

TMR 및 사료자동 급이기 이용

윤 상 기

축산기술연구소, 농학박사

I. 완전혼합사료(TMR) 및 사료자동급이기 이용

1. 완전혼합사료(TMR)란?

가. 조사료, 농후사료, 무기물, 비타민, 기타 첨가제등 급여할 모든 사료를 대상가축의 영양수준에 맞추어 골고루 혼합, 균질화 되도록 하여 자유 채식할 수 있도록 하는 사료급여 관리 방식을 말함.

나. Total Mixed Ration이 원래의 말이며, 비슷한 용어로서 완전사료(Complete Feed, Complete Ration; CR)라는 말이 TMR과 같은 의미로 쓰이거나 또는 유통 상품화된 사료를 의미하는 뜻으로 쓰이기도 함.

2. TMR사료의 기본 원리

가. 젖소의 영양소 요구량과 사료섭취량에 맞추면서 선택 채식함이 없이 계속 같은 질의 사료를 지속적으로 섭취하게 함으로서 반추위내 미생물 활동조건(pH)의 기복이 적게 안정적으로 이루어져 소화 잘 되도록 하는 것임.

나. TMR 급여방식의 성공 여부는 정확한 계산, 평량과 골고루 잘 섞이도록 하는데 좌우됨.

3. TMR사료의 이용 현황

가. 국외

1) 미국 : 1970년대에 고능력우의 출현에 따라 농후사료 과다 급여로 인한 피해를 줄이기 위해 70년대 초반부터 급여하기 시작하였으나 잠시 완전혼합사료 급여에 의한 피해가 나타나면서 주춤하다가 1980년대 후반부터는 대부분의 농가들이 완전 혼합사료 사양방식으로 전환하고 있다.

2) 일본 : 1980초부터 자체 배합에 의한 완전혼합사료 급여 방법이 이용되었으나 1980년 후반부터 점차 확산되었으며 일본 나름대로의 변형된 체제를 도입하여 현재 낙농가들이 이용하고 있다.

3) 이스라엘 : 1960년대부터 협동조합 체제의 사료급여 방법을 갖추고 있으며 공동으로 완전혼합사료 제조공장을 설치하거나 자가 배합에 의한 완전혼합사료 혼합 및

급여를 설치 운영하고 있다.

나. 국내

1) 대규모 목장 : 경기도 일원의 대규모 목장은 자가배합에 의한 완전혼합사료 급여 방법을 채택하고 있음(성원, 신정, 태신, 천원, 사철, 소나무목장 등)

2) 소규모 농가 : 경운기용 배합기를 이용 소규모 자가 배합에 의한 완전혼합사료 제조 급여

3) 협동조합 : 담양 매일유업낙우회, 안성 서울우유낙우회, 혼합사료협의회(춘천, 횡성, 김포), 배합소(광주, 의양, 이천), 낙농협동조합(예산, 서해, 지리산)등에서 조합원을 이용 운영

4) 발효 사료공장 : 소규모 업체가 도로부터 발효사료 제조허가를 받은 후 완전혼합 사료라는 명칭으로 제조 판매하고 있음.(경주-부광산업, 담양-성장사료, 둔포-서전실업, 성환-신일농축등)

4. TMR 급여시의 장·단점

가. 장점

1) 소화 생리적인 측면

소의 되새김위 내는 pH 6~7 정도로 일정하게 유지되어야 최대의 우유 생산을 유지할 수 있는데 완전혼합사료를 급여하면 되새김위의 생리적 조건을 항상 최적상태로 유지할 수 있어 소화율을 10% 정도 향상시키며 고창증이나 제4위 전위증과 같은 소화기성 질병을 예방할 수 있다.

2) 영양적인 측면

완전혼합사료는 소가 좋아하는 사료와 싫어하는 사료를 골고루 혼합하여 급여하기 때문에 사료의 골라 먹음을 방지할 뿐 아니라 혼합한 한가지 사료의 급여만으로도 모든 영양분을 고르게 섭취할 수 있고 혼합사료의 수분을 45~50%로 조절하므로 사료 건물 섭취량을 최대로 올릴 수 있는 장점이 있다.

3) 관리 및 경제적인 측면

한가지 사료를 한꺼번에 급여하므로 사료급여에 필요한 노동력을 절약할 수 있으며 고용 인력에게도 안심하고 사료급여를 맡길 수 있다.

가격이 싼 가공부산물이나 값이 싼 단미사료의 이용으로 사료비를 절감할 수 있으며 단독으로 급여하면 기호성이 낮아 잘 먹지 않은 사료라도 다른 사료와 혼합하여 급여함으로써 사료의 이용성을 증진시킨다.

나. 단점

1) 사료이용의 제한

완전 혼합사료는 엔시레이지 등 다즙사료이용 형태의 사료급여체계이므로 목야지가 많아 방목이나 건초를 많이 생산 이용하는 농가는

생산 조사료를 이용하는데 제한을 받는다. 또한 벼짚등 길이가 긴 조사료의 절단에 많은 시간이 소요된다.

2) 사육두수의 영세

완전혼합사료 이용 낙농가는 젖소를 능력에 따라 산유초기, 중기, 말기 그리고 건유기등 3~4개군으로 분류하여 군별 사육을 하여야 하나 평균 사육두수가 25두미만인 소규모 낙농가는 군 분리가 어려워 비만우나, 여원소가 출현되기 쉽다.

3) 축사시설의 낙후

넓은 운동장이나 개방식 우사를 가지고 있는 낙농가들은 쉽게 완전혼합사료의 이용이 가능하지만 기존 우사가 계류식인 경우 완전혼합사료는 기존 급여보다 사료급여에 더 많은 시간이 소요된다.

4) 사료배합기술 부족

완전 혼합사료에 이용되는 부산물이나 원료사료는 영양성분의 함

량이 파악되고 이들을 이용 사양표준에 제시된 영양소 요구량에 알맞게 사료배합표가 작성된 후 사료배합표에 의거 사료가 배합되어야 한다.

이러한 사료배합표 작성에는 기술이 필요하며 현재 직접 사료배합표를 작성할 수 있는 농가는 많지 않다.

5) 경제적 부담

혼합 사료의 무게 측정 및 혼합용 배합기등 기계 구입이 필요함.

5. TMR 이용시 개선 방안

가. 사육규모를 가족 경영 전업형으로 확대

TMR을 이용하려면 일정한 축군 분리가 필요하므로 여기에 알맞게 사육 규모가 확대 되어야 한다.

앞으로 낙농산업에서 예상되는 산유능력향상, 원유 품질기준 강화, 환경관리 및 양질 조사료 필요성 증대등 두수 확대 제약 요인을

표1. 가족 노력 전업 규모 낙농가 경영 모델

구분	설정내용
· 관리노동력	-가족노력 : 1.3~1.5인
· 적정사육 규모	-경산우 50두(총두수 85, 착유우 40두)
· 시설 및 관리기계	-축사 구조개선 및 신축 : 후리스틀, 루즈반식 -농후사료 자동급여기 이용 -착유방식 : 헤링본, 탠덤식 -분뇨처리 생력화 : 액비화, 스크래퍼
· 조사료 최소 소요량	-경산우 1두당 3.76톤(건물기준) -품질별 소요량 A~B : 17% B~C : 50% C~D : 17% D급 : 16% -조사료 최소 자급율 : 50% 이상
· 사료작물포 소요면적	-경산우 1두당 0.2ha(600평)
· 1두당 연간 산유량	-6000kg→7000kg
· 예상 소득액	-6~7천만원 /연간

고려할 때 가족 노력을 위주로 한 전업 규모 낙농가의 경영모델은 다음과 같이 제시할 수 있다.

나. 축군 분리

영양적인 관점에서 볼 때 각 개체별로 TMR을 제조 급여하는 것이 가장 이상적이지만 이는 불가능한 일이다. 따라서 영양분 요구 수준이 비교적 비슷한 개체끼리 무리를 구분하여 사료를 급여하는 것이 관리나 착유시에 유리하다.

1) 축군 분리 기준

- 산유량 : 20kg미만, 20~30kg, 30kg이상 등
- 생리적 단계 : 산유전기, 산유중기, 산유후기, 건유기
- 신체 충실도 : 2~3, 3~4, 4~5

2) 축군 분리 요령

◦ 축군 분리시 주의할 점은 한 군이 산유량 범위가 10kg미만이 되도록 하며 (예 : 20kg미만, 20~30kg, 30kg 이상 등) 군간의 영양소 농도가 15%이상 차이하지 않게 한다. 군 분리에는 산유량 뿐만 아니라 나이, 산유 및 임신단계, 그리고 신체충실도와 성질등도 고려하는 것이 좋으며 축군의 이동은 낮보다 활동이 적은 저녁 이후 밤에 옮기는 것이 스트레스를 적게 받는다.

표2. 축군 분리 방법

A군	B군	C군	건 유 군
· 분만후 120일 이내	· 분만후 120~210일	· 분만후 210~305일	· 건유우
· 초산우	· 중능력우	· 신체 충실도가 높은 개체	· 조사료위주 사육
· 고능력우	· A군중신체충실도 증가우	· 능력이 낮은 소	· 음이온사료 급여
· 분만후 최소 60일간			

◦ 전체 착유우를 단일군으로 관리하려면 개체 능력을 고능력우로 균일화시키고 1년에 1회씩 분만시켜 비유후기가 되는 착유우가 없도록 유도해야 한다.

◦ 단일 TMR 급여시에도 별도의 농후사료를 추가 급여하는 관리 방식을 선택해야 한다. (호퍼식, 전자감지식 자동급여기)

다. TMR용 원료 사료의 종류와 특성

TMR에 이용되는 사료의 종류 중 조사료는 가급적 여러가지 종류를 혼합 이용하는 것이 사료에 따른 물리, 화학적 보완 효과로 섭취량 증가에 기여할 수 있다고 알려져 있으나 농후사료나 기타 단미사료는 영양성분의 균형 공급이나 값이 싼 사료에 배합을 목적으로 하는 경우를 제외하고는 여러 종류를 배합할 필요가 없다.

실제로 미국의 완전혼합사료 배합에서도 착유사료는 1~2종의 조사료와 1~2종의 곡류 사료 그리고 2~3종의 무기물등 첨가제가 이용되고 있다.

1) 에너지사료

에너지 사료로 일반 농가에서 가장 많이 사용하는 것은 배합사료(착유사료)이며 배합사료는 총건물 섭취량의 50~60%일때 에너지

섭취량이 최대가 되며 만일 배합사료가 총건물의 60% 이상일 때는 되새김위의 소화 장애 발생등으로 에너지 섭취량이 감소하고 섬유소의 소화율도 떨어진다.

배합 사료 대응 에너지 단미 사료로는 옥수수, 옥세일, 기타 곡류 사료, 건옥피, 면실등이 있다.

2) 지방 사료

지방사료는 산유량 증진 뿐 아니라 체중 감소 완화로 산유지속성 향상과 번식률 개선의 효과가 있다. 또한 에너지 농도가 높아 농후사료 : 조사료의 비율을 개선시키는 효과가 있으며 되새김위 내에서의 열 발생이 적어 여름철에 효과적이다.

◦ 불포화 지방산으로 구성된 식물성 유지를 급여하면 섬유소의 소화율이 떨어지고 유지율이 감소하지만 면실이나 전지대두등과 같이 전립 종자로 공급하면 좋은 결과를 나타낸다.

3) 단백질 사료

젖소의 체내 축적 단백질의 이용은 에너지보다 더 많은 제한이 있어 체중 1kg 손실에 우유 3~4kg 밖에 생산할 수 없으므로 사료내 단백질의 적정 함량은 매우 중요하다.

특히 사료 속의 단백질은 되새김위의 발효과정에서 일부 분해되고 분해되지 않은 나머지 단백질은 하부의 장기로 이동 소화 흡수된다. 따라서 단백질 사료는 분해 단백질과 비분해 단백질의 적정 균형이 이루어져야 한다.

4) 조사료

조사료는 에너지와 섬유소의 동

표3. 단백질 공급원의 영양 성분(%)

구	분	수 분	조단백질	조지방	조섬유	가스화양분총량	
대	두	박	11.72	45.14	1.75	5.49	76.57
면	실	박	10.31	28.43	1.55	17.90	61.81
야	자	박	9.73	24.65	3.14	13.30	66.86
옥수수	그루텐	밀	9.56	60.85	3.28	1.85	75.44
옥수수	그루텐	퍼드	12.27	18.46	2.20	7.10	72.04

표4. 젖소의 산유능력별 조섬유 수준

구	분	C	F	A	D	F	N	D	F	비 고
건	유	우	22			27			35	체중 600kg
산	유	초	17			21			28	산 유 량
고	능	력	15			19			25	40~50kg
일	반	우	17			21			28	20~30kg
저	능	력	17			21			28	10kg

표5. TMR에 주로 이용되는 조사료의 영양 성분(%)

사	료	명	수 분	조단백질	조지방	조섬유	가스화양분총량
벧	짚		12.00	4.50	2.18	28.30	37.51
옥	수	수	12.37	2.10	0.65	33.62	55.15
옥수수	사일리지		74.80	2.45	0.90	8.07	16.51
호	밀	사일리지	87.30	2.58	0.99	5.94	10.06
혼	합	목	81.50	6.90	2.00	29.00	47.89
알	팔	파	85.65	15.19	2.79	22.22	53.55
알팔	과	건초(개화기)	88.09	18.46	2.87	26.24	47.18

시 급여원으로 되새김위의 기능을 유지하며 유지율의 감소를 방지하기 위한 사료를 배합하는데 지표로 이용되고 있다. 착유우 사료 중의 조섬유 수준은 고능력우의 경우 최소 14~15%의 조섬유(CF), 19%의 산 세척 섬유소(ADF), 그리고 25%의 중성세척 세척 섬유소(NDF)가 함유되어 있어야 하지만 일반우에서는 17%CF, 21% ADF, 28%NDF 정도를 최소 기준으로 제시하고 있다.

5) 주요 농산 가공 부산물의 특성

○맥주박 : 중 정도의 단백질 및 에너지 사료이면서 섬유소 함량은

높은 사료이나 수분 함량이 많아 1일 2kg(건물)이내 또는 총배합량의 10%(건물)이내 혼합 가능

○비트 펄프 : 옥수수에 비교하여 단백질 함량은 다소 높고 85% 정도의 에너지와 15~20%의 섬유소를 함유하고 있으며 소화가 잘되고 기호성이 좋으나 부피가 크기 때문에 건물섭취량을 제한시킴으로 3kg까지 급여 가능

○면실 : 단백질, 지방, 섬유소와 에너지 함량은 높은 사료로 이와 같이 한가지 사료에 다양하며 영양분 함량이 높은 사료로는 찾기 어렵다. 급여시 유지율을 높이고 산유지속성 유지에 도움을 주며 1

일 1~3kg 또는 총배합량의 15%(건물) 이내 혼합 가능

○대두피 : 중실의 8% 정도 생산되며 소화가 잘되는 섬유소 함량이 높고 단백질이 많이 함유되어 있으며 기호성도 좋다. 배합 사료에 45% 또는 착유우에 1일 5~6kg까지 급여 가능

○클루텐퍼드 : 보리와 유사한 에너지를 함유한 중등 정도의 단백질 사료이던 반추 위에서 빠른 분해성을 보이며 기호성은 중등 정도이며 배합사료에 50% 또는 두당 5kg 까지 급여 가능

○면실피 : 단백질, 에너지, Ca, P의 함량이 낮으나 기호성이 좋은 섬유질성 사료로 사료의 용적을 늘리거나 조섬유함량 보충을 위하여 배합 사료에도 혼합하여 1일 건물 기준 2.7kg 또는 총건물량의 30% 이내 혼합 가능하다.

○바가세 : 설탕 추출 후의 사탕 수수로 영양분 낮은 벧짚이나 밀짚 같은 섬유질로서 저질 조사료로 이용할 수 있다.

이상과 같은 TMR용 원료 사료 들은 사료 수입상 사료 공장 또는 협동조합등의 단체를 통하여 농가에게 공급되므로 사료비 증가 요인이 된다. 이러한 유통 단계가 개선된다면 사료비의 절감을 가져올 수 있을 것이다.

○옥수수 구입가격 : 98~108 (사료공장)→128~165원/kg(낙농가)

○면실 : 240~270(거래가격)→186원/kg(추정 적정 가격)

○비트펄프 : 152~190(거래가격)→117원/kg(추정 적정 가격)

표6. TMR 급여시설 및 기계 기구 비교

구분	관행	T M R
축사	계류식 또는 개방식	개방식
사조	개체별 또는 공동	공동
사육규모	10~20두	30~50두
사육방식	개체별	축군별
소요농기계		
- 혼합기	-	500~1.5톤 (3,000~13,000천원)
- 조사료절단기	2~3HP	2~3HP (200~500천원)
- 저울	20~30kg	2~200kg (50~800천원)
- 급여기	-	30~40두용 (5,000~6,000천원)

표7. TMR 공동 배합소 설치 소요 자금

(단위 : 천원)

규모(농가수)	비목	계획(A)	실제(B)	B/A×100
A (50~60농가)	토지구입	150,000	119,160	79.4
	토목건축	116,000	121,756	105.0
	기계·전기	249,000	211,600	85.0
	운송기계	24,000	24,000	100.0
	기타	1,440	5,307	368.5
	소계	540,440	481,823	89.2
B (30농가)	토지구입	75,000	75,000	100.0
	토목건축	80,000	20,000	25.0
	기계·전기	172,000	35,000	20.3
	운송기계	24,000	14,000	58.3
	기타	720	1,000	138.9
	소계	349,720	145,000	41.5



라. TMR 급여 시설

TMR 급여시에는 기존의 계류식 축사나 개체별 급여를 위주로 한 사조는 개방식과 공동 급여 형태의 사조로 전환하는 것이 좋으며 이때 소요 농기계는 (표6) 같다.

또한 협동조합이나 낙우회등에서 여러 농가를 대상으로 배합소를 설치 운영할 때 배합소의 설치 경비를 파악한 결과는 (표7)과 같다.

6. TMR 사료 배합의 실제

가. 영양수준 설정

TMR배합시 영양 수준은 한 군의 젖소중 80~85%가 알맞거나 약간 초과 급여되는 수준에 맞추는 것이 효과적이다. 이와 같이 군 평균보다 상향 조정된 수준에 맞추어 사료를 배합하는 것도 군수와 군별 두수 분포에 따라 정도가 달라지는데 각 경우에 맞도록 군평균 산유량보다 증가시키는 계수를 유도계수(Lead factor)라 한다.

유도계수를 쉽게 활용하는 방법으로 단일 군일 경우 실제 평균 산유량보다 30%, 2개군으로 구분할 경우에는 20%, 3개군으로 구분할 경우에는 평균 산유량보다 10%를 상향 조정시킨 산유량에 맞추어 사료 배합표를 작성하거나, 더욱 간단하게 하려면 축군의 평균 FCM 유량×1.15를 기준 유량으로 하여 배합표를 작성한다.

$$0.04\% \text{ FCM} = (\text{유지율} \times 0.15 + 0.4) \times \text{유량}$$

7. TMR 배합시 주의점

가. 사료 혼합 순서

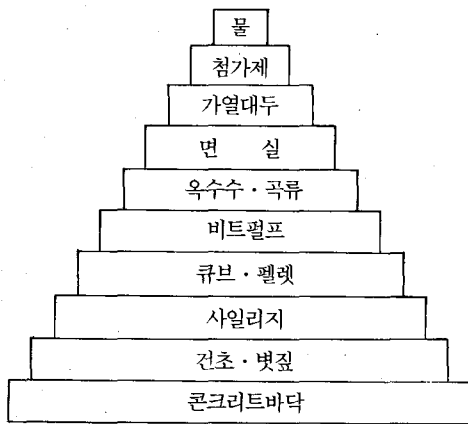


그림1. 사료배합 순서

나. 수분 조절

사료 전체의 수분이 45~50% 보다 높아지면 건물 섭취량이 급속히 감소한다. 사일리지가 주체인 완전혼합사료에서는 수분이 6% 증가함에 따라 건물섭취량은 0.14kg씩 감소한다고 알려져 있다. 실제로 사일리지와 맥주박을 사용하는 경우에는 자체의 수분으로 40%정도가 되어 조금만 물을 첨가하면 적당한 상태도 된다. 수분이 적을 경우는 농후사료와 조사료가 잘 혼합되지 않으며 반면에 수분이 많을 경우 여름철 2차 발효와 곰팡이 발생이 쉬워지며 기호성이 급격히 떨어진다.

다. 계절별 사료 배합 조절

고온시에는 가축의 생리 기능의 향상성 유지를 위하여 혈류 및 호흡수의 증가등 열 발생에 필요한 에너지 요구량이 10~20% 향상시켜 배합한다.

라. 건유우 TMR 배합

건유기 사료의 양-음이온 균형

은 분만후 우유 생산성과 대사성 질병에 많은 영향을 미치므로 사료 배합시 주의한다.

일반적으로 건유사료에 이용되는 사료들이 Na 및 K의 함량이 높은 양이온성 사료들이다.

건유기에 음이온 사료를 급여하면 유열이 감소하고 산유량이 증가하며 수태율도 증가한다.

8. TMR 사료 이용시 발생되는 문제점

가. 원료사료의 빈번한 교체와 영양분 함량 불명으로 정확한 사료 설계가 이루어지고 있지 않음

나. 수입 저질 원료 사료 이용과 사료내 이물질 함량 등으로 배합 기계 고장과 창상성 위염 발생

다. 사료 급여량 제한

라. 군별 분류미흡으로 저능력우는 비만되고 고능력우는 수척되는 경우가 많으며 발정 확인 소홀 등으로 번식율이 떨어진다.

따라서 군축의 개체별 신체충실 지수를 정확히 파악하여 비만우는 격리 수용하고 능력이 아주 높은 소는 별도의 사료 공급이 필요하다.

마. 섬유질성 농산 가공 부산물에 대한 과식으로 사료중 조섬유 수준이 낮아지고 있으며 질이 나쁜 조사료의 이용으로 기호성이 낮은 TMR 사료가 많이 생산된다.

표8. 고온기 사료급여 방법과 사료섭취량('94. 8월)

구 분	양 분 섭 취 량			산 유 량
	건 물	조 단 백 질	에너지(TDN)	
혼 합 사 료 급 여	11.8(82)	1.6(80)	8.0(82)	19.1(95)
조 · 농 분 리 급 여	14.4(100)	2.0(100)	9.7(100)	20.2(100)

표9. 주요 사료의 양-음이온 균형

사 료 종 류	미 량 원 소				이 온 균 형
	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	S ⁻	
알 팔 파	2.45	0.06	0.38	0.28	+37.2
벧 짚	2.32	0.12	0.54	0.17	+38.6
옥수수사일리지	0.90	0.05	0.21	0.15	-9.9
옥 수 수	0.47	0.02	0.02	0.08	+7.3
대 두 박	2.26	0.08	0.03	0.43	+33.7
맥 주 박	0.08	0.08	0.17	0.32	-19.2
면 실	1.00	0.01	0.05	0.26	+8.4