

에너지 요구수준에 의하여 조제한 자가배합사료 사양체계가 젖소의 산유능력에 미치는 영향

성하균 · 김동균

상지대학교 동물자원학과

Effect of Herd-mix Feeding System formulated by Energy Requirement Levels on the Performance of Lactating Cows

H. G. Sung, D. K. Kim

Department of Animal Science and Technology, Sangji University

ABSTRACT

The objective of this work was to establish an approaching method for TMR feeding system in the farm situation by testing the effects of herd-mix feeding system on the performance of lactating cows. Fifty six Holstein cows were fed for the experimental period of 16 months. Prior to test the herd-mix feeding system, animals were kept on conventional feeding system for 4 months, separate feeding of forage with concentrate, then provided 3 types of herd-mix rations formulated by mean level of energy concentration requirement of higher 1/2 ranker in each herd for remaining 12 months to compare the effect on milk yield performance of animals with conventional feeding system by using a switch-over method.

The herd-mix feeding system influenced substantially upon the improvements of milk yield($P < 0.01$) and milk fat percentage($P < 0.05$). In all of lactational ages, milk yield and milk fat were enhanced by the herd-mix feeding system. Especially, actual milk yield(AMY) and milk fat in the 1st lactating cows, and AMY and 4.0% fat corrected milk yield(FCM) in the 2nd lactating cows were increased significantly by the herd-mix feeding system($P < 0.05$). In the early and mid-stage of lactation, the herd-mix feeding system showed higher AMY and FCM compared with the conventional feeding system although the milk fat was not different. AMY, milk fat and FCM in the late-stage of lactation were increased generally by the herd-mix feeding system. Especially, milk fat and FCM obtained by the herd-mix feeding system were significantly higher than those by the conventional feeding system($P < 0.01$). The herd-mix feeding system showed a good type of milking curve with a higher persistency of FCM(93.24 %) than in conventional one(92.69 %). The income over feed cost with the herd-mix feeding system was 1.4-fold higher than that with the conventional feeding method. In conclusion, the results of this work suggest that the herd-mix feeding system based on a correct level of energy concentration of TMR and well-determined feed ingredients increases not only milk yield of dairy herd by enhancing the performance of cows in early to mid stage of lactation with improved milk persistency but also gross income of dairy farm.

(Key words : Herd-mix feeding system, Conventional feeding system, TMR)

I 서 론

낙농현장에서 가장 중요한 것은 합리적인 사

료급여체계를 통하여 젖소의 건강을 유지하면서 유전적 잠재력을 극대화함과 동시에 생산수명을 연장시킴으로써 우유생산비를 절감시키는

Corresponding author : D. K. Kim, Department of Animal Science and Technology, College of Life Science and Natural Resources, Sangji University, Wonju, 220-702. Tel : +82-33-730-0532, E-mail : dkkim@sangji.ac.kr.

것이다. 젖소의 유전적 생산능력이 신속히 향상됨에 따라 유우 사양방법에도 많은 변화가 있어왔는데 영양소 요구량을 정확하게 전달하는 효과와 급여의 편리함을 동시에 충족시키는 방안으로 완전배합사료(total mixed ration, TMR) 급여방식이 널리 이용되고 있다.

완전사료(complete ration, CR)라고도 불리는 TMR 급여체계는 조사료, 농후사료, 무기물, 비타민 및 사료첨가제 등을 동시에 혼합하여 급여하는 것이다. 이것은 자가생산 조사료, 시판 단미사료 및 부산물을 이용하여 각 농장의 형편에 맞도록 배합하기 때문에 자가배합사료 급여체계(herd-mix feeding system)의 일종이라고 할 수 있다. 이 방법의 장점과 효과는 이미 많은 연구에서 보고된 바 있다(Owen, 1984; Bines, 1986; Bargo 등, 2002; Monteils 등, 2002; Tozer 등, 2003). Greenhalgh와 Reid 등(1980)은 TMR을 효율적으로 이용하려면 비유기가 진행됨에 따라 사료의 에너지 농도를 조절하여야 한다고 하였으며, 한 개의 우군을 편성하여 TMR을 급여할 경우, 저능력우의 과비현상과 고능력우의 영양결핍현상이 발생할 수 있고 번식장애가 증가한다는 보고가 있다(Coppock 등 1972). 그러나 이와는 대조적으로, 조사료의 품질이 좋으면 우군을 반복적으로 재배치하거나 사료성분을 변경시킬 필요가 없다는 주장이 있으며(Owen, 1984), 착유우군을 우유생산능력에 따라 3개 우군으로 나눈 경우와 단순히 1개 우군으로 사양한 경우를 비교하였을 때 체중, 사료섭취량, 유 생산량 및 비유지속성의 차이를 발견하지 못하였다는 보고도 있다(Clark 등, 1980). 그럼에도 불구하고 현실적으로는 비유기간 중 사료에너지 농도의 변경이 유 생산량에 상당한 영향을 미칠 수 있다(Phipps 등, 1984). 이와 관련하여 Broster 등(1975)은 분만 후 4~8 주 사이에 에너지농도를 변경하는 것이 적기라고 하였으며, Akinyele와 Spahr(1975)는 분만 후 8주경에 변경하였을 때 산유량이 가장 높았다고 하였고, Krohn 등(1983)은 분만 후 8-10주에 에너지농도를 변경하는 것이 사료 변경으로 인한 산유량 감소 영향이 가장 적었다고 하였다. 그러나 이들은 착유우군을 2개로 편성하여 관

리할 경우, 사료 에너지 농도의 큰 편차로 인하여 비유지속성(lactating persistency)에 좋지 못한 영향을 줄 수 있다는 점을 지적하면서 사료비의 절감을 도모하고 우군 간 사료에너지 변경으로 인한 영향을 최소화하기 위해서는 3개 이상의 우군을 편성하는 것이 바람직하다고 하였다.

국내 목장현장에 TMR이 보급된 1990년대 이래 이에 관한 다양한 연구가 수행된 바 있으나 지역적인 경우가 대부분이었으며, 일반 농가를 대상으로 비유기간 전체에 대한 TMR의 효과와 그 사양방향을 설정하기 위한 연구는 불충분하였다. 본 연구는 이러한 점에 착안하여 일반 농가를 대상으로 herd-mix feeding system의 효과를 시험하였다. 즉, 농가에서 관행적으로 사육중인 젖소에 대한 사료섭취량과 에너지요구량을 조사하여 개체별 사료에너지농도 요구서열을 설정하고, 이를 3개 우군으로 나누어 자가배합사료(herd-mix ration)를 조제한 후 이것을 이용한 사양체계가 비유기 및 산차에 미치는 영향을 switch-over method로 비교하였다.

II 재료 및 방법

1. 공시축 및 시험설계

본 연구는 협업형 낙농단지(강원도 원주시 소재)의 10개 농가에서 사육되고 있는 산차와 비유기가 다양한 56두의 Holstein종 착유우를 대상으로 16개월간 관행적 사양체계와 자가배합 급여체계의 생산기록을 측정하여 이들 두 사양체계의 특성을 비교하였다. 이 때 환경온도 등 계절요인의 영향을 최소화하기 위하여 년 중 동일한 시기의 성적을 비교대상으로 분석하였다. 즉, 선별된 공시축들은 약 1개월간 예비시험기간을 거친 후 시험 첫해 1월부터 4월까지 관행적 사양체계를 유지하였고, 그 후부터 자가배합 사양체계를 적용하였으며 기 후요인으로 인한 영향을 배제하기 위하여 관행 사양기(conventional feeding period)는 시험 첫해 1월에서 4월까지, 그리고 자가배합사료 급여기(herd-mix feeding period)는 그 다음 해 같

은 기간의 기록을 이용하였다. 두 기간의 생산성을 비교하기 위하여 모든 개체의 산유량, 유지율 및 사료섭취량에 대한 기록을 측정하여 수집하였으며 비유기록이 중단되거나 유방염 발생 등의 요인으로 문제가 있는 개체들은 분석대상에서 제외하였다. 수집된 개체 기록은 각각 산차 및 비유일수에 따라 분류하여 1두의 개체가 수립한 월평균 기록을 해당조건에 대한 1건의 성적으로 처리하였으며 그 기록의 누적 빈도는 Table 1과 같다.

Table 1. The accumulated records of milk production in the two feeding systems

Item	Conventional	Herd-mix
Total records	256	256
Distribution of lactational ages		
1st lactation	19	29
2nd lactation	21	21
more than 3rd lactation	86	81
Sub-total records	126	131
Distribution of lactation stages		
Early lactation (1-10 wk)	27	31
Mid lactation (11-20 wk)	38	29
Late lactation (21wk-dry)	65	65
Sub-total records	130	125

관행적 사양기에는 이들 농가가 보편적으로 시행해 오던 방식에 따라 시판 배합사료와 볏짚 중심의 조사료를 급여하였으며, 자가배합사료 급여기에는 젖소의 생리적 조건에 따라 3종류의 herd-mix ration을 급여하였다.

2. 에너지농도별 herd-mix ration의 제조

시험을 위한 단미사료는 국내에 유통되고 있는 낙농용 단미사료 중 이용 빈도가 높은 25종

의 단미사료를 수집하여 사료성분을 분석하고, 에너지와 단백질의 단가를 산출하여 공급의 안정성과 경제성이 높은 원료들을 선정하였다. 공시축들의 산차, 체중, 비유일수, 산유량, 유지율 및 4% 유지방 보정유량을 기초로 NRC 사양표준(2001)에 의하여 최대 건물 섭취량과 개체별 영양소 요구량을 산정하여 사료 중 에너지농도(NE_i Mcal/kg ration DM)를 결정하였다. 그리고 전 공시우를 에너지농도 요구서열에 따라 3개의 우군을 편성한 다음 각 군의 상반평균(upper middle)을 기준으로 배합 목표를 선정하였다(Table 2). 단미사료의 배합비는 maximum profit ration 배합법에 의하여 건물량을 기준으로 배합비를 작성하고 실물량으로 전환하였으며 배합시 round cutting formula를 채택하였다. 한편, herd-mix ration은 배합기의 구조상 건초의 취급이 곤란하여 각 농가가 개별적으로 확보하고 있는 볏짚을 제외한 상태로 조제하였으며 실제 급여시에는 배합비에 설정된 볏짚량을 추가하여 급여하였다.

Table 2. Formulating targets of herd-mix ration(on dry matter basis)

Item	Ration-A	Ration-B	Ration-C
NE _i (Mcal/kg)	1.67	1.60	1.51
CP (%)	17.00	16.00	15.00
CF (%)	15.00	17.00	17.00
Ca (%)	0.70	0.60	0.50
P (%)	0.45	0.40	0.35

3. 사양관리

공시우는 비포장 운동장과 pail milker를 구비한 계류식 유우사에서 사육되었으며 1일 2회 (06:00am, 05:30pm) 착유하였다. 관행사양기간 중에는 모든 공시우에게 corn silage와 볏짚을 각각 20kg과 5kg을 급여하고 시판 착유용 배합사료를 산유량의 40% 수준으로 급여하였고, 자가배합사료 급여기간 중에는 사료에너지 요구농도의 서열에 의하여 3개 우군으로 구분하고

ration A, B, C를 배합비(Table 3)에 따라 조사료와 혼합하여 무제한 급여하였다. 관행사양기와 자가배합사료 급여기에 급여한 각 사료의 영양소 함량은 Table 4와 같다. Ration의 변경은 우군분류기준(A: 모든 1산차, 유량 25kg/d 이상의 2산차, 유량 33kg/d 이상의 경산우; B: 유량 25kg/d 이하의 2산차, 유량 20~33kg/d의 경산

우; C: 유량 20kg/d 이하의 경산우)을 고려하여 비유기가 진행됨에 따라 해당 사료를 급여하는 방법으로 실시하였다.

4. 조사항목 및 분석방법

시험사료의 일반조성분 분석은 AOAC(1995)

Table 3. Formula of experimental diets(kg/ton, as fed basis)

Ingredient	Herd-mix ration		
	Ration A	Ration B	Ration C
Cracked corn	335	335	300
Cotton seeds, w lint	50	-	-
Soybean meal	145	100	55
Coconut meal	100	120	70
Soy souse cake	-	40	45
Barley malt sprouts	-	-	90
Beet pulp	100	95	80
Alfalfa pellet	180	150	150
Rice straw	80	150	200
Limestone	2	5	5
Calcium phosphate	6	-	-
Vit.-mineral supplements ^a	2	5	5
Total	1,000	1,000	1,000

^a Contains vitamin(2,000,000 I.U.), vitamin D₃(400,000 I.U.), vitamin E(1,000 I.U.), Fe(6,000mg), Mn(6,000mg), Zn(12,000mg), Cu(12,000mg), I(120mg), Co(120mg), Mg(6,000mg) per kg, respectively.

Table 4. Chemical composition of experimental feeds (% , on dry matter basis)

Item	HMG ^a -A	HMG-B	HMG-C	Rice straw	Corn silage	Commercial concentrate
Dry Matter	89.96	89.71	88.57	90.03	29.51	88.00
Ash	5.37	5.48	6.15	10.24	5.13	7.23
CP	19.51	16.88	18.97	3.68	8.34	20.14
EE	5.60	2.36	3.50	1.12	4.03	2.48
NFE	57.25	62.69	57.55	52.02	56.91	66.50
CF	12.27	12.60	13.84	32.94	25.59	3.65
ADF	16.62	16.96	18.25	39.17	29.37	4.56
NE _i ^b (Mcal/kg)	1.752	1.743	1.711	1.06	1.50	1.87
TDN ^c (%)	76.40	76.06	74.73	48.12	66.28	81.17

^a Herd-mix grains(HMG) without rice straw.

^b Predicted from Moe & Tyrrell(1976).

^c Predicted from Alderman(1985).

법을 이용하였고 ADF는 Van Soest 등(1991)의 방법을 이용하였으며, 유지방 함량은 Milkoscan (Foss 4000, Netherlands)을 사용하여 분석하였다. 그리고 NE_i과 TDN은 각각 Moe와 Tyrrell (1976) 및 Aldermen(1985)의 추정공식을 적용하여 계산하였다(Table 4). 공시축의 능력을 측정하기 위하여 실제 유 생산량(AMY, actual milk yield), 유지율 및 사료섭취량을 매일 측정하여 수집하였으며 이를 근거로 4.0% FCM을 구하였다. 체중은 매일 1회 오전 11시를 기준으로 측정하였다. 그리고 최종적으로 관행사양체계와 자가배합사료 급여체계 사이의 생산성을 비교하기 위하여 우군 전체의 생산성, 산차별 생산성, 비유기별 생산성, 비유지속성 및 경제성 등을 조사하였다.

5. 통계 처리

시험기간 중 수집된 개체별 측정기록은 개체의 당일 조건(산차 및 비유일수)을 명시하여 입력한 후 이것을 하나의 독립된 기록으로 간주하여 시험이 종료될 때까지 축적시켰으며, 시험 종료 후 누적된 성적을 비유기 및 산차에 따라 분류하여 분석에 이용하였다. 산차와 비유시기별 산유량(AMY와 FCM) 및 유지율 성적은 SAS(Statistical Analysis System, Version 6.0, USA, 1995) package program을 이용하여 분석하였으며 평균치의 처리간 유의성은 t-test(Steel과 Torrie, 1980)를 이용하여 검정하였다.

III 결과 및 고찰

1. 사양체계가 유우의 전반적인 생산능력에 미치는 영향

두 사양체계가 비유단계와 연령이 다양한 비유우의 생산에 미치는 전반적인 영향은 Table 5에서 보는 바와 같다. 두당 일일 평균산유량 및 FCM 생산량은 Herd-mix구가 관행구에 비하여 유의적으로 증진되었으며($P < 0.01$), 또한 유지율도 Herd-mix구가 관행구에 비하여 높았다($P < 0.05$). 이것은 Herd-mix구의 AMY, FCM 및

유지율이 관행구에 비하여 각각 15.30, 18.34 및 4.6% 비율만큼 증가된 결과이다. 이와 같은 결과는 국내에서 일반적으로 시행해 온 관행사양방식의 부정확성을 시사함과 동시에 에너지농도 요구서열에 의한 자가배합사료 급여체계가 젖소의 비유기별 진행에 따른 영양소요구량이 충족시키기에 더 적합하였음을 의미한다.

Table 5. Effect of herd-mix feeding system on the general performance of lactating cows

Item	Conventional	Herd-mix
BW (kg)	573.95 ± 1.65	579.14 ± 2.66
DMI (kg/day)	17.27 ± 1.23	18.42 ± 1.16
AMY (kg/day)	20.50 ± 0.68	23.64 ± 0.85**
FAT (%)	3.89 ± 0.05	4.07 ± 0.05*
FCM (kg/day)	20.12 ± 0.68	23.81 ± 0.85**

Values are means ± SE, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

BW: body weight, AMY: actual milk yield, FAT: milk fat percentage, FCM: 4.0% fat milk yield.

산유량이 전체적으로 현저하게 증가한 것은 완전혼합사료 급여가 관행 사양체계의 약점을 보완한 결과라고 해석된다. 즉, 농후사료와 조사료를 분리하여 급여할 경우, 불규칙적인 조사료 섭취 및 농후사료의 일시적 다량 섭취가 제1위내 pH의 급변을 초래하여 반추위 미생물의 안정적 소화를 저해하고 식욕에도 영향을 미쳐 건물섭취량의 최대수준에 도달하지 못하는 것이 취약점인데 혼합급여방식이 이를 해소함으로써 전반적인 생산성이 증진된 것으로 보인다. 본 연구의 성적은 Holter 등(1977)이 비유중기의 착유우에 대하여 조사료와 농후사료를 혼합 또는 분리하여 급여하였을 때 혼합급여구의 두당 일일 산유량(kg/cow/day)이 24.1kg로서 22.8kg을 보인 분리급여구보다 높았다고 보고한 것과 유사한 결과였다.

또한 유지율의 증가는 사료성분의 요인보다는 농후사료와 조사료의 혼합급여로 균질한 영양소를 지닌 사료를 자유채식을 함으로 사료섭취 빈도의 증가와 함께 반추위내 높은 pH가 유지되고 섬유소의 발효 효율 증가 등과 같은

제1위내 발효조건 개선에서 기인된 것으로 사료된다(Owen, 1984). 이와 같은 추론은 자가배합사료 ration A에 면실을 첨가한 비유초기의 Herd-mix구에서 유지율이 증진되지 않은 결과(Table 7)에서 확인되고 있다. 그러나 FCM 생산량이 전반적으로 18%나 증가한 점은 산유량의 증가가 유지율을 하락시킨다는 일반적인 영향을 보완한 것으로 볼 수 있다.

2. 유우의 산차별 생산성에 미치는 영향

유우의 산차별 생산성에 미치는 영향은 Table 6에서 보는 바와 같이 자가배합사료를 급여함으로써 모든 산차에서 유 생산량과 유지방이 증진되었다. 특히, 1산차 비유우의 경우, Herd-mix구의 두당 일일평균 AMY와 유지방율이 관행구보다 각각 3.14 kg/d 및 0.52% 높았으며($P < 0.05$), FCM은 4.60kg/d 가량 증가하였는데($P < 0.01$) 이것은 27.6%의 증가를 의미한다. 또한 2산차 비유우에서는 AMY와 FCM이 각각 6.46kg/d ($P < 0.05$) 및 7.18 kg/d($P < 0.01$)이 증가하여 39%의 FCM이 증가한 결과를 나타냈다. 그러나 3산 이상인 성우군에서는 산유량이 다소 증가되기는 하였으나 유의성은 없었다. 이상과 같이 자가배합사료 급여체계의 영향이 1, 2산차에서 두드러지게 나타난 것은 자가배합사료 급여체계가 관행적 사양체계보다 농후사료 다량섭취에 의한 소화기관에 대한 충격을 완화시키고 건물섭취량을 증진시킴으로써, 1산차와 2산차 유우의 생리적 요구량에 대한 사료 영양소의 공급오차를 감소시키고 젖소의 유전적 잠재능력을 더 잘 발휘할 수 있도록 지원한 결과로 사료된다. Macleod 등(1983)도 어린 소는 사양체계에 따른 사료 영양소 공급수준에 대한 반응이 성숙한 소에 비하여 더 민감하다고 보고한 바 있다.

또한 유지방에 대한 자가배합사료 급여체계의 영향은 2산차 이상의 유우에서는 표면적 향상에 그쳤지만 1산차의 유우에서 유의적 증가를 보였다. 이 결과는 완전혼합사료를 급여할 경우, 사료 에너지농도를 변경하였을 때에도 높은 유지방 함량을 유지하였다고 보고한

Table 6. Effect of herd-mix feeding system on the lactating ages of milking cows

Item	Conventional	Herd-mix
1st lactation		
AMY (kg/day)	17.49 ± 0.90	20.63 ± 0.94*
FAT (%)	3.69 ± 0.09	4.21 ± 0.14*
FCM (kg/day)	16.64 ± 0.83	21.24 ± 1.05**
2nd lactation		
AMY (kg/day)	19.13 ± 0.99	25.59 ± 2.24*
FAT (%)	3.74 ± 0.10	3.98 ± 0.12
FCM (kg/day)	18.39 ± 0.93	25.57 ± 2.36**
More than 3rd lactation		
AMY (kg/day)	21.50 ± 0.93	23.56 ± 1.10
FAT (%)	3.97 ± 0.06	4.05 ± 0.07
FCM (kg/day)	21.30 ± 0.92	23.65 ± 1.09

Values are means ±SE, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

BW : body weight, AMY : actual milk yield, FAT : milk fat percentage, FCM : 4.0% fat milk yield.

Phipps 등(1984)의 연구결과와 일치한다. 그리고 완전혼합사료의 완충능력이 제1위의 효율적 발효에 기여하였기 때문이라고 사료된다. 이러한 효과는 신체적으로 미성숙한 1산차의 유우의 반추위 발효에 더 큰 영향을 미쳤을 것으로 사료되며, 섭취빈도의 증가로 인한 영향도 작용한 결과로 보인다.

3. 젖소의 비유기별 생산성에 미치는 영향

비유초기에는 Table 7에서와 같이 Herd-mix구의 AMY 및 FCM은 관행구에 비하여 증가하였으나($P < 0.05$), 유지율에서는 큰 차이를 발견하지 못 하였다. 그리고 비유중기에서도 비유초기와 마찬가지로 Herd-mix구의 AMY 및 FCM은 관행구에 비하여 크게 증가하였으나($P < 0.01$) 유지방 함량은 특별한 차이를 발견하지 못 하였다. 한편 비유말기에는 AMY, 유지율 및 FCM 모두 Herd-mix구가 관행구간에 비하여 증가한 경향을 보였으며, 특히 유지율과 FCM은 각각 0.28% point(7.22%)와 1.85kg/d(11.64%)

씩 현저하게 증가하였다($P < 0.01$). 이와 같은 결과는 자가배합사료 급여체계가 비유초기와 중기에 산유량의 증진을 가져왔을 뿐만 아니라 비유말기에는 유지율의 증진을 통하여 FCM의 증가를 보였음을 의미한다. 또한 비유말기에 유지율이 크게 향상된 것은 조사료와 농후사료를 혼합하여 급여할 때 반추위 미생물에게 안정적인 기질을 공급함으로써 반추위 발효가 효과적으로 진행된 점에 기인한 것으로 보인다. 이상의 결과들은 corn silage와 농후사료를 혼합 급여 함으로서 유지율이 향상되었다는 보고 (Pardue 등, 1973)와, 에너지 농도를 다르게 하였을 때에도 완전혼합사료 급여체계의 유지율이 높았다는 연구결과(Phipps 등, 1984)와 일치하였다. 그리고 Schroeder 등(2003)이 완

전배합사료 급여체계가 우유내 유지율 및 지방 조성에 영향을 미친다고 보고한 결과와도 맥을 같이한다.

4. 비유 지속성에 미치는 영향

본 연구에서 공시된 젖소들의 분만 후 경과된 개월 수의 분포를 근거로 FCM에 대한 비유 지속성을 나타내면 Fig. 1과 같다. Herd-mix구 및 관행구의 비유지속성을 계산한 결과는 각각 93.24% 및 92.69%로서 자가배합사료 급여구가 다소 높았다. 이 수준은 일반적으로 정상적인 사양이 이루어진 젖소가 비유정점에 도달한 이후 산유량이 매월 약 7% 감소하는 비유곡선을 나타낸다고 서술한 Rook과 Thomas(1983)의 언급과 일치한다. 그리고 본 시험에서 두 사양체계 모두 90% 이상의 비유지속성을 나타낸 점은 시험기간 동안 사양관리에 특별한 이상이 없었음을 의미한다.

Table 7. Effect of herd-mix feeding system on the lactational stages of milking cows

Item	Conventional	Herd-mix
Early (0 - 10 wk)		
AMY (kg/day)	29.25 ± 1.45	34.77 ± 1.90*
FAT (%)	4.04 ± 0.10	4.02 ± 0.08
FCM (kg/day)	29.43 ± 1.51	34.79 ± 1.91*
FCM index	100.0	118.2
Mid (11 - 20 wk)		
AMY (kg/day)	20.84 ± 0.94	25.79 ± 1.90**
FAT (%)	3.83 ± 0.08	3.82 ± 0.10
FCM (kg/day)	20.05 ± 0.79	24.94 ± 1.08**
FCM index	100.0	124.4
Late (21 wk - dry)		
AMY (kg/day)	16.25 ± 0.56	17.30 ± 0.52
FAT (%)	3.88 ± 0.07	4.16 ± 0.07**
FCM (kg/day)	15.89 ± 0.54	17.74 ± 0.57**
FCM index	100.0	111.6

Values are means ± SE, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.
 BW : body weight, AMY : actual milk yield, FAT : milk fat percentage, FCM : 4.0% fat milk yield.

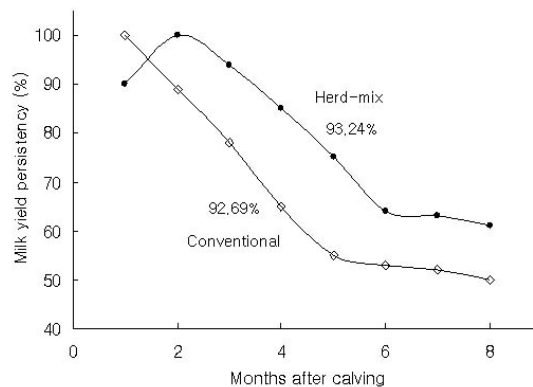


Fig. 1. Lactation curves and milk persistencies of FCM yields in two feeding systems.

그런데 비유곡선의 형태는 Herd-mix구가 이상적 추세를 보인 반면 관행구에서는 분만 1개월 내에 산유절정치를 기록 후 지속적인 하락세를 보였다. 즉, Herd-mix구의 비유절정치는 분만 후 1개월 이후에 관행구에 비하여 5kg 이상 높은 수준으로 형성되었다가 완만하게 감소된 반면 관행구의 비유절정기는 조금하게 형성되었다가 신속히 감소되는 경향을 나타냈다.

이러한 결과는 농후사료를 분리하여 급여하는 관행적 사양방식이 젖소의 비유지속성에 바람직하지 못한 영향을 줄 수 있음을 시사하는 동시에 자가배합사료 급여체계가 분만 직후 유량이 급증하는 젖소의 비유생리에 잘 부합될 뿐 아니라 비유절정치의 증가와 비유지속성의 유지하기에 효과적이었음을 시사한다.

5. 자가배합사료의 경제성

본 실험에서 나타난 Herd-mix구와 관행구의 평균 성적을 근거로 두 사양체계의 유대수입과 사료비만을 고려하여 경제성을 비교한 결과는 Table 8과 같다. 사료섭취량은 Herd-mix구가 1.15kg 높았으나 일일 두당 사료비는 단미사료 자가배합을 통한 사료단가의 절감효과로 큰 차이가 없었고, 사료비를 공제한 두당 1일 소득은 3,329원이 많았다. 이와 같은 소득액의 차이는 두당 월간 99,870원에 해당하며, 소득액을 지수로 환산하면 Herd-mix구가 관행구에 비하여 40.22%가 많았음을 의미한다.

이러한 결과는 자가배합사료 급여구의 유우생산량이 향상된 점도 작용하였겠지만, 무엇보다도 저렴한 부산물 및 단미사료를 폭넓게 선택하여 사용할 수 있는 자가배합사료 급여체계의 사료단가가 관행적 사료급여 체계보다 낮았고, 에너지농도 요구서열에 의한 우군분류 사양체계가 단위 산유량에 대한 사료비를 크게 절감시켰기 때문이라고 할 수 있다. 이 결과는 Howard 등(1968)과 Tozer 등(2003)이 TMR 사양체계가 이윤을 내는 주 요인이 산업부산물 등 저렴한 사료자원의 활용에서 기인된 것이며 젖소의 산유능력 증가가 2차적 요인이라고 보고한 것과 일치한다.

결론적으로, 유우사양의 합리화를 위하여 다양한 방법으로 TMR을 조제하고 있는 현실을 감안할 때 본 연구는 대상축에 대한 에너지요구량과 사료에너지 농도를 정확히 평가하여 우군을 편성한 후 그 상반평균을 배합목표로 설정하고 사용할 원료에 대한 실질적인 평가를 근거로 배합비를 설정하는 것이 산유능력을 향

Table 8. Prediction of economic value in herd-mix feeding system on the lactational stages of milking cows

Item	Conventional	Herd-mix
Milk cash/d/hd (₩)	13,788	16,265
Daily yield (kg)	20.50	23.64
Milk fat (%)	3.90	4.10
₩/kg milk ^a	672.59	688.04
Feed consumption		
DMI (kg/d/hd)	17.27	18.42
Commercial mix. (kg)	8.90	-
Corn silage (kg)	20.00	-
Rice straw (kg)	5.00	-
Herd-mix ration (kg)	-	20.52
Daily feed cost (₩) ^b	5,510	4,658
Feed cost/kg milk (₩)	268.78	197.06
Daily income over feed cost (₩)	8,278	11,607
Monthly income per head (thousand won)	248.34	348.21
Index	100.00	140.22

^a adapted from 2002 Dairy Statistics(KDC), based on 1-1A grade

^b applied the current unit prices of commercial concentrate, ₩282; corn silage, ₩100; rice straw ₩200; cracked corn, ₩220; cotton seed w. lint ₩350; soybean meal, ₩350; coconut meal, ₩300; soysouse cake ₩50; barley malt sprouts, ₩160; beet pulp, ₩230; alfalfa pellet, ₩200; limestone, ₩40; vit.-mineral supplements, ₩1,200; calcium phosphate, ₩350; herd-mix processing cost, ₩22/kg, respectively.

상시킴과 동시에 경제적으로도 유리하다는 사실을 입증하였다.

IV 요 약

본 연구는 산차와 비유기가 다양한 Holstein 중 56두를 사용하여 사료섭취량과 에너지요구량을 근거로 개체별 사료에너지요구량의 서열을 설정하고, 이를 3개 우군으로 나누어 각 우군의 상반평균치에 기준하여 자가배합사료(herd-mix ration)를 조제한 후 이것을 이용한 사양체계가 비유기 및 산차에 미치는 영향을 관행 사

양체계와 switch-over method로 비교하였다. 자가배합사료 급여체계는 전 비유기 동안 산유량과 유지율을 증진시켰으며($P < 0.05$), 산차별 생산능력도 모든 산차에서 향상되었다($P < 0.05$). 비유단계별 성적에서는 비유초기와 중기에서 Herd-mix구의 실제산유량(AMY) 및 지방보정유량(FCM)이 유의적으로 증가하였으나($P < 0.05$) 유지율은 유의차가 없었다. 비유말기에는 AMY, 유지율 및 FCM 모두 Herd-mix구가 관행구에 비하여 증가하였으며 특히 유지율과 FCM이 현저하게 증가하였다($P < 0.01$). Herd-mix구와 관행구의 FCM 비유지속성은 각각 93.24%와 92.69%로서 Herd-mix구의 비유지속성이 높았으며 비유곡선의 형태도 이상적 추세를 보였다. 유대와 사료비를 고려한 조수익을 산출한 결과 Herd-mix구가 관행구보다 40% 높았다. 결론적으로, 본 연구는 젖소의 에너지요구량과 사료 에너지 농도를 정확히 평가하여 우군을 편성한 후 그 상반평균을 배합목표로 설정하고 사용할 원료에 대한 실질적인 평가를 근거로 배합비를 설정하는 것이 산유능력을 향상시킴과 동시에 경제적으로 유리하다는 사실을 입증하였다.

V 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis(16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia.
2. Akinyele, I. O. and Spahr, S. L. 1975. Strategy of lactation as a criterion for switching cows from one complete feed to another during early lactation. *J. Dairy Sci.* 58:917-921.
3. Alderman, G. 1985. Prediction of the energy of compound feeds. In recent advances in animal nutrition. Butterworths.
4. Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E. and Cassidy, T. W. 2002. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 85:2948-2963.
5. Bines, J. A. 1986. Complete diets. Principles and practice of feeding dairy cows. Technical Bulletin 8:163-175.
6. Broster, W. H., Broster, V. J., Smith, T. and Siviter, J. W. 1975. Experiments on the nutrition of dairy heifer. IX. Food utilization in lactation. *J. Agric. Sci.* 84:173-186.
7. Clark, P. W., Ricketts, R. E., Belyea, R. L. and Krause, G. F. 1980. Feeding and managing dairy cows in three versus one production group. *J. Dairy Sci.* 63:1299-1308.
8. Coppock, C. E., Noller, C. H., Crowl, B. W., McLellon, C. D. and Rhikerd, C. L. 1972. Effect of group versus individual feeding of complete rations on feed intake of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 55:325-327.
9. Greenhalgh, J. F. D. and Reid, G. W. 1980. Complete diets for dairy cows; comparisons of feeding to appetite with rationing according to milk yield. *J. Agric. Sci. Camb.* 94:715-726.
10. Holter, G., Beede, D. K. and Wilcox, C. J. 1977. Utilization of diet components fed blended or separately to lactating cow. *J. Dairy Sci.* 60:1288-1293.
11. Howard, W. T., Albright, J. L., Cunningham, M. D., Harrington, R. B. and Noller, C. H. 1968. Least coast complete ration for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 51:595-601.
12. Krohn, C. C., Hvelplund, T. and Andersen, P. E. 1983. The effect on performance of different energy concentration in complete rations for first lactation cows before and after calving. *Livest. Pro. Sci.* 10:223-237.
13. Macleod, G. K., Grieve, D. G. and McMillan, I. 1983. Performance of first lactation dairy cows fed complete rations of seven ratio of forage to concentrate. *J. Dairy Sci.* 66:1668-1674.
14. Moe, P. W. and Tyrrell, H. F. 1976. Proc. 1st Int. Symp. on feed composition, animal nutrient requirements and computerization of diets. Int. Feed staffs Inst., Logan, Utah. p. 232-236.
15. Monteils, V., Jurjanz, S., Colin-Schoellen, O., Blanchart, G. and Laurent, F. 2002. Kinetics of ruminal degradation of wheat and potato starches in total mixed rations. *J. Anim. Sci.* 80:235-241.
16. NRC. 2001. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington, National Academy Press.
17. Owen, J. B. 1984. Complete diet feeding for cattle. *Livest. Pro.* 11:269-285.
18. Pardue, F. F., Fosgate, O. T., O'Dell, G. D. and Brannon, C. C. 1973. Effects of complete ensiled ration on milk production, milk composition, and rumen environment of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 56:648.
19. Phipps, P. H., Bines, J. A., Weller, R. E. and Thomas, J. 1984. Complete diets for dairy cows: the effect of energy concentration and change in energy concentration of complete diet on intake

- and performance of lactating dairy cows. *J. Agric. Sci. Comb.* 103:323-331.
20. Rook, J. A. F. and Thomas, P. C. 1983. Milk production. *Nutritional Physiology of Farm Animals.* 558-622.
21. SAS Institute, Inc. 1995. *DAD. For Linear models: a guide to the ANOVA and GLM procedures.* SAS. Inst. Inc., Cary, NC.
22. Schroeder, G. F., Delahory, J. E., Vidaurreta, I., Bargo, F., Gagliostro, G. A. and Muller, L. D. 2003. Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. *J. Dairy Sci.* 86:3237-3248.
23. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. *Principles and Procedure of Statistics: A Biometrical Approach* 2nd ed MCGraw Hill Book Co., Inc., New York.
24. Tozer, P. R., Batgo, F. and Muller, L. D. 2003. Economic analysis of feeding systems combining pasture and total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 86: 808-818.
25. Van Soest, P. J., Robertson. J. B. and Lewi, B. A. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- (접수일자 : 2004. 5. 4. /채택일자 : 2004. 8. 13.)