누룩곰팡이(A.O.) 발효추출물이 젖소 생산성 향상에 미치는 효과

강 주 석
OMC해외통상 차장

이미 80년대 초반부터 누룩곰팡이 균주를 대두, 대두박이나 쌀, 밀가루 등의 전분질 원료에 접종하여 배양시에 얻어지는 대사산물을 이용하는 누룩곰팡이 발효추출물이 국내외에서 사료첨가제로 개발되어 젖소와 비육우에서 응용되고 있으며, 2단계의 특수발효과정을 거쳐 생산된 누룩곰팡이 발효추출물이 최근 20여년 간에 걸쳐 미국과 영국에서 발간되는 세계적으로 권위있는 과학학술지를 통해 사료의 품질과 젖소와 비육우의 생산성 향상에 이바지 할 수 있다는 것이 확인되고 있다.

Ⅰ. 머릿말

누룩곰팡이(황국균)와 같은 유용한 곰팡이(Fungi)는 인간에 의해서 섭취되는 식품의 많은 생물학적 및 화학적 작용에 관여하며 술, 치즈, 항생물질, 효소 및 특정한 종류의 캔디는 유용곰팡이의 도움에 의해 생산되어지거나 변화되고 있다.

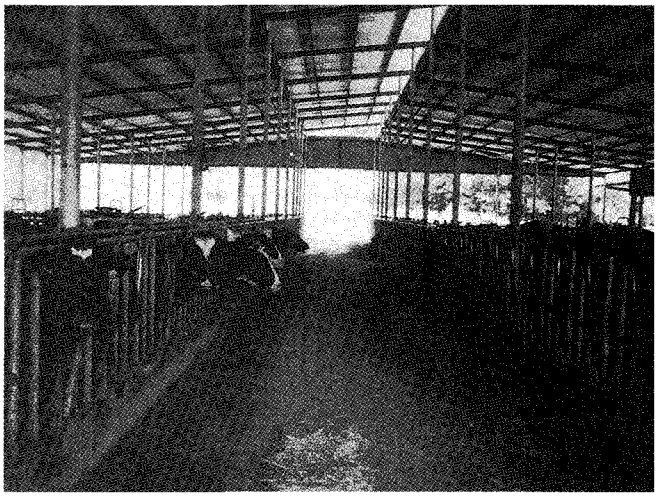
이처럼 누룩곰팡이(Aspergillus oryzae)는 오랜 세월동안 인류의 식생활에 공헌해온 유익한 곰팡이의 하나로서 간장, 된장, 주류 등의 발효식품의 제조나 식품제조에 필요한 공업용효소의 생산이나 가축의 소화생리상 어린시기에 부족되기 쉬운 아밀라제(Amylase), 프로테아제(Protease)와 같은 내인성효소와 특수한 대사산물인 코지산(Kojic acid)의 생산, 유기산의 생산 및 항생제나 파이테이즈(Phytase) 같은 효소제 등의 사료첨가제 생산에는 빼놓을 수 없는 유용(有用)생균으로서 중요한 위치를 차지하고 있다.

이미 80년대 초반부터 누룩곰팡이 균주를 대두, 대두박이나 쌀, 밀가루 등의 전분질 원료에 접종하여 배양시에 얻어지는 대사산물을 이용하는 누룩곰팡이 발효추출물(Aspergillus oryzae culture)이 국내외에서 사료첨가제로 개발되어 젖소와 비육우에서 응용되고 있으며, 최근 들어서는 닭이나 돼지와 같은 단위동물에까지 사용범위를 확대시키기 위한 시험이 계속 진행되고 있으나, 공인된 연구결과는 매우 부족한 상태이어서 일정한 결론을 유도해 내기까지는 시일이 소요될 것으로 관망되고 있다.

2단계의 특수발효과정을 거쳐 생산된 누룩곰팡이 발효추출물이 최근 20여년 간에 걸쳐 미국과 영국에서 발간되는 세계적으로 권위있는 과학학

술지(J. Dairy Sci., J. Anim. Sci., J. Agr. Sci.등)를 통해 사료의 품질과 젖소와 비육우의 생산성 향상에 이바지 할 수 있다는 것이 확인되고 있다.

누룩곰팡이 발효추출물을 젖소와 비육우에게 급여하면 미생물 단백질(microbial protein)의 생성이 촉진되는데, 이는 누룩곰팡이가 생성하는 단백질 분해효소(protease)에 의하여 미생물의 생육이 촉진되기 때문이며(Gomez등, 1987), 또한, 반추위내 총미생물 수와 섬유소 분해 세균수를 증가시켜 사료효율과 유량을 증진시킨다고 보고되고 있다.



1. 불활성곰팡이 발효추출물 관련 연구동향 개요

① 누룩곰팡이(AO)는 산업적으로 유용한 2차대사산물을 다른 생물체와는 달리 체외로 많이 분비하는 잇점을 가지고 있다.

② 황국균(Aspergillus)속은 간장, 된장, 주류 등의 발효식품의 제조나 식품제조에 필요한 공업용 효소생산, 유기산의 생산 및 항생제나 효소제 등의 의약품 생산과 사료첨가제 생산에는 빼놓을 수 없는 유용균주로서 중요한 위치를 차지하고 있다.

③ 황국균은 오랫동안 검증을 거친 가장 안전한 균주로 인식되고 있으며, 미국의 FDA와 WHO에서는 Aspergillus niger와 Aspergillus oryzae(AO)가 GRAS로서 인정받고 있다.

④ 착유우사료에 누룩곰팡이 발효추출물의 첨가는 우유생산, 사료효율의 증가 및 더위 스트레스에 대한 내성이 보고(Harris등 , 1983; Huber, 1985; Marcus등, 1986)되고 있으며 비육우에서는 수송스트레스에 의한 체중감소 예방, 증체량의 증진, 사료증체당 사료비절감의 효과가 인정되고 있다.

⑤ 젖소나 비육우사료에 누룩곰팡이 발효추출물 첨가는 섬유소분해 세균수의 증가(Wiedmeier등, 1987), 섬유소 소화율의 향상(Gomez-Alarcon 등, 1990), 반추위 D-유산 반전율(Turnover rate)의 급속화(Nisbet과 Martin, 1990) 및 보다 더 안정적인 반추위내 환경조성(Huber, 1990)에 효과가 있다고 보고되고 있다.

⑥ 누룩곰팡이 발효추출물 급여가 우유생산의 증대에 기여할 수 있는 최적기는 다량의 발효성 탄수화물을 급여했을 때나 (Gomez-Alarcon 등, 1990 ; Huber 등, 1985; Marcuc 등, 1986), 비유초기에 있을 때(Wiedmeier 등, 1987)이다.

⑦ 누룩곰팡이 발효추출물은 실험실내(in vitro)에서 반추위 내에서 서식하는 혐기성 곰팡이(Neocallimastix frontalis)의 성장을 촉진시킨다고 보고하였으나(Welch와 Calza, 1993), 반추위 내에서 원충과 곰팡이 활력에 미치는 영향에 대해서는 보다 많은 연구가 요망되고 있다.

⑧ 누룩곰팡이 발효추출물의 첨가는 섬유소 분해세균(Ruminococcus albus와 Fibrobacter succinogenes) 및 유산이용 세균(Megasphaera elsdenii, Selenomonas lactilytica와 Selemomonas ruminantium)의 성장률을 증가시켰으며, 또한 특정한 항생물질 사료첨가제와 병행하여도 부정적으로 영향을 미치지 않는 것으로 보고되고 있다.(Beharka와 Nagaraja(1998)).

2. 누룩곰팡이 발효추출물의 특징 및 작용기전

구분	누룩곰팡이 발효추출물
특징 및 효과	1. Aspergillus oryzae의 발효추출물 2. 총혐기성 미생물 및 섬유소 분해 미생물을 증가시켜 사료의 이용효율을 증진 3. 반추위내 휘발성 지방산의 생성을 증가 4. 반추위액의 반전율(Flow rate)을 증가 5. 조단백질과 섬유소의 소화율을 증가 6. 사료섭취량 증가로 인한 산유량의 증가 7. 고온 스트레스에 의한 체온조절로 급격한 사료섭취 감소 및 산유량감소 예방 8. 수송 스트레스 예방에 탁월한 효과 9. 발효작용 촉진 및 어린 가축의 설사예방(살모넬라와 대장균을 통제) 10. 볏짚 등 리그닌성 조섬유의 분해속도를 촉진시키므로서 사료의 섭취를 증가시킴.
작용기전	1. AOC는 반추위내에서 약 90% 이상의 유산을 발효시키는 Megasphera elsdenii를 약 2배 이상 증식시켜주므로서 생리적인 중화(Buffer) 기능을 촉진시키고 산독증 예방에 효과적이다. 2. AOC는 반추위 섬유소 박테리아를 자극시켜 소화하기 어려운 리그닌성 조섬유 분해를 촉진시킨다. 3. AOC는 반추위내 pH를 일정하게 유지시켜 반추위내 미생물이 잘 성장하도록 한다. 4. AOC는 소장내 유익미생물균총을 안정시켜 가축의 건강을 유지시킨다.
비고	1. AOC는 ①조 : 농의 비율이 높을수록 ② 급여한 조사료 자원에 섬유소가 많이 함유된 저질조사료일수록 AOC 첨가효과가 뚜렷이 나타나며 비유초기와 중기가 말기보다 효과적임. 효모배양물도 이와 유사한 경향을 나타내고 있다. 2. AOC는 섬유소 분해 세균과 곰팡이 수를 급격히 증가시키며 효모배양물도 이와 유사한 경향을 나타내고 있다. 3. AOC는 혐기성 곰팡이 제제로서 열이나 산(pH), 수분에 대한 안정성이 탁월하므로 가공사료로 TMR사료제조시 안정적으로 사용될 수 있는 장점이 있다. 4. AOC와 효모배양물의 비교는 정확한 용량(dosage)과 사용단가에 의한 경제성이 고려되어야 할 것으로 사료됨.

3. 젖소에서의 누룩곰팡이 발효추출물의 급여효과

누룩곰팡이 발효추출물을 첨가해서 소에 유효하게 작용하는 시기는 스트레스 조건, 예를들면 많은 우유를 생산하기 위한 농후사료의 다급시나 여름철 고온 스트레스가 가해질시, 특히 농후사료와 조사료의 분리 급여시(TMR에 비교해서) 또는 급여사료의 변경시 등으로 알려지고 있다.

1) 사료섭취량에 대한 효과

조사료, 특히 품질이 나쁜 경우에는 누룩곰팡이 발효추출물의 첨가에 의해서 사료섭취량 증가의 예가 보고되고 있다. 누룩곰팡이 발효추출물을 첨가하면 분만후에 있어서 사료섭취의 회복 및 증가(사료섭취량의 절정(Peak) 출현)가 빠른 것으로 나타나고 있다.

누룩곰팡이 발효추출물을 급여해도 사료소화율에서의 효과(차)는 보고자에 따라 이견(異見)을 나타내고 있지만, 제1위내에서의 섬유소 소화율은 향상되는 것으로 나타나고 있다.

특히, 사료섭취직후(수시간이내)의 초기 소화가 빨라서 제1위 내용물의 유출도 빠르기 때문에 다음의 사료섭취도 촉진되는 것으로 나타나고 있다.

2) 단백질 이용율 증가에 대한 효과

사료단백질이 제1위내에서 분해되면 암모니아(NH3-N)가 방출되지만, 암모니아 이용의 효율도 누룩곰팡이 발효추출물의 첨가에 의해서 개선되고 있다. 예를들면, 누룩곰팡이 발효추출물의 첨가에 의해서 암모니아 농도의 상승이 억제돼, 소장에서의 비암모니아태질소(미생물단백질)의 유출량이 증가되는 것으로 나타나고 있다.

이와같은 경우에는 제1위내에서 미생물증식이 촉진돼, 미생물 대사산물(Allantoin)의 오줌배설이 증가하는 것이다. 소장에 유입되는 미생물의 아미노산 조성에서의 영향도 보고되고 있지만, 이에 관해서는 의문도 남아있다.

제1위내(혼합) 세균의 아미노산 조성에는 그다지 큰 변동을 나타내지 않지만, 소장 내용물의 아미노산 조성에 변화가 있다고 하며, 제1위내에서 세균간의 균형의 변화, 즉 특별한 세균의 선택적 증식을 의미하는 것으로 고려되고 있다.

3) 원충(protozoa)과 섬유소 분해 세균의 증가에 대한 효과

누룩곰팡이 발효추출물 첨가에서 원충의 감소없이 섬유소 분해 세균수가 증가하는 시험결과가 보고되고 있으며, 섬유소 소화에 대한 효과는 섬유소 분해 세균활동의 촉진에 의한 것이기 때문에, 원충에 의한 효과에 대해서는 차후에 진행되는 연구결과를 지켜보아야 할 것으로 여겨지고 있다.

4) 유량에 대한 효과

누룩곰팡이 발효추출물을 첨가해도 여건에 따라 모든 경우 산유(産乳)효과가 기대되는 것은 아니지만, 각종의 스트레스에 의한 산유량 저하를 경감(輕減)시켜 줌으로써 유량증가에 기여하는 것으로 알려지고 있다.〈표 1〉

이것은 제1위내 환경의 개선때문에 사료섭취량의 확보에 의한 면이 강하다. 우유성분에 대한 증감의 영향은 연구자에 따라 반드시 일치하지는 않는 것으로 보고되고 있다.

〈표 1〉 누룩곰팡이 발효추출물 급여가 젖소의 산유량에 미치는 효과

연 구 자	산유량(kg/일)		착유우	비 고
	대조구	누룩곰팡이 발효추출물	두수	
Harris 등(1983)	24.1	26.5*	34	
Van Horn 등(1984)	24.1	25.0	32	
Huber 등(1985)a	18.5	20.4*	48	농후사료(정량)
	19.4	18.6	48	농후사료(적)
Wallentine 등(1986)	30.1	33.6*	50	분만후 0~60일
	29.0	27.8	50	61~120일
Marcus 등(1986)	28.7	30.2*	205	305일 기준
Huber 등(1986)a	22.5	23.5	24	비유중기
Kellams 등 (1987)	35.1	38.8*	32	분만후 40~90일
	36.0	38.1*	32	91~120일
	33.2	34.6	32	121~150일
Gomez 등(1988)	38.7	40.5*	46	비유초기
Kellams 등(1988)	28.5	29.5	144	305일 기준

a 3.5% 혹은 4% FCM으로 표시
* $p<0.05$

5) 제1위내 성상(性狀)에서의 안정화에 대한 효과

누룩곰팡이 발효추출물을 첨가하면, 사료섭취후 제1위내 pH의 저하가 경감돼, 24시간을 통해서 제1위내가 안정화되고 있다.

이것은 특히 제1위내 섬유소 분해균에 매우 유익하다. pH가 안정화되는 큰 이유는 제1위내에서 유산농도의 피크가 완화되기 때문이다.

이것은 유산의 생산을 저하시키는 대신에 유산이용균(Selenomonas ruminantium) 을 활성화시켜서, 유산의 이용을 자극하므로써, 쑥신산이나 프로피온산 등으로의 대사를 촉진시킨다. 이에따라, 제1위 과산증이나 식체 등의 예방이나 경감에도 유효하다.

Ⅱ. 맺음말

현재 누룩곰팡이 발효추출물 제제(AOFE)는 낙농사료나 TMR사료에 첨가되거나 또는 낙농가들에게 지정 구매품으로 판매되고 있는 실정이다.

국내에서도 10년간 10만kg가 넘는 유량을 생산하는 고능력 젖소가 제주도의 목장에서 탄생될 정도로 고능력우 사양관리기술이 과거에 비해서는 매우 발전되었기 때문에 이러한 변화에 부응할 수 있도록 AOFE를 비롯한 사료첨가제의 효율적인 사용법에 대한 낙농가가 동의할 수 있는 논리의 정립이 요망되고 있다.

본인이 본고를 통해서 낙농가들에게 강조 드리고 싶은 것은 누룩곰팡이 발효제제를 비롯한 배양물이나 추출물 제제는 적당한 시설과 빈약한 인력 및 기술을 가지고 대충 만들어지는 것이 아니라 고도의 자동화설비+우수한 인력 및 실험실+축적된 발효기술+투철한 실험정신+열정적인 정보수집 노력 등이 조화를 이루어야 낙농가의 수익증대에 기여할 수 있는 양질의 제품이 생산된다는 사실을 반드시 기억하시라는 것이고, 이러한 조건을 최대한 충족시키면서 공인된 기관이나 대학에서 반복 · 검증된 시험자료를 제시하는 회사의 제품을 선택한다면 큰 무리가 발생되지는 않으리라 확신하면서 본고를 마치고자 한다.

〈필자연락처 : 011-739-3156〉