

각종 곡물들의 특수가공 방법을 통한 영양가치 증대

하인리히 클라이네 클라우싱 박사
deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co.

번역 : 최 병 렬 농학박사,
(주)미래자원ML 신소재개발연구소장



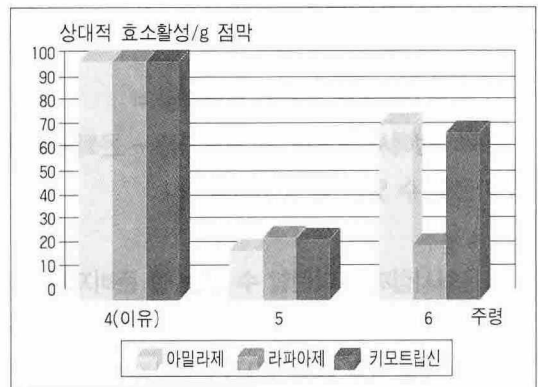
최근 독일 사료 가공 전문업체인 테우카(deuka)사에서 옵티그레인(Optigrain®)이라는 제품처럼 보리, 소맥 및 옥수수 등

여러 가지 곡물들을 혼합하여 기계적-열수 익스트루전 가공방식으로 자돈사료용 특수원료들을 개발, 생산하고 있다. 열처리 가공 곡물들은 이유 자돈처럼 어린 가축 사료에 주로 이용이 되고 있다. 이유자돈의 경우 지방, 단백질 및 유당과 같은 영양소 소화율이 높은 모돈유에서 식물성 유래 영양소로 전환되는 영양 생리학적 스트레스를 겪게 된다. 이러한 전환기에는 소화효소 활성들이 크게 변하게 되는데, 특히 전분 분해효소인 아밀라제의 활성이 크게 저하가 된다. <그림 1>을 보면 이유 시와 비교해 볼 때 아밀라제, 키모트립신 및 리파아제의 활성이 20~25% 수준으로 급격하게 떨어지고 있다. 이유 2주차일 때를 보더라도 리파아제의 활성은 낮은 수준으로 유지되고 아밀라제와 키모트립신 활성은 이유 시 수준보다 70~74% 수준

에 머무르고 있다.

이러한 현상을 자돈사료 설계, 특히 원료 선택에 있어서 반드시 고려해야 할 사항이라고 본다. 이유 후 자돈에 있어서 가장 중요한 에너지 급원은 탄수화물이 풍부한 곡물들이다. 곡물들에 함유되어 있는 전분들을 가공하여 아밀라제 활성이 낮은 이유자돈 소장에서 소화율을 높이려는 노력들을 기울여 왔다. 곡물 가공을 통하여 소화율 증대 및 사료 섭취량 증대와 같은 생산성적의 개선은 물론 대장으로의 비소화 영양소들의 유입을 감소시키는 효과도 볼 수가 있다.

대장으로 비소화 영양소 유입 감소는 대장균과



<그림 1> 이유 시 및 이유 후 소장내 효소활성 비교

• 각종 곡물들의 특수가공 방법을 통한 영양가치 증대 •

같은 병원성 세균들의 증식을 억제하고 설사를 예방하는데 효과가 크다.

1. 전분 가공기술

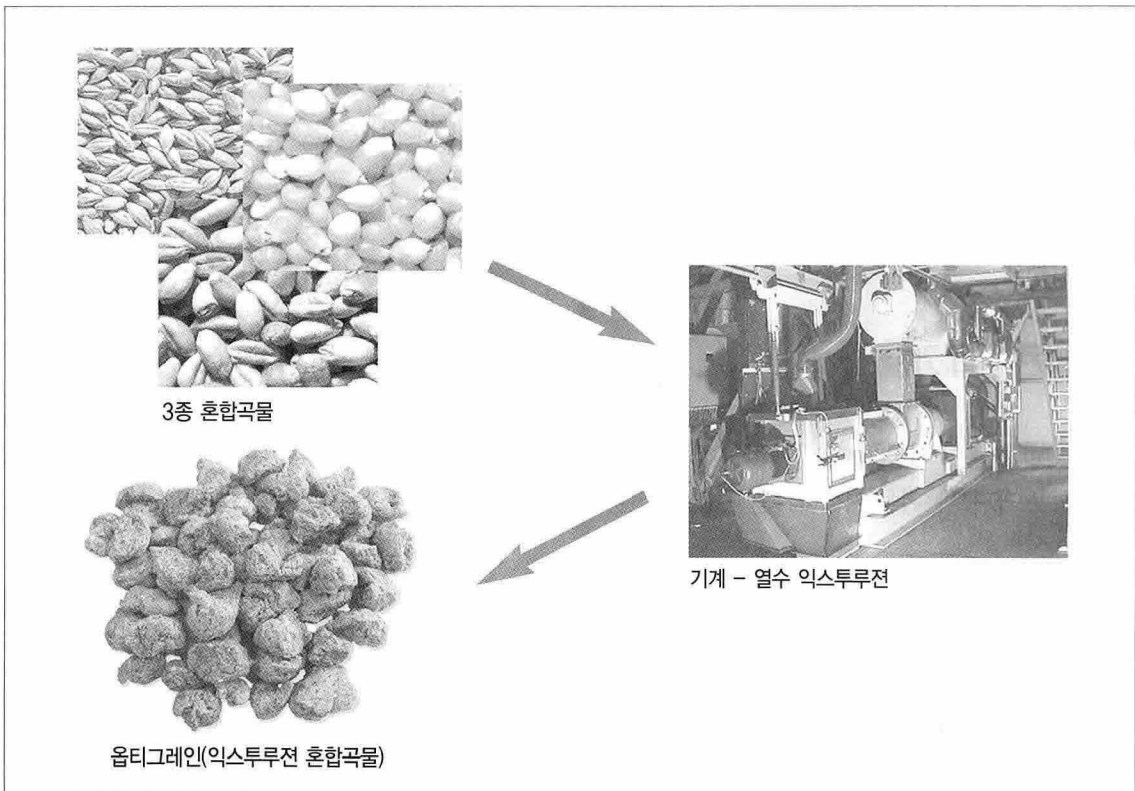
전분 가공에 있어서 여러 가지 방법들을 활용하고 있다. 열처리 방식으로 근적외선 조사 또는 열풍을 직접 적용하는 경우이다. 열수가공(hydro-thermal) 방식은 수분을 이용하는 방식이고 익스트루전 가공방식에는 열수가공 및 압력과 전단력(shearing force)을 활용한 기계적 가공을 조합한 방식이다. 익스트루전이란 말은 라틴어로 '압력을 가하여 밀어내는 것'이다.

가공 원료들을 싱글 또는 더블타입 축 익스트루더 베럴 내에서 혼합 반죽하여 압력을 가하여 익

스트루전을 하는, 건식 익스트루전 방식이 있다. 베럴 내에 고압(100bar 이상)이 되도록 특수 고안한 익스트루더를 통과하자마자 혼합곡물들이 급작스럽게 대기압에 노출된 뒤 확장되는 이른바 '팝콘효과'에 의하여 익스트루전 혼합곡물가공품이 생산되는 것이다.

건식 익스트루전에 의하여 곡물 구조의 변환을 가져오게 된다. 가공 과정 중에서 열의 전도 경로를 보면 1) 기계적 에너지가 가공곡물의 점도를 변화시키는 것으로 전도 또는 2) 익스트루더 베럴로의 스팀 열 또는 전기열이 전도되는 것이다. 이 때 약 200℃까지 온도가 상승하는데 이러한 가공방식을 HTST(high temperature, short time ; 고온단시간)가공방식이라고 한다.

습식 익스트루전의 경우 증기와 수분을 30% 정



<그림 2> 기계-열수방식 익스트루전 가공 모식도

도까지 컨디셔너에 첨가하여 가공하는 방식인데 가공완료 후 반드시 건조시켜야 하는 공정이 뒤 따른다. 그러나 이러한 에너지 집약적이고 고생산 비용의 가공방식은 가축사료 원료 제조에는 경쟁력이 떨어져 널리 활용되고 있지 못하다.

2. 저온 익스트루전 (Cold extrusion)

독일의 테우카(deuka)사의 옵티콘(Opticon) 익스트루전기술은 여러모로 기존 익스트루전 기술과는 차이가 있다(〈그림 2〉 참조). 본 옵티콘 익스트루전기술은 습식 익스트루전의 장점을 취할 수 있고 저렴한 건조비용을 실현해 낼 수 있다. 옵티콘 익스트루전 기술로 전분의 구조적 변환을 일으켜 어린 가축이나 애완동물 사료 원료를 경제적으로 생산해 낼 수가 있게 되었다. 특히 여러 종류의 곡물들을 혼합하여 일시에 기계 - 열수가공을 할 수 있게 되어 어린 가축용, 특히 이유자돈용 사료 원료의 공급이 가능해 졌다. 또한 옵티콘 가공방식으로 전지대두 내 항영양인자등인 요소분해효소 및 트립신 등을 불활성화하는데 매우 효과적이었다.

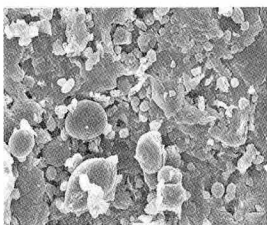
3. 옵티콘 처리 기술

곡물 내 전분이 가공 방식에 따라 어떻게 구조적 변성을 가져오는지를 이해하려면 곡물 내 전분

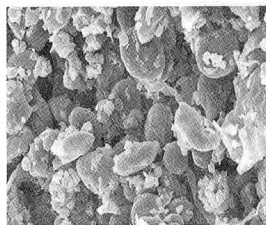
의 조직학적 이해가 필요하다. 곡물의 종류에 따라서 전분 함량이 40~60% 정도를 함유하고 있다. 전분은 다시 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 구분이 된다. 곡류 전분의 20~30%를 차지하고 있는 아밀로스는 알파 1,4 - 포도당체결합 선형사슬 구조를 하고 있는 반면 아밀로펙틴은 전분의 70~80%를 구성하면서 알파 1,4 - 포도당체 및 알파 1,6 - 포도당체결합 결사슬구조로 약 2000~200,000개의 포도당 분자를 지니고 있다. 곡물 전분 내의 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율, 사슬길이 및 포도당체의 결사슬결합의 정도에 따라 전분의 소화율뿐만 아니라 가공공정에 영향을 미치게 된다.

곡류 내의 전분은 입자상으로 존재한다(〈그림 3a, 4a, 5a, 6a〉 참조). 일례로 생옥수수 내 개개의 전분 입자들의 직경은 2~200 μ m로서 수소결합에 의하여 매우 안정적인 화학적 구조를 지니고 있다. 아밀로펙틴의 결사슬들이 아밀로오스와 전분 입자 내에서 단단한 결정형의 구조를 형성하여 물에 잘 녹지 않고 소화 효소에 의해서도 소화가 잘 안 되는 성격을 띠고 있다.

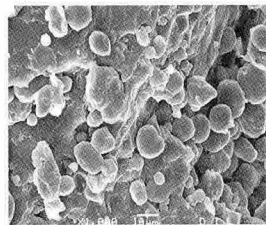
기계 - 열수 익스트루전 가공을 할 경우 이러한 전분입자들은 작은 입자들로 구조적 변화가 일어난다(〈그림 3b, 4b, 5b, 6b〉 참조). 〈그림 3b~6b〉를 보면 전분 표면적이 크게 증대되었고 아밀로오스와 아밀로펙틴에 의하여 형성되었던 단단한 결정형 구조가 크게 느슨해 진 것을 볼 수가 있다.



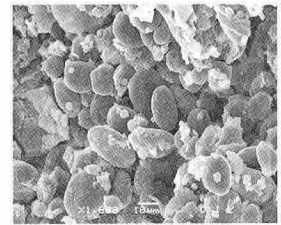
<그림 3a> 비가공 소맥



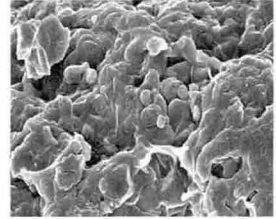
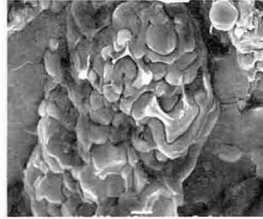
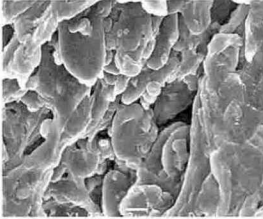
<그림 4a> 비가공 보리



<그림 5a> 비가공 옥수수



<그림 6a> 비가공 혼합곡물



<그림 3b> 익스투루전 소맥

<그림 4b> 익스투루전 보리

<그림 5b> 익스투루전 옥수수

<그림 6b> 올티그레인 혼합물

전분 입자들은 대부분 파괴되어 서로 엉겨 붙어 평평한 표면을 형성하게 되었다.

곡물 익스투루전 가공처리에 의한 소화율 개선 효과는 다음과 같은 이유들에 의하여 나타난다. 첫째, 익스투루전가공에 의한 곡물 전분 표면적 증대로 소화효소 작용 부위 증대, 둘째, 소화되기 어려운 결정형 전분 구조의 파괴 및 변형, 그리고 마지막으로 아밀로스와 아밀로펙틴 분자들의 구조적 파열 등을 들 수가 있다. 이러한 전분 구조의 변형으로 인하여 아밀라제 활성이 낮은 이유 후 자돈 소장 내에서 소화율이 증가하게 되는 것이다.

4. 호화도 검사

전분 가공 방법 및 가공품의 물리적 형상에 따라서 전분의 호화도가 크게 변할 수가 있다. 전분의 호화도를 측정하는 방법으로 '아밀로글루코시다아제 효소법(amyloglucosidase) : AMG법'이 있다. 아밀로글루코시다아제는 전분입자 말단에서부터 포도당을 가수분해시키는 효소로서 시험 원료와 15분간 50℃에서 반응시켜 호화도 분석에 이용하고 있다. 알파 - 아밀라제를 사용하지 않는 것은 이 효소 활성이 특이적이지 못하기 때문이다. AMG법으로 측정한 기계 - 열수 익스투루전 곡물인 올티그레인의 호화도는 평균 70~72% 수준으로 나타났다.

5. 열처리에 의한 전분 구조적 강화 효과

전분의 입자 크기 및 입자 형태뿐만 아니라 전분 내부 구조적 형태, 즉 무정형 구조 또는 결정형 구조, 젤형 구조 등이 곡물의 종류에 따라 다르고 그에 따라서 자돈에서 소화되는 정도가 달라지게 된다. 특히 곡물 수확 후 곡물의 처리방법에 따라서도 달라지게 된다. 일례로 옥수수는 수확 당시 소맥이나 보리와 비교해 보았을 때 수분 함량이 높아 더 긴 시간을 건조해야 한다. 장시간 열 처리를 받게 되면 전분의 무정형 구조에서 온도에 안정한, 즉 단단한 결정형 구조로 전환 된다. 이렇게 단단하게 변형된 전분들은 열처리, 열수처리, 건식 가공, 압력 동반 건식가공, 효소 가수분해 및 미생물 발효가 어려울 정도가 된다. 이러한 이유로 인하여 옥수수가 소맥에 비하여 어린 단위가축에서 소화율이 유의적으로 낮은 이유이기도 하다. 따라서 이유 자돈 사료의 경우 비가공 옥수수를 다량 사용하는 것보다 익스투루전과 같은 방식으로 가공된 곡물들을, 즉 옥수수, 소맥 및 보리와 같은 원료들을 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다. 익스투루전을 시킨 곡물가공원료들 내 섬유소 또한 소화율이 증대되어 사료효율이 증대되는 효과도 함께 볼 수가 있다. 또한 전분의 구조가 물에 잘 용해되는 구조로 변형이 되고 수분 흡착능력이 증대되어 자돈의 변 상태를 일정하게 유지시키는, 즉 연변을 예방하는데 효과적이다. **양돈**