

★사료자원 개발에 관한 연구(11)★

사료적 이용가치

인모발분(人毛髮粉)의

강 유 성·김 춘 수
<한국과학기술연구소·동물사료 연구실>

모발(毛髮)은 이발후에 얹어지는 폐기물로서 극히 일부가 가발공업의 원료로서 또는 땅작지대(畠作地帶)의 유기물비료(有機物肥料)로서 사용되어 왔을 뿐 막대한 양이 폐기되어 왔다. 모발의 산출량(產出量)이 얼마인지는 공식자료가 없어 알수 없으나 이발소 및 비장월 등지에서 수집가능한 모발의 양을 추정한다면 연간 약 6~7천톤 정도는 되리라고 본다.

한편 모발의 화학적 조성을 보면 단백질이 주성분으로 전체 중량의 90% 이상을 차지하고 있고 그 대부분이 케라틴(Keratin)형태로 존재한다. 케라틴은 도발이외에 우모(羽毛), 제각(蹄角: horn and hoof), 양모(羊毛)등을 구성하는 경단백질(硬蛋白質)로서 펩타이드(Peptide)간 연결이 disulfide cross-link를 이루고 있어 물리화학적(物理化學的)인 안정성이 강하고, 일반 단백질용 배에도 불용성이며, 소화효소의 펩타이드 분해가 안되므로 가축이 이용 불가한 것이다. 케라틴 단백질의 이용을 증진시키기 위해서는 물리화학적인 특수처리를 통하여 disulfide bond를 파괴시켜 폴리펩타이드(polypeptide)를 분해시켜야 한다.

모발에 대한 물리적 처리는 고온가압기(auto-claving)에 의한 고온가압(高溫加壓)처리가 주로 사용되어 왔는데 Moran (1967)은 돼지털(豚毛)을 50 psi(148°C)에서 30분간 처리했을 때 소화율이 향상되었고, 그 결과 초생추사료트석의 이

용이 가능하였다고 한다. 이때 처리시간의 장단(長短)은 온도와 압력에 반비례하여 시스틴(Cystine) 함량과 밀접한 관계가 있다고 보고했다. 한편 화학적인 처리에 대하여는 모발에 관한 직접적인 실험 보고는 없으나 기타 캐라틴산물의 경우는 알카리용액에 의한 환원반응처리(還元反應處理)가 많이 연구 보고되었다.

모발(毛髮)의 아미노산조성은 필수 아미노산이 적고 비필수아미노산의 함량이 높으며 특징적인 것은 시스틴의 함량이 대단히 높아서 전체 조단백질 함량의 11~22%나 된다.

인모발(人毛髮 : human hair)을 단백질사료로서 개발하기 위해 인모(人毛)의 처리방법을 조사하고 어분과 대두박 대치사료로서의 인모분(人毛粉)의 영양가를 구명(究明)하기 위하여 그간 당연구조에서 실시한 몇 실험결과를 여기서 밝혀보기로 하겠다.

1. 인모발분(人毛髮粉)의 제조(製造)와 아미노산조성

시중에 산재(散在)하고 있는 이발소로 부터 폐

표2

여러종류의 모발분의 아미노산 조성(%전체N)

아미노산	종류	인모발		폐지털(3)		소털(4)				
		자연1)	가공2)	자연	가공	자연	가공			
알	라	닌	2.9	4.9	4.3	4.3	2.4	2.2		
클	락	이	4.3	5.2	4.3	6.4	4.1	7.0		
이	소	류	1.8	4.0	3.6	4.3	3.4	4.0		
류		신	3.9	7.8	7.9	8.0	8.1	9.5		
페	치	오	0.4	0.6	0.7	0.7	0.4	0.4		
페	닐	알	라	1.2	2.9	2.8	3.4	1.9	2.1	
클	루	타	민	7.6	10.4	16.6	13.5	20.1	20.8	
바		린		4.2	5.3	5.8	6.5	5.2	5.9	
드	페	오	닌	4.6	1.2	6.0	5.2	7.1	7.2	
프	롤		린	6.4	5.9	8.8	8.7	—	—	
세		린		7.2	2.8	8.6	10.2	10.0	10.6	
히	이	트	록	시	프	롤	린	—	—	
락		이		신	6.4	N.G	—	—	—	
시		스		탄	3.0	3.0	3.5	2.9	5.1	3.6
아	스	팔	린	산	12.1	—	11.0	3.5	5.3	2.9
타	이	토	신	3.5	3.2	7.6	7.7	4.8	4.9	
알		지	닌	1.1	4.7	3.5	3.3	2.4	1.9	
히	스	티	딘	16.2	—	9.3	8.0	9.9	9.8	
				1.6	—	1.1	1.1	2.1	0.8	

1) Crewther et al. (1965)

2) KIST

3) Moran et al. (1967, b)

4) Moran et al. (1968 b)

기되는 단모(短毛 : 0:1~2cm)를 수집하여 2~4회 수세(毛洗)하는 등안 이물(異物 : 모래, 휴지, 풍초등)을 클라내고 알카리용액에 의한 화학적처리를 했다. 모발과 함께 가열하면 모발의 형태가 변화되고 고무모양으로 화하는데 이것을 중화(中和)하여 유해(有害) 이온을 제거하고 전조기에서 4시간동안 전조시켰다. 전조된 샘풀을 wiley mill에 넣고 분쇄하여 인모발을 제조했다.

모발과 모발분의 일반성분 그리고 펩신소화율은 표1과 같다. 표에 서와 같이 일반조성과 펩신소화율은 처리전과 후가 상당히 다르다. 조단백질이 처리후 처리전보다 크게 감소한것은 일부 용해된 단백질이 유실되었고 여기에 이물의 제거도 반죽스러웠지 못한데 기인한 것 같다. 펩

표1 인모발분의 장내소화력과 성분구성표(%)

구성	수분	단백질	지방	조섬유	회분	N.F.E	펩신소화율
자열보1)	6.38	89.93	—	1.51	2.18	—	6.83
가공보2)	10.34	69.13	6.73	1.70	6.80	9.30	88.16

1) 수세하지 않은 것.

2) 알카리 처리

* 사료자원개발 *

신소화율이 크게 증진된 것은 알카리처리가 단백질의 disulfide bond를 효과적으로 분해시킨 결과로 본다.

모발의 아미노산 조성은 표 2에서 보는 바와 같이 종간에 다소의 차이가 있는데 특히 인도발분은 돈모분과(豚毛粉)과 우모분(牛毛粉)에 비하여 드레오닌, 글루타민산의 함량이 낮은 대신 시스틴과 알지닌의 함량이 상대적으로 높다. 대체적으로 모발의 아미노산 조성은 우모(羽毛)나 양모(羊毛)등과 흡사하여 알지닌, 글루타민산, 세린, 바린 등 비필수아미노산이 많은 대신 메치오닌, 타이신, 글라이신, 페닐알라닌, 트립토판, 이소류신, 드레오닌등의 필수아미노산이 제한되어 있다.

표 3 사료성분표(%)

성분	처리	대조구	가공처리된 모털분합량(%)		
			2	2	4
			여분 2%	대두박 3%	F-M2% S-M3%
처리구					
황색우수수	55.0	55.0	56.0	56.0	
여분	7.0	5.0	7.0	5.0	
대두박	16.0	16.0	13.0	13.0	
인도발분	—	2.0	2.0	4.0	
캐중박	7.0	7.0	7.0	7.0	
소백	4.4	4.4	4.4	4.4	
밀기울	7.58	7.58	7.58	7.58	
트리카호스	1.5	1.5	1.5	1.5	
페분	0.5	0.5	0.5	0.5	
Vit-min.mixture ²⁾	0.5	0.5	0.5	0.5	
황성제 ³⁾	0.02	0.02	0.02	0.02	
염	0.4	0.4	0.4	0.4	
DL-methionine	0.1	0.1	0.1	0.1	
계	100.00	100.00	100.00	100.00	

1) 화학처리

2) Vit-min. mix. supplies the following in 1kg:
Vit. A 1,750,000 I.U., Vit. D₃ 350,000 I.U.,
Vit. E 800 I.U., Vit. K₃ 200mg, B₁ 100mg, B₂ 1,200mg, B₆ 200mg, B₁₂ 2,000mg, Ca-pantothenate 1,500mg, Niacin 50mg, Choline-Cl 60,000mg, Methionine 10,000mg, Mn 12g, Zn 8g, I 0.15g, Fe 4g, Cu 5g, Ce 0.15g

3) 바시트란신

2. 사양시험

공식동물(供試動物)로서 스타크로스238 송 294 수로 사용하였고 시험사료는 표3과 같다. 인도발분의 여분 및 대두박 대치효율을 구명하기 위하여 인도발분 2%와 4% 수준에서 여분과 대두박을 각각 단백질로서 배치하였다. 각 처리당 3 반복으로 하되 반복당 수수는 15수씩 45수로서 모든 시험기구를 완전 임의로 배치하여 케이지에 수용하였다.

3. 시험결과 및 고찰

돈모나 우모와 달리 인도발의 경우는 50psi (148°C)에 30분간의 물리처리(autoclaving)로서는 소화율에 아무런 개선도 찾아볼 수 없었고 60분간 같은 가압처리에서도 펩신소화율이 8.2 %밖에 안되어 전혀 개선을 보지 못하였다. 이것은 앞서 표2에서와 같이 인도의 시스틴함량이 돈모나 우모보다 높은데 원인이 있다고 본다. 따라서 처리시간을 연장하거나 보다 높은 가압처리를 하게되면 펩신소화율이 증진될 수는 있겠다. 그러나 경제성 등을 감안할 때 물리처리(autoclaving)방법에 의한 인도발분의 생산은 우모분의 경우와는 달라 실체로는 어렵다고 본다.

반면에 알카리용액에서의 인도의 화학적 환원처리는 인도의 펩신소화율을 대폭 개선하였으며 표1에서와 같이 펩신소화율 90%까지 높일 수가 있었다. 처리 농도와 처리시간 간에는 밀접한 관계가 있어 일반적으로 농도가 높을 수록 처리시간은 단축되었다. 알카리처리에 의한 아미노산 조성의 변화는 Groot와 Slump (1968)가 실험보고한 바와 비슷한 경향을 보이고 있는데 처리후 증가된 아미노산은 이소류신, 류신, 타이로신, 페닐알라닌, 바린, 알라닌, 글루타민산, 글라이신 등 8종류이고 처리전과 후를 통하여 변화가 없었던 것은 메치오닌, 알지닌, 아스파르틴산, 프롤린, 타이신 등 5종류 이었다. 세린과 드레오닌등은 현저히 감소되었고 시스틴은 분석상의 문제로 확인되지 못하였으나 처리후 50%정도가 파괴될 것으로 생각된다.

병아리의 성장과 사료효율에 대한 실제 사양 실험 결과는 표 4와 같다.

표4 가공처리된 모발분에 대한 병아리성장

대조구	모발분의 수준			
	0	2% ²⁾	2% ³⁾	4% ⁴⁾
수당평균증체량 4주(g)	274.6	255.6	248.0	254.3
대조구	100.0	96.7	93.3	92.6
수당사료소비량 (g)	627.8	615.8	631.7	622.3
사료효율	2.29	2.32	2.55	2.45

1) 3반복으로 처리당 42수

2) 대치된 어분 2%

3) 대치된 대두박 3%

4) 대치된 어분 2%와 대두박 3%

인모발분으로서 어분과 대두박을 蛋白比率로 환산하여 각각 2%씩 대치하였을 경우 어분대치가 대두박 대치보다 효과적이며 4주시의 체중이 대조구에 비하여 약간 떨어지나 유의성이 없는 점으로 미루어보아 어분이나 대두박의 단백비 대치는 인모발분 2% 수준에서 가능하다고 본다

인모발분 4%로서 어분 2%와 대두박 3%를 대치하였을 경우에도 4주시 체중이 처리구가 대조구에 비하여 낮으나 유의성이 없는 것으로 보아 대치 가능하다 하겠다. 시험 전반에 걸쳐 처리구가 대조구에 비하여 성장을파 사료효율이 저조한 원인중의 하나는 필수—아미노산중 인모발분의 제한 아미노산인 타이신과 메치오닌 등 때문이 아닌가 생각되며 이를 아미노산의 추가 공급이 필요한 것 같다. 그리고 모발분 4% 이상 사용하려면 Moran(1968)이 행한 시험결과와 같

이 메치오닌, 타이신이외에 타이로신, 페닐알라닌등의 제한된 아미노산도 공급하여 주변 양호한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

4. 적요

폐기되어온 인모를 양계사료로서 이용하기 위해 그처리방법을 구명하고 초생옹추를 사용한 사양 실험을 통하여 인모발분의 사료가치를 검토하였다.

1. 인모의 처리는 물리적처리 (autoclaving) 보다 화학적 환원처리가 더욱 효과적이며 이때의 펩신소화율은 90%로 향상되었다.

2. 처리후 아미노산 조성에서 변화가 있었는데 처리전에 비하여 이소류신, 류신, 타이로신, 페닐알라닌, 바린, 글루타민산, 글리신이 증가한 반면에 세린, 드레오닌이 감소되었으며 메치오닌, 타이신, 알지닌, 아스팔틴산의 함량에는 증감이 없었다.

3. 인모발분 2%로서 어분과 대두박을 각각 단백비로 대치하였을 경우 대두박 대치구보다 어분 대치구가 성장을파 사료효율에서 더 좋았으나 대조구와의 유의성은 없었다.

4. 인모발분 4%로서 어분과 대두박을 동시에 단백비로 대치하였을 경우 대조구보다 성적은 저조하였으나 통계적인 유의성이 없는 점으로 보아 대치가 가능하다고 본다. 보다 높은 수준에서 대치를 할 경우는 메치오닌이외에 타이신 등 몇 가지 필수아미노산을 추가 공급하여 주어야 된다.

□□

* 양계가의 영원한 친구 *

월간 양계 합본 발매

제 1권(1969. 11~1970. 5) : 5 부한정
 제 2권(1970. 6~1970. 12) : 5 부한정
 제 3권(1971. 1~1971. 6) : 5 부한정
 제 4권(1971. 7~1971. 12) : 5 부한정
 제 5권(1972. 1~1972. 6) : 20부한정

권당 : 2,000원

서울 중구 초동18-11(26)0321, 4692 한국가금협회

