

축산물 생산비 절감을 위한 관리기법 개발

—생산비 절감을 위한 T.M.R사양 관리기법개발—

장문백* · 이상락** · 곽완섭** · 임근호*** · 윤석명****

(* 중앙대학교 축산학과, ** 건국대학교 동물자원연구센터, *** 신정목장, **** 낙농경영서비스)

Development of Management System for the Retrenchment of Livestock Production Cost

—Development of T.M.R Feeding System for the Retrenchment of Livestock Production Cost—

Jang, Mun-Peag* · Lee, Sang-Lag** · Koag, One-Seb** · Rim, Gun-Ho*** · Yoon, Seg-Meang****

* Dept. of Animal Science, Chung-Ang University

** Animal Resources Research Center, Kon-Kuk University

*** Shin-Jung Dairy Farm. **** Dairy Management Service

Abstract

The experiment was carried out to develop the feeding system based on the manipulation of rumen fermentation on use of domestic feed resources and to evaluate the home-made total mixed ration(T.M.R.) mixer for the complete mixing of concentrate and roughage. To determine effects of T.M.R. feeding system on the milk production in dairy cow, feed intake, milk yield and milk composition were analyzed.

The results obtained from this study are as follows :

1. There were no significant differences in the feed intake of complete and single-component feed between control-TMR I and protein supplement-TMR II.
2. Dairy milk yield was slightly higher in control-TMR I (18.60kg) than protein supplement-TMR II (18.18kg) but did not show significant differences.
3. Milk composition of milk fat, protein, and carbohydrate on experimental diets were slightly higher in control-TMR I than protein supplement-TMR II but did not show significant differences.

The overall results indicate that the T.M.R. feeding system with concentrate and roughage mixing together improved productivity of dairy cattle by optimization of rumen fermentation without supplemental nutrients.

I. 서론

우유는 반추위를 가진 가축으로서 사료급여 방법에 따라 사료이용성이 크게 달라지며(장,1990), 이에 따라 사료자원의

활용도도 매우 다양하게 나타날 수 있다.

또한 생산능력이 높은 착유우에 기호성이 높고 영양소 함량이 높은 고농축 사료를 급여하는 것은 착유우의 생산능력 및 건강을 유지시키는데 매우 중요하다.

착유우에게 완전혼합사료를 급여하면 균형된 사료를 섭

취함으로서 반추위내 pH를 정상적으로 유지하여 효율적인 조사료 이용(장, 1993)과 발효산물을 생산함으로서 소화기 계통의 질병을 예방하고 전체사료의 이용율을 극대화시킴으로서 젖소의 생산성이 증진된다. (Holter 등, 1977; Phipps 등, 1984; Stalling과 McGilliard, 1984).

따라서 이러한 반추위내 발효특성을 최대로 이용한 사양 기법을 개발하여 국내 부존사료자원의 활용방안을 도모하고자 본 실험을 계획하여 실행하였으며, 또한 식품부산물이나 폐기물을 사료자원화 할 수 있도록 하여 원가절감을 극대화시켜서 생산성을 개선하고자 하였다.

연구과제 수행 항목으로서는 축우의 사양 조건별 TMR (Total Mixed Ration) 사양기법 개발을 위한 부존사료자원 활용 점검, 배합기술 효율화로 인한 이용성 증대, 우군관리를 통한 실증적 관리기법 개발이었으며, 연구범위는 (1) TMR 원료용 주요 농가 및 식품제조 부산물의 사료가치 평가를 위한 사양시험 (2) 효율적 배합사료 Formula model 개발 (3) 생산능력별 우군 배치 및 사양관리 System정립 등이었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험장소 및 시험기간

본 시험은 매일유업 시범목장 (경기도 평택군 소재)에서 시행하였으며, 시험사료 적용 예비기간(14일) 및 본 시험기간(40일)을 합하여 총 54일간 수행하였다.

2. 공시우 선정 및 시험설계

착유우 중 산차수, 비유시기 및 산유량이 유사한 36두를 선정하여 Table 1과 같이 처리구 당 각각 18두씩을 임의배치하여 완전배합사료의 급여효율을 점검하고자 TMR I(대조구)과 TMR II [보충단백질원 Molatein(발효균체단백질 + 당밀 발효산물 + glutamic acid)을 첨가한 시험구]로 시험하였다.

Table 1. Experimental design

Items	Experimental diets	
	TMR I	TMR II
Animals per treatment (head)	18	18
Number of calving (No.)	2.29	2.33
Average milk yield(kg)	19.44	19.94

3. 시험사료 및 성분분석

공시축에 급여한 농후사료는 Table 2와 같은 단백질보충원을 첨가한 시판 착유사료이고, 조사료는 옥수수사일리지와 건조였으며 기타 면실, 전지대두, 맥주박등을 혼합한 완전혼합사료를 Table 3과 같이 급여하였다.

농후사료와 기타 단미사료의 화학적 조성은 A. O. A. C. 방법 (1980)에 의하여 분석하였으며, TDN은 NRC (1972) 및 한국표준사료성분표(1988)에 의하여 계산하였는데 그 결과는 각각 Table 4 및 Table 5와 같다.

Table 2. Ingredient composition of complete feed (As feded basis, %)

Ingredients	Experimental diets	
	TMR I	TMR II
Corn	27.5	31.5
Wheat	11.5	11.5
Lupin	8	8
Tapioca	4	4
Wheat flour	0.8	0.8
Wheat bram	10	5
Gluten feed	5	5
Alfalfa	5	5
Rapeseed meal	4.5	4.5
Cottonseed meal	12	12
Soybean meal	3.4	0.4
Molasses	4	4
Protein supplements	0	4
Urea	0.5	0.5
Limestone	2.2	2.2
Calcium Phosphate	0.3	0.3
Common salt	1.0	1.0
Magnesium oxide	0.1	0.1
Premix	0.2	0.2

Table 3. Experimental feeding system for total mixed ration (head/day)

Items	Supply (kg)	DM (%)	DM supply (kg)	Content in diet (DM, %)
Complete feed	13	89.0	11.57	62.2
Full-fat soybean	1	90.0	0.90	4.8
Full-fat cottonseed	1	88.0	0.88	4.7
Brewers grain	4	20.0	0.80	4.3
Corn silage	14	25.2	3.53	19.0
Hay(meal)	1	91.6	0.92	5.0
Total	34		18.60	100.0

Table 4. Chemical composition of complete feed (DM basis)

Items	Experimental diets	
	TMR I	TMR II
	%	
Dry matter	89.20	88.80
Crude protein	20.20	20.32
Ether extract	2.69	2.60
Crude fiber	8.53	8.01
Crude ash	8.64	8.13
Minerals		
Ca	1.25	1.26
P	0.62	0.56
K	1.01	0.90
TDN	78.00	78.44

4. 공시우 사양관리

공시축의 사양관리는 목장의 관행사양방법에 의해 실시하였다. 공시축에 급여한 완전혼합사료는 착유우(체중 600kg, 산유량 25kg, 유지율 3.6%)의 사양기준 (NRC,1989)에 맞도록 하였으며 Table 3과 같은 농후사료와 각종 단미사료를 자체 제작한 사료혼합기 (TMR mixer, Fig. 1)에서 Fig. 2와 같은 혼합장치에 의해 Fig. 3과 같은 구동방식에 의해 혼합한 (Fig. 4) 완전혼합사료(total mixed ration, TMR)를 하루에 2회 (06:00, 18:00) TMR mixer 외부 사료송출구 Fig. 5에 의해 급여하였는데 Fig. 6, Fig. 7이 완전혼합사료의 수분함량은 45.3%였다. (Lahr 등, 1983). 그리고 매일 2회(05:00, 17:00)착유하여 산유량을 개체별로 측정하였다.

Table 5. Chemical composition of single-component feed and total mixed ration

Items	Single-component feed					Total mixed ration
	Full-fat soybean	Full-fat cottonseed	Brewers grain	Corn silage	Hay	
	%					
Dry matter	90.00	88.00	20.00	25.20	91.60	54.70
Crude protein	42.20	26.00	20.05	9.72	8.51	19.00
Ether extract	20.00	28.00	4.80	3.57	3.40	4.90
Crude fiber	7.00	27.00	16.00	32.02	35.00	15.00
Crude ash	5.10	4.80	8.96	6.23	6.49	7.56
Minerals						
Ca	0.34	0.21	0.44	0.08	0.39	0.85
P	0.73	0.64	0.45	0.16	0.27	0.49
K	1.89	1.00	0.83	0.90	2.40	1.03
TDN	91.00	97.00	62.41	65.52	58.76	75.70

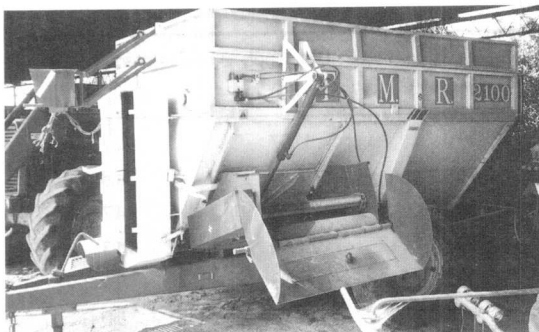


Fig. 1. TMR mixer

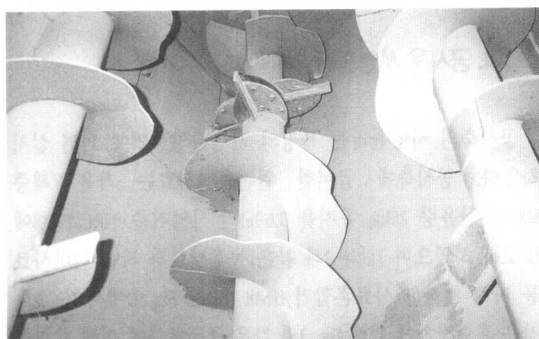


Fig. 2. Three-mixer auger of inside of mixer



Fig. 3. T.M.R. mixer with coupling device for operating power



Fig. 4. A process of mixing with T.M.R. mixer and mini-loader



Fig. 5. An outside opening of mixer for the direct feeding of total mixed ration.

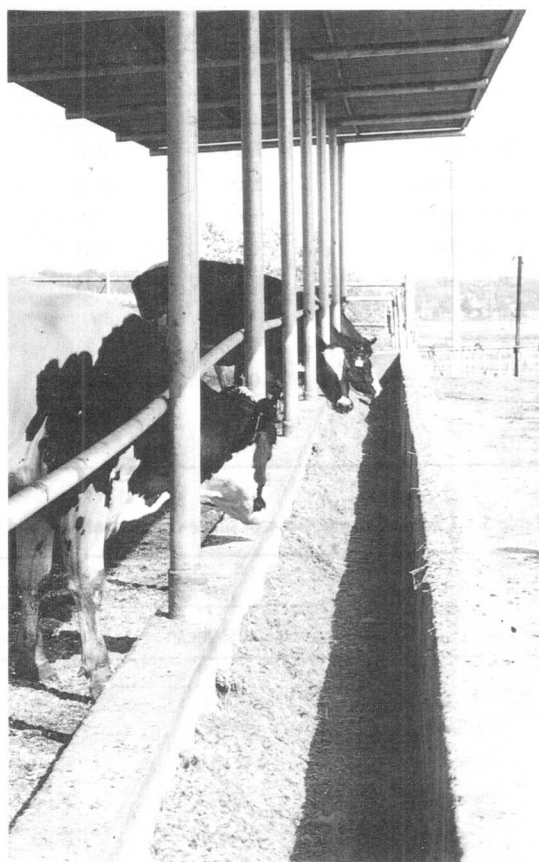


Fig. 6. Direct feeding system by outside opening of mixer

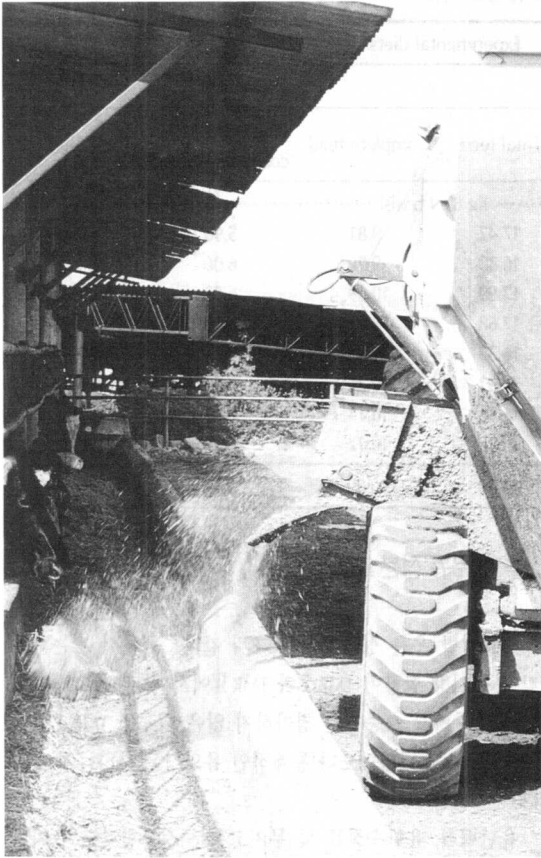


Fig. 7. Free-choice feeding system of T.M.R.

다. 우유성분

우유성분 중 유지방(milk fak), 유단백질 (milk protein), 탄수화물 (milk carbohydrate) 및 무지고형분 (solid-not-fat, SNF)은 Milkoscan[®] (N·Forss Electric)에 의해 분석하였다. 우유성분 측정을 위하여 오전과 오후에 착유한 우유를 충분히 혼합한 후 두 당 100~150ml를 채취하여 시료로 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 사료섭취량

공시축의 배합사료 및 기타 단미사료의 건물섭취량은 Table 6과 같은데 단백질 보충인구인 TMRⅡ와 대조구인 TMRⅠ 간에 섭취량의 변화가 없었다.

본 시험에서 균형된 사료를 섭취함으로써 반추위 내 pH를 정상적으로 유지하여 효율적으로 조사료 이용(장, 1990; 장, 1993)과 발효산물을 생산함으로써 소화기 계통의 질병을 예방하고 전체사료의 이용율을 극대화시킴으로서 젖소의 생산성을 제고시키기 위함이었다. (Villavicencio등, 1968; Marshall과 Voigt,1975; Murley와 Jones, 1976; Coppock, 1977; Holter 등, 1977; Phipps 등,1984; Stalling과 McGilliard, 1984). 따라서 균형된 사료의 급여가 타 보충영양소의 급여로 인한 섭취량 항상 보다 더욱 중요하다고 사료된다.

5. 조사항목 및 방법

가. 사료섭취량

농후사료와 조사료를 각각 일정량을 혼합한 완전혼합사료를 일일 2회 급여하여 24시간 자유채식할 수 있도록 하였으며, 그 다음날 아침 사료잔량을 수거하여 농후사료와 조사료의 사료섭취량을 측정하였다.

나. 산유량

Herring-bone식 착유사에서 오전 5시와 오후7시에 착유하여 일일 산유량을 측정하였으며, 개체 및 비유시기별에 따라 유지율이 다르기 때문에 4% FCM=0.4M+15F[M:산유량(kg); F:유지방생산량(=산유량×유지방, kg)] 공식(Gaines와 Davidson, 1923)에 의하여 4% 유지방 보정산유량(4% fat corrected milk, 4% FCM)을 계산하였다.

2. 산유량과 4% 유지방 보정 산유량

공시축의 처리구별 산유량은 Table 7과 같이 보충단백질원을 처리하지 않은 대조구 TMRⅠ의 일일 평균 산유량은 18.60kg이고, 단백질 보충원 첨가구 TMRⅡ의 산유량은 18.18kg으로 TMRⅠ구가 다소 높게 나타났으나 통계적인 유의성은 나타나지 않았다.

그리고 4% 보정산유량을 계산한 결과도 TMRⅠ과 TMRⅡ가 각각 16.50 및 15.93 (kg/day)로 처리구간에 유의적인 차이가 없었다.

Table 6. Feed intake of complete feed, other single component feed and total feed.

Experimental Period	Experimental diets					
	TMR I			TMR II		
	Complete feed	other single-component feed	Total feed	Complete feed	other single-component feed	Total feed
 Kg (DN basis)					
6.1 ~6.5	10.83	6.58	17.42	9.81	5.96	15.78
6.6 ~6.10	10.45	6.35	16.80	9.96	6.06	16.02
6.11~6.15	11.19	6.80	17.99	10.69	6.50	17.19
6.16~6.20	11.00	6.68	17.68	10.42	6.33	16.75
6.21~6.25	10.17	6.18	16.35	9.34	5.67	15.01
6.26~6.30	10.77	6.54	17.31	10.28	6.25	16.52
7.1 ~7.5	10.43	6.34	16.76	10.14	6.16	16.30
7.5 ~7.10	10.74	6.53	17.27	10.12	6.15	16.27
Mean	10.70	6.50	17.20	10.09	6.14	16.23

Table 7. Average milk yield on before experiment and experimental period

period	Experimental	
	TMR I	TMR II
 kg/day	
Befor experiment		
5.13~5.17	19.44	19.94
Experimental period		
6.1 ~6.5	19.38	18.50
6.6 ~6.10	17.50	17.80
6.11~6.15	18.70	18.30
6.16~6.20	18.70	18.80
6.21~6.25	18.90	17.90
6.26~6.30	17.80	17.60
7.1 ~7.5	19.10	18.44
7.5 ~7.10	18.90	18.10
Average milk yield	18.60	18.18
4% FCM	16.50	15.93

Table 8. Milk composition of experimental dairy cow.

Milk composition	Experimental diets	
	TMR I	TMR II
 %	
Milk fat	3.48	3.40
Milk protein	3.14	3.10
Milk carbohydrate	4.93	4.79
Solid-not-fat	8.79	8.62

3. 우유 성분 조사

사료원별 우유 성분은 Table 8과 같다. 표에서 보는바와 같이 유지방 함량이 TMR I 과 TMR II에서 각각 3.48% 및 3.40%로 단백질 보충원을 첨가하지 않은 대구조 TMR I 구에서 다소 높게 나타났으나 통계적인 유의성은 나타나지 않았다.

유단백질, 유탄수화물 및 무기고형분 성분함량도 유지방과 마찬가지로 TMR I 구에서 다소 높게 나타났으나 유의적인 차이가 없었다. 이들 성분은 김 등(1981)과 장 등(1985)이 보고한 한국산 Holstein 원유 표준성분과 거의 유사한 수준이었다.

적 요

본 연구는 반추가축 소화기간의 특성인 반추위의 기능을 최대한 이용한 사양기법을 개발하여 국내 부존자원의 활용 방안을 도모하고자 실시하였으며, 자체제작한 조사료원과 농후사료를 완전혼합하기 위한 완전혼합사료기 [Total mixed ration (TMR/mixer)로 TMR 급여 방식이 유생산성에 미치는 영향을 비교하기 위하여 단백질공급원을 첨가한 급여구와 비교시험을 하여 사료섭취량, 산유량 및 유성분을 측정하였다.

요약한 결과는 다음과 같다.

1. 배합사료 및 단미사료의 건물섭취량은 단백질 보충구인 TMR II와 대구조구인 TMR I 간에 섭취량의 변화가 없었다.

2. 처리구별 일일 평균 산유량은 대조구인 TMR I 구가 18.60kg으로 단백질보충원 첨가구 TMR II의 18.18kg 보다 다소 높게 나타났으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.
3. 사료원별 우유성분 변화에 있어 대조구인 TMR I 구는 TMR II 보다 유지방, 유단백질, 우유탄수화물 및 무지고형분 함량이 다소 높은 경향을 보여주었으나, 통계적인 유의성은 나타나지 않았다.

이상과 같은 결과로 보아 농후사료와 조사료를 함께 급여하는 완전혼합사료 (Total Mixed Ration, TMR) 형태는 반추위 발효를 최적상태로 유지함으로써 부가적인 영양소의 첨가 없이도 생산성을 유지할 수 있음을 보여주었다.

참고 문헌

1. A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis (13th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Chen, M. C., C. B. Ammerman, P. R. Henry, A. Z. Palmer and S. K. Long. 1981. Citrus condensed molasses solubles as an energy source for ruminants. *J. Anim. Sci.* **53**:253~259
3. Coppock, C. E. 1977. Feeding Methods and grouping systems. *J. Dairy Sci* **60**:1327~1336
4. Gaines, W. L. and F. A. Davidson. 1923. Relation between percentage fat content and yield of milk. Correction of milk yield for fat content. *Illinois agr. Expt. Sta Bull.* No. 245.
5. Holter, J. B., W. E. Urban, Jr., H. H. Hayes and H. A. Davis. 1977. Utilization of diet components fed blended or separately to lactation cows. *J. Dairy Sci.* **60**:1288~1293
6. Karalazos, A. and H. Swan. 1977. The nutritional value for sheep of molasses and condensed molasses solubles. *Anim. Feed Sci. Technol.* **2**:143~152.
- Korber, J. A. and P. F. Randel. 1982. Liquid Streptomyces solubles and condensed molasses solubles as feed supplements for cows at pasture. *J. Agr. Univ. Puerto Rico.* **66**(4):261~267.
7. Lahr, D. A., D. E. Otterby, D. G. Johnson, J. G. Linn and R. G. Lundoquist. 1983. Effects of moisture content of complete diets on feed intake and milk production by cows. *J. Dairy Sci.* **66**:1891~1900.
8. Marshall, S. P. and A. R. Voigt. 1975. Complete rations for dairy cattle. I. Methods of prepartation and roughage-to-concentrate rations of blended rations with corn silage. *J. Dairy Sci.* **58**:891~895.
9. Murlye, W. R. and G. M. Jones. 1976. Complete rations for dairy herds. Virginia Polytechnic Institute and State University, Series 111.
10. N. R. C. 1972. Atlas of Nutritional Data on United States and Canadian Feeds. National Academy of Sciences, Washington, D. C.
11. N. R. C. 1989. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 3. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (6th Ed.). National Academy Press. Washington, D. C.
12. Phipps, R. H., J. A. Bines, R. J. Fulford and R. F. Weller. 1984. Complete diets for dairy cows: A comparison between complete diets and separate ingredients. *J. Agr. Sci.* **103**:171~180.
13. Potter, S. G., C. B. Ammerman, P. R. Henry, H. N. Becker and A. Z. Palmer. 1985a. Effect of sugarcane condensed molasses solubles, sugarcane molasses and monensin on performance and volatile fatty acid production in finishing steers. *Anim. Feed Sci. Technol.* **12**:275~283.
14. Potter, S. G., A. Moya, P. R. Henry, A. Z. Palmer, H. N. Becker and C. B. Ammerman, 1985b. Sugarcane condensed molasses solubles as a feed ingredients for finishing cattle. *J. Anim. Sci.* **60**:839~846.
15. Stallings, C. C. and M. L. McGilliard. 1984. Lead factor for total mixed ration formulation. *J. Dairy Sci.* **67**:902~907.
16. Villavicencio, E., L. L. Rusoff, R. E. Girouard and W. H. Waters, 1968. Comparison of complete feed rations to a conventional ration for lactation cows. *J. Dairy Sci.* **51**:1633~1638.
17. Wagner, J. J., K. S. Lusby and G. W. Horn, 1983. Condensed molasses solubles, corn steep liquor and fermented ammonia condensed whey as protein sources for beef cattle grazing dormant native range. *J. Anim. Sci.* **57**:542~552.
18. 맹원재. 1986. 첨단과학기술을 응용한 가축생산성 향상 '86 한국 농업과학협회 농업과학 심포지움:첨단과학기술과 농업개혁. pp. 34~48. 한국 농업과학협회.
19. 맹원재, 윤광로, 신형태, 김대진. 1991. 수정증보 사료분석

실험. 선진문화사.

20. 장문백 1990. 첨단과학기술을 응용한 반추위 발효조절. 중앙대학교 부설 유전공학 연구소 논문집. 3(1):63~79.
21. 장문백. 1993. 반추위미생물의 유전자 조작을 통한 섬유소자원의 이용성 증진. I. 반추위미생물 분리·동정 및 효소활성 검증. 농업논문집(농업산학협동편)35:189~202.
22. 장영호, 김희수, 이돈성, 김현욱 1985. 한국산 Holstein 생유의 성분에 관한연구. 한국낙농학회지. 7(4):194~200.
23. 축산시험장. 1988. 한국표준사료성분표. 한림저널사.