

트렉터 견인형 TMR 배합기의 개발

박경규* 구영모* 서상훈* 장철* 이종순** 우중구**

I. 서론

최근 우리나라의 젖소의 사육두수는 계속 증가 추세에 있는 반면 사육능가는 줄어들어 농가당 사육두수가 증가하는 전업농 또는 기업농의 형태로 바뀌고 있다. 그러나 아직도 한 가구당 사육두수는 25 마리 내외로 유럽이나 일본 북해도의 80 두에 비하여 매우 영세한 실정이다. 이러한 낙농가의 규모화를 저해하는 주요한 요인중의 하나가 사료급여에 소요되는 과도한 노동력이다. 실제로 젖소 1마리당 사육에 소요되는 노동시간은 우리나라의 경우 연간 217시간으로 유럽의 78시간에 비하여 약 3배 가량 많다. 특히 낙농가의 작업 분포를 보면 착유 및 우유처리시간이 33%, 다음으로는 사료의 준비 및 급여시간이 전체의 30%로 이 부분의 자동화 내지는 기계화에 의한 작업의 성력화가 가장 시급한 과제라고 할 수 있겠다.

사료의 준비 및 급여에 대한 소요 노동력의 과다에는 여러가지 이유가 있겠으나 주원인으로는 불합리한 사료의 급여체계를 들 수가 있다. 그림 1은 우리나라 3대 가축의 전형적인 사료급여 시스템으로 젖소의 사료급여에 대한 문제점을 잘 설명해 주고 있다. 닭이나 돼지는 거의 100% 곡류를 섭취하는 가축이기 때문에 그림에서 보는 바와 같이 배합사료 공장에서 배합된 사료를 그대로 급여를 하면 큰 문제가 없다. 그러나 젖소의 경우 곡류원료 이외에 농가에서 채취된 목초, 산야초, 볏짚, 사일리지와 같은 섬유질의 조사료와 인근에서 구입 가능한 맥주박등과 같은 부산물 등을 다시 배합을 하여야 한다. 따라서 젖소의 사육능가는 사료공장에서 배합된 곡물사료를 포장상태로 반입하여 포장을 개봉한 후에 조사료들을 절단하여 배합기로 곡물사료와 조사료를 다시 배합하고 인력으로 사료를 급여하게 된다. 이러한 비효율적인 사료급여 체계는 당연히 과도한 노동력을 요구하게 되는데, 직접적으로는 우유의 생산비용을 높일 뿐 아니라 앞서 언급한 바와 같은 가축단위 농가에서 사육두수의 규모화에 큰 제약조건이 되고 있다.

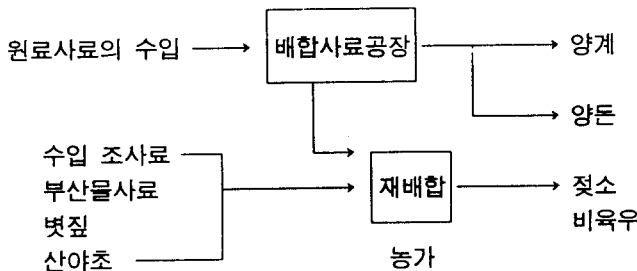


Fig. 1 Feeding system of 3 major livestock in Korea

관행의 사료급여체계는 사료의 질적인 저하와 같은 또 다른 문제를 야기하고 있다. 사료의 배합은 젖소가 신체를 유지하고, 우유를 생산하는데 필요한 영양소의 요구량을 만족하며 동시에 사료비용을 최소화하는 선형계획법(LP)에 의해서 산출되는데 우리나라의 대부분의 농가는 배합사료공장에서 배합된 곡물사료에 목초, 사료작물, 산야초, 볏짚과 같은 조사료를 조건(생산량, 생산비, 영양소함량 등)을 고려하지 않고 주먹구구식으로 배합을 하고 있어 실제로 급여되는 사료가 영양소 요구량을 만족하는지, 또는 너무 과도하게 급여를 하고 있는지도 모르고 있는 실정이다.

따라서, 이와 같은 과도한 노동력과 사료의 질의 저하는 당연히 우유의 생산비를 높이고 생산량의 저하를 야기하여 국제경쟁력의 저하에 주요 원인이 되고 있다.

** 본 연구는 1996년, 1997, 1998년 농림부의 농업특정과제 연구비로 수행되었음

* 경북대학교 농업기계공학과

** 대동공업(주) 연구소

따라서, 본 연구는 ①조사료 및 습사료의 배합이 가장 잘되는 패달형 교반기를 가지며, ② 조사료는 투입과 동시에 잘게 절단되며, 또한 곡류원료의 분쇄도 가능한 분쇄 및 세질시스템을 부착하고 있으며, ③ 배합된 사료의 자동배출 장치가 있으며, ④ 원료의 계량도 할 수가 있어 정확한 배합비를 만들 수가 있으며, 또한 ⑤ 트랙터의 트레일러에 장치되어 동력은 트랙터로 부터 추출되는 PTO 구동형이고 트랙터로 운반되는 기능을 가진 젖소용 TMR 배합기를 개발하여 우리나라 낙농가의 규모화를 저해하는 주요한 요인중의 하나인 사료급여에 소요되는 과다한 노동력 및 불합리한 사료의 급여체계를 개선하기 위하여 수행되었다.

II. 연구재료 및 방법

1. TMR 배합기

본 연구에서 개발이 되는 배합기는 크게 ①배합시스템, ②조사료 세질시스템, ③계량시스템, ④동력전달시스템, ⑤배출시스템, ⑥전체시스템을 유지 및 운반시켜 주는 트레일러로 구성이 되어있는데 그림 2는 전반적인 기능도이다.

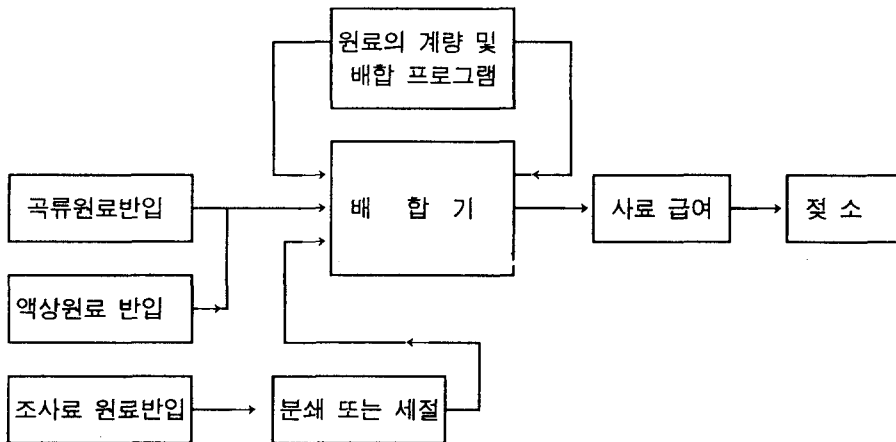


Fig. 2 Functional diagram of a tractor attached TMR mixer

① 배합기의 규격 및 성능

배합기는 다음의 표 1과 같은 규격으로 설계가 되었는데 이는 기존의 외국의 것을 분석한 결과 우리나라의 축산농가에 주로 보급되어 있는 43마력 트랙터에 적합한 규격으로 분석되었기 때문이다. 그림 3은 배합기의 전체적인 설계도면으로 측면도에는 배합기에 부착된 세질기도 같이 보여주고있다. 그림 4는 개발된 패달형 교반기의 설계도면이다.

Table 1. Dimension and capacity of pedal type mixer developed

구분	용량
탱크의 용량(m ³)	3.0
배합 성능(m ³)	2.4
원료의 성분에 따르는 배합 성능 비중이 600 kg/m ³ 인 원료	1.5 톤

비중이 500 kg/m ³ 인 원료	1.2 톤
비중이 420 kg/m ³ 인 원료	1.0 톤
비중이 330 kg/m ³ 인 원료	0.8 톤
<hr/>	
배합기의 길이(m)	5.10 m
배합기의 높이(m)	1.29 m
배합기의 폭(m)	1.80 m
<hr/>	
패달형 교반기의 재료	SS41P

② 배합기의 소요동력

제작된 배합기를 경기도 광주군에 위치한 광동낙우회 소속 TMR사료 배합소에서 트랙터에 장착하여 배합시험을 한 결과 다음의 결과를 얻었다. 배합원료는 옥수수, 알팔파 큐브 및 맥주박을 주원료로 하는 함수율이 40%인 습사료인데 1,000kg에 대한 배합성분은 다음과 같았다.

Table 2. Ingredients formulations for mixing test in the experiment.

성분	옥수수	석회석	알팔파	큐브	소맥피	단백피	비트프	펠트프	대두피	벚짚	맥주박	대두박	엿밥	면실	물	기침가타제	총계
무게 kg	140	14	95	85	130	30	75	5	253	40	50	60	15	15	1,000		

Table 3. Power requirement of each individual processing for mixing operation.

시험회수	작업 공정명	소요 동력
1	마른사료 배합	32.1
2	습사료 배합	34.3
3	배합·세절·이송·반입	35.2

배합에 소요되는 동력은 함수율이 높은 맥주박과 물이 첨가될 때 잠시 동력이 증가하는 경향을 보였으나 최고 35.2PS, 평균 34.3PS가 소요되어 우리나라 축산농가에 주로 보급되어 있는 43 마력 트랙터에는 적합한 것으로 판명 되었다.

여기에서 배합기의 소요동력 측정은 트랙터의 엔진 출력특성을 분석한 후에 엔진의 무부하 회전수를 1890RPM으로 고정한 후에 전압을 측정하고 사료원료의 투입 및 배합과정에서 연속으로 소요 부하를 측정하여 산출한 것으로 배합·세절·이송·반입작업이 동시에 이루어 질 때에도 최대 35.2마력이 소요되는 것으로 나타났다.

③ 배합 성능

개발된 배합기는 표 2에서 보는 바와 같이 곡류사료, 조사료 및 함수율이 높은 맥주박에 물을 첨가하여 수분이 40%에 이르는 습사료용이다. 따라서 배합성능의 분석은 배합기를 판별하는데 매우 중요하다. 본 연구에서는 배합원료 중에서 가장 비중이 낮은 면실(목화씨, cotton seed)의 배합 분포도를 측정하여 배합성능을 판별하였다. 면실은 서로 엉기어 있고 비중이 가볍기 때문에 잘 배합이 되지 않을 성질이 있다. 따라서 이러한 면실이 골고루 배합이 되어 있다면 배합기는 좋은 기능을 가졌다고 판단을 해도 좋을 것이다.

시험은 3회에 걸쳐 수행 되었으며 매 시험 마다 20g 에서 30g 정도의 샘플을 30개씩 채취를 하여 샘플 무게당 면실의 무게[면실의 무게(g)/샘플의 무게(g)]와 면실의 갯수[면실의 갯수(개)/샘플의 무게(g)]를 측정하여 각각에 대한 C.V.(Coefficient of variance of composited sample)를 산출하여 본 결과 면실의 무게에 대한 C.V는 4.41%, 면실의 갯수에 대한 C.V는 4.35%로 배합정도가 우수한 것으로 나타났다. 참고로 식품업에서의 판정의 기준은 5% 미만, 사료업에서는 10% 미만이면 우수한 것으로 판정한다.

Table 4. Test results of TMR mixer developed

시험번호	무게에 대한 C.V.	수량에 대한 C.V.
1	4.62 %	4.50 %
2	4.32 %	4.33 %
3	4.29 %	4.22 %
평균	4.41 %	4.35 %

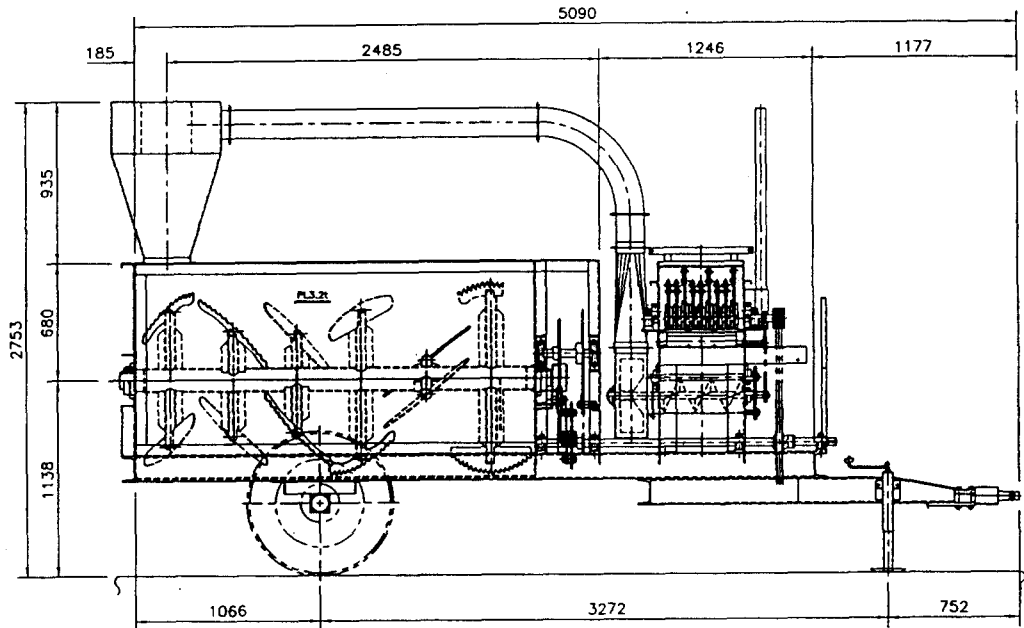


Fig. 3 Side view of pedal type mixer developed

2. 배합기 부착용 조사료 세절기

① 세절기의 구성

본 연구에서 개발되는 조사료 세절기는 배합기의 전면에 부착되어 있으며 트랙터의 엔진으로 부터 들어오는 동력을 같이 사용하게 되어 있다. 특히 볏짚과 같은 거친 조사료, 생초 또는 곡물 이라도 분쇄가 가능하도록 설계를 하였다. 또한, 분쇄 또는 세절된 원료는 오거(Auger)에 의해서 드로워(Thrower)로 반송되고 드로워는 반송 파이프를 쳐올리고 이는 다시 사이클론에 모아져서 배합기로 투입이 되도록 하였다.

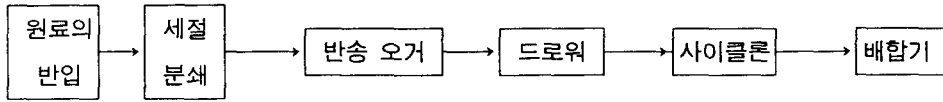


Fig. 4 Process flow of roughage cutting

예비실험의 자료를 바탕으로 완성된 조사료 세절기의 설계도는 그림 5에서 정면도 및 측면도로 나타나 있다. 동력은 트랙터 PTO 구동축으로 연결되어 있으며, 분쇄날의 재료는 SUP9인 스프링강으로 매우 강한 재료를 선택하였다.

② 세절기의 성능

조사료의 세절기는 원료의 반입장치, 세절장치 그리고 분쇄 입자도를 결정하여주는 스크린으로 나누어진다. 스크린의 설계자료로 이용하기 위하여 조사료 및 곡물사료의 분쇄 또는 세절에 따르는 스크린 사이즈가 분쇄 또는 세절 입자도에 미치는 효과를 시험하였으며 요약하면 다음과 같다.

건초나 곡물의 함수율은 분쇄 또는 세절의 성능에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 함수율이 낮을 수록 효율이 떨어지는 것으로 나타났는데 함수율 10% 미만일 경우 아주 크게 나타났다. 또한 함수율이 20% 이상 증가할 경우에 효율의 감소가 나타났다. 건초의 경우 12% 이상의 함수율을 가지면 분쇄하기가 매우 어려운 것으로 나타났다. 효율을 높이기 위해서는 스크린의 규격을 큰 것으로 사용하면 바람직한 것으로 나타났지만 젖소에게는 중간(medium) 크기가 알맞는 것으로 추천되고 있으며 표5의 *표를 표시한 스크린을 사용하면 좋은 것으로 나타났다.

Table 5. Optimum screen size for feed grinding or cutting(Unit: inches)

사료의 종류	프레이크 알팔파 건 초	옥수수	수수	귀리 보리
Very Fine	1/2	1/8	1/8	1/8
Fine	3/4	3/16	3/16	3/16 *
Medium	1-1/2*	3/8 *	1/4 *	1/4 *
Course	2	5/8	3/8 *	3/8

* 젖소 사료에 적합한 스크린 규격

③ 소요동력

세절기의 소요동력은 시간당 분쇄량, 분쇄될 원료의 종류, 함수율 등에 따라 차이가 나지만 본 연구에서 개발된 세절기는 5마력 용량의 전기 모터를 설치하였을 때 1마력당 시간당 작업성능이 다음과 같이 나타났다.

Table 6. Production rate of individual ingredient as change of screen size. (Unit: kg/ps · hr)

사료의 종류	스 크 린 규 격				
	1/8	3/16	1/4	3/8	1/2
옥 수 수	105	140	196	-	-
알팔팔큐브	27	38	55	78	-
벧 짚	18	23	31	50	-
보 리	60	75	-	-	-

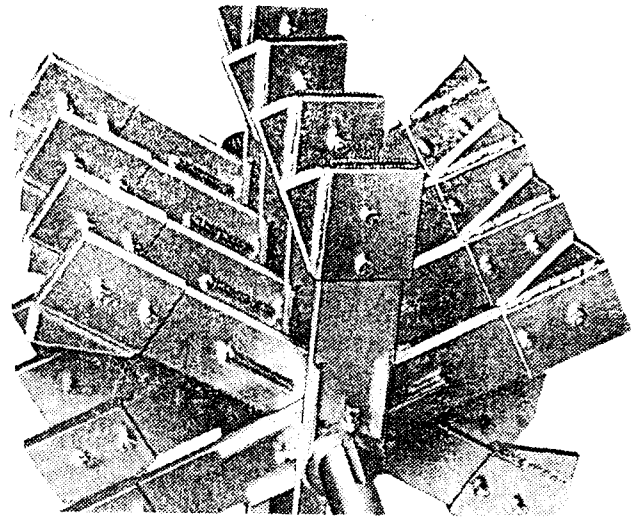
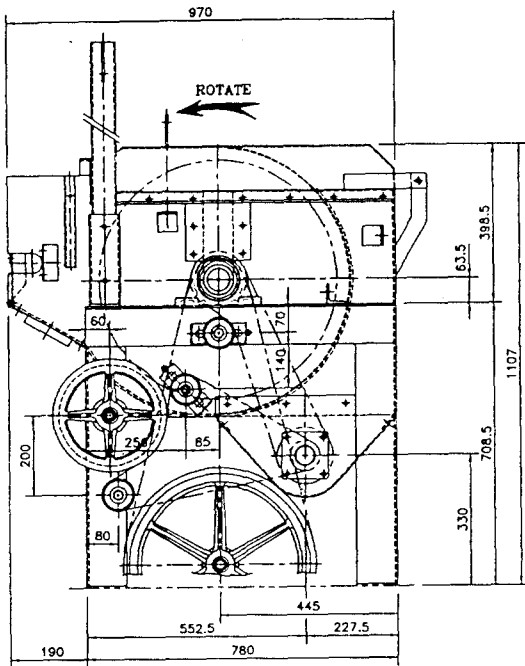


Fig. 5. Front view of roughage cutter

실제로 본 연구에서 개발된 세절기를 배합기에 부착하여 43마력 규격의 트랙터 동력으로 배합 작업과 동시에 세절 작업을 수행 한 결과 소요동력은 표 3에서 보는 바와 같이 배합기만을 사용했을 때(약 32.1 마력)보다 동력이 증가(약 35.2 마력)하기는 하였으나 눈에 띄게 증가하지는 않았는데, 주된 이유는 배합기의 관성력의 영향을 받는 것으로 추측이 되었으며, 또한 세절된 조사료의 양이 타 작업에 크게 영향을 줄만큼 많지가 않았던 것도 하나의 요인으로 분석되었다.

3. 동력전달장치

트랙터에 견인되는 본 TMR 배합기는 아무 곳에서나 배합작업이 가능하여야 한다. 따라서 트랙터의 PTO(Power Take-Off)축으로 부터 동력을 추출하여야 하는데 주요 임무는 다음과 같다.

배합기: 배합기 내의 패달을 회전 시켜 배합작용이 원활하게 하도록 하는 에너지

세절기: 원료의 반입, 세절, 세절된 원료를 배합기로 이송시키는 에너지

배출기: 배합 후에 배합된 사료를 배출시켜 주는 에너지

또한, 동력전달시스템은 그림 6에 나타난 것과 같이 트랙터의 PTO축으로 전달된 동력은 유니버설 조인트를 통하여 메인 클러치(main clutch)로 전달된다. 메인 클러치는 배합기와 직결이 되어 있고 또한 세절기로 동력의 傳斷(On-Off)이 가능하다. 세절기로 들어간 동력은 조사료 반입 컨베이어 클러치와 다시 연결이 되는데 원료의 투입량을 클러치로 조절을 하였다. 배합이 완료가 되면 메인 클러치에서 전달된 동력을 배출클러치를 통해서 배출기에 전달하여 배출이 되도록 하였다.

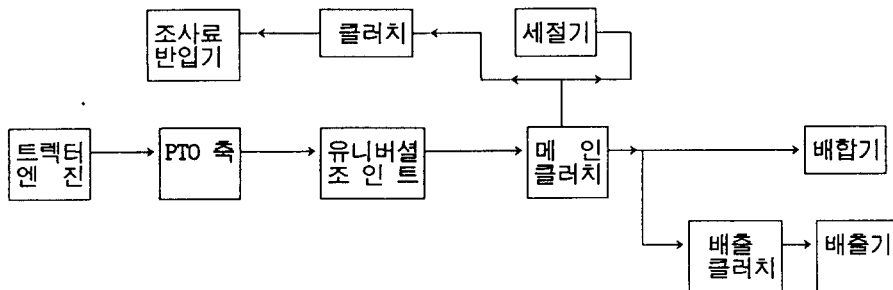


Fig. 6 Power transmission system of TMR Mixer developed.

4. 배합원료의 자동계량 장치

배합비율의 정확한 정보 제공 및 배합원료의 정확한 계량은 양질의 사료 제조와 함께 경제적인 점소의 사료제조에 매우 중요한 요소이다. 본 연구에서는 개발된 사료 배합기에 계측장치를 부착하여 배합될 원료를 계량할 수 있는 계량시설과 동시에 배합시간 및 배합비율에 대한 정보를 제공하여 주는 마이크로 프로세서 시스템을 개발하였다.

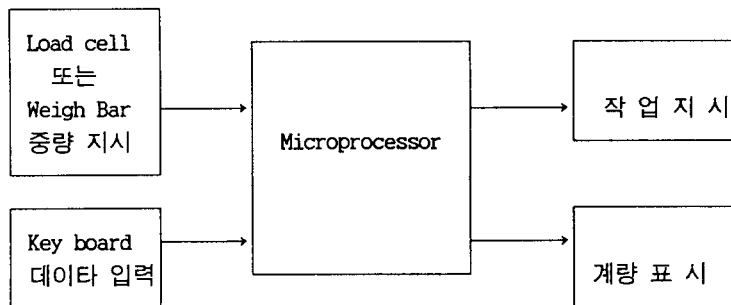


Fig. 7 Flow diagram of micro weighing system

배합기가 설치된 트레일러의 4쪽 모퉁이에 계량 센서(Load Cell)를 부착하여 투입되는 사료원료의 무게가 I/O 인터페이스에 의하여 디지털로 계량된 값으로 표시 되도록 계량 장치를 설계하였으며, 또한 이미 입력된 자료에 비하여 투입량이 초과를 하면 버저를 작동시켜 투입이 중단 되도록 하였다. 계량오차는 1% 미만으로 되도록 하였다. 그림 8은 로드셀과 콘트롤 패널과의 연결도이다

5. 트레일러 및 전시스템의 조합

앞에서 개발된 ①배합기 및 ②세절기, ③동력전달 시스템, ④배합된 사료의 반출 시설, ⑤계량시설 등은 모두 조합이 되어야 하며, 또한 ⑥트레일러에 장착이 된 채로 트랙과 함께 이동이 가능 하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 장치들을 모두 장착할 수 있는 트레일러를 개발하였으며 아울러 각각의 개별적인 장치를 서로 조합하여 하나의 완벽한 시스템을 유지할 수 있도록 하였다. 그림 10은 본 연구에서 개발된 제작된 트레일러에 배합기가 올려진 상태의 사진으로 트레일러의 세부적인 사양은 다음과 같으며 전 시스템의 조합내용은 그림 9와 같다.

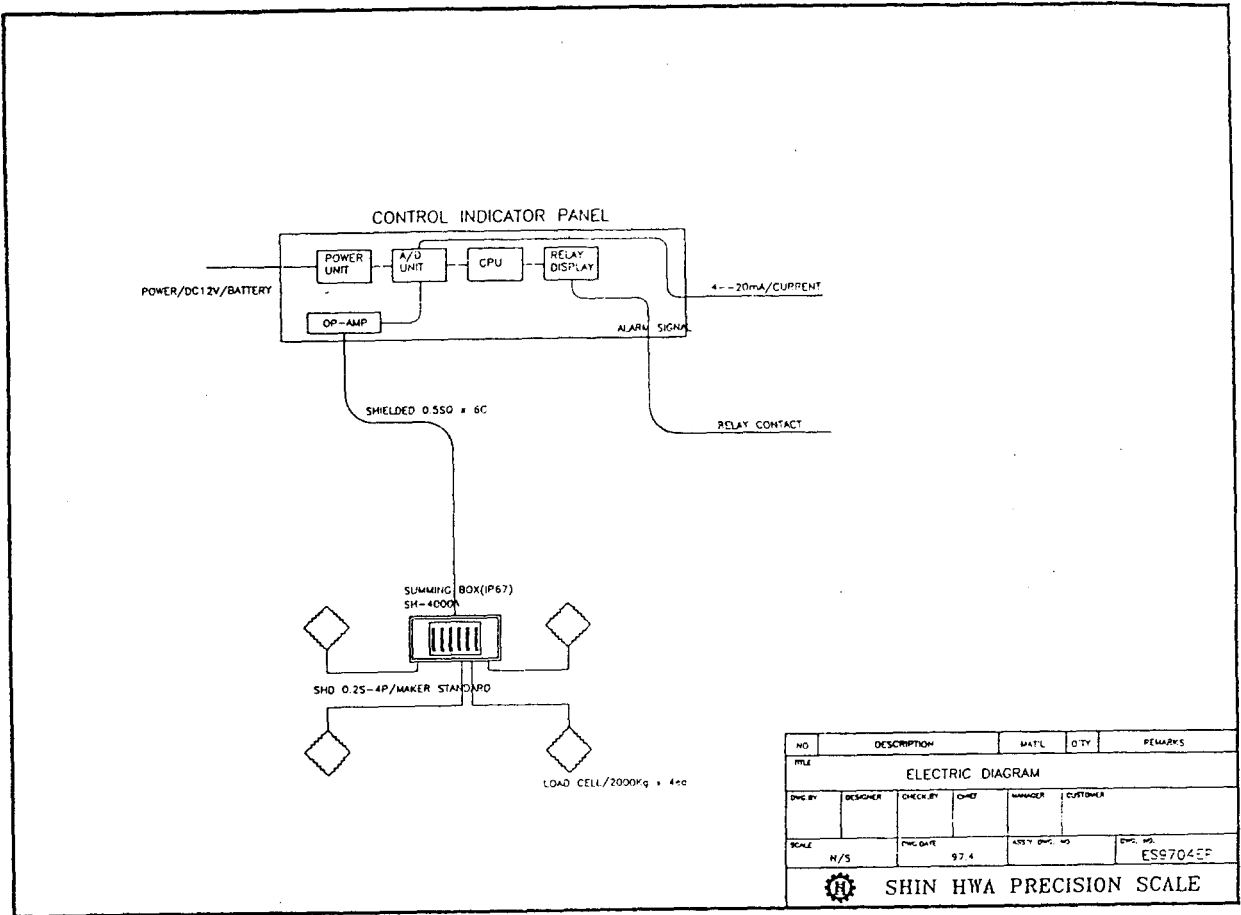


Fig. 8 Electric diagram of loadcell and control panel

Table 7 Specifications of tractor trailer developed

총길이	4.1M
상자길이	3.0M
폭	1.6M
높이	0.5M

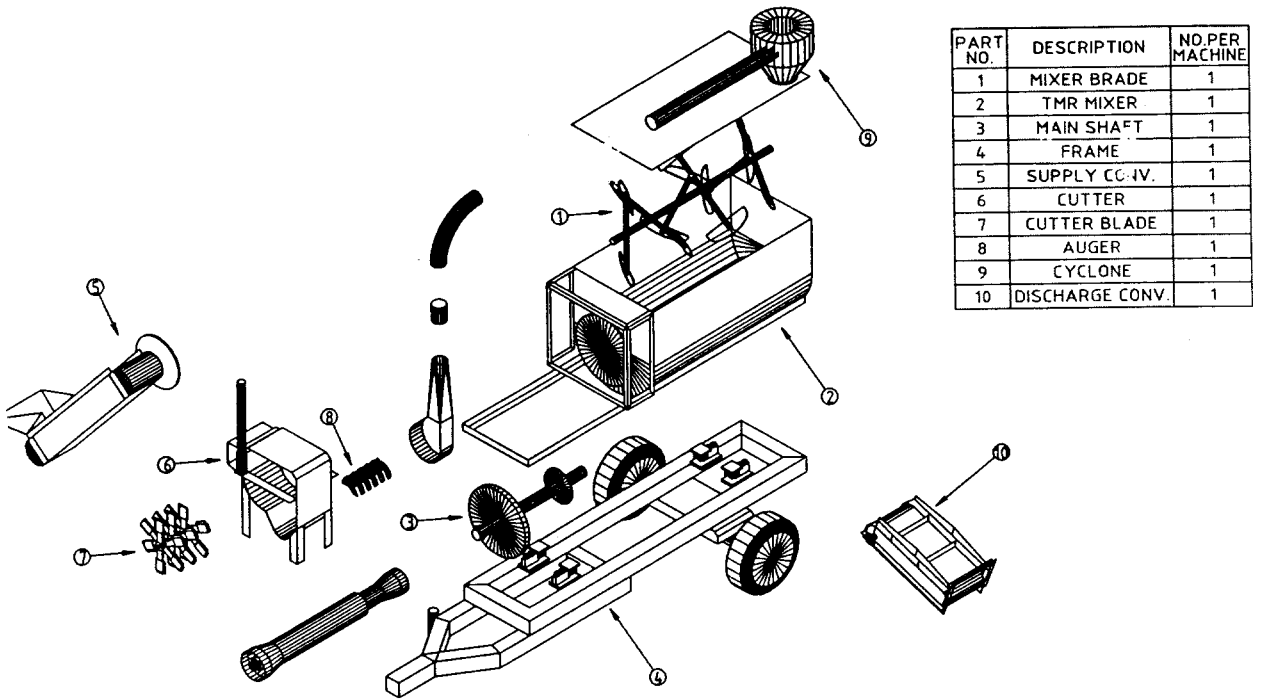


Fig. 9 Schematic diagram of TMR mixer combination

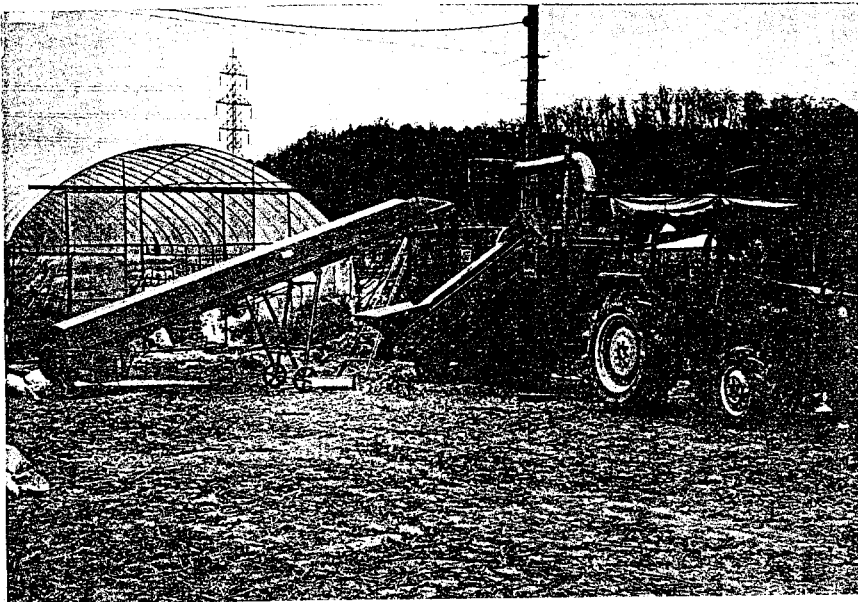


Fig. 10 Field test view of TMR mixer developed.

III 결과 및 고찰

개발된 시작기는 공장에서 성능검사를 마친 후에 충남에 소재하고 있는 목장에 기계 작동법을 교육시킨 후에 2개월간 실제적인 현장 운전을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 결론적으로 현재 본 연구에서 개발한 조사료 세절 겸용 TMR 배합기는 낙농가에는 적용이 만족스러운 배합기로 결론을 낼 수가 있었으며, 배합효율이 높아 낙농가에서 환영을 받을 수 있었다. 특히 조사료 세절기는 볏짚 뿐만 아니라 거친 조사료들을 잘게 썰면서 동시에 부드럽게하는 효과가 있었다. 그러나 현장작업중에 몇가지 문제점 및 개선이 되어야 할 점들이 발견이 되었는데 그 내용은 다음과 같다.

(1) 배합용량 증가의 필요성

본 연구에서 개발된 배합기는 곡물사료를 배합할 경우에는 1.2톤, 조사료 특히 볏짚을 많이 투입할 경우에는 900 kg 정도로 젖소의 1일 평균 급여량 25 kg을 기준으로 하면 35두 정도밖에 배합을 못하기 때문에 현재의 낙농가의 규모화가 현저히 빠르게 이루어지고 있는 실정에 비추어 50두 이상 급여가 가능한 규모로 제작을 하는 것이 바람직 할 것으로 나타났다.

(2) 배출 게이트, 배출 컨베이어의 동력전달 장치의 시스템 변경

본 연구에서 개발된 배합기의 배출 시스템은 트랙터 운전자가 트랙터를 정지한 후, 트랙터에서 내려 수동으로 게이트를 내리고, 수동으로 열고, 기어를 넣어 배출 컨베이어를 작동 할 수 있게 하였다. 제작 비용절감이 주요 요인이었으나 본 연구진의 잘못된 생각으로 판명이 났다. 즉 낙농의 규모화가 의외로 빨리 진행되고 있었으며, 따라서 농민들도 비용보다도 작업의 효율성을 더욱 중요하게 여기고 있었다. 따라서 이 시스템은 트랙터 운전자가 트랙터를 운전하면서 유압으로 게이트를 내리고, 문을 열고, 유압모터로 컨베이어를 작동시키는 방향으로 수정을 해야 했는데 비용 분석을 하여 보면 실제 제작비용도 크게 차이가 나지 않는 것으로 분석되었다.

(3) 조사료 세절장치의 분리 제작

개발된 시작기의 성능이 아무리 완벽하더라도 농민들에게 저렴한 가격으로 공급이 되어야 한다. 따라서 본 연구의 목적 중의 하나가 농민들에게 직접 공급이 가능한 제작 생산비 절감을 위한 모델의 수정, 재설계 및 최종 제품의 제작에 있는데 최종년도에는 기 개발된 모델의 완성과 함께 기존의 모델을 보다 더 단순화 시켜서 제작비를 저렴하게 하고 아울러 다목적으로 이용 가능하게 하는 모델의 개발에 있다. 즉 1,2년차에 개발된 모델은 매우 복합적인 기능(원료의 반입, 조사료의 세절, 곡류사료의 분쇄, 배합원료의 계량, 습사료의 배합, 배출 그리고 트랙터 동력이용 및 트랙터 견인식)을 가졌다. 이 중에서 조사료의 세절 및 곡류사료의 분쇄기능을 별도로 분리하여 제작을 하는 방안이다. 즉 ①대부분의 낙농가에는 성능이 좋으면서 가격이 저렴한 조사료 세절기(Cutter)가 있으며 또한 곡류사료는 이미 분쇄가 되어 나오고 있으며, ②농민에 따라서는 세절기능은 불필요하므로, 따라서 ③이러한 기능을 제외한 즉 가격이 저렴한 배합기를 원하는 농민이 많이 있기 때문에, ④농민에게 보다 다양한 선택을 주기 위하여 본 연구에서 개발된 TMR 배합기에 원료의 반입, 배합원료의 계량, 습사료의 배합, 배출 그리고 트랙터 동력이용 및 트랙터 견인식만을 가지는 별도의 모델을 개발하는 것이다. 이는 이미 개발된 모델에 조금만 수정을 가하면 될 것으로 생각된다.

(4) 배합작업전에 조사료는 반드시 3cm 이내로 세절을 할 것

조사료의 원료는 배합전에 반드시 잘게 세절을 하여야 타사료와 배합이 용이한 것으로 나타났다. 특히 볏짚의 경우 세절이 되지 않았을 경우에는 볏짚이 배합기의 축과 패달에 감겨 배합

원료의 교반작업을 방해하며 또한 사료원료의 전후 이동을 방해하여 한곳에 몰리게하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

그러나 알팔파 베일의 경우에는 배합도중에 잘게 부스러져 배합전 전처리기가 필요없는 것으로 나타났다.

(5) 동력전달 시스템의 정밀 제작의 필요성

트랙터로 부터 동력을 전달 받아 배합기의 주축(Main Shaft)으로 전달하여 주는 일련의 동력 전달 장치는 매우 중요한 부분이다. 특히 트랙터의 PTO 축으로부터 540RPM으로 전달받은 동력을 14RPM으로 배합축에 전달하기 위해서는 상당한 속도를 감속시켜야 하는데 이를 위해서는 많은 기어와 체인이 필요하고 또한 높은 강도가 요구된다. 실제로 현장 테스트의 작업도중에 가장 빈번하게 발생하는 문제가 체인의 이탈이었는데, 주원인은 미처 세절되지 않은 짚은 벚짚이 체인에 끼이거나, 기어의 정열 상태에 문제가 있는 경우, 또는 기어를 지지하여주는 아이들러 등에서 문제들이 발생을 하였으며 그때마다 수리를 하며 문제점을 보완하였다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 우리나라 낙농가의 규모화를 저해하는 주요한 요인 중의 하나인 사료급여에 소요되는 과다한 노동력 및 불합리한 사료의 급여체계를 개선하기 위하여 트랙터의 트레일러에 장착되어 동력은 트랙터로 부터 추출되는 PTO 구동형이고 트랙터로 운반되는 기능을 가진 짓소용 TMR 배합기 개발을 위하여 수행되었으며 다음과 같은 몇 가지 결론으로 요약할 수가 있다.

(1)본 연구에서 개발된 배합기는 ① 조사료 및 습사료의 배합이 가장 잘되는 패달형 교반기를 가지며, ②조사료는 투입과 동시에 잘게 절단되며, 또한 곡류원료의 분쇄도 가능한 분쇄 및 세절시스템을 부착하고 있으며, ③ 배합된 사료의 자동배출 장치가 있으며, ④ 원료의 계량도 할 수가 있는 다기능 배합기가 개발되었다.

(2)개발된 배합기의 배합성능이 변동계수가 4.3%로 아주 양호한 것으로 나타났다.

(3)본 연구에서 개발된 배합기는 배합사료의 배합용 뿐만 아니라 상토용 퇴비의 배합용으로도 매우 우수한 성능을 가지고 있는 것으로 나타났다.

(4)그러나 현장작업 중에 몇 가지 문제점 및 개선이 되어야 할 점들이 발견이 되었는데 다음과 같다.

- ① 배합용량 증가의 필요성
- ② 배출 게이트, 배출 컨베이어의 동력전달 장치의 시스템 변경
- ③ 조사료 세절장치의 분리 제작
- ④ 배합작업 전에 조사료는 반드시 3cm 이내로 세절을 할 것
- ⑤ 동력전달 시스템의 정밀 제작의 필요성

5. 참고문헌

김동균. TMR 급여체제 활용을 위한 시설관리, 월간서울우유 24(12):28-35.1992

김흥기의. TMR 국외출장보고서, 서울우유협동조합.1992

박경규외. 최신사료학, 선진문화사.1985

- 박경규. 사료기술단기과정, 배합사료공장의 설계, 한국사료협회. 1985
- 박경규. 젖소의 적정사료급여시스템 결정(I).-조사료의 생산 비용 모델 개발-한국축산학회지 28(12):783-794. 1987
- 박경규. 젖소의 적정사료급여시스템 결정(II).-적정사료 급여를 위한 L.P.모델의 개발- 한국축산학회지 28(12):789-794. 1987
- 박경규외. 농산가공기계학, 향문사. 1992
- 박경규외. 농업기계학. 향문사. 1994
- 박경규외. 축산 기계 및 시설. 문운당. 1996
- 박경규, 김태욱. 우리나라의 낙농단지 규모에 알맞는 사료가공시설의 모델 개발(I). -TMR 터미널의 모델 개발- 한국농업기계학회지 19(4)PP329-342
- 박경규, 김태욱. 우리나라의 낙농단지 규모에 알맞는 사료가공시설의 모델 개발(II). -TMR 지원 시설의 모델 개발- 한국농업기계학회지 19(4)PP343-357
- 박흥서. TMR 터미널 운영사례, 월간서울우유 24(12):36-42. 1992
- 정인걸. TMR 시스템과 영양관리, 월간서울우유 24(12):22-27. 1992
- 정인걸. TMR 시스템, 알프스축산기술센터. 1992
- Henderson, S. M. and Perry R. L, Agricultural Processing Engineering, The Avi Publishing Company, Inc. Westpoint, Connecticut. 1976
- MWPS-13. For livestock and cash-grain farms, Midwest West Plan Service, ISBN 0-089373-007-6, Isu, Ames Iowa 50011. 1974
- Park, K. K. 1982. Modeling and optimization of feed mill. Unpublished Ph D Dessertation, Dept. of Agr. Engineering, Kansas State University, Manhattan Kansas, 66056. 1983
- Park, K. K. and Chung, D. S. Modeling and computer programing of feed mill, ASAE paper No.82-3020. 1982
- Park, K. K. Modeling and Optimization of TMR Model in Korea. International Conference for Agricultural Machinery Engineering at Seoul. Korean Socity of Agricultural Machinery Engineering. Nov. 1993.