

# 자돈에서의 특수가공 곡물들의 가치

하인리히 클라이네 클라우싱 박사  
deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co.

번역: 최 병 렬 농학박사,  
㈜미래자원ML 신소재개발연구소장

## 1. 이유 시 사료 변경 스트레스

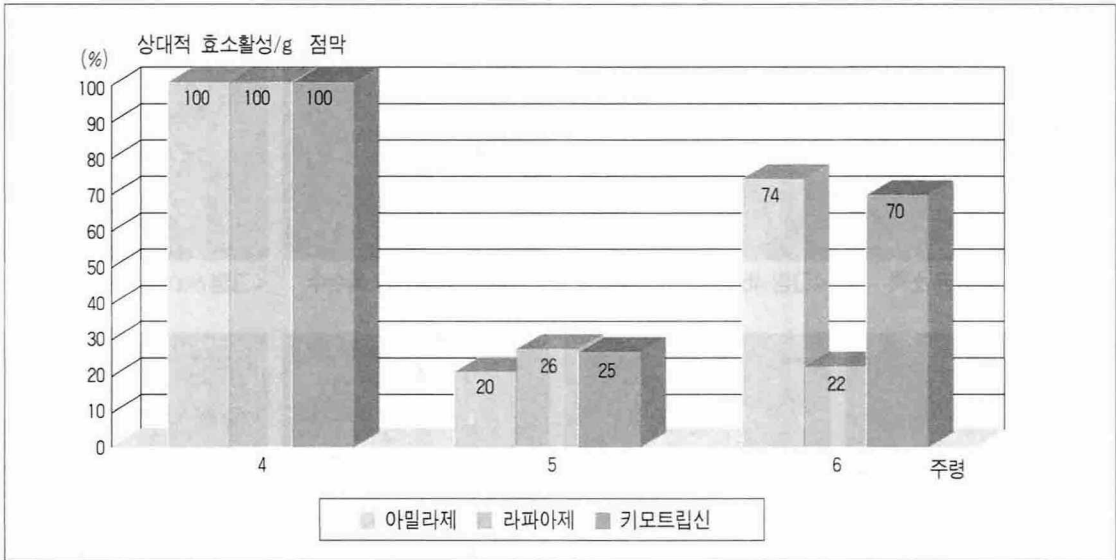
자돈의 이유과정에서 있어서 영양소 소화율이 높은 모돈유에서 소화율이 떨어지는 영양소들을 함유한 사료로 급격하게 전환된다. 이유기간 중 이런 급격한 사료의 변화와 맞물려 소화효소 활성, 특히 전분을 소화시키는 아밀라제(Amylase) 활성에 큰 변화가 발생한다. 생후 4주째에 이유 시킨 다음 첫 주가 지나면서 자돈의 소장 내 아밀라제, 키모트립신(Chymotrypsin) 및 리파아제(Lipase)의 활성이 이유전 수준보다 20 ~ 25% 수준으로 떨어진다 (그림 1, Makkink, 1993). 이유 후 2주차 기간에는 리파아제 농도는 여전히 낮게 유지되며 아밀라제 및 키모트립신 활성은 이유전 수준의 70 및 74% 수준에 머무르고 있다.

사료배합 담당자들은 자돈사료 설계 시 이러한 소화효소들의 변화를 고려한 사료원료들의 선별, 사용이 매우 중요하다. 특히 곡류가 주요 에너지 공급원일 경우 곡류 전분을 어느 정도 호화시켜 활용한다면 매우 유용하다.

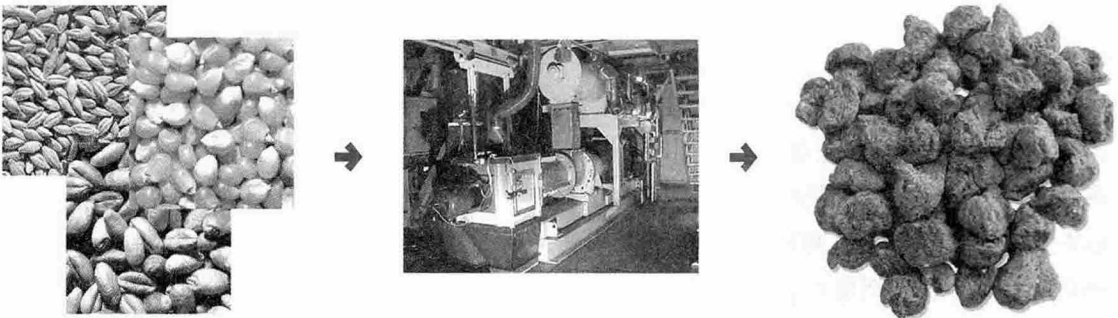
곡물들을 분쇄 - 증기열처리 - 익스트루전 방식의 물리적 - 습식 열처리기술(mechano-hydro-



현재 많은 사료회사들이 돼지의 성장단계별 소화능력을 고려한 사료를 제조, 공급함으로써 돼지의 생산성과 건강을 개선하고 있다. 사료 입자도 조절 및 증기처리 익스트루전공법 등으로 가공한 곡물들을 이용하는 것이 일례이다. 이러한 가공곡물들은 단순히 이유전 또는 프리스타터 사료에 국한하여 이용하는 것뿐만 아니라 이유후 및 육성돈 사료에도 이용할 수가 있다. 현재 소맥, 보리 및 옥수수 등 3종의 곡물들을 익스트루전시켜 전분 입자의 구조를 파괴시켜 제폭화한 것이 있는데 평균 70% 이상의 높은 소화도를 보여주고 있다.



<그림 1> 이유 후(4주령 이후) 장점막에서의 효소활성 상대 비교



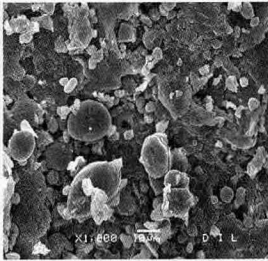
<그림 2> 혼합곡물(소맥,보리 및 옥수수 등)의 열수가공 처리 제품

thermal system)을 시킬 경우 전분 세포벽이 파괴되어 전분의 구조적 변환이 일어난다.

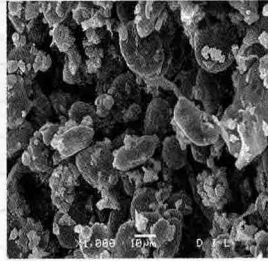
이런 가공곡물들은 아밀라제 활성이 낮은 자돈의 소장에서도 잘 소화가 되어 자돈 성장은 물론 사료섭취량을 개선하는 효과를 볼 수가 있다. 뿐만 아니라 소화되지 않은 사료의 자돈의 회장 및 대장으로의 과도한 유입을 예방하여 대장균과 같은 병원성 미생물들 성장에 이용될 수 있는 영양소들의 공급량을 크게 줄여 줌으로써 설사와 같은 소화기성 질병들을 억제할 수가 있다.

## 2. 전분 소화율 증진

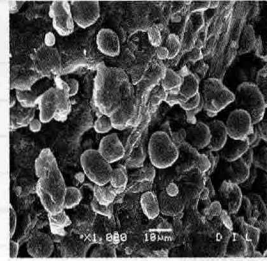
곡물들은 아밀로스과 아밀로펙틴으로 구성된 전분을 40~60% 정도 함유하고 있다. 곡류 전분의 20~30%를 차지하고 있는 아밀로스는 알파 1,4-포도당체결합 선형사슬구조를 하고 있는 반면 아밀로펙틴은 전분의 70~80%를 구성하면서 알파 1,4-포도당체 및 알파 1,6-포도당체결합 결사슬구조를 지니고 있다. 아밀로스과 아밀로펙틴의 비율, 사슬길이 및 포도당체의 결사슬결합의 정도에 따라 전분의 소화율뿐만 아니라 가공공정



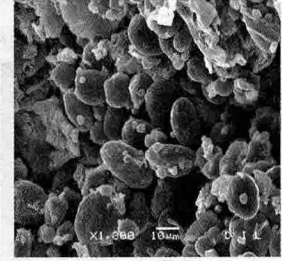
<그림 3a> 비가공 소맥



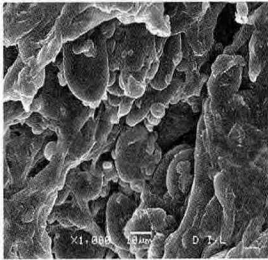
<그림 4b> 비가공 보리



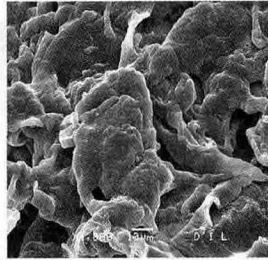
<그림 5a> 비가공 옥수수



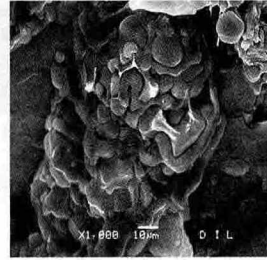
<그림 6a> 비가공 혼합곡물



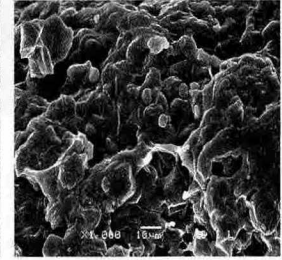
<그림 3b> 익스트루전 소맥



<그림 4b> 익스트루전 보리



<그림 5b> 익스트루전 옥수수



<그림 6b> 익스트루전 혼합곡물

에 영향을 미치게 된다.

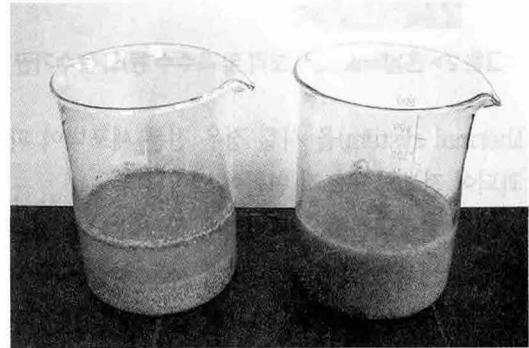
날곡류(raw grains) 내의 전분은 입자상으로 존재한다(<그림 3a, 4a, 5a, 6a> 참조). 일례로 생 옥수수 내 개개의 전분입자들의 직경은 2~200 $\mu$ m로서 수소결합에 의하여 매우 안정적인 화학적 구조를 지니고 있다. 이렇듯 안정된 화학적 구조의 전분 입자들은 물에 잘 녹지 않는 성격을 지니고 있어 분쇄나 가공을 거치지 않고서는 소화 효소에 의한 소화가 매우 어렵다.

그러나 익스트루전 가공을 할 경우 이러한 전분 입자들은 작은 입자들로 구조적 변화를 일으켜 전분 가수분해 및 호화가 일어나게 된다(<그림 3b, 4b, 5b, 6b> 참조). 전분 입자들은 익스트루전 가공에 의하여 파괴되어 서로 엉겨 붙어 평평한 표면을 형성하게 된다.

곡물 익스트루전 가공처리에 의한 소화율 개선 효과는 다음과 같은 이유들에 의하여 나타난다. 첫째, 익스트루전가공에 의한 곡물 전분 표면적 증대로 소화효소 작용 부위 증대, 둘째, 소화되기

어려운 결정형 전분 구조의 파괴 및 변형, 그리고 마지막으로 아밀로스과 아밀로펙틴 분자들의 구조적 파괴 등을 들 수가 있다.

익스트루전가공 곡물들을 이용한 사료의 경우 수분 흡수능력이 탁월하다.



<그림 7> 비가공 옥수수(좌측)와 익스트루전 가공 옥수수(우측)의 액상혼합 균일도 비교

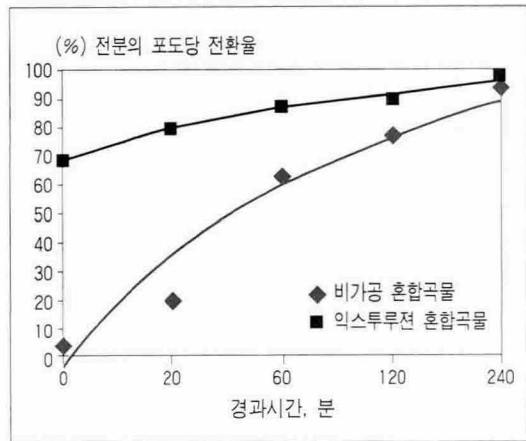
자돈의 건식사료에 수분 흡수능력이 우수한 익스트루전가공 곡물들을 활용할 경우 자돈의 위 내에서 분산이 더 잘되어 위산과 잘 혼합됨으로써 소장에서의 소화가 용이해지는 장점이 있다.

습식사료에 익스트루전가공곡물을 활용할 경우 우수한 수분 흡수능력으로 인하여 파이프라인 및 급이기내 사료의 균질성을 높일 수 있게 되며 사료입자들의 분리 및 침강현상을 크게 개선할 수가 있다.

스페인 및 다른 유럽국가들에서 실험해 본 결과 자돈사료에 익스트루전가공 보리를 첨가하여 급여할 경우 일당증체량 및 사료효율이 크게 개선되는 것을 보았다. 보리를 익스트루전 가공을 할 경우 전분의 소화율을 증가시켜 줄 뿐만 아니라 섬유질 구조의 변형을 야기시켜 구조성 탄수화물의 수용성은 물론 보습성(water-holding capacity)을 증대시켜 변상태를 지속적으로 양호하게 해 준다.

### 3. 사료섭취량 및 소화율

적절한 곡물 가공은 기호성을 증진하여 자돈의 사료 섭취량을 증진시킬 수 있다. 자돈 구강에서 분비되는 아밀라제에 의하여 가공전분이 말토스(maltose)로 분해되어 자연적인 감미효과를 발휘, 사료의 기호성 및 사료 섭취량을 증진시켜 주는 것이다. 또한 이유자돈의 경우 소장 내 아밀라제 효소활성이 제한적이므로 전분 가공은 소장에서의 전분 소화율을 증진시킨다. 전분 소화에 의하여 생성되는 포도당은 소장 벽을 통하여 흡수되어 즉각 대사에 이용된다. 소맥 50%, 보리 25% 및 옥수수 25%로 구성된 혼합곡물을 원물 자체 및 익스트루전가공 처리하여 채식효소들을 처리한 직후 익스트루전가공 혼합곡물 전분 중 70%가 포도당으로 분해된 반면 비가공 혼합곡물에서는 5% 전분 만이 포도당으로 분해되었다. 60분간 효소 반응을 시켰을 때에는 익스트루전 가공혼합곡물 전분 중 90%, 비가공혼합곡물 전분 중 60%가 포도당으로 분해되었다(〈그림 8〉 참조).



〈그림 8〉 비가공 및 익스트루전 혼합곡물(소맥, 보리 및 옥수수) 전분의 포도당으로의 분해속도

돼지 소장 상부에 사료가 머무르는 시간은 일반적으로 60분 미만인 점을 감안한다면 소화속도가 빠른 가공 전분을 급여하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 다량의 소화되지 않은 사료가 회장에 유입될 경우 대장균, 살모넬라, 회장염 원인균인 로소니아 인트라셀룰라리스와 같은 병원성 미생물들 성장을 촉진하게 된다. 따라서 소장 상부에서 소화가 완결되는 소맥-보리-옥수수 혼합곡물 익스트루전가공 전분을 급여할 경우 소장 건강을 증진시켜 줄 수 있다.

### 4. 활용방안

익스트루전 가공곡물은 프리스타터사료에 40% 정도까지 사용할 수 있으며 프리스타터 이후 사료에는 20% 수준까지 줄여 쓸 수가 있다. 익스트루전 가공을 통하여 호화시킨 곡물들의 소화 부위는 소장 상부에서 완결되는 것으로 나타났다. **양돈**

