

홀스타인 착유우에 벼사일리지의 급여가 산유성적 및 수익성에 미치는 영향

이 준 우

강원대학교 사료생산공학과 석사과정

I. 서론

2005년 1인당 쌀 소비량은 80kg, 쌀 재고량은 150만t에 이를 것으로 전망하였으며, 쌀 협상 결과 쌀 수입물량이 2014년까지 40만t으로 늘어나고 1인당 쌀 소비량은 67.3kg까지 떨어져 쌀 재고량이 현재의 3배 수준인 276만~315만t까지 늘어날 것으로 추정하고 있다(농업전망, 2005). 농민의 소득손실을 일정 수준 보전해주는 쌀 소득 보전직불제도 등과 같은 논농업 직불제를 확대하여도 농가의 쌀 소득이 상당 부분 감소될 것으로 예상된다. 이에 따라 정부는 2003년부터 논에 벼 및 다른 상업적 작물을 재배하지 않을 경우 ha당 300만원 지급하는 쌀생산조정제를 실시하여 벼의 재배면적을 줄여 쌀의 생산량을 조절하고 있다. 벼의 재배면적의 감소는 장기적으로 남북통일에 대비, 식량공급기지라는 특수성을 고려할 때 식량안보를 위한 자급기반 감소로 이어질 위험이 있다. 벼 생산은 환경보전기능, 경관유지 기능 및 생물다양성의 유지기능 등 다면적, 공익적인 기능(환경보전 기능)을 지닌다(전국농민회총연맹, 2004). 이러한 이유로 논은 논으로의 형태로 유지되어야 하는 것이 바람직 할 것으로 생각되어 진다.

한편 축산업은 구제역, 광우병 및 환경호르몬 등의 영향으로 안전한 축산물 생산에 대한 관심이 높은 가운데, 안전한 축산물생산에 가장 필수적이고 핵심요소는 자급조사료의 생산이라고 할 수 있다. 그러나 사료자급율이 4%전후(정, 2001) 아주 낮아 불안한 조사료의 공급체계를 갖고 있다. 여기에 사료수입으로 인한 환경문제는 더욱 심각해졌으며, 여기에 구제역과 환경호르몬 파동으로 수입조사료에 대한

불안감이 가세하고 있다. 특히 우리와 가까운 일본은 자급조사료의 생산은 자급율 향상은 물론 안전한 축산물생산에 직결된다는 의미에서 광우병 발생으로 수입사료에 대한 근본적인 재검토를 통하여 자급 조사료생산에 전력투구하고 있다. 기존의 소규모 축산에서 양질조사료를 생산하기에는 인력 및 기계장비 등이 부족하여 조사료 생산을 기피하여, 조사료 생산기반이 취약하여 양질 조사료를 급여가 낮은 수준이다. 이는 앞으로도 자급조사료 생산 기반 확충이 어려울 경우, 그 수요는 급증할 것으로 예상되고 있어, 축산기반 전체가 위급한 상태가 초래될 우려도 충분히 있는 실정에 있다(이, 2004).

그렇다면 논외의 형태를 유지하면서 공익적 기능도 달성하고 농민과 목민(牧民)에게는 안정적인 수익 보장과 심리적 충격을 완화시킬 수 있는 대안이 무엇이 있을까? 그것은 휴경논에 식용 벼를 심어 가축의 조사료로 이용하는 것이다. 논에 벼를 식용이 아닌 가축의 사료로 재배하는 것은 다른 어떤 작물보다 우리나라의 기후풍토에 적합하기 때문이다. 성 등(2004)은 이미 논외의 특성상 논에 벼 이외에 타 작물 재배가 기술적으로 상당히 어려워 휴경논에는 벼를 재배하는 것이 최선이라고 지적한바 있다. 또한 논을 휴경할 경우 2,3년 못가서 잡초밭이 되고 황무지화 된다는 측면에서 휴경논의 방치는 전혀 바람직하지 않으며 이미 그러한 논외의 황무지화 현상은 나타나고 있다. 따라서 정부는 휴경논에 벼 재배를 금지시킬 것이 아니라 오히려 권장을 해야 한다. 벼를 재배하되 쌀로 전환되기 이전의 시기에 벼 전체(날알, 줄기, 잎 포함)를 수확하여 가축의 사료로 조제할 경우에도 보조금을 지급하도록 하면 된다. 여기에서 벼 재배 농가는 벼를 사료로 조제, 축산농가에 적정가격으로 판매한다면 추가적인 수익을 얻을 수 있으므로 안정적인 수익을 보장 받을 수 있을 것이다. 심리적으로는 기존의 벼 재배기술과 농기계 등을 그대로 활용하여 종전대로 벼를 재배할 수 있으므로 농민들의 정신적 충격을 상당히 경감시킬 수 있을 것이다. 벼를 사료로 이용한다는 것은 쌀 문제만큼이나 어려움을 겪고 있는 축산농가에게도 엄청난 이익을 가져다 줄 수 있다. 우리나라 축산업은 구제역, 광우병, 소 값 파동, 우유 값 파동 등으로 정부는 물론 축산업계 전체가 구조적인 어려움에 처해 있다. 주된 원인은 사료의 대부분을 수입에 의존함으로써 발생하는 사료 값 인상에 기인하고 있다. 그런데 벼를 사료화하여 축산농가에게 공급할 경우 2003년 실행된 쌀생산조정제 면적 27,500ha에서 벼사료를 33~41만톤 정도 생산할 수 있으며, 이것은 매년 수입하는 조사료량 60만톤의 50%이상을 국내산 자급조사료로 그것

도 저렴한 가격으로 대체할 수 있는 양이다. 만약 벼재배 축소 예정면적 12만ha로부터 벼 사료가 생산된다면 수입조사료의 100% 대체는 물론 수입농후사료의 대체효과도 상당할 것으로 예상된다. 그러므로 자급조사료로서 벼의 이용은 축산업에서 가장 큰 문제인 사료부족을 해결할 수 있으며 안전한 축산물 생산에 크게 기여하게 된다. 그렇기 위해서는 벼를 가축의 사료 이용하는 것이 쌀산업과 축산업의 상호공존 전략이라 생각되어 진다. 그러나 우리나라는 논에서의 벼 사료화 기술에 대한 기술이 전무한 실정이기 때문에 이러한 연구가 절실히 필요하다.

우리나라의 경우 사료용 벼에 대한 연구는 성 등(2002)이 처음 시작하였으며, 성 등(2002, 2003, 2004, 2005)은 사료용 벼의 수확적기 규명, 양질의 벼사일리지 조제를 위한 첨가제의 첨가수준, 면양에 의한 영양소소화율 등 원형곤포 벼사일리지(이하 벼사일리지)에 대한 기초 연구를 수행하였다. 그러나 국내에서는 짓소를 이용한 벼사일리지의 급여효과에 대한 연구가 전무하며, 또한 경작논을 휴경논으로 대체하여 벼 사일리지를 생산, 판매 및 이용시의 경제성(수익성)에 대한 자료도 없는 실정이다. 따라서, 본 연구는 홀스타인 착유우에 벼사일리지를 대체 급여하였을 때의 가축생산성과 이에 따른 수익성에 대하여 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1) 실험기간 및 장소

강원도 철원군 김화읍 청양 4리 소재 D목장에서 2005년 4월 27일부터 5월22일까지 실시하였다.

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 6개월 동안 저장), 첨가제를 처리하지 않고 원형곤포로 조제하였다(사진 1, 2, 3 및 4). 본 실험에 이용된 벼사일리지를 성 등(2002)이 제시한 수확적기(9월17일 전후, 황숙기)보다 30여일 늦게 수확하여 조제 되었다.



사진 1. 베일러로 벼를 곤포



사진 2. 랩핑기로 랩핑하는 모습



사진 3. 수확시 사료용 벼 손실부분



사진 4. 완성된 벼 사일리지

3) 실험 설계

실험은 대조구와 처리구로 나누어 실시하였다. 대조구는 기존 목장에서 농가관행으로 사료를 급여하는 방식이며, 처리구는 대조구의 조사료와 TMR사료의 일부분을 벼사일리지로 대체 급여하는 방식이었다. 사료급여량(DM기준)은 다음과 같다.

- o 대조구 : TMR(13kg) + 농후사료(6.8kg) + 오차드그라스 건초 및 버뮤다그라스 건초(자유채식)
- o 처리구 : TMR(9.6kg) + 농후사료(6.8kg) + 벼사일리지 (자유채식)

즉, 처리구는 대조구보다 TMR사료를 3.4kg 줄였으며, 처리구는 오차드그라스 건초와 버뮤다그라스 건초 대신 벼 사일리지로 대체 급여하였다. 이에 따라 대조구에 대한 처리구의 TMR사료+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(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

벼사일리지의 총량을 실험기간으로 나누어 평균을 조사, 섭취량을 계산하였다 (사진 5 및 6).

(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 전 처리를 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) 수익성

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.

(6) 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 5. 벼사일리지 샘플 채취



사진 6. 벼사일리지 섭취 모습

III. 결과 및 고찰

1. 결과

1) 공시사료의 사료성분

TMR 사료는 CP함량이 16.0%, TDN함량이 67%정도였으며, 농후사료 1은 CP함량 20.1%, TDN함량 73.7%의 것이었다(표 1). 오차드그라스 건초와 벼류다그라스 건초는 CP함량이 각각 11.3 및 8.4%, NDF함량이 각각 52.9 및 52.6%였다. 벼사일리지는 CP함량이 4.6%, NDF함량이 45.8%로 CP함량은 성 등(2004)과 김 등(2004)의 수확적기와 본 연구의 대체 조사료인 오차드그라스나 벼류다그라스 건초보다 낮은 것이었다. 이것은 벼의 수확시기가 성 등(2004)의 보고보다 30일정도 늦게 수확한 것에 기인하고 있다. 한편 벼사일리지의 TDN함량은 56.2%로 오차드그라스나 벼류다그라스 건초와 비슷한 것이었다. 벼 사일리지의 pH 4.65, 유산함량은 0.34%(신선물 기준)였으며 발효품질은 아주 양호한 것이었다.

표 1. 시험사료의 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

2) 사료섭취량

① 건물 섭취량

비유기별 사료섭취량은 비유초기, 중기 및 후기에서 각각 대조구가 처리구보다 유의적으로 높게 나타났다(그림 1; P<0.05). 젖소에서 사료건물섭취량은 사료에 함유되어 있는 섬유질량에 반비례하며, 섬유질의 소화속도가 크게 관여한다(Allen, 2000). 본 실험에서 처리구의 사료섭취량이 낮은 이유는 사료중의 섬유함량이 관여하고 있는 것으로 추론 가능하지만(표 1), 벼사일리지의 섬유질이 티모시나 버뮤다그라스 건조초보다 리그닌이나 규산에 단단히 덮여있어 높은 조강성(粗剛性)을 갖고 있기 때문에 사료된다(細田 등, 2005). 따라서 벼사일리지의 소화속도가 늦어 사료섭취량의 저하가 일어난 것으로 사료된다. 또한, 2종류 또는 그 이상의 종류의 사료를 조합하여 급여하는 경우 젖소의 식욕을 향상시켜 건물섭취량이 증가된다(Baxter 등, 1980)고 하고 있어, 본 연구에서 대조구의 건물섭취량이 처리구보다 높은 것은 급여조사료의 종류가 처리구보다 많은 것에 기인하고 있을 것이라는 추측도 가능하다.

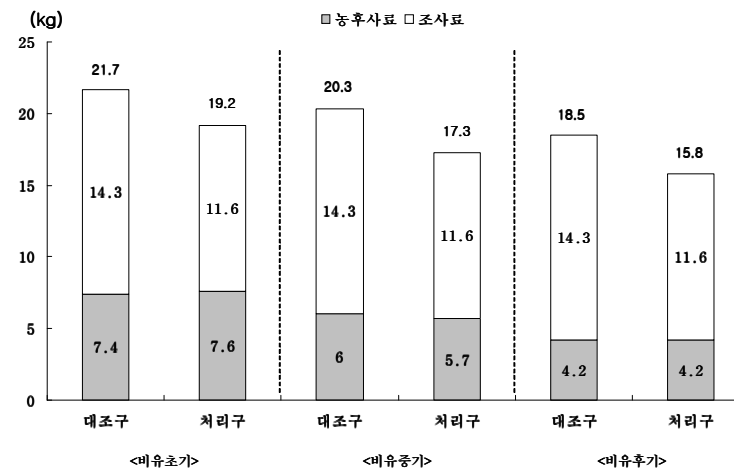


그림 1. 비유기별 사료섭취량

② CP 섭취량

비유초기, 중기 및 후기의 대조구 CP섭취량은 각각 3.8, 3.5 및 3.2kg이었고, 처리구는 각각 3.1, 2.8 및 2.4kg으로 처리구에서 적게 섭취한 것으로 나타났다(그림 2; P<0.05). 이는 대조구에 비해 처리구가 TMR사료 건물섭취량이 3.4kg 적게 섭취하였고, 본 실험에서 이용된 벼사일리지의 CP함량이 성 등(2004)이 제시한 CP 함량보다 낮아, 대조구의 조사료원으로 대체 시 CP섭취량이 적었기 때문인 것으로 사료 된다. 그러나 각 유기별 CP 섭취량을 NRC 사양표준(1988)과 비교 시 대조구 및 처리구 모두 섭취요구량을 충족하고 있었다. 따라서 처리구는 물론 특히 대조구의 경우 CP의 섭취량이 사양표준보다 요구량 이상으로 높게 나타나 사료급여 설계시 세심한 주의가 요구된다.

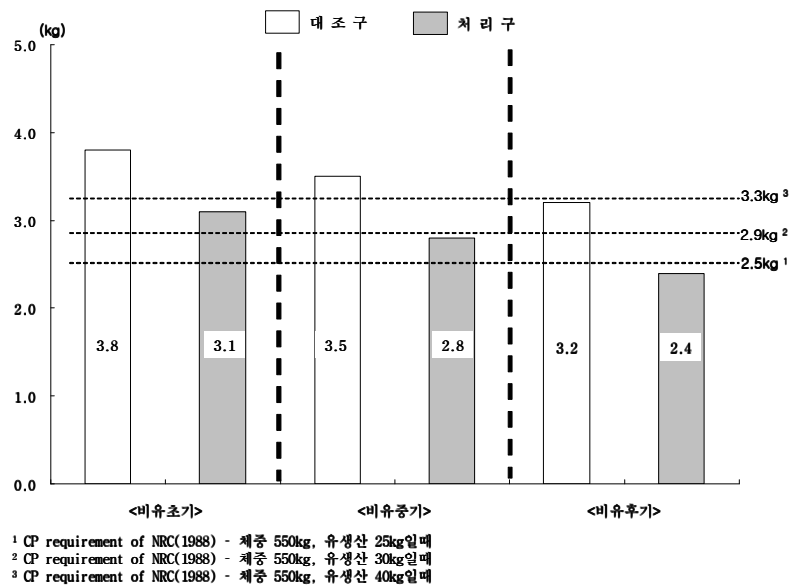


그림 2. 비유기별 CP 섭취량

③ TDN 섭취량

비유초기, 중기 및 후기의 대조구 TDN섭취량은 각각 14.9, 14.0 및 12.7kg이었 고, 처리구는 각각 13.3, 11.7 및 10.5kg으로 처리구에서 적게 섭취한 것으로 나타 났다(그림 3; P<0.05). 그러나 각 유기별 TDN 섭취량을 NRC 사양표준(1988)과 비교 시 대조구 및 처리구 모두 영양소요구량을 충족하고 있었다. CP섭취량에서와 같이 TDN섭취량도 처리구 및 대조구 모두에서 사양표준의 영양소요구량보다 필요 이상으 로 높게 나타나 사료급여 설계 시 주의가 요구된다.

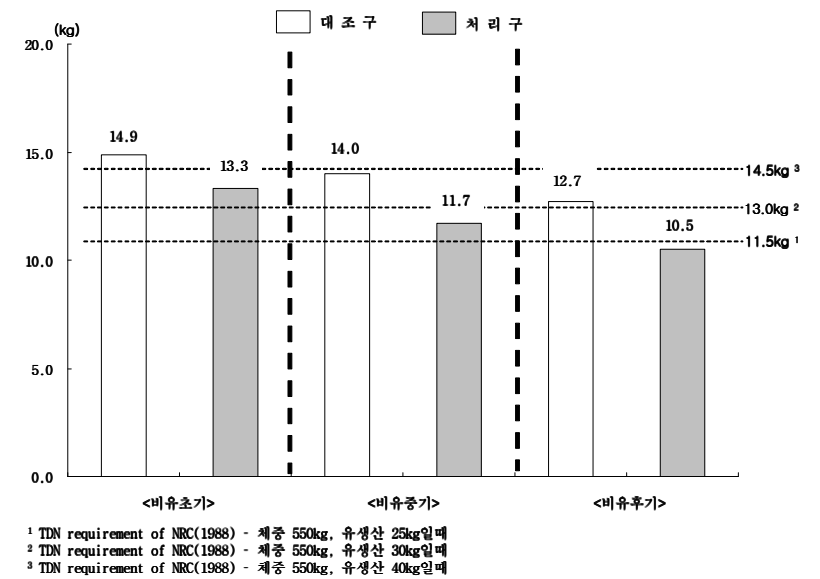


그림 3. 비유기별 TDN 섭취량

3) 산유량

실험 기간 중 유량은 비유전기에서 대조구와 처리구가 각각 33.0 및 33.6kg으로 처리 간에 유의적 차이가 없었으며(그림 4), 비유중기 및 후기에서도 대조구와 처 리구가 각각 27.6 및 26.1kg과 20.1 및 19.3kg으로 처리구에서 낮은 경향을 보였으 나 처리간에 유의적 차이는 없었다(P>0.05). 이것은 대조구와 처리구 모두 CP 및 TDN요구율을 충족하고 있으며, 대조구보다 처리구에서 요구율이 다소 낮았던 것(그 림 2 및 3)과 같은 경향을 보인 것이 영향을 주었을 가능성이 있다. 이러한 것은 山本 등(2005)이 수단그라스 건조와 벼사일리지를 각각 20%정도 혼합 급여한 비교 시험 결과에서도 동일한 경향을 나타내고 있다. 대조구와 처리구간에 유량에 차이 없었던 것을 고려한다면 건물 중에 27% 정도의 급여비율로 벼사일리지를 급여하여 도 유량에 문제는 없는 것으로 사료된다.

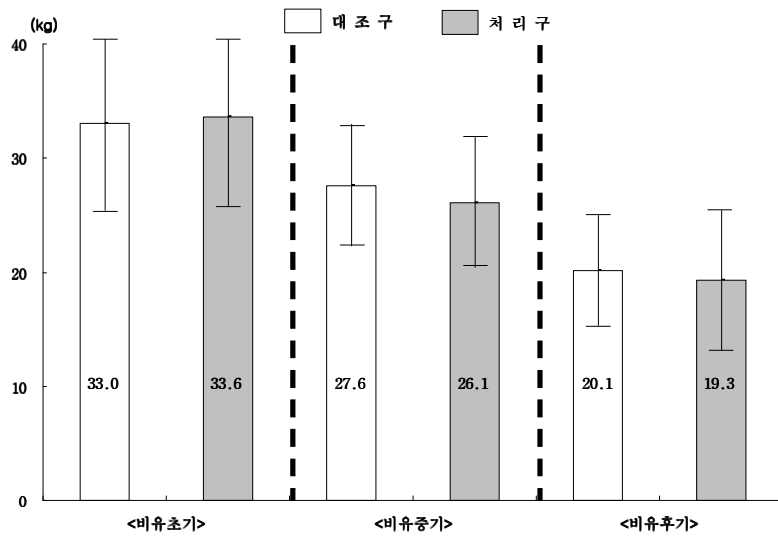


그림 4. 비유기별 산유량

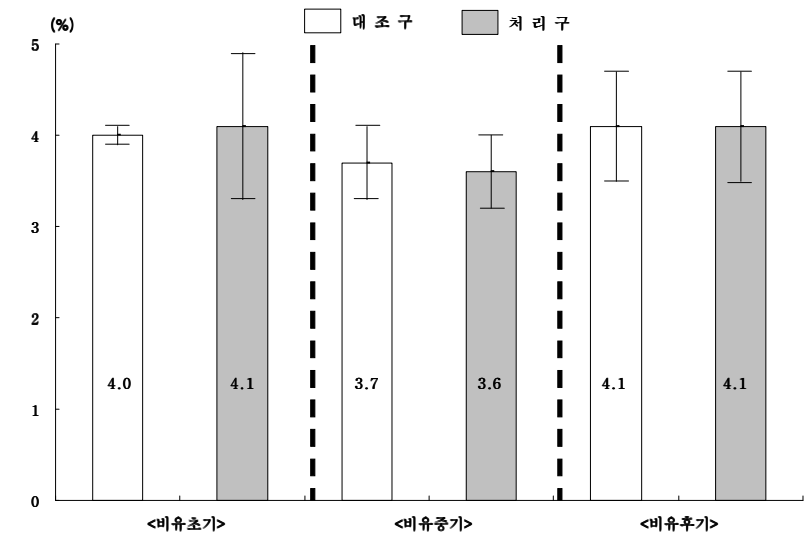


그림 5. 비유기별 유지율

4. 유성분

비유기별 유지율은 비유초기의 경우 처리구에서 높은 경향을 보이고 있으며, 비유중기와 후기에서는 낮은 경향을 보였으나 가 비유기 모두 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 비유초기의 유지율은 경우, 개화중기에서 후기의 수입 티모시 건조와 벼사일리지를 각각 40% 정도 급여할 때 유지율이 거의 같거나 높다는 보고와 일치하고 있다(石田, 2001). 일반적으로 유지율의 유지는 제1위의 발효가 pH 6.0-6.5전 후에서 안정적인 초산발효에 기인하며, 초산과 낙산의 생성량이 높은 것에 기인한다. 따라서 본 연구의 경우 벼사일리지는 높은 조강성의 섬유질을 함유하고 있어 안정적인 초산발효를 유지하는 능력을 갖고 있는 것으로 여겨진다(細田 등, 2005). 비유기별 유단백질 및 총고형분은 각 비유기 공히 대조구에 비해 처리구에서 낮은 경향을 보였으나 유의적인 차이가 없었다(그림 5, 6 및 7). 이것은 山本 등(2005)이 수단그라스 건조와 벼사일리지를 각각 20%정도 혼합급여한 비교시험의 결과에서도 유성분 함량에 차이가 없었다는 것과 유사한 경향이였다. 따라서 대조구와 처리구간에 유성분에 차이 없었던 것으로부터 건물 중에 27% 정도의 급여비율로 벼사일리지를 급여하여도 유성분에 문제는 없는 것으로 사료된다.

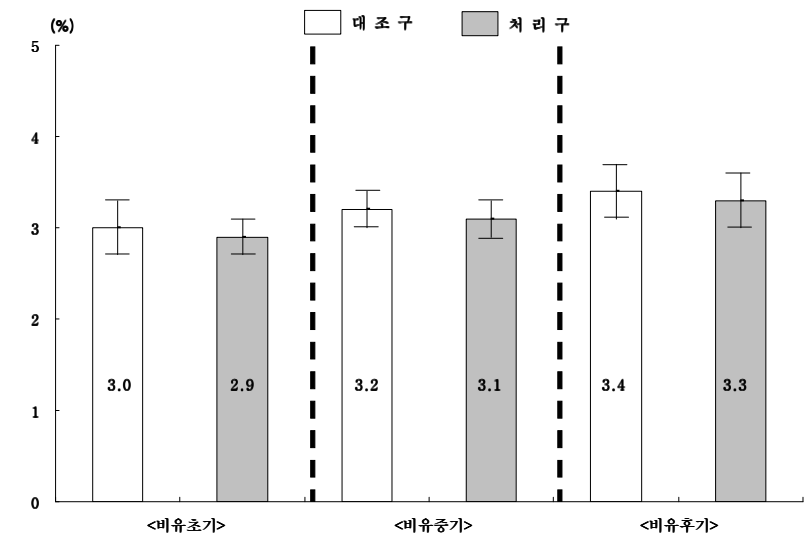


그림 6. 비유기별 유단백질

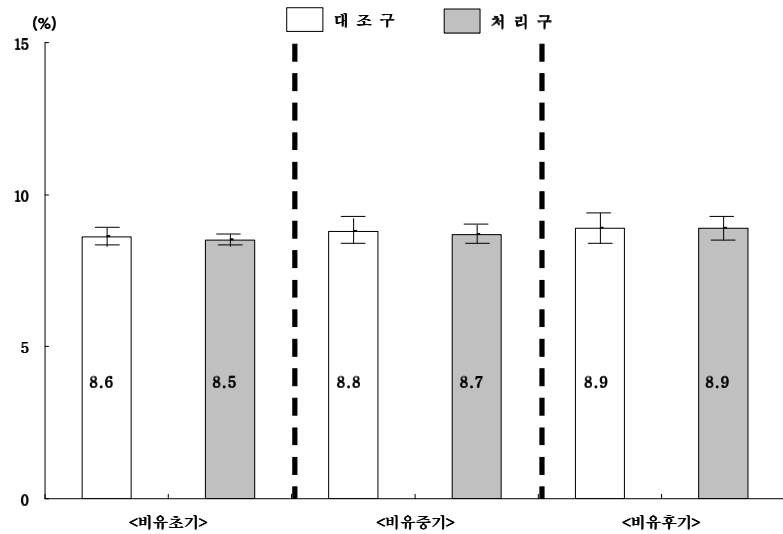


그림 7. 비유기별 총고형율

5. 경제성 비교

실험 기간동안 두당 유대비는 대조구와 처리구가 각각 19,860원 및 19,412원 이었으며 두당 사료비는 대조구가 7,445원, 처리구가 6,685~6,991원으로 조사되었다(표 3). 이는 기본 사료비 5,590원(농후사료+TMR사료)에 벼사일리지의 추정 생산단가를 더한 값이다. 경종농가가 논에서 쌀을 생산하여 판매 시 수익은 1 ha당 500~600만원(구두조사 자료) 정도이며, 현재 정부에서 휴경 논으로 전환 시 농가에 지급되는 보조금이 1ha당 300만원인 점을 감안한다면, 벼 재배 농가에서 벼를 사료로 이용 시 수익을 볼 수 있는 금액은 200~300만원으로 추정된다(이 등, 2005). 이에 본 실험에서 조사한 벼의 원물 생산량이 각각 42.4 ton 점을 감안하여, 벼사일리지의 생산단가를 추정하면, 원물기준 kg당 47.2~75원 으로 추정할 수 있다(구 등, 2004). 그러나 이것은 200~300만원의 수익 금액을 정하여 추정한 생산단가이므로, 생산자(벼재배농가)의 수익금액의 기준에 따라 달라질 수 있다. 소비자(축산농가)의 입장에서 보면, 기존 사료의 대체급여효과에 적절한 벼사일리지의 생산 단가는 최고 kg당 320원으로 추정할 수 있다(표 4). 본 실험에서 이러한 벼사일리지 추

정 생산단가를 사료비에 합하여 조수입 및 유사비를 살펴보면 대조구가 각각 대조구가 12,416원/두 및 37.5%로 나타났고, 처리구는 벼사일리지 추정 생산단가를 손익분기점인 320원으로 했을 경우 각각 12,421원/두 및 35.6%로 나타났다. 그러나 벼사일리지의 추정 생산단가를 320원 이하로 할 경우 조수입 및 유사비는 향상될 수 있으므로 적절한 유통단가를 결정해야 할 것으로 사료된다. 또한 앞으로 생산자와 소비자가 수급할 수 있는 유통단가에 대해 구체적인 조사가 필요하다.

표 3. 벼사일리지 급여에 따른 경제성 비교

	대조구	처리구
두당 유대비 (원/일)	19,852	19,409
두당 사료비 (원/일)	7,445	6,685 ~ 6,991
조수입 (원)	12,407	13,612 ~ 13,509
유사비 (%)	37.5	29.9 ~ 30.4

표 4. 벼사일리지의 추정단가에 따른 경제성 분석

	추정 벼사일리지 생산단가(원)	사료비(원)		유대비(원)		조수익(원)	
		대조구	처리구	대조구	처리구	대조구	처리구
생산자	47.2	5,796				13,613	
	59.0	5,848				13,561	
	70.8	5,900				13,509	
	100	6,028				13,381	
	150	7,445	6,247	19,852	19,409	12,407	13,162
소비자	200	6,466				12,943	
	250	6,685				12,724	
	300	6,904				12,505	
	320	6,992				12,417	

IV. 결 론

본 실험의 결과를 종합하면 농가에서 이용하고 있는 조사료원의 일부를 사료용 벼사일리지로 대체 급여(TMR+조사료 대체비율: DM 기준 27.3%) 하여도 유량 및 유성분에 있어서 차이가 없고 처리구내에서 조수입이 높아 수익성이 있을 것으로 사료된다. 따라서 벼를 사일리지로 조제하여 반추 가족의 조사료 원으로 활용이 가능하다고 사료되며 사료의 자급율을 향상시킬 수 있는 유효한 수단이므로 추후 늘어나는 휴경 논을 이용하여 벼를 사료로서 이용하는 방안이 정책적으로 검토되어야 할 것이다. 그러나 수익성 분석에 있어서 벼사일리지의 생산 단가가 추정치임을 감안 한다면 앞으로 벼사일리지의 유통단가에 대해 보다 정확하고 구체적인 조사가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 참고문헌

1. A.O.A.C., 1991. Official Methods of Analysis (15th Ed). Association of Official Analysis Chemists. Washigton. D.C.
2. Baxter, H. D., M.J. Montgomery and J. R. Owen. 1980. Digestibility and feeding value of corn silage fed with boot stage wheat silage and alfalfa silage. J. Dairy Sci. 63:255-261
3. Duncan,D.B. 1995. Multiple-range and multiple F tests. Biometric. 11:1-42.
4. 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
5. NRC. 1988, Nutrient Requirements of Dairy Cattle, sixth Revised Edition. National Academy Press Washington. D.C.
6. SAS. 2000. Statistical Analysis System ver., 8.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
7. 구승경, 한충환, 홍광현. 2004. 홀스타인 착유우에 벼 사일리지의 급여가 산유성적에 미치는 영향. 강원대학교 사료생산공학과 학사학위논문.
8. 권혁도, 성경일, 김병완, 홍석만, 김민기, 최종우, 김아정, 2002. 당밀 및 미강 첨가가 수확시기별 벼사일리지의 사료성분 및 발효품질에 미치는 영향. 2002 한국동물자원과학회 학술발표회 초록집. p.207
9. 권혁도, 홍석만, 성경일, 김병완, 김민기, 최종우, 김아정, 2002. 수확시기

별 첨가제 수준에 따른 사료용 벼사일리지의 TDN함량 추정. 2002. 한국초지학회 학술발표회 초록집. p.48

10. 김병완, 성경일, 홍석만, 권혁도, 김민기, 최중우, 김아정, 김현백, 2002. 유산균 및 개미산 첨가가 수확시기별 벼사일리지의 사료성분 및 발효품질에 미치는 영향. 한국동물자원과학회 학술발표회 초록집. p.206

11. 김병완, 김곤식, 성경일. 2004. 유산균 및 개미산 첨가가 수확시기별 벼 사일리지의 발효품질 및 사료성분에 미치는 영향. 한초지 24(1): 61-700

12. 농촌경제연구원. 2005. 농업전망 2005 한국농업의 도전과 비전. 농촌경제연구원

13. 성경일, 김병완, 홍석만, 권혁도, 김민기, 최중우, 김아정. 2002. 수확시기가 사료용 벼의 초장, 건물 수량 및 사료성분에 미치는 영향. 2002. 한국동물자원과학회 학술발표회 초록집. p.206

14. 성경일. 1999. 농산부산물물을 활용한 혼합사일리지의 조제 및 활용방안. 강원대학교 농촌사회교육원

15. 성경일. 1999. 양질의 생벼질 사일리지 조제에 관한 연구. 죽암기계 연구보고서

16. 성경일. 2002(2월 6일). 벼를 가축사료로 쓰자. 조선일보

17. 성경일. 2004.(10월 8일). 휴경지에 사료용 벼 재배를. 동아일보

18. 성경일, 홍석만, 김병완. 2004. 수확시기가 사료용 벼의 초장, 건물수량 및 사료 성분에 미치는 영향. 한초지 24(1): 53-60

19. 이규성, 이영태, 신영섭, 홍하철, 정영평, 이점호, 정오영, 백진수, 김병완. 2004. 총체 사료용 벼 품종 선발. 한국작물학회. 추계학술발표회 요지. pp.332-334.

20. 이준우, 김곤식, 성경일. 홀스타인 착유우에 Whole Crop Rice Silage의 급여가 생산성 및 경제성에 미치는 영향. 2005 한국동물자원과학회 학술발표회 Proceedings vol. II (p102)

21. 전국농민회총연맹. 2004. 쌀백서.

22. 細田謙次, 西田武弘, 石田元彦, 松山裕城, 吉田宣夫. 2005. 飼料イネホシオパロールペ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

23. 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

24. 石田. 2001. 乳牛用飼料に適したクサホナミの稲発酵粗飼料. 畜産草地研究所.