가공사료의 새로운 이해와 pellet 가루 문제(2)

글 | 유은호 상무이사((주)한펠)

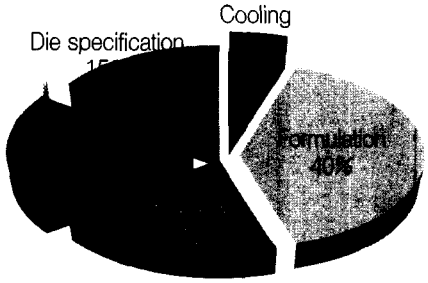
〈지난호에 이어〉

pellet 사료에서 가장 큰 문제는 가루문제이다.

지난 호(본지 11월호)에서 우린 가공사료의 가루문제가 왜 해결되어야하는지의 문제를 제시하고자 pellet 품질의 중요성에 대해 살펴보았다. 그럼 이번엔 pellet 사료의 문제에 있어서 가장 심각한 가루문제에 대하여 접근해본다.

pellet 사료의 품질문제 중 가장 큰 문제가 되는 것은 Pellet의 가루이다. 사료공장에서의 일반적으로 Pellet사료의 품질은 Pellet사료의 내구성으로 판단된다. 여기서 내구성에 영향을 주는 요인들을 구체적으로 살펴보면서 pellet 품질에 개선방향을 찾으면 될 것이다.

Pellet 사료의 내구성(PDI)에 미치는 주 요인으로는 배합비, 입자 크기, 컨디션닝, Die 규격, 쿨링 등이 있다. Pellet 품질에 영향을 주는 요인을 구체적으로 분석해보면, 원료선택과 배합 그리고 원료분쇄가 내구성에 주로 영향을 미치는 요인이지만, 많은 사료 공장에서는 Pellet 품질 개선 방향으로



<그림 1> Pellet durability(내구성) 요인 분석

Pellet 기계와 설비 부분에 많은 초점을 맞추어 많은 비용 투자와 노력을 기울이고 있는 현실이다.

내구성 요인 중 60%인 배합비와 입자도가 Pelleting 과정 이전 단계라는 것을 알 수 있다.

pelleting에 영향을 주는 요인들의 새로운 개념 이해

1. 원료의 선택과 배합비

원료는 사료품질에 매우 중요한 요소이다.

"천연"이나 고유의 바인더(전분이나 단백질의 특정 타입), 원료의 섬유질, 광물질과 지방 함량은 Pellet 품질에 영향을 준다. 예를 들어 소맥, 보리와

호밀 같은 원료는 더 향상된 Pellet 품질이 될 수 있는데, 가공동안 물리-화학적 결합을 형성하는 고유 바인더를 함유하고 있기 때문이다. 이처럼 배합비는 Pellet 품질에 가장 크게 영향을 준다.

하지만 그것은 원료의 선택에 폭이 다양했을때 가능한 이야기다. 예를 들어 소맥, 설탕 등과 같은 천연 바인더는 우수한 품질의 Pellet을 생산할 수 있게 하며, 반면 천연 바인더를 함유하지 않은 원료는 Pellet화 하기 힘들다. 다시 말해서 현재의 상황처럼 소맥이 가격 경쟁력이 떨어져 옥수수를 70% 정도 함유한 양계 및 양돈 사료와 같은 높은 수준의 곡류사료에 대하여 사료공장에서는 배합비보다는 입자도의 분포와 conditioning에 더 많은 신경을 써야한다는 것이다.

2. Steam quality와 conditioner

대다수의 Feed mill 관리자들은 Pellet 품질에 관하여 원료의 수분을 간과하기 쉽다.

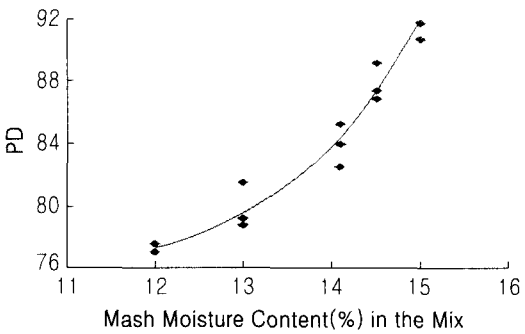
곡류내 결합수는 사료의 Pellet화 능력에 잠재적으로 영향을 끼친다. 많은 양의 결합수를 함유한 곡류는 Pellet화 되기 어렵다. 그 원인은 결합수가 Conditioner에서 Mash되기 위해 추가되는 steam 형태의 충분한 양의 수분을 허용하지 않기 때문이다. steam을 이용할 때 Conditioner에서 수분 첨가와 온도 증가간의 상호관계가 형성된다. 이러한 상호관계는 steam의 품질에 따라 매우 다양하며, 불량한 steam은 11℃ 또는 그 이하를 허용하며, 수분 1% 첨가시마다 온도가 증가한다.

따라서 원료내 총 결합수가 14%이었다면, Die의 choke point에 도달하기 전에 추가되는 수분은 2~4%일 것이다. Dies는 Conditioned mash의 총 수분 함량이 16%~18% 정도에서 Chock하는 경향이 있다. 하지만, 전분의 알파화를 위해서는 일반적으로 82℃ 정도의 온도와 16%의 수분 이상이어야 효과를 발휘한다.

불량한 steam과 곡류내 다량의 결합수의 조건에서는 22~44℃의 추가적인 온도만을 증가시킬 수 있다. 그러나, 양질의 steam은 Conditioner에서 대기온도 이상인 33~66℃의 추가적인 온도를 증가시킬 수 있게 한다.

예를 들어, 30℃의 대기온도 이하에서, Conditioner내 Mash 온도는 불량한 steam에서는 40~60℃로 증가시키지만, 양질의 steam에서는 55~87℃까지 증가시킬 수 있다. 불량한 steam과 다량 결합수의 공동작용은 연속 공정 기준에서 Mash에 요구되는 Conditioning 온도인 80~87℃에 도달하는 것을 저해한다. 부적절하게 Conditioning된 Mash로는 내구성 있는 Pellet 생산이 불가능하다고 말할 수 있다. 일반적인 규칙으로서, Mash에 수분 1% 추가시마다 Mash의 온도는 16.5℃ 증하여야 한다.

적절한 mash 콘디셔닝은 짧은 시간동안에(기존의 steam condition Pelleting system에서 몇 십초



<그림 2> 열처리 상황에서의 수분상태

를 넘지 않거나 'long conditioner'나 expander system에서 30초간) 이뤄져야만 한다. 고품질 steam은 사료 Mash에서 열과 수분의 효과를 최적화하도록 도와준다. steam 질은 물과 증기의 혼합에 의해 나눠지는 증기의 양에 의해 특징지어진다.

'포화증기'는 주로 증기(거의 100%에 가까운 증기)로 이뤄지는데 반해, 'Wet steam'은 물과 증기(100%이하의 증기)로 구성된다. '경험원칙'의 Turner(1995)에 따르면 고품질이나 포화 증기를 사용시 사료 Mash 온도가 Mash 수분 매 1% 증가마다 약 16℃가 증가한다고 제안했다. 만약 steam 질이 80%(wet steam)로 감소한다면 Mash 온도는 수분 매 1% 마다 13.5℃ 밖에 오르지 않을 것이다. 따라서 낮은 Steam 질은 첨가된 수분양에 따라 6~11℃로 콘디셔닝 온도를 감소시킬 수 있다. 전형적으로 저질 steam은 steam 라인에 들어가는 거품이나 steam 라인의 부족한 열로 인해 발생하는데, 흔히 보일러의 범람으로 초래된다. steam질이 문제가 된다면 응축물을 제거하기 위해 steam라인에서 steam 트랩을 설치해야 하고, 트랩은 라인에서 모퉁이 그리고 약 30미터 간격으로 설치되야 한다. 고질 steam을 위한 system은 또한 steam 라인을 따라 트랩에 의해 제거될 수 없는 작은 물방울들을 제거하도록 콘디셔너에서 즉시 거슬러 올라가는 결합된 분리-조절-steam 트랩을 보유해야 한다. 적절히 설계된 steam 콘디션 Pelleting system과 함께, 고품질 steam은 콘디셔너에 들어가서 콘디셔닝 온도를 적어도 80도 이상으로 올릴 수 있어야 한다.

Expander는 수분의 추가 없이 기계적인 절단을 통하여 재료의 온도를 100℃ 이상으로 증가시킬 수 있는 능력을 가지고 있다. 따라서 전분의 젤라틴화는 사료의 결착력을 개선시키며 양질의 Pellet 생산을 가능케 한다. 고온조절 달성을 위한 하나의 방법은 Conditioner내 Mash의 정체시간을 연장하는 것이다.

권장 정체시간은 45~60초이다. 다수의 사료공장들은 expender, feed processor, 또는 steam-jacketed conditioner 등의 시설을 설치하고 있다. 이러한 system의 주된 특징은 과다한 수분의 추가 없이 Mash 온도를 충분히 증가시킬 수 있다는데 있다.

3. 입자도

입자크기 또한 Pellet의 품질에 영향을 주는 중요한 요소이다. 일반적으로 분쇄를 미세하게 할수록 양질의 Pellet이 생산된다. 일반적으로 미세한 입자가 큰 입자보다 수분을 더 많이 흡수함으로서, 고수준의 Conditioning을 견디게 된다. 또한 거대입자는 Pellet 내에서 깨어지고 분쇄되는 Fissure point를 갖는다. 양질의 Pellet 생산에 권장되는 입자의 크기는 600~800 micron이다.

그러나, 대부분의 경우에 있어서 입자크기 균일성은 순수한 Pellet 크기보다 Pellet 품질에 미치는 영향이 더 크다. 그런 Feed mill 관리자는 입자 크기에 있어서의 변이도를 최소화하기 위하여 Roller mill을 사용하기도 하고 Post-mix Grinding 형식을 선택하기도 한다. Post-mix Grinding은 모든 원료들은 분쇄되지 않은 상태에서 프리믹스까지 Mixing이 되면, 전체 Batch를 분쇄하는 형식이다.

미세하게 분쇄된 입자의 적절한 분포는 좋은 pellet 사료 품질에 절대적인 조건이며, 따라서 대다수 공장에서 하는 것처럼 소맥이 풍부했을 때나 소

맥이 부족할 때도 같은 방법으로 분쇄하는 경우가 많다. 이것은 분명히 잘못된 방법이다. 왜냐하면 옥수수와 소맥의 호화되는 온도는 약 10℃ 정도가 차이가 나고 미세입자와 거친 입자의 호화되는 온도의 차이가 10℃에 이른다. 하지만, 사료공장의 분쇄나 저장시설의 실정이라는 이유로 늘 무시되고 있는 부분이기도하다.

이런 입자도의 문제는 conditioning에도 직접적인 영향을 주게 되는데 이는 펠렛사료는 전분의 호화에 의해 품질이 좌우되기 때문이다.

따라서 수분과 열이 얼마나 원료에 잘 접촉하느냐가 최대의 관건이 된다.

짧은 컨디셔너의 체류시간동안 원료와 스팀의 접촉 기회를 극대화하기 위해서는 체류시간도 중요하지만, 입자도를 가능하면 최소화하여 사료입자의 표면적이 넓으면 스팀과의 접촉면이 넓어져 호화가 용이하고, 단 시간내에 원료 내부까지 스팀이 침투하기 용이하여 펠렛 품질을 향상시킬 수 있다.

분쇄크기	[illegible]	표면적	비고
3mm 분쇄	27mm(3×3×3)	54mm(3×3×6)	
1mm 분쇄	1mm(1×1×1)	6mm(1×1×6)	

3mm의 입자가 분쇄되면 27개의 1mm 입자로 나누어진다는 것이고, 3mm 입자의 표면적은 54mm인 반면 1mm 입자의 표면적은 27×6mm =162mm가 되어 스팀 침투가 용이하고 호화가 3배 더 잘된다고 이해하면 된다

곡물을 가는 입자크기로 분쇄하는 것은 Pellet 품질을 높여준다. 그것은 작은 입자일수록 콘디셔닝 동안 입자의 중심에 열과 수분이 보다 빨리 관통할 수 있도록 해주는 더 넓은 표면적을 가짐으로써 전분조직은 흐뜨러져서 젤라틴화를 증가시켜주기 때문이다. 하지만 실제로, 옥수수와 대두위주의 양계 DIET에서 Pellet 내구성에 맞는 최적의 입자크기는 650~700 마이크론 범위이다. 옥수수 입자를 700 마이크론으로 줄이는 것은 더 큰 입자크기에 비해 Pellet 품질을 개선한다. 하지만 더 작은 입자에 맞추는 것은 약 두배 정도의 분쇄 에너지를 필요로 하게 된다(McEllhiney, 1992). 결국 공장 여건에 알맞은 최적의 가능한 입자도의 분포도를 고려해야 한다.

<표 1> pelet 공정 중 중요한 점검 사항들

Fomulation	구성, 마찰력, 흡수, 침식, 비중, 지방, 결착
Bin	흐름, 원료분리
Feeder	흐름, 가루회수
Conditioner	원료온도, 정체시간, 속도, 당밀량, 수분, 스팀량과 질
Pellet mill	기종, 형태, 크기, 다이, 롤러, 마찰력, 온도, 유지적용
Cooler	내부지체, 깊이, 제품온도 · 형태 · 비율, 주위온도, 공기흐름, 상대습도
Crumbler	간격, 모양, 직경, 속도사료의 균일성
Conveyer	속도, 침식, 부하, 냉각
Screen	형태, 금속성, 구멍크기, 판
Fat	pellet측정, 유지량, 유지적용, 배합기

4. Die의 성능과 청결관리 그리고 냉각

유효두께(Effective thickness)가 증가할수록 Die 내에서의 저항성이 증가하며 Chock point가 저하된다. 높은 Effective thickness die는 낮은 벌크 밀도를 가지는 배합비와 함께 일반적으로 이용된다. 저밀도 사료에 있어서, 양질의 Pellet을 생산하기 위하여 강한 압축을 필요로 한다. 그러나, 높

은 밀도를 가지는 고농후사료에 있어서 Effective thickness는 높은 온도와 수분 추가를 허용하기 위하여 감소될 수 있다.

최적의 Die 효율을 유지하는 것 또한 고품질 Pellet을 제조하는 데 중요하다.

die에서 Pellet 품질에 영향을 주는 일반적인 문제점들에는 Die face, 롤오버(rollover), 패인곳(pitting) 및 부식 등이 포함된다. 이런 문제들은 Die의 효과적인 두께와 Die 구멍의 압축율을 감소시킴으로써 Pellet 품질을 감소시킨다. Pellet 품질이 다른 명백한 원인없이 오랫동안 저하된다면 그때는 Die를 재조정하거나 교체해야 한다.

Pellet Die를 재조정하는 것은 Die교체보다 상당히 적은 비용으로 추가적인 생산 수명(육계사료 당 65,000톤에 달하는)을 제공할 수 있다. 하지만, 최적 Pellet 품질로 인한 효율(performance)에서의 장점은 Die 교환 비용과 조화되어야 한다. 예를 들어, 오리사료 생산시는 더 나은 Pellet 품질에 대한 필요에 따라 육계사료 생산시보다 3배 더 자주 Die를 재조정한다. 자주 Pellet 밀 급유, 상부 clamp 금속 제거와 주의깊은 롤 간격 조정 등은 Die 문제를 최소화하도록 도와준다.

pelleting은 물리적인 오용, operator 주의 부족, 확실치 않은 정량 배합과 낙후한 공장 유지에 유난히 민감해질 수 있는 가공과정이다. 게다가 Pellet 압력 특히 Pellet Die는 필수적으로 제조 과정에서 역류를 일으키는 문제로 인해 어려움을 겪고 있다. Pellet 사료를 제조하는데서 일반적으로 자명한 이치가 있다면, 그것은 "operator의 작동에서 득과실 모두는 결국에 Pellet Die를 통해서 나올 것이다."라는 것이다.

단순 기준으로 보면 유지보다 더 큰 관심 영역이 있을 수 없다. Die 유지에 있어 우리는 필수적으로 기계의 기름칠, 청소 등 장치필요를 의미하는 것이 아니라 사료공장의 유익한 경영에 맞는 좋은 유지 예방과 회복의 둘다가 얼마나 필수적인가를 이해하는데 모든 작업자들의 마음가짐을 말하는 것이다.

Die 생산성 저하, Pellet 산출량(out-put) 감소, 그리고 궁극적으로 Die 파손에 대한 대개의 원인중의 하나가 흔히 사료제조 업자들에 의해 tramp metal이라 불리는 현상에 의함이다.

이는 자석(magnet), 체나 기타 정비적인 수단에 걸친 문제점, 뿐만 아니라 기존 system의 적절한 청결의 부족과 같은 문제를 시사해 준다.

분명 Pelleting과 기타 사료 제조 문제들을 진단해보기 위해 Pellet Die를 실험하는 것이 소모적인 것만은 아니다. 자주 그리고 정기적인 Die 검사로 사료공장에서의 총괄적인 작업, 나아가 시간과 비용에서 많이 절약할 수 있음을 이해하여야만 한다.

아울러, 사료를 오염시키는 미생물의 성장을 막기 위하여 수분 함량이 12% 이하로 사료를 건조시켜야 한다면, 최종 생산물을 안전하게 저장하기 위하여, Pellet은 5.5℃ 이하로 냉각되어져야 하며, 원료가 Conditioner로 보내지기 전 본래 수분의 함유가 5% 이내로 되어져야 한다. 그러나 과다한 건조는 경제적으로 역효과를 낳는다. 과다한 건조는 추가 에너지와 기계 재원을 필요로 하며 부서지기 쉬운 Pellet을 생산하여 생산성을 감소시킨다.

Pellet Bed는 냉각기 내에서 균일하게 분포되어져야 하며, 공기는 Pellet을 우회하지 않도록 하여야 한다. 균일하지 않은 냉각과 건조는 저장된 사료내에서 Wet spot을 형성한다. 수분은 세균과 곰팡

이 성장을 초래하며 Pellet에 많은 손상을 준다.

5. 바인더도 하나의 선택방법이다.

pelleting에 있어서 원료선택, 입자도, steam 품질, Die 유지 관리 등이 Pellet 품질을 개선시키는 주요 요인이긴 하지만, 기계적인 수준을 넘지는 못한다. 따라서, 새로운 생산설비가 가장 우선이 되어야 하는 경우도 있다. 하지만 현실적 여건을 고려할 때 수십억원의 투자 가치를 고려해야 할 때 우리는 내적인 개선점을 파악해야만 한다.

또한, 소맥과 소맥 부산물 같은 고유 결착력을 가진 원료와 결합해서 Pellet 품질을 개선하는 것도 가능하다. Pellet 바인더를 첨가하는 것도 또 다른 방법이 될수있다.

바인더를 사용하는 것이 마치 아무런 가치도 없이 비용만 추가된다는 인식은 이젠 바뀌어야한다. 기계적 설비의 한계, 컨디셔너와 스팀의 관리 현실, 원료 선택의 한계, 소맥의 경쟁력 약화, 입자도 개선의 한계등을 고려할 때 선택의 여지는 한계가 있다.

기계적 요인과 원료적 요인의 한계에서 첨가제를 단순 비용첨가의 측면에서 볼것이 아니라 원료적인 specification 보완과 pellet 효율성,그리고 생산성 향상과 품질관리 등을 감안한다면 사료공장의 전반적인 이익에도 크게 기여할 수 있으며, 반드시 전제되어야 할 것은 충분한 사료공장별 현재 상황을 정확히 판단하는 일이다. 따라서, 어떤 기준에서 생각하고 접근하느냐에 따라 바인더의 첨가는 단순한 비용부담의 존재만은 아니며, 원료의 선택이나, 제조설비의 개선처럼 하나의 선택방법인 것이다.

<표 2> 사료의 품질을 올려주는 현실적인 방법들

		%)
기계설비	Expander, Double pelleting	15.0
입자도	입자도 개선	14.5
결착제	바인더 최소량 첨가	12.5
원료	소맥 15% 증량	11.6
컨디셔너	Conditioning temp. 10도 상승	10.0
	Mash moisture 14.5%	10.0
지방	믹서에서 1%를 줄이면	5.0

6. 맺음말

pellet과 가루문제는 불가분의 관계이다.

다시 말하자면 최저비용으로 가루가 없는 완벽한 사료를 만든다는 것은 어렵다는 것이다. 하지만, 중요한 것은 가루문제를 최소화하는 것이 곧 고객을 만족시키는 것이기에 이 노력은 끊임없이 계속되어야한다는 것이다.

서두에서 말한 것처럼 맛과 영양적인 것은 가축들에 의해 평가되지만, 그 사료를 선택하는 것은 우선적으로 사람이기 때문에 가축에 급여되기 전에 사양가로부터 여러 가지 판단 기준을 통하여 선택받게 된다.

그런 의미에서 고객이 평가하는 기준을 잘 이해하여야하며, 그 기준은 Pellet의 가루, 색깔, 길이, 크기, 냄새 등의 오감으로 결정된다는 것을 이해할 수 있어야 한다.

pellet사료에서 가장 중요하게 여겨야 할 것 중에 하나는 가루문제이며, 결국, pellet 가루 문제는 단순한 외관상의 문제뿐만 아니라 가축의 사양 성적에도 많은 영향을 준다는 사실도 확인하였다. 이제 pelleting의 필요성과 중요성을 재인식하여, 모든 사료가 보다 좋은 품질의 사료를 만드는데 새로운 계기가 될 수 있게 되기를 기대해본다. 〈끝〉