

트랙터 견인형 TMR 배합기의 개발(II)[†]

– TMR 배합기의 수정 개발 및 성능시험 –

Development of a Tractor Attached TMR Mixer(II)

– Modification of TMR mixer and its performance test –

박경규*	구영모*	김혁주*	서상훈*	장 철*	나규동*	홍동혁*	이종순**
정희원	정희원	정희원	정희원	정희원	정희원	정희원	정희원
K. K. Park	Y. M. Koo	H. J. Kim	S. H. Seo	C. Jang	K. D. Nah	D. H. Hong	J. S. Lee

SUMMARY

A tractor attached TMR(model 430) mixer has been developed in a previous study. However, the mixer was found to be improved through field applications in its capacity, manufacturing cost, ergonomic design and power-train requirement. The TMR mixer was modified into a model TMR500, approved by Institute of Agricultural Mechanization, as follows : 1. Roughage cutting system was seperated from the mixer, resulting in the 33% reduction of manufacturing cost. 2. Enlarged hopper capacity enabled to feed 60 heads at a batch. 3. Hydraulically controlled gate system saved ergonomic man power. 4. Power transmission system was changed from a chain-sprocket system(27:1) to the gear-train reduction system(38.6:1) to satisfy the recommended use of 540rpm PTO input.

주요용어(Key Words) : 낙농(Dairy farm), 완전혼합사료(TMR), 배합기(Mixer), 트랙터(Tractor), 설계(Design), 성능시험(Performance test)

1. 서 론

우리 나라 낙농의 규모화를 저해하는 주요한 요인인 사료급여에 소요되는 과도한 노동력과, 낙농가의 불합리한 사료 급여체계를 개선하기 위하여 트랙터 견인형이며 트랙터 PTO 구동형인 복합기능을 가진 젖소용 TMR 배합기에 대한 연구개발을 본 연구의 제1보인 “TMR배합기의 설계 및 성능시험”에서 보고한 바가 있으며 TMR430으로 명명

을 하였다(박경규 외, 2000). 개발된 TMR430의 특징은, ① 조사료 및 습사료의 배합에 우수한 패달형 교반기를 가지며, ② 조사료는 투입과 동시에 잘게 절단되며, 또한 곡류원료의 분쇄도 가능한 분쇄 및 세절시스템을 부착하고 있으며, ③ 배합된 사료의 배출 장치가 있으며, ④ 원료의 계량도 할 수가 있는 다기능 배합기로 요약할 수 있다.

그러나 현장 적용 시험도중에 주요한 몇 가지 문제점 및 개선이 되어야 할 점들이 발견되어 이

[†] This study was conducted by the research fund supported by Ministry of Agriculture and Forestry and article was submitted for publication in May 2000; reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in August 2000. The corresponding author is K. K. Park, Professor, Dept. of Agricultural Machinery, Kyungpook National University, 1370 Sankyuck-dong, Daegu City, 702-701, Korea. E-mail: <kkpark@kyungpook.ac.kr>.

* Kyungpook national university ** Institute of Daedong industrial Co. Ltd

미 개발 완료된 TMR430 배합기의 사양 및 구조를 변경해야 할 것으로 판단되었다.

그 내용을 살펴보면 첫 째, 초기의 연구계획 및 개발 단계에서는 개발된 TMR배합기를 구입·이용할 수 있는 우리나라 낙농가 사육규모가 50두 정도이고, 1일 2회 배합작업을 하는 것으로 분석이 되었지만 급속한 환경의 변화로 1일 1회 배합으로 아침과 저녁에 2회 급여를 하고있어 배합기의 용량이 확장될 필요가 있었다.

둘 째, 초기의 TMR430의 배출 시스템은 트랙터 운전자가 트랙터를 정지한 후, 트랙터에서 내려 수동으로 게이트를 개폐하고, 클러치를 넣어 배출 컨베이어를 작동 할 수 있게 하였다. 이는 제작 비용절감이 주요 요인이었으나, 낙농의 규모화가 의외로 빨리 진행되고 있었으며 농민들도 비용보다도 작업의 효율성 또는 편리성을 더욱 중요하게 여기고 있어 시스템을 트랙터 운전자가 트랙터를 운전하면서 작동시키는 방향으로 수정 할 필요가 있었다.

셋 째, 개발된 시작기의 성능이 만족스럽다 하더라도 농민들에게 저렴한 가격으로 공급될 수 있어야 한다. 그러나 본 연구에서 개발된 모델은 복합적인 기능을 가진 반면 제작비용이 다소 높은 문제점이 나타났다. 따라서 본 연구의 목적 중의 하나인 농민들에게 직접 공급이 용이하도록 생산비 절감을 위한 모델의 수정이 필요로 하였다.

네 째, 트랙터로부터 동력을 전달받아 배합기의 주축(Main Shaft)으로 전달하여 주는 일련의 동력 전달 장치는 매우 중요한 부분이다. 개발된 배합기의 동력전달 시스템은 배합기의 회전수(14rpm)와 적정 스프라켓의 크기에 맞추어 트랙터의 PTO의 회전수를 380rpm이 되도록 조정(감속비 27:1)하여 배합기를 운전하도록 하였으나 농업기계화연구소의 형식 승인 검사과정에서 배합기 사용시의 트랙터 PTO 회전수를 타 농기계와 일관성 있도록 540rpm으로 고정시키라는 지침이 있었다(농업기계화연구소, 1999). 이렇게 PTO축의 회전 속도를 540rpm에서 배합기 교반기의 사용 회전 속도 14rpm이 되도록 하려면 감속비가 38.6:1로 대단히 높아져 여러 가지 문제점이 발생하게 된다. 즉, 교반기 스프라켓의 직경이 지나치게 커져, 기대 구조상 동력의 입력축과 교반기 구동축의 축간 거리를 유지할 수 없으며 스프라켓의 대량 생산에 어려움이 있고 또한 내구성 면에서 볼 때, 감속비의 증가에 따른 최대 구동 토크의 증가로 인하여 구동 체인의 파손 및 늘어남이 우려되었다. 실제로

현장 테스트의 작업도중 가장 빈번하게 발생하는 문제가 체인의 파손 또는 이탈이었는데 이에 대한 문제점의 보완이 필요하였다.

따라서 본 연구의 목적은 연구개발된 TMR430 배합기의 문제점인 배합용량, 작업의 편이성, 제작비의 감소, 효율적인 동력전달장치들을 보완하여 급속히 변해 가는 우리나라의 낙농가의 실정에 알맞는 배합기를 수정·개발함에 있다.

2. 수정 개발 방안

앞서 언급된 문제점을 바탕으로 기 개발된 배합기의 수정·개발 방안을 정리하였는데, 그 내용은 아래와 같다.

가. 제작비 절감을 위한 세절 장치의 분리

대부분의 낙농가에는 성능이 좋으면서 가격이 저렴한 조사료 세절기(Cutter)가 있고 곡류사료는 이미 분쇄가 되어 나오고 있으며, 배합원료에 따라서 세절 기능이 불필요한 농민도 있어, 세절 기능을 제외하여 TMR430 배합기에 배합원료의 계량, 배합, 배출 그리고 트랙터에 의한 견인기능만을 가지도록 하고 조사료 투입, 세절, 반송장치는 분리한, 별도의 모델로 수정·개발하여 제작비의 절감을 기하도록 하였다. 이러한 가격의 절감은 현재 낙농가에 공급되고 있는 수입 사료 배합기와 경쟁력 확보를 위해서도 필요한 부분이라 할 수 있다.

나. 배합용량의 확대

기 개발된 TMR430의 배합용량은 배합탱크의 용량이 3.0M³으로 조사료를 배합할 경우에 배합 용량이 900kg이 되어 젖소의 1일 두당 평균 사료 급여량을 25kg으로 본다면(축산물 생산비 보고서, 1998) 1일 1회 배합에 젖소 35두가 급여 가능하지만 확장이 된 배합탱크는 5.6M³로 조사료를 배합할 경우 1일 1회 배합에 1,500 kg의 배합이 가능하여 젖소 60두 급여가 가능하도록 하였다.

보고에 의하면 배합된 사료의 시간 경과에 따른 사료 가치의 변화는 겨울철의 경우 96시간 이내, 봄, 여름의 경우는 24시간 이내에는 가치의 변화가 없는 것으로 나타나고 있어(기광석, 2000) 배합용량의 증대는 노동력의 절감 차원에서도 필요한 것으로 판단된다.

다. 배출게이트 작동방식의 변경

기존의 수동식 체인 시스템에 의한 배출 게이트 개폐 등의 작동을 유압식으로 변경하여 트랙터 작업자가 작업 도중에 운전석에서 단독으로 조작이 가능하도록 제작을 하였다.

라. 동력전달장치의 변경

트랙터의 PTO축(540rpm)에서 배합기의 주축(14rpm)으로 전달되는 동력전달장치에 있어 기존의 체인과 스프라켓에 의한 감속 시스템을 3축으로 이루어진 감속기어 시스템으로 변경하여 앞서 언급했던 문제점을 해결할 수 있도록 하였다.

3. 개발 결과

가. 배합탱크 용량 증대 및 조사료 세절장치 분리

배합 탱크의 용량을 5.6M³으로 증가시키고 조사료 세절장치를 분리함에 따라 시스템은 매우 단순해져 용량의 증대에도 불구하고 전체 중량과 높이, 길이 등이 감소되어 오히려 좁은 지역이나 비포장 도로에서의 트랙터 견인 조작이 안전하고 편리해 졌다.

그러나 탱크 용량을 확장(길이, 폭, 높이)하고 기존 패달의 길이만을 증대한 결과 배합시 원료의 물림 현상, 동력전달 축부의 파손, 체인의 파손 및 이탈, 배출 후 잔량의 과다 등 여러 가지의 문제점들이 발생하였다. 따라서 배합시 패달과 원료의 접촉부를 넓히기 위해 배합 탱크의 형상을 V형으로 재설계하고 배합 패달과 탱크사이의 유격을 8mm에서 4mm로 재조정하여 원료의 물림현상, 배출 후 잔량과다 문제를 해결하였다. 그림 1은 수정된 배합 탱크와 패달의 형상을 나타낸 그림이다.

또한 축부의 파손, 체인의 이탈 등의 문제는 동력전달 체계를 바꾸어 해결하였는데 이에 관해서는 다음 항에서 언급하기로 한다.

조사료 세절장치의 경우는 분리후 따로 정치식으로 개발하였는데, 그림 2는 분리전의 복합기능을 가진 조사료 투입-세절-이송시스템의 구조를 나타내고 있다.

기존의 조사료 세절 시스템은 조사료 반입 컨베

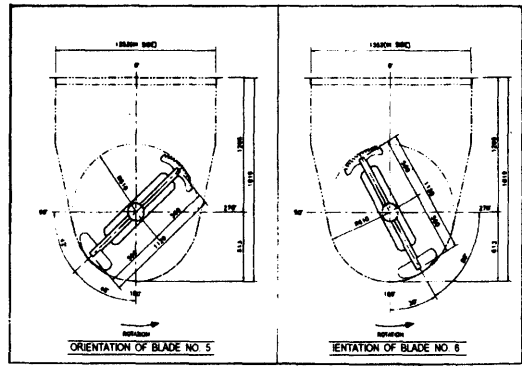


Fig. 1 Drawing of enlarged mixer tank.

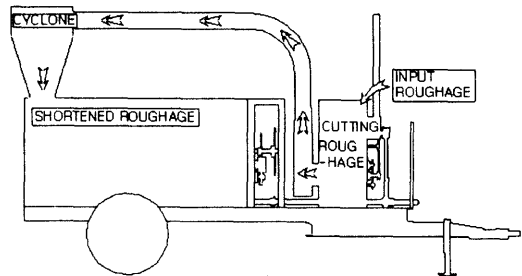


Fig. 2 Schematic of mixer with cutting system before modification.

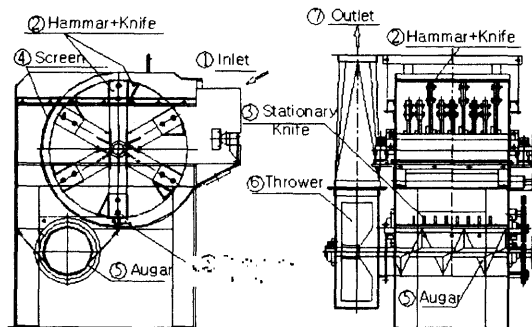


Fig. 3 Schematic of cutting · softener.

이어, 세절·분쇄기, 이송 파이프, 사이클론으로 구성되어 있어 이를 삭제함으로써 길이와 높이를 각각 103cm, 37.5cm씩 줄일 수 있었고 상부에 위치한 사이클론의 제거로 기대 주행시의 안정성이 높아졌다.

Fig. 4 Cutting · softener with 7.5kW motor.

그림 3은 분리 후 제작된 조사료 세절장치의 구조를 나타낸 그림이다.

세절기의 작동 메카니즘은, 볏짚이 투입구①로 투입되면 아래 방향으로 회전하고 있는 회전날②의 타격력과 회전날 및 고정날③과의 전단 작용으로 볏짚이 세절되고, 세절된 볏짚은 해머의 끝단부와 스크린 망④의 사이에 끼어 스크린 구멍을 통과하여 하부로 떨어질 때까지 분쇄 작용을 받게 된다. 스크린 망 하부로 떨어진 세절-연화된 볏짚은 오거⑤에 의해 이송용 스로워(Thrower)⑥에 보내져 배출구⑦를 통하여 원하는 위치까지 이송되어지는 구조로 되어 있다.

이렇게 분리된 조사료 세절장치는 일반 농가에서 손쉽게 이용할 수 있는 7.5kW급의 경운기 또는 모터에 의해 구동될 수 있도록 제작하였으며 완성된 기대를 그림 4에 나타내었다.

나. 배합사료 배출 게이트 및 컨베이어의 변경

앞서 개발된 TMR430 배합기의 배출장치는 기계식 배출게이트로서, 기어와 체인에 의해 동력이 전달되고, 작업이 종료되면 인력으로 감아 올리게 되어 있다(그림 5). 따라서 작업자는 배합된 원료의 배출을 위해서는 트랙터에서 내려야 하므로 측사에서 트랙터를 진행하면서 원료를 배출하는 것은 불가능한 구조이다.

이러한 단점은 전체 배출 시스템을 유압식으로 변경하여 개선할 수 있었다. 컨베이어의 구동은

Fig. 5 Manual type delivery conveyor.

Fig. 6 Schematic of hydraulically automated delivery conveyor.

유압 모터를 이용하도록 하여 기존의 스프로킷과 체인에 의한 배출부로의 기계식 동력전달 구조를 모두 유압식으로 대체하였고, 2개의 유압 실린더를 사용하여 배출구의 개폐와 배출 컨베이어의 높이 조절이 동시에 이루어 질 수 있도록 하여 트랙터 운전자가 운전석에서 배출 장치의 작동을 할 수 있게 함으로써 작업의 편리성이 한층 향상되었다(그림 6).

다. 동력전달시스템의 변경

기존의 동력전달 시스템의 구조는 본 연구의 1편에서 언급되었듯이 여러 가지 기능을 수행할 수 있도록 다수의 스프로킷, 체인, 축류로 이루어진 매우 복잡한 체계였다. 여기에 기대의 제작구조상 작동 회전수를 트랙터의 P.T.O 380 rpm에 맞추어 사용하도록 설계하였다. 그러나 농업기계화연구소의 형식검사에서 P.T.O 540rpm에서 사용할 수 있도록 구조개선을 요구받아 감속비를 27:1에서

Table 1 Production rate of rice straw for various screen size (kg/h)

Screen size(mm)	Moisture content	
	7.9% w.b	30% w.b
φ 24	-	-
φ 40	360	286
φ 50	383	333
φ 100	450	514
□ 75×75	383	429

4. 성능시험 및 고찰

가. 조사료 세절기의 성능시험

(1) 처리능력

세절-연화기를 이용하여 함수율별, 스크린망 크기별로 처리용량을 측정하였다. 작업 성능은 시간당 처리용량을 기준으로 평가하였으며, 처리용량은 벧짚은 5kg, 옥수수는 10kg으로 묶은 다음 재료를 공시기로 투입하였으며, 투입한 다음부터 세절-연화기의 토크와 RPM이 무부하시의 정상상태로 돌아오기까지의 시간으로 측정하였다. 그 결과는 표 1에 나타난 것과 같이 스크린망 크기가 증가함에 따라 처리용량이 늘어남을 알 수 있었다. φ 100mm에서 7.9% 함수율을 가진 벧짚이 450kg/h, 30%의 함수율을 가진 벧짚이 514kg/h 로 가장 좋은 결과를 보였다.

(2) 소요동력

또한, 세절-연화기에 위와 같이 재료가 투입되었을 때 측정된 토크, 회전수를 아래에 나타내었는데, 그림 9와 그림 10은 각각 함수율이 낮은 (7.9%w.b) 벧짚과 함수율이 높은 벧짚(30%w.b)을 표 1에서 나타난 최대 능력으로 처리할 때의 측정값이다.

위의 결과를 살펴보면 7.9% 함수율을 가진 벧짚의 경우 토크는 35.3~40.2 Nm, 회전수는 1,696~1,670rpm 사이를 유지하여 평균소요동력은 6.71 kW로 나타났다. 또한, 30% 함수율을 가진 벧짚에서는 토크는 32.4~38.3 Nm, 회전수는 1,670~1,677 rpm 사이였으며, 평균소요동력은 6.34 kW인 것으로 나타나 7.5 kW급의 전기모터를 적용한 것은 적정한 것으로 판단된다. 또한 우리나라에 가장 많이 공급되어 있는 7.5kW~9.7kW급의 동력경운기에도 충분히 적용이 가능한 것으로 판단된다.

Fig. 7 Power transmission diagram with reduction gear box.

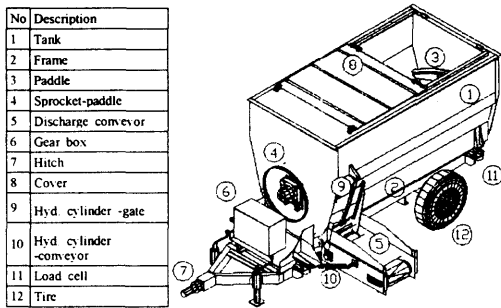


Fig. 8 Picture of TMR500 mixer.

38.6:1로 증가시켜야 했고 또한 조사료 세절장치의 분리와 배출 게이트 작동 방식의 변경으로 동력전달 시스템을 대폭 개선하였다.

감속비의 증가는 기대 구조상 스프로킷과 체인의 연결 방식으로 불가하여 3개의 축에 감속기어를 설치한 감속기 조합을 사용하였고 조사료 세절장치의 분리와 배출게이트의 작동방식 변경(기계식→유압식)으로 여타의 동력 전달부는 모두 삭제되었다. 그 결과로 총 14종의 스프로킷과 7종의 체인, 9종의 축류 및 지지프레임이 줄어들어 그림 7의 감속기어에 의한 동력전달 체계도에 나타난 바와 같이 동력 전달 계통이 매우 단순해지고 압축된 형태가 되어 동력 전달의 효율과 내구성이 매우 향상되었으며 제작 비용이 대폭 절감되는 효과까지 얻을 수 있었다. 또한, 최종 수정보완된 TMR배합기의 외관도를 그림 8에 나타내었다.

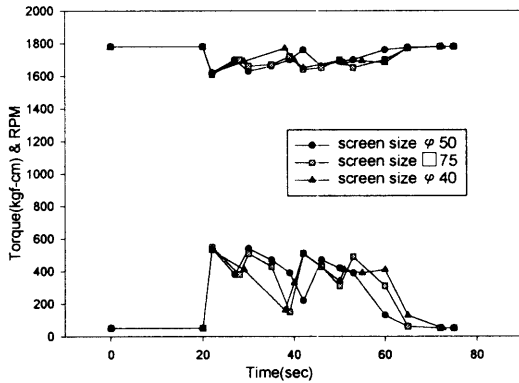


Fig. 9 Variation of torque and RPM for rice straw(7.9% w.b) in cutting process.

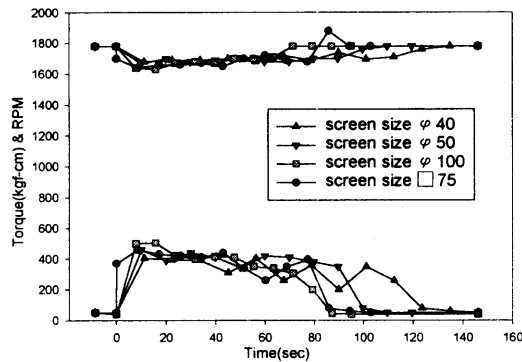


Fig. 10 Variation of torque and RPM for rice straw (30% w.b) in cutting process.

(3) 세절기의 볏짚 연화효과

개발된 단독형의 조사료 세절장치를 이용하여 볏짚을 대상으로 세절 시험을 하여 본 결과 볏짚은 스크린 망의 규격에 따라 세절되었을 뿐만 아니라 볏짚의 줄기가 길이 방향으로도 잘게 찢어지면서 매우 부드러워져 물리적 방법에 의한 볏짚의 연화가 일어남을 알 수 있었다. 특히 길이 방향으로 줄기가 찢어지는 것은 중절(shredding)이라 하여 거친 조사료의 경우 세절이나 분쇄보다 소화율의 면에서 우수한 것으로 보고되고 있다 (한인규 외, 1993). 세절후의 볏짚의 세절 상태를 모두 육안으로 관찰하여 본 결과 스크린망의 크기가 작을수록 연화의 정도가 높았으며 세절-연화기를 통해 연화된 볏짚의 모습을 그림 11에 나타내었다.

Fig. 11 Photo of rice straw after cutting.

나. 배합기의 성능시험

본 연구에서 수정 후에 다시 제작된 TMR배합기를 TMR500으로 명명을 하였으며 현장(경기도 광주군 광동낙우회)과 농업기계화연구소의 품질관리과에서 신기종 형식검사를 받으면서 여러 가지 성능시험을 하였는데 시험에 사용된 배합원료는 볏짚 70kg를 비롯한 조사료 21%, 옥수수, 대두박 및 맥주박 등 농후사료 75%, 수분 4%를 첨가한 습사료 1,500kg이며 이에 대한 배합성분을 표 2에 나타내었다.

(1) 배합 성능

수정 개발된 배합기의 배합 성능을 판별하기 위해 성능 시험을 실시하였다. 시험의 방법은 배합기에 표 2에 나타난 원료를 모두 투입하여 15분간 배합 작업을 한 후에 샘플을 채취하여 샘플 중에 함유된 면실 및 대두의 무게를 조사하였다. 조사대상을 면실과 대두, 2가지에 대해 실시한 것은 비중이 낮은 원료와 비중이 높은 원료의 배합 정도를 동시에 검사하기 위한 것이었는데, 조사 결과 변이계수(CV)는 면실의 경우 평균 20.4%, 대두의 경우 9.9%로 나타났으며 참고로 농업기계화연구소의 합격기준은 30%이다(농업기계화연구소, 1998).

(2) 배합 후 잔량

배합이 완료된 후에 배합탱크에 남아있는 잔량은 약 3kg(0.2%) 미만으로 판정기준인 1%를 훨씬 못미치는 것으로 나타나(농업기계화연구소, 1998)

Table 2 Ingredient formulation for mixing test in the experiment

Ingredient	Corn	Corn Bran	Alfalfa cube	Wheat Hull	Byproducts
Weight	140kg	60kg	60kg	80kg	140kg
Ratio%	9.3	4.0	4.0	5.3	9.3
Ingredient	Bit Pulp	Soybean Hull	Rice Straw	Brewers Dried Grain	Green Fiber
Weight	110kg	200kg	70kg	250kg	75kg
Ratio%	7.3	13.3	4.7	4.7	5.0
Ingredient	Soybean Oil meal	Perilla Oil meal	Cotton Seed	Water	Soybean
Weight	70kg	100kg	30kg	60kg	30kg
Ratio%	4.7	6.7	2.0	4.0	2.0
Ingredient	Additive	Total			
Weight	25kg	1,500kg			
Ratio%	1.7	100			

배합 탱크와 패달간의 유격 (4mm)은 적정함을 알 수 있었다.

(3) 연속 운전 시험 및 최종 검사 결과

배합기의 내구성, 특히 동력전달시스템의 문제점은 일반적으로 연속 운전시험을 통하여 점검하게 되는 데, 농업기계화연구소에서의 시험에서는 8시간 장기간 연속 배합운전을 실시하였고 그 결과는 연속 배합 운전에서 아무 이상이 없음을 나타냈다(농업기계화연구소, 1998). 배합기의 배합시간은 모든 원료가 투입된 경우 1회 배합에 약 15분 정도가 소요되므로 8시간의 연속 시험은 대단히 긴 시간 동안의 배합이라 할 수 있다. 수정전의 체인-스프로켓 동력 체계에서는 다수의 부품을 사용하고, 각 부품들이 배합기 프레임의 각부에 흩어져 있어 장기간의 연속 시험시 체인 이탈 등의 문제점들이 발생하였다. 그러나 본 연구에서 개발이 된 감속기어시스템에 의한 동력전달시스템을 사용한 결과 이상없이 동력을 전달하여 시스템의 변경은 성공적인 것으로 판단이 되었다.

기타 조작성의 난이도, 안전성 시험, 분해조사 등 일련의 테스트에도 합격을 하여 공시품 번호 98-M-1-362로 형식검사를 받았다(농업기계화연구소, 1998).

(4) 제작비의 절감 및 작업의 편의성

본 연구에서의 사양변경으로 인하여 조사료의 반입, 세절, 운송 등의 시스템이 제거됨으로써 배합기의 제작비가 1,200만원 정도로 복합기능을 가진 TMR430의 제작비 1,800만원에 비하여 33% 정도의 제작비가 절감되었으며 현재 국내에 공급되고 있는 여타의 1,500만원대의 국산 사료배합기(한국농업기계협동조합, 1998)와 비교하면 배합능력은 우수하면서 비슷한 가격대를 유지할 수 있고 수입되는 2,500만원~3,000만원대의 사료 배합기의 가격에 비교한다면 월등히 저렴한 가격을 유지할 수 있었다. 또한, 사료의 배출 장치가 유압시스템에 의해 작동이 가능하여 운전자 1명이면 충분히 작업이 가능하였으며 기대의 높이와 길이가 짧아져 트랙터 견인 이동시의 안정성이 보다 증대되었다.

5. 결론 및 요약

본 연구는 앞서 개발된 TMR430 모델의 문제점인 배합용량, 작업의 난이성, 높은 제작비, 동력전달 시스템에서의 높은 감속비 등의 여러 문제를 해결하여 급속히 변해 가는 우리 나라의 낙농가의 실정에 맞도록 배합기를 수정 개발하기 위하여 수행되었으며 본 연구에서 수행된 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 제작비 절감 및 시스템의 단순화를 위하여 조사료 세절장치를 분리-제작하였으며 배합기 본체만은 기존의 시스템 보다 제작비가 33% 정도 절감되었다.

나. 개발된 단독형의 조사료 세절기는 7.9%w.b 함수율의 볏짚에서 평균소요동력이 6.71kW, 30% w.b 함수율의 볏짚에서는 6.34 kW로 측정되어 7.5kW의 모터로 사용 가능하였으며, 농가에 가장 많이 보급된 7.5kW~9.7kW급의 경운기 부착형으로도 적용이 가능한 것으로 판단되었다.

다. 배합기의 배합 용량을 증대하여 1일 1회 배합량 1,500kg으로 젖소 60두 급여가 가능하도록 하였다.

라. 기존의 체인 및 기어로 제작된 기계식 배출장치를 유압식으로 변경하여 트랙터 운전석에서 단독으로 조작성이 가능하도록 제작을 하였다.

마. 트랙터의 PTO축(540rpm)에서 배합기의 주축(14rpm)으로 전달되는 기존의 기어와 스프라켓에 의한 동력전달 시스템을 감속기어 시스템으로 수정하여 TMR430에서 발생했던 문제점들을 해결 할

수 있었다.

바. 또한 개발된 기계는 1998년 실제로 경기도 광주에 소재한 TMR배합소에서 장기간 현장 테스트를 시행하였고, 기계화연구소에서 신기종 형식 검사에서 합격 판정을 받았으며 검사결과는 다음과 같다.

(1) 배합기의 배합효율을 나타내는 변이계수(CV)는 면실의 경우 평균 20.4%, 대두의 경우 9.9%로 나타났으며 참고로 농업기계화연구소의 합격기준은 30%이다(농업기계화연구소, 1998).

(2) 배합 후에 배합탱크에 남아있는 잔량은 약 3kg(0.2%) 미만으로 판정기준인 1%를 훨씬 못미쳤다.

(3) 배합기의 내구성, 특히 동력전달시스템의 문제점을 점검하는 8시간 장기간 연속 배합 운전에도 아무 이상이 없음이 나타나 본 연구에서 개발이 된 감속기어시스템에 의한 동력전달 시스템이 성공적인 것으로 판단이 되었다.

(4) 기타 조작의 난이도, 안전성 시험, 분해조사 등 일련의 테스트에도 합격을 하여 공시품 번호 98-M-1-362로 형식검사 최종 합격을 받았다(농업기계화연구소, 1998).

참 고 문 헌

1. 기광석. 2000. 국내 TMR관련 Review. TMR 사료 연구회 창립총회 및 기념 심포지움. 축산기술연구소.
2. 농업기계화연구소. 1999. 농업용 기계·기구 검사관계 규정.
3. 농업기계화연구소. 1998. 1998년도 농업기계 평가시험연보.
4. 박경규, 구영모, 김혁주, 서상훈, 장철, 이종순, 우중구. 2000. 트랙터 견인형 TMR 배합기의 개발(I). 한국농업기계학회지 25(3):203-212.
5. 축협중앙회. 1998. 축산물 생산비 보고서.
6. 한국농기계협동조합. 1998. 농업기계가격집.
7. 한인규 외. 1993. 사료가공학. 선진문화사.