

가축용 사료로 이용되는 면실의 효능이용

金 濟 華

〈調達廳 전북지청장〉

① 사료 가공법에 따른 영양가 분석

목화씨는 현재 세계 주요 축산국에서 가축 사료로 각광을 받고 있는데, 면실의 진가는 단백질의 함유량에 있다. 미국의 경우 지난 10년 동안 연간 평균 1,900만톤의 면실이 가축 사료로 사용되었고 이와 같은 추세는 계속될 전망이다. 현재 시점에서 면실의 영양가를 분석하여 사료로서 이용가치를 재 평가해 보는 것은 면실의 효율적인 이용을 위해 바람직한 것으로 생각된다. 이 글은 미국의 농업 주간지 Feed-stuffs지에 게재된 내용을 초역(抄譯)한 것이다.

목화의 주요 생산국인 미국의 경우, 주로 그 산지는 캐롤라이나주와 캘리포니아주에 걸쳐 산재되어 있으나 생산량의 3/4 정도는 텍사스주와 인근 서부 지역에 집중되고 있다. 텍사스주 다음으로는 캘리포니아주가 주요 산지로 손꼽히고 있다.

목화씨의 가공기술은 현재 발전일로에 있는데, 1940년대 중반에는 생산량의 95% 가량을 재래식 방법인 수력에 의한 압착법(hydraulic press)으로 가공하였으며, 1965년도까지는 51

%를 압착기(screw press)로, 25%를 압착전 솔벤트 처리(prepress solvent extraction), 22%를 직접 솔벤트 처리(direct solvent extraction), 나머지 2% 만을 재래식 수력의 방법으로 가공했다. 최근에는 20%를 screw press로, 나머지는 prepress solvent extraction과 direct solvent extraction으로 각각 40%씩 가공하고 있는데 앞으로는 solvent 가공법이 선호될 전망이다.

그러면 지금부터 각 가공법에 따른 영양가를 분석해 보기로 하겠다.

표 1은 3가지 주요 제조과정에 따른 목화씨 사료의 영양가 분석표이다. 본 자료는 1,300회 이상의 실험을 걸쳐 작성된 신빙성 있다.

표 1을 통해 가공과정을 종합적으로 분석해 볼 때 screw press방식에 의해 가공된 목화씨 사료는 유지질(類脂質)에서 비교적 높은 함유량을 보이고 단백질과 free gossypol에서는 가장 낮은 함유량을 나타내고 있다. 그리고 압착 과정에서 발생하는 고열로 인해 아미노산(lysine) 성분을 상실하고 있다.

한편 prepress solvent방식으로 가공된 사료는 유지질과 free gossypol 성분의 함유량이 낮고 단백질에서는 비교적 높은 함유량을 보이고 있다. direct solvent처리 가공사료는 단

표 1) 제조과정에 따른 목화씨사료의 영양가 분석

영 양 소	단위	Prepress Solvent	Screw Press	Direct Solvent
Dry Matter	%	89.9	91.4	90.4
Ash	"	6.4	6.2	6.4
Crude Fider	"	13.6	13.5	12.4
Ether Extract	"	0.58	3.72	1.51
Crude Protein	"	41.4	41.0	41.4
Gossypol-Free	"	0.05	0.40	0.30
Gossypol-Total	"	1.13	1.02	1.04
N-Solubility	"	54.4	36.8	69.4
Calcium	"	0.15	0.16	0.15
Iron	"	0.011	0.010	0.009
Magnesium	%	0.40	0.42	0.40
Potassium	"	1.22	1.20	1.16
Sodium	"	0.04	0.04	0.04
Phosphorus	"	0.97	0.93	0.98
Copper	mg/lb	8.1	7.6	7.4
Manganese	"	9.1	9.8	9.4
Zinc	"	28.3	26.1	26.1
Cobalt	"	0.6	0.7	0.7
Biotin	"	0.25	0.24	0.25
Choline	"	1,333.0	1,276.0	1,230.0
Folic Acid	"	1.21	1.24	1.27
Niacin	"	18.3	17.2	17.8
Pantothenic Acid	"	3.2	3.5	4.5
Pyridoxine	"	1.8	2.2	2.2
Riboflavin	"	1.8	1.9	2.0
Thiamine	"	1.5	4.4	3.5
Lysine	%	1.71	1.59	1.76
Histidine	"	1.10	1.07	1.10
Arginine	"	4.59	4.33	4.66
Aspartic Acid	"	3.72	3.76	3.68
Threonine	"	1.32	1.30	1.34
Serine	"	1.74	1.68	1.78
Glutamic Acid	"	8.30	8.55	8.08
Proline	"	1.54	1.42	1.45
Glycine	"	1.70	1.69	1.69
Alanine	"	1.62	1.58	1.62
Valine	"	1.88	1.84	1.82
Methionine	"	0.52	0.55	0.51
Isoleucine	"	1.33	1.31	1.33
Leucine	"	2.43	2.23	2.41
Tyrosine	"	1.13	1.09	1.14
Phenylalanine	"	2.22	2.20	2.23
Cystine	"	0.64	0.59	0.62
Tryptophan	"	0.47	0.50	0.52

백질 함유량은 높고 유기질 함유량은 중간 정도이며 free gossypol 성분은 가장 높다.

gossypol성분이란 목화씨 종의 황색 색소로서 동물이 과다하게 섭취할 경우, 특히 자연 상태(free gossypol)에서, 유독성이 있는 물질이다. 그러나 실제로 사료 가공과정에서 이와 같은 독성은 많이 제거되고 있다. 가공된 사료에 잔재하는 free gossypol과 독성이 제거된 형태의 bound gossypol을 합하여 total gossypol이라 한다. 이와 같은 total gossypol은 착유(搾油)과정에서도 그대로 남게 된다. 표 1은 각 가공과정에 따른 면실사료의 free gossypol 및 total gossypol의 함량을 나타내고 있다.

수년 동안의 연구를 통해 밝혀진 결과를 보면 반추동물은 gossypol의 독성에 영향을 받지 않는 것으로 밝혀지고 있는데 그 이유는 반추동물의 제 1위의 발효작용으로 그 독성이 제거되기 때문이라는 것이다. 그러나 젖소의 경우는 free gossypol의 과다 섭취는 생산량을 감소시키게 된다는 것이 유력한 학설이다.

젖소 1마리당 1일 24g의 free gossypol의 섭취량은 과다한 것으로 판명되고 있으며, total gossypol을 1일 157g 정도 섭취한 소는 해독을 받은 것으로 나타났는데 free gossypol의 섭취량에 대한 연구는 더 계속되어야 할 분야다.

1개 위를 가진 동물이 섭취할 수 있는 목화씨 사료의 gossypol 함유량에 대한 연구는 많은 진전을 보이고 있는 반면, 소의 free gossypol의 안전 섭취량에 대한 연구는 현재 미진한 실정이다. gossypol은 젖소의 우유 속에서는 검출될 적이 없는데 소의 마지막 위에서 다량의 아미노산이 검출되는 경우에도 마찬가지이다.

반추동물의 제 1위의 기능에 대한 연구와

사료 가공조건이 단백질에 끼치는 영향에 대한 보다 진보된 연구는 면실사료의 이용도를 더욱 높이는 역할을 하게 될 것이다.

② 양계와 면실 사료

목화씨 사료를 양계에 이용하는 데는 3가지 문제점이 있다.

첫째, 독성 있는 gossypol의 처리 문제, 둘째, 사료 제조과정에서 발생하는 아미노산 함량 부족 문제 셋째, 유독성 cyclopropenoid 지방산의 처리 문제가 그것이다. 이들 문제점들의 비중의 크기는 주로 제조과정의 형태에 따라 좌우된다.

앞서 언급한 바와 같이 면실사료 생산에 이용되는 제조과정은 3가지가 있다. 현재 미국 내에서는 전체 사료의 20% 가량이 screw press 방식에 의해 가공되고 있고, direct solvent와 prepress solvent 방식이 각각 40% 이용되고 있다. 제조과정의 형태가 사료의 영양가에 영향을 미친다는 사실은 이미 말한 바 있다.

screw press 방식으로 가공된 사료는 일반적으로 유지질의 함량이 가장 높고 prepress solvent 사료는 가장 낮으며 direct solvent 사료는 중간 정도를 나타내게 된다. free gossypol의 함량은 보통 screw press와 prepress solvent의 경우가 가장 낮고 direct solvent의 경우가 가장 높다.

단백질과 아미노산의 함량은 사료 제조과정에서 발생하는 열과 관련이 있는데 일반적으로 고열을 수반하게 되는 screw press 사료는 함량이 가장 낮고 direct solvent 사료가 가장 높으며 prepress solvent 사료가 이에 접근하고 있다.

(1) gossypol의 처리 문제

면실사료를 가금류의 사료로 이용하기 위해서는 사료의 제조과정의 형태를 잘 알고 있어야 한다. 가금류 사료로 가장 적합한 제조형태는 prepress solvent 방식인데 그 이유는 단백질 함유량이 가장 높고 free gossypol 함유량이 가장 낮기 때문이다.

앞에서도 밝혔듯이 gossypol은 목화씨 사료에 함유된 황색 색소로서 이것은 면실사료를 가금류의 사료로 이용하는데 가장 큰 장애요소가 되고 있다. 이 물질의 화학작용이 가금류에 끼치는 영향에 대해서는 많은 연구가 행해져 왔었다.

gossypol은 가공되지 않은 목화씨에 자연 형태로 존재하는데 그것은 씨의 색선(色線)에 내포되어 있다. 이 물질은 사료 제조과정에서 색선과 함께 파괴되어 일부는 면실유 속에 섞여 나오게 되고 일부는 다른 영양소와 합성물을 만들기도 하며, 일부는 자연형태인 free gossypol 그대로 사료 속에 잔재하게 된다. 목화씨가 가금류 사료로 사용될 때 문제가 되는 것이 마지막의 free gossypol이다.

현재 gossypol 성분이 없는 목화의 품종 (glandless cotton)이 개발되었지만 아직 일반화되지는 않고 있으며 이와 같은 품종의 목화씨는 대부분 단백질 식품제조에 사용되고 있다.

gossypol이 가금류의 사료로 이용되는데 가장 위험한 점은 이 물질이 소화관, 혈관 혹은 알의 노른자 내에서 합성물인 iron-gossypol을 만든다는데 있다. 산란계는 gossypol의 섭취량이 가장 예민하게 되는데 그것은 free gossypol이 노른자의 색깔을 변색시키기 때문이다. free gossypol을 과잉 섭취한 육계나 칠면

조는 비록 저렴한 가격으로라도 상품으로 팔릴 수 있어도 변색된 계란의 경우는 상품의 가치조차 없게 된다. 때로는 변색 과정이 계란이 판매된 후에 나타나게 되는 경우도 있기 때문에 gossypol에 의한 계란의 변색이 직접 발견되지 않게 되므로 gossypol의 해독을 과소평가하게 되는 위험도 따르게 된다.

미국 사료제조업자협회 및 기타 유사단체에서 발표한 바에 의하면 산란계에게 50ppm의 free gossypol까지는 유해하지 않다고 주장하고 있지만 이와 같은 수준은 일반적인 적용치는 될 수 없을 것이며 사료의 형태에 따라 차이가 있게 될 것이다. 예를 들면 목화씨는 종류에 따라 gossypol의 함량이 현저하게 다르기 때문에 사료의 gossypol 함량을 측정하는데 이와 같은 사실이 반영되어야 할 것이다.

일반적으로 prepress solvent목화씨 사료에는 평균 0.04%의 free gossypol이 함유되어 있다고 하지만 여기에는 $\pm 0.02\%$ 의 표준편차가 적용되어야 한다. 따라서 사료 제조업자들은 사료를 직접 사용하기에 앞서서 새로운 물량이 도착될 때마다 정확한 검사를 해야 할 것이다.

육계에 있어서는 일반적으로 100ppm까지 free gossypol이 허용치로 여겨지고 있다. 비록 이 한계치를 어느 정도 초과한다 해도 심각한 피해가 나타나게 되지는 않겠지만 free gossypol의 가변성을 감안한다면 상당한 주의가 필요하게 된다.

가금류의 사료로 면실이 사용될 경우 gossypol에 가용성 철염을 첨가시켜 질을 개선시킬 수 있는데, 철염은 gossypol을 결합시켜 생물학적으로 효과적인 물질로 변화시킬 수 있다.

육계의 사료로 목화씨가 사용될 경우 일반적으로 free gossypol 1ppm당 철염 1~2ppm.

첨가시켜야 하며 산란계의 경우는 gossypol 1ppm당 철염 4ppm을 첨가시키는 것이 효과적이다.

한편 산란계의 경우는 gossypol 40ppm까지 육계의 경우는 100ppm까지는 철염을 첨가시킬 필요가 없다.

사료의 양으로 보아 이와 같은 한계치에 접근되었다고 생각될 경우 반드시 사료 중의 free gossypol 함유 수준을 검사하는 것이 바람직하다. gossypol의 평균 함유량을 계산할 때에는 목화의 종류와 가공방법에 따라 함유량이 일정하지 않으므로 수치를 증감시켜야 할 것이다.

사료에 철염을 첨가시켰을 경우 free gossypol의 섭취량의 한계치는 자연히 높아지게 된다. 육계의 경우는 이 경우 400ppm의 free gossypol까지는 허용될 수 있는데 다만 이 경우에도 이미 언급한 목화의 종류와 가공방법에 따른 함유량의 차이를 항상 염두에 두어야 한다.

산란계의 경우는 150ppm의 free gossypol까지는 허용될 수 있는데 주의할 점은 이 한계치를 초과했을 경우 알의 노른자에 변색이 생긴 경우가 많이 있었다. 그런데 이와 같은 변색이 관찰된 때 어떤 경우에는 그것이 gossypol에 의한 부작용이 아니라 cyclopropanoid지방산에 의한 것과 유사하다는 실험 결과가 나온 적도 있다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때 철염의 사용을 free gossypol에 한정시킬 것이 아니라 지방산에 까지 확대시킬 수 있는 정밀한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

(2) 아미노산 함량부족 문제

면실사료중 아미노산 함량 부족도 중요한 문제점인데 아미노산중 주요 성분인 lysine

의 함량 부족이 그것이다. 대두 사료의 경우 보통 6.31%의 lysine을 함유하고 있는데 면실 사료의 경우는 4.09%를 함유하고 있다.

함량 부족 외의 또 다른 문제점은 사료제조 과정에서 발생하는 열로 인하여 lysine이 탄수화물 및 gossypol과 결합하여 소화불능의 합성물질을 생성시킨다는 사실이다. 이것은 제조 과정에 따라 차이가 있는데 screw press 제조법은 고열을 수반하게 되기 때문에 제일 위험성이 크고 prepress solvent 및 direct solvent

방식은 위험성이 적은 것으로 나타나 있다.

연구결과에 따르면 보통 단백질 함량 88%의 사료 중 lysine의 함량은 1.6%인 것으로 나타났는데, screw press 제조과정에서 lysine의 손실량을 분석한 결과 약한 열처리를 한 경우는 손실량이 전체의 15%였고 강한 열처리의 경우는 38%에 달하여 가금류의 사료로서 목화씨를 사용하는 경우는 screw press 방식보다는 prepress solvent 및 direct solvent 방식이 효과적이라는 사실이 재삼 확인되었다.

<다음호에 계속>

<23 페이지에서 계속>

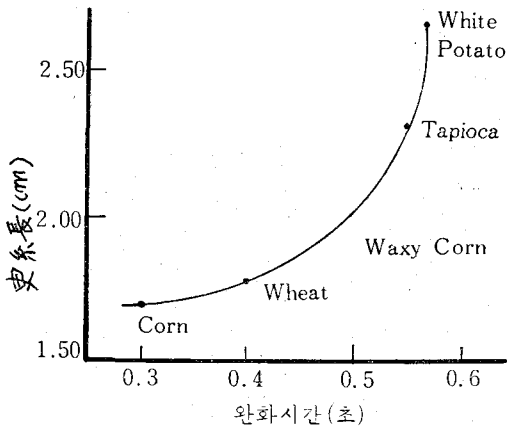


그림 5. 각종 전분糊의 曳糸性과 完化시간과의 관계(위상속도 3.2cm/sec)

적 규칙적으로 완만한데 대하여 호화후기에는 전파립이 급격히 복잡한 변화가 일어나는 것이 원인이라고 생각된다.

전분특성으로 점도 이외의 특성치가 필요한데 한예로 sauce점증제로서 적합한 전분을 선택할 때 점성의 고저도 중요하지만 예사성(曳糸性)의 대소도 중요한 인자가 된다. 예사성 측정장치(曳糸性測定裝置)로 각종전분호액의

예사성(曳糸性)을 그림 5에서 예사성(曳糸性)과 동적점성율과 동적탄성율의 비례되는 완화시간과의 관계를 보면 전분율은 95°C에서 90분 가열하여 20°C로 냉각시의 B형 점도계의 점도가 500cp 되도록 조절할 때 각각의 전분농도는 corn 45%, 찰옥수수 7.0%, 밀 5.5%, 감자 4.5%, Tapioca 5.5%였다.

예사성(曳糸性)과 완화시간의 관계는 corn starch를 제외하고 2차곡선에서 양자의 상관성이 높게보여 전분호액의 Rheological 특성은 예사성(曳糸性)으로 대표하는 것도 한 방법이라고 생각된다.

이상에서 기술한 바와같이 전분물액은 불균일계, colloid용액으로 되어 있기 때문에 그 대표특성과 같이 점성작용도 중요하며 점성이나 탄성을 복합한 Rheology의 입장에서 고찰할 필요가 있다. 더욱이 공업적인 관리에서는 측정조건을 엄격히 다루려면 실용적인 소위 Appearance viscosity도 충분히 활용하여야 할 것이다.

<다음호에 계속>