(연)(재)

가 금 영 양 학 (8)

—양계사료—

M.L.Scott, et al. 저
김 규 일역
〈서울대 농대 영양학교실〉

식물성 단백질에 함유된 항영양인자

불행하게도 거의 모든 식물성 단백질 급원은 특수한 처리를 해서 영양가를 최대한 이용할 수 있도록 제거시켜야만 되는 인자들을 함유하고 있다.

50년여년전에 대두는 열처리에 의해서 개선이 된다고 알려져 왔다. 생대두에 들어있는 인자들은 동물의 소화기에 현저히 영향을 미칠수 있고 많은 영양소의 소화와 이용에 영향을 준다. 소량의 생대두박이 양계사료에 들어 있을 때 성장율의 감소, 췌장의 크기 감소, 초생추에서 2~3주령까지 지방흡수의 감소, 사료중 비지방부분의 대사에너지감소 등이 일어난다. 생대두박의 효력은 생대두의 수용성 추출물(대두청 단백질)을 아주 낮은 수준 급여하여도 2배로 증가한다. 이것은 PH 4.4에서 물에 녹는 대두중의 비침투성인 부분이다.

대두의 불용성 부분에 성장억제인자가 들어있다고 보고되기는 하였지만 대두청단백질에는 대두중의 대부분의 해로운 성분이 들어 있다.

위에 서술한 효과와 더불어 생대두를 급여하면 방광수축을 일으키고 담즙분비의 증가와, 장내 단백질 소화효소의 활성이 약해지며 쥐에서는 메치오닌산화에 영향을 미친다. 모든 단위동물은 생대두에 의하여 영향을 받지만 반추동물은 가열하지 않는 대두도 만족하게 이용하는 것 같다.

해로운 결과를 초래하는 대두중의 인자는 복잡하다. 소화효소인 트립신이나 카이모트립신을 억제하는 4종의 단백질이 분리되었다. 쿠니츠(Kunitz)가 처음으로 설명한 이들 트립신억제인자중의 하나인 고도로 순수한 제품은 췌장의 이상비대를 일으키고 성장율을 감소시키며 사료의 대사에너지가를 낮추고 생대두에 의해서 얻은것과 비슷한 방법으로 메치오닌 산화에 영향을 미쳤다. 어떠한 트립신 억제인자는 췌장의 이상비대증을 유발시키지만 성장을 억제하거나 사료의소화율을 감소시키는 데는 쿠니츠 억제인자와 같이 효력을 나타내지 않았다. 생대두는 또한 시험관에서 적혈구를 교착시키는 단백질을 함유하고 있다. 대두의 혈구응집소의 활성이 높은 부분은 쥐에 대해서 성장을 억제시키는것 같고 닭에서는 그렇지 않는 것 같다.
추가로 독성단백질을 쥐의 복강내 주사를 하면 치사를 일으킨다고 알려졌다.

이 단백질은 생대두의 혈구응집소로부터 분리되었다. 닭에서의 가장 명백한 효과는 단백질과 지방의 소화율감소인 것 같으며 한편 쥐에서는 이러한 인자들은 덜 중요하고 독성단백질이나 혈구응집소에 대한 더 큰 감수성이 기인될 수 있는 다른 효과가 더 중요한 것 같다. 다행히도 이러한 모든 인자들은 대두박에 적당한 열처리를 함으로써 쉽게 파괴될 수 있다.

다른 식물성 단백질급원 특히 보통 정원용 콩으로 재배되는 Phaseolus Vulgaris는 대두에서 발견되는 것과 비슷한 열에 약한 독성인자를 함유하고 있다. 낙화생은 트립신억제인자를 함유하고 있지만 열처리를 해도 그들의 영양가를 개선하지 못한다. 낙화생 특히 껍질의 트립신억제

인자의 활성은 주로 이 물질에 함유되어 있는 탄닌에 기인하는 것 같다. 낙화생에 있어서 더욱 중요한 문제는 세계의 모든 지역의 낙화생에서 볼 수 있는 Aspergillus flavus에서 오는 독소가 들어 있다는 것이다. 아플라독소의 존재는 화학적, 생물학적 실험방법에 의하여 탐지되었고 수송된 것은 양계사료로 사용하기 전에 아플라독소가 없다는 것이 증명되어야 한다.

산란계 사료중의 면실박은 가끔 그의 난질에 미치는 영향때문에 곤란을 준다. 산란계 사료중에 0.001%의 소량의 유리 고시폴이 들어 있어도 저장중에 난황변색이 일어날 것이다. 면실유는 난백의 분홍변색을 일으키는 사이클로푸로펜 고리를 가진 지방산을 함유하고 있다. 이들 지방산은 또한 지방조직 중의 많은 스테아린과 팔미틴산의 축적을 일으킨다. 그러므로 면실유를 먹은 닭의 달걀과 체지방은 다른 지방을 급여받을 때 보다 더 높은 비율의 스테아린산을 갖는다. 면실을 적당히 처리하면 대부분의 고시폴을 결합상태로 만들수 있기 때문에 산란계 사료에 어느 정도 사용하여도 안전한 면실박을 생산하게 된다. 그러한 박류는 난백의 분홍변색을 방지할 수 있도록 잔유 기름함량이 낮아야만 된다. 고시폴은 헥세인, 아세톤, 물(44:53:5)의 혼합물로 추출하면 제거시킬 수 있으나 이 방법은 실제로 이용되지는 않고 있다.

부로일러사료에 있어서 면실박에 관한 최근 연구는 특히 탈피의 55%단백질 면실박으로서 고시폴과 유독한 지방산을 최소한으로 줄이면 훌륭한 결과를 얻을 수 있음을 보여 주었다. 사료에 저수준의 철염을 첨가함으로써 면실박의 고시폴 성분을 중화시킬 수 있다는 것이 증명되었다. 50%단백질 면실박은 50%대두박에 비슷한 에너지가를 갖고 있으며 그의 아미노산 결핍은 메치오닌과 라이신을 첨가함으로써 보완될수 있다는 것을 알게 되자 효율이 높은 양계사료에 더욱 광범하게 면실박을 사용하게 되었는데 특히 그의 생산이 많고 대두박과 기타 단백질급원이 비싼 나라에서 많이 사용되어졌다. 면실박의 영양가에 대한 검토가 펠프스(Phelps)에 의해 잘 이루어졌다.

기타 식물성 단백질급원들도 항영양인자를 함유하고 있다. 아마인박은 항피리독신인자와 시아노제닉글리코사이드를 함유하고 있다고 보고되었다. 채종박은 압착과정에서 과도한 열처리에 의하여 라이신이 파괴되지 않는다면 생물가가 높은 35~40%의 단백질을 함유하게 된다. 과도한 열처리를 하지 않은 채종박을 한정된 수준으로 사료에 쓸때 에너지 : 단백 관계가 일정하다면 닭에 대한 성장촉진과 사료효율에 있어서 대두박과 동등한 효과가 있다고 알려졌다. 그러나 채종박은 마이로시네이스효소에 의하여 가수분해할 때 이소지오시아네이트와 고이트르젠인, 1-5-Vinyl-2-thiooxazolidone을 생산하는 글루코사이드를 함유하고 있다.

플리쉬형 채종실(*Brassica Campestris*)은 알젠틴형(B. napus)에 비해 고이트로제닉글루코사이드함량이 상당히 낮다. 사료중 옥소화합물 수준으로는 채종박에 의하여 발생하는 갑상선 확장을 막지는 못할지라도 옥도화카제인이나 L-다이록신주사에 의하여 이러한 확장을 억제할 수 있다. 채종박은 또한 약 3%의 탄닌산을 함유한다고 알려졌다. 이것은 또한 채종박의 사용을 15%로 제한시키도록 하는데 그 이유는 Vohra와 Kratzer가 사료중 0.5%라는 소량의 탄닌산일지라도 성장을 억제시킨다는 것을 발표했기 때문이다.

잇꽃박의 생산량은 과거 몇년동안 현저히 증가되었다. 표피를 제거하지 않은 잇꽃종자박은 약 20%의 단백질과 31%의 섬유질을 함유한다. 그러므로 양계사료로서 가치가 적다. 그러나 표피제거로써 약 44%의 단백질, 1.5%의 지방, 9%의 섬유소를 함유한 박류를 생산할수 있다. Kratzer, Williams, 그리고 Peterson등에 의한 탈피잇꽃박에 관한 연구에 의하면 라이신과 메치오닌 혹은 이들 아미노산을 공급하기 위하여 어분과 대두박을 적당히 공급할 때 탈피 잇꽃박을 15% 정도 사용하여도 만족한 결과를 얻을수 있다고 하였다. Kratzer와 Williams는 잇꽃박을 고압처리하면 성장을 촉진시키지는 못하여도 사료의 밀도를 증가시키고 잇꽃박사료를 먹는 어린병아리에서 입부리에 달라붙거나 다져지는 것

을 방지한다고 하였다. 잇꽃은 대두의 재배에 부적한 세계의 여러 지역에서 재배되기 때문에 탈피 잇꽃박은 어떤 지역에서는 양계사료로서 중요한 잠재력을 지닌 사료라고 할 수 있겠다.

호마박은 라이신이 아주 결핍되어 있긴 하지만 대부분의 다른 필수아미노산을 병아리의 성장과 산란에 필요한 수준으로 함유하고 있다. Cuca와 Sunde는 호마박은 분명히 그의 높은 피틴산의 함량 때문에 사료중 칼슘을 결합하는 것 같다고 보고하였다. 그들은 옥수수—대두박사료로서 0.8%의 낮은 수준의 칼슘으로 정상적인 골회분가루를 발견하였지만 칼리포니아 호마박으로서는 1.05%의 칼슘을 필요로 하고 멕시코 호마박을 함유한 사료에는 1.50%의 칼슘을 요구하였다. 리스(Lease)등은 호마박은 아연의 생물학적 이용성을 방해하는 현저한 능력을 가지고 있다고 보고하였다. 더 진척된 연구는 호마박을 2시간 고압처리하면 그 중의 피틴산함량을 감소시키지는 못했을 지라도 고압처리하지 않은 호마박을 함유한 사료를 급여받은 병아리에 비하여 성장촉진, 각이상증(脚異常症)의 감소, 골회분중 아연의 증가를 볼 수 있다고 하였다.

해바라기씨박은 특히 카나다에서 오랫동안 광범하게 사용되어 왔다.

Morrison등은 옛날 과학자들에 의하여 발견된 해바라기씨박의 영양가에 대한 변화 이유의 하나는 그들 처리과정에 사용된 상대적인 고온이었다고 발표하였다.

추출대두박과 비슷한 영양가를 가진 해바라기씨박은 처리온도를 쿠커의 240°F와 컨디셔너의 260°F에서 200°F와 220°F로 감소시키고 압착기위의 두껑을 열어 놓으므로써 생산될 수 있다.

야자박

야자박은 대부분의 열대지방에서 가장 풍부한 단백질급원이기 때문에 이것을 양계사료로 사용할려는 시도가 여러번 이루어졌다. 필립핀에서 광범하게 수행된 초기의 연구는 야자박은 가금사료에 20%이상의 수준을 사용할 수 없다고 지적하였다. 그러나 코넬에서의 연구는 40%의 수준도(자마이카와 멕시코에서 수입) 메치오닌과 라이신 (혹은 어분) 첨가에 의하여 아미노산을 균형있게 하고 충분한 에너지를 공급하기 위하여 지방을 첨가한다면 부로일러와 산란계에 매우 성공적으로 사용될 수 있다고 지적하였다.

필립핀에서 이 시험을 반복시도한 결과 필립핀 야자박은 닭에 유독한 어떤 인자를 함유하고 있음을 보여 주었다. 야자씨의 저장과 처리중에 발생하는 심한 곰팡이 발육은 푸로피온산 소다의 알콜용액을 신선한 야자씨 위에 뿌리면 방지할수 있다. 이것은 야자박의 독성을 감소시킬 것이다. 야자박과 종려씨박은 어떤 지역에서는 훌륭한 잠재력을 가진 양계사료가 될 것이다.

식물성 단백질급원의 처리

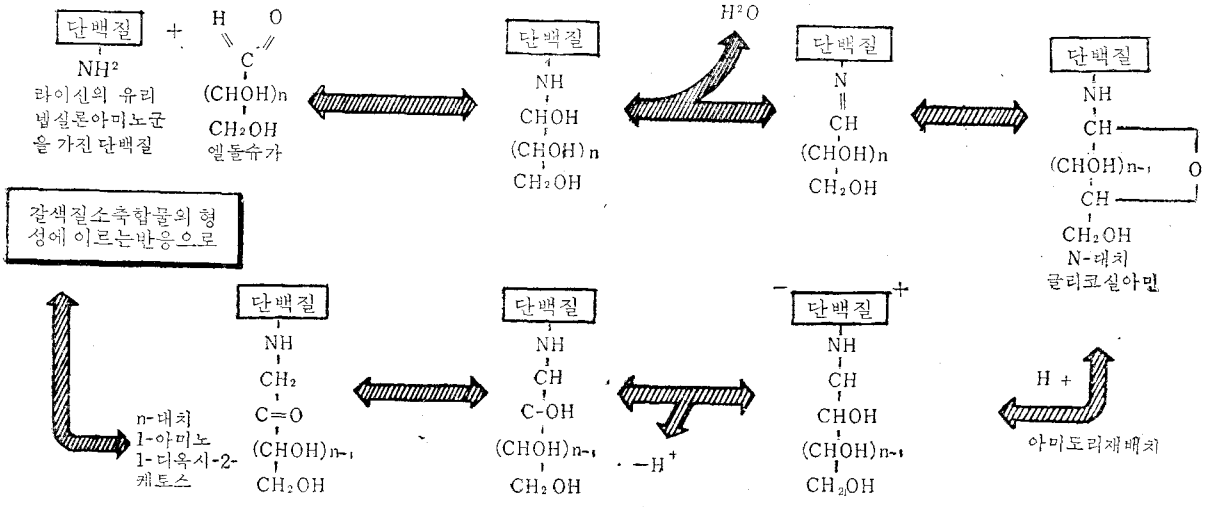
대부분의 식물성 단백질급원은 사료로 되기전에 상당한 처리과정을 거치게 된다. 식물성 단백질 박류는 기름이 많이 들어있는 종자에서 주로 얻어진다. 그러므로 기름의 추출은 하나의중요한 처리과정이다. 용매에 의한 추출은 대두와 대부분의 다른 종자에서 기름을 짜내는 주된 방법이다.

그러나 다른 예에서 기름은 수압기, 나사압착기 혹은 나사압착과 용매추출의 결합방법에 의하여 짜내게 된다. 이러한 처리과정은 상당한 열을 발생하게 하고 단백질 영양가에 잠재적인 파괴의 근원이 될 것이다.

대부분의 식물성 단백질은 단백질중 유리아미노산 특히 라이신의 엡실론아미노군과 반응하는 포도당같은 환원성 탄수화물을 함유한다. 알지닌, 히스티딘, 트립토판도 또한 반응성 군을 함유하고 있다. 흔히 "Maillard" 혹은 "Browning" 반응으로 정의되는 탄수화물—아미노산 반응은 아미노산은 산가수분해에 의하여 회수된다고 하지만 소화효소에 의하여 가수분해되지 않는 연쇄결합을 일으킨다. 이러한 아미노산을 특히 라이신은 확학적 성분으로는 존재할지라도 동물에게 이용될 수는 없다.

부라우닝반응의 화학은 매우 복잡하다. 단백질환원당 반응에 대한 초기단계중의 일부가 다음 그림에 나타나 있다. 반응초기단계에서 산가수분해는 탄수화물—아미노군 복합물을 파괴하여

그림 단백질과 환원당이 관련된 부라우닝 반응의 초기단계



유리 아미노산을 방출할 것이다. 그러나 반응이 진행됨에 따라 아미노산은 가수분해되어 전처럼 회수되지 않는다. 그러한 단백질의 검출은 아미노산의 손실이나 파괴를 뜻하는 것이다.

열처리는 탄수화물—단백질반응을 촉진시킨다. 글루타민과 아스팔틴산의 카복실 그룹과 단백질의 유리아미노산 사이에서와 같은 단백질분자내의 그룹들간에 일어나는 반응이 열처리에 의하여 촉진되어 효소의 가수분해에 저항력이 있는 다른 연쇄를 형성할 것이다. 그러한 반응이 일어나는 정도에 따라 어떤 아미노산의 소화율과 그에 따른 이용성이 감소된다.

대두의 처리과정에서 항영양성 인자를 파괴하기 위하여 열처리가 필요하다. 그러나 과도의 열은 영양가에 해로운 영향을 준다. 렌너(Renner)와 힐(Hill)은 대두박의 열처리가 그의 대사에너지가에 현저한 영향을 미친다고 하였다. 항영양성인자를 파괴하고 대사에너지가를 증가시키기 위해서는 가능한한 단시간의 가열이 요구된다. 대사에너지의 감소 없이 대두박에 가할 수 있는 열량은 어떤 아미노산의 이용성이 대사에너지의 본질적인 감소가 일어나기 전에 영향을 받을 가능성은 있지만 상당히 넓은 것 같다.

미국에서 생산되는 시판 대두박은 대사에너지가가 매우 일정한 것 같다. 힐(Hill)과 레너(Renner)에 의한 추가연구에 의하면 미국 근접지역에서 수입한 50%단백질을 가진 9종의 대두박의 대사에너지가를 보면 파운드당 1,090~1,220 kcal의 범위에 속하였고 평균 1,150kcal이었다고 한다. 대사에너지가에서 관찰된 약간의 변이가 열처리와 그에 의한 아미노산 이용성의 차이에 기인한 것인지는 밝혀지지 않았다.

메치오닌과 라이신의 첨가는 고의로 과열시킨 대두박을 함유한 사료의 영양가를 개선한다는 연구결과가 발표되었다. 상업적으로 생산된 50% 단백질 대두박의 10개의 시료를 병아리에 의한 생물학적 방법으로 분석하였는데 유효 라이신 함량이 평균 6.33%로서 6.06~6.62%의 범위를나타냈다. 이 변이는 특히 어분간에서 볼 수 있는 변이에 비교하면 현저히 협소한 것이다. 3개의 대두박 시료의 메치오닌함량은 1.38~1.44%이었다. 기대되는 변이를 더 잘 나타내기 위하여는 많은 시료를 분석해 보아야 하겠지만 변이는 대단히 작은 것이다.

면실박은 고의로 혹은 지방추출에 이용되는 처리의 결과로써 보통 열처리를 하게된다. 얼마간의 가열은 면실박의 유리고시폴함량을 현저히 감소시키는 반면 과량의 열은 고시폴이 라이신의 엡실론 아미노군과 반응하도록 하기 때문에 환원당의 부라우닝반응과 비슷한 방법으로 라이신의 이용성을 저하시킨다.

<다음호에 계속> □□