

기고

〈펠릿 가공사료에 대한 새로운 고찰〉

① 펠릿팅의 개념과 펠릿품질에 영향을 주는 요인

다불바이오 류은호 대표는 수년간 연구된 사료 가공기술을 바탕으로 국내사료공장은 물론 해외시장을 대상으로 '가공사료 생산의 효율적 운영' 세미나를 개최 하고 PELLET 컨설팅을 통해 제품의 효율적 운용 방안 및 가공 기술 향상 방향을 제시해왔다.

앞으로 본지를 통해 〈펠릿 가공사료에 대한 새로운 고찰〉이라는 주제로 3회(격월간)에 걸쳐 연재할 예정이다.



류은호 대표
다불바이오

1. 펠릿팅 (pelleting)

사료의 가공에 있어 가장 일반적인 방법은 증기(steam)첨가에 의한 펠릿팅이다.

펠릿팅의 전체 공정은 분쇄(grinding), 혼합(mixing), 펠릿팅(pelleting) 및 냉각(cooling)의 4가지 주요 단계로 이루어진다.

분쇄는 대부분 <그림 1>과 같은 햄머밀(hammer mill)로 행해지는데, 입자도가 가늘수록 혼합과 펠릿팅이 용이해 진다.

혼합은 지방, 프리믹스 및 각 단미사료의 사용량을 정량한 다음, 수평 혼합기(horizontal batch mixer)에 투입하여 3~6분간 행해진다. 이렇게 혼합된 각 단미사료의 혼합물은 펠릿기

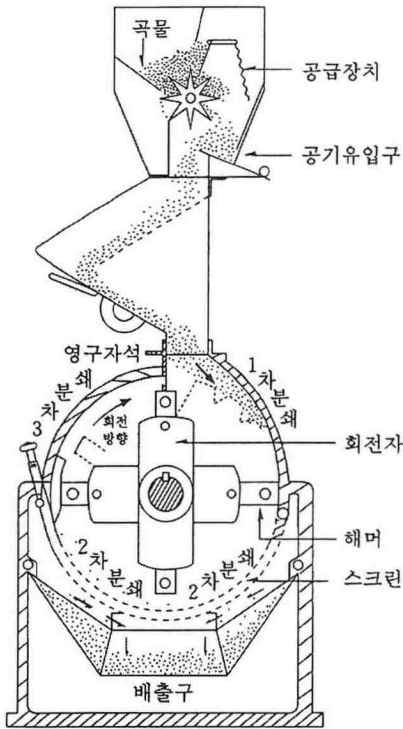
의 조정실(conditioning chamber)로 이송되는데, 여기서 혼합물 중량의 약 2~4%에 해당하는 증기가 첨가된다. 증기의 첨가와 함께 조정실 내부온도는 약 80°C로 상승하는데, 이때 혼합물내 전분입자는 부분적인 호화(gelatinization)를 일으키는 등 영양소의 특성에 따른 여러 가지 변화가 일어나게 된다. 호화된 전분은 펠릿으로의 성형을 위한 압착시 혼합물의 입자를 결합시켜 펠릿 형성을 용이하게 해 준다.

펠릿의 성형은 순환 다이(die)의 가는 구멍을 통한 강한 압축에 의해 이루어지며, 구멍을 통해 빠져나오는 펠릿은 다이위에 부착된 칼날에 의해 적당한 길이로 절단된다.

약 20% 정도의 호화가 펠릿성형에 적당하

① 펠렛팅의 개념과 펠렛품질에 영향을 주는 요인

<그림 1> 햄머 밀의 구조



며, 일정온도 이상의 고온에 의해 호화도가 증가하면 다이 구멍에 엉킴현상(clogging)이 유발되어 생산성이 저하될 수 있다. 다이 구멍의 직경이 가늘고 길이가 길수록 펠렛의 경도(hardness)는 증가하지만, 펠렛의 생산성은 떨어지며 엉킴현상의 발생빈도 또한 더 높아지게 된다. 다이를 빠져나온 펠렛은 즉시 냉각기로 이송되어 수분이 증발됨과 동시에 딱딱하게 굳어진다. 최종적인 과정을 거친 펠렛의 수분 함량은 약 9~11% 정도로 유지된다.

펠렛은 균형된 완전사료라는 점에서 우선적인 장점을 지닌다.

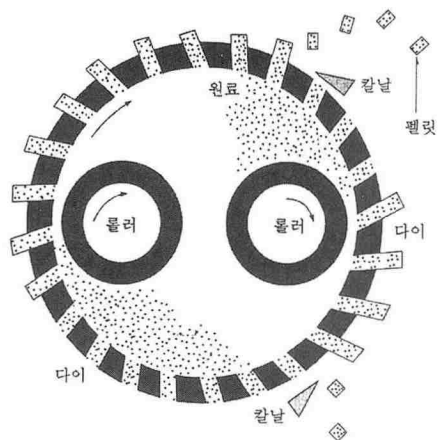
아울러, 혼합물에 대한 증기 첨가는 동물성

단미사료 내 흔히 존재하기 쉬운 살모넬라(salmonella)와 같은 오염원을 제거해주며, 여러 영양소의 영양가를 증진시킨다. 그러나 제조 공정상 지방의 총 함량이 10% 수준을 초과하게 되면 혼합물 입자간 결합력이 떨어지며 수중에서의 안정도가 감소한다.

또한, 열에 약한 비타민의 파괴가 일어날 수도 있다. 따라서 지방이나 비타민C 및 비타민A 등은 펠렛성형 후, 코팅(coating) 과정에 의해 첨가되기도 한다. 펠렛사료는 분말사료보다 취급이 편리하고 사료효율도 좋아 상당량의 사료가 펠렛으로 가공되고 있다.

직경은 일반적으로 2mm~20mm까지 다양하며, 길이는 직경보다 조금 더 길다. 펠렛사료는 일반적으로 펠렛 그 자체와 펠렛을 다시 파쇄한 크럼블(crumble) 형태도 포함한다. <그림 2>는 롤러의 이동에 따라 혼합물이 다이구멍을 빠져나와 칼날에 의해 잘려 성형되는 모습을 보여준다.

<그림 2> 다이를 통한 펠렛의 성형



<표 1> PELLETING의 다양한 변수

Fomulation	구성, 마찰력, 흡수, 침식, 비중, 지방, 결합
Bin	흐름, 원료 분리
Feeder	흐름, 가투회수
Conditioner	원료온도, 정체시간, 속도, 당밀량, 수분, 스팀량과 질
Pellet mill	기종, 형태, 크기, 다이, 롤러, 마찰력, 온도, 유지적용
Cooler	내부지체, 길이, 제품온도, 형태, 비율, 주위온도, 공기흐름, 상대습도
Crumbler	간격, 모양, 직경, 속도사료의 균일성
Convayer	속도, 침식, 부하, 냉각
Screen	형태, 금속성, 구멍크기, 판
Fat	pellet축정, 유지량, 유지적용, 배합기

2. 펠릿품질에 영향을 주는 원료적 요인

1) 상대 습도와 원료공급 Source

어떤 주어진 배합에 대해 여러 가지 변수들이 있겠으나, 어떤 사료배합에 대해서도 2개의 요소가 가장 중요하다.

이중, 첫번째는 함유습도이다.

대부분의 operator는 모든 원료성분들이 수분을 흡수하고 방출할 수 있는 능력이 있음을 인식하지 못하고 있다. 예를 들어, 우기에 생산되는 원료는 많은 수분을 흡수하므로, Pellet Mill에 공급되는 steam의 총량을 제한해야만 한다. 유사하게, 고온의 건조한 지대에서 생산되는 원료는 수분함량이 낮을지 모르기에 더 많은 steam을 필요로 한다. 낮은 수분을 함유한 원료성분은 다습한 지역으로 전치(轉置)되면, 공기로부터 수분을 흡수하게 되고, 따라서 필요한 steam의 양은 바뀌게 될 것이다.

두 번째의 일반적 요소는 공급원(Source of

supply)이다.

이것은 대수롭지 않게 평가되지만, pelleting 시 지대한 영향을 미친다. 만일 원료가 한 공급자가 아닌 여러 공급자로부터 도입되었다면, 각각 어떻게 수확하고, 어떻게 처리공정을 거쳤느냐에 따른 차이점이 pellet의 품질에 차이를 주게 된다. 예를 들어, 둘 또는 셋 이상의 다른 공급자로부터 도입한 Corn Gluten Meal은, 또는 같은 공급자로부터 일지라도 색, 조직(texture), 밀도에 차이를 보인다.

한 batch의 공정에서는 하나의 특수한 DIE를 써서 최상의 품질이 얻어질 수 있을지 모르지만, 계속 이어지는 batch에서는 다른 DIE를 선정해야 하는 것이다. 가능한 방법은 이러한 batch를 모두 혼합하여 이에 가장 적당한 die를 선정하여 사용하는 것이다. operator는 이러한 2개의 요소인 '상대습도와 공급원'에 대한 지식을 가지고 있어야 하며, 모든 사료배합에서 pellet품질과 생산능력에 영향을 줄 수 있다는 것을 숙지해야 한다.

2) 원료 요소(INGREDIENT FACTORS)

Pelletability Chart라고 불리는 <표 2>는 사료에서 쓰이는 일반적인 원료들을 열거하였다.

이 chart는 die수명에 관한 원료의 영향은 물론, 단일 원료의 Pelletability에 대한 평가 지침으로도 쓰일 수 있다. 이것은 열거된 여러 원료가 쓰이는 양을 기초로 하여 사료배합의 특성을 결정할 수 있다. 이러한 특성을 토대로, 주어진 배합사료의 생산성을 예측할 수 있다. fat, 섬유질(fibre), 단백질, "마모도(abrasiveness)" 항

① 펠렛팅의 개념과 펠렛품질에 영향을 주는 요인

<표 2> PELLETABILITY OF RAW MATERIALS

PRODUCT	Protein(%)	Fat/Oil(%)	Fiber(%)	Abrasiveness ⁽¹⁾	Bulk density LB/CU FT	Pelletquality ⁽²⁾
Alfalfa dehydrated	20	1.5	25	8	15	6
Barley meal	10	1.5	4.5	5	30	5
Blood meal	80	1	1	1	35	3
Brewer's grains	17	6	17	5	20	3
Coconut meal	20	6	11	6	30	3
Corn	8.4	3.8	2.5	6	40	4
Corn germ meal	11	10	3.5	3	30	5
Corn gluten feed	23	28	6	34	3	
Corn gluten meal	60	2	1.3	5	30	4
Cottonseed meal solvent	41	1.5	13	7	34	8
Cottonseed meal expelled	36	4	16	5	20	3
Distiller's grains(corn)	27	8	13	5	20	3
Distiller's solubles(corn)	27	9	5	0	38	7
DPM	26	2	15	6	18	9
Fat	-	100	-	0	56	-1
Feather meal	82	2	1.5	5	25	4
Fish meal white	65	4	1	5	40	4
Fish meal Peruvian	64	6	1	5	40	4
Lentils	25	1	3.5	5	50	4
Linseed meal expelled	32	3.5	8	5	27	5
Linseed meal solvent	34	0.5	8	7	25	7
Meat meal	60	5	2	3	39	5
Meat and bone meal	50	10	2	4	43	4
Minerals	-	-	-	10	-	2
Molasses	3.6	-	-	0	77	7
Oat meal	10.5	4.5	10.5	7	39	2
Oat hulls	15.5	5	36.5	7	8	3
Peanut meal solvent	48	1	7	4	39	7
Peanut meal expelled	50	5	9.5	5	42	5
Poultry by product meal	59	23	1	4	37	3
Rapeseed meal solvent	36	1	11	6	32	6
Rice bran	13	14	12	9	20	2
Screenings(grain)	12	4	12	8	27	2
Skim milk powder	34	0.5	-	5	40	9
Soyabean meal expelled	42	3	6	5	40	4
Soyabean meal solvent	45	0.5	5	6	40	6
Sunflower meal expelled	37	8	14	4	35	6
Sunflower meal solvent	39	11	8	5	33	6
Wheat feed	15	3.5	8	4	23	6
Wheat meal	11	1.5	2.5	3	34	8
Wheat midds	15	2	8	5	20	6
Wheat flour	14	3.5	1	6	31	9
Wheat bran	14	0.5	11	4	13	4
Whey dried	12	0.5	-	8	36	8
JELLY BOND	80	0.2				300

⁽¹⁾ The higher number is most difficult to pellet.

⁽²⁾ The higher number means the ingredient helps produce a more durable pellet.

목은 die수명을 예상할 수 있게 한다. 본 chart에 소개되지는 않았지만, 이와 함께 광물질(mineral) factor가 있다. 이러한 mineral은 사

료배합의 한 성분이 되기도 하나, 그렇지 않은 경우에도 건조 alfalfa와 모래 많은 토양에서 수확한 건조 alfalfa는 비교적 많은 양의 모래를

포함할 수 있다.

이 밖에, ground corn cobs을 많이 함유할 때 처럼 섬유질이 많은 사료 제조시에도 발생한다. 화학성분들 또한 die수명에 영향을 준다. 높은 steam 온도 하에서 사료성분에서 유출되어 나온 free fatty acid가 하나의 예이다. 어떤 corn gluten 사료는 황산을 생성시켜 die의 hole을 부식시켜 생산량을 감소시키기도 한다. 부식된 hole은 pellet을 거칠게 하고, 가루를 많이 발생케 하는 원인이 된다. Rice Bran(쌀겨), Oat meal(귀리) 또는 원료내 과량의 fat가 존재할 때도 이 같은 현상이 일어난다.

Pellet Mill의 운전을 정지했거나 짧은 시간 운전을 했을지라도 기름이 혼합된 oat, bran, 또는 다른 meat scrap을 die에 넣어 hole을 flushing시키는 것이 중요하다. 이것은 die가 정지시에 받는 부식의 원인으로부터 보호해 줄 뿐만 아니라 Pellet Mill이 재가동할 때, 빨리 시동되고 보다 쉽게 운전이 되기도 한다.

Stainless Steel Die는, 부식에 견디는 재질의 이러한 문제의 해답을 줄 수 있다. Computer를 사용하여 최저cost 배합비를 작성할 수는 있으나 마모, 화학 및 광물성분, 거친 섬유소 성분 때문에 야기되는 pelletability의 감소로 인한 cost상승은 감안되지 않는다는 점을 알아 둘 필요가 있다.

3) FAT(지방)

상기의 factor는 물론 fat함량 또한 Mill의 생산능력과 품질에 영향을 준다.

fat함량은 원료에 함유된 지방을 말한다.

이것은 이미 원료 중에 포함되어 모든 사료제품에 분포되어 있다. Pelleting시 압력과 온도로 인해 지방성분은 표면까지 흘러나와, 사료생산능력을 높이도록 윤활역할(lubricating)을 한다.

fat첨가는 많은 주의를 요한다. 어떤 배합(예를 들어, high corn ration)에서 4%의 fat첨가가 필요하다면 보통 pelleting전에는 2%만 첨가하고, pelleting이 끝나고 Pellet이 냉각되면 2% fat를 첨가하는 것이 보통이다. 가루발생을 줄이기 위해서는 첨가하는 fat을 1%정도로 낮추어야 한다.

4) FIBRE

섬유질은 천연의 binder(결착제)로 생각되지만 압축하여 die hole로 통과시키기 어렵다. 보통 많은 조섬유를 함유한 사료는 단단한 Pellet을 생산케 하나 반면 생산성은 낮다.

5) PROTEIN

일반적으로 높은 조단백질을 가진 사료는 비교적 높은 체적밀도를 가진다.

이미 높은 체적밀도를 가진 원료를 가지고 생산할 경우에는, Pellet Mill이 pellet으로 binding하는 것 외에, 에너지 소비가 없다. 결국 Pellet Mill의 가장 중요한 기능은 압축에 의해 체적밀도를 증가시키는 것이다. 따라서 고단백질 함량을 가지고 고체적밀도를 가진 원료에는 생산성이 좋을 것으로 예측할 수 있다.

높은 조단백 함량을 가진 성분에 열을 가하면, die를 통과시 발생하는 마찰열로도 좋은 품질의 pellet을 기대할 수 있다. 고단백 축우용

사료와 비육우용의 supplement나 concentrate를 제조시, 많은 양의 당질과 요소가 첨가되지만 않는다면, 좋은 품질과 높은 생산성 두가지를 얻을 수 있다.

6) 외기온도 효과

외기온도는 사료에 당밀을(molasses) 첨가할 경우 고려되어야만 한다.

예를 들면, 매우 추운 겨울철 냉각된 원료가 bin에 저장되어 있을 때, 당밀이 첨가될 경우 특히 conditioner에서 혼합효과가 낮으면 당밀구(Molasses ball)가 형성되어 버린다.

일반적으로 잘못 이해되고 있는 것 중, pellet이 냉각건조가 잘 되도록 하는 것은 겨울철 찬공기가 더운 공기보다 효과가 좋다고 생각하는 것이다. 그러나 고온의 공기가 저온의 공기보다 수분을 더 많이 포함할 수도 있고 또한 제거할 수도 있다. 이러한 고온의 공기가 수분으로 이미 포화된 형태만 아니라면, 찬 공기보다 더 효과적으로 건조시킬 수 있다. 특히 매우 추운 지방에서는 최저기온의 경우를 고려해서, Cooler의 용량을 여유 있도록 선정할 필요가 있다.

7) 체적밀도 (Bulk Density)

체적밀도는 펠렛생산에 있어서 매우 중요한 요소이다.

예를 들면, 100HP짜리 Pellet Mill이 7.7Kg/cu-ft의 밀도를 가진 건조 Alfalfa만을 생산하면 4~5 Ton/hr의 능력으로 Pelleting하게 된다. 같은 Pellet Mill로서 Fat가 첨가된 탈지면실(solvent-extracted cottonseed)을 생산

하면 16~17Ton/hr 또는 체적밀도에서 이러한 증가를 설명할 수 있다. 5.44Kg/cu-ft의 낮은 bulk density를 가진 mash원료는 pelleting이 되면 15.9~18Kg/cu-ft의 밀도(density)를 가진 무거운 사료처럼 압축된다. 상기의 두 번째 밀도를 가지는 원료로서 pelleting시에는 낮은 밀도 때보다 에너지가 적게 든다.

8) 조직 (Texture)

분쇄에 대해서 우리는 3개의 일반적인 범위(Coarse분쇄, Medium분쇄, Fine분쇄)를 고려해야 한다. 중립Medium분쇄, Fine분쇄는 아래의 2가지 이유 때문에 coarse분쇄보다 더 좋은 품질과 생산능력을 가진다.

(1) Medium분쇄 또는 Fine분쇄된 원료는 steam으로부터 수분을 흡수할 표면적이 커서, 흡수가 잘 되며, 윤활작용을 한다. 또한 더 많은 입자들이 steam에 노출되어, 화학적 변화를 일으킬 가능성을 높이므로 품질에도 향상을 기대할 수 있다.

(2) mash원료시의 체적 밀도는 Medium분쇄와 Fine분쇄를 서로 혼합시 증가될 수 있으며 따라서 pelleting시 압력을 가하면 체적밀도 증가에 효과적이다. 매우 큰 입자도(Coarse분쇄)는 Pellet화 되었을 때 가장 주요한 pellet의 파손점(breaking points)을 발생시키는 단점을 가진다. Pellet은 거친 입자의 표면에서 파손되려는 경향을 가지며 이로 인해 가루를 발생시킨다. ㉔

〈다음호에 이어집니다〉