

# 사료의 균질성에 미치는 입자의 영향

—벌크운송시—

라발 · 드레베 · 기보우로 · 레비

김 정 인  
<경북 축산 영업부>



○...근착 휘드 · 스타프(미국)지에 게재된 사료의 균질성에 영향을 미치는 요인에 대한 연구를 소개한다. 국내에서도 사료의 입도(粒度)문제는 각 사료공장과 양계사이에서 많은 대화가 오갔으나 본격적인 연구시행이 없었는데 이 글은 어떤 의미에서 큰 도움을 주리라 생각한다...○

보다 더 우수한 사료의 품질을 위한 연구는 더욱 더 이루어져야 할 것이다.

이런 연구의 일환으로 아미노산, 비타민과 광물질등의 영양적 요소와 항생제나 항콕시들통제등의 연구가 일반적으로 이루어졌다. 물론 이들의 첨가 효과는 이미 명백하게 밝혀지고 그들의 품질도 보장받고 있다.

그러나 본 연구는 현대의 사료공장이 자동화되므로써 공정과정을 자꾸 감소시켜가기 때문에 더욱 중요한 의미를 갖는다.

또한 증가되는 생산량은 사료공장에서 양계에게 배합사료를 공급하는 형태나 원료의 운송 형태로서 벌크운송의 개발을 촉진시켰고 농가에서도 포장비와 시간등의 경제적 이유로 벌크운송방식을 채택하고 있어 그 중요성은 증가되고 있다.

이 연구의 주요목적은 새로운 제조기술의 효과측정과 그 새로운 기술이 생산물에 미치는 영향을 분석 결정하는데 있다. 이 분야에 이루어진 최근의 연구는 부르그만과 니셔등이 1962년도에 실시한 연구인데 매우 가치있는 연구이다. 현대적인 실험에 기초를 두어 이학자들은 사료의 균질성과 그에 영향을 미치는 요인들에 대한 체계적인 연구를 한 바 있다. 그 제목은 밀도와 사료입자에 관해서였다. 그들은 사료의 입자의 크기가 중요한 요소이며 배합수준의 예전을 하는 방법으로 투입량비(the dumping volume ratio)를 제안하였다. 우리들은 이 기준의 이득을 실제로 확인하기를 희망하였다.

## I. 시험과정

시험은 세종류의 사료를 가지고 실시하였는데 배합율은 같았으나 물리적성상은 매우 달랐다. 또한 조단백질(질소함량×6.25) 소금과 디·오·티(dinitro -o- toluamide)의 함량은 배합기와 농장간을 여러가지 상태로 운반한 과정후에 분석되었다. 물리적 구성의 관점에서 배합성분 분리의 장애점을 양적으로 규명하는 것을 포함시키는 것이 요망되었다.

## II. 원료와 방법

### A. 배합 레

세가지 배합사료는 표 1에 나타난 바와 같이 배합되었다.

표 1. 3가지 시험사료의 배합비

단미사료명	배합율(%)
옥 수 수	45
소 맥	12.5
귀 리	7
대 두 박	8
낙 화 생 박	2
알팔파(건초)	6
어 분	4
이 스트	2
탄 산 칼 슝	8
소 금	0.75
인 산 칼 슝	1.25
비타민첨가제 } D.O.T.	0.5
	100%

표 2. 견본채취

채취장소	채취견본수
1. 배합기에서 배출될 때	5~6
2. 호퍼(Hopper=저장탱크)에서 배출될 때	5~6
3. 스크류콘베아 1에서 배출될 때	6~8
4. 트럭운송 전	10
5. 트럭운송 후	10
6. 스크류 콘베아에서 배출될 때	12

### B. 분쇄

이 시험 연구를 위해서 구경 0.8, 2, 10mm의 원형구멍을 가진 합마 밀 스크린을 장치한 세가지 분쇄기를 준비하였다.

### C. 배합의 과정

#### (1) 예비배합(premixing)

디·오·티는 0.1g미만의 오차로 평량되었으며 3회에 걸쳐 40kg의 옥수수분(玉粉)에 희석되었다.

#### (2) 공정의 주기

각 배합사료중 1톤은 전통적인 예비배합계획에 따라서 준비되었다. 주성분은 1km 이내에서 평량되어 공기운송(pneumatic transport)되어

배합기 위에 장치되어 있는 반제품탱크(reserve bin)로 운송되었다.

비타민과 항콕시듬제등과 탄산칼슘은 분쇄없이 배합기로 직접 투입되었다. 그리고 3분간의 배합기 회전 후에 배합사료는 10분이내에 배합기에서 배출되었으며, 승강기(elevator)에 의해 운반되어 8.1m(27피트) 높이에서 원추형바닥의 빈(통)(Conical-bottom bin) 중앙부로 자유낙하되었다. 스크류·콘베아에 의해 운반된 사료는 트럭의 바닥이 평평한 시린다형의 금속빈에 낙하되었으며 약 48km를 운송한 후에, 생산된 배합사료는 같은 스크류·콘베아에 의해서 트럭에서 배출되었다.

### D. 견본채취(Sampling)

표 2에서 보는 바와 같이 제조와 운송과정에서 각기 다른 지점에서 400g씩 채취되었다(표 2 참조) 그 내용은 움직이고 있는 생산물에 규칙적인 간격을 주었던가(표 2의 1, 2, 3) 혹은 트럭 운송전후에 탱크의 다른 부위에서 채취하였다.

견본분리기(CNTA-HDZZ)에 의해서 분리된 각 견본중의 약 200g은 실험실로 보내어졌다.

낙하과정중의 채취물(2kg)의 견본은 배합기에서 배출되는 규칙적인 간격에 의해 채취되었다.

### E. 측정과 분석

#### (1) 거칠고 고운 입자의 명백한 양의 비율

##### (a) 처음의 가설

브루그만과 니서는 1962년에 실시한 많은 시험으로 부터 단일 거친 입자가 40%미만이라며는 비슷한 밀도를 가진 배합물의 성분은 균질성을 유지한다고 발표하였다. 만약 거친 입자의 비율이 더 높아진다면, 고운입자들의 비율은 거친 성분들을 안정시키는데는 충분하지 않으며, 고운입자들은 공중에서 비산(飛散)되어 사료의 크기나 밀도등의 특성에서 볼 때 성분의 재분리를 일으키게 하는 원인이 된다.

반면에 입자의 평균크기의 한계는 두가지 원료를 사용한 표준시험에서 쉽게 판명되는데, 이 경우는 사료를 가로와 길이로써의 크기를 말하

는 것은 아니다.

부르그단과 니서는 여러종류의 배합기를 관찰한 결과 그들이 작성한 기준에 근거해서 0.40m m의 체를 사용해서 거친것과 고운입자들을 구분하였다.

(b) 한계와 계산방법

그러므로 위에 내린 한계점에 의해서 배합물의 안정성은 사료를 구성하고 있는 거칠고 고운 사료의 비율에 의해서 결정된다. 배합사료의 직접적인 양의 측정은 어려운 일이나, 입자의 전체와 부분적인 무게로서 대응될 수 있다.

사료를 체로 거르는 것은 3분간 입도시험기(Granulotest tamisor screener)로 시행하였고 진동각도는 60에 고정시켰다. 이 작업은 기계에 의하여 여러가지로 체계적인 연구를 한 뒤에 결정되었다.

거칠고 고운 입자들의 확실한 부분별 무게를 측정하기 위해서 곡류의 특정무게를 조사하는 기구인 실험실용 기구(Nilema-Litre)를 사용하였다.

투입량비(Dumping Volume Ratio)는 다음 공식으로 계산되었다.

$$Vd = \frac{\frac{C}{c}}{\frac{F}{f}} = \frac{C}{c} \times \frac{f}{F}$$

F=고운 입자의 무게

C=거친 입자의 무게

f=고운 입자의 단위당무게

c=거친 입자의 단위당무게

이 결과는 표 3에 나타나있다.

표 3. 투입량비와 예상되는 배합상태와의 관계

낙 화 량	배 합 물
0.82이하	재배합 필요없음
0.82~1.08	확실치가 않음
1.08이상	재배합필요가 증가함

(2) 화학분석

배합사료를 화학적으로 분석하는 것은 사료의 균질성을 재확인하는데 매우 좋은 방법이다. 물론 한 종류의 분석으로서 전체를 결정하는 것은 위험하므로, 정확한 분석 결과를 위해서 결합도와 배합사료의 각종성분 분석, 배합사료의 입자 크기와 전분체취방법등 다양하고 정확한 방법을 써야 한다.

각 전분에서 분석한 내용은 다음과 같다.

- (1) 모든 사료에 존재하는 질소(N)의 양
- (2) 소금:비교적 높은밀도로 존재하는 광물질
- (3) 배합하는데 우수하다고 인정되는 다·오·티(D.O.T.=Dinitro —o— toluamide 발태 보즈1963. 데로트라발 1967)

질소와 소금(NaCl)은 통상적인 방법에 의해서 3반복으로 분석되었다. 다·오·티는 분쇄시의 손실을 피하기 위해서 원료의 10g을 사용해서 적어도 3번 분석하여 결정하였다. 실험물은 85%의 아세토니트릴(acetonitrile)을 사용해서 50°에서 10분간 처리되었다. 그리고 알루미늄(alumina)로서 교반하여 청선처리되어 건조 증류되었고 디메틸포름아마이드(dimethylform amide)에 용해되었다. 에치렌디아민(ethylendiamin

표 5. 투 입 량 비 (Vd)

샘 플	세 분 쇠(細粉碎)					중 분 쇠(中粉碎)					조 분 쇠(粗粉碎)				
	C	c	f	F	Vd	C	c	f	F	Vd	C	c	f	F	Vd
1	412	549	525	588	0.67	395	494	516	605	0.68	596	519	617	404	1.75
2	410	541	521	590	0.67	421	504	504	579	0.73	586	517	616	414	1.68
3	473	554	527	527	0.85	439	504	417	561	0.80	583	524	612	417	1.63
4	420	548	523	580	0.69	475	510	516	525	0.91	587	517	630	413	1.73
5	431	558	519	569	0.71	522	525	518	478	1.08	588	530	640	412	1.72
별이계수			%		18.5					19.0					2.8

F=고운 입자의 무게(g)

C=거친 입자의 무게(g)

f=고운 입자의 단위당 무게(g/l)

c=거친 입자의 단위당무게(g/l)

이 나타나므로서 다·오·티는 색반응을 일으켜서 기준에 비하여 초과되었는지의 여부가 비교 검토되었다.

### F. 통계분석

모든 분석결과는 분쇄의 정도가 미치는 영향을 규명하기 위해서 검토되었다. 이 결과는 변이(variance) 표준편차(standard deviation)와 변이계수(표준편차×100)등으로 분석되었다. 더욱 자세한 변이의 분석은 연구된 각 사료의 견본으로 부터 제조과정 중의 영향을 규명하기 위해서 시행되었다.

표 6. 사료내의 특성성분의 평균함량

분 쇠	조단백질 (질소×6.25)	소 금	다·오·티 (D.O.T.)
세 분 쇠	18.3	0.87	14.1
중 분 쇠	18.3	0.85	14.5
조 분 쇠	18.4	1.03	12.9

D.O.T.의 함량은 예상했던 것보다 많았는데 그 이유는 실험실의 분석오차가 아니라 제조공장의 표시함량보다 실제함량이 높은 것으로 인정되었다.

## III 결과와 검토

### A. 배 합

세종류의 분쇄된 시험사료의 입자크기와 그들의 입자크기는 표 4에 나타난 바와 같다.

표 4. 분쇄후의 입자크기

스크린의 구멍(孔)	0.43mm 의 체를 통과후잔량		분쇄등급
	예비시험	시험배합	
직경의 mm			
10	65	59	거칠다(C)
2	48	45	중 등(M)
0.8	41	43	곱 다(F)

### B. 투입량비(Dumping Volume Ratio)

투입량비(Dumping Volume Ratio)의 분석(표 5 참조)은 공장작업의 상태에서 재 이용할 수 있는 방법으로서 거칠고 고운입자의 단위당 무게에 기초를 두었다.

부르그만과 니서(표 3)의 결과에 비교할 때 본 연구는 배합사료의 균질성이 안정될 수 있는

선으로서 세분쇄(Vd가 0.8이하)가 좋다는 결론을 얻었다. 반면에 조분쇄(Vd가 1.7일때)일 경우 재배합 필요여부가 확실치 않은 폭이 매우 좁으나, 거친 입자의 퍼센트와 일치하는 투입량비는 배합물이 배출될수록 규칙적으로 증가한다.(표 5 참조) 이 현상은 배합기에서 배출될 때 거친 입자의 비율은 통계적으로 볼 때 변이계수가 11.0으로서 고도의 유의성이 있음을 나타냈다. 이 변이계수는 생산물의 운송도중에 감소한다. 트럭상차에는 계수가 9.2였고 생산물을 자루에 포장하였을 때 단지 3이었다. 사료를 트럭의 금속탱크에 충전하는 동안 사료의 균질성은 사료가 배합기에서 나올 때 보다 더욱 우수한 균질성을 가져서 저장되는 것으로 보였다.

### C. 배합사료의 성분의 평균합계

표 6에 나타난 결과를 보면 세가지 사료의 질소함량은 동일하였고, 소금의 함량은 그 차이가 매우 컸다. 이 성분은 분쇄되기전에 사료의 주요원료로서 동일한 저울에 의해 평량되었으며 평량의 오차는 무시될 정도이었다.

### D. 균질성분의 변이

#### (a) 곱게 분쇄된 경우

표 7과 같이 변이계수는 세가지 성분에 있어서 평균적으로 배합정도에 관계가 있었다. 거칠은 사료는 고운사료 보다 2~3배 균질성이 좋지 않았고 중등도의 분쇄는 중간정도로 나타났다. 표에 나타난 이 분석결과의 통계학적 분석은 그들의 차이가 매우 유의성이 있음을 나타냈다.

배합기에서 배출된 사료(상태 1)와 스크류 콘베아에 의해 내려진 트럭운송의 최종단계(상태 6)의 평균치의 비교에서, 고운사료는 균질성에 약간의 영향을 끼치는 반면에 거칠은 사료는 완전히 균질성이 저하되었다. 대체로 중분쇄(medium gring) 사료의 균질성은 운송의 처음과 최종단계 보다 중간것이 더욱 높았다. 아마도 그 이유는 배합기를 비우는데 원인이 있는것 같다. 성분과 분쇄도의 정도에 따라 정해진 결과의 등급은 분석오차, 샘플별 오차와 사료공정중의 상

표 7.

분쇄등급에 따른 성분상의 변이계수

상태 분쇄도	세분쇄	중분쇄	조분쇄	세분쇄	중분쇄	조분쇄	세분쇄	중분쇄	조분쇄
배합기 배출	0.55	0.24	0.60	0	0.64	3.19	2.51	4.65	2.79
평균	0.49	0.79	1.55	2.52	4.21	6.71	4.21	7.36	9.67
2번체크스크류 콘베아플	0.56	0.63	4.01	2.78	1.54	18.73	6.16	4.06	14.73

표 8.

분쇄와 성분에 의한 배합성분의 통계적 변이

	상 태	표 준 편 차				변 이 계 수		
		분 쇠	細	中	粗	細	中	粗
D. O. T.	과 경 중 견 본 투 입		0.340	0.700	1.000	2.4	4.8	7.8
			0.370	0.640	1.000	2.6	4.4	7.8
			0.890	1.225	1.730	6.3	8.4	3.4
Salt(소금)	과 경 중 견 본 투 입		0.015	0.015	0.020	1.7	1.8	2.0
			0.023	0.050	0.100	2.6	5.9	9.7
			0.010	0.012	0.010	1.2	1.4	1.0
N×6.25(조단백질)	과 경 중 견 본 투 입		0.0	0.025	0.140	0.0	0.1	0.8
			0.100	0.152	0.390	0.5	0.8	2.0
			0.083	0.100	0.130	0.5	0.5	0.7

태등의 세가지 주요부분으로 나뉘어져서 전체 변이를 파악하였다. 이 분석 방법에 의하여 위의 제요인들은 통계적으로 분석처리되었다.

D.O.T는 분쇄등급에 따라 많은 양의 변화가 있다. 즉 분쇄되지 않은 전본은 매우 이질적이다. 각 전본간의 차이는 항상 유의차가 있었다. 그것은 사료의 입자의 크기에 따라서 좌우되는 것을 의미한다.

### 결 론

이 연구의 결과는 사료회사에게 그들의 배합술에 적합한 안정 수준을 명확히 알려주어 사료공업에 기여하도록 해야할 것이다. 물론 배합사료가 제품화되어 공장에서 출고되었다 해서 배합과정이나 상태가 완료되었다고 생각하는 사료업자는 아무도 없을 것이다. 당연히 배합사료가 배합기(믹서)를 떠나서 동물들이 사료를 먹을 때까지 그 중간에 일어나는 과정에 대해서 가볍게 생각하려는 안 될 것이다.

### 부 언(附言)

[배 합]

곤다드(GONDARD) 수평식배합기(horizontal mixer) 운차(輪車)는 4개의 중앙부 방향과 그 반대방향인 리본형의 나선으로 구성되어있음

8마력(HP)의 모터 : 분당 18회전(r.p.m)

최대유효용량 : 2,100리터 : 전체용량:2130리터

a. 외부날개의 가로길이 : 2cm

b. 내부날개의 가로길이 : 4cm

부속물은 먼지를 떨어내는 장치가 되어 있고 배합기로부터 사료를 내 보낼 때는 30~50cm의 틈니형의 바닥에 있는 문과 배합기의 최하단의 문으로 배출된다. □□

