사료용 벼와 일반조사료의 가축생산성 평가에 따른 경제성 분석
- 다. 선발한 벼의 품종의 식물체내 무기영양소 분석
- 라. 사료용 벼로 이용시 생력적 재배기술

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 제 1절. 연구개발 결과

##### <사료용 벼를 이용한 벼사일리지 조제기술과 가축생산성>

###### 1. 면양에 의한 벼사일리지 소화율(실험 1)

벼사일리지의 DM함량은 43.1%로 성 등(2004)의 40.0%보다 높았으며 일본의 결과(農林水産省農業研究센터, 1999; 日本草地畜産種子協會, 2004)보다 훨씬 높았다.. 본 연구에서 DM함량이 높은 것은 성 등(2004)이 제시한 수확 적기보다 20일정도 늦은 10월 9일 벼를 수확한 것에 기인한다. 벼 사일리지의 CP 함량은 5.9%로 다른 연구결과(高野, 1984; 須崎, 2001; 성 등, 2004)와 비슷한 수준이었다. 한편 細田 등(2005)은 사료용 벼인 Hoshiaoba 품종에서 CP 함량이 6.7%, 일본사양표준(1995)에서는 7.0%로 본 연구결과 보다 높으나, 전반적으로 사료용 벼의 CP 함량은 품종에 따라 황숙기에도 차이는 있으나 대부분 연구 결과에서 5.5-7%범위에 있어 비교적 변이가 적은 것으로 사료된다. 벼사일리지의 조회분함량은 16.2%로 Goto 등(1990)의 11.7%와 티모시건초나 알팔파 건초 6-9%보다도 높은 것으로 나타나, 벼사일리지 조제시 논에의 수분함량이 높음에도 불구하고 예취높이를 5cm정도하여 논흙의 이물질혼입에 의한 영향이 있는 것으로 사료된다. 따라서 벼사일리지 조제시 논에의 물빼기 작업과 논에의 수분함량에 따라서는 예취높이를 달리하여야 할 것으로 사료된다.

벼사일리지의 각 사료성분의 소화율은 건물소화율은 51.9%, 조단백질소화율은 34.8% 및 TDN함량 44.3%로 정도로 옥수수사일리지보다 낮았다. 이러한 결과는 앞에서 제시한 일본에서의 연구결과와는 물론 성 등(2004)의 결과보다도 낮았다. TDN함량의 경우 벼사일리지는 옥수수사일

리지의 73%수준이었으며 그림 4의 일본의 벼사일리지(13개의 연구결과 평균값)의 83% 수준이었다. 그 이유로는 첫째는 벼사일리지의 수확시기가 수확적기보다 20일정도 늦었으며, 둘째로는 벼 낱알의 선택채식으로 잔사의 대부분이 줄기였고, 셋째로는 소화율에 있어서 공시가축의 개체간에 따라 차이가 컸던 것을 들 수 있다. 동시에 소화율과 TDN함량이 높은 벼 품종 선발에 관한 연구도 필요한 것으로 사료된다. 그러나 벼 사일리지에 관한 영양소소화율에 관한 본 연구는 한국은 물론 일본에서조차 연구 자료가 적어 귀중한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 2. 홀스타인 착유우에 의한 벼사일리지 대체급여 효과(실험 2 및 실험 3)

### 가. 가축생산성, 수익성 및 정책적 방안

평균유량은 관행사육구보다 처리구에서 낮은 것으로 나타났으나 유의적 차이는 없었으며, 유성분은 처리에 유의적인 차이는 없었다. 두당 유대비는 관행사육구가 다소 높았으며, 두당 사료비도 관행사육구가 높았다. 이는 기본 사료비에 벼 사일리지의 추정 생산단가를 더한 값으로서, 경종농가는 논에서 쌀을 생산하여 판매 시 수익을 1ha당 500~600만원(본 연구실 구두조사 자료로 지역과 농가에 따라 다양함) 정도라면 가능하다고 답하고 있다. 따라서 현재 정부에서 휴경 논으로 전환 시 농가에 지급되는 보조금이 1ha당 300만원인 점을 감안한다면, 축산농가에서 벼를 사료로 이용 시 경종농가에게 지불해야 하는 금액은 200~300만원 정도이면 가능한 것으로 추정된다. 본 연구실과 일본에서 조사한 벼의 원물 생산량이 각각 42.4 ton 과 40 ton/ha인 점을 감안 한다면, 벼 사일리지의 1kg 생산 단가는 최저 47.2~75원 으로 추정할 수 있다. 이러한 벼 사일리지 추정 생산단가를 사료비에 합하여 각 처리별 조수입을 살펴보면 관행사육구보다 처리구에서 수익성이 높게 나타났다. 또한 유사비(乳飼比)는 관행사육구보다 벼사일리지를 급여한 처리구에서 유리한 것으로 나타났다. 따라서 기존 조사료원(수입조사료 및 볏짚)을 대체하여 벼 사일리지를 대체급여하는 것이 경제성이 있을 것으로 사료된다. 이상의 결과를 종합하면 농가에서 이용하고 있는 조사료원의 일부를 사료용 벼 사일리지로 대체급여 하여도 유량 및 유성분에 있어서 차이가 없고, 유사비에 있어서도 정부 보조금 및 경종농가에서 원하는 수익성에 준한다면 경제성이 있

는 것으로 사료된다. 따라서 벼를 사일리지로 조제하여 반추가축의 조사료 원으로 활용 할 수 있으므로, 추후 늘어나는 휴경 논을 이용하여 벼를 사료로서 이용하는 방안이 정책 적으로 검토되어야 할 것이다. 그러나 경제성 분석에 있어서 사료용 벼 사일리지의 단가 가 추정 계산치 임을 감안한다면 앞으로 벼 사일리지의 유통단가에 대해 구체적인 조사가 이루어 져야 할 것으로 사료된다.

#### 나. 벼사일리지 급여에 따른 반추위내 성장

pH는 관행사육구 6.64, 처리구 6.62로 처리간 차이가 없었으며 정상적인 반추위내 pH에 해당하는 것이었다. 초산, 프로피온산 및 낙산함량에서도 처리간에 차이는 없었다. 따라서 젖소에 있어서 벼사일리지를 일부 대체 급여하는 형태이거나 TMR형태로 급여할 경우 반추위내 발효성상은 정상적인 것으로 사료된다.

### 3. 벼 사일리지 조제시 곤포접수, 유산균 첨가 및 부위에 따른 발효품질과 사료성분 (실험 4)

곤포접수, 유산균 처리 및 부위에 따른 벼사일리지의 사료성분과 발효품질에서 차이가 없었고 변이가 심했던 것은 수분함량이 낮은 저수분사일리지로 인해 발효품질이 전반적으로 억제된 것에 기인한다. 특히 곤포에 따라 사료성분에 변이가 심하게 나타나고 있었던 것은 벼 사일리지 조제중 흙 등의 이물질 혼입으로 NDF와 ADF함량이 높아진 것과 관련 이 깊다고 할 수 있다. 따라서 곤포접수에서는 가을에 수확하여 월동기간을 포함한 경우 2겹으로도 8개월 정도까지는 발효품질에 영향이 없는 것으로 사료된다. 또한 수분함량이 50%전후의 저수분 화본과 사일리지의 경우 유산균이나 부위에 따른 발효품질에는 영향이 없어 벼사일리지의 부위 및 유산균첨가에 따른 발효품질의 효과는 수분함량이 60%이상의 시기에 수확할 경우에 나타날 것으로 사료된다.

#### < 사료용 벼 품종의 사료적 가치와 생산 · 이용체계 >

국내에서 생산 재배되고 있는 벼품종들의 사료용벼 이용 가능성을 구명하기 위하여 17개의 초다수 벼품종의 생육특성, 사료성분조사 및 사일리지 조제 조건을 조사하였다. 공시재료는 IR69860, 남일벼, SNG9, 다산벼, IR76911, 한아름, 한강찰벼, IR71204, 소비벼, 안다벼, 삼강벼, 진흥벼, 신동진벼, IR73579, IR73168, IR71682 및 Brittle Culm를 이용하였다. 조사된 대부분의 사료용벼는 중생종과 중만생종 이었으며, 남일벼만이 조생종으로 조사됐다. 간장의 길이는 소비벼와 Brittle Culm이 각각 93과 95cm로 가장 길었으며, 다산벼와 IR73168이 각각 65와 67cm로 가장 짧았다. 조단백질 함량은 IR76911과 한강찰벼가 각각 9.9%와 7.2%로 가장 높았으며, IR73579와 IR73168이 각각 5.1%와 5.2%로 가장 낮게 나타났다. NDF와 ADF 함량은 초다수 벼품종들이 주요한 화분과 목초들에 비해서 낮은 함량을 나타냈다. TDN 함량은 진흥벼와 한강찰벼가 61.49%와 61.14%로 가장 높은 결과를 보였고, IR76911과 Brittle Culm이 56.75%와 56.95%로 가장 낮게 나타났다. 건물 생산량은 IR69860과 남일벼가 가장 많았고, Brittle Culm과 IR71682가 각각 가장 낮은 결과를 나타냈다. 상대적 사료가치(RFV)는 IR69860, 한강찰벼, 안다벼, 진흥벼, 신동진벼 및 IR73168이 모두 120이 넘는 높은 상대적 사료가치를 보였으며, 그 밖의 대부분의 품종들도 110이 넘는 양호한 상대적 사료가치를 나타냈다. 이상의 결과에 의해서 선발된 남일벼, 소비벼 및 한강찰벼의 사일리지 조제시 조단백질 함량은 한강찰벼가 남일벼와 소비벼에 비해 월등히 높은 함량 (7.42%)을 보였으며, 남일벼 (6.28%)와 소비벼(6.27%)는 큰 차이를 나타나지 않았다. 사일리지 pH는 한강찰벼 (pH 4.06)가 가장 낮았고, 남일벼 (pH 4.24)와 소비벼 (pH 4.21)는 비슷한 경향을 보였다. 호숙기와 황숙기의 남일벼, 소비벼 및 한강찰벼의 평균 건물함량은 호숙기가 41.21%로 황숙기에 조사된 건물함량인 44.51%에 비해 약 3.3%가 낮은 결과를 보였으며, 사일리지 pH도 호숙기 (4.12)가 황숙기 (4.22)에 비해 조금 낮은 경향을 나타냈다. 유산균 첨가에 따른 사일리지의 pH의 변화는 무처리구에서 가장 높았고 (pH 4.93), 유산균을 첨가한 구에선 현저히 낮아지는 경향을 보였다. 이상의 결과를 볼때, IR69860과 남일벼는 수량이 높고, 한강찰벼와 진흥벼는 사료가치가 높은 품종임을 알 수 있었다. 수확시기는 적절한 수분함량을 함유하고 있는 호숙기가 사일리지 조제시 더 좋은 발효품질을 기대할 수 있어, 이 시기를 초다수 벼품종의 사일리지 수확적기라 할 수 있



다. 또한, 호숙기에 수확한 벼는 최소한  $10^6$  cfu/g의 유산균을 첨가해야 하며, 황숙기엔  $10^7$  cfu/g를 첨가해야 양질의 사일리지 생산을 기대할 수 있음을 알 수 있었다.

#### < 사료용 벼 품종의 선발 및 조사료로서의 작물학적 가치 평가 >

논 휴경지를 이용하여 사료용으로 가능한 벼 품종 선발을 위하여 176개 품종에 대한 건물 생산량을 조사하여, 1차적으로 조사된 건물생산량이 상대적으로 우수한 품종들은 총 14개 품종으로 현재 재배중인 일반 품종인 Andabyeo, Geumgangbyeo, Namchenbyeo, Pungsanbyeo, Milyang 23, Milyang 63, Milyang 170, Suweon 450, 도입품종인 Dinurado, Hoshiyutaka, Mashuri, Takanari와 야생벼 YW 2877(Samcheog), YW 1203 (Damyang)을 선발하였다. 포트에서 수행한 벼 품종 선발 시험결과 건물생산이 높은 벼 품종들을 형태별로 대별해 보면, Indica형이 3품종, 통일형이 5품종, Japonica형이 3품종, Indica/Japonica 중간형이 1품종, 야생종이 2 품종으로 나타났다. 건물생산적인 측면에서의 선발에서는 통일형이 5품종으로 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 선발된 14 품종 가운데 중간 또는 낮은 건물생산량을 나타낸 Andabyeo, Pungsanbyeo, Milyang 63, Hoshiyutaka, Suwon 450은 양분 흡수능이 높아 영양학적인 측면에서 사료용으로서의 이용 가치가 높을 것으로 사료되었다.

포트 시험결과 선발된 14개 품종들 가운데 재배가 용이할 것으로 판단되는 10품종을 논 포장상태에서 직파와 이앙재배하여 조사료로서의 이용 가능성을 제시하였다. 식물체의 수확량은 직파재배의 경우 모든 품종에서 이앙재배보다 낮은 것으로 나타나 벼 식물체의 생체량 확보 측면에서는 직파재배보다 이앙재배가 유리할 것으로 판단되었다.

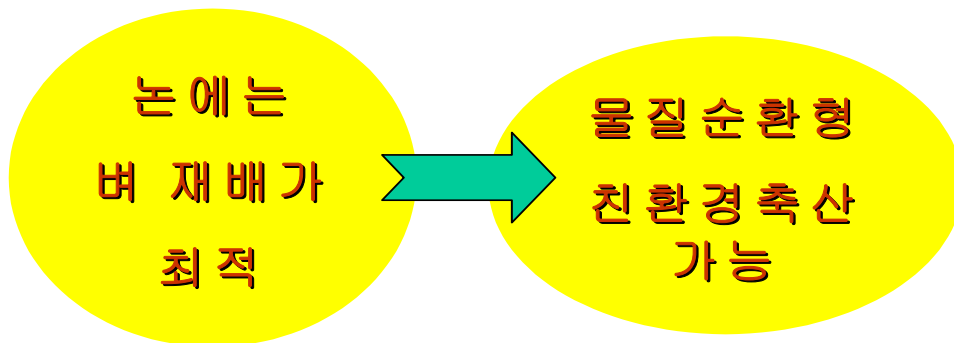
사료용 벼 재배는 성공적인 입모율 확보가 가능하다면 건답직파재배가 가장 생력화된 재배 방법일 것으로 생각되나 입모율 확보와 잡초방제를 위한 특별한 고려가 있어야 할 것으로 생각된다. 사료용벼 재배를 할 때 첫해에 발생하여 방제되지 않은 잡초는 크게 문제시되지 않을 수 있으나 이를 방치할 경우 잡초의 특성상 종자의 형성이 빠르고 탈립에 의한 전파가 빠르므로 이듬해 재배시 벼의 안정적 생산은 불가능할 것이다. 따라서 잡초가 혼입된 벼는 영양학적으로도 균일한 벼와 아주 상이할 것이다.

잡초의 수분 보유량 또한 벼와는 아주 상이하므로 사일리지 또는 총체 벼를 이용하기 위한 작업공정도 바뀌어야 할 것으로 사료된다. 따라서 직파재배의 경우 기계화에 의한 노동력은 절감이 되나 초기 입모을 확보와 잡초방제가 재배 성공여부의 관건인 것으로 여러 연구자들에 의해 제기되고 있는 점을 감안할 때, 현재 널리 보급되어 있는 트랙터와 이앙기를 이용한 이앙재배도 하나의 대안이 될 수 있을 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 사료용으로 벼를 재배할 경우 단위 면적당 수확량이 많으면서 무기이온 함유량도 풍부한 안다벼 또는 수원 450호가 적합할 것으로 사료된다.

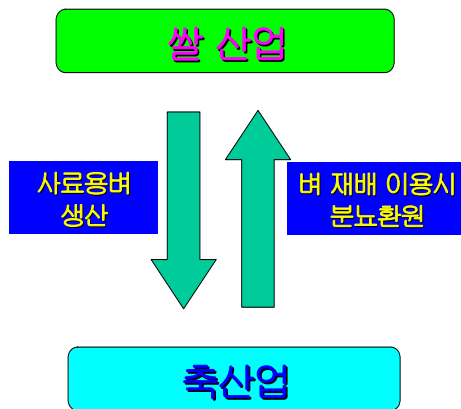
## 제 2절. 활용 건의

### 1. 벼 사료화의 기본 개념

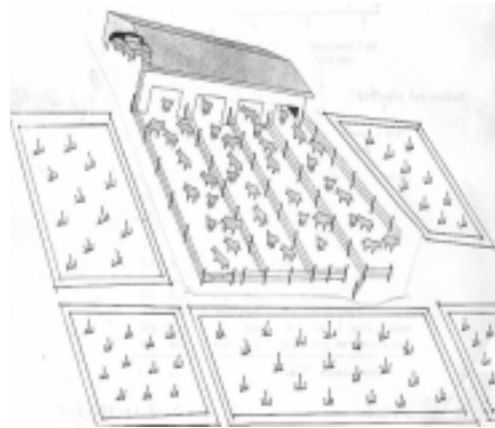


## 2. 벼 사료화를 통한 물질순환형 축산모델

본 연구에서는 벼 사료화에 대한 연구결과를 기초로 벼사일리지를 중심으로 하는 물질순환형 축산 모델을 제시하였다.



< 개념 >



< 이상적인 모델 >



< 모델 사례 >

**쌀 산업과 축산업의  
물질순환형 시스템을  
통하여 상호공존  
할 수 있는 모델**

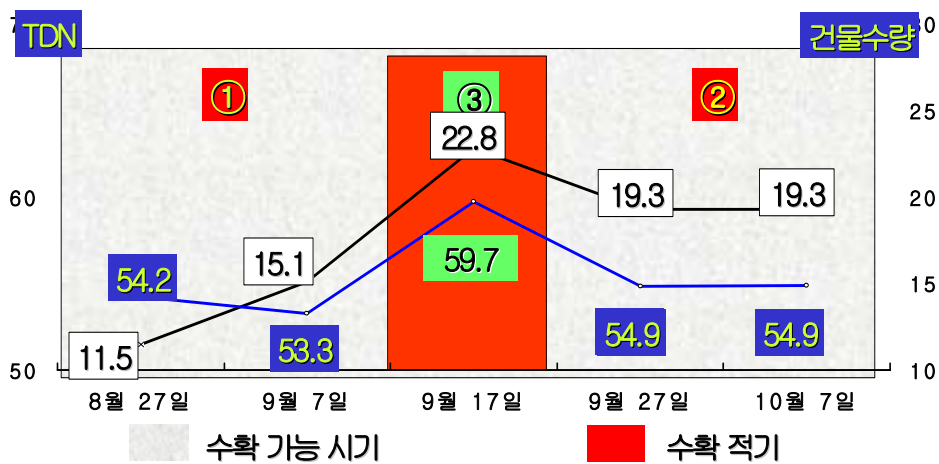
< 벼 사료화를 통한 물질 순환형 축산모델 >

### 3. 사료용 벼 선발 품종

안다벼, 금강벼, 남천벼, 풍산벼, 밀양23호, 밀양63호, 밀양170호, 수원450호, Dinurado, Hoshiyutaka

### 4. 적정 수확시기

가. 기본적으로는 어느 시기나 상관없이 수확이 가능하나(그림의 1, 2 및 3), 적정 수확 시기는 최소한 호숙기부터 황숙기가 적당함(빨간색 부분)



#### 나. 언제든지 수확이 가능한 시기

(그림의 ①, ② 및 ③ : 답리작이나 기상조건 등의 농가사정에 따라 수확)

#### 다. 수확을 하여 사료로 전용이 가능하므로 바람직 하지 않음

(그림의 ② : 벼가 식용으로의 전환 가능)

#### 라. 식용벼를 조사료원으로 이용함에 있어서의 수확 적기

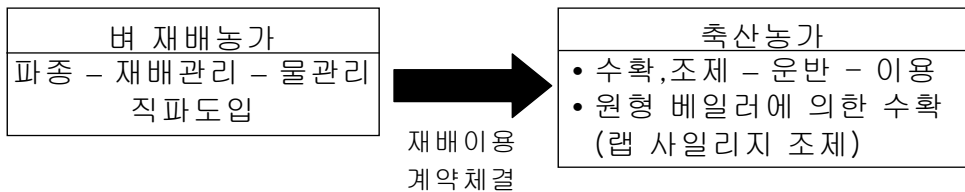
(그림의 ③ : 황숙기)

5. 첨가제 수준 및 적정 사료 급여량

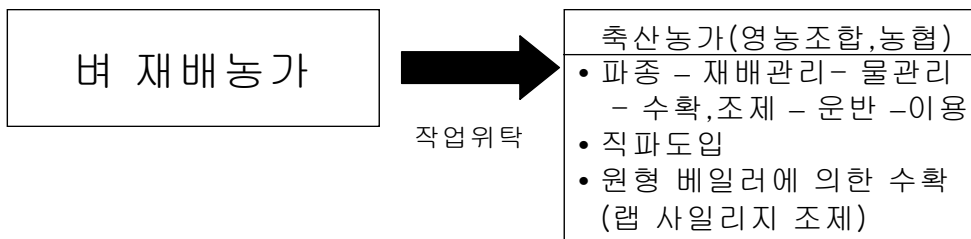
벼 사일리지 조제시 첨가제 이용 유산균 : 0.1 ~ 0.5% 개미산 : 0.2 ~ 0.3%	사료 급여량 (kg/두) 젓 소 : 15 ~ 20kg 고기소 번식우 : 10 ~ 13kg 비육우 : 6 ~ 9kg
--	---

6. 사료용 벼의 생산 및 이용 방식

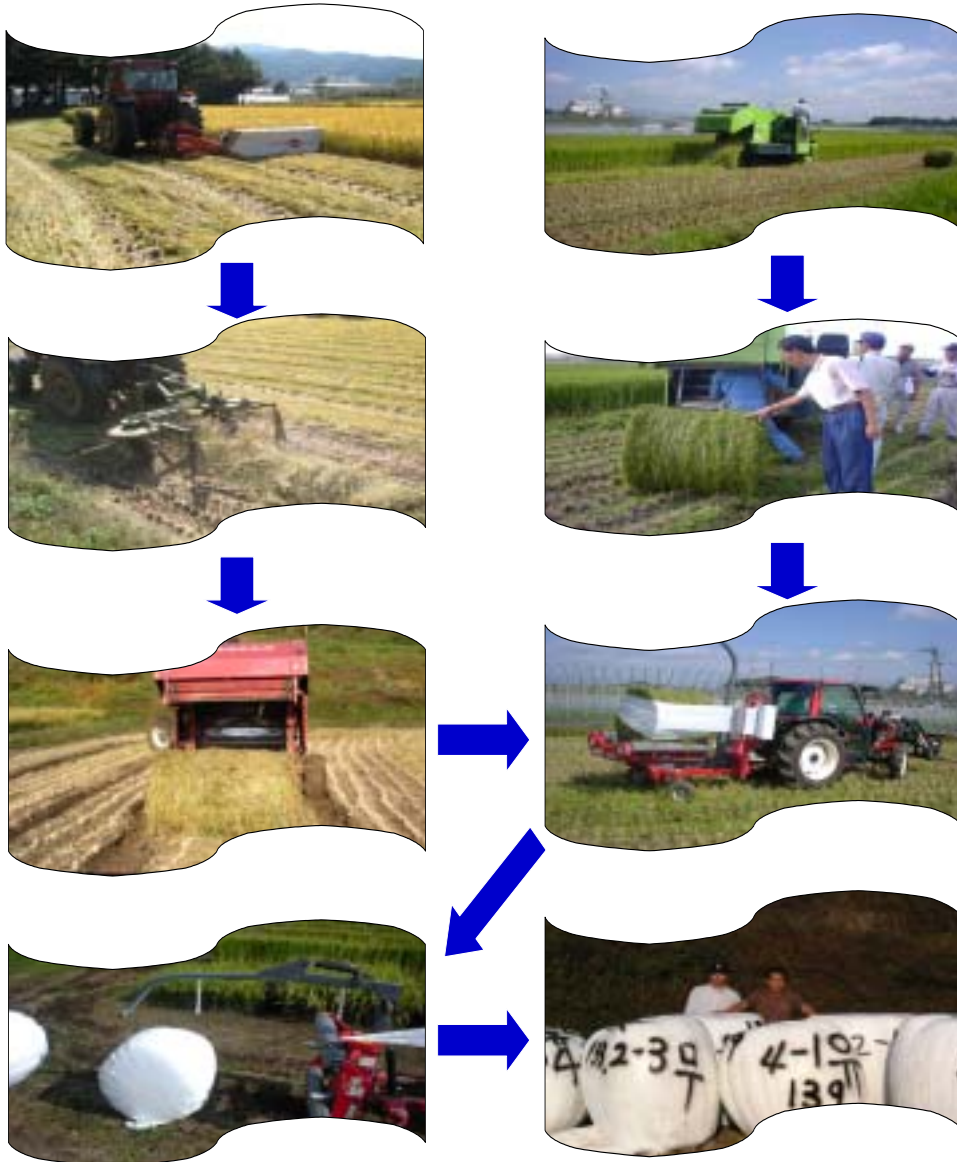
- 유형 1 (벼 재배농가와 축산농가의 상호 협조 생산 방식)



- 유형 2 (축산농가 중심의 생산방식)



7. 사료용 벼의 수확 조제 작업 체계도



8. 벼 사료화를 통한 기대 효과

가. 벼재배 농가

- 휴경에 따른 보조금 300만원/ha + 벼사일리지 조제/판매 수익

나. 축산 농가

- 양질의 조사료를 저렴한 가격으로 확보 가능
- 안전한 조사료 확보 (친환경/유기조사료)

다. 효율적 쌀 수급에 기여

- 당해년도 쌀 예상 수확량에 따라 조사료로 이용가능

라. 정책 제안

- 휴경논에 벼 재배 유도, 조사료로 활용
- 사료용 벼 재배 농가 및 사료용 벼 급여 축산농가에 보조금 지원

## SUMMARY

Techniques of the utilization of whole crop rice for feed produced in the rice field

*< Management of a high quality ensiling and animal response to whole crop rice silage >*

The whole crop rice silage was higher in contents of dry matter(DM) and was lower in contents of crude protein(CP) than report of Sung(2004). The digestibility of DM(51.9%) and CP(34.8%) in whole crop rice silage were lower than that in corn silage. The whole crop rice silage(44.3%) had also lower TDN content than corn silage(61.0%)

Feeding trials using lactating Holstein cows were conducted to compare the animal performance of Whole crop rice silage. Cows fed the diet consisting of total mixed ration (TMR) of whole crop rice silage (**Treatment**) and the diets consisting of TMR of Timothy hay and rice straw(**Control**). The DM intake by cow was not different between the two TMRs. The milk yield was not significantly different between Treatment(24.9 kg/d) and Control (23.7 kg/d).

Plastic for wrapping usually should have a tackiness agent to provide proper sealing. A 50 percent overlap of the plastic and wrapping twice provides a better seal and fermentation characteristics than overlap providing of the 4 times. Inoculants clearly are not always effective. Optimum moisture content for good whole crop rice silage-making is 50–60%. In order to improve the fermentation characteristics and feeding value of whole crop rice silage in cows, it is necessary to properly harvest the rice for whole crop silage as well as prevent a soil contamination of soil at



harvest.

*< Feed nutritive value of whole crop rice and its production / utilization system >*

This study was carried out to select the rice cultivars for feeds and to determine the optimum levels of silage additives on the selected whole crop rice cultivars. The seventeen varieties were evaluated on the plant characteristics, DM yields and feed nutritive values and the effects of lactic acid bacteria (**LAB**) on the silage quality of whole crop rice. Field study was established in mid-April until the mid of September (yellow ripe stage) at National Institute of Crop Science, RDA. Most of the cultivars used are mid-late maturity cultivars except for Namilbyeo which is early maturity cultivar. The plant heights are highest in Sobeebyeo (93cm) and Brittle Culm (95cm) and shortest in Dasanbyeo (65cm) and IR73168 (67cm). The highest concentrations of CP were observed in IR76911 (9.9%) and Hangangchalbyeo (7.2%), and the IR73579 (5.1%) and IR73168 (5.2%) were the lowest. Hangangchalbyeo and Jinheongbyeo showed the highest TDN and RFV contents, but Jinheongbyeo produced relatively low DM yield compared to other cultivars. The three cultivars (Namilbyeo, Sobeebyeo and Hangrangchalbyeo) were chosen for silage study according to the results of highest DM yield and greatest nutritive feed values. The highest crude protein concentration was observed in the silage made of Hangrangchalbyeo (7.42%) and Sobeebyeo (6.27%) and Namilbyeo (6.28%) had the similar values for crude protein. Addition of additives significantly decreased the silage pH and ammonia-N which tended to be more decreased with higher levels of LAB. This results indicate that the Namilbyeo, Sobeebyeo and Hangkang chalbyeo are proper

cultivars for feed and the dough stage is appropriate to make silage with whole crop rice because of proper moisture contents. The optimum addition levels of LAB are  $10^6$  cfu/g and  $10^7$  cfu/g in the dough stage and yellow ripe stage, respectively.

### *< Agronomic evaluation of rice cultivars for using whole crop silage >*

The study was conducted to select the newly promising rice for using silage in Korea. One hundred seventies six rice cultivars including the domestic, an introduced, and weedy rices were screened for using silage adapted highly in Korea. Among these rice cultivars, In pot test, fourteen rice cultivars were selected for using silage in respect to dry mass production. The promising rice cultivars for using silage were as follows: The eight cultivars as Korea recommended rice were Anndabyeo, Geumgangbyeo, Namchenbyeo, Pusangsanbyeo, Milyang 23, Milyang 63, Milyang 170 and Suweon 450. Four cultivars as an introduced rice were Dinurado, Hoshiyutaka, Mashuri, and Takanari. Finally, only two rices as weedy type were YW 2877 and YW 1203, respectively. In these selected rice cultivars, It was showed that the introduced rices, Dinurado and Mashuri had higher dry mass production by 120 g per plant showing thicker culm compared to the other rices. In respect to plant type, it was classified to three cultivars into Indica type, five cultivars into Tongil types, three cultivars into Japonica type, and a cultivar into Indica/Japonica type. However, Tongil type was highly occupied to five cultivars in relation to dry mass production. In cultural practices for using silage to serve highly nutritional values to poultry, it suggests that four rice cultivars such as Andabyeo, Pungsanbyeo, Milyang 63 and Hoshiyutaka may have good cultivars for using silage in Korea. Meanwhile, in field trial, ten cultivars including Anndabyeo, Namchenbyeo, Pusangsanbyeo, Milyang 23, Milyang 63, Milyang 170, Suweon

450, Dinurado, Hoshiyutaka and Takanari were tested for their biomass production and adaptability to direct seed cultivation. Among these 10 rice cultivars Anndabyeo and Suwon 450 were considered as suitable silage cultivar based on biomass production and mineral ion content.

## CONTENTS

Chapter 1. Introduction .....	22
1. Objectives and background .....	22
2. Importance .....	22
Chapter 2. Current situation .....	27
Chapter 3. Results .....	32
1. Management of a high quality ensiling and animal response to whole crop rice silage .....	32
2. Feed nutritive value of whole crop rice and its production utilization system .....	68
3. Agronomic evaluation of rice cultivars for using whole crop silage .....	87
Chapter 4. Accomplishment and Contributions .....	104
Chapter 5. Application(Practical use) .....	106
Chapter 6. Scientific information .....	107
Chapter 7. Reference .....	108

# 목 차

제 1장 연구개발과제의 개요 .....	22
1. 연구개발의 목적 .....	22
2. 연구개발의 필요성 .....	22
3. 연구범위 .....	26
제 2장 국내외 기술개발 현황 .....	27
1. 국내·외 관련분야에 대한 기술개발현황 .....	27
2. 연구결과가 국내·외 기술개발현황에 차지하는 위치 .....	31
제 3장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	32
1. 제 1절. 사료용 벼를 이용한 벼 사일리지 조제기술과 가축생산성 (제 1세부과제) .....	32
2. 제 2절. 사료용 벼 품종의 사료적 가치와 생산·이용체계 (제 2세부과제) .....	68
3. 제 3절. 사료용 벼 품종의 선발 및 조사료로서의 작물학적 가치 평가 (제 3세부과제) .....	87
제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	104
1. 연구개발목표의 달성도 .....	104
2. 관련분야의 기술발전예의 기여도 .....	104
제 5장 연구개발결과의 활용계획 .....	106
1. 추가연구의 필요성 .....	106
2. 타 연구에의 응용 .....	106

3. 기업화 추진방안 .....	106
제 6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	107
제 7장 참고문헌 .....	108

## <제 1장> 연구 개발과제의 개요

### 1. 연구개발 목적

- 가. 논을 논외의 형태로 그대로 유지하면서 식용 벼를 사료용(사료용 벼)으로 재배·이용하는 것은 식량 안보와 환경친화적이고 공익적인 기능을 최대로 확보 하는데 기여.
- 나. 사료용 벼로 이용은 쌀의 수급조절과 경영안정을 도모.
- 다. 축산측면에서는 조사료의 자급을 향상과 안전한 사료의 확보로 깨끗한 축산물 생산에 기여.
- 라. 식용벼의 사료로서의 활용은 쌀 산업과 축산업의 공생의 전략임.
- 마. 이를 위해서 벼 재배농가와 축산농가가 연계하여 벼를 사료로 이용하기 위한 보조금 등을 포함하는 다양한 정부정책, 재배·이용기술 및 농기계 작업체계 등 다양한 각도에서의 검토가 시급함.
- 바. 본 연구의 목적은 식용 벼로부터 사료용 벼로 이용 가능한 품종의 선발, 원형근포 벼 사일리지(이하 벼사일리지)의 조제기술 및 벼사일리지 급여와 반추가축의 가축생산성 및 경제성에 대한 효과를 구명하는데 있다 . 또한 연구결과를 바탕으로 벼 사료화를 위한 정책적 대안을 제시하였음.

### 2. 연구의 필요성

#### 가. 연구개발의 필요성

##### 1) 쌀 산업의 현황

가) 우리나라의 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 지난 90년 이후 2001년까지 120kg에서 89kg으로, 2008년에는 76.9kg으로 감소할 전망(농촌경제연구원, 2005)

나) 반면 같은 기간 쌀 생산량은 3,739만섬에서 3,830만섬으로 2.4% 증가.

- 다) 쌀 재고량은 2004년 100만톤, 2008년에 200만톤으로 예상되고 있음.
- 라) 재고량을 줄이기 위하여 북한에 쌀 200만섬(30만톤)을 지원을 한다고 하여도 지 금같은 만성적인 공급과잉 구조로 지속적인 쌀값하락이 예상됨.
- 마) 논 300평에서 쌀을 소득은 2004년 67만원, 2008년 61만원 및 2014 54만원으로 감소할 전망.
- 바) 벼 생산하는데 드는 비용(2000년 기준)은 약 54만원으로 미국의 2.5배, 중국의 7.5배 비싸므로 관세화가 되더라도 경쟁력확보가 어려운 실정.
- 바) 농민의 소득손실을 줄이기 위하여 논농업 직불제를 확대하여도 농가의 쌀 소득이 상당부분 감소될 것으로 예상됨.

## 2) 쌀 산업과 축산업의 공존 필요

가) 식용으로서의 벼 재배면적을 줄인다하더라도 논으로서의 형태는 다음과 같은 이유로 유지해야 함.

- (1) 논의 감소는 식량안보를 위한 자급기반 감소로 이어질 위험이 있음.
- (2) 장기적으로 남북통일에 대비, 식량공급기지라는 특수성을 고려해야 함.
- (3) 벼 생산은 홍수방지, 수자원함양, 수질정화, 토양보존 및 대기정화 등 다면적, 공익적인 기능(환경보전 기능)을 갖고 있음.

나) 벼를 가축의 사료 이용하는 것은 벼 농업과의 상호공존 전략 임

- (1) 자료 1 : 성경일“벼를 가축사료로 쓰자”(2002년 2월 6일 조선일보)
- (2) 자료 2 : 성경일“휴경지에 사료용 벼 재배를”(2004년 10월 8일 동아일보)

## 3) 기술적 측면

가) 식용으로 재배되는 벼(알곡, 줄기 및 잎 포함)를 가축의 사료(이하 “**사료용 벼**”라 고 칭함)로 이용함에 있어서 벼의 최대 건물수량과 영양소수량을 확보하기 위하여 적 절한 품종선발과 적정 수확시기 대한 자료가 전무함.

나) 수입조사료의 가격과 안전성이나 다른 자급조사료의 생산비용을 고려하여 사료용 벼로서의 재배기술이 필요함.



다) 논외 조건(구획, 배수관계)과 노동력 및 기존의 기계 이용체계를 고려하여 수확 및 조제작업에 사용하는 기계, 실시방법에 대한 검토가 필요함.

라) 양질의 벼 사료를 생산함에 있어서 벼를 사일리지(이하 “**벼 사일리지**”로 칭함)로 조제하기 위한 조제기술(발효특성, 발효품질평가 및 영양가치 등)에 대한 검토가 필요함.

마) 벼의 사료화를 활성화하기 위하여 벼 사일리지의 급여가 젖소의 산유량, 유성분 및 번식성적에 미치는 영향에 대한 시급한 검토가 필요함.

바) 벼 사일리지의 급여가 한우의 증체량, 육질 및 번식성적에 미치는 영향에 대한 검토가 필요함.

사) 벼의 사료화 기술은 논에서의 벼 재배기술이 확립되어 있으므로 개발이 용이함.

#### 4) 경제·산업적 측면

가) 현재 공급과잉이 지속되고 있는 한국의 쌀 산업은 앞으로도 수요의 지속적인 감소에 따라 수요와 공급의 불균형이 더욱 심화될 것으로 예상되므로 사료로서의 활용이 시급히 요구됨.

나) 정부에서는 이러한 문제해결을 위하여 다른 작목으로의 전환이나 휴경을 통한 생산량 감소정책을 유도하고 있으나 사료로서의 이용을 제외한 정책은 기술적, 현실적으로 많은 어려운 점이 산재되어 있는 실정임.

다) 경제·산업적으로 비용을 최소화하면서 공급과잉 문제를 해결하는 길은 논으로서의 기능을 유지하면서 쌀 생산량을 감소시키는 것이 최선의 방법임.

라) 특히, 남북통일과 같은 급격한 변화가 있을 때 논을 논으로 유지하더라도 언제든 쌀을 생산할 수 있다는 것은 경제·산업적으로 계산할 수 없는 커다란 장점임.

마) 사료 자급율 4%중에서 절대적으로 부족한 조사료를 벼 사료로 대체함으로써 조사료의 자급율을 획기적으로 증가시킬 수 있음.

바) 농촌경제연구원의 보고에 따르면 쌀의 수급균형을 맞추기 위해선 지금부터 쌀의 생산량을 점차적으로 줄여서 2005년에는 벼의 재배면적이 95만 ha 수준이 되어야 한다고 한다. 이것은 현재 벼의 재배면적을 12만에서 13만 ha 감소해야 하는데 이 면적에 사료용 벼를 재배할 경우 약140 만톤의 조사료자원을 확보 할 수 있다. 이는 현재

60 만톤의 수입 조사료를 전량 대체할 수 있을 뿐 아니라, 현재 농후사료:조사료 비율 6:4로서 농후사료와 조사료 급여 불균형으로 인한 가축의 질병이 다발하고 수명이 단축되는 등 가축생산비 절감에 현저히 공헌 할 수 있음.

사) 기존의 호밀 사일리지 조제용인 원형 곤포기 등의 기계체계를 기본으로 하여 논에서 벼 사일리지 조제용으로 수정, 보완할 수 있는 작업체계에 대한 연구가 필요함.

아) 벼 재배농가의 소득감소를 최소화하기 위하여 재배되는 벼의 생산량 및 재고량에 따라 벼를 식용으로 이용하거나 사료로 사용할 수 있는 선택 시스템이 필요함.

자) 사료용 벼의 현장활용을 위하여 이에 따른 경제성분석, 파급효과 및 정책 방안에 대한 연구 검토가 시급한 실정임.

### (3) 사회·문화적 측면

가) 쌀 농사는 우리민족의 주식으로서 우리의 역사와 함께 하고있으므로 논외 기능유지는 아주 중요함.

나) 식량자급률이 매년 감소추세에 있으면서도 주식인 쌀만큼은 100%자급률을 유지하고 있는 것도 사회·문화적으로 쌀만큼은 자급 자족해야 한다는 모두의 공감대가 형성되어 있기 때문이라고 판단됨.

다) 따라서 논을 타 작목으로 전환하거나 휴경화 시키는 계획은 이러한 사회·문화적 측면을 고려하지 않은 것임.

라) 쌀 산업의 안정과 논외 환경보전 기능을 유지하기 위해서는 우리가 지금까지 갖고 있던 벼는 인간의 식용이라는 고정관념으로부터 벗어나 가축의 사료로도 이용할 수 있다는 관점의 변환이 필요함.

마) 조사료의 높은 해외의존도에 따른 과도한 분뇨 발생량의 문제를 자급조사료인 벼 사료 생산을 통하여 생태계가 보존되는 친환경 축산이 요구됨.

바) 벼의 사료화 연구는 구제역·광우병 파동 및 CODEX의 유기축산물 규범 제정 등과 관련하여 친환경 축산에 공헌 할 수 있음.

### 3. 연구 범위

가. 사료용 벼를 이용한 벼 사일리지 조제기술과 가축생산성

- 1) 사료용 벼 사일리지의 영양소소화율 측정
- 2) 짓소에 벼사일리지 대체급여와 가축생산성
- 3) 벼 사일리지의 발효품질 향상 기술
- 4) 한우에 벼사일리지 급여와 반추위내 성상

나. 사료용 벼 품종의 사료적 가치와 생산 · 이용체계

- 1) 수확적기에 예취한 사료용 벼품종에 대한 생육특성 및 사료성분 조사
- 2) 사료로 이용 가능한 벼의 수확적기 결정
- 3) 양질의 벼 사일리지 조제를 위한 조제조건검토

다. 사료용 벼 품종의 선발 및 조사료로서의 작물학적 가치 평가

- 1) 사료용 벼의 선발과 수확적기 구명
- 2) 사료용 벼와 일반조사료의 가축생산성 평가에 따른 경제성 분석
- 3) 선발한 벼의 품종의 식물체내 무기영양소 분석
- 4) 사료용 벼로 이용시 생력적 재배기술

## <제 2장> 국내외 기술 개발 현황

### 1. 국내외 관련분야에 대한 기술개발 현황

가. 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

(1) 일본의 연구개발 내용 및 결과요약

(가) 벼 발효 조사료 생산, 급여 매뉴얼 발간

쌀 산업 구조가 우리나라와 유사한 일본의 경우 벼 랩사일리지(일본에서는 벼 발효 조사료라고 함)에 대한 다년간의 연구결과를 농가가 실제로 사용할 수 있도록 “벼 발효 조사료 생산, 급여 매뉴얼”이라는 제목의 책자를 제작하였다(일본 초지 축산종자 협회 등, 2001년).

내용을 보면 1)지역에 알맞게 사료전용으로 쓸 수 있는 벼의 품종이 개발되어 있으며, 기존의 식용 벼 중에서도 사료로 이용할 수 있는 품종을 제시하고 그 재배상 특성도 규명되어 있다. 2)저비용 재배기술로서 직파재배(澁水직파와 乾田직파)법을 제시하고 있으며, 3)시비방법, 병충해 방제 및 잡초방제 등에 대한 생력적인 재배관리에 대하여 제시하고 있다. 4)벼 사료로 수확하기 위하여 적정 수확 시기의 결정, 수확 및 조제작업체계와 5)벼 랩사일리지 조제시 적정수분함량 및 곤포 방법 등에 대하여 사례를 제시하고 있다. 6)벼 발효 조사료(사일리지)의 발효특성, 품질 평가 및 장기간 저장의 가능성을 보고하고 있다. 7)실제 사양시험에서 젖소와 육우에 벼 랩사일리지 급여로 인한 가축생산성 및 번식 성적에 차이가 없으며, 사료비절감 등의 장점을 보고를 하고 있다. 8)특히 각 지역별 벼 랩사일리지 급여사례를 다양하게 소개하고 있어 농가들이 쉽게 이용할 수 있게 한 것이 특징이다. 실제로 농가가 기존의 작업체계를 활용하여 벼를 수확, 발효 조사료를 수확, 조제하기 위한 농기계의 작업체계(곤포기, 랩핑 등)를 제시하고 있다.

(나) 벼 발효 조사료 장려정책

2001년도에는 벼 발효 조사료 급여에 대한 불안감을 해소하기 위하여 ‘급여 실증 사업’을 실시하여, 벼 발효조사료를 이용한 축산농가에 논 면적 10a당 2만엔의 조성금을 지급하고 있다. 물론 자신의 논에서 벼 발효 조사료를 조제하여 소에게 급여하는 축산농가에게도 조성금을 지급하고 있다. 논 면적 10a당 ”논농업 경영 확립 대책“ 조성금 최고 7만3천엔, ”급여 실증사업“ 조성금 2만엔, 여기에 생산조정비 긴급확대에 동참하는 도, 부 및 현(地區단위)에 이 사업을 틀림없이 실행한다는 것을 전제로 10a당 2만엔을 지급하는 등의 벼 발효 조사료 장려 정책을 전개하고 있다.

(다) 벼 발효 조사료의 우량사례집

일본은 전국적으로 벼발효 조사료에 대한 연구와 실제 농가에서의 사례가 다양하게 제시되고 있다. 그중 대표적인 사례집으로는“ 현지에서의 사료벼(벼발효사료)의 진행과 연구의 진전(現地における飼料イネ(稲発酵粗飼料)の取り組みと研究の進展, 2001)과 ”벼발효 조사료 등의 우량사례집 1과 2“(稲発酵粗飼料等優良事例集 1と2, 2003 및 2004)를 들 수 있다.

(2) 국내 관련한 연구결과 요약

본 연구과제와 관련하여 연구책임자(강원대 교수 성경일)가 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

(가) 생볏짚근포사일리지의 품질향상에 관한 연구(죽암기계 연구보고서, 1999)

<실험1> 벼 탈곡 후 논에 서있는 상태로 생볏짚을 그대로 원형베일로와 랭퍼를 이용하여 랩사일리지로 할 경우 발효품질을 향상시키기 위하여 첨가제를 처리한 실험이다. 결과로는 볏짚사일리지 조제시 추천될 수 있는 첨가제로는 당밀, 당밀+유산, 미강이 효과적이었다. 특히 미강의 경우 발효품질 및 사료 성분 면에서 양호하여 가장 바람직하나, 우리나라와 같이 농후사료중심의 사양 조건 하에서는 단백질 급여량은 충분히 충족되고 있으므로 볏짚의 경우 가축의 섭취량 향상에 제 1차적인 제한요인인 발효품질이 더욱더 중요하다. 그러나 실제로 볏짚사일리지를 대량 조제할 경우, 기계화가 필수적이고 기계화에 맞는 첨가제를 선택이 중요하므로 미강이나 당밀 +유

산균의 첨가보다는 당밀을 사용하는 것이 바람직하다고 보고하였다.

<실험2> 볏짚사일리지 조제시 배추부산물 발효즙액을 첨가하여 수분조절과 양질의 발효품질의 사일리지를 조제할 목적으로 실시하였다. 부산물 발효즙액 첨가는 조단백질 함량을 증가시키며, 볏짚에 배추 부산물즙액을 첨가하고, 유산, 개미산, 프로피온산의 첨가도 발효품을 향상시키는데 효과적인 것으로 나타났다. 원형 베일러 등의 기계화에 의한 볏짚사일리지의 대량조제가 필수적임을 고려하면 첨가제의 단순한 조합이 유리하므로, 볏짚에 배추부산물 발효즙액 + 개미산을 첨가하거나 또는 볏짚에 배추부산물 발효즙액 + 개미산 + 암모니아 첨가가 적당할 것으로 사료된다.

<조건표(早見表) 제시>

<실험 1과 실험 2>의 결과를 근거로, 실제 농가가 쉽게 사용 할 수 있도록, 수분함량이 15, 25, 35, 45, 55 및 65% 인 볏짚으로 사일리지 조제 후의 수분함량이 각각 55% 또는 65%인 사일리지를 조제하려고 할 때, 볏짚량에 따른 첨가제의 첨가량을 계산하는 조건표를 제시하였다.

(나) 벼의 사료화에 관한 연구

<논문 1> 수확시기가 사료용 벼의 초장, 건물수량 및 사료성분에 미치는 영향(성경일 등, 2004)과 <논문 2> 유산균 및 개미산 첨가가 수확시기별 벼사일리지의 발효품질 및 사료성분에 미치는 영향(김 등, 2004)에 발표한 내용을 요약하면 다음과 같다. **(서론 및 방법)** 본 시험은 식용 벼를 사료용 벼로 전환시 적정수확시기를 규명하기 위하여 예취시기별(8/17, 8/27, 9/7, 9/17, 9/27, 10/7)로 예취된 사료용벼를 초장, 건물 수량 및 사료성분에 관하여 검토하였다. 사료용벼를 사일리지로 조제시 개미산 및 유산균을 첨가하여 사료성분 및 발효품질에 미치는 영향을 검토하였으며, 개미산, 유산균 첨가제를 첨가한 사료용 whole crop 벼사일리지의 TDN을 회귀방정식을 이용하여 검토하였다. 첨가수준(as-fed 기준)은 첨가제를 첨가하지 않은 대조구와, 개미산을 원료무게의 0.2에서 0.4%, 당밀을 원료무게의 0.4에서 0.6%, 유산균을 원료무게의 0.05에서 0.2%까지 첨가 하였다.

**(결과)** 사료용벼의 초장은 일본 자료의 품종에 따른 수확적기의 초장 보다 낮았다. 건물수량은 9월 17일(황숙기)에서 22.81t/ha로 가장 높았으며, 건물함량은 수확시

기가 진행됨에 따라 직선적으로 증가하였다. 사료성분에서 조단백질함량은 수확시기가 진행됨에 따라 저하하였으나, NDF 및 ADF함량은 큰 변화가 없었다. 조섬유 함량은 일본사양표준과 유사한 경향을 보였으며, Ca 및 P의 함량은 수확 시기 간에 차이가 없었다.

유산균 및 개미산을 첨가한 whole crop 벼사일리지의 조단백질 함량과 NDF 함량은 수확시거나 첨가량 변화에 따른 차이가 없었다. 유산균 또는 개미산과 같은 첨가제를 처리하였을 때 황숙기의 사일리지에는 대조구보다 처리구에서 pH와 초산함량이 낮았고, 유산함량은 유산균 0.2%와 개미산 0.4%에서 가장 높게 나타났다. 암모니아태 질소함량은 모든 수확시기에서 대조구에 비해서 유의적으로 낮게 나타났다 ( $P < 0.05$ ). 유산균 및 개미산 첨가수준에 따른 TDN함량은 차이가 없었으며, 수확시기별 TDN함량은 9월7일(호숙기)과 9월17(황숙기)에서 각각 60.3%와 58.0%로 가장 높게 나타났다.

(결론) 본 연구는 이상에서와 같이 식용벼를 조사료(whole crop)로 이용시 수확적기는 건물수량, 사료성분 및 벼의 식용으로의 제한성 등을 고려한다면 9월17일 황숙기이전이 좋은 것으로 나타났다. 사일리지로 조제시 유산균과 개미산을 첨가하는 것이 whole crop 벼사일리지의 발효품질을 향상시키는 것으로 나타났으며, 첨가수준은 유산균 0.1%이상과 개미산 0.4%이상이 적당한 것으로 사료되어진다.

### (3) 현 기술상태의 취약부분

일본의 경우 논에서 벼 이외의 사료작물로 맥류, 콩, 옥수수, 수단그라스 등의 사료작물 재배를 장려하고 있으나, 현실적으로 이러한 작물의 재배는 다습에 의한 피해가 많고, 수확 시 비에 의한 품질저하 및 안정적인 판매가 어려워 수확하지 않고 갈아엎는 사례가 많이 나타나고 있다. 따라서 일본의 경우도 벼 이외의 기타작물에 대해서는 보다 많은 연구가 진행되어야 할 것이다.

우리나라는 논에서의 벼 사료화 기술은 물론 기타 사료작물에 대한 기술이 전무한 상태로 본 연구책임자가 생벼짚 사일리지 조제에 관한 연구(1999)와 벼의 사료화에 대한 연구(2004)가 전부라 할 수 있다. 또한 논에서 벼의 사료화가 성공하기 위해서는 벼 사일리지를 대량생산 할 수 있는 농기계 작업체계가 필요하지만 이에 관한 연

구도 없는 실정이다. 특히 벼를 가축의 사료로 이용한다는 부정적인 국민정서(고정관념)가 뿌리 깊어 본 연구를 통하여 이에 대한 고정관념을 변화시키는 것이 중요하다. 동시에 논의 공익적인 기능에 대한 가치평가를 통하여 벼 재배 농가에 대한 지원과 농가에 차액보상재원확보 등의 문제점을 해결해야 하는데 아직 미흡한 실정이다.

## 2. 연구결과가 국내외 기술개발현황에서 차지하는 위치

### 가. 기술도입의 타당성

국외에서 개발된 기술을 도입하는데는 다음과 같은 어려움이 있다.

- 1) 일본처럼 벼를 사료화 한다는 면에서는 유사한 기술이지만 지역에 따라 재 배되는 벼의 품종이 다르고, 기후 및 토양 등에 의해 파종방법이나 생산량이 달라지므로 외국의 기술이 그대로 적용될 수 없음.
- 2) 벼에 대한 역사적, 사회적 국민정서가 다르며, 통일에 대비한 식량수급의 특수성이 있어 자체 자 급, 보급되고 있는 식용 벼를 활용하는 것이 바람직함.
- 3) 농업전반에 대한 제도적, 정책적, 산업적 특수성이 다르므로 외국기술 및 정책이 그대로 적용될 수 없음.

그러나, 일본에서 이미 수행되어 온 벼 사료화에 대한 기술적, 정책적 know how, 현장방문 및 자료 수집은 필수적이라고 사료됨.



## <제 3장> 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1절. 사료용 벼를 이용한 벼 사일리지 조제기술과 가축생산성

#### (제1세부과제)

##### 1. 실험 1 : 면양에 의한 벼 사일리지의 소화율 측정

###### 가. 재료 및 방법

###### 1) 공시가축

공시가축은 면양 4두(성축, 체중 58-79 kg)를 이용하였다.

###### 2) 공시재료

본 시험에 사용한 사료용벼는 화동벼로서 강원도 횡성군 둔내면의 벼농가에서 10월 9일에 수확과 동시에 원형 베일러에 의하여 벼 사일리지로 조제하였다. 벼의 재배는 농가의 관행적인 재배 관리에 준하였다. 예취 및 수확시 논에 수분이 높았으며 부분적으로는 원형베일러 작업시 기계바퀴가 논에 빠지는 경우가 있었다. 또한 벼수확 및 곤포시 알곡의 탈립이 비교적 많은 경향을 보였으며, 지상부 5cm 정도에서 수확하는 과정에서 논흙의 이물질이 함유된 상태로 곤포로 조제되는 경우가 많았다(사진 1 및 2).



사진 1. 벼 수확시 알곡의 탈립



사진 2. 논흙의 이물질 함유

### 3) 처리

처리는 벼 사일리지를 급여한 구(처리구)와 CS 급여를 급여한 구(대조구)로 나누었다. 소화율실험은 공시가축 4두를 처리구와 대조구에 각각 2두 배치하여 2회 반복 실시하였다.

### 4) 사양관리

급여량은 NRC (1985) 유지수준으로 하였으며, 사료는 1일 2회(08:00, 18:00) 급여하였으며, 식수는 자유채식 시켰다. 10일간의 적응기간과 7일간의 예비기간 그리고 5일간의 본 시험기간으로 나누어 실시하였다.

### 5) 조사항목

#### 가) 섭취량

매일 급여하는 사료의 급여량과 채식후의 잔량을 측정하여 산출하였다.

#### 나) 사료의 채취 및 분의 채취

사료는 각 각 밀봉하여 일일 2회 분씩 분리하여 급여하였으며, 급여후 잔량을 임의로 채취하였다. 분의 채취는 전분 채취법으로 하였으며, 분은 24시간 간격으로 1일 2회(사료급여 후) 미리 설치된 수거함에서 채취하였다. 채취한 사료와 분은 60℃에서 72시간 건조시켜 수분 함량을 측정 후 보관하였고, 일반 성분 분석을 하기 위하여 분쇄하였다(사진 3, 4 및 5).



사진 3. 잔사량 수거



사진 4. 분 무게 측정



사진 5. 분 채취

#### 다) 일반 성분 및 영양소 소화율 분석

건물(Dry matter, DM), 조회분(Crude ash, ash), 조단백질(Crude protein, CP), 조지방(Ether Extracts, EE), 조섬유(Crude fiber, CF) 및 NFE함량은 AOAC(1990), NDF 및 ADF함량은 Goering and Van Soest(1979)으로 분석하였다. 영양소 소화율 및 가소화 영양소 총량(TDN함량)을 계산하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

##### 1) 사료성분

벼 사일리지와 CS의 사료성분을 표 1에 나타냈다. 벼사일리지의 DM함량 43.1%로 성 등(2004)의 40.0%보다 높았다. 한편 일본의 결과를 보면 Katanari, 關東飼 206号, 中國146号, 中國 147号, Hoshiyutaka 및 Hamasari 종은 34.9-38.1%범위(農林水産省 農業研究센터, 1999)와 Hitomebore, Kusayutaka 및 Azikodama 종은 29.5-31.3% 범위로 우리나라에서보다 현저히 낮았다(日本草地畜産種子協會, 2004). 본 연구에서 DM 함량이 높은 것은 성 등(2004)이 제시한 수확 적기보다 20일정도 늦은 10월 9일 벼를 수확한 것에 기인하며, 일본은 사료전용의 벼 품종이지만 본 연구에서의 품종은 식용을 이용하고 있어 품종차이에 기인하는 것으로 사료된다. 반면 高野(1984)는 사료용 벼의 예취 적기인 황숙기에 DM함량이 48%로 오히려 본 연구결과보다 높다고 하여 DM함량에서는 변동의 폭이 있는 것으로 사료된다.

벼 사일리지의 CP 함량은 5.9%로 이것은 高野(1984)가 유숙기, 호숙기 및 황숙기에 각각 6.3, 6.1 및 5.5%이라고 보고한 것과 비슷하며, 須崎(2001)의 5.4% 및 성 등(2004)의 9월 하순 및 10월 초순에 수확한 사료용 벼와 비슷한 수준이었다. 한편 細田 등(2005)은 사료용 벼인 Hoshiaoba 품종에서 CP 함량이 6.7%, 일본사양표준(1995)에서는 7.0%로 본 연구결과 보다 높으나, 전반적으로 사료용 벼의 CP 함량은 품종에 따라 황숙기에도 차이는 있으나 대부분 연구 결과에서 5.5-7%범위에 있어 비교적 변이가 적은 것으로 사료된다.

벼사일리지의 조회분함량은 16.2%로 Goto 등(1990)의 11.7%와 티모시건초나 알팔파 건초 6-9%보다도 높은 것으로 나타나, 벼사일리지 조제시 논의 수분함량이 높음에도

불구하고 예취높이를 5cm정도하여 논흙의 이물질혼합에 의한 영향이 있는 것으로 사료된다. 따라서 벼사일리지 조제시 논외 물빼기 작업과 논외 수분함량에 따라서는 예취높이를 달리하여야 할 것으로 사료된다.

벼사일리지의 ADF함량은 40.3%, NDF함량은 64.0% 및 NFE 함량 47.4% 로서 성등(2004)의 9월 27과 10월 7일경 수확한 벼 사일리지와 비슷한 수준의 것이었다.

표 1. 실험사료의 일반성분

	DM	CP	CF	Ash	ADF	NDF	EE	NFE
	%				% of DM			
옥수수 사일리지	27.7 ±1.5	8.6 ±0.5	18.2 ±2.1	5.4 ±0.4	47.6 ±3.1	22.4 ±2.3	3.7 ±0.7	64.1 ±2.4
벼사일리지	43.1 ±2.5	5.9 ±0.2	28.7 ±1.4	15.2 ±0.6	40.3 ±2.0	64.0 ±2.1	2.7 ±0.2	47.4 ±1.2

CS의 사료성분은 DM함량 27.7%, CP함량 8.6%, ADF함량 22.4%, NDF함량 47.6% 및 NFE함량 64.1%로 나타났으며, 이것은 고 등(1999)의 CS 사료성분 DM 28.7%, CP 8.7%, ADF 28.8%, NDF 51.4%, NFE 61.8%과 한국표준사료성분표(2002)와 비슷하여 일반적 수준의 사료성분이었다.

## 2) 영양소소화율

DM소화율은 벼 사일리지 51.9%이며 이것은 Goto 등(1990)이 황숙기의 벼사일리지를 홀스타인 미경산우를 이용하여 실시한 DM소화율 48.2%보다 높은 경향을 보였으나, 高野(1984)의 60.8%보다는 현저히 낮았다(표 2 및 그림 1). CS의 DM 소화율은 67.6%로 Johnson 등(1966)이 제시한 DM소화율 67.8%와 비슷한 수준이었다. CS의 DM 소화율 대비 벼 사일리지의 DM 소화율은 76.8%로 나타났다.

표 2. 영양소 소화율

	DM	CP	CF	ADF	NDF	EE	NFE	TDN
	----- % of DM -----							
옥수수사일리지	67.6 <sup>a</sup> ±6.3	<b>58.1<sup>a</sup>±6.1</b>	54.6 <sup>b</sup> ±6.1	39.6 <sup>a</sup> ±8.8	54.7 <sup>b</sup> ±6.4	84.2 <sup>a</sup> ±3.1	74.9 <sup>a</sup> ±3.4	<b>61.0<sup>a</sup>±3.3</b>
벼사일리지	51.9 <sup>b</sup> ±7.7	<b>34.8<sup>b</sup>±6.4</b>	56.3 <sup>a</sup> ±3	43.4 <sup>b</sup> ±5.7	49.1 <sup>b</sup> ±4.9	67.8 <sup>b</sup> ±8.0	57.7 <sup>b</sup> ±5.4	<b>44.3<sup>b</sup>±3.2</b>

CP소화율은 벼사일리지가 34.8%이며 濱崎(2001)가 제시한 56.3%과 Goto 등 (1990)의 42.5%보다 현저히 낮았으며, 기존의 화분과목초 및 사료작물의 수확적기에서 보다는 낮은 수준이었다(표 2 및 그림 2). 이러한 결과는 수확시기가 늦은 벼사일리지였다는 점과 선택채식으로 인하여 공시가축의 면양에서도 개체간의 변이가 컸던 점(그림 2) 등이 복합적으로 작용하여 벼사일리지의 CP소화율을 저하시킨 것으로 사료된다. CS의 CP소화율은 58.1%로 김 등(1993)의 52.1%보다 높게 나타났으나 일반적인 수준의 것이었다.

벼 사일리지의 NDF소화율(표 2 및 그림 3) 및 ADF소화율(표 2 및 그림 4)은 각각 49.1과 43.4%로 CS의 90% 정도에 해당하였다.



사진 6. 섭취전의 벼사일리지



사진 7. 섭취후 벼사일리지

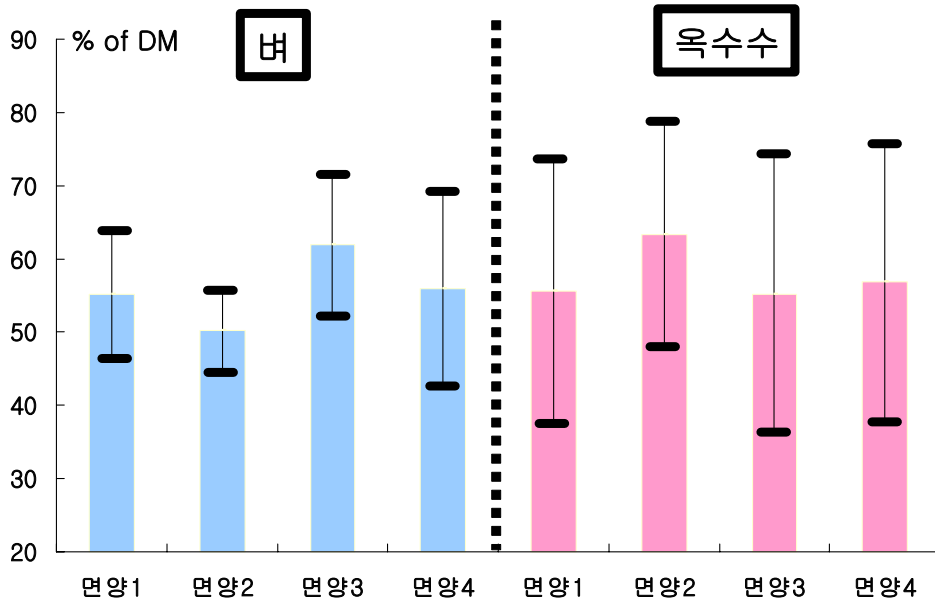


그림 1. DM 소화율

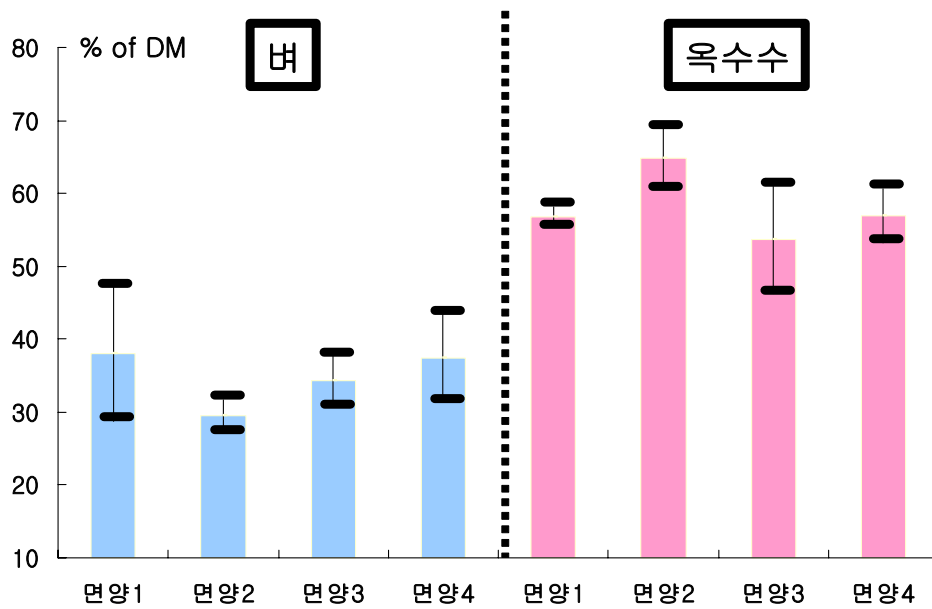


그림 2. CP 소화율

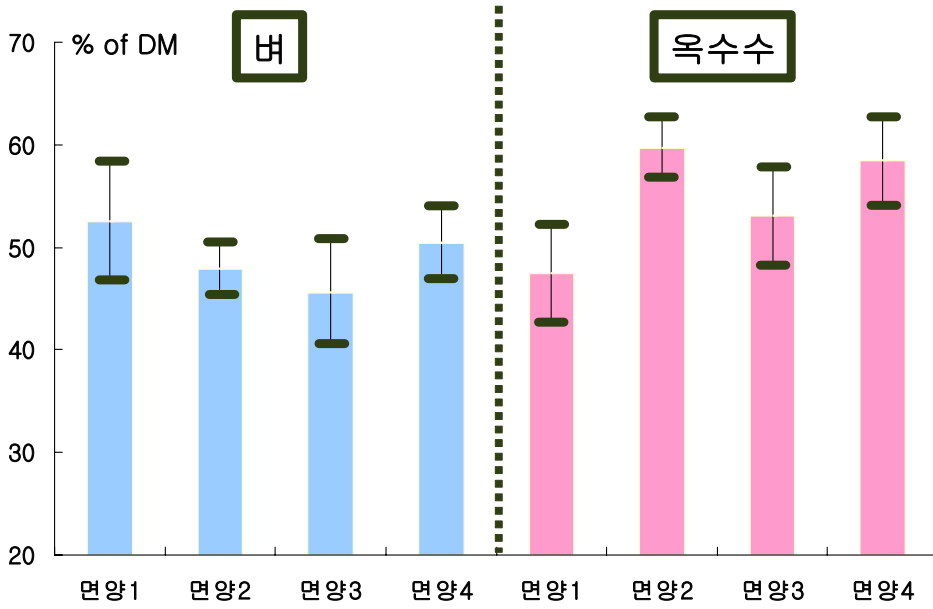


그림 3. NDF 소화율

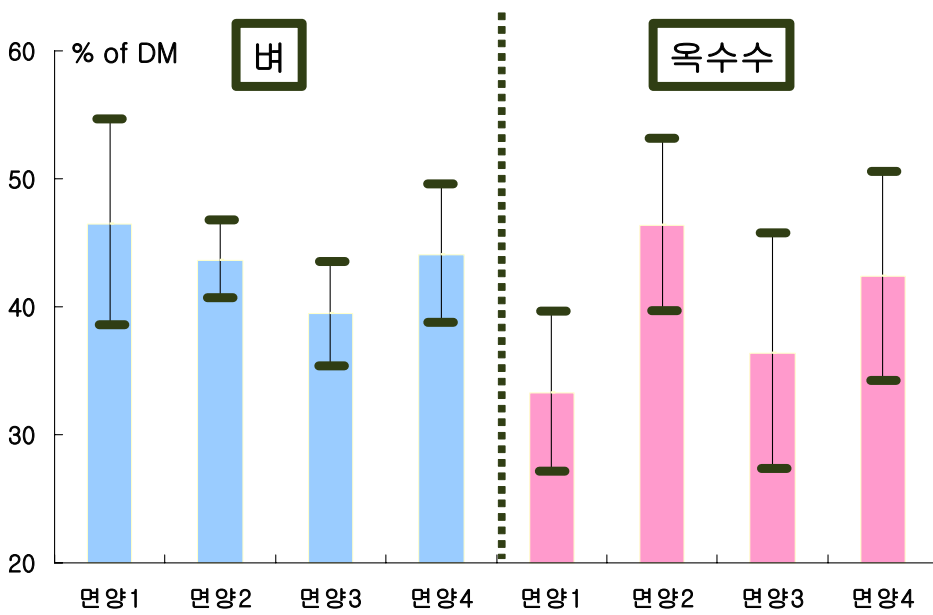


그림 4. ADF 소화율

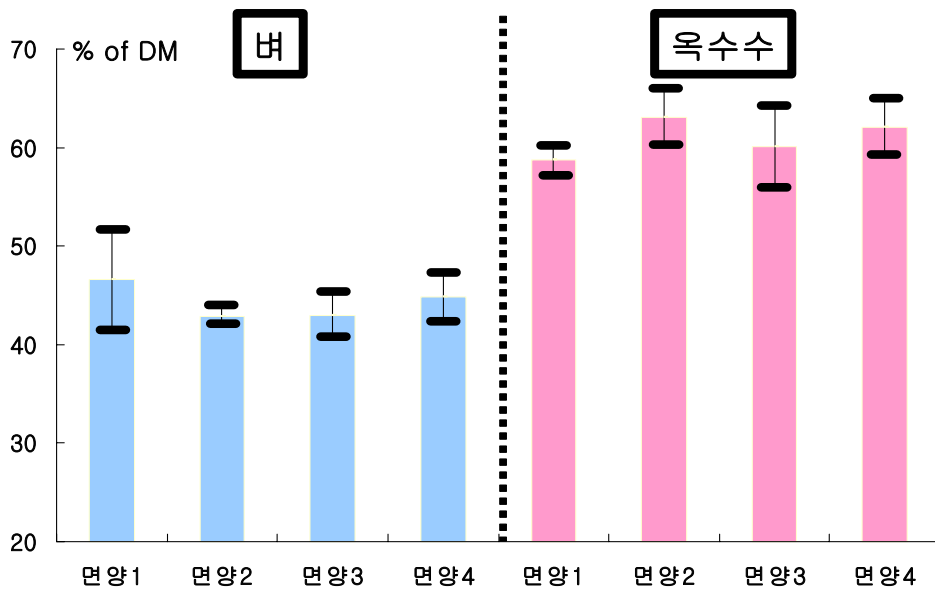


그림 5. TDN

### 3) TDN함량

TDN함량은 벼사일리지가 44.3%(40-52%범위)로 Goto 등(1991)의 49.6%, 須崎(2001)의 55.3% 및 高野(1984)의 61.1%보다 낮았다(표 2 및 그림 5). 성 등(2004)은 벼사일리지의 추정 TDN함량을 황숙기에 59.7%, 그 외 수확시기에는 52-55%정도 보고하고 있으나 이것보다도 낮은 것이었다. 이러한 원인은 CP 소화율에서 수확시기지연 사일리지, 선택채식 등의 요인이 영향이 컸을 것으로 사료된다. CS의 TDN함량은 61.0%로 김 등(1993)이 제시한 TDN함량 59.8%와 비슷하였으며 이것은 일반적인 수준의 것이었다. CS의 TDN함량을 100으로 하였을 때 벼사일리지의 TDN함량은 72.6% 정도에 해당하는 것이었다.

이상에서 벼사일리지의 TDN함량은 40~50%범위인 평균 44.3%로, 우리나라와 같은 상화에 있는 일본에서의 결과보다 낮은 것이 이었다. 따라서 우리와 같은 상황에 있는 일본에서 벼 사일리지의 TDN 함량에 관련하여 연구한 13개의 문헌과 본 실험에서의 면양 4두의 TDN함량자료와 비교 검토하였다(그림 6).



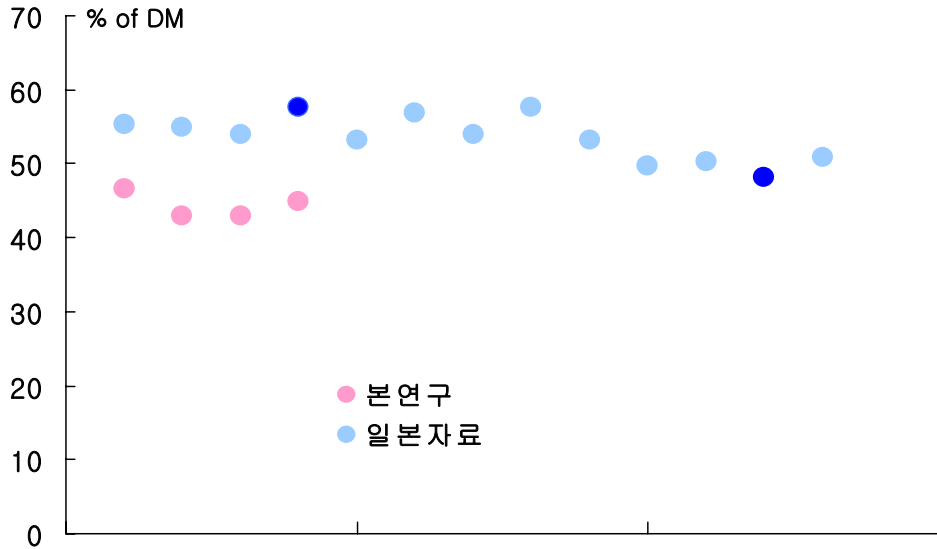


그림 6. 본 연구결과와 일본 연구결과간의 벼사일리지의 TDN함량비교

일본에서 연구된 벼사일리지의 TDN함량을 비교하면 일본의 벼사일리지의 TDN함량은 50~60%의 범위를 나타내고 있어, 본 연구의 40~50%의 TDN 보다 약 10% 정도 높은 수치를 나타낸다. 13개의 일본자료를 검토해 본 결과 알곡이 적고 줄기가 짧고 잎이 많은 사료용 벼를 사용했을 경우 東北農試(2000)과 같이 57.7%의 높은 TDN을 나타낸 것도 있지만, 본 실험과 비슷하게 알곡이 많고 잎이 적고 줄기가 긴 벼를 사용했을 경우 草地試(2001)와 같이 48.1%의 낮 TDN 함량을 나타낸 경우도 있었다(그림 4). 따라서 벼의 품종에 따라서도 벼사일리지의 TDN 함량이 다양하다는 것을 알 수 있다.

#### 4) 건물섭취량

본 실험에 급여한 CS의 건물섭취량은 975.5g, 벼사일리지의 건물섭취량은

표 3. 건물 섭취량

	Experiment 1	Experiment 2	Av.
	(g)	(g)	(g)
CS	1042.9	908.3	975.6
벼사일리지	967.9	975.2	971.6

971.6g으로서 처리 간 건물섭취량에는 차이가 없었다. 이는 NRC(1975) 사양표준에 유지 수준인 체중의 2%를 급여한 수준이었다(표 3). 섭취한 WCRS의 경우 섭취 전과 섭취 후를 비교했을 때 알곡의 선택채식으로 인하여 줄기만 남았다.

#### 4) 일당 증체량

NRC(1975) 사양표준에 의한 유지 수준으로 급여하였기 때문에 시험 전·후의 체중 차이는 거의 나타나지 않았다(표 4).

표 4. 일당 증체량

		Starter weight	Finisher weight	weight gain
		kg		Kg/day
CS	Sheep1	79.4	79.5	0.02
	Sheep2	66.2	66.5	0.06
	Sheep3	69.8	69.9	0.02
	Sheep4	58.6	58.3	-0.06
WCRS	Sheep1	69.7	69.8	0.02
	Sheep2	58.3	58.5	0.04
	Sheep3	79.6	79.0	-0.12
	Sheep4	66.4	67.2	0.16

이상의 결과에서 벼사일리지의 각 사료성분의 소화율은 건물소화율은 51.9%, 조단백질소화율은 34.8% 및 TDN함량 44.3%로 정도로 옥수수사일리지보다 낮았다. 이러한 결과는 앞에서 제시한 일본에서의 연구결과는 물론 성 등(2004)의 결과보다도 낮았다. TDN함량의 경우 벼사일리지

는 옥수수사일리지의 73%수준이었으며 그림 4의 일본의 벼사일리지(13개의 연구결과 평균값)의 83% 수준이었다. 그 이유로는 첫째는 벼사일리지의 수확시기가 수확적기보다 20일정도 늦었으며, 둘째로는 벼 낱알의 선택채식으로 잔사의 대부분이 줄기였고, 셋째로는 소화율에 있어서 공시가축의 개체간에 따라 차이가 컸던 것을 들 수 있다. 동시에 소화율과 TDN함량이 높은 벼 품종 선발에 관한 연구도 필요한 것으로 사료된다. 그러나 벼 사일리지에 관한 영양소소화율에 관한 본 연구는 한국은 물론 일본에서조차 연구 자료가 적어 귀중한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 2. 실험 2. 홀스타인 착유우에 의한 벼사일리지의 대체효과 (P목장)

### 가. 재료 및 방법

#### 1) 실험기간 및 장소

강원도 화천소재 파이오니아 목장에서 2004년 6월 23일부터 9월10일 까지 실시 하였다(사지 8 및 9).



사진 8. 유성분분석 우유채취



사진 9. TMR형태의 사료급여

#### 2) 공시가축 및 공시재료

홀스타인 착유우 13두(평균 산차 3.8)를 이용하였으며, 착유일수(Days In Milk, DIM)에 따라 비유초기(착유 0 ~ 100일), 비유중기(착유 101 ~ 200일), 비유후기(착유 201 ~ 305일)로 구분하였다. 실험에 이용된 벼 사일리지는 화동벼를 03년 10월

9일에 수확(강원도 횡성에서 축산기술 연구소 부근 농장), 곤포로 조제후 약 8개월 동안 저장한 것으로 유산균 (0.2%)을 첨가한 것과 하지 않은 것이 혼합급여되었다. 본 실험에 이용된 벼 사일리지를 성 등(2002)이 제시한 수확적기(9월17일 전·후, 황숙기)보다 20여일 늦게 수확하여 조제 되었다.

### 3) 실험 설계

본 실험은 기존 목장의 사료급여 방법(관행사육구, C)과 처리구(T)로 나누어 실시하였다. 관행사육구는 농후사료 10kg + 알팔파 2kg + 티모시건초 5kg + 볏짚 2kg을 건물함량 60%로 하여 혼합한 TMR로 급여하였다. 처리구는 농가 관행사육구의 급여 조사료 중 티모시건초 3kg 와 볏짚 2kg을 빼고 대신 벼 사일리지(건물함량 42%)를 원물기준으로 10 kg을 대체급여 하였다(표 5). 즉 조사료의 대체비율을 보면 처리구가 관행사육구의 50%를 대체한 것이었다.

표 5. 실험 설계

	Conc.	Alfalfa	Timothy	Rice-straw	Rice silage*
	Kg (As- fed basis)				
C	10	2	5	2	-
			↓	↓	↓
T	10	2	2	-	10

\* DM of WCRS : 42%

◆ TMR mix ratio (Target DM contents : 60%) ☞ C → Feed : Water = 66.6% : 33.4%  
 ☞ T → Feed : Water = 76.9% : 23.1%

### 4) 조사항목

#### 가) 일반성분(사진 12)

건물(Dry matter, DM), 조회분(Crude ash, Ash), 조섬유(Crude fiber, CF), 조지방(Crude fat, Ether extract. EE) 및 조단백질(Crude protein, .CP)함량은 AOAC(1991)법에 의거하여 분석하였고, NDF(Neutral detergent fiber), ADF (Acid detegent fiber)의 함량은 Goering과 Van soest(1979)방법에 의하여 분석하였다.

나) TDN함량

TDN함량은 Wardeh(1981)의 회귀방정식을 이용하여 구하였다. TDN함량 (% of DM) =  $40.2625 + 0.1969(\text{CP}\%) + 0.4228(\text{NFE}\%) + 1.1903(\text{EE}\%) - 0.1379(\text{CF}\%)$

다) 섭취량 조사(사진 10)

농가에서 TMR형태로 급여하고 있으며, 농가 사정상 오전에 급여한 양을 조사후, 오후 급여전 잔량을 조사하여 섭취량을 계산하였다.

라) 산유량 및 유성분(사진 11)

산유량은 매일 오전 6시 착유량과 오후 6시 착유량을 합하여 1일 유량으로 하였으며, 유성분은 각 실험 기간 중 실험종료 2일 전 연속 2일 샘플을 채취하여 분석하였다. 채취된 우유샘플은 당일에 Water Bath내에서 30°C로 유지하여 1시간동안 전처리를 한 후 Milko-scan 133B를 이용하여 유지방(Milk fat), 유단백(Milk protein), 유량(Lactose), 총고형물(Total solid, TS), 무지고형물(Solid non-fat, SNF)을 분석하였다.

마) 경제성 조사

농가의 원료사료가격(won/kg of as-fed)을 조사하여 착유우 두당 사료비, 유대를 계산하였다. 처리구의 두당 사료비 계산 시 벼 사일리지의 단가는 다음의 Fig. 2. 와 같이 추정치로 감안하였고, 유대는 실험기간중의 평균 유대를 조사하여 착유우 두당 유대비를 조사하였다.

바) 통계처리

본 실험의 결과는 SAS package program(version 8.1 2000)에 의하여 통계 분석하였고, 유의성 검정은 Duncan's 다중검정에 의하여 5%수준에서 실시하였다.



사진 10. 사료량 측정



사진 11. 유성분 분석



사진 12. 벼사일리지 채취

나. 결과 및 고찰

1) 급여사료의 사료성분(표 6)

급여사료의 DM함량은 관행사육구에 비해 처리구에서 낮게 나타났는데, 이는 티모시와 벧짚을 대체한 벼 사일리지의 수분함량이 높았기 때문인 것으로

표 6. 실험 사료의 사료성분

	DM	CP	Ash	CF	EE	ADF	NDF	NFE	TDN <sup>♣</sup>
	%				% of DM				
대조구	59.5	15.9	8.5	26.0	2.9	29.1	56.2	46.8	63.0
처리구	56.2	13.8	12.7	24.4	2.8	30.9	55.1	46.2	62.5

♣ TDN = 40.2625 + 0.1969 X (CP%) + 0.4228 X (NFE%) + 1.1903 X (EE%) + 0.1379 X (CF%)

사료되었다. CP 함량 역시 관행사육구에 비해 처리구에서 약 2% 정도 낮게 나타났는데 이는 관행사육구의 티모시와 벧짚의 CP량과 처리구의 벼 사일리지 대체 CP량이 각각 420와 247.8g으로서 처리구의 CP량이 관행사육구에 비해 낮았기 때문인 것으로 사료되었다. 기타 사료성분은 관행사육구, 처리구 각각 큰 차이를 보이지 않았다.

2) 사료섭취량 (그림 7)

DM섭취량은 관행사육구와 처리구가 각각 17.1 과 16.8kg을 섭취하여 각 처리간에 차이는 없었으나, NRC 사양표준(1988)에서 제시한 건물 섭취량(관행 사육구 17.7 및 처리구 17.1kg)과 비교 시 적게 섭취한 것으로 나타났다. 따라

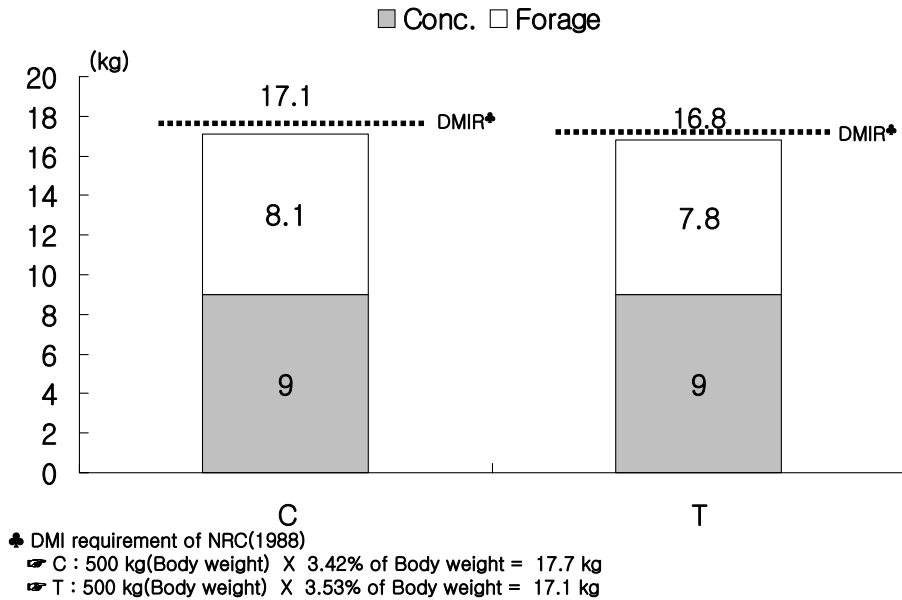
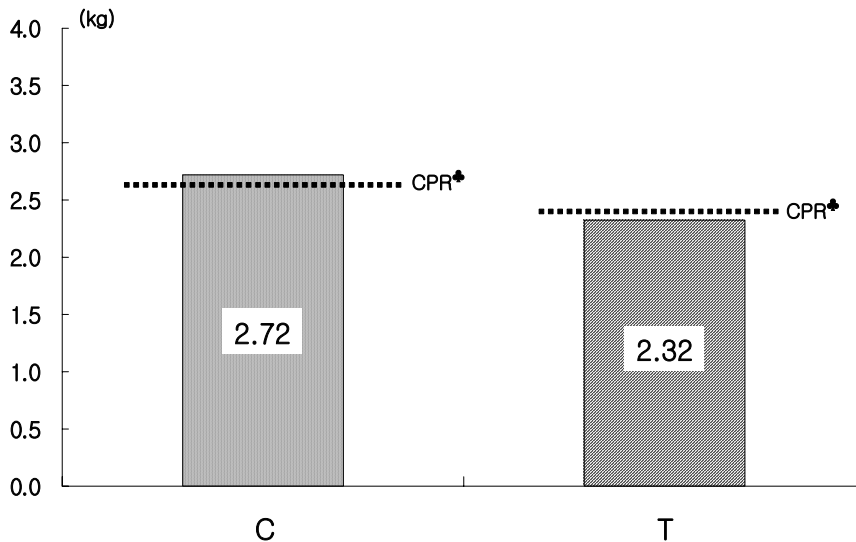


그림 7. 처리별 건물 섭취량

서 본 실험 농가에서 관행적으로 급여하고 있는 착유우 두당 TMR 급여량이 착유우의 유지 및 착유량을 고려 시 현재 급여량 보다 더 섭취할 수 있게 유도하는 사양관리가 필요할 것으로 사료된다.

CP 섭취량은 관행사육구 및 처리구가 각각 2.72 와 2.32kg 로서, 처리구에서 적게 섭취한 것으로 나타났다(그림 8). 이는 본 실험에서 이용된 벼 사일리지



♣ CP requirement of NRC(1988)

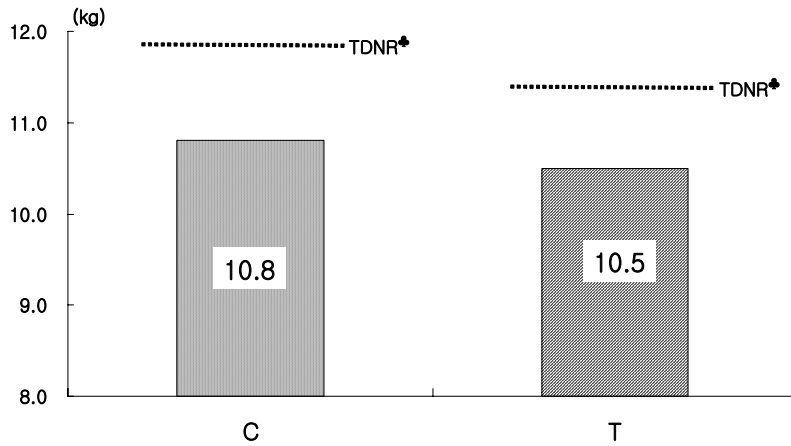
☛ C :  $364\text{g}(\text{Maintenance}) + 2,286\{\text{Lactating, } 90\text{g/kg of } 4\% \text{ FCM} \times 25.4 (4\% \text{ FCM})\} = 2,650$

☛ T :  $364\text{g}(\text{Maintenance}) + 2,133\{\text{Lactating, } 90\text{g/kg of } 4\% \text{ FCM} \times 23.7 (4\% \text{ FCM})\} = 2,497$

그림 8. 처리별 CP 섭취량

의 CP함량이 성 등(2004)이 제시한 CP 함량보다 낮았고, 이를 관행사육구의 조사료 원으로 대체 시 CP 대체량이 적었기 때문인 것으로 사료 된다. 또한 각 처리별 CP 섭취량을 NRC 사양표준(1988)과 비교 시 관행사육구의 경우 사양표준에서 제시한 2.65kg 보다 높게 섭취하였고, 처리구의 CP 섭취 요구량은 2.5kg 으로 본 실험에서 조사된 것보다 적게 섭취한 것으로 조사되었다.





♣ TDN requirement of NRC(1988)

☞ C : 3.7kg(Maintenance) + 8.18kg{Lactating, 0.322kg/kg of 4% FCM X 25.4 (4% FCM)} = 11.88

☞ T : 3.7kg(Maintenance) + 7.63kg{Lactating, 0.322kg/kg of 4% FCM X 23.7 (4% FCM)} = 11.33

그림 9. 처리별 TDN 섭취량

TDN섭취량(그림 9)은 관행사육구 및 처리구가 각각 10.8 및 10.5kg 으로서 NRC 사양표준(1988)과 비교 시 전반적으로 약 1kg정도 적게 섭취한 것으로 조사되었는데, 이는 본 실험에서의 건물 섭취량이 사양표준보다 낮았기 때문인 것으로사료된다.

### 3) 산유량(그림 10)

실험기간 중 평균유량은 관행사육구와 처리구에서 각각 24.9 및 23.7kg으로 처리구에서 1kg 정도 낮은 것으로 나타났으나 유의적 차이는 없었다( $P>0.05$ ).

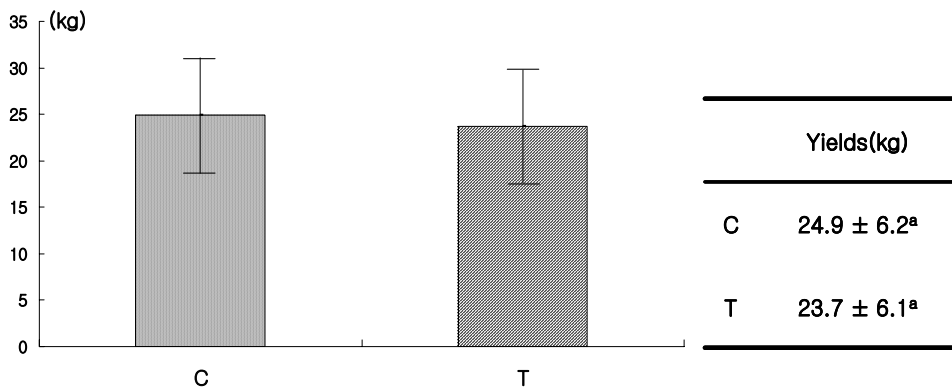


그림 10. 처리별 산유량

4) 유성분(그림 11)

유성분은 개체별로 처리에 따른 차이가 적었으며, 처리에 따른 평균 유성분 역시 유의적인 차이는 없었다( $P>0.05$ ). 실험 기간중의 평균 유성분 함량 역시 처리에 유의적인 차이는 없었다( $P>0.05$ ).

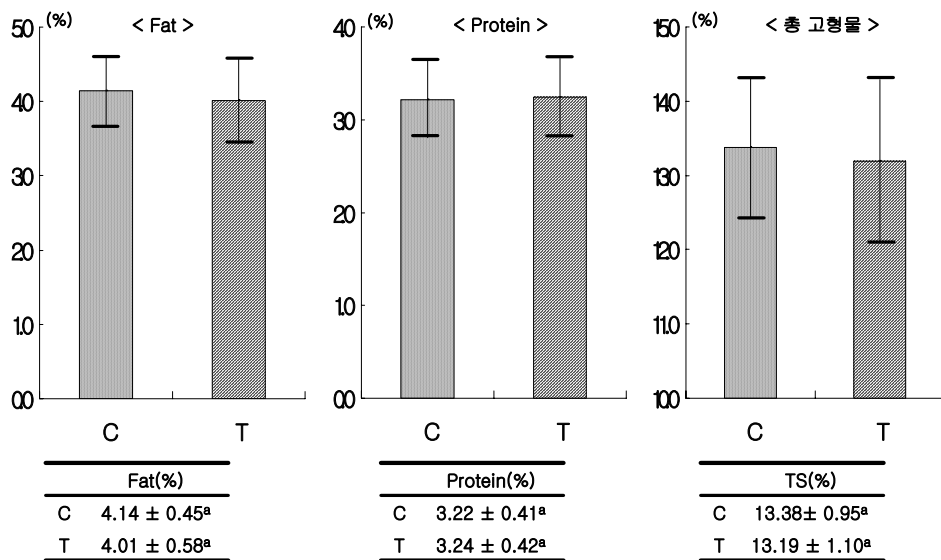


그림 11. 처리별 유지방, 유단백질 및 총고형물

5) 수익성 분석

실험 기간동안 두당 유대비는 관행사육구와 처리구가 각각 16,850원 16,038원 이며 두당 사료비는 관행사육구가 6,640원, 처리구가 5,372~5,650 원으로 조사 되었다 (표 7). 이는 기본 사료비 4,900원(농후사료+알팔파)에 비 사일리지

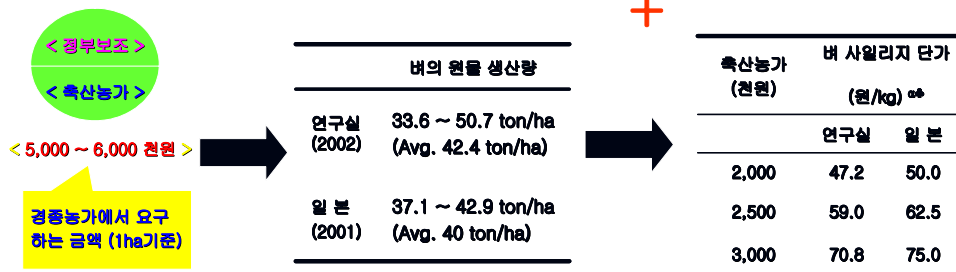
표 7. 비 사일리지 급여에 따른 경제성 비교 및 정책 모델제시

	C	T
두당 유대비 (원/일)	16,850	16,038
두당 사료비 (원/일)	6,640	5,372 ~ 5,650 (4,900 + $\alpha^*$ )
조수입 (원)	10,210	10,388 ~ 10,666
유사비 (%)	39.4	33.5 ~ 35.2

의 추정 생산단가를 더한 값이며, 벼 사일리지의 추정 생산단가는 다음의 그림 8에서와 같다. 즉, 경종농가는 논에서 쌀을 생산하여 판매 시 수익을 1 ha당 500~600만원(본 연구실 구두조사 자료로 지역과 농가에 따라 다양함) 정도라면 가능하다고 답하고 있다. 따라서 현재 정부에서 휴경 논으로 전환 시 농가에 지급되는 보조금이 1ha당 300만원인 점을 감안한다면, 축산농가에서 벼를 사료로 이용 시 경종농가에게 지불해야 하는 금액은 200~300만원 정도이면 가능한 것으로 추정된다. 본 연구실과 일본에서 조사한 벼의 원물 생산량이 각각 42.4 ton 과 40 ton/ha인 점을 감안 한다면, 벼 사일리지의 1kg 생산 단가는 최저 47.2~75원 으로 추정할 수 있다(표 8). 이러한 벼 사일리지 추정 생산단가를 사료비에 합하여 각 처리별 조수입을 살펴보면 관행사육구가 10,210원/두, 처리구가 10,388~10,666원/두 로 처리구에서 수익성이 다소 높게 나타났다. 또한 유사비(乳飼比)는 관행사육구가 39.4%, 처리구가 33.5~35.2%로 벼사일리지를 급여한 처리구에서 유리한 것으로 나타났다. 따라서 기존 조사료원(수입조사료 및 볏짚)을 대체하여 벼 사일리지를 급여하는 것이 경제성이 있을 것으로 사료된다.

표 8. 벼 사일리지의 추정생산단가

1 ha당 정부보조금 3,000 천원



이상의 결과를 종합하면 농가에서 이용하고 있는 조사료원의 일부를 사료용 변 사일리지로 대체급여(55% 수준) 하여도 유량 및 유성분에 있어서 차이가 없고, 유사비에 있어서도 정부 보조금 및 경종농가에서 원하는 수익성에 준한다면 경제성이 있는 것으로 사료된다. 따라서 변을 사일리지로 조제하여 반추가축의 조사료 원으로 활용할 수 있으므로, 추후 늘어나는 휴경 논을 이용하여 변을 사료로서 이용하는 방안이 정책적으로 검토되어야 할 것이다. 그러나 경제성 분석에 있어서 사료용 변 사일리지의 단가가 추정 계산치 임을 감안한다면 앞으로 변 사일리지의 유통단가에 대해 구체적인 조사가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

3. 실험 3. 홀스타인 착유우에 대한 변 사일리지 대체급여 및 반추위내 성장 (D목장)

가. 재료 및 방법

1) 실험기간 및 장소

강원도 철원군 김화읍 청양 4리 소재 다다원 목장에서 2004년 1월 23일부터 9월10일까지 실시 하였다(사진 17).

2) 공시가축 및 공시재료

홀스타인 착유우 46두(평균산차 1.8)를 이용하였으며, 착유일수(Days In Milk, DIM)

에 따라 비유초기(착유 0 ~ 80일), 비유중기(착유 81 ~ 200일), 비유후기(착유 201 ~ 305일 ; 건유 시 까지)로 구분하였다. 실험에 이용된 벼 사일리지는 대안벼를 04년 10월 16일에 수확(강원도 춘천시 동면 유포리에서 약 8개월동안 저장), 첨가제를 처리하지 않고 원형곤포로 조제하였다(사진 13, 14, 15 및 16). 본 실험에 이용된 벼 사일리지를 성 등(2002)이 제시한 수확적기(9월17일 전·후, 황숙기)보다 30여일 늦게 수확하여 조제 되었다.



사진 13. 베일러로 벼를 곤포



사진 14. 랩핑기로 랩핑하는 모습



사진 15. 수확시 사료용 벼 손실부분



사진 16. 완성된 벼 사일리지

### 3) 실험 설계

실험은 대조구와 처리구로 나누어 실시하였다. 대조구는 기존 목장에서 농가관행으로 사료를 급여하는 방식이며, 처리구는 대조구의 조사료의 일부분을 벼 사일리지로 대체 급여한 방식이었다(사진 18). 사료급여량(DM기준)은 다음과 같다.

- o 대조구 : TMR(13kg) + 농후사료(6.8kg) + 오차드그라스 건초 및 버뮤

#### 다그라스 건초(자유채식)

o 처리구 : TMR(9.6kg) + 농후사료(6.8kg) + 벼사일리지 (자유채식)

즉, 대조구에 비해 처리구는 TMR사료를 3.4kg 줄였으며, 오차드그라스 건초 와 벼사일리지 대신 벼 사일리지를 대체 급여하였다. 따라서 대조구에 대한 처리구의 TMR+조사료 대체비율(DM 기준)은 27.3% 정도였다.

#### 4) 조사항목

##### (1) 일반성분

건물(Dry matter, DM), 조회분(Crude ash, Ash), 조섬유(Crude fiber, CF), 조지방(Crude fat, Ether extract. EE) 및 조단백질(Crude protein, CP)함량은 AOAC(1991)법에 의거하여 분석하였고, NDF(Neutral detergent fiber), ADF(Acid detergent fiber)의 함량은 Goering과 Van soest(1979)방법에 의하여 분석하였다.

##### (2) TDN함량

TDN함량은 Wardeh(1981)의 회귀방정식을 이용하여 구하였다. TDN함량 (% of DM) =  $40.2625 + 0.1969(\text{CP}\%) + 0.4228(\text{NFE}\%) + 1.1903(\text{EE}\%) - 0.1379(\text{CF}\%)$

##### (3) 섭취량 조사

오전에 급여한 양을 조사후, 오후 급여전 잔량을 조사하여 섭취량을 계산하였다.

##### (4) 산유량 및 유성분

산유량은 매일 오전 6시 착유량과 오후 6시 착유량을 합하여 1일 유량으로 하였으며, 유성분은 각 실험 기간 중 실험종료 2일 전 연속 2일 샘플을 채취하여 분석하였다. 채취된 우유샘플은 당일에 Water Bath내에서 30°C로 유지하여 1시간동안 전처리를 한 후 Milko-scan 133B를 이용하여 유지방(Milk fat), 유단백(Milk protein), 유량(Lactose), 총고형물(Total solid, TS), 무지고형물(Solid non-fat, SNF)을 분석하였다.

##### (5) 한우에 있어서 벼 사일리지 급여에 따른 반추위내 성장

실험기간은 예비실험을 포함 2주간 으로, 실험은 강원대학교 부속목장에서 실시하였다. 공시동물은 반추위 cannula가 장착된 한우 2 두를 이용하였으며 실험은 실험 2

와 동일한 대조구와 처리구로 나누어 실시하였다.

반추위 cannula가 장착된 한우(400kg)를 공시하여 처리별로 1일 2회(09:00 및 18:00)급여, 물과 미네랄 블록은 자유채식 하도록 한다. 반추위내 발효성상의 경시적 변화를 조사하기 위하여 위액을 채취하기 전에 7일의 적응기간을 두며, 위액채취는 아침에 사료를 급여하기 전 30분을 시작으로 급여 후 30분후, 1시간, 2시간 4시간 및 7시간 후에 채취하였다.

반추위내 pH는 cannula를 통해 반추위액을 채취한 후 4겹의 cheese cloth로 거르고 1분 이내에 pH meter를 이용하여 측정하였다. VFA(휘발성지방산, acetate, propionate, butyrate)는 15ml centrifuge tube에 반추위액 5ml를 넣고 0.5ml HgCl<sub>2</sub>와 1ml 25%HPO<sub>3</sub>를 잘 섞은 후 30분간 정치한다. 원심분리기를 이용하여 3000rpm으로 10분간 원심분리 한 후 상층액을 채취하여GC(gas chromatography)로 분석하였다.

모든 시험성적의 통계분석은 SAS(SASInstitute, 1999-2000)의 ANOVA Procedure를 이용하여 5% 수준에서 유의성 검사를 하며, 처리평균간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법(Snedecor and Cochran, 1980)을 이용하여 비교하였다.

#### (6) 경제성 조사

농가의 원료사료가격(won/kg of as-fed)을 조사하여 착유우 두당 사료비, 유대를 계산하였다. 처리구의 두당 사료비 계산 시 벼 사일리지의 단가는 추정치로 감안하였고, 유대는 실험기간중의 평균 유대를 조사하여 착유우 두당 유대비를 조사하였다.

#### (7) 통계처리

본 실험의 결과는 SAS package program(version 8.1 2000)에 의하여 통계 분석하였고, 유의성 검정은 Duncan's 다중검정에 의하여 5%수준에서 실시하였다.



사진 17. 벼사일리지 샘플 채취(철원)



사진 18. 벼 사일리지 섭취

#### 나. 결과 및 고찰

##### 1) 공시사료의 사료성분

TMR 사료는 CP함량이 16.0%, TDN함량이 67%정도 였으며, 농후사료 1은 CP함량 20.1%, TDN함량 73.7%의 것이었다(표 9). 벼사일리지는 CP함량이 4.6%로 오차드그라스나 버뮤다그리스 건초보다 낮은 것이었다. 벼사일리지의 부위별 사료성분(표 10)을 보면 위부분(상), 중앙부(중) 및 아래부(하) 모두 부위에 따른 차이는 없었다. 한편 벼 사일리지의 발효품질은 pH 4.65, 유산함량은 0.34%(신선물 기준)로 수분함량이 56%인 것을 고려한다면 양호한 발효품질의 것이었다.

표 9. 실험 사료의 사료성분

	DM	CF	EE	CP	Ash	NDF	ADF	NFE	TDN
	% of DM								
TMR	62.6	22.4	4.5	16.0	6.6	41.1	27.8	50.5	67.0
농후사료1	89.7	5.8	2.3	20.1	6.7	17.0	10.8	65.0	73.7
농후사료2	86.9	3.9	3.8	13.1	6.8	20.7	9.0	72.4	77.5
오차드그라스(Hay)	88.9	23.6	3.6	11.3	12.3	52.9	38.0	49.1	56.9
버뮤다그라스(Hay)	88.9	22.8	1.4	8.4	6.8	52.6	29.5	60.7	57.1
벼사일리지	44.0	24.4	1.7	4.6	10.8	45.8	38.9	58.5	56.2



표10. 벼사일리지의 부위별 사료성분

	DM	CP	CF	EE	Ash	NDF	ADF	NFE	TDN
	%				% of DM				
벼 사일리지(上)	42.1	4.6	22.5	2.9	12.6	50.6	39.7	57.4	57.9
벼 사일리지(中)	44.0	4.6	24.4	1.7	10.8	45.8	38.9	58.5	56.2
벼 사일리지(下)	49.1	4.4	21.9	2.0	13.1	49.7	35.0	58.6	55.8

2) 사료섭취량(그림 12)

비유기별 사료섭취량은 비유초기, 중기 및 후기에서 대조구가 처리구보다 높은 것으로 나타났다. 젖소에서 사료건물섭취량은 사료에 함유되어 있는 섬유질 량에 반비례하며, 섬유질의 소화속도가 크게 관여한다(Allen, 2000). 본 실험

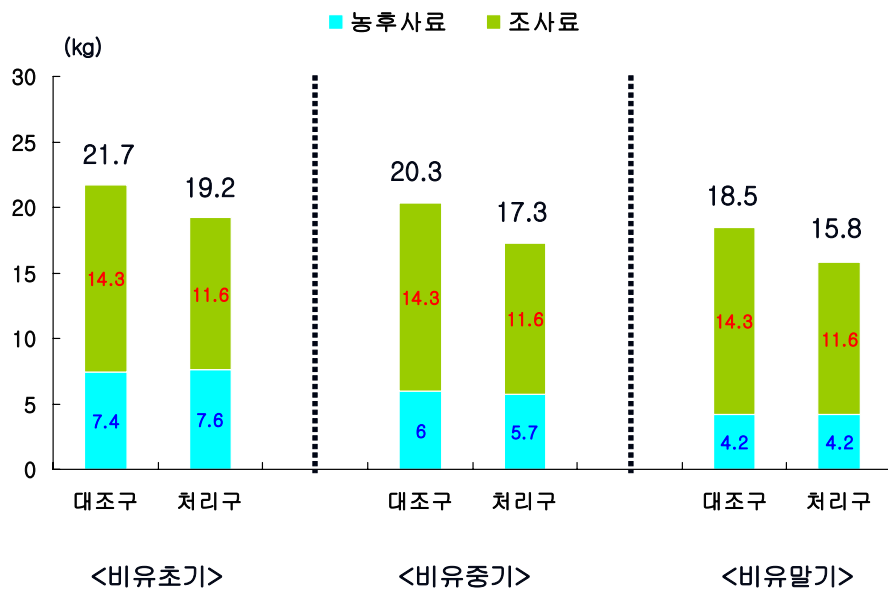


그림 12. 비유기별 사료섭취량

험에서 처리구의 사료섭취량이 낮은 이유는 사료중의 섬유함량이 관여하고 있는 것으로 추론 가능하지만(표 9), 벼 사일리지의 섬유질이 티모시나 벼류다그라스 건초보다

리그닌이나 규산에 단단히 덮여있어 높은 조강성(粗剛性)을 갖고 있기 때문에 사료 된다(細田 등, 2005). 따라서 벼 사일리지의 소화속도가 늦어 사료섭취량의 저하가 일어난 것으로 생각된다.

### 3) 산유량

실험 기간 중 유량은 비유전기에서 대조구와 처리구가 각각 33.0 및 33.6kg으로 처리 간에 차이가 없었으며(그림 13), 비유중기 및 후기에서는 대조구와 처리구가 각각 27.6 및 26.1kg과 20.1 및 19.3kg으로 처리간에 차이가 없었다.

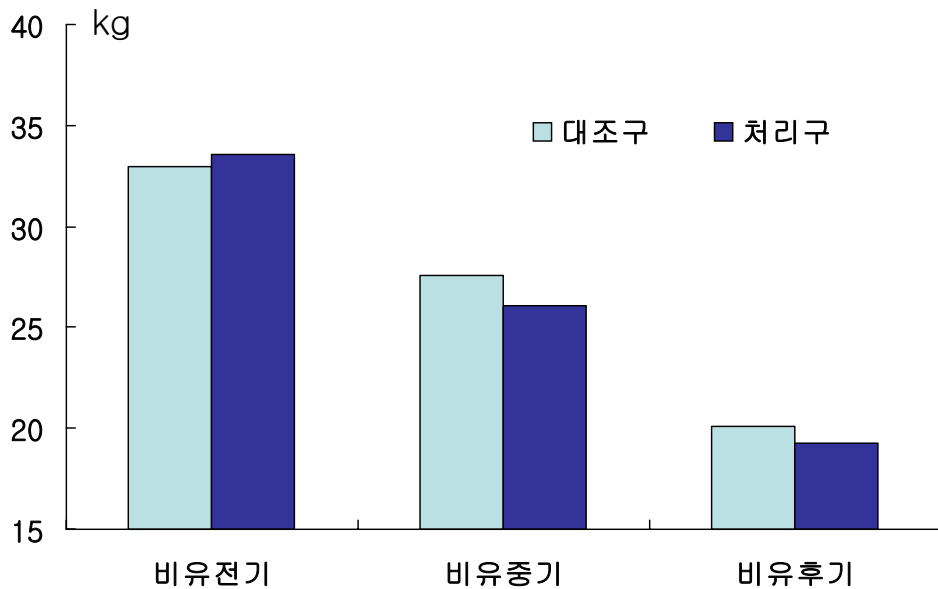


그림 13. 처리별 산유량

### 4) 유성분

유지율은 대조구에 비해 처리구의 비유중기와 후기에서 낮은 경향을 보였으나(그림 14) 유의적인 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 유단백질을 및 총고형분은 각 비유기 공히 대조구에 비해 처리구에서 낮은 경향을 보였으나 유의적인 차이가 없었다

( $P > 0.05$ ).

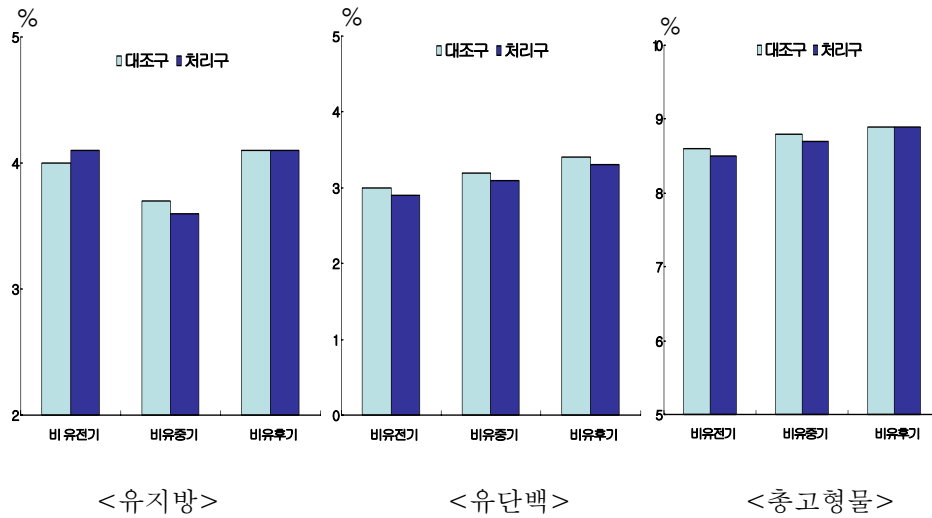


그림 14. 처리별 유지방, 유단백 및 총고형물

#### 5) 벼사일리지 급여에 따른 반위내 정상

pH는 대조구 6.64, 처리구 6.62로 처리간 차이가 없었으며 정상적인 반추위내 pH에 해당 하는 것이었다(新出, 2002) 초산, 프로피온산 및 낙산함량에서도 처리간에 차이는 없었다(표 11).

표 11. 반추위내 내용물의 정상

	대 조 구	처 리 구
pH	6.62	6.64
VFA (총 량 %)		
초 산	66.1	65.2
프 로 피 온 산	23.3	22.7
낙 산	14.8	13.5
초 산 / 프 로 피 온 산 비	2.84	2.87

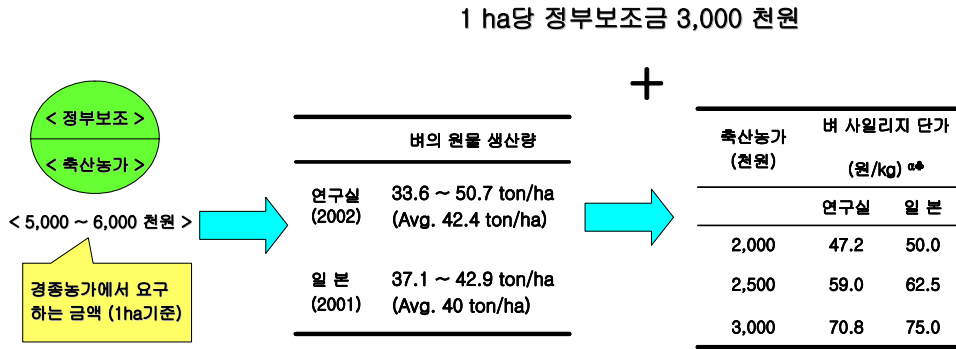
6) 수익성 분석

실험 기간동안 두당 유대비는 대조구와 처리구가 각각 19,852원 및 19,409원 이었 으며 두당 사료비는 대조구가 7,445원, 처리구가 5,797~5,900 원으로 조사

표 12. 벼 사일리지 급여에 따른 경제성 비교 및 정책 모델제시

	대조구	처리구
두당 유대비 (원/일)	19,852	19,409
두당 사료비 (원/일)	7,445	5,797 ~ 5,900 (5,590 + $\alpha^*$ )
조수입 (원)	12,407	13,612 ~ 13,509
유사비 (%)	37.5	29.9 ~ 30.4

표 13. 벼 사일리지의 추정생산단가



되었다(표 12). 이는 기본 사료비 5,590원(농후사료+TMR)에 벼 사일리지의 추정 생산단가를 더한 값이다. 벼 사일리지의 추정 생산단가는 원물기준 kg당 47.2~75원으로 추정할 수 있다(구 등, 2004). 경종농가가 논에서 쌀을 생산하여 판매 시 수익은 1 ha당 500~600만원(본 연구실 구두조사 자료) 정도이며, 현재 정부에서 휴경논으로 전환 시 농가에 지급되는 보조금이 1ha당 300만원인 점을 감안한다면, 벼 재배 농가에서 벼를 사료로 이용 시 수익을 볼 수 있는 금액은 200~300만원으로 추정된다(그림 13). 또한, 본 연구실과 일본에서 조사한 벼의 원물 생산량이 각각 42.4 ton 과 40 ton/ha인 점을 감안 한다면, 벼 사일리지의 생산 단가는 최저 kg당 47.2~75원 으로 추정할 수 있다. 이러한 벼 사일리지 추정 생산단가를 사료비에 합하여 각 처리별 조수입을 보면 대조구가 12,407원/두, 처리구가 13,612~13,509원/두로 처리구에서 수익성이 높게 나타났으며, 유사비는 대조구가 37.5%, 처리구가 29.9~30.4%로 나타났다. 따라서 본 목장에서도 기존 조사료 원을 대체하여 벼 사일리를 급여하는 것이 경제성이 있는 것으로 사료된다.

#### 4. <실험 4> 벼사일리지의 조제시 곤포겍수 및 유산균 첨가와 사료성분 및 발효품질과의 관계

##### 가. 재료 및 방법

###### 1) 공시재료 및 처리

본 시험에 사용한 사료용벼는 화동벼로서 강원도 횡성군 둔내면의 벼농가에서 10월 9일에 수확과 동시에 원형 베일러에 의하여 벼 사일리지로 조제하였다. 벼의 재배는 농가의 관행적인 재배 관리에 준하였다. 본 실험에 사용한 벼사일리지는 수확시기가 10월 9일로 적정 수확시기인 황숙기를 지난 상태에서 조제되었다. 처리는 흰색 비닐필름의 곤포겍수를 2 및 4겹으로 하였으며, 유산균 0.2%를 처리(사진 19)하여 벼 사일리지를 조제하였다. 또한 조제후 처리별로 벼사일리지의 상층부(상), 중앙부(중) 및 하층부(하)로부터 시료를 채취 부위에 따른 발효품질 및 사료성분을 조사하는 처리를 하였다(사진 22).

예취 및 수확시 눈에 수분이 높았으며 부분적으로는 원형베일러 작업시 기계바퀴가 눈에 빠지는 경우가 있었다(사진 20 및 21). 또한 벼수확 및 곤포시 알곡의 탈립이 비교적 많은 경향을 보였으며, 지상부 5cm 정도에서 수확하는 과정에서 눈흙의 이물질이 함유된 상태로 곤포로 조제되는 경우가 많았다.



사진19. 벼에 유산균을 처리



사진 20. 베일러로 벼를 곤포



사진 21. 랩핑기로 랩핑



사진 22. 완성된 벼 사일리지

## 2) 조사항목

### 1) 일반 성분 및 TDN함량

건물(Dry matter, DM), 조회분(Crude ash, **ash**), 조단백질(Crude protein, **CP**), 조지방(Ether Extracts, EE), 조섬유(Crude fiber, **CF**) 및 NFE함량은 AOAC(1990) 법에 의거 분석하였으며, NDF 및 ADF함량은 Goering and Van Soest(1979)으로 분석하였다. TDN함량은 Wardeh(1981)의 회귀방정식 =  $40.2625 + 0.1969(\text{CP}\%) + 0.4228(\text{NFE}\%) + 1.1903(\text{EE}\%) - 0.1379(\text{CF}\%)$ 로 추정하였다.

### 2) 발효품질

pH는 pH meter(model 420)를 이용하여 측정하였으며, 유산함량은 Barker and Summerson법(1941)으로 실시하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### 1) 사료성분

곤포 겹수와 유산균 처리 및 부위에 따른 벼 사일리지 일반성분은 표 14 와 같다. 곤포겹수 2와 4겹간에 DM함량에 차이는 없었으며, 그이외의 사료성분에 따른 차이는 없었다. 또한 유산균처리 및 부위에 따른 사료성분의 차이도 인정되지 않았다. 그러나 모든 처리구에서 회분(Ash)함량이 상당히 높게 나타났는데 이것은 재료 및 방법에서 서술한 바와

같이 벼 사일리지 조제 시 논외 흙 등의 이물질이 다량함유된 것에 기인하는 것으로 사료된다. TDN함량은 41-55%범위로 변이가 심하였으며 성 등(2004)의 결과보다 낮은 경향을 보였다. 따라서 벼 사일리지 조제 시 주의사항으로는 적기에 사료용 벼를 수확할 시기가 결정되면 미리 논외 수분을 낮추어 수확이나 곤포에 필요한 농기계가 원활한 작업이 이루어지도록 하므로써 흙 등의 이물질의 혼입을 방지하도록 한다.



표 14. 곤포 겹수와 유산균 처리 및 부위에 따른 벼 사일리지의 일반성분

	DM	CP	EE	Ash	NDF	ADF	CF	NFE	TDN
	%		% of DM						
2-1-무(상)	46.6	5.7	2.6	18.8	56.8	35.1	22.5	50.4	51.2
2-1-무(중)	49.9	5.8	2.5	22.1	57.5	36.9	22.8	46.8	47.7
2-1-무(하)	45.5	5.7	2.1	21.5	58.7	40.7	24.3	46.4	46.8
2-1-유(상)	48.4	5.3	2.5	22.4	54.3	39.1	21.9	48.0	47.8
2-1-유(중)	49.1	5.7	2.6	18.3	54.9	37.2	22.6	50.8	51.8
2-1-유(하)	46.1	5.4	2.2	15.4	56.1	35.0	18.9	58.1	55.5
2-2-유(상)	46.1	4.9	2.6	22.4	54.4	36.6	16.5	53.7	50.8
2-2-유(중)	43.9	5.5	2.4	20.6	58.2	38.9	25.2	46.2	47.8
2-2-유(하)	43.0	5.3	2.5	20.1	50.6	33.7	20.0	52.1	51.1
2-3-무(상)	43.6	5.5	2.6	21.5	50.9	37.3	22.1	48.4	48.8
2-3-무(중)	43.9	5.5	2.6	22.5	55.9	40.4	24.6	44.8	46.6
2-3-무(하)	45.8	5.6	2.6	23.3	59.1	42.4	25.0	43.5	45.6
2-3-유(상)	45.0	5.9	2.2	17.9	38.9	34.0	23.0	51.0	51.2
2-3-유(중)	44.6	5.6	2.4	15.9	61.8	35.7	25.6	50.5	52.1
2-3-유(하)	44.7	5.9	2.0	13.3	45.6	38.0	25.8	53.1	53.8
4-1-무(상)	49.0	4.9	2.1	29.5	47.2	35.2	19.2	44.4	41.4
4-1-무(중)	47.9	5.1	2.3	24.4	51.4	35.7	18.8	49.5	47.1
4-1-무(하)	43.6	5.5	2.3	14.2	47.9	38.3	22.0	56.1	55.5
4-1-유(상)	49.6	5.6	2.7	20.1	52.7	39.6	23.2	48.3	49.8
4-1-유(중)	50.9	5.4	1.9	29.7	55.2	38.3	20.7	42.3	40.2
4-1-유(하)	49.1	5.7	2.7	16.2	50.9	35.9	23.8	51.6	53.4
4-2-무(상)	50.8	5.0	1.9	25.2	44.1	35.6	16.3	51.6	46.8
4-2-무(중)	46.9	5.1	2.0	24.8	57.9	38.4	21.0	47.1	45.0
4-2-무(하)	49.3	4.9	2.2	24.5	53.1	35.3	20.2	48.3	45.9
4-2-유(상)	49.9	6.8	2.4	27.2	59.3	39.8	23.7	39.9	42.1
4-2-유(중)	48.3	6.3	2.2	19.0	58.5	40.7	23.2	49.2	50.0
4-2-유(하)	48.9	5.4	1.8	19.6	52.5	35.0	22.3	51.0	48.8
4-3-무(상)	49.1	5.8	2.4	20.4	57.5	39.5	23.6	47.8	48.8
4-3-무(중)	50.7	5.8	2.1	20.0	60.3	35.1	22.4	49.7	49.2
4-3-무(하)	44.4	5.9	2.0	18.2	59.9	39.1	24.1	49.8	49.8

상기의 결과를 표 15 와같이 다시 정리하여 수분함량에 따른 곤포접수나 부위 및 유산균 처리가 사료성분에 미치는 영향을 검토하였으나 유의적인 차이는 인정되지 않았으며, 오히려 곤포에 따라 변이가 나타났다.

표 15. 곤포접수, 유산균 처리 및 부위에 따른 벼 사일리지 수분함량

곤포 번호	부위	2겹		4겹	
		무처리	처리	무처리	처리
%					
1번 곤포	상	53.4	51.6	51.0	50.4
	중	50.1	50.9	52.1	49.1
	하	54.6	53.9	56.4	50.9
	평균	52.7	52.1	53.2	50.2
2번 곤포	상	57.9	53.9	49.2	50.1
	중	56.3	56.1	53.1	51.7
	하	58.2	54.2	50.7	51.1
	평균	57.5	55.6	51.0	51.0
3번 곤포	상	56.4	55.0	50.9	-
	중	56.1	55.4	49.3	-
	하	54.2	55.3	55.6	-
	평균	55.6	55.2	51.9	-

## 2) 발효품질

곤포접수, 유산균 처리 및 부위에 따른 벼 사일리지 pH는 표 16과 같다. 곤포접수에 따른 차이는 4겹에서 전반적으로 다소 낮은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 또한 유산균처리에 따른 pH는 일정한 경향을 보이지 않았으며 부위에 따른 차이도 나타나지 않았다.

표 16. 곤포접수, 유산균 처리 및 부위에 따른 벼 사일리지의 pH

곤포 번호	부위	2겹		4겹	
		무처리	처리	무처리	처리
1번 곤포	상	4.65	4.62	4.48	4.60
	중	4.91	4.46	4.44	4.40
	하	4.69	4.48	4.45	4.43
	평균	4.75	4.52	4.46	4.48
2번 곤포	상	4.14	4.61	4.29	4.46
	중	3.90	4.68	4.44	4.41
	하	4.10	4.70	4.49	4.23
	평균	4.05	4.66	4.41	4.37
3번 곤포	상	4.69	4.49	4.59	-
	중	4.62	4.53	4.61	-
	하	4.80	4.62	4.62	-
	평균	4.70	4.55	4.61	-

곤포접수, 유산균 처리 및 부위에 따른 벼 사일리지의 유산함량 (신선물, %) 표 17과 같다. 곤포접수에 따른 차이는 없었으며, 오히려 곤포에 따라 차이가 나타났다. 또한 유산균처리에 따른 pH는 일정한 경향을 보이지 않았으며 부위에 따른 차이도 없었으며 곤포에 따라 변이가 있었다.

표 17. 곤포접수, 유산균 처리 및 부위에 따른 벼사일리지의 유산함량 (신선물, %)

곤포 번호	부위	2겹		4겹	
		무처리	처리	무처리	처리
%					
1번 곤포	상	0.23	0.24	0.28	0.30
	중	0.21	0.26	0.20	0.24
	하	0.19	0.25	0.22	0.25
	평균	0.21	0.25	0.23	0.26
2번 곤포	상	0.31	0.30	0.21	0.23
	중	0.34	0.29	0.27	0.25
	하	0.35	0.33	0.26	0.25
	평균	0.33	0.31	0.25	0.24
3번 곤포	상	0.26	0.28		
	중	0.29	0.27		
	하	0.28	0.24		
	평균	0.28	0.27		

이상에서 곤포접수, 유산균 처리 및 부위에 따른 벼사일리지의 사료성분과 발효품질에서 차이가 없었고 변이가 심했던 것은 수분함량이 낮은 저수분사일리지로 인해 발효품질이 전반적으로 억제된 것에 기인한다. 특히 곤포에 따라 사료성분에 변이가 심하게 나타나고 있었던 것은 벼 사일리지 조제중 흙 등의 이물질 혼입으로 NDF와 ADF함량이 높아진 것과 관련이 깊다고 할 수 있다. 이상의 결과로부터 곤포접수에서는 가을에 수확하여 월동기간을 포함한 경우 2겹으로도 8개월정도까지는 발효품질에 영향이 없는 것으로 사료된다. 또한 수분함량이 50%전후의 저수분 화분과 사일리지의 경우 유산균이나 부위에 따른 발효품질에는 영향이 없어 이에 따른 효과는 없다(김 등, 2004). 따라서 벼사일리지의 부위 및 유산균첨가에 따른 발효품질의 효과는 수분함량이 60%이상의 시기에 수확할 경우에 나타날 것으로 사료된다.

## 제 2절. 사료용 벼 품종의 사료적 가치와 생산 · 이용체계 (제 2세부과제)

### 1. <실험 1> 중부지방에서 생산된 사료용 벼품종의 생육특성 및 사료가치

#### 가. 재료 및 방법

- 1) 시험장소: 경기도 수원시에 위치한 작물시험장 소속 시험포
- 2) 공시품종: 대표적 초다수 품종들; IR69860, 남일벼, SNG9, 다산벼, IR76911, 한아름, 한강찰벼, IR71204, 소비벼, 안다벼, 삼강벼, 진흥벼, 신동진벼, IR73579, IR73168, IR71682 및 Brittle Culm (일부품종은 육성중인 계통인 관계로 17개만 선정발표)
- 3) 파종시기: 2003년 4월 하순
- 4) 재식거리: 30 x 12cm, 주당묘수 5개
- 5) 수확시기: 2003년 9월 20일 (황숙기)
- 6) 조사항목: 생육특성 (총체수량, 간장, 수장, 수수, 도복정도, 탈립정도), 사료성분 (건물함량, CP, NDF, ADF, ADL, EE, NFE, CF, ASH, RFV, TDN)

#### 나. 결과 및 고찰

##### 1) 생육특성

조사된 대부분의 사료용벼는 중생종과 중만생종 이였으며, 남일벼만이 조생종으로 조사됐다(표 18). 간장의 길이는 소비벼와 Brittle Culm이 각각 93와 95cm로 가장 길었으며, 다산벼와 IR73168이 각각 65와 67cm로 가장 짧았다. 대부분은 70에서 80cm 범위였다. 수장은 대부분 23~25개 정도였으며, Brittle Culm이 21개로 가장 적었고, IR71204가 27개로 가장 많았다. 조사된 품종 가운데 Brittle Culm만 제외하고는 도복에 매우 강한 것으로 나타났으며, 사료용벼로 중요한 척도가 되는 탈립은 다

산벼, 안다벼, 삼강벼, 한강찰벼와 같은 품종과 Brittle Culm에서 잘되고, 그 밖의 품종에선 탈립이 잘 일어나지 않는 것으로 조사됐다.

표 18. 조사된 초다수 벼품종의 생육특성

Name	숙기	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개)	도복정도 (0-9)	탈립정도 (1-9)
남일벼	조생종	76	24	14	0	1
진흥벼	중생종	85	23	15	0	1
신동진벼	중생종	86	22	14	0	3
소비벼	중생종	93	23	12	1	1
다산벼	중생종	65	24	15	0	7
안다벼	중생종	70	23	13	0	7
삼강벼	중생종	72	23	15	0	7
한강찰벼	중생종	79	23	15	0	7
SNG9	중생종	78	26	21	0	1
IR71682	중만생종	77	24	11	0	3
IR73579	중만생종	70	24	10	0	1
IR73168	중만생종	67	25	9	0	1
IR76911	중만생종	82	26	9	0	1
IR69860	중만생종	76	25	10	0	1
IR71204	중만생종	89	27	12	0	1
Brittle Culm	중만생종	95	21	17	3	7

## 2) 사료성분

표 19는 중생종 벼품종의 황숙기에 해당되는 9월 20일 수확한 17개의 초다수 벼품

종의 CP, NDF, ADF, ADL 및 ASH 함량을 나타내고 있다. 사료적 가치의 중요한 지표인 CP 함량은 IR76911과 한강찰벼가 각각 9.9%와 7.2%로 가장 높았으며, IR73579와 IR73168이 각각 5.1%와 5.2%로 가장 낮게 나타났다. IR76911과 한강찰벼가 함유하고 있는 높은 CP 함량은 같은 시기에 수확한 식용벼들의 평균 CP 함량 (7.1%; 표 5) 보다 높은 수치이며, 본 연구진들이 황숙기에 수확된 대표적 식용벼인 일품벼의 조단백질 함량 (6.5%)에 비해서도 높은 결과를 나타냈다. 목초 및 조사료에 포함되어 있는 Cellulose, Hemicellulose 및 Lignin과 같은 섬유소함량을 나타내는 지표인 NDF와 ADF 함량은 초다수 벼품종들이 주요한 화분과 목초들에 비해서 낮은 함량을 나타냈다. 즉, 우리나라에서 많이 재배되고 있는 Orchardgrass, Timothy 및 Reed canarygrass등과 같은 북방형 목초들의 출수기때의 NDF와 ADF 함량이 각각 60%와 30% 를 초과하는데 비해, 본 연구에서 조사된 모든 초다수 벼품종의 NDF와 ADF함량은 60%와 30%를 초과하지 않았다 (Brittle Culm은 제외; NDF 함량 61%). 또한, 이 결과는 식용벼인 일품벼를 황숙기에 수확하여 섬유소 함량을 분석한 결과 (NDF 함량 66.43%, ADF 함량 33.94%)보다도 낮았다. 특히, 진흥벼, IR69860 및 IR73168의 경우는 50%내외로 아주 낮은 섬유소 함량을 지녔으며, ADL함량에서도 5%내외로 아주 양호한 사료적 가치를 나타냈다. ASH함량은 삼강벼와 IR76911이 각각 11%씩 높은 결과를 보여주었으며, 조사된 대부분의 벼품종은 8~9%정도로 나타났다. 이는 초다수 벼품종들이 높은 사료적 가치를 지녔을 뿐만 아니라, 높은 무기물을 함유하고 있음을 나타내 주고 있다.

표 20은 17개의 초다수 벼품종의 CF, EE, NFE 및 TDN 함량을 보여주고 있다. 조섬유 함량은 한아름과 소비벼가 각각 15.87%와 17.28%로 가장 낮은 결과를 나타냈으며, 조사된 대부분의 초다수 벼품종은 20~23%로 낮은 조섬유 함량을 나타냈다. 조지방은 한강찰벼와 SNG9가 각각 2.09%와 1.99%로 가장 높은 함량을 보였고, 한아름과 IR76911이 각각 1.15%와 1.25%로 가장 낮은 결과를 나타냈다. 본 연구에서 조사된 대부분의 초다수 벼품종의 NFE함량은 60%내외였으며, 특히 소비벼인 경우 66.65%로 가장 높은 결과를 보였다. 가축에 급여되는 사료의 에너지를 나타내는 중요한 지표인 TDN 함량은 진흥벼와 한강찰벼가 61.49%와 61.14%로 가장 높은 결과를 보였고, IR76911과 Brittle Culm이 56.75%와 56.95%로 가장 낮게 나타났다.

하지만, 본 연구에서 조사된 모든 초다수 사료용 벼품종의 TDN 함량은 같은 시기에 경상북도 지역에서 수확한 식용벼들의 평균 TDN 함량 (56.31%; 표 5) 보다 높은 결과이며, 또한, 중부지방에서 재배되고 있는 대표적 식용벼인 일품벼를 황숙기에 수확한 결과 (54.85%) 보다도 높은 결과를 나타냈다. 특히, 진흥벼와 한강찰벼는 이들 식용벼들의 TDN함량에 비해 무려 약 6% 높은 결과를 보였다. 이는 초다수 벼품종들이 사료가치면에서 일반 식용벼에 비해 우수하다는 것을 시사해 주는 결과로, 앞으로 사료용벼의 선발과 육종은 이들 초다수 벼품종들에 의해서 주도적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.



표 19. 황숙기에 수확한 17개 초다수 벼품종의 CP, NDF, ADF, ADL 및 Ash 함량

Name	CP	NDF	ADF	ADL	ASH
	----- g/kg, DM basis -----				
IR69860	57	500	259	42	89
남일벼	57	557	267	53	97
SNG9	70	529	285	52	95
다산벼	71	577	279	50	86
IR76911	99	544	268	50	105
한아름	61	530	266	42	96
한강찰벼	72	526	275	47	91
IR71206	55	568	293	53	78
소비벼	53	566	289	50	93
안다벼	65	521	273	46	87
삼강벼	55	584	289	50	110
진흥벼	53	494	273	47	85
신동진벼	57	521	276	49	93
IR73579	51	554	287	51	86
IR73168	52	503	277	45	95
IR71682	61	539	295	57	83
Brittle Culm	54	609	223	41	98

표 20. 황숙기에 수확한 17개 초다수 벼품종의 CF, EE, NFE 및 TDN 함량

Name	CF	EE	NFE	TDN
	----- %, DM basis -----			
IR69860	22.30	1.38	61.76	58.52
남일벼	19.54	1.49	63.64	59.45
SNG9	21.57	1.99	59.98	59.72
다산벼	20.07	1.63	62.60	60.59
IR76911	22.79	1.25	55.52	56.75
한아름	15.87	1.15	67.29	60.75
한강찰벼	19.92	2.09	61.74	61.14
IR71206	23.98	1.93	60.76	59.80
소비벼	17.28	1.49	66.65	60.96
안다벼	19.40	1.48	63.84	60.44
삼강벼	16.68	1.63	65.18	59.84
진흥벼	19.20	1.89	65.09	61.49
신동진벼	20.57	1.66	62.82	59.62
IR73579	21.38	1.93	62.92	60.33
IR73168	22.27	1.95	61.08	59.03
IR71682	23.83	1.48	60.24	58.57
Brittle Culm	23.60	1.35	59.88	56.95

### 3) 건물생산량과 상대적 사료가치

황숙기에 수확한 17개 초다수 벼품종의 건물함량, 건물 생산량 및 상대적 사료가치(RFV)는 표 21에 나타나 있다. 건물함량을 살펴보면 본 연구에서 조사된 대부분의 품종들이 50%내외의 건물함량을 보여주고 있다. 수확시 수분함량은 사일리지의 품질에 영향을 미치는 매우 중요한 요소이다. 목초나 사료작물을 사일리지로 조제할 경우, 가능한 건물함량이 50%가 넘지 않는 것이 양질의 사일리지를 조제하는데 매우 유리하다. 한강찰벼와 IR71206은 황숙기때 건물함량이 40% 초반대를 유지함으로써 사일리지 제조에 매우 적합한 품종들이라 할 수 있다. 건물 생산량은 IR69860과 남일벼가 각각 33.75 Ton과 32.36 Ton으로 가장 많았고, Brittle Culm과 IR71682가 각각 16.66 Ton과 19.30 Ton으로 가장 낮은 결과를 나타냈다. 본 연구에서 조사된 17개 초다수 벼품종의 평균 건물 생산량은 약 25 Ton으로 같은 시기에 수확한 일품벼의 건물생산량(23 Ton)에 비해 높은 결과를 보였다. 목초와 조사료와 같은 섬유질 사료에 있어서 중요한 사료가치의 지표인 상대적 사료가치(RFV)는 IR69860, 한강찰벼, 안다벼, 진흥벼, 신동진벼 및 IR73168이 모두 120이 넘는 높은 상대적 사료가치를 보였으며, 그 밖의 대부분의 품종들도 110이 넘는 양호한 상대적 사료가치를 나타냈다.

초다수 벼품종들의 생육특성, 건물생산량 및 사료가치 조사를 통하여 앞으로 초다수 벼품종들을 사료용 벼로 선발, 육종하여 개발해 나갈 품종의 조건들을 살펴보면 첫째, 탈립의 문제를 보이지 않는 품종이어야 한다. 탈립이 잘 일어나는 품종들은 수확시 많은 종실의 손실로 인해 영양가 손실을 초래할 수 있다. 둘째, 가능한 건물수량이 높은 품종이 유리하다. 셋째, 조단백질함량은 높고 섬유질 함량은 낮은 계통이 유력할 것으로 판단된다. 높은 조단백질 함량과 낮은 섬유질 함량의 사료용벼 공급은 가축에게 높은 영양가를 공급해 줄뿐 만 아니라, 값비싼 배합사료의 구입을 적게함으로써 농가의 경제적 부담을 줄여 줄 수 있다. 넷째, 수확시 적절한 수분함량과 높은 에너지가를 보이는 품종이어야 한다. 특히, 사료용벼는 청예사료로 이용되기 보다는 사일리지용으로 개발되어야 하기 때문에 양질의 사일리지를 생산하기 위해서 40% 내

외의 수분과 높은 에너지가 필요하다.

이상과 같이, 모든 조건을 만족시키는 품종을 선발하기란 현실적으로 매우 어려운 문제이다. 다만, 이상의 조건 중에서 연구자가 중요하다고 판단한 조건에 더 부합하는 품종을 우선으로 선발해 나갈 수 있다. 먼저, 건물수량이 높은 품종을 우선 조건으로 한다면 IR69760과 남일벼가 우력하며, 사료가치 조건을 우선으로 한다면 IR76911, 한강찰벼 및 소비벼등을 꼽을 수 있으며, 마지막으로 적당한 수분함량과 높은 에너지 함량을 우선으로 한다면 한강찰벼와 진흥벼를 들 수 있다. 하지만, 각 조건에서 가장 부합하지는 않지만 골고루 만족시켜주는 벼품종으로는 남일벼, 소비벼 및 한강찰벼를 꼽을 수 있다(사진 23). 이 3품종은 사일리지 실험을 위한 품종으로 선발되어 표 22, 23 및 24에서 그 결과가 나타나 있다. 하지만, 한강찰벼는 3 품종 중 각 조건을 제일 잘 만족시켜주는 품종으로 밝혀졌지만, 탈립이 잘 일어나는 문제를 안고 있다. 이 문제점만 해결된다면 한강찰벼가 향후 사료용벼로 큰 각광을 받을 수 있을 것으로 예상된다.



사진 23. 일품벼, 소비벼 및 남일벼

표 21. 황숙기에 수확한 17개 초다수 벼품종들의 건물함량, 건물생산량 및 상대적 사료가치

Name	DM (%)	DM Yield (Ton/ha)	RFV
IR69860	55.56	33.75	128
남일벼	51.55	32.36	115
SNG9	38.99	29.02	117
다산벼	50.66	26.66	109
IR76911	48.09	26.25	116
한아름	46.98	25.97	119
한강찰벼	40.35	25.83	120
IR71206	44.26	25.69	108
소비벼	50.00	25.55	109
안다벼	49.86	25.27	121
삼강벼	47.00	25.00	106
진흥벼	54.46	22.91	127
신동진벼	50.16	21.94	120
IR73579	58.10	21.94	113
IR73168	58.11	21.38	124
IR71682	51.67	19.30	113
Brittle Culm	45.45	16.66	109
평 균	49.48	25.12	116

# 사일리지용 사료용벼 선발 과정도

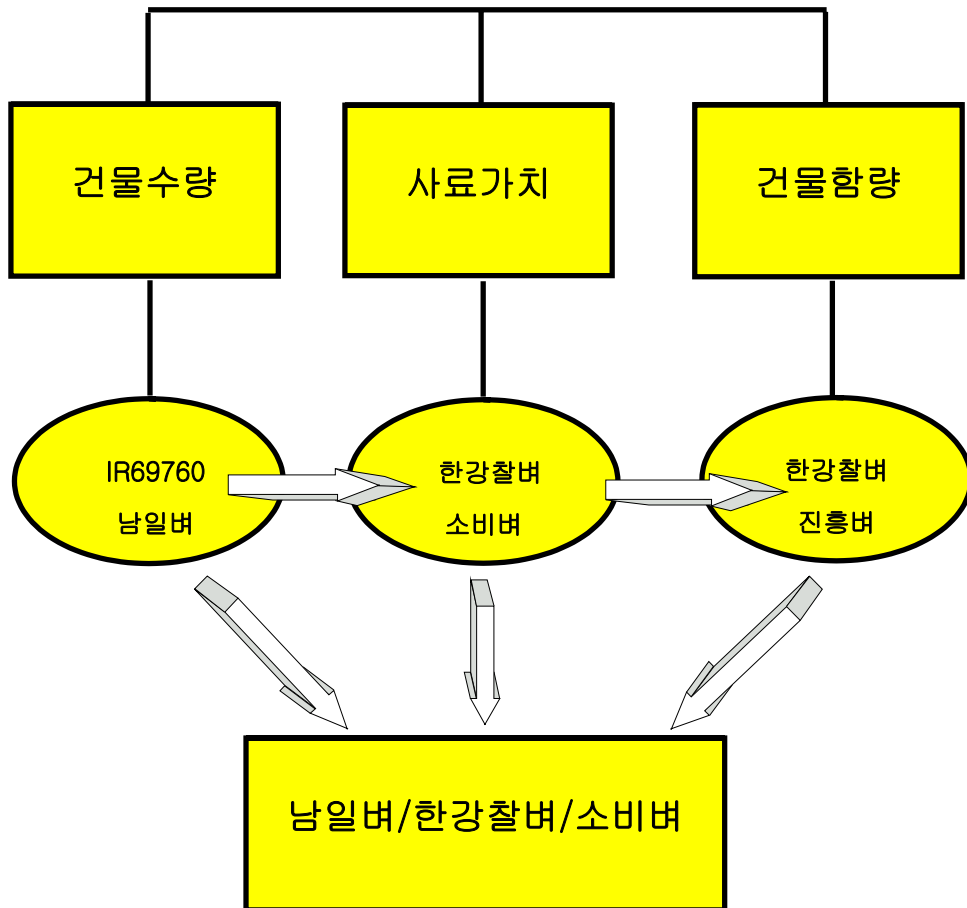


그림 1. 사일리지용 사료용벼 선발에 관한 조건과 적합한 품종

## 2. <실험 2> 양질의 벼사일리지 조제를 위한 조건 규명

### 가. 재료 및 방법

- 1) 시험장소: 경기도 수원시에 위치한 작물시험장 소속 시험포, 경북대학교 소속 시험포
- 2) 공시품종: 선발된 3가지 초다수 품종 (남일벼, 소비벼, 한강찰벼) 및 10 품종 (밀양 63, 밀양 170, 타카나리, 풍산, 수원 450, 남천, 밀양 23, 디누라도, 안다, 호시유타카)
- 3) 파종시기: 2004년 4월 하순
- 4) 재식거리: 30 x 12cm, 주당묘수 5개
- 5) 수확시기: 2004년 9월 10일 (호숙기), 9월 20일 (황숙기)
- 6) 조사항목: 사료성분 (DM, CP, NDF, ADF, EE, NFE, CF, ASH, TDN), 발효품질 (pH, Lactate, NH<sub>3</sub>-N)

### 나 결과 및 고찰

- 1) 벼사일리지의 사료성분 및 발효품질

#### 가) 남일벼

본 연구는 건물생산량에서 좋은 성적을 보였던 남일벼에 대하여 호숙기와 황숙기에 수확하여 사료가치와 사일리지 발효품질을 분석하였다. 이에 대한 분석결과는 표 22에 나타나 있다. 남일벼를 호숙기와 황숙기에 수확하여 얻은 평균 건물함량은 각각 43%와 46%로 나타났다. 이러한 건물함량은 사일리지 발효가 잘 일어나는데 수분이 다소 부족한 것으로 판단된다. 특히, 황숙기에 높은 건물함량은 사일리지 발효품질에 큰 영향을 미칠 수 있다. 조단백질 함량은 호숙기와 황숙기때 각각 평균 6.4%와 6.1%를 나타냈으며, NDF와 ADF 함량은 호숙기와 황숙기때 각각 56% 및 31% 와 57% 및 33% 이었다. 남일벼의 사일리지 pH는 무처리시 호숙기와 황숙기에 각각

4.76과 5.09로 사일리지 발효가 잘 일어났다고 판단되어지지 않는다. 하지만, 유산균 처리시 pH가 매우 낮게 유지된 것으로 보아 사일리지 발효가 유산균 첨가에 의해서 영향을 받는다는 결과를 보였다. 이에 대한 자세한 설명은 표 11에 서술되어 있다. 유산생성은 호숙기와 황숙기에 각각 1.96%와 2.15%로 두 숙기 모두 많은 유산생성은 없었으나, 유산균 첨가로 인한 큰 증가가 나타났다. 암모니아태 질소 함량은 무처리시 호숙기와 황숙기에 각각 3.07%와 3.23%로 나타났으며, 두 숙기에서 모두 유산균 첨가로 인한 암모니아태 질소의 함량이 현저히 줄어드는 결과를 얻을 수 있었다.

표 22. 호숙기와 황숙기에 수확한 남일벼의 유산균 처리별 사료가치와 사일리지 발효 품질

숙기	처리	DM	CP	NDF	ADF	pH	LA	NH3-N
호숙기		----- % of DM -----					-- % of DM--	
	무처리	42.60	6.48	57.73	32.27	4.76	1.96	3.07
	10 <sup>6</sup> cfu	43.04	6.44	56.12	32.69	3.93	6.66	2.30
	10 <sup>7</sup> cfu	44.66	6.36	54.82	30.41	3.95	6.84	2.39
	10 <sup>8</sup> cfu	44.39	6.40	56.33	32.62	3.88	7.10	2.23
황숙기								
	무처리	46.00	6.27	58.62	33.84	5.09	2.15	3.23
	10 <sup>6</sup> cfu	46.43	6.18	57.83	32.29	4.20	4.58	2.64
	10 <sup>7</sup> cfu	46.07	6.04	57.04	31.87	4.06	4.11	2.40
	10 <sup>8</sup> cfu	47.18	6.11	56.66	33.35	4.02	4.70	2.46

#### 나) 소비벼

건물생산성과 사료가치에서 모두 양호한 결과를 보였던 소비벼에 대하여 호숙기와 황숙기에 수확하여 사료가치와 사일리지 발효품질을 분석하였다. 이에 대한 결과는 표 23에 나타나 있다. 호숙기와 황숙기에 소비벼의 건물함량은 각각 평균 41%와 44%로 두 숙기 모두 사일리지의 발효를 위한 적절한 수분함량을 포함하고 있다고 생



각되어 진다. 특히, 호숙기의 60% 정도의 수분함량은 양질의 사일리지를 만드는 좋은 조건이라 할 수 있다. 황숙기의 조단백질 함량은 호숙기에 비해 약 0.5%가 떨어지는 결과를 나타냈다. 이는 이 시기동안에 식물체내의 탈 녹색화가 급속히 일어나므로 해서 잎속의 단백질의 손실이 발생하는 결과라 생각되어 진다. 호숙기와 황숙기에 수확한 NDF와 ADF의 함량은 각각 평균 52% 및 29%와 평균 51%와 29%로 두 숙기에서 비슷한 섬유소 함량을 보였다. 무처리시 소비벼의 사일리지의 pH는 호숙기와 황숙기에 각각 4.85 와 5.03를 나타냈으며, 황숙기에 비해 호숙기에 다소 낮은 사일리지 pH를 보였다. 두 숙기 모두 유산균을 첨가한 구에서 사일리지 pH가 현저히 낮아지는 경향을 보였는데, 특히, 호숙기에는  $10^6$  cfu 이상에서 황숙기에는  $10^7$  cfu 이상에서 큰 효과가 있음을 알 수 있었다. 유산생성은 두 숙기 모두 무처리시 2% 내외를 보이다가 유산균의 첨가로 인해서 급속한 유산의 생성 (평균 6%)이 일어났다. 무처리시 호숙기와 황숙기에 암모니아태 질소 함량은 각각 2.91%와 2.95%로 큰 차이는 나타나지 않았으나, 두 숙기 모두 유산균의 첨가로 인한 암모니아태 질소의 생성이 크게 감소 하였다. 특히, 호숙기에 유산균  $10^8$  cfu 첨가구에서는 암모니아태 질소 함량이 2% 이하로 줄어드는 결과를 보였다.

표 23. 호숙기와 황숙기에 수확한 소비벼의 유산균 처리별 사료가치와 사일리지 발효 품질

숙기	처리	DM	CP	NDF	ADF	pH	LA	NH <sub>3</sub> -N
		----- % of DM -----				-- % of DM--		
호숙기	무처리	41.55	6.50	53.64	30.28	4.85	2.01	2.91
	10 <sup>6</sup> cfu	40.52	6.34	51.44	29.43	3.97	6.54	2.22
	10 <sup>7</sup> cfu	41.99	6.55	51.85	29.13	3.89	6.84	2.29
	10 <sup>8</sup> cfu	40.11	6.46	51.04	29.61	3.88	7.13	1.98
황숙기	무처리	45.07	6.05	52.99	29.26	5.03	1.75	2.95
	10 <sup>6</sup> cfu	44.92	6.15	51.71	29.92	4.10	4.67	2.87
	10 <sup>7</sup> cfu	44.49	6.08	52.17	28.92	3.94	6.18	2.40
	10 <sup>8</sup> cfu	45.14	5.99	49.28	27.04	3.97	6.05	2.21

#### 다) 한강찰벼

사료 가치면에서 가장 좋은 성적을 나타냈고, 건물 생산량과 건물함량에서도 매우 양호한 결과를 보인 한강찰벼에 대한 사료가치와 사일리지 발효품질에 대한 분석을 실시하였다. 이에 대한 결과는 표 24에 나타나 있다. 한강찰벼의 호숙기와 황숙기의 건물함량은 40% 내외(호숙기 평균 38%, 황숙기 평균 41%)로 사일리지 발효가 잘 일어날 수 있는 매우 적절한 수분함량을 포함하고 있다고 생각되어진다. 호숙기와 황숙기에 수확한 한강찰벼의 조단백질 함량은 각각 평균 7.6%와 7.2%로 양호한 결과를 나타냈으며, NDF와 ADF함량은 호숙기와 황숙기에 각각 평균 54% 및 31%와 53% 및 30%로 호숙기에서 황숙기로 숙기가 진행됨에 따라 섬유소함량의 큰 저하는 발생되지 않았다. 무처리시 호숙기에 수확한 사일리지 pH는 4.73인데 비해 황숙기에는 4.48로 낮은 사일리지 pH를 보였으며, 유산균 첨가로 인하여 사일리지 pH의 저하는 두 숙기 공히 현저하게 일어났다. 유산생성은 무처리시 호숙기와 황숙기에 비슷한

경향 (호숙기 2.07%; 황숙기 2.20%)을 나타냈으며, 유산균의 첨가로 인해서 두 숙기에서 모두 유산생성이 급속히 증가함을 보였다. 호숙기와 황숙기에 암모니아태 질소 함량의 차이는 무처리구와 유산 첨가구에서 모두 거의 나타나지 않았다. 유산첨가에 따른 유산생성의 현저한 증가가 두 숙기에서 모두 나타났지만, 유산첨가수준에 따른 차이는 크게 보이지 않았다.

표 24. 호숙기와 황숙기에 수확한 한강찰벼의 유산균 처리별 사료가치와 사일리지 발효품질

숙기	처리	DM	CP	NDF	ADF	pH	LA	NH3-N
호숙기		----- % of DM -----					-- % of DM--	
	무처리	39.82	7.58	55.54	32.45	4.73	2.07	3.80
	10 <sup>6</sup> cfu	38.92	7.59	54.66	30.53	3.92	6.78	3.16
	10 <sup>7</sup> cfu	37.94	7.81	54.44	30.14	3.83	6.74	2.76
	10 <sup>8</sup> cfu	38.95	7.69	54.63	30.91	3.82	7.17	2.48
황숙기								
	무처리	41.82	7.02	54.72	32.53	4.48	2.20	3.75
	10 <sup>6</sup> cfu	41.71	7.25	53.44	29.67	3.99	6.53	2.55
	10 <sup>7</sup> cfu	42.39	7.21	52.23	29.89	3.84	7.09	2.33
	10 <sup>8</sup> cfu	41.88	7.20	53.75	30.93	3.86	7.24	2.25

라) 벼 품종별 사료가치와 사일리지 발효품질

본 연구는 건물생산량, 사료가치 및 건물함량들을 고려하여 선발된 남일벼, 소비벼 및 한강찰벼를 사료가치와 사일리지 발효품질에 의해 비교해 보았다. 이를 위해 각각의 벼품종들의 호숙기와 황숙기를 평균하고 유산균첨가 수준을 평균하여 표 26에 나타냈다. 건물함량은 한강찰벼가 40.44%로 가장 낮았고, 다음이 소비벼 (43.10%)와 남일벼 (45.05%) 순이었다. 남일벼의 건물함량이 두 품종에 비해 높은 이유는 다른

두 품종에 비해 속기가 빠르기 때문에 여겨진다. 조단백질 함량은 한강찰벼가 나머지 두 품종에 비해 월등히 높은 함량 (7.42%)을 보였으며, 남일벼 (6.28%)와 소비벼(6.27%)는 큰 차이를 나타내지 않았다. NDF와 ADF함량은 소비벼 (51.77%와 29.20%), 한강찰벼 (54.18%와 30.88%) 및 남일벼 (56.89%와 32.42%) 순으로 낮았다. 사일리지 발효품질의 중요한 지표는 pH는 한강찰벼 (pH 4.06)가 가장 낮았고, 남일벼 (pH 4.24)와 소비벼 (pH 4.21)는 비슷한 경향을 보였다. 한강찰벼의 낮은 사일리지 pH의 결과는 발효에 적절한 수분함량과 높은 에너지함량으로 인한 많은 유산 생성으로 비롯되는 것으로 생각되어진다. 유산생성은 한강찰벼 (5.73%)가 가장 높았고, 다음으로 소비벼 (5.15%)와 남일벼 (4.46%) 순 이었다. 질산태 질소함량은 남일벼 (2.59%)와 소비벼 (2.48%)에서 낮게 나타났으며, 한강찰벼 (2.89%)가 이들 두 품종들에 비해 다소 높은 결과를 보였다. 이는 한강찰벼 사일리지의 초기 발효과정에서 proteolysis의 비율이 다른 두 품종의 발효과정에서 보다 높거나, 한강찰벼의 높은 조단백질 함량으로 인한 암모니아태 질소의 상대적인 증가가 높았을 것으로 판단되어진다. 하지만, 여러 연구에서 보고한 양질의 사일리지 기준이 되는 건물 함량중 암모니아태 질소 함량 (10%) 보다 훨씬 적은 양이고, 일본에서 보고한 벼사일리지의 평균 암모니아태 질소 함량인 8.8% 보다도 매우 낮은 결과를 보였다. 이상의 결과로 살펴볼 때, 한강찰벼가 비교한 두 품종에 비해 전체적으로 양질의 사료가치와 사일리지 발효품질을 나타냈다.

표 25. 사료가치와 사일리지 발효품질에 의한 초다수 남일벼, 소비벼 및 한강찰벼의 비교

조사항목	남일벼	소비벼	한강찰벼
DM, %	45.05	43.10	40.44
CP, %	6.28	6.27	7.42
NDF, %	56.89	51.77	54.18
ADF, %	32.42	29.20	30.88
pH	4.24	4.21	4.06
LA, %	4.46	5.15	5.73
NH <sub>3</sub> -N, %	2.59	2.48	2.89

마. 숙기별 사료가치와 사일리지 발효품질

본 연구는 초다수 벼품종들의 숙기별 사료가치와 사일리지 발효품질을 비교하기 위하여 공시된 3품종 (남일벼, 소비벼 및 한강찰벼)을 평균하고 유산균 첨가 수준을 평균하여 표 26에 나타내었다. 호숙기와 황숙기의 건물함량은 호숙기가 41.21%로 황숙기에 조사된 건물함량인 44.51%에 비해 평균 3.3%가 낮았는데, 이는 황숙기에 비해 호숙기가 사일리지 발효에 적절한 수분함량을 지니고 있음을 나타내고 있다. 조단백질 함량도 호숙기가 황숙기에 비해 약 0.4% 높아 호숙기에 수확한 벼품종들이 높은 사료적 가치를 보여주었다. 하지만, 목초와 조사료의 섬유소 함량을 나타내는 중요한 지표인 NDF와 ADF는 호숙기 (54.35% 및 30.87%)와 황숙기 (54.20% 및 30.79%)의 큰 차이를 보이지 않았다. 사일리지의 pH는 호숙기 (4.12)가 황숙기 (4.22)에 비해 조금 낮은 경향을 나타냈으나, 유산의 생성은 호숙기 (5.65%)가 황숙기 (4.77%)에 비해 높은 결과를 보였다. 암모니아태 질소 함량은 두 숙기에서 큰 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과로 살펴볼 때, 조사한 두 숙기에서 양호한 사료가치와 사일리지

발효품질을 나타냈지만, 호숙기가 황숙기에 비해 사일리지 발효품질면에서 다소 좋은 결과를 보여 주었다.

표 26. 호숙기와 황숙기의 초다수 벼품종의 사료가치와 사일리지 발효품질

조사항목	호숙기	황숙기
DM, %	41.21	44.51
CP, %	6.85	6.46
NDF, %	54.35	54.20
ADF, %	30.87	30.79
pH	4.12	4.22
LA, %	5.65	4.77
NH <sub>3</sub> -N, %	2.63	2.67

바. 유산균 첨가 수준별 사료가치와 사일리지 발효품질

일반적으로 벼를 비롯한 화본과 작물에서 발효품질이 양호한 사일리지를 조제하기 위해서는 높은 유산균과 당의 함량이 중요하다. 생육중의 목초, 식용작물 및 두과작물 등에 포함되어 있는 유산균 수는 g당 10<sup>2</sup> cfu 미만인 것으로 알려져 있다. 보고된 바에 따르면 벼는 양질의 사일리지 조제를 위한 충분한 유산균수를 가지고 있지 못해 흔히, 품질이 불량한 사일리지를 조제하기 쉽다. 이에 본 연구는 유산균 첨가 수준이 선발된 남일벼, 소비벼 및 한강찰벼를 평균하고, 호숙기와 황숙기를 평균한 사료가치와 사일리지 발효품질에 미치는 영향에 대하여 살펴보았다. 이에 대한 결과는 표 27에 나타나 있다. 건물함량과 조단백질 함량은 처리구에 관계없이 비교적 일정한 함량을 나타냈다. NDF와 ADF 함량은 무처리구에 비해 유산 첨가구에서 약간 떨어지는 경향을 보였으며, 유산 첨가 수준이 높아짐에 따라 다소 낮아지는 결과를 보였다. 하지만, 그 수준은 아주 미미한 것으로 판단되어 진다. 사일리지의 pH는 무처리구에서 가장 높았고 (pH 4.93), 유산균을 첨가한 구에선 현저히 낮아지는 경향을 보였다. 이

는 초다수 벼품종을 사일리지로 조제할 때 유산균의 첨가 없이 양질의 사일리지 품질을 기대할 수 없음을 시사하고 있다. 유산함량은 무처리시 1.97%로 낮은 유산생성이 이루어 졌지만, 유산균을 첨가한 구에서는 현저히 유산의 생성이 증가하였다. 또한, 유산의 생성은 유산균의 첨가량이 증가하면서 다소 증가하는 경향을 보였다. 암모니아태 질소 함량은 무처리구에서 3.04%를 나타냈고,  $10^6$ ,  $10^7$  및  $10^8$  cfu/g 첨가구에서 각각 2.51, 2.32 및 2.22%로 감소하는 결과를 나타냈다. 이상의 결과로 살펴 볼 때, 유산균의 첨가수준이 가장 높은  $10^8$  cfu/g 구의 결과가 첨가수준이 낮은 구에 비해 발효품질이 크게 향상되지 않았을 뿐 아니라 첨가수준이 낮은 구에서도 양질의 발효품을 나타낸 결과로 미루어 볼 때 유산균의 적정 첨가수준은  $10^6 \sim 10^7$  cfu/g 으로 판단되어진다.

표 27. 유산균 첨가 수준별 초다수 벼품종의 사료가치와 사일리지 발효품질

조사항목	유산균 첨가 수준			
	무처리	$10^6$ cfu/g	$10^7$ cfu/g	$10^8$ cfu/g
DM, %	43.80	43.98	44.30	44.20
CP, %	6.33	6.28	6.26	6.24
NDF, %	55.75	54.27	53.97	53.33
ADF, %	31.41	31.08	30.08	30.65
pH	4.93	4.05	3.96	3.94
LA, %	1.97	5.61	5.99	6.24
NH <sub>3</sub> -N, %	3.04	2.51	2.32	2.22

#### 다. 요약 및 결론

조사된 모든 초다수 벼품종들은 가축의 사료로 이용할 경우, 기존에 우리나라에서 재배되고 있는 목초들과 외국으로부터 들어오는 수입건초들에 비해서 사료적 가치가 결코 뒤지지 않는 훌륭한 사료임이 밝혀졌다. 특히, IR69860과 남일벼는 수량이 높고, 한강찰벼와 진흥벼는 사료가치가 높은 품종임을 알 수 있었다. 또한, 이러한 초다

수 벼품종들은 일반 식용벼들보다 높은 수량과 사료가치로 인하여 앞으로 사료용벼로 개발할 충분한 가치가 있는 것으로 사료된다. 하지만, 본 연구에서 조사된 몇몇 초다수 벼품종은 아직 탈립의 문제를 지니고 있어, 사료용벼로 이용하기 위해서는 이 문제를 해결해야 할 과제라 생각한다. 수확시기는 황숙기에 가장 많은 건물생산량과 높은 사료가치를 나타냈으나, 일반적으로 사료용벼는 청예사료로 이용되기 보다는 사일리지로 이용되기 때문에 적절한 수분함량을 함유하고 있는 호숙기가 사일리지 조제시 더 좋은 발효품질을 기대할 수 있어, 이 시기를 초다수 벼품종의 사일리지 수확적기라 할 수 있다. 또한, 조사된 벼품종이 유산균첨가 없이 사일리지로 조제될 경우 양질의 사일리지를 기대할 수 없음을 알 수 있었다. 호숙기에 수확한 벼는 최소한  $10^6$  cfu/g의 유산균을 첨가해야 하며, 황숙기엔  $10^7$  cfu/g를 첨가해야 양질의 사일리지 생산을 기대할 수 있음을 알 수 있었다. 본 연구결과가 조사료의 공급부족으로 어려움을 겪고 있는 축산농가에게 양질의 조사료 자원을 공급시켜 주는데 큰 역할을 할 수 있으리라 기대한다.



표 28. 초다수 벼사일리지 조제 조건 및 결과 예측

	호숙기	황숙기
예상 건물함량	40~44%	41~42%
수확 품종	남일벼, 소비벼	한강찰벼
적정 유산균 첨가	106 cfu/g	107 cfu/g
기대 사일리지 pH	약 3.9	약 3.8

### 제 3절. 사료용 벼 품종의 선발 및 조사료로서의 작물학적 가치 평가 (제 3세부과제)

#### 가. 재료 및 방법

사료로서의 이용 가능한 벼 품종에 대한 선발은 일반 재래품종 153품종과 물질생산이 많을 것으로 예상된 야생벼 23종을 이용하여 경북대학교내 온실에서 2003년 5월 16일에 과종하여 6월1일에 포트에 1주1본으로 이식하였으며 각 품종 당 3반복으로 실시하였다. 물질생산이 왕성한 생육을 보이는 출수 후 6주째부터 2주 간격으로 초장과 분얼수를 조사하여 물질생산 추이를 검토하였다. 더 이상 초장과 분얼수의 증가가 관찰되지 않는 시기 (등숙전기)에 지상부를 잘라 채취한 지상부를 80℃ dry oven에서 96시간 이상 건조시켜 그들의 건물중을 조사하였다. 1차적으로 건물생산량이 높은 14품종을 선발한 후, 선발된 14품종의 벼 식물체내의 무기양분의 동태를 플라즈마발광분석법 (ICP, Inductively Coupled Plasma)과 원자흡광법 (AAS, Atomic Absorption Spectrometry)으로 체내 함유 대량원소 (N, P, K, Ca, Mg)와 미량원소 (Na, Si, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo)을 분석하였다. 사료용 벼 품종 선발을 위한 실험재료는 경북대학교 실험농장에서 안다벼 등 일반 품종 및 Hoshiyutaka 등 도입종을 포함한 153품종과 건물생산량이 많을 것으로 예상되는 삼척, 담양 등 야생벼 23종을 사용하였다. 수집된 벼 종자는 충분히 최아 시킨 다음 2003년 5월 16일에 과종하여 6월 1일 1/2000a 포트에 1주 1본으로 이식하였으며 생육기간중 시비 및 물관리는 농촌진흥청 벼 표준 재배에 준하여 실시하였으며, 완전임의배치 3반복으로 하였다. 생육 조사는 이식 후 6주 째부터 2주 간격으로 하였으며, 공시품종의 초장과 분얼수를 조사하였다. 건물중은 초장과 분얼수 증가가 관찰되지 않는 시기인 등숙 전기에 지상부를 채취하여 80℃ dry oven에서 96시간 건조시켜 조사하였다. 식물체의 무기성분 분석은 공시품종 가운데 건물생산량이 높은 품종을 선발하여 식물체 지상부를 80℃ dry oven에서 96시간 건조시킨 다음 30mesh 체로 걸러진 분말시료 1g을 식물체 분해액 (perchloric acid 90 ml, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 ml, H<sub>2</sub>O 55 ml) 10 ml에 넣어 분해열판에서 완전히 분해시킨 다음 표 29과 같은 분석조건으

로 원자흡수 분광광도계 (Perkin Elmer Model 3100)로 측정하였다.

일차년도의 실험에서 건물생산량이 높은 것으로 선발된 14품종 가운데 야생종을 제외한 재배가 용이할 것으로 판단되는 10품종(Milyang 63, Pusangsanbyeo, Dinurado, Takanari, Suweon 450, Milyang 23, Namchenbyeo, Milyang 170, Anndabyeo, Hoshiyutaka)을 경상북도 칠곡에 위치한 경북대학교 부속농작 논포장에서 건답직파의 경우 2004년 5월 10일에 5kg/10a 수준으로 파종하였으며, 이앙은 6월 1일에 1주 3본으로 실시하였다. 직파재배와 이앙재배 모두 농촌진흥청 벼 표준 재배방식에 준하여 실시하였으며 이앙 후 45일경인 7월 15일부터 수확기까지 15일 간격으로 벼의 초장과 건물중을 조사하였다. 사료로서의 가치를 평가하기 위해서 황숙기경에 각 품종의 지상부를 수확하여 포장상태에서 양건 후 80℃ dry oven에서 96시간 건조시켜 마쇄하여 무기이온 분석용 시료로 사용하였다.

표 29. 무기이온 분석을 위한 원자 흡광 분광광도계의 분석 조건

Element	Sight source	Lamp current (mA)	Wave length (nm)	Slit size (nm)	Flames
Ca	Hallow cathode	15	766	0.7	Air/acetylene
Mg	Hallow cathode	15	285	0.7	Air/acetylene
Na	Hallow cathode	15	589	0.7	Air/acetylene
Si	Hallow cathode	15	251	0.7	Air/acetylene
Fe	Hallow cathode	15	248	0.7	Air/acetylene
Mn	Hallow cathode	15	279	0.7	Air/acetylene
Cu	Hallow cathode	15	325	0.7	Air/acetylene
Zn	Hallow cathode	15	213	0.7	Air/acetylene
Mo	Hallow cathode	15	313	0.7	Air/acetylene

#### 나. 결과 및 고찰

는 휴경지를 이용하여 사료용으로 가능한 벼 품종 선발을 위하여 176개 품종에 대한 건물 생산량을 조사하였다 (그림 16). 1차적으로 조사된 건물생산량이 상대적으로 우수한 품종들은 총 14개 품종으로 현재 재배중인 일반 품종인 Andabyeo, Geumgangbyeo, Namchenbyeo, Pungsanbyeo, Milyang 23, Milyang 63, Milyang 170, Suweon 450, 도입품종인 Dinurado, Hoshiyutaka, Mashuri, Takanari와 야생벼 YW 2877(Samcheog), YW 1203 (Damyang)을 선발하였다.

선발된 품종에 대한 무기성분을 조사한 결과는 표 30과 같다. 조단백질함량을 알 수 있는 질소함량은 품종간 큰 차이를 보였는데, 담양에서 수집된 야생벼가 15.0 mg 가장 높았으며, 남천벼와 풍산벼가 각각 14.7, 14.1 mg으로 높은 함량을 보였다. 인산함량은 질소함량과는 달리 담양 야생벼 보다 밀양63호와 밀양 170호가 평균 3 mg으로 가장 높은 수치를 나타내었으며 칼슘 함량은 국내 일반품종 및 야생벼보다 도입 품종들에서 상대적으로 높은 함량을 보였는데, 특히 일본 도입품종인 호시유타카가 5.04 mg으로 가장 높았다. 한편 미량원소의 함량을 살펴보았을 때, 나트륨 함량은 공시된 품종간에 뚜렷한 차이를 보였는데 국내 일반품종 및 일본 도입품종에 비하여 야생벼인 삼척과 담양에서 수집된 YW 2877과 YW 1203 야생벼에서 1,960, 1,537 mg으로 가장 높은 함량을 보였는데 이는 일반품종인 금강벼가 84 mg인 것에 비하여 18 - 23배 정도 높은 것으로 나타났다. 미량원소 가운데 망간함량은 품종간 차이를 많이 보이는 것으로 나타났는데, 밀양172호가 가장 높은 1,714 mg이었으며 밀양 63호 1,375 mg, 안다벼 1,290 mg, 일본 도입품종인 호시유타카 1,065 mg, 야생벼인 YW 1203(담양 수집종) 1,100 mg으로 높은 수치를 보였으며 이들 품종 외에는 390 mg에서 919 mg 정도로 상대적으로 낮은 함량을 보였다. 그러나 이들 미량원소를 제외한 구리, 아연, 몰리브덴, 철 및 규소 함량은 품종간 일정한 경향을 보이지 않았다.

포트에서 수행한 벼 품종 선발 시험결과 건물생산이 높은 벼 품종들을 형태별로 대별해 보면, Indica형이 3품종, 통일형이 5품종, Japonica형이 3품종, Indica/Japonica 중간형이 1품종, 야생종이 2 품종으로 나타났다. 건물생산적인 측면에서의 선발에서는 통일형이 5품종으로 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이들 176 품종 가운데 상대적으로 높은 건물생산량을 보인 품종에 대한 사료 가치를 벼 식물체내에 함유된 대량원소 (N, P, K, Ca, Mg)와 미량원소 (Na, Si, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo)를 분석하였을

때 물질생산학적인 측면에서의 결과와는 다소 상이한 것으로 나타났다. 선발된 14 품종 가운데 중간 또는 낮은 건물생산량을 나타낸 Andabyeo, Pungsanbyeo, Milyang 63, 호시유타카, Suwon 450은 양분 흡수능이 높아 영양학적인 측면에서 사료용으로서의 이용 가치가 높을 것으로 사료되었다.

한편 포트 시험결과 선발된 14개 품종들 가운데 재배가 용이할 것으로 판단되는 10품종을 논 포장상태에서 직파와 이앙재배하여 조사료로서의 이용 가능성을 조사하였다. 그림 17과 18은 밀양 63호, 호시유타카 등 10 품종에 대한 이앙재배 또는 직파재배시의 초장 변화와 건물생산을 조사한 결과로 재배방식에 따른 품종별 생육은 차이를 나타내지 않는 것으로 나타났다. 이앙재배시 Diurado는 초장이 140cm 정도이며 건물생산도 1,200kg/10a 정도로 높은 것으로 나타나 사료용 수확물의 생산성은 다소 높은 것으로 나타났으나 도복의 위험성에 따른 재배상 제약이 있을 것으로 사료된다. Dinurado를 제외한 이들 9 품종간 생육초기 초장 차이는 크게 나타나지 않았으나 출수기 이후에는 품종간 뚜렷한 차이를 보였다. 수확시기인 황숙기의 초장은 수원 450호, 호시유타카, 밀양 170호는 100cm 이상이었으며, 안다벼와 밀양 63호가 95cm 정도이었고, 풍산벼, 남천벼, 밀양 23호, Takanari가 90cm 미만인 것으로 나타났다.

그림 16. 사료용 벼 선발을 위한 벼 176 품종의 건물생산력 비교

(3반복 평균±표준편차)

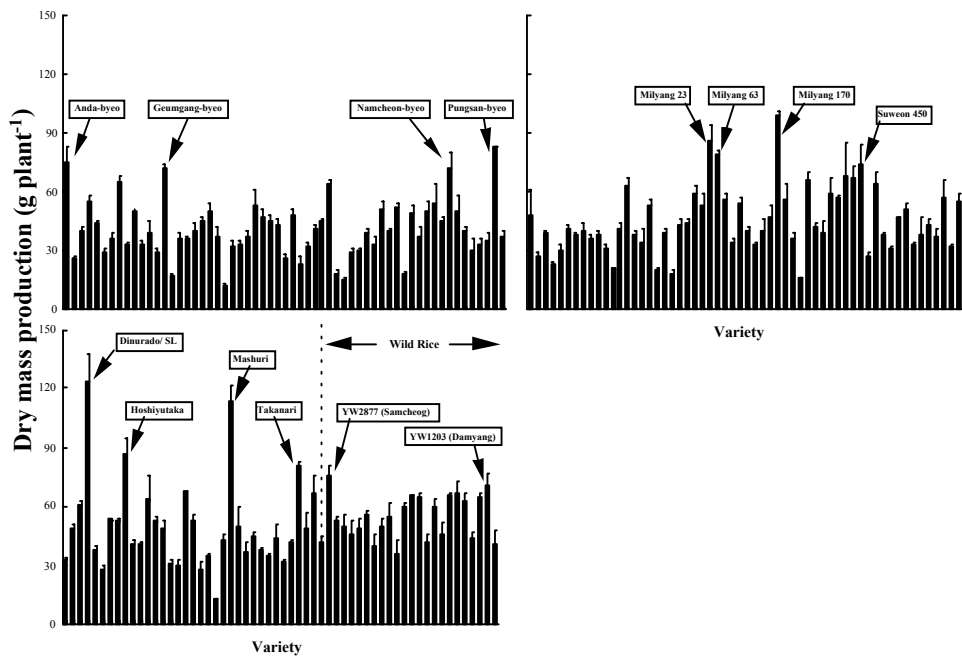


표 30. 포트 실험에서 선발된 14 품종의 무기 이온 함량

Rice cultivar	Macro elements(mg g <sup>-1</sup> DW)					Micro elements (ppm)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Si	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo
Andabyeo	13.6	2.82	18.5	3.92	2.17	157	278	193	1,290	2.84	24.8	2.26
Geumgangbyeo	12.7	2.56	16.1	3.41	2.07	84	305	186	732	1.86	21.6	1.36
Namcheonbyeo	14.7	2.55	17.2	3.85	2.12	326	312	197	644	2.70	28.8	1.89
Pungsanbyeo	14.1	2.61	16.9	4.84	2.80	123	290	191	1,075	2.50	28.2	1.48
Milyang 23	10.3	2.64	17.4	3.99	1.76	113	229	228	744	2.94	26.8	1.82
Milyang 63	13.5	3.19	16.9	3.99	1.94	116	221	190	1,375	4.05	25.5	1.48
Milyang 170	8.9	3.09	15.8	4.10	1.43	110	304	186	1,714	3.37	26.6	1.72
Suweon 450	13.4	2.69	18.2	3.67	2.21	302	258	149	919	3.29	22.7	1.34
Dinurado	8.6	2.46	11.6	3.40	2.09	895	260	202	648	0.71	27.6	1.27
Hoshiyutaka	11.8	2.59	15.6	5.04	2.51	214	191	237	1,065	3.57	33.1	1.71
Mashuri	10.5	2.10	12.9	4.41	2.25	739	189	256	600	1.76	24.6	1.88
Takanari	13.0	2.77	16.1	4.27	2.39	612	222	186	858	2.49	25.0	1.85
YW 2877	8.0	1.83	7.6	3.42	2.22	1,960	203	242	390	2.56	24.9	0.74
YW 1203	15.0	2.88	15.5	4.29	2.92	1,537	260	307	1,100	2.82	36.7	1.78
LSD(0.05)	1.61	0.33	2.27	0.45	0.37	178	75.6	51.4	238	1.80	2.45	0.68

Each value is the mean (n=3 individual plants).

건물생산은 호시유타카가 300평당 1,500kg 이상으로 나타나 가장 높은 것으로 나타나 1차년도 포트재배에서 Dinurado가 가장 높았던 결과와는 다른 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 군락을 형성하고 있는 포장상태의 경우, 몇몇 개체가 독립하여 자라고 있는 포트상태와는 상이한 생육조건하이므로 독립된 개체하나의 건물생산과 균

락상태하의 건물생산 능력이 다를 수 있음을 감안할 때 포장 상태에서의 건물 생산이 높은 호시유타카는 사료용 벼 품종으로 적합할 것으로 사료된다. 포트시험을 통한 선발에서 높은 건물축적을 보였던 풍산벼의 경우는 군락상태하에서는 건물생산이 저조한 것으로 나타났다. 한편 포트시험에서 높은 건물생산을 보였던 안다벼와 밀양 170호는 포장상태에서도 높은 건물생산력을 보여 사료용 재배에 유리할 것으로 사료된다. 건물축적이 탁월한 다른 품종에 비해 수원 450호의 경우 포트시험에서는 다소 낮은 건물생산력을 보였으나 포장상태에서는 건물생산능력이 우수한 것으로 나타났다.

그림 17. 선발된 10 품종의 이앙재배에서의 성장특성과 건물생산력.

(이앙: 2004년 6월 1일)

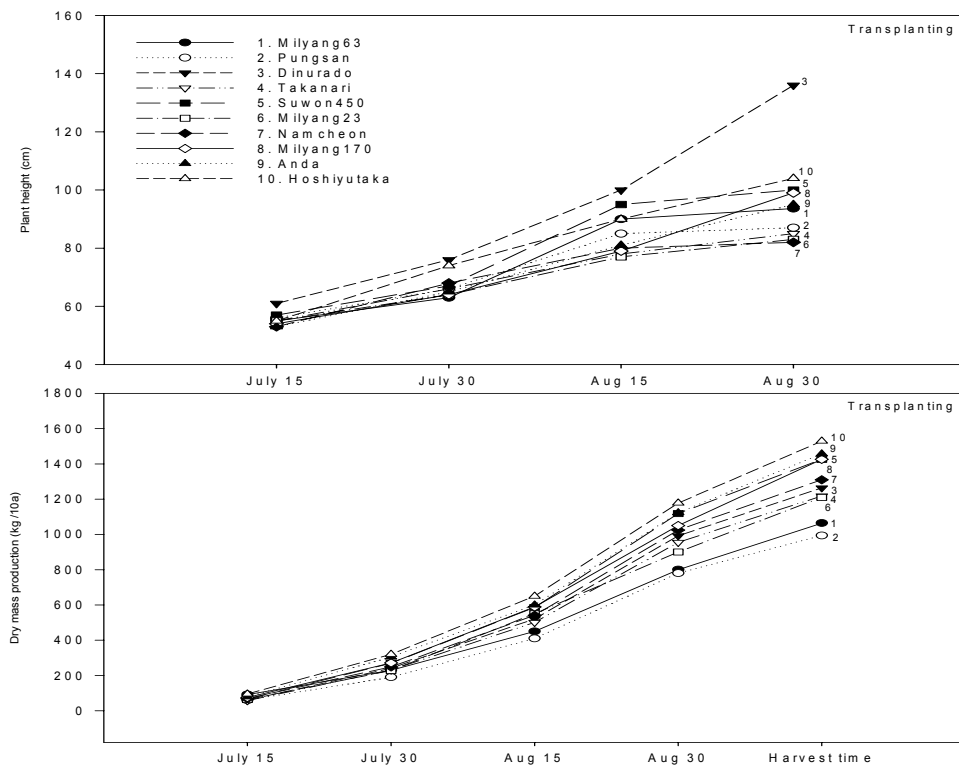
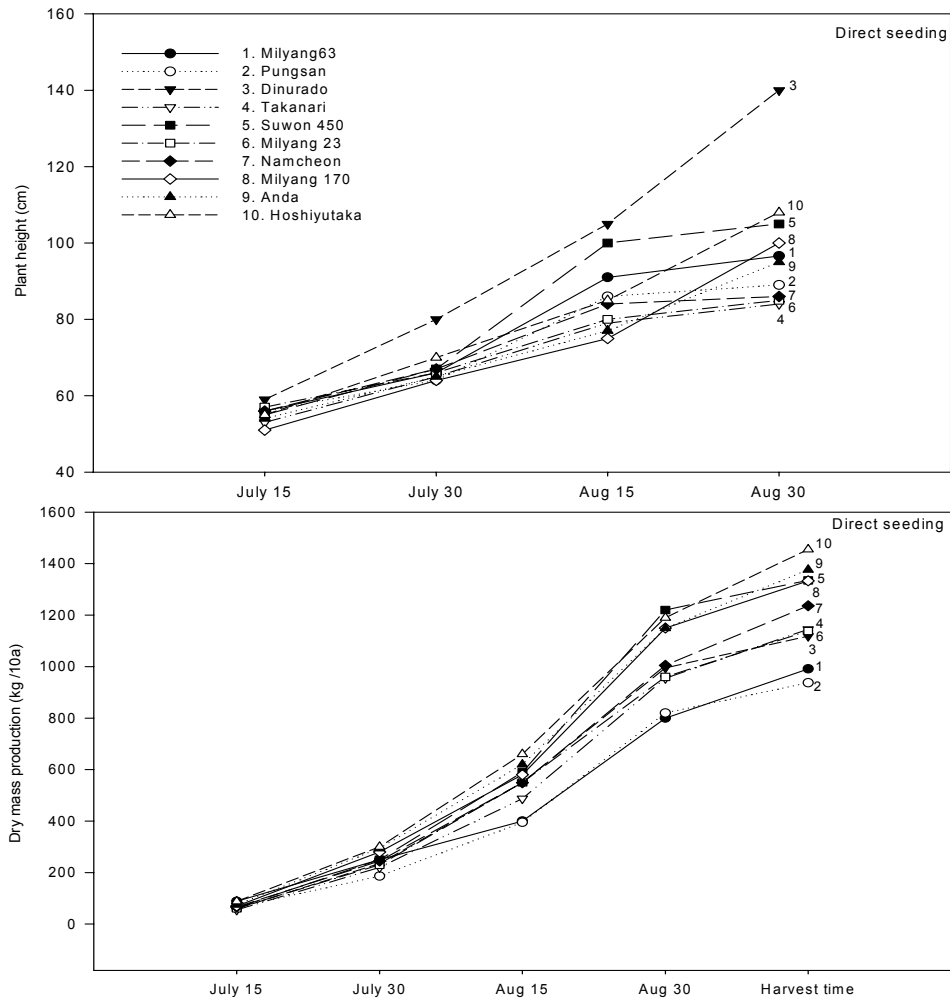




그림 18. 선발된 10 품종의 직파재배에서의 성장특성과 건물생산력  
(이양: 2004년 5월 10일)



우리나라에서 육성된 수원 450호, 밀양 170호 및 안다벼도 건물생산량이 1,400kg/10a 이상인 것으로 나타나 사료용으로서의 재배 적합 가능성이 높을 것으로 사료된다. 풍산벼의 경우 포트시험에서는 비교적 높은 건물 생산력을 보였으나 포장 상태에서는 건물 생산량이 1,000kg 미만으로 조사되어 나타나 군락상태에서의 건물 생산이 저조한 것으로 나타났다. 국내 일반품종에서는 남천벼에서 포기당 유효 분얼

수가 17.7개로 가장 많았으며 이삭길이에서는 수원 450호가 24.5 cm인 것을 제외하면 18.5 - 22.6개로 범위였다(표 31). 공시 10 품종의 등숙기는 다소 차이가 있는 것으로 나타나 풍산벼, 수원450, 남천벼가 9월 10일경에 황숙기에 이르러 사료용으로 수확이 가능하였다. 한편 밀양 63호, Takanari, 밀양 23호, 밀양 170호, 안다벼, 호시유타카는 9월 15일경에 황숙기에 이르러 수확이 가능 한 것으로 조사되었다. 그러나 Dinurado는 9월 말에 이르러서야 황변기에 도달하여 등숙이 늦은 것으로 나타났다.

직파벼의 경우도 충실한 입모를 확보한 경우 초장, 건물 생산 등의 제반 특성들이 이앙재배와 비교시 비슷하거나 다소 낮은 것으로 나타났다. 그러나 식물체의 수확량은 직파재배의 경우 모든 품종에서 이앙재배보다 낮은 것으로 나타나 벼 식물체의 생체량 확보 측면에서는 직파재배보다 이앙재배가 유리할 것으로 판단되었다.

건물 생산량이 가장 높았던 호시유타카의 무기이온 함유량은 다른 품종과 비교시 다소 낮은 것으로 나타났다. 건물 생산이 양호하였던 밀양 170호의 경우도 무기이온 함유량이 낮은 것으로 조사되었다(그림 19 및 20). 한편, 건물생산이 양호한 안다벼의 경우 총질소 1.02%, 인산 0.64%, 칼륨 2.76%, 칼슘 0.43%, 마그네슘 0.39%, 철 504 mg, 망간 1,181mg, 구리 5mg, 아연 41mg을 함유하고 있는 것으로 나타나 다른 품종에 비해 많은 양의 무기이온을 함유하고 있는 것으로 조사되었다. 건물 생산이 높았던 수원 450호의 경우도 비교적 많은 양의 무기이온을 함유하고 있는 것으로 나타나 조사료로서 영양학적 가치가 있을 것으로 조사되었다. 품종간 무기이온 함량은 다량원소의 경우보다 미량원소에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 총질소와 인산의 경우 품종간 유의성 있는 차이가 나타나지 않았으나 칼륨과 마그네슘의 경우에는 품종간 함유량이 차이가 나는 것으로 나타났다. 철과 구리 및 망간의 경우는 품종간 함유량이 크게 차이가 나는 것으로 조사되었다.

표 31. 사료용 벼로 선발된 10 품종의 포장상태에서의 생육특성 및 농업적  
형질특성

Cultivar	Cultural mode	Plant height (cm)	No. of tillers (per m <sup>2</sup> )	Panicle length (cm)	No. of spikelet (per panicle)	Yellow ripe stage (date)	Biomass (kg/10a)	
							Fresh wt	Dry wt
Milyang 63	Transplanting	93.6	322	21.9	184.4	Sep. 14	2,405	1,064
	Direct seeding	93.3	304	21.7	183.8	Sep. 14	2,297	991
Pungsanbyeo	Transplanting	87.2	302	21.0	139.0	Sep. 9	2,643	994
	Direct seeding	89.3	277	20.8	136.5	Sep. 9	2,527	937
Dinurado	Transplanting	136.9	201	21.3	163.3	Sep. 27	3,183	1,264
	Direct seeding	133.8	215	21.2	161.2	Sep. 27	3,104	1,118
Takanari	Transplanting	84.8	292	21.8	155.3	Sep. 13	3,245	1,218
	Direct seeding	83.7	302	21.6	154.1	Sep. 13	3,195	1,145
Suwon 450	Transplanting	100.6	310	24.5	158.7	Sep. 11	3,476	1,426
	Direct seeding	101.3	327	24.6	155.9	Sep. 11	3,335	1,335
Milyang 23	Transplanting	83.1	292	20.2	125.3	Sep. 14	3,083	1,210
	Direct seeding	84.6	304	20.4	121.1	Sep. 14	2,949	1,138
Namcheonbyeo	Transplanting	81.7	378	18.5	141.9	Sep. 10	3,323	1,310
	Direct seeding	80.9	367	18.4	137.1	Sep. 10	3,246	1,236
Milyang 170	Transplanting	99.4	310	22.3	145.0	Sep. 18	3,245	1,426
	Direct seeding	97.9	318	22.3	142.1	Sep. 18	3,068	1,333
Andabyeo	Transplanting	94.7	315	22.6	151.1	Sep. 16	3,406	1,457
	Direct seeding	91.4	299	22.4	147.8	Sep. 16	3,293	1,376
Hoshiyutaka	Transplanting	104.4	307	20.4	145.0	Sep. 17	3,792	1,529
	Direct seeding	101.8	297	20.1	143.2	Sep. 17	3,608	1,455

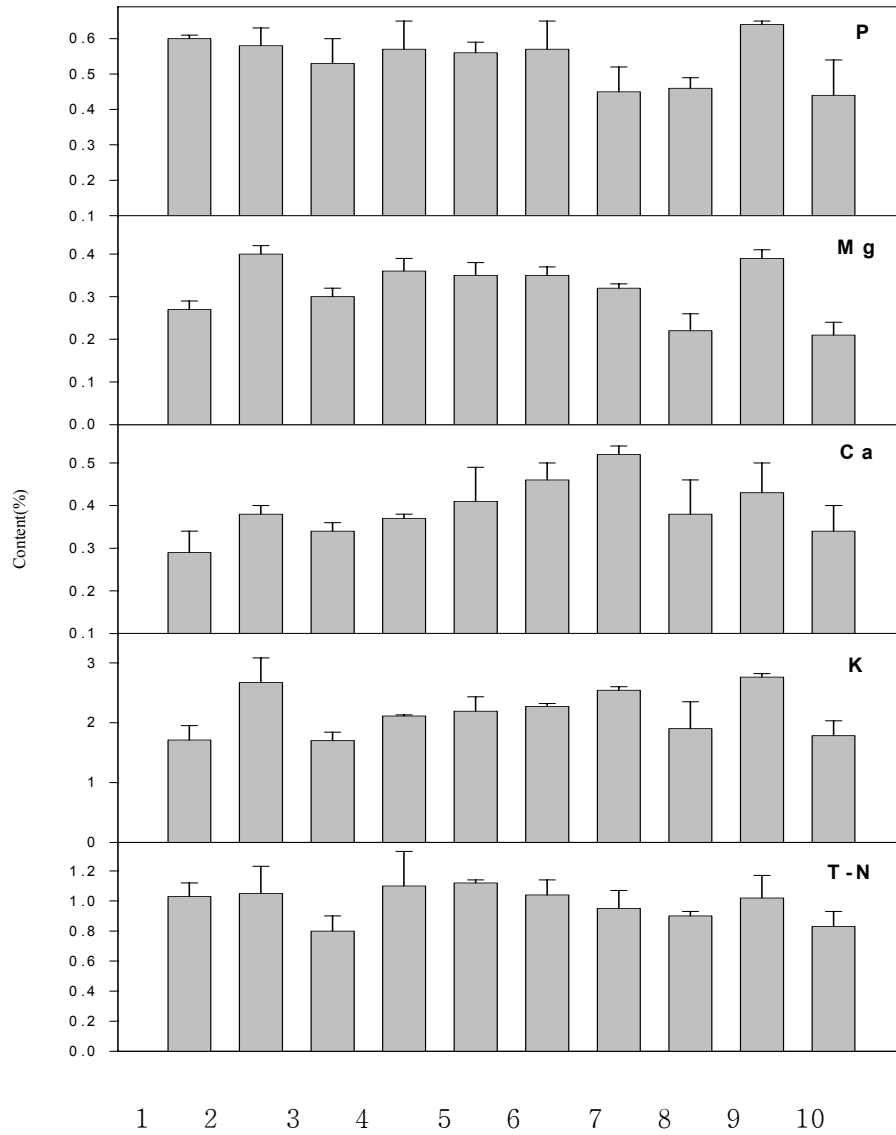


그림 19. 이양재배 벼 수확시(황숙기) 선발된 10 품종의 다량 무기원소 함량. Vertical vars are the means $\pm$ SE(n=3). 1: Milyang 63, 2: Pusangbyeo, 3: Dinurado, 4: Takanari, 5: Suwon 450, 6: Milyang 23, 7: Namcheonbyeo, 8: Milyang 170, 9: Andabyeo, 10: Hoshiyutaka.

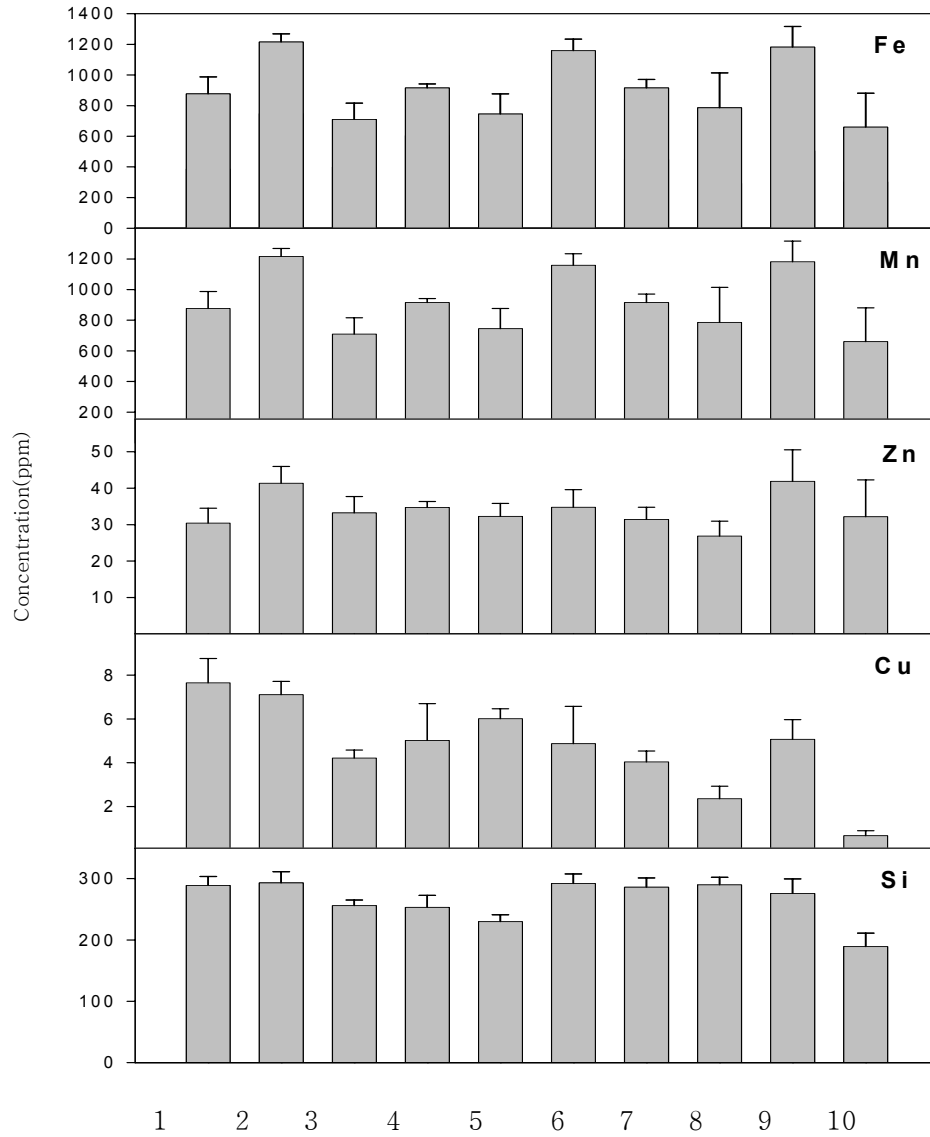


그림 20. 이앙재배 벼 수확시(황숙기) 선발된 10 품종의 미량 무기원소 함량. Vertical vars are the means±SE(n=3). 1: Milyang 63, 2: Pusangbyeo, 3: Dinurado, 4: Takanari, 5: Suwon 450, 6: Milyang 23, 7: Namcheonbyeo, 8: Milyang 170, 9: Andabyeo, 10: Hoshiyutaka.

건물 생산량이 높은 벼품종으로 선발된 10개 품종에 대한 사료적 가치는 표 6에서와 같다. 조단백질 함량은 풍산과 밀양170이 각각 8.33%와 8.16%로 가장 높았으며, 호시유타카와 디누라도가 각각 5.07%와 5.36%로 가장 낮았다. 조사된 평균 벼품종들의 조단백질 함량은 7.12% 였다. NFE 함량은 밀양63, 타카나리 및 밀양170이 각각 58.35%, 54.90% 및 54.61%로 가장 높았고, 호시유타카가 39.51%로 가장 낮았다. 조사된 벼품종들의 평균 조지방 함량은 0.84%로 낮은 경향을 보였으며, 평균 조섬유 함량은 41.16%로 높은 결과를 나타냈다. 가축에 급여되는 사료의 에너지 함량의 중요한 지표인 TDN 함량은 밀양63과 밀양170이 각각 60.85%와 59.16%로 가장 높은 결과를 보였으며, 호시유타카가 49.54%로 가장 낮은 TDN 함량을 나타냈다. 조사된 10개의 벼품종의 TDN 함량은 평균 56.31%로 가축의 사료로 양호한 조사료의 사료가치를 나타냈다. 특히, 조사된 10개의 품종 가운데 높은 조단백질 함량과 높은 에너지 함량을 동시에 지니고 있는 밀양170이 사료적 가치가 가장 우수한 품종으로 판단된다. 또한 TDN함량이 가장 높은 밀양 63과 조단백질 함량이 가장 높은 풍산도 앞으로 사료용 벼로 개발해 나갈 충분한 가치가 있다고 판단되어 진다.

표 32. 경북지역에서 황숙기에 수확된 10 벼품종에 대한 CP, NFE, EE, CF 및 TDN 함량

Name	CP	NFE	EE	CF	TDN
----- % , DM basis -----					
밀양 63	7.32	58.35	0.99	33.32	60.85
밀양 170	8.16	54.61	0.89	36.33	59.16
타카나리	7.77	54.90	0.51	36.78	58.14
풍산	8.33	50.88	1.28	39.49	56.44
수원 450	7.27	49.25	1.11	42.36	56.44
남천	6.45	52.64	0.46	40.45	56.02
밀양 23	8.06	48.07	0.88	42.97	55.72
디누라도	5.36	50.58	0.91	43.15	55.47
안다	7.39	49.82	0.53	42.25	55.32
호시유타카	5.07	39.51	0.88	54.53	49.54
평균	7.12	50.86	0.84	41.16	56.31

사료용 벼 재배는 성공적인 입모율 확보가 가능하다면 건답직파재배가 가장 생력화된 재배 방법일 것으로 생각되나 입모율 확보와 잡초방제를 위한 특별한 고려가 있어야 할 것으로 생각된다. 사료용벼 재배를 할 때 첫해에 발생하여 방제되지 않은 잡초는 크게 문제되지 않을 수 있으나 이를 방치할 경우 잡초의 특성상 종자의 형성이 빠르고 탈립에 의한 전과가 빠르므로 이듬해 재배시 벼의 안정적 생산은 불가능할 것이다. 따라서 잡초가 혼입된 벼는 영양학적으로도 균일한 벼와 아주 상이할 것이다. 잡초의 수분 보유량 또한 벼와는 아주 상이하므로 사일리지 또는 총체벼를 이용하기 위한 작업공정도 바뀌어야 할 것으로 사료된다. 따라서 직파재배의 경우 기계화에 의한 노동력은 절감이 되나 초기 입모율 확보와 잡초방제가 재배 성공여부의 관건인 것으로 여러 연구자들에 의해 제기되고 있는 점을 감안할 때, 현재 널리 보급되어 있는

트랙터와 이앙기를 이용한 이앙재배도 하나의 대안이 될 수 있을 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 사료용으로 벼를 재배할 경우 단위 면적당 수확량이 많으면서 무기이온 함유량도 풍부한 안다벼 또는 수원 450호가 적합할 것으로 사료된다.



사진 24. 이앙 후 10주째의 벼 생육

(이앙재배)



사진 25. 과종 후 13주째의 벼 생육

(직파재배)



## <제 4장> 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 1. 연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각한 연구개발목표의 달성도

#### ▷ 제 1세부과제 : 사료용 벼를 이용한 벼사일리지 조제기술과 가축생산성

연구목표는 실용화를 위한 벼사일리지의 반추가축에 의한 가축생산성과 조제기술 확립이며, 연구내용은 원형 곤포 벼 사일리지 제조, 사료용 벼 사일리지의 영양소 소화율 측정, 짓소에 벼 사일리지 급여와 가축생산성, 벼랩사일리지의 발효품질향상 기술 및 벼 사일리지 급여와 반추위내 성상에 대한 것으로 100% 이상 달성하였다

#### ▷ 제 2세부과제 : 사료용 벼 품종의 사료적 가치와 생산 · 이용체계

연구목표는 사료용 벼품종의 적정 수확시기 및 이용체계 확립이며, 연구내용은 수확 적기에 예취한 사료용 벼 품종에 대한 생육특성 및 사료성분 조사, 사료로 이용 가능한 벼의 수확적기 결정을 위한 재배실험 및 양질의 벼 사일리지를 조제하기 위한 조제조건 규명에 대한 것으로 100% 달성하였다.

#### ▷ 제 3세부과제 : 사료용 벼 품종의 선발 및 조사료로서의 작물학적 가치 평가

연구목표는 사료용 벼로 선발되어진 벼의 사료로서 이용가치를 작물학적인 측면에서의 해석이며, 연구내용은 벼를 사료로 이용할 경우 적정품종의 선발과 수확적기를 구명, 선발한 벼 품종의 식물체내의 무기양분 분석 및 사료성분 및 사료로서 이용할 경우 생력적 재배기술의 확립에 대한 것으로 100%달성하였다.

### 2. 관련분야의 기술발전예의 기여도

가. 논의 형태로 그대로 유지하면서 벼를 사료용으로 재배·이용하는 것은 식

량 안보와 환경 친화적, 공익적 기능을 최대로 확보할 수 있음

나. 조사료의 자급율 향상에 기여

다. 쌀의 수급조절과 경영안정을 도모하며, 축산측면에서는 조사료의 자급율향상과 안전한 사료의 확보로 깨끗한 축산물생산에 기여함.

라. 우리나라 중부지방과 남부지방에서 적합한 사료용 벼를 선발, 제시하였음

마. 수확시기의 사료가치평가와 사일리지 발효품질을 비교하여 각 품종들의 적정수확시기를 구명하였음.

바. 벼 사일리지를 조제시 유산균 및 개미산의 첨가비율을 제시하였음

사. 우리나라의 실정에 맞는 벼 사일리지의 수확체계 수립

아. 젖소 및 한우에 급여량을 제시하였음

자. 벼 식물체의 수량면에서는 직파재배보다 이앙재배가 유리함을 제시

\*\* 벼 사일리지를 중심으로 하는 물질 순환형 축산 모델을 제시하였음 \*\*

## <제 5장> 연구개발결과의 활용계획

### 1. 추가연구의 필요성

- 가. 직파재배를 통한 생산비절감 기술과 유기 조사료생산기술
- 나. 벼 사일리지를 중심으로 하는 물질 순환형 축산 모델의 실연연구
- 다. 한우와 젓소의 육성기부터 출축하 또는 착유까지 전기간을 벼 사일리지 중심의 사양시스템 연구

### 2. 타 연구의 응용

#### 1) 특허출원

기존의 원형베일터를 논에 적합하도록 보완, 개선하는 기술과 양질의 벼 사일리지 조제를 위한 첨가제 분무장치는 특허출원이 가능함

#### 2) 현장애로해결

가) 벼 재배 농가의 경우 쌀에 의한 소득이 감소하는 것을 벼의 사료화를 통하여 소득을 보전할 수 있음

나) 조사료의 부족을 해결하기 위하여 벼 사일리지를 축산농가에 공급

#### 3) 농업정책방향 제시

쌀 산업과 축산업이 공존할 수 있는 방법과 남북통일에 대비한 식량생산의 가능성 및 친환경농업에 대한 정책에 활용할 수 있음.

### 3. 기업화 추진방안

벼 생산 관련 영농조합/농협/축협이 대규모로 사료용 벼를 재배, 공급 가능

## <제 6장> 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

- 참고문헌 다수
- 벤틀리리지 조제용 소형 원형베일러 자료

## <제 7장> 참고문헌

1. Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat, MAFF. 1994. Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle.
2. A.O.A.C., 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed). Association of Official Analysis Chemists. Washigton. D.C.
3. Barker, S. B. and W. H. Summerson. 1941. J. Biol. Chem. 138 ~ 535.
4. Duncan, D.B. 1995. Multiple-range and multiple F tests. Biometric. 11:1~42.
5. Erwin, E. S. et al. 1961. J. dairy Sci. 44:1768.
6. Goering. H.K. and P.J. Van Soest. 1979. Forage fiber analysis. Agr. Handbook No.379. ARS, USDA, Washington. D.C.
7. Goto. M, O. Morita, K. Nishiwaki and A. Nakashima. 1991. Feeding value of rice whole crop silage as compared to those of various summer forage crop silages. Anim. Sci. Technol.(Jpn.) 62(1):54-57
8. NRC. 2001, Nutrient Requirements of Dairy Cattle, sixth Revised Edition. National Academy Press Washington. D.C.
9. SAS. 2000. Statistical Analysis System ver., 8.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
10. Wardeh, M. F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. Dissertation. Utah State Univ., Logan.
11. 고영두, 광중현, 문영식. 1987. 호맥의 생육시기별수량과 whole crop silage의 품질에 관한 연구 II. 호맥의 생육시기별 silage 품질. 한초지. 7(9):153-156
12. 권혁도, 성경일, 김병완, 홍석만, 김민기, 최중우, 김아정, 2002. 당밀 및 미강 첨가가 수확시기별 벼사일리지의 사료성분 및 발효품질에 미치는 영향. 2002 한국동물자원과학회 학술발표회 초록집. p.207
13. 권혁도, 홍석만, 성경일, 김병완, 김민기, 최중우, 김아정, 2002. 수확시기별

- 첨 가제 수준에 따른 사료용 벼사일리지의 TDN함량 추정. 2002.한국초지학회 학술발표회 초록집. p.48
14. 김상록 김곤식, 우제훈, 이준우, 성경일. 2004. 연천지역에 있어서 생볏짚 원형 곤포사일리지의 부위별 사료성분 및 발효품질. 한초지 24(3): 253-260
  15. 김병완, 성경일, 홍석만, 권혁도, 김민기, 최종우, 김아정, 김현백, 2002. 유산균 및 개미산 첨가가 수확시기별 벼사일리지의 사료성분 및 발효품질에 미치는 영향. 한국동물자원과학회 학술발표회 초록집. p.206
  16. 김병완, 성경일, 정종원. 2001. 대관령지역의 배추재배 휴경지에서 사초용 유채, 연맥 및 호밀의 춘파시기 결정에 관한 연구. 한국동물자원과학회지. 43(2): 267-276.
  17. 농림부. 2005. 친환경 축산 직불제 운영 방안.
  18. 농촌진흥청. 1999. 조사료. 표준영농교본.
  19. 양세준, 홍하철, 이영태, 이집호, 정오영, 백진수, 김종근, 성경일, 김병완. 2005. 최적 총체 사료벼 품종 선발을 위한 건물수량 및 사료가치 분석. 한국동물자원과학회지. 47(3):355-362.
  20. 이규성, 이영태, 신영섭, 홍하철, 정영평, 이집호, 정오영, 백진수, 김병완. 2004. 총체 사료용 벼 품종 선발. 한국작물학회. 추계학술발표회 요지. pp.332-334.
  21. 축산기술연구소. 2003. 사료용 벼 재배·이용 국제 세미나.
  22. 김정갑. 1999. 조사료 생산·이용 확대 방안 in '99 조사료 생산·이용 확대 추진. 농림부. p.33
  23. 농림부. 2002. <http://www.maf.go.kr>. 농산물생산통계
  24. 성경일, 김병완, 홍석만, 권혁도, 김민기, 최종우, 김아정. 2002. 수확시기가 사료용 벼의 초장, 건물 수량 및 사료성분에 미치는 영향. 2002. 한국동물자원과학회 학술발표회 초록집. p.206
  25. 성경일. 1999. 농산부산물을 활용한 혼합사일리지의 조제 및 활용방안. 강원대학교 농촌사회교육원
  26. 성경일. 1999. 양질의 생볏짚 사일리지 조제에 관한 연구. 축암기계 연구보고서
  27. 성경일. 2002(2월 6일). 벼를 가축사료로 쓰자. 조선일보

28. 성경일. 2004.(10월 8일). 휴경지에 사료요 벼 재배를. 동아일보
29. 성경일, 홍석만, 김병완. 2004. 수확시기가 사료용 벼의 초장, 건물수량 및 사료 성분에 미치는 영향. 한초지 24(1): 53-60
30. 김병완, 김근식, 성경일. 2004. 유산균 및 개미산 첨가가 수확시기별 벼 사일리지의 발효품질 및 사료성분에 미치는 영향. 한초지 24(1): 61-700
31. 최염순, 1998. IMF시대의 축산위기 극복을 위한 조사료 생산대책. 서울우유. pp.32~39
32. 한인규 外. 1982. 한국사료성분표. 한국사료정보센터. p.262
33. 농촌경제연구원. 2005. 농업전망 2005 한국농업의 도전과 비전. 농촌경제연구원
34. 農業技術研究機構 畜産草地研究所. 2001. 現地における飼料イネ(稲発酵粗飼料)の取り組みと研究の進展.
35. 日本草地畜産種字協會. 2003. 稲発酵粗飼料等優良事例集(1)
36. 草地試験場, 會議資料. 2000 「飼料イネ品種開発の現状」 その他. 飼料イネ情報交換會
37. 全農畜産生産部自給飼料課. 2000. 飼料イネ特集. Grass Vol. 13
38. 宮城縣産業經濟部畜産課宮城縣草地協會, 會議資料. 2000. 飼料イネの栽培技術と現地事例. 自給飼料生産 振興研修會資料
39. 群馬縣農政部農業技術課群馬縣農業協同組合連合會中央會. 1999. 飼料イネ栽培技術 等現地檢討會資料
40. 關東地域飼料自給率向上飼料作物増産推進協議會.1999. 轉作飼料作物部會現地檢討會資料
41. 九州農試農業研究センター. 草地試験場. 1999 西日本飼料イネ技術開發研究連絡會資料
42. 草地試験場九州農業試験場. 1999. 自給飼料基盤. 平成11年度現地檢討會
43. 草地試験場農林水産省農産園芸局. 1999. 轉作田における飼料作物栽培と粗飼料生産 技術 専門研修資料
44. 農業研究センター. 1999. ファーミングシステム研究. 水田生産機能の最大活用による持続的作物生産

45. 全農畜産生産部自給飼料課. 1999. 飼料イネ技術の確立と方向. Grass Vol.12
46. 後藤正和. 2004. 水田基盤を活用した地域畜産の技術的展望. Grassland Science 50(5) : 445-452
47. 農業研究センター. 1999. これからの水田農業と日本の米. 総合研究シンポジウム紀要 第2号
48. 佐藤純一. 1999. 飼料イネ技術確立の必要性と今後の方向. 畜産の研究. 第53巻 第1号. 養賢堂
49. 高野信雄. 1984. イネホールクロップサイレージの調製と利用. 福井県農業協同組合 中央会, 1-15
50. 高橋敏能. 1997. 水稻の家畜用飼料としての可能性. 山形大学農学部農場報告第9号
51. 日本草地畜産種子協会. 2001. 稲発酵粗飼料生産給与技術
52. 山本泰也. 2003. 飼料イネ用ロールベールで調製した麦類ホールクロップサイレージの飼料特性および牛における菜食性. 畜産の研究. 第57(8) : 25-30
53. 後藤正和, 山本泰也, 水谷将也. 2001. 飼料イネの調製技術と飼料特性. 畜産の研究 第 55: 242-248
54. 水野隆夫. 2001. 米の生産調整水田における飼料稲の生産振興. 畜産の研究. 第 55: 1-2
55. 細田謙次, 西田武弘, 石田元彦, 松山裕城, 吉田宣夫. 2005. 飼料イネホシアオバロールベールサイレージ給与泌乳牛の採食量,消化率および乳生産.日草誌 51(1):48-54
56. 新出昭呉. 2002. 飼料専用稲の収穫, 調製, 利用技術. in 飼料専用稲による食料自給率向上と資源循環型農業の推進. 18-34. 近畿中国四国農業研究センター
57. 日本草地畜産種子協会. 2004. 稲発酵粗飼料等優良事例集(2).
58. 山本泰也, 水谷将也, 乾清人, 浦川修司, 平岡啓司, 後藤和. 2005. 乳牛におけるイネホールクロップサイレージを用いた混合飼料の飼料特性. 日草誌 51(1) : 40-47
59. 山下太郎(編著). 2005. 目で見える飼料作物のすべて. 酪農総合研究所
60. 全国農業協同組合連合会 畜産生産部 自給飼料課. 2001. Grass. vol. 14



61. 蔡義民. 2003. 飼料イネサイレーヅ調製用 乳酸菌の開発. 畜産の研究. 57(8): 861- 866
62. 浦川修司, 吉村雄志. 2003. 飼料イネ カテシグロールベラの開発. 日本草地學會誌. 49(1): 43-48.
63. 平岡啓司, 小出勇, 吉村雄志, 浦川修司. 2003. 飼料イネベターカロテン含量の低減化. 畜産の研究. 57(9): 972-974.

## 주 의

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