

# 분뇨(퇴비)를 이용한 조사료 생산



성경일

강원대 동물자원과학대학 사료생산공학과 교수

## 1. 머리말

전 세계적으로 가축분뇨에 의한 환경오염문제의 심각성을 제기하고 있다. 동시에 가축분뇨의 처리 및 이용방법에 대한 다양한 연구결과가 현장에 실제로 활용되어 토양의 오염, 수질오염 등의 환경문제의 해결은 물론 조사료의 생산성 향상에도 기여하고 있다. 가축분뇨는 일반산업 폐기물과는 달리 작물생산을 위한 비료로 이용 가능하므로 환경보전적이면서 자원화 할 수 있는 특성을 갖고 있다.

친환경축산과 관련하여 Codex위원회는 조사료 생산시 화학비료나 농약, 항생물질, 성장호르몬을 사용한 사료의 금지, 유전자조작을 통해서 생산된 사료의 금지 등을 주요 골자로 하는 유기축산에 대한 개념을 규정하고 있으며, 유기축산은 축산물 생산에 있어서 깨끗하고 안전한 조사료 생산이 중요하다는 것을 강조하고 있다. 유기축산의 개념에서 축산농가 여러분이 주의 깊게 관찰해야 할 것은 화학비료 사용의 금지라는 것이다.

다시 말하면 유기축산은 가축분뇨와 같은 유기질비료를 사용하여 조사료를 생산할 때 비로소 가

능해진다는 것을 의미하며, 조사료를 생산함에 있어서 가축분뇨는 다른 어떤 사료작물에서보다 효과적인 비료로 이용 가능하다는 중요성을 단적으로 나타내는 것이다.

우리나라에서 가축분뇨의 발생량은 3,500만 톤으로서 여기에 함유된 비료성분함량은 질소 276,000톤, 인산 200,000톤, 칼리 260,000톤에 달하고 있다. 이것은 농촌진흥청이 추천하는 시비기준인 연간 소비량이 질소 260,000톤, 인산 114,000톤, 칼리 168,000톤보다 현저하게 높은 것으로 가축분뇨만으로도 조사료의 생산이 가능하다는 것을 의미한다.

본 내용에서는 가축분뇨를 이용한 조사료의 효율적인 생산에 필요한 제반 여건을 설명하고, 처리된 분뇨의 시비에 따른 효과 및 적정 시비량에 대하여 서술하였다.

## 2. 축종별 분뇨의 성분

### (1) 일반적인 특징

- 가축분뇨의 성분조성은 축종에 따라 아주 다양

하게 나타난다.

- 단위동물(돼지나 닭)은 당분과 전분, 지방, 단백질 등을 영양소원으로 이용하지만, 섬유질이나 요소를 소화 흡수하는 능력이 없기 때문에 분으로 배설된다.
- 반추가축(젓소, 한우, 염소, 양 등)은 제1위의 많은 미생물에 의하여 단위동물이 소화하지 못하는 섬유소나 요소를 흡수, 이용하는 특징을 갖고 있다.
- 분뇨의 성분조성은 축종은 물론 깔집종류, 비율, 발효정도, 사료의 종류 등 아주 다양한 요인에 의하여 차이가 난다.
- 가축분의 비료성분(질소, 인산, 칼리)의 함량은 계분이 가장 많고 돈분, 우분 순이며,
- 비료효과도 계분이 가장 빠르고 그 다음이 돈분, 우분 순이다.
- 유기물의 토양개량제로써의 효과는 우분이 가장 크고 그 다음이 돈분, 계분 순이다.
- 분은 소화되지 않은 것 이외에 소화기관으로부터의 분비물, 미생물균체 등이 포함되어 있어, 뇨에 비하여 유기물함량이 많아 토양개량제로써의 효과가 크지만, 비료효과가 완만하고 천천히 효과를 나타내는 지효성이므로 추비보다는 기비로 사용하는 것이 바람직하다.
- 뇨는 유기물함량은 낮으며, 주로 질소와 칼리로 되어 있으며, 비료로써의 효과를 빨리 나타내는 속효성으로 화학비료와 동등한 비료효과를 나타내지만 토양개량효과는 기대할 수 없다.
- 질소를 기준으로 한 시비량의 상호관계를 보면  
우분 : 돈분 : 계분의 비율이 10 : 5 : 2 정도 나타나는데, 이것은 계분을 2톤 사용했을 때의 비료효과는 우분이 10톤, 돈분이 5톤 사용한 것에 해당한다는 의미를 갖는다.

## (2) 계분뇨

- 높은 질소(대부분이 요

산으로 배설), 인산, 칼리를 함유하고 있으며, 칼슘과 인산함량이 높다.

- 부숙할 때나 토양중에서의 유기물분해가 비교적 빠르며, 질소의 비료효과가 가장 빠르다.
- 충분히 부숙되지 않은 것을 토양에 시비하면 작물에 피해가 축분중에서 가장 쉬게 나타난다.
- 자연건조 방법(양건, 음건)에 따른 비료효과와의 차이는 없다.
- 화력건조는 시비후 암모니아나 질소산화물로 변화되어 휘발 성질을 갖는다.(이에 따라 멀칭 재배의 경우 비닐의 파열과 농작물 피해가 일어날 수 있음, 냄새에 의한 작업의 지장을 초래할 수 있음)

## (3) 돈분뇨

- 섬유질이나 리그닌 등이 적고 전분, 단백질함량이 많다
- 뇨중에 배설되는 질소는 대부분이 요소이다
- 유기물함량은 소보다 다소 적으나, 질소와 인 함량이 높다
- 분해가 계분 다음으로 빠르다
- 남은 음식물급여시 돈분의 염분상승으로 농작물의 염해가 발생하는 경우도 있다.

## (4) 우분뇨

- 조사료를 중심으로 사육된 경우에는 섬유질이나 리그닌 및 칼리함량이 높고, 질소, 인, 칼슘, 마그네슘은 비교적 낮다.
- 분해되기 어려운 유기물이 많고 질소의 비료효



파는 늦다. (토양개량제로써의 특성이 강함)

- 노는 속효성 비료로써, 질소와 칼리함량이 높다.
- 노는 기비는 물론 추비로써도 화학비료와 동등한 비료효과를 나타낸다.
- 우분에는 잡초종자가 포함되는 경우가 많으므로 충분한 발효를 통하여 종자를 사멸시킨 후 시비하도록 한다.

### 3. 가축분뇨의 비료로써의 역할

- ① 질소의 경우 수질오염과 농작물피해에 가장 큰 영향을 주므로 적정 시비량 준수한다.
- ② 토양에서 질산태 질소로 변환 질소는 토양중에 고정되기 어렵고 비에 의하여 지하로 유실되기 쉽다. 따라서 강우량이 많은 지역이나 계절에는 분뇨 시비와 동시에 고토나 석회 등의 염류를 보충, 시비한다.
- ③ 칼리는 수용성으로 유실되기 쉬운 성분이다.
- ④ 밭에는 칼리 결핍이 일어나기 쉬우므로 분뇨의 시비효과는 크다
- ⑤ 과다시비하면 각 성분간에 균형이 파괴되어 석회나 고토의 결핍증상이 나타난다.
- ⑥ 인산은 토양에 잘 고정되므로 유실이 적다.
- ⑦ 우리나라 토양의 경우 가축의 퇴비나 구비의 시비에 따른 효과가 크다.
- ⑧ 분뇨중의 유기물은 토양미생물의 중요한 영양소원이다.
- ⑨ 분뇨의 유기물은 토양미생물의 증식, 토양의 물리성 개선 등 화학비료에서는 볼 수 없는 효과를 발휘한다.

### 4. 가축분뇨의 살포시기 및 방법

- ① 분뇨의 시비형태와 토양의 종류에 따라 양양소의 손실이 발생하는데 가 질소가 가장 큰 영향을 받는다.
- ② 질소는 계절적인 변이가 심하게 나타난다.
- ③ 분뇨의 가장 적절한 시비시기는 이른 봄 목초가 생육을 개시하기 직전이 가장 바람직하다. <표 1>

<표 1> 액비 질소의 시비시기별 평균적인 이용률(육, 2001)

시용시기	화학비료 대비 이용률(%)
겨울(생육 휴지기)	20~30
봄(생육개시 직전 또는 개시기)	40~60
생육기	60~80
여름	40~70
가을	30~40

- ④ 강한 햇빛이나 더위에서 분뇨시비는 암모니아 손실을 증가시킨다.
  - 돼지분의 살포시에 가장 손실량이 많고 악취가 증가함.
- ⑤ 습한 토양에서의 분뇨살포작업을 위한 농기구의 왕래는 초지식생을 파괴시키며 토양 공극률을 감소시킬 수가 있다.
- ⑥ 겨울철의 액비 시비는 토양표면이 동결되고 액비가 지표면 위로 흘러내리지 않는다면 가능하다.
  - 가볍게 동결된 토양은 액비의 영향으로 토양이 쉽게 해동
  - 깊이 동결된 토양이나 눈 덮인 경사지에서는 해빙과 함께 씻겨 흘러내리기 때문에 액비의 시비를 금지.
- ⑦ 생육이 정지하는 시기의 분뇨시비는 질소(nitrate)의 유실로 지하수의 오염을 야기할 수 있다.
- ⑧ 여름철에는 살포를 지양하고 가을에 살포하는 것이 바람직하다.
- ⑨ 우리나라에서는 지표로 흘러내리는 손실이 비교적 적어 농한기인 겨울에 살포하는 것도 효율적이다.
- ⑩ 사료포장과 초지에서는 예취후에 살포 가능하다.
  - 이식이나 파종 15일전까지 밀거름으로 살포
  - 작물 생육기간 중에는 액비사용을 억제
  - 작물 재배전 밀거름(기비)으로 사용할 때는 원액상태로 살포 가능.(가급적 민가에서 100m 이상 격리된 지역에 사용할 것)

- 약취 저감을 위하여 충분히 부숙시켜 사용할 것

5. 가축분뇨 살포시 유의사항

- ① 다량의 분뇨를 살포시에는 경운 후 살포한다.
- ② 살포후에는 다시 경운을 하거나 주입식 액비살포기를 이용 살포하면서 약취발생을 경감시켜야 한다.
- ③ 액비는 화학비료와 같이 속효성 비료 효과를 나타내므로 성분량을 기준하여 질소시비 기분량을 초과하지 않도록 사용한다.
- ④ 일반적으로 가축분뇨의 살포 추천량은 질소를 기준으로 하였으므로 질소 이외의 성분은 액비중의 함유량을 근거로 화학비료를 가감하여야 한다.

6. 초지 및 사료작물에 대한 시비 효과

- ① 시비량에 따라 조사료의 건물수량과 질소함량에 영향을 준다.
- ② 화분과 목초에서 다량의 분뇨를 계속해서 이용하면 조사료중의 초산태질소함량이 높아져 중독현상을 일으킬 수가 있다.
- ③ 두과목초에 다량의 질소 시비는 하지 않도록 한다.
- ④ 액비를 ha당 200kg까지 시비하여도 수량은 증가한다.<표 2>
- ⑤ 건물수량이 분뇨가 화학비료보다는 낮았다.<표 3>

<표 2> 우분액비의 시비수준별 호밀과 후작 옥수수의 생산성(육, 2001)

구 분	액비시용량 (kg/ha, 질소기준)			
	0	50	100	200
호밀의 건물수량 (톤/ha)	5.0	5.5	5.9	5.9
호밀의 질소 생산량 (톤/ha)	96	113	129	142
옥수수의 건물수량 (톤/ha)	12.8	12.6	13.1	13.1
옥수수의 질소 생산량 (kg/ha)	162	167	181	179

<표 3> 가축분뇨의 처리형태와 시비수준에 따른 목초의 건물수량,조단백질 함량 및 질소생산량(육, 2001)

분뇨시비수준	구 분	화학비료	퇴분발효	무퇴분발효	액상발효
			돈분	효돈분	돈분
질소 100kg/ha	건물수량	12.3	10.0	10.0	12.1
	조단백질	13.5	13.1	13.1	13.5
	질소생산량	258	207	203	257
질소 200kg/ha	건물수량	13.8	10.8	11.9	12.2
	조단백질	14.3	13.4	13.7	14.0
	질소생산량	312	231	256	266
질소 400kg/ha	건물수량	15.4	11.1	11.6	13.3
	조단백질	14.6	13.5	13.5	14.1
	질소생산량	390	251	250	320

<표 4> 분뇨의 종류별, 시비시기별 목초의 건물수량(톤/ha)

분뇨의 종류	시비시기	가 을	봄	가을/봄 분할시비
	퇴 구 비		11.0	10.9
퇴분발효 돈분		10.8	10.1	10.5
액상발효 우분		10.9	10.9	10.8
평 균		11.2	10.7	10.9

<표 5> 사일리지용 옥수수에 대한 가축 분뇨의 종류별 시비 효과 (육, 1992)

분뇨의 종류	건물수량(kg/ha)
화학비료	38200
미발효 돈분	38170
발효 우분	45500
미발효 돈분	38230
퇴분 발효 돈분	40170

- ⑥ 축분의 종류간에는 액상발효 돈분이 가장 높고 그 다음이 무퇴분 발효돈분, 퇴분발효 돈분 순이었다.<표 3>
- ⑦ 분뇨의 종류에 따른 목초의 건물수량은 액상발효 우분이 높고 그 다음이 퇴구비, 퇴분발효 돈분 순이었다.<표 4>
- ⑧ 시비시기별 목초의 건물수량은 분뇨의 종류에 관계없이 봄, 가을 및 봄 / 가을 분할시비간에 차이가 없었다.<표 4>
- ⑨ 가축분뇨의 종류에 따른 건물수량은 돈분이나 우분의 모두 발효처리를 하였을 때 높게 나타났다.<표 5>

〈표 6〉 경사도에 따른 양분의 유실과 옥수수의 생산성 (육, 2001)

구 분	경 사 도		
	0°	5°	10°
건물수량(톤/ha)	8.0	7.3	6.6
질소 생산량(톤/ha)	0.0064	0.0055	0.0047
유기물유실량(톤/ha)	0.01	0.03	0.06
질소 유실량(톤/ha)	0.008	0.014	0.017

〈표 7〉 목초, 사료작물에 대한 가축분뇨의 시비량 기준

시비 조사료종류	화학비료 상당 질소 시비량, kg/ha	건조우분 (N : 1.2%)	우분구비 (N : 0.7%)	액상구비 (N : 0.5%)	주석
					① 화학비료로 시비하는 경우의 질소시비량은 각 우분의 이용률을 30%로 하여 질소량에 상당하는 분량을 산출하였다.
기비 (톤/ha)	화분과 목초	150~300	40~80	70~140	100~200
	두과목초	100~200	30~60	40~80	60~120
	혼파목초	150~300	40~80	70~140	100~200
	사료작물	100~200	30~60 (15~30)	40~80 (20~40)	60~120 (30~60)
	사료용 곡물	50~100	15~30 (7~14)	20~40 (10~20)	30~60 (15~30)
추비 (톤/회 /ha)	화분과 목초	50~100	15~30	24~48	33~66
	두과목초	30~60	8~16	14~28	20~40
	혼파목초	40~80	10~20	20~40	26~52
	사료작물	50~100	14~28	24~48	33~66
사료용 곡물	50~100	14~28	24~48	33~66	

⑩ 강수량이 많은 하절기의 경우 경사도의 증가에 따라 질소와 유기물의 유실량은 증가하였고 이에 따른 옥수수의 생산성은 현저하게 감소되었다.〈표 6〉

### 7. 목초 및 사료작물에 대한 시비량

- ① 초지에 대한 분뇨 살포량은 일반적으로 일반작물에 비하여 높아야 한다.
- ② 우리나라의 조건 하에서는 외국의 경우와는 달리 농한기인 겨울이나 가을에 분뇨를 살포하는 것이 농업 구조적인 면이나 경영적인 면에서 볼 때 매우 효과적이라 볼 수 있다.
- ③ 우리나라에서 많이 생산되고 있는 퇴구비, 톱

밥발효 돈분 및 액상 발효우분의 영년 혼파초지에 대한 시비효과는 액상발효 우분이 가장 높고 그 다음이 퇴구비, 톱발효 돈분의 순이다.

- ④ 액상 돈분의 경우 질소를 400kg/ha 까지 시비가 가능하나 1번초에서 건물수량이 많아 도복할 위험이 있으므로 이 이하로 시비하는 것이 바람직하다.
- ⑤ 목초와 사료작물에 대한 시비량 기준〈표 7〉

#### 〈주석〉

- ① 화학비료로 시비하는 경우의 질소시비량은 각 우분의 이용률을 30%로 하여 질소량에 상당하는 분량을 산출하였다.  
예제) 화분과 목초에 추비를 시비할 경우 질소 100kg/1회/ha를 시비할 때, 액상구비의 질소함량 0.5% x 0.3 = 0.15%가 된다.  
따라서, 질소 100kg / 0.15 = 6.6톤(현물)을 시비해야 하는 것이 된다.
- ② 기비 : 목초에서 초지조성 또는 갱신시

- ③ ( ) : 시비하는 질소의 50%를 화학비료로 시비하는 경우
- ④ 다른 가축 분의 경우 다음의 계수를 곱한다 : 돈분 0.5, 계분 0.2,
- ⑤ 인산(P2O5)과 칼리(K2O)의 시비량의 경우, 인산은 초지에서 기비로 사용하는 것이 원칙으로 일률적으로 200kg/ha로 하며, 그 이외는 질소와 거의 같은 량으로 한다. 칼리는 질소와 같은 량으로 한다.
- ⑥ 부족되는 성분량은 화학비료로 보충한다. 사질 토양이나 따뜻한 지역에서는 많은 량을, 점질 토양이나 한랭지에서는 적은 량을 선택한다.㉞

〈필자연락처 : 033-250-8635〉