

# 청예사료작물과 볏짚 위주의 완전배합발효사료 급여가 Holstein 착유우의 생산성에 미치는 영향

이현준\*,김현섭\*,기광석\*,정하연\*,백광수\*,김준식\*,조광근\*\*,조재순\*\*\*,이흥구\*\*\*.

우정희\*\*\*\*,최윤재\*\*\*

축산기술연구소\*, 진주산업대학교\*\*, 서울대학교 농생명공학부\*\*\*,

미국 메릴랜드주 국립보건원 분자생물학연구소\*\*\*\*

## Effects of Total Mixed Fermentation Feeds Based on Rice-straw and Six Forage Crops on the Productivity of Holstein Cows

H. J. Lee\*, H. S. Kim\*, K. S. Ki\*, H. Y. Jeong\*, K. S. Baek\*, J. S. Kim\*, K. K. Cho\*\*,  
J. S. Cho\*\*\*, H. G. Lee\*\*\*, J. H. Woo\*\*\*\* and Y. J. Choi\*\*\*

National Livestock Research Institute\*, Jinju National University\*\*, School of Agricultural  
Biotechnology, Seoul National University\*\*\*, Section on Biophysical Chemistry, Laboratory of  
Molecular Biology, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland 20892, USA\*\*\*\*

### ABSTRACT

This experiment was carried out to evaluate the value of total mixed fermentation feeds(TMFF) as completely mixed ration and to observe the effect of various kinds of TMFF on the palatability, feed intake, and milk performance in Holstein cows. The dry matter (DM) content of TMFF used in the experiment was 23.98~28.42% range, and CP, TDN, ADF and NDF were 16.2~19.2%, 58.3~65.1%, 34.4~39.6% and 46.9~49.9% levels, respectively. The relative feed value (RFV) in rape-, alfalfa-, grass-, oat-, corn-TMFF groups were 138.6, 133.9, 116.5, 111.8, 111.4 and 108.1, respectively. Among these groups, RFV of rye-TMFF group was lowest. Dry matter disappearance(DMD) showed 0.8~1.9% to the all kinds of TMFF groups. The pH was 3.89~4.87 and NH<sub>3</sub>-N concentration was 6.93~8.66 mg/dl. The acetic acid concentration in the raw material of TMFF showed low level of 0.19~0.57%, lactic acid showed high level of 1.17~3.21% and butyric acid was very high as 0.03~0.32%. Therefore, these results provide evidence that the quality of TMFF was not so bad. In the daily fresh matter intake on the alfalfa-, grass-, rape-, corn-, oats- and rye-TMFF were showed 62.85, 60.48, 58.04, 57.11, 54.61 and 45.74 kg respectively. All TMFF showed high palatability as daily dry matter intake of 1.95 to 2.90% by body weight of experimental cows. Body condition score(BCS) was gradually increased in during 60 days of the experiment term. Average daily gain(ADG) showed about

---

본 논문은 농림부에서 시행한 1994년도 농림기술개발사업 (현장애로과제)에 의한 연구 결과입니다.  
Corresponding author : H. J. Lee, National Livestock Research Institute, R. D. A, 330-801, Korea E-mail :  
dadim922@rda.go.kr Tel : 041-580-3450 Fax : 041-580-3385

26.7g. In alfalfa-TMFF group, the ADG was higher than in the other groups ( $p < 0.05$ ). Also, the BCS was observed in grass-TMFF group (3.07 to 3.34) and rye-TMFF group was decreased in 3.34 ( $p < 0.05$ ). The milk yield appropriately showed a range of 16.16~18.95 kg in all groups. In these groups, alfalfa-TMFF group was highest ( $P < 0.05$ ). Average milk fat contents showed high level of 4.06~4.79% and the level was high in order of rape-, grass-, corn-, alfalfa-, rye- and forage-TMFF. Milk protein was highest in forage-TMFF and level of lactose in milk was approximately 4.5% in all overall groups. Solid non fat(SNF) and total solid(TS) contents were 8.75% and 12.8%, respectively. However, milk composition was not significantly affected by TMFF.

**Keywords :** TMFF, BCS, ADG, Daily milk yield, Milk composition, Palatability

## I. 서 론

볏짚은 조사료생산기반이 절대적으로 부족한 우리나라의 대표적인 고간류이지만 기호성과 소화율이 낮다는 문제점이 있어 이에 많은 연구자들이 암모니아처리 등의 화학적 처리기술을 보급하여 볏짚의 이용성 증진에 많은 기여를 했지만(신과 박, 1980; 김 등, 1989; 문 등, 1990; 하 등, 1993; 문, 1994) 최근 들어 수입조사료에 밀려 외면되고 있다. 한편, 볏짚의 이용성 증진을 위한 또 다른 방법으로서 볏짚의 사일리지화에 대한 연구가 이루어졌으며, 이러한 방법에는 가성소다처리 볏짚의 사일리지화, 생볏짚과 옥수수의 사일리지화, 볏짚과 청예호맥의 사일리지화, 볏짚과 서류 및 채소류의 사일리지화, 볏짚과 당밀 및 유산균첨가 사일리지화가 포함되며, 이들 방법으로 건물 및 유기영양소의 소화율이 20~30% 정도 증진된다고 보고하였다(고와 송, 1977; 이 등, 1977; 강 등, 1980). 그러나 이러한 볏짚 사일리지화 방법은 또 하나의 사일리지 제조기법으로서의 가치가 인정되고 볏짚 이용성 확대에 대한 가능성을 열어 주었지만 사료로서의 영양 수준은 매우 낮아 젖소의 생명활동에 필요한 영양소 공급을 단일화하고자 하는 완전사료 공급체계와는 다소 거리가 있는 것이다.

또한, 1986년 McCullough은 자유채식 조건에서 단일사료원으로서 사일리지를 이용하는 최적 사일리지 사료 프로그램을 개발하였는데, 이를 TMR 사일리지, 완전배합 사일리지 또는 All-in One 사일리지라고 하였다. 완전배합사료의 사일리지 제조원리는 사료작물 청초와 사과박 등 농산가공부산물들이 함유한 다량의 수분

이 사일리지 제조과정 중 진압과 침출에 의해 저수분재료인 볏짚과 단미사료들로 전이되어 재료간 수분의 평형을 이루게되고 사일리지 발효과정에서 수분흡수와 발효균의 활동에 의해 반추위 미생물이 직접 이용하기 어려운 고간류 등 농산부산물들의 세포벽물질이 연화 또는 파괴됨으로써 반추 미생물의 이용을 증진시키게 되는 것이다. 이전의 볏짚에 대한 화학적 처리와는 다른 물리적·생물학적 처리 기술인 것이다.

한편, 어떠한 단일사료나 혼합사료가 가축에게 급여되기 전에 먼저 정확한 영양성분의 분석을 통한 영양평가와 급여 대상 가축에 대한 기호성 평가가 매우 중요하다. 특히, 대량급여 사료인 사일리지, total mixed ration(TMR) 등의 사료가치평가에서 함유된 영양성분이상으로 중요한 것이 기호성이 될 것이다. 기호성은 급여 대상 가축별, 성장단계별, 생리적 단계별 일일 최대 섭취량으로 나타내어져야 할 것이다. 어떤 사료자원에 대한 가축의 일일 최대섭취량을 안다는 것은 그 사료자원의 생산 또는 확보된 양과 계획적인 급여기간을 설정하게 한다. 그리고 최대 섭취량을 초과하지 않는 양의 급여와 고 생산기에 있는 젖소의 부족한 영양소 요구량을 보충하기 위한 농후사료의 추가공급량을 결정하게 하는 요소이며 또한 가축의 과학적인 영양관리를 위한 가장 중요한 요소임에도 아직도 이러한 완전사료 혹은 단일사료에 대한 젖소의 최대섭취량을 조사하여 공급량을 결정하고 사양의 지침을 제공하는 연구는 이루어진 바가 없다.

그래서 본 연구는 볏짚과 고수분 사료자원인 청초를 주 원료로 하여 젖소용 완전사료 또는 단일기초사료를 목적으로 적절한 곡류와 배합

한 뒤 사일로에 저장하여 제조한 완전배합발효 사료(total mixed fermentation feeds; TMFF)에 대하여 젖소 착유우에 대한 완전사료로서의 가치를 비교 평가하고 일일공급량을 결정하기 위한 기초자료를 얻고자 일련의 젖소 사양실험을 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험사료의 제조

TMFF의 제조는 6종(혼합목초, 알팔파, 옥수수, 호맥, 연맥, 유채)의 고수분원료로서의 사료 작물을 초종별로 청초를 수확하고, 옥수수, 콩, 밀기울 및 볏짚을 표 1에서 보는 바와 같이 배합하였다. 원료사료의 전처리는 볏짚은 3~5cm 단위로 볏짚 절단기로 절단한 후 이물질 제거와 TMFF의 배합촉진과 수분조절을 위하여 15 분간 수침 세척한 후 제조에 사용하였으며, 원

료 곡류인 대두(콩)와 옥수수는 무가공된 알곡을 구입하지 못하여 대두박, 파쇄 옥수수로 각각 대체하였으며, 젖소 사양시험용 TMFF 제조 시 콩은 대두박과 지방사료(Alifat)를 75.73% 및 24.27%씩 각각 대치하여 제조하였다.

모두 6종의 사료작물들을 수확하여 40ton 규모(44m<sup>2</sup>)의 지하식방카 사일로에 각각 배합하고 인력과 스키드로다를 이용하여 충분히 진압하여 최대한량을 용기에 충전하였다. 그 후 비닐과 보온덮개를 각각 이중으로 덮고 상층부에 30 kg들이 석분포대 등을 15개씩 올려 진압하였다.

그리고 모든 TMFF들은 제조 후 60일 이상 경과한 후 사양시험 개시 하루 전에 동시에 개봉하여 품질평가 및 사양시험에 공시하였다.

### 2. 시험동물

표 2와 같이 홀스타인 착유우 42두를 사료작

Table 1. Ingredient compositions of TMFFs(%)

TMFFs	Feedstuffs						Total
	Soybean	Corn	Wheat bran	Rice straw	Fresh forage		
Corn	2.63	4.42	3.50	26.55	62.90	100	
Grass	2.00	5.00	8.31	23.31	61.38	100	
Rye	1.67	4.17	3.33	45.83	45.00	100	
Rape	1.49	4.51	3.01	45.68	45.31	100	
Alfalfa	0.21	9.23	0.22	27.85	62.49	100	
Oat	1.69	4.56	3.45	43.07	47.23	100	

Table 2. Animals and treatments for experiment

Items	TMFFs						Mean	SEM
	Corn	Grass	Rye	Rape	Alfalfa	Oat		
Heads	7	7	7	7	7	7	7	
Months	44.7	43.9	44	45.8	41.9	45.2	44.3	0.24
Parity	2.4	2.39	2.34	2.42	2.38	2.41	2.4	0.03
Days of Lactation	239.8	238.7	240	241.1	238.9	240.3	239.8	3.27
Daily milk yield(Kg)	19.8	20.6	22.2	20.3	21.9	22.6	21.2	0.42
Body weight(Kg)	577.7	578.5	569.8	575.2	567.1	579	574.6	6.48
BCS	3.13	3.07	3.34	3.11	3.23	3.37	3.2	0.01

물 TMFF 6종류별로 각 7두씩 건강과 산차 및 산유능력이 비슷하게 완전임의배치하여 개체별 급여시험을 수행하였다. TMFF 종류별로 기호성(일일최대섭취량)과 산유량, 체중 등의 변화를 조사하였다. 공시축의 시험 개시 직전 평균 월령은 44.3월, 산차는 2.4산, 유기는 239.8일, 일일 두당 산유량은 21.2 kg, 체중은 574.6 kg, 체중실지수(Body condition score ; BCS)는 3.2이었다.

### 3. 조사항목 및 조사방법

#### (1) 젖소 급여시험 및 사료섭취량 조사

공시축은 제조 후 60일 이상을 경과한 TMFF를 종류별로 각 7두씩 나누어 개체사양을 수행하였으며, 1일 2회 (9:00, 18:00) 충분히 남을 정도로 급여하였다. 물은 항상 자유롭게 섭취할 수 있게 하였으며, 비타민과 광물질은 축산기술연구소 관행에 따른 혼합제를 1일 두당 150g 씩 급여하였다. TMFF의 잔량은 매일 9시에 각각 측정하여 일일 섭취량을 조사하였다. 기타 사양관리는 축산기술연구소 관행에 준하였다.

#### (2) TMFF의 사료적 가치 분석

##### 1) 일반성분의 분석

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

##### 2) 상대적사료가치(RFV: Relative Feed Value)

RFV는 아래와 같은 ADF 및 NDF값을 이용한 Holland 등(1990)의 공식으로 계산하였다.

$$RFV = \{88.9 - (0.78 \times ADF\%)\} \times (120 \div NDF\%) = 1.29$$

##### 3) TMFF의 pH, 암모니아태 질소(NH<sub>3</sub>-N) 및 유기산 측정

TMFF의 pH는 digital pH meter(HANNA, USA)로 측정하였고, NH<sub>3</sub>-N는 Chaney와 Marbach(1962)의 방법에 준하여 Spectrophotometer(UV-1201, SHIMADZU, JAPAN)의 파장 630nm에서 OD(흡광도)를 측정하여 계산하였다. 초산, 프로피온산, 부틸산 등의 휘발성지방산의 분석

은 Erwin 등(1961)의 방법에 의하여 시료희석액 5ml에 HgCl<sub>2</sub> 1ml와 metaphosphate 0.25 ml를 첨가한 후 3,500 rpm에 20분간 원심분리하여 -20℃에 보관하였다가 Gas chromatography (Varien 6,000 Vista, USA)로 농도를 측정하였다.

#### (3) 산유량, 체중 및 BCS 조사

매 10일 간격으로 공시축 개체별 유량과 유성분량을 조사하였고, 매월 1회의 체중조사를 우형기를 이용하여 측정(매월 20일, 오전 10시)하였으며, 체중 측정시에 개체별 체중실지수(BCS)는 Edmonson 등(1989)의 8개 부위별 평가에 의한 방법으로 조사하였다.

#### (4) 통계 분석

측정된 자료는 SAS 통계 Package (1995)를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리간 유의성 검정은 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)를 이용하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 시험사료의 영양성분 함량 및 품질

젖소사양시험에 공시하기 전에 제조 보관 중이던 TMFF를 개봉하여 분석하였는데, 먼저 사료작물 청예를 주종으로 하는 TMFF의 영양성분 함량은 표 3에서 보는 바와 같다. TMFF의 평균 건물 함량은 옥수수-, 연맥-, 알팔파-, 혼합목초-, 호맥-, 유채-TMFF에서 각각 28.42, 27.08, 26.77, 26.45, 24.76, 23.98%의 순서로 높게 나타났는데(P<0.05), 이는 배합중의 수분 함량의 오차나 발효과정중 초종별 특성 등 여러 가지 요인이 작용한 결과로 사료된다.

그리고 조단백질 함량은 알팔파-, 혼합목초-, 연맥-, 호맥-, 옥수수-, 유채-TMFF가 각각 19.2, 17.2, 17.2, 16.8, 16.4, 16.2%의 순서로 높게 나타내었으며, 가소화에너지 총량(TDN)에 있어서는 알팔파-, 유채-, 혼합목초-, 연맥-, 옥수수- 및 호맥-TMFF에서 65.1, 65.0, 60.2, 59.3, 58.4 및 58.3%의 순서로 나타났다. 그리고 ADF 함량은 34.4~39.6% 범위에서, NDF

Table 3. Chemical composition of TMFFs (DM %)

TMFFs	Dry matter	Crude protein	TDN	P	Ca	ADF	NDF	RFV
Corn	28.42 <sup>a</sup>	16.4 <sup>c</sup>	58.4	0.26	0.68	38.3 <sup>a</sup>	49.3 <sup>a</sup>	111.4 <sup>ab</sup>
Grass	26.45 <sup>ab</sup>	17.2 <sup>bc</sup>	60.2	0.31	0.87	38.2 <sup>a</sup>	47.2 <sup>a</sup>	116.5 <sup>ab</sup>
Rye	24.76 <sup>b</sup>	16.8 <sup>bc</sup>	58.3	0.30	0.74	39.6 <sup>a</sup>	49.9 <sup>a</sup>	108.1 <sup>b</sup>
Rape	23.98 <sup>b</sup>	16.2 <sup>c</sup>	65.0	0.34	0.96	34.3 <sup>b</sup>	41.7 <sup>b</sup>	138.6 <sup>a</sup>
Alfalfa	26.77 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	65.1	0.42	1.29	37.2 <sup>a</sup>	46.9 <sup>ab</sup>	133.9 <sup>a</sup>
Oat	27.08 <sup>a</sup>	17.2 <sup>bc</sup>	59.3	0.33	0.84	39.4 <sup>a</sup>	48.4 <sup>a</sup>	111.8 <sup>ab</sup>
Mean	26.24	17.17	61.05	0.33	0.90	37.83	46.35	120.06
SEM	1.35	0.74	4.61	0.06	0.15	2.16	3.34	8.58

ADF : acid detergent fiber; NDF : neutral detergent fiber.

TDN : total digestible nutrients; RFV : relative feed value.

SEM : standard error of mean.

<sup>a,b,c</sup> Means with the different letter within same row are significantly different(P<0.05).

함량은 46.9~49.9% 범위를 나타내어 상대적사료가치(RFV)는 유채-, 알팔파-, 혼합목초-, 연맥-, 옥수수- 및 호맥-TMFF에서 각각 138.6, 133.9, 116.5, 111.8, 111.4, 108.1으로 나타났으며 특히, 호맥-TMFF가 통계적으로 낮게 나타났다(P<0.05). 시험사료의 전체적인 성분 함량의 편차는 본 시험에 공시된 사료의 배합목표가 비슷한 수분 함량(75%)로서 수분조절을 위해 원료간 배합비가 다름으로 인한 것이었는데, 목표수분을 10% 정도 더 낮은 65%로 조정하면 이러한 성분간 차이는 감소할 것으로 예상되므로 앞으로 수분목표를 더 낮게 조정할 시험이 필요할 것으로 사료된다.

## 2. TMFF 종류별 제조 중 건물 손실률, pH, 암모니아태 질소 및 유기산 함량

제조과정 중의 TMFF의 품질변화를 조사하기 위해 표면 부패량으로서 나타낸 건물손실률에 있어서는 표 4에서와 같이 초종별 TMFF간에는 혼합목초-, 옥수수-, 연맥-, 호맥-, 알팔파-, 유채-TMFF의 순으로 나타내었고, 전체적으로는 0.8~1.9% 범위로서 낮게 나타내어 발효와 보관상태가 좋은 것으로 나타내었다. 초종별 TMFF의 pH는 3.89~4.87의 범위로 옥수수-TMFF 사료가 가장 낮고, 유채-, 알팔파-, 연

맥-, 목초-, 호맥-TMFF 순으로 높게 나타났으며, 암모니아태 질소(NH<sub>3</sub>-N) 함량은 전체적으로 6.84~8.42의 범위에서 옥수수-TMFF사료가 가장 낮고, 목초-, 연맥-, 호맥-, 유채-, 알팔파-순으로 높게 나타났다(P<0.05). 휘발성지방산 조성에 있어서 TMFF 원물 중 초산 함량은 0.19~0.57% 범위에서 연맥-, 유채-, 옥수수-, 혼합목초-, 알팔파-, 호맥-TMFF의 순서로 유의한 차이를 보였으나 대체적으로 낮은 수치를 나타내었으며, 젖산 함량은 원물 TMFF의 1.17~3.21% 범위에서 옥수수-, 유채-, 알팔파-, 연맥-, 혼합목초-, 호맥-TMFF의 순서로 높게 나타내었다. 그리고 불량발효산물로서 평가되는 부틸산 함량은 전체적으로 0.03~0.32%로 낮게 나타내어 TMFF의 발효상태가 우수한 것을 알 수 있었으며, 초종별 TMFF간의 부틸산 함량을 비교하여 보면, 호맥-TMFF의 부틸산 함량이 0.32%로 유의하게 높은 것으로 나타내었다(P<0.05). TMFF 종류별 품질은 초종간 차이가 다소 있는 것으로 나타내었는데, 특히 호맥-TMFF의 암모니아태질소 함량이 높고 부틸산 함량도 높은 것으로 나타내어 발효성상이 가장 나빠 젖소의 기호성이 가장 나쁠 것으로 사료되었다.

## 3. TMFF 종류별 젖소의 기호성 및 체중 및 신체총실지수(BCS) 변화

Table 4. Dry matter loss, pH, NH<sub>3</sub>-N and organic acids of TMFFs

TMFFs	DM loss (%)	pH	NH <sub>3</sub> -N (mg/dl)	Volatile fatty acid(%/FM)		
				Acetic acid	Lactic acid	Butyric acid
Corn	1.9 <sup>a</sup>	3.89 <sup>b</sup>	6.84 <sup>c</sup>	0.34 <sup>b</sup>	3.21 <sup>a</sup>	0.03 <sup>c</sup>
Grass	2.1 <sup>a</sup>	4.65 <sup>a</sup>	7.04 <sup>bc</sup>	0.30 <sup>b</sup>	1.65 <sup>bc</sup>	0.04 <sup>c</sup>
Rye	1.5 <sup>a</sup>	4.87 <sup>a</sup>	8.15 <sup>a</sup>	0.19 <sup>c</sup>	1.17 <sup>c</sup>	0.32 <sup>a</sup>
Rape	0.8 <sup>b</sup>	3.97 <sup>b</sup>	8.20 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	2.74 <sup>a</sup>	0.03 <sup>c</sup>
Alfalfa	1.0 <sup>ab</sup>	4.24 <sup>ab</sup>	8.42 <sup>a</sup>	0.21 <sup>c</sup>	2.09 <sup>b</sup>	0.13 <sup>b</sup>
Oat	1.6 <sup>a</sup>	4.46 <sup>a</sup>	7.33 <sup>b</sup>	0.57 <sup>a</sup>	1.96 <sup>b</sup>	0.07
Mean	1.48	4.35	7.66	0.34	2.14	0.10
SEM	0.50	0.29	0.47	0.11	0.51	0.07

DM loss ; Dry matter loss.

FM ; Fresh matter.

SEM ; Standard error of mean.

<sup>a,b,c</sup> Means with the different letter within same row are significantly different(P<0.05).

Table 5. Effects of various TMFFs on DMI(%), DBWG and BCS during the experimental periods in lactating cows

Items		TMFFs						Mean	SEM
		Corn	Grass	Rye	Rape	Alfalfa	Oat		
Intake	FMI(Kg)	57.11 <sup>a</sup>	60.48 <sup>a</sup>	45.74 <sup>c</sup>	58.04 <sup>a</sup>	62.85 <sup>a</sup>	54.61 <sup>ab</sup>	56.47	3.53
	DMI(%/BW)	2.80 <sup>a</sup>	2.76 <sup>a</sup>	1.95 <sup>c</sup>	2.40 <sup>b</sup>	2.90 <sup>a</sup>	2.55 <sup>b</sup>	2.56	0.17
Body weight (Kg)	Initial	577.7	578.5	569.8	575.2	567.1	579.0	574.6	2.44
	Final	596.3	597.2	578.2	586.9	586.7	596.8	590.4	5.49
	Difference	18.6 <sup>a</sup>	18.7 <sup>a</sup>	8.4 <sup>c</sup>	11.7 <sup>bc</sup>	19.6 <sup>a</sup>	17.8 <sup>a</sup>	15.8	3.11
	DBWG(g/d/hd)	310.0 <sup>a</sup>	311.7 <sup>a</sup>	140.0 <sup>c</sup>	195.0 <sup>b</sup>	326.7 <sup>a</sup>	297.4 <sup>a</sup>	263.5	43.19
BCS	Initial	3.13	3.07	3.34	3.11	3.23	3.37	3.21	0.09
	Final	3.38	3.34	3.30	3.30	3.40	3.46	3.36	0.05
	Difference	0.25 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.04 <sup>c</sup>	0.19 <sup>b</sup>	0.17 <sup>b</sup>	0.09 <sup>c</sup>	0.17	0.05

FMI(Kg) ; Fresh matter intake.

DMI(BW%) ; Percentage of dry matter intake per body weight.

DBWG ; Daily body weight gain.

BCS ; Body condition score.

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

초종별 TMFF의 착유우에 대한 급여시험을 통한 기호성조사 결과는 표 5에서 보는 바와 같다. TMFF에 대한 젖소의 평균 일일 원물섭취량은 알팔파-, 혼합목초-, 유채-, 옥수수-, 연맥-, 호맥-TMFF구에서 62.85, 60.48, 58.04, 57.11, 54.61, 45.74 kg의 순서로 각각 높게 나타내어 전체적으로 기호성이 우수한 것으로 나

타났으며, 호맥-TMFF구의 기호성이 가장 낮게 나타났다(P<0.05). 이는 암모니아태질소와 부틸산함량 등의 분석결과에서 나타난 것과 일치한 것이었다. 또한, TMFF 종류별 체중에 대한 건물섭취율을 보면, 알팔파-, 옥수수-, 혼합목초-, 연맥-, 유채-, 호맥-TMFF구의 순서로 나타내었으며, 호맥-TMFF구가 가장 낮은 1.95%였지

만 이 수준은 단일 사료로서는 매우 높은 기호성이라고 사료된다.

TMFF의 급여시험기간 중의 체중변화와 체중실지수(BCS)에 있어서 시험기간 60일 동안 모든 공시축에서 체중증가가 있었으며, 기간의 평균 두당 일당증체량은 알팔파-, 혼합목초-, 옥수수-, 연맥-, 호맥-TMFF구의 순서로 326.7, 311.7, 310.0, 297.4, 195.0, 140.0g으로 각각 나타내어 기호성이 좋았던 알팔파-TMFF구에서 역시 가장 높은 증체를 보였으며, 기호성이 가장 낮았던 호맥-TMFF구에서 가장 낮은 증체를 나타내었다(P<0.05).

그리고 체중실지수에 있어서도 대부분의 시험구에서 증가가 있었는데, 혼합목초-, 옥수수-, 유채-, 알팔파-, 연맥-, 호맥-TMFF구의 순서로 증가치가 높게 나타내어 혼합목초-TMFF구

가 개시시의 3.07에서 3.34로 가장 크게 증가하였고 호맥-TMFF구에서 3.34에서 3.30으로 약간 감소하여 증체량과 체중실지수와는 비슷한 경향을 보였으나 일치하지는 않은 것으로 나타내었다(P<0.05).

이러한 결과는 TMFF만 자유채식시켰음에도 착유우의 체중과 체중실지수가 증가하거나 유지함을 보여주는 것으로써 TMFF가 착유우의 체중유지를 위한 단일사료로서 충분한 가치가 있음을 나타내는 것으로 사료된다.

#### 4. TMFF 종류별 착유우의 우유생산성

60일간의 TMFF 급여기간 중 젖소의 평균 두당 우유생산성은 표 6과 그림 1에서 보는 바와 같이 알팔파-, 연맥-, 혼합목초-, 옥수수-,

Table 6. Milk yield during the experimental periods

Items	TMFFs						Mean	SEM
	Corn	Grass	Rye	Rape	Alfalfa	Oat		
Daily milk yield(kg/hd)	16.90 <sup>bc</sup>	17.20 <sup>b</sup>	16.16 <sup>c</sup>	16.16 <sup>c</sup>	18.95 <sup>a</sup>	18.12 <sup>a</sup>	17.25	1.11
Total milk yield(Kg/hd)	1,014 <sup>bc</sup>	1,032 <sup>b</sup>	969 <sup>c</sup>	970 <sup>c</sup>	1,137 <sup>a</sup>	1,087 <sup>a</sup>	1,034.8	66.54

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

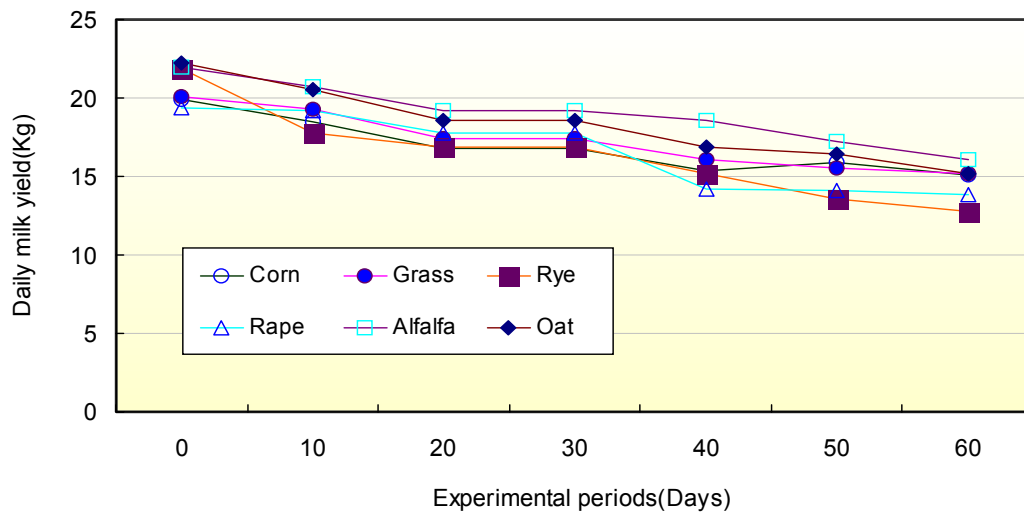


Fig. 1. Changes of mean daily milk yield during the experimental periods.

Table 7. Effects of various TMFFs on milk compositions during the experimental periods in lactating cows

TMFFs	Milk compositions(%)				
	Fat	Protein	Lactose	SNF	TS
Corn	4.40	3.45	4.67	8.81	12.74
Grass	4.67	3.54	4.65	8.80	13.00
Rye	4.11	3.23	4.45	8.86	12.97
Rape	4.79	3.45	4.59	8.71	12.57
Alfalfa	4.14	3.15	4.36	8.58	12.72
Oat	4.06	3.16	4.71	8.72	12.78
Mean	4.36	3.33	4.57	8.75	12.80
SEM	0.31	0.17	0.14	0.10	0.16

SNF : Solid non fat ; TS : Total solids.

유채-, 호맥-TMFF구의 순서로 일일평균 18.95, 18.12, 17.2, 16.9, 16.16, 16.16 kg으로 시험구간에 유의한 차이를 나타내었으며( $P<0.05$ ), 일일 산유량의 변화에 있어서는 시험개시시의 평균 21.2kg에서 60일 후 시험 종료시에 모든 시험구에서 5 kg 정도 감소하였는데, 이는 23% 수준의 감소율로서 대부분의 시험축의 착유일수가 300일 이상의 비유말기에 이르렀기 때문으로 사료된다. 이러한 결과로서 후기착유기에 있는 착유우에게 TMFF의 단일사료로 자유채식시켰을 때, 다소 유량 감소가 나타나므로 산유량의 지속성을 위해서는 농후사료 보충이 필요할 것으로 사료되며, 이를 구명하기 위한 농후사료 보충급여시험이 필요할 것으로 사료된다.

또한, 생산된 우유의 성분함량 중 평균지방 함량은 전체적으로 4.06~4.79% 범위에서 매우 높은 유지방 함량을 나타내어 시험구별로는 유채-, 혼합목초-, 옥수수-, 알팔파-, 호맥-, 연맥-TMFF구의 순서로 높았으며, 단백질 함량은 3.15~3.54% 범위에서 혼합목초-, 옥수수-, 유채-, 호맥-, 연맥-, 알팔파-TMFF구의 순서로 높게 나타내었다. 또한, 유당 함량에 있어서는 전체 평균이 4.56% 내외로서 서로 비슷한 함량을 나타내었으며, 무지고형분량과 총 고형분 함량도 전체 평균이 8.75%와 12.8% 내외로 시험구간에 차이가 없는 것으로 나타내었는데,

TMFF 급여에 의해 우유중 성분 함량에 있어서 유의한 차이를 나타나지 않았다 (Table 7).

#### IV. 요 약

본 연구는 6종류의 완전배합발효사료(Total mixed fermentation feed; TMFF)의 착유우에 대한 영양적 가치를 구명하고자 수행되었다. 옥수수, 혼합목초, 호맥, 유채, 알팔파 및 연맥의 6종의 사료작물 청예가 수확되었고, 볏짚과 밀기울이 배합되었으며, 옥수수와 콩알곡을 배합하였다. 그리고 각각의 배합물들은 40톤 규모의 트렌치 사일로에 진압·저장하였으며, 성분 분석과 젖소 급여시험을 위해 최소 60일 이상 경과 후에 개봉하였다.

TMFF의 평균 건물 함량은 23.98~28.42% 범위였으며, 조단백질 함량은 16.2~19.2%이었고, 가소화영양소총량(TDN)은 58.3~65.1% 수준이었다. ADF 함량은 34.4~39.6% 범위에서, NDF 함량은 46.9~49.9% 범위를 나타내어 상대적사료가치(RFV)는 유채-, 알팔파-, 혼합목초-, 연맥-, 옥수수-, 호맥-TMFF에서 각각 138.6, 133.9, 116.5, 111.8, 111.4, 108.1으로 나타나, 호맥-TMFF의 것이 유의하게 낮은 것으로 나타내었다( $P<0.05$ ). 건물손실율은 0.8~1.9% 범위로서 모든 TMFF에서 양호한 발효와



보관상태를 나타내었으며, pH는 전체적으로 3.89~4.87이었으며, 암모니아태질소(NH<sub>3</sub>-N) 함량은 6.93~8.66 mg/dl이었다. 그리고 TMFF 원물내의 휘발성지방산 함량 중 초산 함량은 0.19~0.57% 낮은 함량을 나타내었고, 젖산 함량은 1.17~3.21%으로 매우 높게 나타내었으며, 부틸산 함량은 0.03~0.32%로서 매우 낮게 나타나 TMFF의 품질이 양호한 것으로 나타내었다.

그리고 발효가 완료된 TMFF를 평균 착유일수 240일, 2.4산차, 44.3개월령, 일일산유량 21.2 kg, 체중 574.6 kg, 체중실지수(BCS) 3.2인 42두에 무제한으로 급여하여 총 60일간의 섭취량 조사와 월별 체중 및 BCS를 조사한 결과, 초종별 TMFF의 평균 일일 총 섭취량은 알팔파-, 혼합목초-, 유채-, 옥수수-, 연맥-, 호맥-TMFF구에서 62.85, 60.48, 58.04, 57.11, 54.61, 45.74 kg의 순서로 각각 높게 나타내어 전체적으로 기호성이 우수한 것으로 나타내었으며, 호맥-TMFF구의 기호성이 가장 낮게 나타내었다(P<0.05). 이때 젖소의 체중에 대한 TMFF의 건물섭취율은 1.95~2.90%로서 모든 TMFF의 기호성이 매우 우수한 것을 알 수 있었다.

TMFF의 급여시험기간 중의 체중변화와 체중실지수(BCS)에 있어서 시험기간 60일 동안 모든 공시축에서 체중증가가 있었으며, 기간의 평균 두당 일당증체량은 140.0~326.7g으로서 기호성이 가장 좋았던 알팔파-TMFF구에서 역시 가장 높은 증체를 보였으며, 기호성이 가장 낮았던 호맥-TMFF구에서 가장 낮은 증체를 나타내었다(P<0.05). 신체중실지수의 변화에 있어서는 혼합목초-TMFF구가 개시시의 3.07에서 3.34로 가장 크게 증가하였고, 호맥-TMFF구에서 3.34에서 3.30으로 약간 감소하여 나타냄으로서 증체량과 신체중실지수와는 비슷한 경향을 보였으나 일치하지는 않은 것으로 나타내었다(P<0.05).

그리고 평균 두당 우유생산성은 알팔파-, 연맥-, 혼합목초-, 옥수수-, 유채-, 호맥-TMFF구의 순서로 일일평균 16.16~18.95 kg 범위에서 시험구간에 유의한 차이를 나타내었으며(P<0.05), 일일 산유량의 변화에 있어서는 시험

개시시의 평균 21.2kg에서 60일 후 시험 종료시에 모든 시험구에서 5kg 정도 감소하여 나타내었는데, 이는 시험종료시는 대부분의 시험축의 착유일수가 300일 이상의 비유말기에 이르렀기 때문으로 사료된다.

우유의 성분 함량에 있어서 시험기간 중 평균지방 함량은 전체적으로 4.06~4.79% 범위에서 매우 높은 유지방 함량을 나타내어 유채-, 혼합목초-, 옥수수-, 알팔파-, 호맥-, 연맥-TMFF구의 순서로 높았으며, 단백질 함량은 3.15~3.54% 범위에서 혼합목초-, 옥수수-, 유채-, 호맥-, 연맥-, 알팔파-TMFF구의 순서로 높게 나타내었다. 또한, 유당 함량에 있어서는 전체 평균이 4.56% 내외로서 서로 비슷한 함량을 나타내었으며, 무지고형분량과 총 고형분 함량에 있어서는 전체 평균이 8.75%와 12.8% 내외로 시험구간에 차이가 없는 것으로 나타내었는데, TMFF 급여에 의해 우유중 성분 함량에 있어서 어떠한 경향을 찾을 수 없었다.

## V. 인 용 문 헌

1. A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis. (15th ed.). Washington, D.C.
2. Chaney, A. L. and Marbach, E. P. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clinical Chemistry. 8:130.
3. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometric. 11:1.
4. Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. and Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 72:68.
5. Erwin, E. S., Maro, G. J. and Emery, E. M. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. J. Dairy Sci. 44:1768.
6. Holland, C., Kezar, W., Kautz, W. P., Lazowshi, E. J., Mahanna, W. C. and Reinhart, R. 1990. Pioneer forage manual : A nutritional Guide, Pioneer Hi-bred International, Inc. p. 1
7. McCullough, M. E. 1986. Feeding dairy cows. Wisconsin. Fort Atkinson. P. 10.

8. SAS. 1995. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, USA.
  9. 강태홍, 차영호, 장윤환. 1980. 볏짚 사일리지 제조시험 I ~ II. 한국축산학회지. 22(6):439.
  10. 고영두, 송도준. 1977. 한우에 대한 전분박강 silage 급여시험. 한국축산학회지. 19(5):370.
  11. 김준식, 이현준, 조윤연, 지설하, 하종규, 한인규. 1989. 암모니아 및 가성소다 처리 볏짚급여가 젖소의 산유능력에 미치는 영향. 한국낙농학회지. 11(2):65.
  12. 문양수, 하종규, 고종열, 한인규. 1990. 볏짚의 사료가치 개선에 관한 연구 I. 한영사보. 14(3): 84.
  13. 문태현. 1994. 볏짚의 화학적 처리가 볏짚의 표면구조위 변화, 반추위 미생물 부착 및 소화특성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
  14. 신형태, 박윤창. 1980. 화학적처리에 의한 볏짚의 사료가치 증진연구. 한국축산학회지. 22(1):51.
  15. 이남형, 김춘수, 육종룡. 1977. 볏짚의 사료가치 증진에 관한 연구. 한국축산학회지. 19(5):363.
  16. 하종규, 이성실, 문태현, 이기중, 송만강, 이상철. 1993. 화학적처리에 의한 볏짚의 사료가치 증진에 관한 연구 I-IV. 한국영양사료학회지. 17(4): 224.
- (접수일자: 2002. 8. 16 / 채택일자 : 2002. 12. 17)