

다중효소 첨가로 양돈·양계사료용 식물성 사료들 활용 개선



고 태 송
건국대학교 명예교수

▣ 사료 중 섬유와 장내 미생물 균 집 정상화

다중효소 첨가제(multienzyme system) 보충 식물류-기반사료들 급여로 병원균 공격의 극복에 요구되는 위-장관 정상 미생물 균집 유지(eubiosis) 달성이 가능하다.

동물사료로서 동물성 단백질들 사용이 적어지면서 식물류-기반 사료들 (vegetable-based feeds) 활용이 더 많아지고 있다. 그러나 식물류-기반 사료들은 섬유함량이 높고 함유 식물성 단백질들은 일반적으로 동물성 단백질들 보다 소화율이 낮다.

불소화 섬유와 단백질들은 특히 돼지와 닭의 위장관 미생물 균의 공격-대상이다. 결과적으로 몇 가지 미생물들은 불소화 영양소들을 영양원으로 지수적으로 증식하고, 증식된 미생물들은 소장(小腸 : small intestine)에 들어가서 숙주 동물과 영양소 이용을 경합한다.

그 위에 유럽의 여러 나라들은 대부분 항

생물질 성장촉진제들의 사용을 금지하고 있고, 그 결과 위장관내 미생물상이 통제되지 않아 체내 미생물 상 불균형 세균 이상증(dysbiosis) 상태를 유발 할 가능성이 있다.

장내 미생물 균형 정상화 영양은 이러한 유해 미생물 공격 대처에 중요한 대책이다. 이러한 영양상태 달성의 성공은 적절한 다중효소 첨가제(multienzyme system) 사용으로 가능하다. 사료 중 섬유소 함량 적정화는 에너지와 단백질 이용 적정화와 함께 건강한 위장관 미생물 상을 보장한다. 건강한 위장관 미생물 상 유지 상태를 정상 미생물 균집(eubiosis)이라 하며, 병원성 세균은 억제되고 젖산 생산균의 증식이 촉진될 때 정상 미생물 균집 생태(生態)가 된다.

▣ 다중 효소 첨가제들

식물성 단백질들 배합율이 높은 사료 설

계에는, 항영양인자(抗營養因子: anti-nutritional factors)들 함유 가능성 뿐만 아니라 미이용탄수화물(未利用炭水化物: non-available carbohydrates)들을 자세히 검토 해야 한다. 미이용탄수화물들은 비전분다당류(非澱粉多糖類: non-starch polysaccharides)들과 비소화성소당류(非消化性少糖類: non-digestible oligosaccharides)들로 구성되어 있다. 미이용탄수화물들을 분해 할 수 있는 여러 급원의 효소들 보충으로 분해 생성물은 소장 내 유해 미생물 증식을 감소 시킬 수 있다.

보충효소들에 의하여 분해된 탄수화물들 중에서 비-소화성소당류들은 결국은 대장(large intestine)으로 들어가서 여러가지 유기산들로 그리고 아마 몇 가지 아미노산들로 발효 될 것이다. 고섬유 식물성 기반 사료들이 사용될 때 섬유 분해 효소(fiber-degrading enzymes)들은 장내 미생물 발효에 의한 유기산들과 아미노산 생성에 매우 중요한 역할을 할 가능성이 있다. 이 점은 사료 중 섬유 수준이 사료 설계에 더 이상 최대 제약사항으로 여겨지지 않는 이유이다.

현대 사료 설계에서 섬유 함량 적정화는 새로운 연구 대상으로 되고 있다. 사료효소들은 식물 세포구조들 속에 묶여 메어져 있는 영양소들을 풀어주고 장 내용물들의 점도(粘度: viscosity)를 낮추어 사료원료들 함유 영양소의 소화율을 개선한다. 크실라나아제(xylanase)와 베타글루카나제(β -glucanase) 기반의 효소 제품들은 때로는 섬유소를 함유한 사료 특히 소맥과 대맥 기반 사료들을

급여하는 동물에서 깔짚 상황을 개선한다고 알려져 있다.

사료의 전반적 내용물들인 탄수화물, 지방, 단백질 및 아미노산들의 생물학적 이용성 변동은 미 이용 영양소들을 분해 유리하는 여러가지 효소들의 개발을 유도하였다. 영양소 흡수에 관여하는 여러가지 생화학적 과정들을 고려해 보면, 다중효소 첨가제는 특히 에너지와 단백질 소화 와 이용에 지대한 역할을 할 것이다. 더 많은 에너지가 사료로부터 유리되는 결과로 에너지 절약효과를 하고, 더 많은 단백질들이 이용되는 결과로 아미노산 절약 작용을 한다. 에너지와 단백질 양쪽 절약 작용은 소화효소들 작용 결과로서 최소가격 사료 설계에 첨가 효소의 활용이 가능하다.

■ 대맥 및 옥수수-대두박 사료에 효소첨가 중요성

에너지는 단위동물 영양에서 가장 많은 비용이 드는 부분으로 대부분 곡물들에 의해서 제공된다. 소맥은 성분 변동이 큰 사료원료로 알려져 있으며, 소맥의 사양 가치들은 품종의 변종들과 생산지역에 따라 다르다. 아홉개 소맥 변종들을 급여한 실험에서 장내 점도는 대사에너지 값 또는 동물 생산성 사이에 직접적인 상관관계가 존재한다는 것이 발견되었다(Scott et al., 1998).

수용성 펜토산들(pentosans) 같은 고분자량 탄수화물 복합체들은 브로일러 장내용

물중 용액상의 점도를 높인다는 것이 관찰되었으며(Bedford et al. 1991), 장내용물 점도는 효소들 사용으로 유의하게 감소되었다. 펜토산들은 오탄당 (pentose)이 중합된 다당류이다. 브로일러 사료에 엔도크실라나아제 (endoxylanase) 첨가는 여러 소맥 변종들의 외관상 대사에너지 (AME)를 높인다는 것이 발견되었다(Van der Klis, 1994).

옥수수 사료들은 소화가 잘 된다. 그러나 옥수수-대두박 기반사료들의 전반적인 영양소 함량과 탄수화물, 지방들, 단백질들 그리고 아미노산들의 생물학적 이용성 변동은 미이용 영양소들을 끌어내어 흡수가능 영양소로 만들기 위해 여러가지 효소들이 고안되었고 이들을 사용하는 배합설계를 하게 하였다. 따라서 미이용 영양소들을 유리(遊離)하기 위해 옥수수 기반사료들에 알파아밀라제(α -amylase : 전분가수분해효소) 첨가의 중요성을 알게 되었다. 특히 자돈과 브로일러 같은 어린 동물에서는 알파아밀라아제 효소들의 분비량이 매우 낮아 섭취한 전분 분해에 충분하지 않았기 때문이다.

▣ 브로일러 생산성 문제

대두박의 총 에너지 (18.83 MJ/kg)는 대사에너지 (10.25 MJ/kg) 보다 현저하게 높다. 그러나 옥수수-대두박 사료에 효소 첨가는 브로일러 생산성이 경제적 유익성을 제공할 정도로 개선하지 못한다는 것이 일반적 지식이다.

대두박은 아라비녹실란(arabinoxylans : 아라비노자이란), 펙틴(pectins) 및 베타글루칸(beta-glucans)을 함유하는 비전분 다당류를 함유한다. 그러나 콩과 식물 종자들은 특히 영양소 흡수에 영향을 미칠 가능성이 있을 정도로 중요한 양의 라피노오스(raffinose), 스타키오스(stachyose) 및 버바스코스(verbascose) 같은 갈락토시드(α -galactosides:갈락토스 함유 화합물들)를 함유한다. 라피노오스는 갈락토오스-글루코오스-프룩토오스로 된 3당류이고, 스타키오스는 푸룩토오스-갈락토오스-갈락토오스-글루코스가 중합한 4당류이며, 버바스코스는 갈락토오스-갈락토오스-글루코스-푸룩토오스로 된 4당류이다.

이들 소당류들은 위와 소장에서 소화가 불가능한 것 같아 보인다. 그러나 장관 하부의 세균들은 이들 당(糖)들을 탄산가스(CO_2), 수소(H_2) 및 메탄(CH_4)으로 대사할 수 있고 소화 장애를 유발한다. 더 진행된 연구는 갈락토시다아제(α -galactosidase) 및 만나나아제(β -mannanase) 같은 효소들을 첨가하면 이들 소당류들을 분해하여 동물생산성 과 가격-효과성에 영향을 미친다는 증거가 있다.

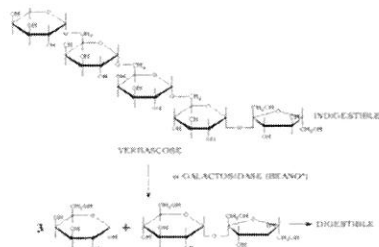


그림 (위키). Verbascose(텍스트 참조)의 소화.

(주) 그림설명 : Indigestible: 불소화, α -Galactosidase(갈락토시다아제), Digestible(가소화).

<표 1> 이유료 부터 이유 후 6주까지의 자돈의 생산성, 다중효소첨가제 50그램/톤
(Schothorst사료 연구, 2012, Netherlands)

처리	T1 대조	T2 다중효소 첨가제	P-value	LSD1
평균일당 증체 (g/d)	599	641	0.035	25.30
일당사료섭취량 (g/d)	919	972	0.285	42.99
사료 요구율	1.50	1.45	0.049	0.050
분 점수 ²	5.6	5.9	0.180	0.408

1. LSD는 최소 유의차 (p<0.05)

2. 분 건전성 (健全性) : 1 =액상분,실사; 10= 건조, 건조 분

<표 2> 브로일러 시험, 0-35일령, 다중효소 첨가제 50그램/톤사료 (헝가리 Debrecen 대학교, 2012)

처리	사료요구율 kg/kg	사료섭취량 g	증체 g	폐사율 %	오븐용통닭 g	복강지방 %
대조	1.69	3602	2231	6.6	1910	38.8
다중효소 첨가제	1.58	3539	2308	4.2	1951	32.0

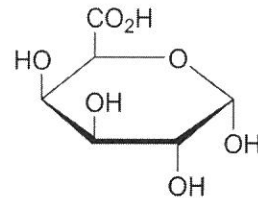
참) Bratfertig : oven-ready:오븐용 통닭.

▣ 단백질 대체 급원

최근에 단백질 대체 급원들인 유채(rapeseed)와 유채(유)박(rapeseed meal), 해바라기씨(유)박(sunflower meal), 면실박(cottonseed meal), 완두류(peas), 콩류(bears), 루핀류(lupines)에 관심이 커지고 있다. 그리고 팜핵박(核粕)(palm kernel meal) 과 야자박(copra meal)같은 열대 지방 사료원료들의 중요성은 더 커지고 있다.

두류(豆類 : pulses)와 유박류(oilseeds)는 주로 펙틴(pectin) 결합다당류(pectic polysaccharides)들을 함유하고 갈락투로난들(galacturonans), 또는 더 공통으로 람노갈락투로난들(rhamnogalacturonans)로 구성되어 있다. 갈락투로난들은 여러가지 갈락투론산(galacturonic acid) 잔기(殘基)들로 구성된 다당류들이고, 람노갈락투로난들은 주로 람노스(rhamnose)와 갈락투론산으

로 구성된 다당류들이다. 측쇄(側鎖)로 부착된 다른 당들은 갈락토오스 (D-galactose), 아라비노오스(L-arabinose) 및 크실로오스 (D-xylose)이다. 펙티나아제(pectinase)를 함유한 다중효소들은 펙틴 중합체들 뿐만 아니라 다른 중성 다당류들 분해로 결합당들을 유리하는 목표로 한 확실히 경제적으로 중요한 작용을 한다.



D-galacturonic acid (갈락투론산)(위키)

한편 외인성 단백질 분해효소들은 단백질을 분해하고 특히 섭취한 식물성 단백질 급원들의 단백질 이용성을 개선한다. 이 점은

<표 3> 다중효소 첨가제 시료 성분들¹
(Schothorst사료 연구, 2012, Netherlands)

α -galactosidase	알파갈락토시다아제	80	GALU
Pentosanase ²	펜토산 분해효소	24,000	MNU
Pectinase	펙틴나아제	2,100	IU
Amylase	아밀라아제	21,000	U
Protease	프로테아제	6,000	U
Xylanase	크실라나아제	160,000	BXU
β -mannanase	만나나아제	20,000	BU
Cellulase	셀룰라아제	3,200	ECU

1. 상기 성분들은 E-Line 제품 (Fra Multizyme MSC)의 조성이다.
2. 역자(譯) 원문 Pannanase는 Pentosanase (펜토산 분해효소) 오키(誤記)로 판단.

다시 단백질 분해효소를 충분히 생산하지 못하는 브로일러와 자돈들 같은 어린 동물들에게 이러한 단백질 분해효소 첨가는 가장 중요하다. 옥수수-대두박 사료에 첨가 다중효소로 이유자돈들 <표 1>과 브로일러 <표 2>에서 만족한 성적들이 얻어졌다.

전형적 대맥-소맥기반 사료들에 크실라나아제, 베타글루카나제 (β -glucanase) 및 셀룰라아제 같은 섬유분해효소들 첨가로 성적이 향상되나, 알파갈락토시다제, 베타만나나아제 및 펙티나아제 같은 효소들 함유 다중효소 첨가제가 권장된다.

▣ 결론

세계 여러 지역들에서 소맥이나 대두 같은 소형 곡물 낱알들이 사용되고 있지만, 사료로 사용되는 중요 곡물의 위치는 옥수수가 차지한다. 현재는 식물성 단백질 급원들 의존 증가 추세로 발전해가고 있으며,

대두박은 아직도 식물성 단백질 급원의 중심 위치를 견지한다. 그러나 식물성 단백질 대체 유박 급원 들인 해바라기 박과 유채박 그리고 콩과 종자(씨앗)들인 완두류, 콩류, 그리고 루핀류들에 대한 중요성이 점점 더 커지고 있다.

공통적으로 크실라나제(xylanase), 알파글루카나제(α -glucanase) 및 셀룰라제(cellulose) 같은 섬유분해 효소들은 전형적 소맥-대맥 기반 사료들에 첨가하여 좋은 성적들이 증명되어 왔다. 그러나 옥수수와 고섬유 식물성 단백질들 함유 사료로 부터 충분한 이익을 얻는데는 갈락토시다아제 (galactosidase), 베타만나나아제 (β -mannanase) 및 펙틴나아제 (pectinase) 같은 여러 섬유분해 효소들을 함유하는 다중효소군 첨가의 중요성이 커지고 있다.

더욱이 양축업자들은 동물들에 농후사료 최소량을 급여하고 성장속도는 개선을 요구한다. 그러나 특히 자돈들과 브로일러들 같은 어린 동물들에서는 동물의 내인성 효소들 분비가 섭취한 농후사료 소화에 충분하지 않을 수 있다. 그러므로 단백질과 전분 이용성 최고화에는 프로테아제(protase) 와 알파아밀라아제(α -amylase) 같은 효소들 보충이 필요해 진다. 이러한 효소들 보충 경향은 소화관내 병원성 세균들이 이용하는 이들 영양소들의 양을 최소로 하여 동물 건강을 개선할 것이다.

○ 저자 : Ir. André Meeusen, 영양컨설턴트, Framelco BV .

○ 출처 : WattAgnnet.com May 2013 Feed International

