

혐기발효돈분 (嫌気醱酵豚糞)의 사료화

주 영 희
(농업기술연구소)

1. 머리말

근년에 와서 양돈농가가 늘어남에 따라 돼지 배설물(排泄物)이 다량 배출되어 수질오염과 악취공해가 사회문제화 되고 있으나, 양돈농가로서는 많은 비용을 들여 분뇨처리시설을 할 수도 없는 형편이고, 그렇다고 그대로 방류해 하천을 오염시킬 수도 없는 형편에 있다. 따라서 많은 농가에서는 돈분을 땅에 매립(埋立)시키거나 건조시켜 비료로 활용하는 등 분뇨처리에 고심을 하고 있다.

일부 농가에서는 돈분을 건조시키거나 호기발효(好気醱酵)시켜 사료로 이용하고 있으나, 사료화 과정중 특히 돈분의 살균과 악취제거에 어려움이 뒤 따르고 있는 것이 문제점으로 남아 있다.

돈분을 혐기발효(嫌気醱酵)시키면 열량이 매우 높은 메탄가스가 생산될 뿐만 아니라, 분(糞)에서 유발되는 각종 공해원(公害源)을 경감시키고 병원균과 기생충 및 악취제거 등 농촌지역의 환경정화와 생활개선에 크게 이바지하는 잇점이 있다. 따라서 혐기발효에 의한 가축분 사료화 시도는 질이 좋은 사료자원의 개발과 동

시에 공해문제를 해소시킨다는 측면에서 매우 중요하다고 본다.

본고에서 말하는 돈분사료란 돼지 배설물을 혐기발효시켜 얻은 발효폐수(醱酵糞水) 찌꺼기를 건조시켜 이것을 시판배합사료와 1:4로 혼합시킨 것을 말한다.

2. 원리

가축분(家畜糞)과 같은 유기물을 발효탱크내에 넣고 밀폐(산소가 없는 상태)시켜 두면 그중에 호기성균(好気性菌)의 활동과 증식이 급격히 감소되는 반면에, 혐기성균(嫌気性菌)의 활동이 시작되며, 이 균의 활동이 왕성해 감에 따라 가연성(可燃性)의 기체 즉, 메탄가스가 발생되며 아울러 미생물에 의해 분해된 물질(低分子)들이 다시 미생물에 의해 성장발육에 필요한 물질들을 재합성하게 된다.

이를 혐기발효 혹은 메탄발효라고도 한다.

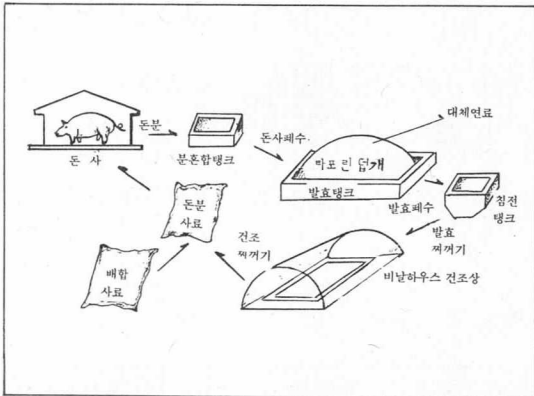
혐기발효는 탱크내 발효액온(醱酵液温)이 30-35℃일때 잘 이루어진다고 하나, 자연상태에서 이러한 온도를 조성시켜 준다는 것은 어려운 일이다.

즉, 여름철에 발효액온을 보면 23~25℃밖에 안되기 때문이다. 또 액온이 15℃이하로 내려가면 발효가 부진하게 된다. 혐기발효가 진행됨에 따라 원료액(발효액)의 빛깔은 흑갈색으로 변하며 냄새도 없어지고 성장 및 발육촉진제인 비타민 B₁₂가 다량 합성된다.

원료중에 있는 병원균, 기생충 또는 기생충란은 발효과정에서 생긴 암모니아, 페놀류 화합물 및 탄산가스 등에 의해 살균되거나 파괴된다. 특히, 불용성 유기인(不溶性有機磷)은 가용성(可溶性)으로 변화되어 발효 전보다 2~3배나 식물체에 흡수되기 쉬운 상태로 되기 때문에, 발효폐수는 질이 좋은 사료자원일뿐만 아니라 액비(液肥)로서도 사용될 수 있다.

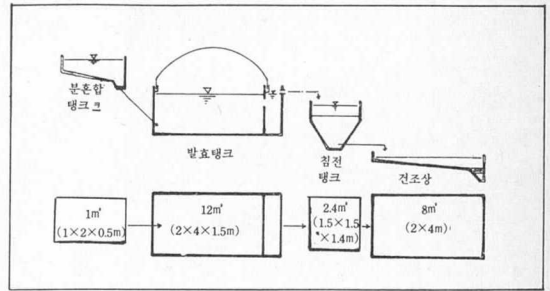
3. 돈분사료 제조과정

혐기발효시설은 분혼합(糞混合)탱크, 발효탱크, 침전(沈澱)탱크와 비닐하우스내에 설치한 건조상(乾燥床) 등 4가지 시설로 구성되어 있으며, 발효탱크는 시멘트 콘크리트 탱크상단(上端)을 타포린원단(原緞)으로 제작한 덮개로 개폐가 가능하도록 장치하여 탱크내부를 밀폐시켰다(그림1).



(그림1) 혐기발효시설 이용 체계도

본 시험에 사용된 시설규모는 용량 12m³(2×4×1.5m) 정도의 발효탱크와 넓이 8m²인 건조상이며, 이 정도 시설이면 돼지 40두 양돈 농가가 활용할 수 있는 적정규모이다.(그림2).



(그림2) 12m³용량 혐기발효 시설도

돈분사료 제조과정을 보면 먼저 분혼합탱크 내에서 돈분과 물을 1대 3 비율로 혼합시키며 이 원료(豚舍廢水)를 밀폐된탱크 내에 투입시킨다. 이때 대체연료인 메탄가스가 발생되며, 발효탱크내에서 흘러나오는 발효폐수는 침전탱크 내에서 발효액과 찌꺼기로 분리된다.

분리된 발효찌꺼기를 수거하여 비닐하우스내에 설치한 건조상에 얇게 널어 건조(수분 20% 정도)시킨 다음, 건조된 찌꺼기를 분쇄하여 시판배합사료와 1대 4 비율로 혼합한 돈분사료를 이용한 것이다.

4. 돈분사료의 특성

가. 혐기발효 돈분의 성분 변화

발효탱크내에서 흘러나오는 발효폐수 중에는 발효전에 비하여 생식 및 발육촉진제로 널리 알려진 비타민 B₁₂ 함량이 크게 증가하였고, 발효폐수 중 주요 공해원인 고형물과 질소함량이 크게 경감됨을 알 수 있었다(표1). 폐수중의 병원균(대장균)역시 발효전에 비하여 거의 제거되었고, 기생충 및 기생충란(회충, 편충)도

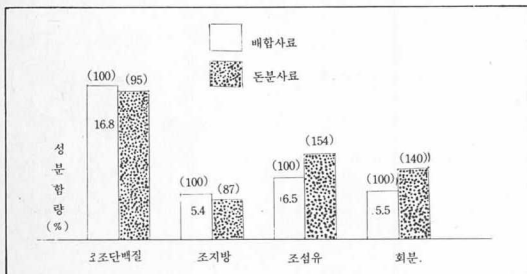
(표 1) 혐기발효에 의한 돈분 조성 변화

| 구 분 | 용 량 (kg/일) | 비타민B ₁₂ (μg/kg) | 총고형물 (%) | 전 질소(g/ℓ) |
|--------|---------------|-------------------------------|-------------|-----------|
| 돈 사 폐수 | 400 | 308 | 6.75 | 3.22 |
| 발효 폐수 | 366 | 1,013 | 4.48 | 2.25 |
| 발효찌꺼기 | 123 | 758 | 12.52 | 5.95 |

완전히 제거됨을 알 수 있었다. 아울러 분 특유의 악취도 크게 감소되어 가축분 사료화에서 야기되고 있는 문제점들이 본 혐기발효방법을 이용하면 해소되리라 본다(표2).

나. 돈분사료 성분

돈분사료 성분 함량을 시판배합사료와 비교·검토 해본 결과, 사료중 조단백질과 조지방 함량은 양 사료 공히 유사하였으나, 조섬유



(그림3) 일반사료 성분

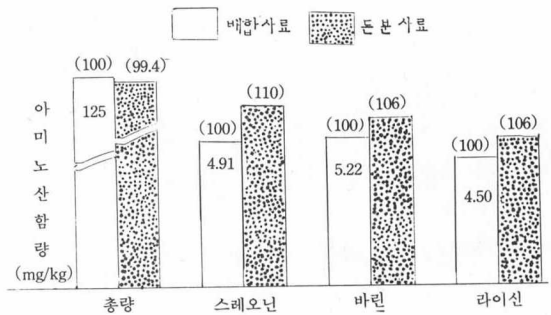
(표 2) 혐기발효에 의한 돈분중 기생충, 병원균 및 악취제거 효과

| 구 분 | 대 장 균 | | 회 총 | | 편 총 | | 악 취 도 (0-5) |
|--------|------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|----------------|
| | 균수 / ml | 제거율 (%) | 총란 수/g | 제거율 (%) | 총란 수/g | 제거율 (%) | |
| 돈 사 폐수 | 1.55 × 10 ⁶ | - | 800 | - | 200 | - | 4 (아주강함) |
| 발효 폐액 | 3.6 × 10 ³ | 99.9 | 0 | 100 | 0 | 100 | 1/2 (약간) |

| 구 분 | 인 (%) | 카 리 (%) | 칼 슈 (%) | 마그네슘 (%) | 나트륨 (%) | 철 (%) | 망 간 (mg/kg) | 아 연 (mg/kg) | 코 발 트 (mg/kg) |
|--------|-------|---------|---------|----------|---------|-------|-------------|-------------|---------------|
| 배 합 사료 | 0.83 | 0.66 | 0.91 | 0.16 | 0.09 | 0.12 | 79 | 261 | 330 |
| 돈 분 사료 | 1.55 | 0.78 | 1.30 | 0.35 | 0.11 | 0.15 | 175 | 555 | 650 |

와 회분 함량은 돈분사료에서 높은 경향을 나타냄을 알 수 있었다(그림3). 사료중 무기성분 함량 역시 돈분사료 쪽이 높았으며, 특히 망간·아연·코발트 등이 크게 증가하는 경향이 있었다.(표3).

사료중의 총 아미노산 함량은 사료별로 차이가 없었으나 필수아미노산중 특히 라이신과 바린 및 스레오닌 등이 돈분사료에서 많았다(그림4).



(그림4) 사료별 아미노산 함량 비교

다. 돈분사료 효과

사료별로 돼지 증체 속도를 본 결과 사육개시 2개월간은 별 차이가 없었으나, 그 이후에는 배합사료 쪽이 다소 증가하는 경향을 보였

다.

그러나 4개월 후 총 사료 섭취량은 배합사료 비육돈(303.6kg)에 비해 돈분사료쪽이(280 kg) 적어 kg당 증체에 소요된 사료량은 비슷했다. 또 육질면에서도 도체중과 정육율은 사료 별로 차이가 없었으나 지방층 두께는 돈분사료쪽이(2.32cm) 배합사료 비육돈(3.20cm)에 비해 약 1cm 정도 얇아져 돼지고기의 상품 가치가 매우 높으리라 생각된다.

(표 4) 돼지 증체량과 사료섭취량

| 사료기간 | 배 합 사 료 | | 돈 분 사 료 | |
|------------|----------|-------------|----------|-------------|
| | 증체량 (kg) | 일당증체량 (g/일) | 증체량 (kg) | 일당증체량 (g/일) |
| 개시시 - 30일 | 16.0 | 533 | 15.0 | 500 |
| 30 - 60일 | 17.5 | 583 | 17.8 | 593 |
| 61 - 90일 | 20.7 | 690 | 18.6 | 620 |
| 91 - 130일 | 33.8 | 1,126 | 28.6 | 953 |
| 총 증체량 (kg) | 88 | | 80 | |
| 사료섭취량 (kg) | 303.6 | | 280.0 | |
| 사 료 / 증 체 | 3.45 | | 3.50 | |

(표 5) 도체(屠体) 조사 성적

| 구 | 분 | 생체중 (kg) | 도체중 (kg) | 정육율 (%) | 등지방두께 (cm) |
|-----------|-----|----------|----------|---------|------------|
| 배합사료사양비육돈 | 108 | 69.9 | 59.6 | 3.20 | |
| 돈분사료사양비육돈 | 100 | 68.0 | 58.3 | 2.32 | |

5. 경제성

도체 및 배합사료의 단가계산은 kg당 현행 판매가격을 각각 기준하였으며, 돈분사료의 단가계산은 먼저 건조찌꺼기(乾燥殘渣) kg당 생산비를 계산한 다음 건조찌꺼기와 배합사료를 혼합한 것을 고려하여 돈분사료 kg당 단가를 산출했다. 건조찌꺼기 kg당 생산비는 침정탱크, 비닐하우스 건조상 등의 시설비와 감

가상각비 그리고 건조작업에 소요된 인건비 등을 고려하여 계산한 결과, 사료별 비육돈의 두당 소득면에서 볼때 돈분사료에서 사료비가 절감되어 19% 소득증대를 기할 수 있었다 (표6).

(표 6) 경제성 분석

| 구 | 분 | 배 합 사 료 | 돈 분 사 료 | 비 고 |
|-------------|---------|--------------|--------------|-----------|
| 도 체 중 (kg) | | 69.9 | 68.0 | |
| 판 매 수 입 (원) | | 158,952 | 154,632 | 2,274원/kg |
| 생 산 비 | 중축비 (원) | 35,522 | 35,522 | |
| | 인건비 (원) | 22,196 | 22,196 | |
| | 사료비 (원) | 57,380 | 44,520 | |
| | 계 (원) | 115,090 | 102,238 | |
| 두 당 소 득 (원) | | 43,862 (100) | 52,394 (119) | |

6. 맺는 말

돈분을 혐기발효 시키면 분 특유의 악취가 제거되고 발육 및 생식촉진제인 비타민 B₁₂ 함량이 높아지며, 영양가가 증진될 뿐만 아니라, 병원균과 기생충이 사멸된다. 따라서 가축 사료화 수단으로 혐기발효 방법을 이용하면 공해원인 돈분을 질이 좋은 사료자원내지 첨가제로 활용이 가능하며, 아울러 대체연료 및 식물영양원으로서의 활용가능성이 크게 기대된다고 본다. 다만 돈분사료 제조과정에서 발효찌꺼기(醱酵殘渣)를 건조시켜야 한다는 번거로움이 뒤따르므로, 시설구조개선을 위한 연구를 계속함과 동시에, 축산시험장과 공동으로 사양실증시험을 추진한 다음, 일반양돈농가에 이 방법을 확대 보급할 계획이다.(문의처 0331-44-5131).