

복합분쇄 시스템을 도입한 배합사료 공장의 새로운 모델 개발

Development of New Feed Mill Model Applying Combined Grind System

박 상 빈*	박 경 규*	김 태 옥**	윤 흥 선***
정회원	정회원	정회원	정회원
S. B. Park	K. K. Park	T. W. Kim	H. S. Yun

ABSTRACT

Most of Korean feed mill has a pregrind system which was suitable for the processing of less number of ingredients and finished products, and good for the mash type feed product. But industries has been changed in production volume and cost, and also from mash to further processed products such as pelleted and extruded. Therefore, Korea feed industries now should change the process, especially the grinding system from the current pregrind to other grind system, but this change will cost a lot of investment and also losing current grinding system, and should have production shut down during the construction period.

To solve these problems, combined grinding system based on a new model mill has been developed. The combined grind system is combination of pregrind and postgrind system, which has the advantages of those two grind systems, and also which can allow to utilize existing pregrind system continuously without any production interruption due to new postgrind system construction.

This newly developed model has been applied to the feed mill expansion project of 'B' feed company in 1994, and it was very successful application and showed excellent results as we intended.

The new model mill, combined grind system applied can save fixed asset investment because old pregrind system can be used as is, and also can reduce production cost and improve product quality. And the possibility of critical production shut down can be much lowered. Within this new grinding model development, multi-screen combination system has been developed for the better grinding texture quality and safer operation.

This new model mill with combined grind system will be applied by most feed manufacturing plant and may enhance their production competitiveness, and the further study and development should be continued.

주요용어(key Words): 복합분쇄(Combined Grind System), 사료공장(Feed Mill), 전분쇄(Pregrind System), 후분쇄(Postgrind System)

1. 서 론

배합사료는 분류 방법에 따라 다양하게 분류가 되

지만 분쇄공정의 위치에 따라 분류하면 계량전에 분쇄하는 전분쇄형(前粉碎型: pregrind system, 미국형) 과 계량 후에 분쇄하는 후분쇄형(後粉碎型: post-

* 경북대학교 농과대학 농업기계공학과

** 상주산업대학교 기계공학과

*** 농촌진흥청 농업기계화연구소

grind system, 유럽형)으로 나눌 수 있다. 우리 나라의 경우 배합사료 제조기법의 도입 및 공장건설은 대부분 미국 또는 미국의 기술이 바탕이 된 일본의 제조 공정 및 기계 설계기술이 도입된 전분쇄 공정 시스템이다. 배합비의 결정은 수입된 옥수수를 위주로 결정되었으며 생산제품의 종류도 단순한 생산공정인 한정된 분말사료만이 생산되었다. 따라서 대부분의 원료들은 분쇄 후에 가공이 가능하여 큰 문제없이 생산이 되어 왔다. 그러나 분쇄 입자는 제품에 따라 다양하여야 했으므로, 생산제품이 달라질 때마다 수동으로 분쇄기의 스크린을 교환해야 하는 비효율적인 면이 많았다.

그 후 사료의 생산량이 많아지고 제품의 종류도 다양해지면서 펠렛 등과 같은 가공 사료의 수요가 많아졌고, 따라서 이에 대한 2차 가공시설의 증설 및 신설도 많아지게 되었으나 연구 개발의 부족과 무관심 속에 기존의 전분쇄 시스템만 적용하여 왔다. 그러나 점차 다양화 및 다변화되는 원료사정과 다양한 종류의 제품을 생산하게 되면서 갖은 분쇄망의 교체에 따른 생산효율의 저하, 더 많은 분쇄라인의 증설에 따른 투자비용 증가, 시설이 복잡해짐에 따른 시스템 컨트롤 부분의 투자비 상승, 또한 펠렛과 같은 가공사료의 증가에 따른 미세분쇄 요구량의 증가 등에 따라 생산비가 많이 상승하고 있으며, 상대적으로 제품의 경쟁력이 떨어질 뿐 아니라 경영수지도 악화되고 있다. 여기에 UR 타결로 인한 외국 축산제품의 수입이 자유화되고, 또한 인건비 상승에 의한 원가 부담이 가중되어 국내 사료제조업체는 이중, 삼중의 어려움에 직면하고 있다.

이에 일부 업체에서는 유럽형의 후분쇄 시스템의 도입을 고려하고 있는데, 생산 제품의 종류가 적은 신설공장에서는 큰 무리가 없으나, 기존의 공장에 후분쇄 시스템을 증설할 경우에는 부득이 기존의 전분쇄 시스템을 철거하거나 기존의 생산을 상당 기간 중지해야 하는 어려움을 겪고 있다. 따라서 일부의 공장들은 부득이 기존의 전분쇄 시스템 및 분쇄빈(grinding service bin) 등을 무리하게 증설만 하고 있는 실정이다. 이는 막대한 투자비와 기존 생산 체제의 생산 효율을 저해하는 주요인으로 생산원가 상

승, 고객불만 고조, 나아가 기업의 경쟁력을 떨어뜨리게 하고 있다.

따라서 기존의 전분쇄 시스템과 후분쇄 시스템의 장점을 살리고 단점을 보완하여 우리의 실정에 가장 알맞는 새로운 분쇄 모델, 즉 기존의 생산 시설을 최대한 활용하는 리 엔지니어링(re-engineering) 개념으로 투자비를 최소화 할 수 있는 새로운 모델의 개발은 매우 중요하다. 따라서 본 연구의 목적은, 우리 나라 기존의 사료제조 공정 및 다른 나라의 사료제조 공정중 분쇄공정을 검토하여 기존의 '전분쇄 시스템'과 '후분쇄 시스템'의 장점을 살리고 단점을 보완하여 이를 조합한 우리 실정에 맞는 복합분쇄 시스템을 개발하고, 개발된 모델은 실제 사료공장의 증설공사에 적용하여 그 적응성을 검토함에 있다.

2. 모델 개발

가. 기존의 분쇄시스템

배합사료 제조공정은 여러 가지 원료를 반입하여 이를 저장한 후 분쇄하여 배합비에 따라 계량하고, 배합하여 그대로 가루상태로 포장하여 반출하거나, 이를 펠렛 또는 익스트루전 상태로 가공하여 반출하는 비교적 단순한 물리적인 가공이다. 이러한 시스템은 분쇄 방법에 따라 전분쇄 시스템과 후분쇄 시스템으로 구분된다.

전분쇄 시스템(Pregrind system)은 우리 나라와 미국의 거의 모든 사료공장에서 쓰이고 있는 분쇄형식으로 그림 1과 같이 분쇄가 계량 혹은 배분(batching or proportioning) 전에 이루어지는 것이며, 상대적으로 적은 수의 원료를 사용하되 대량의 곡물을 분쇄하는 공정의 공장에 유리한 시스템이다. 그러나 문제점으로는 ① 분쇄 전후의 원료 저장시설이 이중으로 필요하여 투자비가 많아지고, ② 개별 분쇄로 인한 취급 관리가 어려워진다.

또한 거의 모든 원료를 미세하게 분쇄해야 하는 펠렛 및 익스트루전 위주의 공장에서는 다수의 대용량 분쇄기를 구비하여야 하므로 불리한 점도 있다.

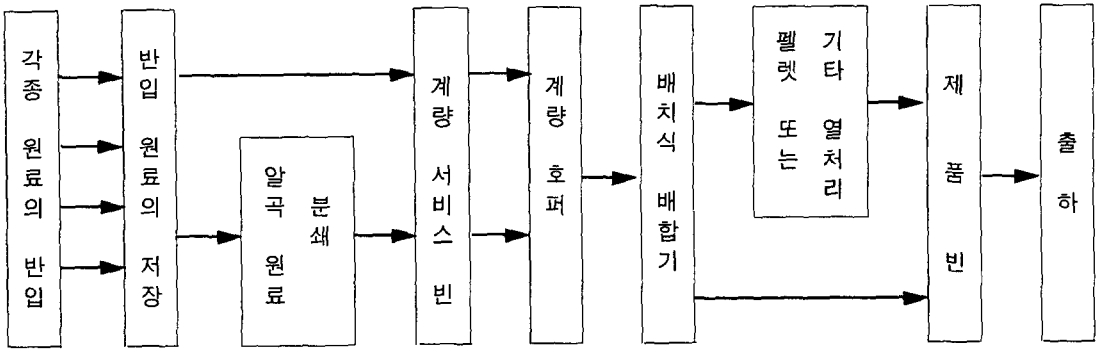


Fig. 1 Block diagram of pregrind system.

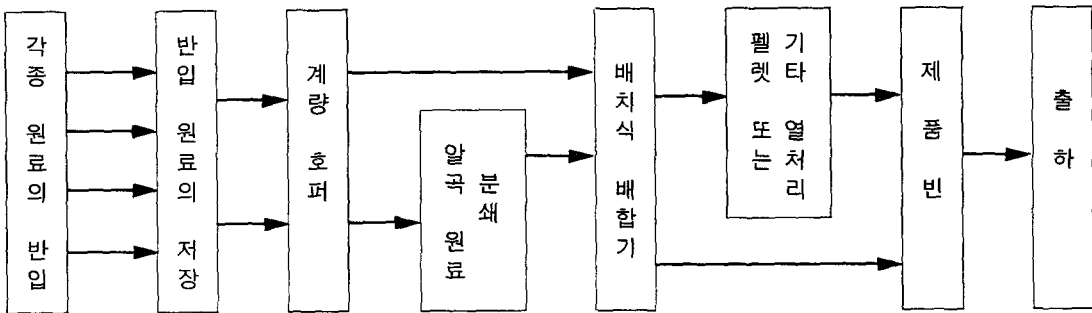


Fig. 2 Block diagram of postgrind system.

후분쇄 시스템은 그림 2에서 보는 바와 같이 분쇄 공정이 각 원료의 배분공정(proportioning or batching) 이 후에 이루어지는 생산체계로 원료의 종류가 자주 바뀌거나 곡물류 원료를 구하기 어렵거나, 그 값이 너무 비싸 쓸 수 없어 곡물류 대신 기타 많은 다른 원료들을 사용하는 지역, 주로 유럽에서 쓰이고 있다. 그러나 문제점으로는 ① 분쇄공정의 마비가 곧바로 생산공정 전체를 마비시킬 수 있으며, ② 동력 사용량이 커지고, ③ 다양한 특성의 원료들을 같이 취급해야 하므로 유입량 조절이 어려우며, ④ 분쇄 효율 및 품질 향상을 위하여 사전 혼합(pre-blending)이나 사전 선별 공정(pre-screening)이 필요할 수 있다. 따라서 펠렛이나 익스트루전 사료를 주로 생산하는 공정, 즉 전체적으로 단순한 입자도의 공정이나 미세한 원료분쇄가 요구되는 생산공정에 유리하다. 그러나 우리나라는 현재 펠렛사료(생산

량의 30~40% 수준)와 분말사료를 동시에 생산하여야 하며 특히 가루사료의 입자도(fine/medium/coarse) 요구가 다양하여 여러 종류의 분쇄 스크린을 가진 분쇄기를 다량으로 구비하거나, 아니면 자주 분쇄기의 스크린을 교체해 주어야 하는 불편함을 감수하여야 한다. 만약 적정한 크기의 분쇄스크린을 사용치 않을 경우 분말사료의 품질에 치명적일 수 있는 통밀(whole kernel wheat) 등이 섞여 나올 수도 있다.

나. 복합분쇄 시스템 모델 개발

본 연구에서 개발된 복합분쇄 시스템은 기존의 분쇄 시스템인 전분쇄 시스템의 장점을 유지하면서 후분쇄 시스템의 이점을 추가한 새로운 분쇄 모델로, 기존에 설치되어 있는 분쇄시설을 철거하지 않고 그

대로 사용하기 때문에 ① 시설 투자비를 절감할 수 있으며, 이에 따른 ② 생산비 절감은 물론 분쇄의 질도 향상시킬 수 있고, 또한 두 개의 분쇄 시스템을 운영함으로써 ③ 분쇄기능 이상에 의한 생산중단 위험을 많이 줄일 수 있게 하였다. 특히 분쇄 시스템 중에 새로 추가된 후분쇄 시스템은 ④ 원격조작에 의해 자동으로 분쇄 스크린을 교환 할 수 있는 다중 조합방식(multi-screen combination system)을 적용하여 안전 및 생산성을 향상시켰고, 더욱이 ⑤ 필요한 입자도를 손쉽게 얻을 수 있도록 하였다. 그림 3은 기존의 전형적인 전분쇄 시스템으로 "B"공장의 가공공정이고, 그림 4는 본 연구에서 개발한 복합 분쇄시스템의 가공 공정도이다.

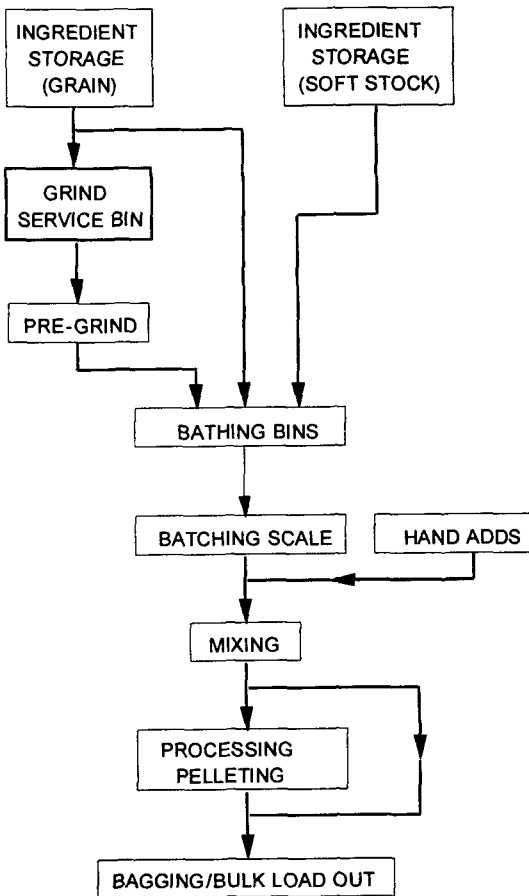


Fig. 3 Old block diagram of 'B' feed mill plant.

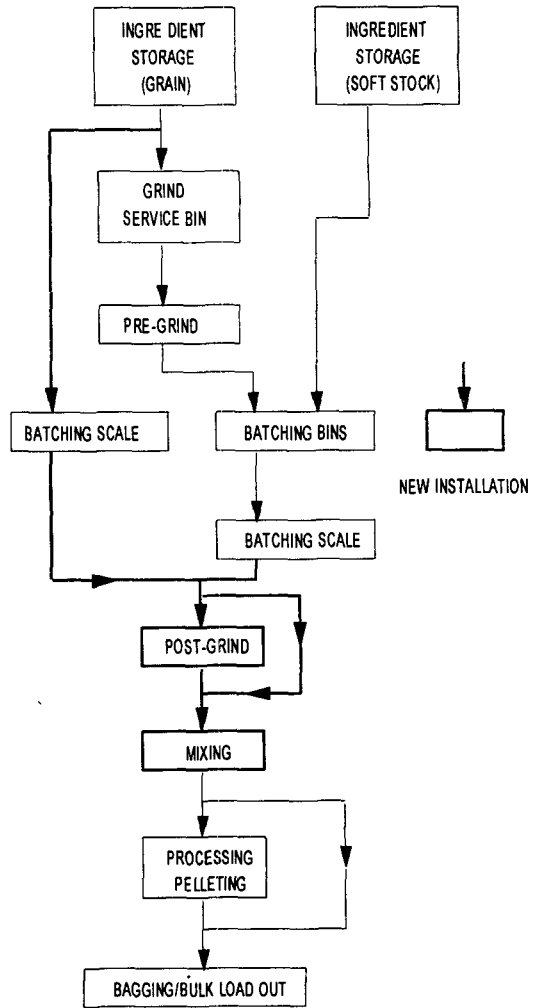


Fig. 4 Block diagram of the new model mill's combined grind system.

1) 가공 공정

분쇄 입자도가 제품의 품질에 중요한 영향을 미치는 분말사료에 사용될 알곡원료들은 기존의 전분쇄 시스템에서 특정한 크기로 분쇄하여 원료빈에 투입이 된 후 배합시에 계량호퍼(또는 배칭스케일)로 보내지며, 재분쇄가 되지않도록 후분쇄 시스템을 우회하여 배합이 이루어진다. 분쇄가 필요 없는 가루 원료나 분쇄 입자도가 사료의 품질에 큰 영향을 주지 않는 원료들은 원료빈으로부터 직접 계량호퍼로 보내져 계량된 후 후분쇄 시스템으로 보내진다. 후분

쇄 시스템에서는 모든 원료가 함께 분쇄가 되어지며 분쇄가 된 원료들은 다시 배합기에서 배합공정이 이루어지며 이후의 공정은 같은 과정을 거친다.

2) 다중 조합 분쇄 시스템

본 연구에서는 기존의 전분쇄 시스템 외에 후분쇄 시스템에 별도의 분쇄 시스템인 다중조합분쇄 시스템을 적용하였다. 이는 자동 2단 스크린 교환장치를 설치하여 손쉽게 원하는 분쇄입자를 얻을 수 있는 분쇄기이다. 그림 5는 3대의 분쇄기가 각각 2가지의 다른 크기의 분쇄스크린을 장치하고 있는 것을 보여주고 있는데 필요에 따라 스크린의 교체가 원격으로 조정된다. 일 예로 가장 큰 입자(coarse feed, 7.5mm ground)로 생산되는 분말사료에서 소맥이나 수수 등은 타원료들과 함께 후 분쇄될 경우 분쇄가 되지 않고 통알곡 상태로 배출되므로 사료품질에 심한 악영향을 주게 된다. 따라서 이러한 경우에는 소맥 및 수수는 별도로 계량되어 그림 5의 wheat 분쇄빈으로 보내져 4.3mm 분쇄 스크린이 장착된 두 대의 후분

쇄기에서 분쇄가 된 후에 배합기에서 타원료들과 같이 배합이 이루어진다. 3.2mm 크기의 분쇄 스크린으로 일괄적으로 분쇄되는 펠렛사료용 원료들은 계량호퍼에서 각각 계량된 후, 균등히 3.2mm 스크린이 장착된 3 대의 '후분쇄기'로 나뉘어 분쇄된다.

이와 같은 '복합분쇄 시스템'은 '전분쇄 시스템'과 '후분쇄 시스템'의 장점을 갖추고 있어서 앞으로 많은 기존 시설들을 증설해야 하는 우리나라 실정에 가장 적합한 분쇄 모델이 될 것으로 여겨진다. 그러나 적은 종류의 제품을 적은 수의 원료로 생산하는 공장에는 투자가 많아지므로 적합치 않다. 본 연구에서 개발된 '복합분쇄 시스템'의 특성을 요약하면 표 1과 같다.

3. 모델 적용의 예

본 연구에서 개발된 복합분쇄 시스템을 실제로 국내의 'B'사의 사료공장 증설공사에 적용하였으며 이의 적용에 대한 내용 및 결과는 다음과 같았다.

가. 'B'사 기존 공정의 주요 문제점 및 공정 개선의 필요성

'B'사의 사료공장은 1980년에 일본 기술진에 의해 설계, 건설된 우리나라의 전형적인 전분쇄 공정을 가진 생산 시설로서 약 80여종의 제품을 월 15,000톤 생산하고 있었다. 그러나 계속적인 수요량 증가와 다양한 제품의 요구로 증설이 불가피하게 되었다. 그러나 국내의 다른 사료공장들과 마찬가지로 증설에 여러 가지 어려운 조건들을 가지고 있었는데 그 문제점들은 다음과 같았다.

- ① 증설에 필요한 공간 확보의 문제: 한정된 부지에 여러 차례 증설을 해 왔기 때문에 증설에 필요한 공간 확보가 더 이상은 거의 불가능하였다.
- ② 한정된 투자비용: 실제로 새로운 공장 부지로 이전을 하게 되면 공간의 문제는 해결되지만 새로운 공장에 대한 엄청난 투자비는 또 다른 문제를 야기시키고 있었다.
- ③ 소비자의 가공사료 제품의 요구: 기존의 시설

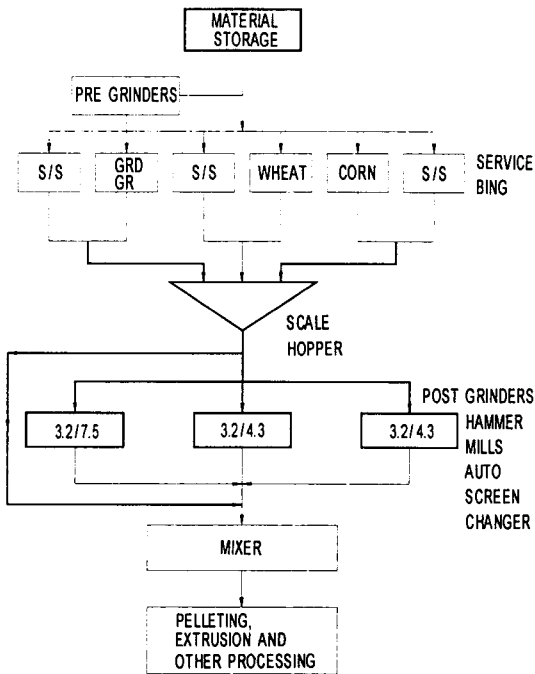


Fig. 5 Process flow diagram Multi-screen combination system.

Table 1 Summary of combined grind system

Items	Combined grind system
Area applied	Korea
Ingredient	Many different ingredients, flexible for formula change
Finished product	Variety, flexible advantage for various texture requirement
Formulation cost	A lot of saving
Texture uniformity	High, quality texture
Mixability	High
Investment	Low due to no duplicated grinding bins and less ground grain batching bins Reuse existing pre-grind system
Production run	Safe and flexible, less affect by grind system shut down
Flexibility	Very high
Process	Complicate, disadvantage
Production labor cost	Low
Maintenance cost	High
Production cost	Low

Table 2 Multi-screen combination system

Hammer mill	Grinder screen hole dia. (mm)	Pellet Meal	Mash				
			Fine	MwWh ¹⁾	MwoWh ²⁾	CwWh ³⁾	CwoWh ⁴⁾
HM 1	Small 3.2	Mixture	Mixture			Wheat	
	Medium 4.3			Mixture	Mixture		
HM 2	Small 3.2	Mixture	Mixture			Wheat	
	Medium 4.3			Mixture	Mixture		
HM 3	Small 3.2	Mixture	Mixture	Wheat			
	Coarse 7.5					Mixture	Mixture
Bypass	Spout			Fing Ing	Fing Ing	Fiber	Fiber
Pre-HMs	3.2/4.3/7.5	Grains	Grains	Grains	Grains	Grains	Grains

MwWh¹⁾ : 알곡 소맥과 배합할 경우

MwoWh²⁾ : 소맥이 없는 배합

CwWh³⁾ : 알곡옥수수과 소맥이 배합될 경우

CwoWh⁴⁾ : 소맥이 없는 알곡 옥수수와 배합을 할 경우

로는 거의 분말 위주의 제품을 생산하였으나 근년에 들어 펠렛, 후레이크 사료 같은 열처리 가공사료의 제품이 급격히 증가하고 있다. 따라서 기존의 생산 공정으로는 이러한 소비자들의 취향을 맞출 수가 없을 뿐 아니라 가격 면에서도 경쟁력을 유지하기가 어려웠다.

④ 기존 시스템을 전분쇄 공정으로 변경을 할 경우:

기존의 공정, 특히 분쇄 시설은 전면 교체해야 하여야 했으며 이에 따른 생산중단이 불가피했다.

따라서 공장의 경영진과 본 연구팀은 기존의 전분

쇄시스템을 그대로 살리면서 후분쇄 시스템을 도입하는 복합분쇄 시스템을 적용하기로 하였다.

그림 3은 이 기존의 공장에 대한 주요공정의 ब्ल럭도이다.

나. 복합분쇄 시스템을 이용한 증설 내용

본 연구에서 개발된 복합분쇄 시스템을 적용하여 개선된 주요 내용 및 이에 대한 운전 결과는 다음과 같다.

Table 3 New model application- 'B' feed mill expansion project

Items	Before	After	Remark
Product SKUs	90	125	Stock keeping unit
Pellet (%)	35	50	
MPP (%)	0	8	Multi-particle proportion
Extruded (%)	5	5	
Bulk (%)	10	25	
Ingredient no.	Less	More	
Storage (MT)	12,000	20,000	No outdoor stock
Bulk receiving sys.	1	2	Truck dumpers
Grinding (total HP/no. HM)	375/3	1,425/6 Auto screen change	
Batching bins (no.)	45	71	
Batching scales (no.)	5	8	
Mixing (MT/Month)	15,000	40,000	
Pelleting (total HP/no.)	550/2	850/3	
Multi-particle sys.	NA	Flaking and blending	
Bagging (no. of packers)	3	3	
Bulk Loadout (no. of bins)	20	48	
Productivity (MT/MH)	1.0	1.5	150% improve
Production cost (%)	100	82	21% improve
Investment (W billn)	NA	5.7	Return 2.8 years

① 반입시설 및 저장시설: 생산시설의 증가에 대한 원료 저장시설의 증가는 필수적이다. 저장용량은 기존의 12,000톤에서 20,000톤으로 증설하였으며 이에 따르는 원료의 반입공정을 원활하게 하기 위하여 트럭덱프시설을 1개에서 2개로 증가 시켰다.

② 배합용 원료빈 및 계량호퍼: 기존 45개의 원료 빈상부에 super structure를 설치하여 원료빈을 71개로 증설하였으며, 후분쇄용 계량호퍼를 별도로 설치하여 원료의 흐름이 원활하도록 기존의 계량호퍼를 5개에서 8개로 증설하였다.

③ 분쇄시설: 기존의 전분쇄 시스템인 분쇄기 3대(총 소요마력 375마력)에서 후분쇄용 다중 조합 분쇄기 3대를 증설하여 도합 6대(1,425마력)로 증가하였으며 자동스크린 교환장치를 설치하였다. 이에 대

한 구체적인 내용은 표 2와 같으며 공정은 그림 5와 같다.

④ 배합기: 후분쇄후 배합기를 별도로 설치하여 배합능력을 15,000톤/월에서 40,000톤/월으로 월 25,000톤(167%) 증가를 시켰다.

⑤ 펠릿가공시설: 기존에는 전체 생산량을 기준하여 펠릿의 생산량이 35%에 불과하였으나 후분쇄 시스템을 도입하므로 50%로까지 가능하도록 하였다.

⑥ 벌크반출 빈: 기존의 20개에서 48개로 증설하였다.

표 3은 B 사료공장의 증설내용을 요약한 것이며 그림 4는 새로운 모델을 적용한 후의 시스템 블럭도이다. 또한 그림 6은 개발된 새로운 모델을 적용한

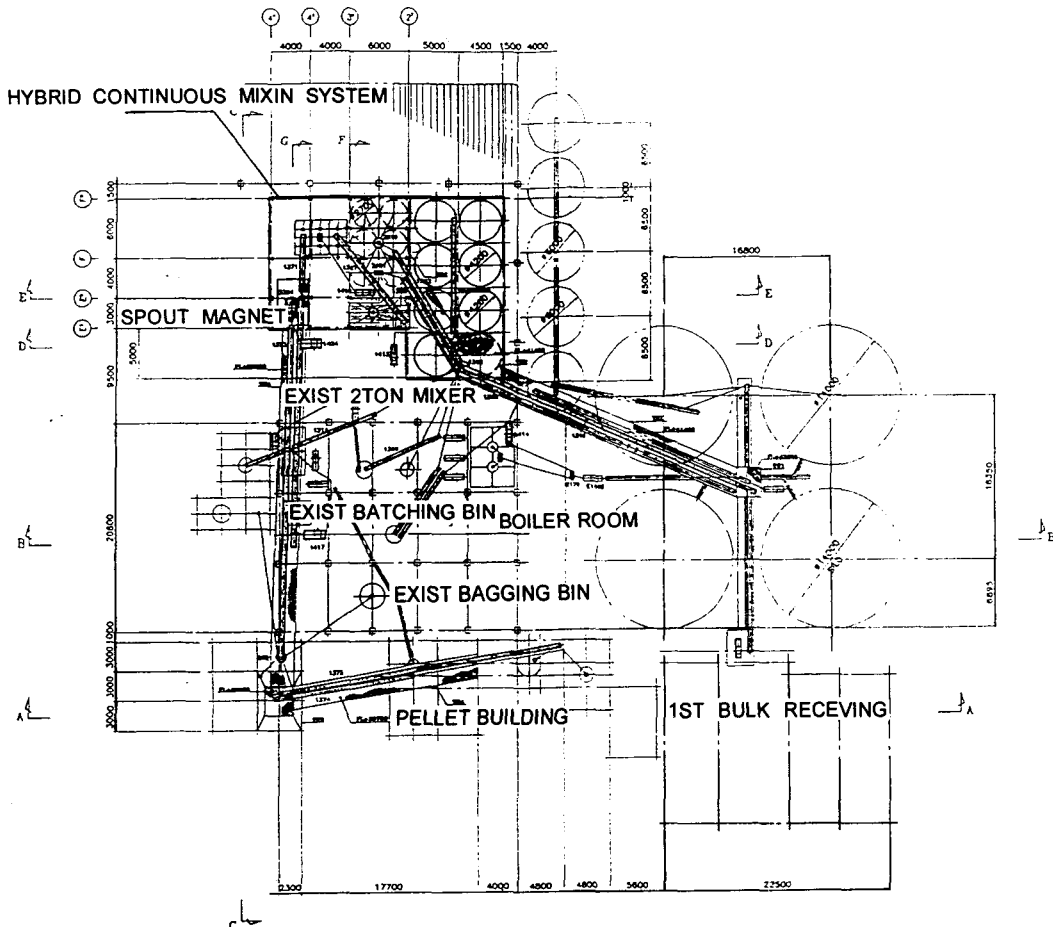


Fig. 6 Plot plan of the new model mill.

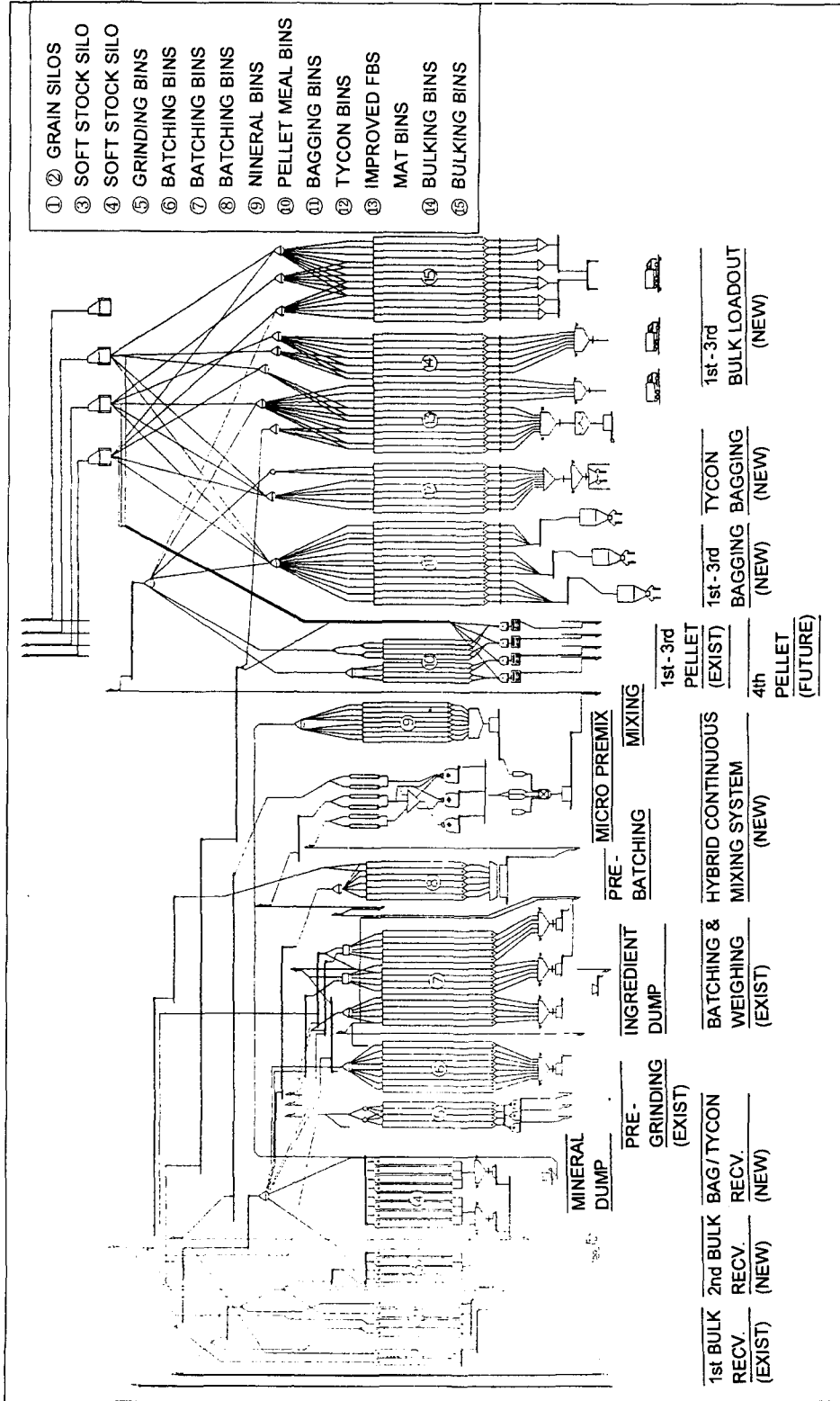


Fig. 7 Process flow of the new model mill.

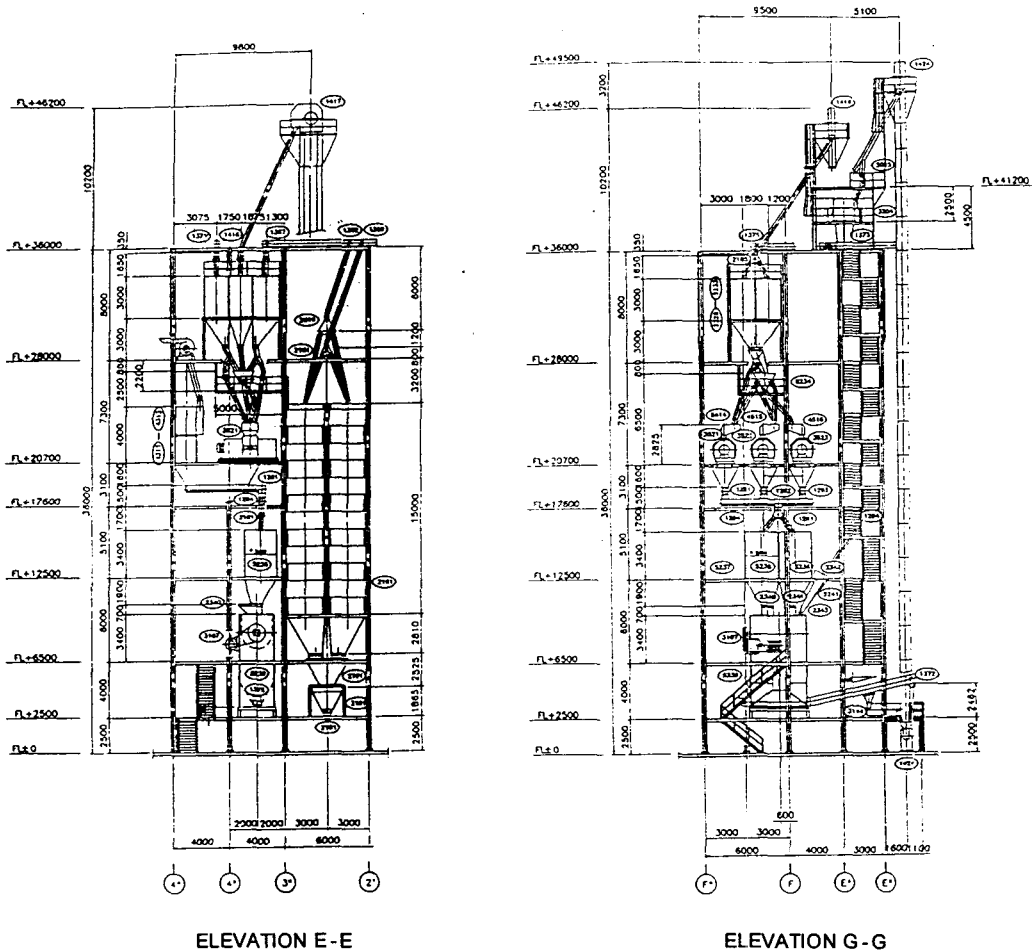


Fig. 8 Elevation drawing of the new model mill.

공장의 평면도로서 왼쪽 윗부분이 증설된 배합시설이고, 왼쪽 아랫부분이 펠렛시설 오른쪽 아랫부분이 기존의 반입시설이다. 그림 7은 증설 후의 가공 공정도로 기존의 시스템과 증설된 시스템을 구분하여 표시하였다. 그림 8의 왼쪽은 평면도 E-E 부분의 측면도이고 오른쪽은 평면도 G-G의 측면도이다.

다. 복합분쇄 시스템의 운전 결과 및 효과

본 연구에서 개발된 복합분쇄 시스템을 이용하여 본 결과 기존의 사료공장에 비하여 다음과 같은 효과를 얻을 수 있었다.

① 투자비용: 실제로 월 25,000톤 생산용량의 배

합사료 공장을 시설할 경우 소요되는 투자비용은 공장의 위치 등 공장의 조건에 따라 다소의 차이가 있으나 약 150억원 정도 소요되는 것이 일반적이다. 그러나 본 'B' 공장에서는 단지 57억원만이 소요되었고, 또한 시설의 설치기간중에도 공장의 기존 생산시설은 계속 가동할 수가 있었다.

② 생산비용: 현재 우리 나라의 배합사료 가격은 kg당 250원에서 300원 수준이다. 원료비, 영업비 등을 제외한 본 'B' 사의 순수 생산비는 약 40원/kg 정도 이었는데 복합 분쇄 시스템을 설치한 후의 생산비는 약 20% 절감된 32원/kg으로 분석이 되었다.

③ 투자비용 회수기간: 보통 배합사료공장의 투자비 회수기간은 빨라야 10년으로 잡고 있으나 본

시스템에서는 약 2.8년이면 충분히 투자비용을 회수할 수 있을 것으로 분석되었다.

④ 생산 효율의 향상: 다중 분쇄시스템의 자동 2단 스크린 교환 장치는 아무 문제없이 안전하게 작동했으며, 특히 수동으로 스크린을 교체하는 데 소요되는 시간이 절약되어 기존의 시스템 보다 생산 손실시간이 거의 발생치 않아 생산성을 증대시킬 수가 있었다.

⑤ 2차가공 제품의 품질 향상: 특정한 분쇄 입자도가 요구되는 분말사료용 분쇄는 기존의 전분쇄 시스템을 활용하였으며, 펠렛 등 2차 가공을 위한 미세 분쇄는 모든 원료를 같이 분쇄해 주는 후분쇄 시스템을 이용하므로써 시설의 생산성, 원료 및 제품의 유연성, 품질 및 투자 효율 등을 대단히 향상시킬 수 있었다.

4. 요약 및 결론

우리 나라 대부분의 사료공장은 전분쇄 시스템으로 되어 있는데, 이는 옥수수를 중심으로 하는 단순한 원료에 의한 분말사료 제조에 적합한 시스템이다. 그러나 이 전분쇄 시스템은 현재의 추세인 원료 및 제품의 다양화에 적응이 곤란하기 때문에 생산비용이 높아질 뿐만 아니라 품질면에서 불리하다. 따라서 이러한 문제점을 해결하면서도 기존의 시설을 최대한 활용할 수 있는 새로운 시스템의 개발은 매우 중요하다 하겠다. 본 연구에서는 분쇄품질, 배합효과 및 투자비용 면에서 유리한 유럽형인 후분쇄 시스템을 도입한 즉 기존의 전분쇄 시스템과 후분쇄 시스템의 장점을 고루 갖춘 새로운 모델인 복합분쇄 시스템을 개발하였으며 이를 기존의 사료공장의 증설에 적용하여 새로운 모델의 성능을 입증하였다. 본 연구에서 개발된 모델의 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 본 연구에서 개발된 '복합분쇄 시스템'은 기존의 생산 시설을 최대한 활용하는 리 엔지니어링(re-engineering) 개념으로 투자를 최소화 할 수 있는 새로운 모델이다.

② 특히 본 시스템은 기존의 시설을 철거하지 않

고 그대로 사용하기 때문에 시설 투자비를 절감할 수 있었으며 모델 시스템을 국내 B사의 기존의 15,000톤/월 생산규모를 40,000톤/월로 증설하여 본 결과 약 57억원의 투자비용이 소요되었다. 이는 새로운 공장(25,000톤/월)을 신설할 경우 소요되는 150억원보다 매우 경제적으로 판명이 되었다.

③ 또한 생산비 역시 40원/kg에서 32원/kg으로 약 20% 절감이 가능하였는데, 투자비용 회수기간은 약 2.8년이면 충분할 것으로 평가되었다.

④ 품질면에서 본다면 펠렛이나 익스트루전 등과 같은 가공사료에 적합한 후분쇄 시스템을 적용함으로써 시설의 생산성, 원료 및 제품의 유연성 등을 향상시킬 수가 있었다.

⑤ 원격제어에 의해 자동으로 분쇄스크린을 교환할 수 있는 다중조합방식(multi-screen combination system)을 적용하여 필요한 입자도를 손쉽게 얻을 수 있도록 하였고 안전 및 생산성을 향상시켰다.

⑥ 앞으로 본 연구에서 개발된 모델은 우리 나라 배합사료 공장에 많이 적용되어 사료 산업의 경쟁력 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단되며, 또한 분쇄 시설 뿐 아니라 사료생산시설의 다른 공정에 대해서도 우리 실정에 맞는 모델 개발을 위한 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 박경규, 김태욱. 1994. 한국의 낙농단지 규모에 알맞는 사료가공 시스템의 모델 개발(I)-TMR 터미날의 모델 개발. 한국농업기계학회지 19(4):329-342.
2. 김태욱, 박경규. 1994. 한국의 낙농단지 규모에 알맞는 사료가공 시스템의 모델 개발(II)-TMR 지원시설의 모델 개발. 한국농업기계학회지 19(4):343-357.
3. 박경규, 김태욱. 1993. 한국의 낙농단지규모에 알맞는 사료가공시설의 모델 개발. 한국 학술진흥재단 연구보고서.
4. Heimann, Mark. 1992. Particle Size Reduction/Hammermills. Roskamp Champion Co.

5. Leukam, Gerald M. 1993. Grinding Only What Is Necessary. Feed Management. Watt Publishing. USA.
6. Orentine, Charles. 1985. Feed Manufacturing. An intertional perspective. AFMA. Arlington Va.
7. Pfof, Harry B. 1976. Feed Mixing. Feed Manufacturing Technology. AFMA. Arlington Va.
8. Tavares, P. 1984. Basic differences between U. S. and European feed mill designs. Feed Management.
9. Tietjen, Johanssen. 1984. Grinding. Tietjen Co. Germany.
10. Trickett, S. 1984. 'Pre' and 'Post' Grinding Systems. Feed International. Watt Publishing. USA.