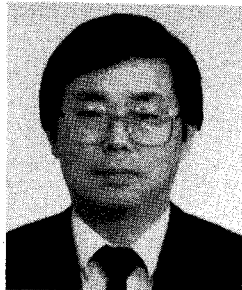


## 축우용 사료가공의 신기술 2 (중)



김 동 균  
상지대학교 축산학과 교수

<지난 호에 이어서>

### 3. 생물학적 처리

#### 1) 톱밥이나 곡류부산물

곡류 부산물이나 목재등에 많이 함유된 리그노셀룰로오스성 물질(리그닌과 결합된 섬유질)의 품질개선에는 생물학적 처리(BT:biological treatment)가 물리·화학적 처리보다 더 안전하고 경제적이다. 그러나 이 방법은 처리과정중 불필요한 미생물의 발생으로 인한 처리물에 대한 오염가능성을 배제하기 어렵다는 단점이 있다.

리그노셀룰로오스성 물질을 생물학적으로 처리하는 원리는 셀룰로오스나 헤미셀룰로오스의 분해율이 적으면서 리그닌을 매우 효과적으로 분해할 수 있는 미생물을 사용하는 것이다. 이에 더하여 이러한 미생물들이 다음 기능을 발휘 할 수 있어야 한다.(El-Shobokshy 등, 1989).

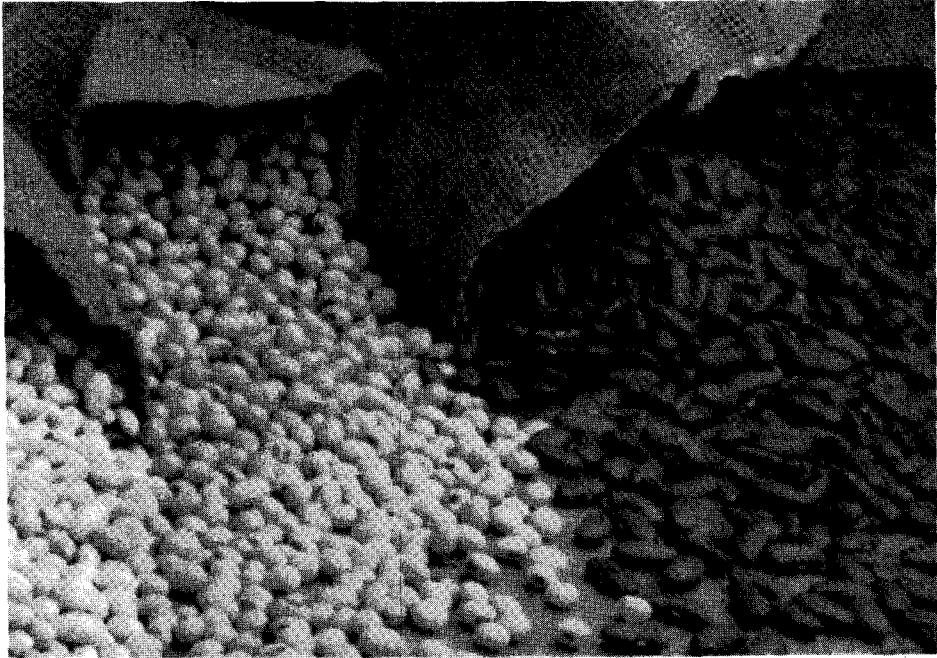
- (1)반추가축이 필요로 하는 필수아미노산을 골고루 함유한 단백질을 생산할 수 있을것.
- (2)값싼 질소원(예컨대, 요소나 암모니아)을 그들의 체조직(단백질)으로 전환시킬 수 있을 것.

(3)기질 (곡류부산물)내에서 신속히 성장할 수 있을 것.

(4)독소나 질병을 유발하는 물질의 생성이 없을 것.

곡류부산물(협각류 등)을 이용하여 비반추가축용 단세포단백질(single-cell protein)을 생산할 목적으로 박테리아나 효모를 이용하고자 할 경우에는 열이나 화학물질로 전처리를 해야 한다. 이 경우 처리 효과를 평가할 때 반드시 전처리비용이 고려되어야 할 것이다.

곡류부산물의 생물학적 처리에 여러 종류의 곰팡이 균주가 사용되어 왔다. 여러 연구자에 의해 발표된 각종 균주를 Kirk(1983)가 정리한 바에 의하면 식용 곰팡이중 *Pleurotus spp.*, *Volvariella rotvaca*, *Stropharia rugoso annulata* 등이 협각류를 사람의 식품이나 동물사료로 전환시키는 데에 이용되어 왔다고 하였다. 이러한 연구들은 대부분 실험실에서 소규모로 이루어져 왔으나 Moo-Young등(1981)은 돈분과 짚을 발효시키는 대규모 실험을 실시하여 특허를 얻었으며 이 기술



은 최근 캐나다에서 매우 성공적으로 이용되고 있다. 이것은 고간류를 고온에서 알카리처리한 후 냉각시켰다가 질산염을 추가하여 폼팡이 균을 만들어내는 공법인데 더욱 경제적이고 안전한 생산을 위한 연구가 계속되고 있다. 그리하여 전처리 과정의 부정적인 영향을 제거하기 위하여 가용성 탄수화물 (포도당과 맥아당)을 첨가하는 기법이 고려되고 있고, 불필요한 미생물의 오염을 막기 위하여 폼팡이의 증식을 해치지 않는 범위에서 PH 수준을 낮추는 방법이 강구되고 있다.

## 2) 계분과 자리깃

산란계분이나 육계 자리깃은 반추가축 사료에 이용할 수 있는 매우 값싼 단백질 대체자원이다. 이것들을 효과적으로 이용하면 사료비를 절감할 수 있을 뿐 아니라 환경오염을 방지하는 데에도 기여할 수 있다. 육계분은 조단백질 함량이 높으며(15-20%), 회분함량(15%; 주로 칼슘과 인) 역시 매우 높고, 반추동물이 이용가능한 에너지도 상당히 함유되어 있다. (Fontenot 등, 1971), 조단백질의 약 절반가량은 순단백질로 구성된 것으로 보

이는데 아미노산은 glycine이 풍부한 반면 아로진, 리진, 메치오닌 그리고 시스틴의 함량이 다소 적은 것으로 알려졌다(Bhattacharya와 Fontenot 1966). 그러나 산란계분이나 부로일러 자리깃은 각각 60% 및 30% 가량의 수분을 지니고 있어서 동물사료에 이용하기전에 수분을 제거해야 하며 바람직하지 않은 미생물도 없애야 한다. 따라서 이 목적으로 혐기성 싸일로에 저장하여 발효시키거나 청초 또는 건초와 함께 저장 처리하기도 하는데 이들을 그대로 젖소나 육우사료로 이용할 수도 있고 건조한 후 마른 사료에 혼합하여 급여할 수도 있다. 이 경우, 냄새나 유해세균(특히, 살모넬라와 대장균 계통)으로 인한 문제는 거의 없다고 알려졌다. 그리고 농가에서 실시할 수 있는 값싼 건조방법으로 햇볕을 이용한 건조기술이 보급되고 있는데 이 방법으로도 살모넬라균을 쉽게 제거할 수 있다(살모넬라는 68°C에서 30분이면 파괴된다. 바닥에 검은 비닐을 깔고 계분을 건조시키면 통상적인 여름날씨에 이 효과를 올릴 수 있다).

계분이나 자리깃을 싸일로에 저장하는 것은 매우 간편하고, 안전하며 저렴한 방법일 뿐 아니라 조단백질의 손실을 막고 비단백태 질소 화합물(NPN)을 단백질로 전환시키는 효과가 있다. (Huller, 1982). 이것은 혐기성 미생물들이 증식하면서 NPN을 자신들의 체조직인 단백질로 합성해 내기 때문이다. 그리고 온도가 25°C 이상인 조건에서 우분(牛糞)을 저장할 경우, 쇠똥중에 존재했던 살모넬라 균속들은 3~4일 이내에 사멸되는 것으로 확인되었는데 (McCaskey 등, 1975) 이것은 저장중 젖산이 충분히 생성되면서 PH수준이 4.0~4.5정도로 내려가 이들을 파괴하기 때문이다.

계분이나 자리깃을 다른 물질과 혼합저장하여 조제된 사료가 축우에게 잘 이용되고 사료가치도 좋았다는 보고사례가 많았는데 혼합대상으로는 옥수수사일리지(Gouet 등, 1982), 옥수수알곡 (Grotheer 등 1980), 당밀(Muller, 1982) 그리고 옥수수대(Vintila 등, 1980) 등이 전형적인 것이었다.

한편, 좋은 품질의 계분혼합사일리지를 제조하기 위한 연구사례로 El Hosseiny(1984)의 보고를 보면 건물기준으로 20%를 혼합시켰을 때가 가장 양호하였다고 하였으며, 옥수수대에 육계 자리깃을 0~30%범위로 처리할 경우 면양의 사료섭취량에 아무런 영향이 없었다고 하였다.

이상의 사례에서 알 수 있듯이 계분이나 그 부산물은 반추가축에게 효과적으로 이용될 수 있는 영양자원이며, 비교적 간편한 처리과정을 거쳐 안전하고도 경제적인 사료가 될 수 있다. 이러한 가능성은 필자가 1970년대 중반에 Harvetore farmer 라는 잡지에서도 발견한 바 있는데, 그것은 미국 중부의 한농부가 우연히 육계 자리깃(broiler litter)을 기밀사일로에서 발효시켜 본 결과 매우 향기롭고 기호성이 좋은 사료를 만들 수 있었다는 기사였다. 그 후 이 농부는 broiler litter silage를 급여하여 육우를 성공적으로 출하시켰으며 소요된 사료비는 그 일대의 평균 사료비의 1/3 밖에 들지 않았다고 하였다. 이것은 양계부산물인 사료자원화 가능성은 물론 오염물질의 효과



적인 처리방안을 제시하는 좋은 사례라고 하겠다.

## 2-2. 사일리지

최근 축산물의 과잉생산으로 말미암아 유럽을 위시한 소위 선진 축산국들이 우유 생산의 쿼타제를 비롯한 축산물 생산의 제한조치를 실시하기에 이르렀고 생산자들은 이를 극복하기 위하여 생산비 절감에 박차를 가하고 있다. 이러한 결과는 좀더 많은 량의 조사료를 축우 생산에 이용하는 추세로 나타나고 있는데 특히, 사일리지의 제조추세는 이를 잘 반영하고 있다. <표1>은 영국 농무성이 발표한 저장 조사료의 생산추세로서 1987년도의 사일리지의 생산량은 1980년의 2배가량 증가하였으며, 전체 조사료에서 차지하는 비율도 50%이상 증가된 추세를 보이고 있다.

조사료원으로부터 높은 생산성을 얻으려면 조사료를 최적의 품질로 보존할 필요가 있다. 이러한 필요성을 충족시키고자 나타난 변화들로 목초의 예취시기가 종전보다 앞당겨졌으며, 예취빈도가 높

(표 1) 영국의 저장조사료 생산량

(건물량 기준, 단위:백만톤)

	사일리지	건초	전체중 사일리지 비율(%)
1980	3.75	4.69	44
1985	5.88	3.39	63
1987	6.73	3.14	68



아졌고 저장손실을 극소화하기 위하여 예건(목초 수확후 반나절가량 건조시킴으로써 수분을 떨어뜨려 초즙의 유출을 최소화 할 수 있음)처리법이 시도된 바 있다. 그리고 저장기법이 다양하게 발전되고 있는데 그 요지를 간추리면 다음과 같다.

#### 〈사일리지 저장기법의 최근의 진보〉

##### 1) 예건(wilting)

사일리지를 저장하기 전에 예건시키는 문제의 장단점에 관해서는 사료품질과 가축의 생산능력에 미치는 영향과 관련하여 최근까지 많은 논란이 있어왔다. 사일리지 조제는 기후의 영향을 많이 받는 일이므로 강우량이 많은 지역에서는 그 재료를 햇볕에 말린다는 것은 매우 어려운 문제일 뿐 아니라 과연 그 조치가 경제적으로 보상될 수 있는지를 판정하지 않으면 안되었기 때문이다.

Zimmer와 Wilkins(1984)는 예건시키지 않은 것과 예건시킨 사일리지의 효과를 시험한 범 유럽적 결과들을 총망라하여 발표하였다. 그 결과는 예건한 사일리지가 건물섭취량에서 4%(젖소)~9%(비육우)가량 더 많았다고 하였다. 그러나 이러한 섭취량의 증가가 가축의 생산능력을 향상시키지는 못하였는데 그 이유는 예건이 건물 소화율을 2~3% 정도 떨어뜨리기 때문이다. 따라서 젖소의 산유량은 2~3%정도 감소되었으며, 비육우의 증체

산란계분이나 육계 자리깃은 반추가축 사료에 이용할 수 있는 매우 값싼 단백질 대체자원이다. 이것들을 효과적으로 이용하면 사료비를 절감할 수 있을 뿐 아니라 환경오염을 방지하는 데에도 기여할 수 있다. 육계분은 조단백질 함량이 높으며(15~20%), 회분함량(15%; 주로 칼슘과 인) 역시 매우 높고, 반추동물이 이용가능한 에너지도 상당히 함유되어 있다.

율은 4%가량 감소된 것으로 나타났다. 이러한 결과들을 단위면적당 목초의 이용효율로 환산해 본 결과 예건기법은 말리지 않은 사일리지를 이용하는 것의 91~95%정도로 평가되었다.

다른 연구에서도 예건시키지 않은 사일리지의 성능이 더 우수하다는 점을 명백히 증명하고 있는데, Gordon(1986)은 젖소에게 이들 두 종류의 사일리지를 사양시험에 이용한 결과 고수분 사일리지의 건물섭취량이 예건 사일리지에 비해 16%가 적었으나 산유량은 오히려 10% 가량 더 많았으며, 우유생산반응을 종합적으로 평가한 결과 예건하지 않은 것이 12% 정도 우수하다고 결론지었다.

그러나 사일리지 조제시 배출되는 다량의 초즙은 BOD요구량이 높기 때문에 이를 방치할 경우 토양과 수질을 오염시키는 공해요인이 되고 있다. 따라서 이 액즙들을 효과적으로 처리해야만 하는데 종전에는 이를 수집하였다가 썩힌 후 액비로 사용하기도 하였으나 Steen(1986)은 이 액즙을 소에게 먹이는 연구를 시도하여 좋은 성과를 거두었다. 즉, 신선한 초즙이나 잘 보존된 초즙을 몰대신 주었더니 건강에 이상없이 잘 먹어주었으며, 사일리지의 섭취량에 영향을 주지 않고도 건물섭취량을 10% 정도 증가시킬 수 있었다고 하였다. [이론적으로 초즙은 소화율이 98%에 달하는 세포

내용물이 포함된 즈액이므로 이를 섭취시켜 건물 섭취량이 증가된다면 농후사료의 소비량을 절감시키는 효과를 가져올 수 있다.]

## 2) 마른 농후사료와의 혼합

사일리지는 겨울철 사시기간중 농후사료와 함께 급여하게 되는 주 사료원이므로 저장전에 농후사료와 혼합하는 것이 유리한 결과를 가져올 것으로 기대된다. 이 방법은 다음과 같은 효과를 기대할 수 있을 것이다.

(1) 초즙의 유출을 차단하여 더 많은 가용성 당분을 발효에 이용할 수 있으며 오염가능성을 줄인다.

(2) 영양적으로나 인력소비면에서 완전혼합사료를 유리하게 생산한다.

사일리지 조제시에 곡물을 첨가하여 급여하는 것이 재래식 사료급여방법보다 유리한 결과를 가져왔다는 연구사례들을 살펴보면 다음과 같다.

Nicholson과 NacLeod(1966)는 사일리지 조제시 7.5%의 마른 보리를 첨가하여 이용한 결과 사일리지 섭취량과 육우의 증체율이 개선되었다고 하였으며, 귀리를 15% 첨가하여 시험한 Sporndly등(1982, 1986)은 사일리지 섭취량과 산유량이 증가되었다고 보고한 바 있다.

또한 Jones등(1988)은 누른 보리와 비이트펄프를 사일리지 조절제로 이용하여 곡물첨가의 장점을 입증하였다. 그들은 사일리지 1톤당 50kg(약 5%)의 비율로 보리를 넣었더니 즈액 배출량이 절반으로 줄었으며, 발효상태도 좋아졌고 사일리지의 대사에너지 함량도 개선되었음을 발견하였다. (표2)

(표 2) 보리 첨가가 사일리지 품질에 미치는 효과

처리	건물(%)	총 질수중 암모니아 질소(%)	대사에너지 (MJ/ kg DM)
대조구(무첨가)	16	11	10.1
보리 첨가구	19	8	10.6
개미산 첨가구	16	5	10.3

이 사료를 사시중인 육우에게 급여한 결과 보리 첨가 사일리지의 건물섭취량이 개미산 첨가구나 무첨가구에 비해 높았음을 물론 일당증체량도 각

각 1.00kg, 0.96kg 및 0.82kg으로 가장 우수하였다. 이들은 또 비이트펄프도 같은 수준(톤당 50kg)으로 첨가하여, 발효조건은 개미산 첨가와 대등하였으나 증체율에서는 같은 비율의 비이트펄프를 급여한 경우에 비해 10%나 개선되었다고 하였다.

## 2) 생물학적 첨가제

사일리지의 품질향상을 위한 방법론으로 최근 각별한 관심을 끌고 있는 것이 효소나 접종제 또는 이들의 혼합물이다. 기존 사일리지 보존제들이 대부분 유기산 계열이기 때문에 실이로의 부식이 문제로 지적되어왔으나 생물학적 첨가제는 이 문제에 관한 한 염려가 없다.

접종제는 사일리지의 유산균 함량을 증진시킬 목적으로 이용되거나 그 자체가 유산균을 보유함으로써 영양소의 첨가효과를 나타내기도 한다. 효소제들은 대부분 셀룰로오스 분해효소(celulase)가 주성분이며, 이를 첨가할 경우 발효중 가용성 당분의 함량을 증가시켜 사일리지의 이용성을 개선하는 효과를 나타낸다.

생물학적 첨가제에 관한 연구들은 거의가 실험적인 규모였으나 일부 야장시험에서는 기대할만한 효과를 나타내지 못한 경우도 있었다. (Haigh등, 1987). 그러나 Owen(1986)은 접종제의 사용으로 사일리지의 발효를 개선시켰으며, 사료섭취량 및 증체율에서 10%의 개선사료를 보고한 바 있고, Gordon(1987)은 산유량의 증가효과를 얻은 바 있다.

최근 필자(1992)는 토양균 및 사상균 접종제가 사일리지의 품질을 개선시킨다는 산업적 정보를 입수하고 현장을 방문하여 확인한 결과 그 가능성을 인정하게 되었으나 실험적 연구결과는 아직 완결되지 않았다. [이 제제는 젖소에게 직접 투여가 가능할 뿐만 아니라 분뇨의 냄새제거에 탁월한 효과가 있다고 알려져 있어서 사료보존제로서의 효과보다 공해해소 및 가축의 건강증진제로서의 효과도 동시에 검증해야 할 것이다.]\*