

충북 북부지역의 가축분뇨처리실태와 개선대책

오인환 · 성시흥 · 이종현

건국대학교 생물산업기계공학과

A Study on the Animal Waste Management in Northern Chungbuk Province and its Strategy

Oh, I. H., Sung, S. H. and Lee, J. H.

Department of Biosystems Engineering, Konkuk University, Danwol-dong 322, Chung-Ju, Chung-Buk, 380-701 Republic of Korea

Summary

A study was conducted to develop a management policy of animal waste in Northern Chungbuk province through investigating the status of animal waste management. In management of swine manure, rotary composting including a simple piling method has a portion of 64 %, using as a liquefied fertilizer 18 %, purification 9 % and ocean dumping 9 %, respectively. Most of them use the animal waste as a fertilizer to the agricultural land. The exercise ground of dairy farms was bedded with 70 % of sawdust and 30 % of conventional soil ground besides the stall. They had a storage tank for the waste water from milking parlor. Korean beef cattle farms mostly run sawdust stall, which changed new one in a term of 6 ~ 12 months. In case of layer, manure management was conducted in the order of simple piling method, rotary composting and ventilation into the piling mostly. Comparing the amount of excreted animal manure with that of possible spreading, the latter can be spread more than 2.9 times than the former in Northern Chungbuk province. The Northern Chungbuk province is an appropriate place to carry out an environmentally friendly animal production. An utilization model as a liquefied fertilizer should be developed for paddy field, upland field, orchard, and forage field to increase the value of animal waste effectively.

(Key words : Northern Chungbuk, Animal waste management, Manure production, Stall facility)

서 론

지역양분총량제, 농경지에 연계한 가축사육 밀도 제한 등의 제도(이 2004, 김 2003)가 검토되고 있는 상황에서 충북 북부지역의 가축 분뇨처리와 정책적인 대안을 마련하고자 연구를 수행하였다. 분뇨 퇴비화는 기술개발이 뒷

받침되고 정부의 보조사업 등으로 보편화가 되고 있으나, 분뇨 혼합의 경우에는 아직 그러하지 못한 형편이다. 퇴비화 방법은 재료의 수분 함량을 조절하기 위해 많은 양의 톱밥이나 왕겨 등이 필요하다. 이것이 또한 경영비 상승의 주된 원인이 되고 있다. 따라서, 퇴비화 기술은 기존의 방법을 변형시켜 수분조절

재 사용을 줄이는 방향으로 유도 개발되고 있다(Honda 1990, 오 1997).

특히, 낙농과 양돈에서는 축사 내에서의 제분작업에 소요되는 노동력을 절약하고자 슬러리 축사를 채택하고 있는 축산농가가 증가하고 있다. 최근에는 슬러리의 해결책으로 액비화에 관심이 모아지고 있으며, 일부 지역에서는 시행하고 있으나 아직 해결되어야 할 문제들이 많은 실정이다. 저장액비화 방법이 정부 사업으로 시행되고 있으나 살포할 농경지 확보, 살포시 악취문제 등이 대두되고 있다(오 1999, 2001).

정화처리방법은 주로 대규모 양돈농가에서 행해지고 있으며 주로 활성슬러지법이 적용되고 있다. 질소, 인도 기준에 맞게 제거하여 배출하여야 하나 고도의 기술, 경제성 등으로 미흡한 면이 있다(변 2004, Zhu et al. 2001). 그 외에도 생석회 안정화방법이라든가 건조증발방법, 그리고 극히 일부이기는 하지만 공해상 배출도 행해지고 있다. 공해상 배출에서는 톤당 16,000~20,000원 정도가 소요되며, 자원의 낭비뿐만 아니라 해양 환경을 오염시키기 때문에 바람직한 방법이라 할 수 없다. 충북 북부지역은 남한강 상류지역으로 수도권지역의 상수원이 되기 때문에 대부분 상수원 보호구역으로 지정되어 있어 특별한 주의가 요망된다. 따라서, 지역의 특수성을 고려하여 가축분뇨의 활용도 증진 방안을 마련하며 오염원을 최소화 할 수 있는 개선대책을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사기간

충북 북부지역의 가축분뇨처리 현황을 조사한 기간은 2002년 6월부터 2003년 1월까지 8개월간 실시하였다.

2. 조사범위

충북 북부지역의 각 시·군의 축산과, 환경과에서 양축농가에 관한 자료를 받고 설문조사서를 만들어 우편설문조사를 하였다. 총 1,178통의 설문지를 발송하였으며, 주소 불명의 104통이 반송되었고 78통이 회수되어 회수율은 7.3% 이었다. 그 외에도 전화통화 또는 직접방문의 조사방법으로 보완하였다.

3. 조사항목

축종별로 조사내용이 다르며, 사육현황, 축사의 종류, 가축분뇨처리방법, 처리시설, 퇴비액비 이용관계, 처리비용 등을 조사하였다. 응답한 양축농가를 대상으로 가축분뇨처리의 기술적 내용을 분리처리, 혼합처리, 처리공정 등으로 분석하였다.

결 과

1. 충북 북부지역의 가축사육현황

충북 북부지역 5개 시·군에서 사육하는 가축을 살펴보면, 한우, 돼지, 닭은 충주시에서 가장 많이 사육하고 있으며, 젓소는 음성에서 많이 사육하고 있다. 총 마리수는 한우가 41,977 두, 젓소 9,364 두, 돼지 225,125 두 그리고 닭이 5,633,098 수로 되어 있다(표 1). 법적 규제대상에 해당되는 호수로 한우의 경우에는 허가대상 1%, 신고대상 7%, 그리고 나머지 92%는 부업규모이며, 젓소는 허가대상이 15%, 신고대상이 41%로 되어 있다. 양돈의 경우에는 법적 규제에 해당되는 농가들이 많아 허가대상이 39%, 신고대상이 48%, 그리고 부업규모는 13%에 지나지 않는다. 닭은 신고대상이 12%, 부업규모가 88%로 나타났다.

이러한 가축사육 마리수에다 가축이 배설하

는 분뇨의 원단위를 곱하면 전체의 가축분뇨 발생량을 얻을 수 있다. 가축원단위 발생량은 환경부고시를 참고로 하였다(변 2004, 한 2000). 하루에 가축분뇨가 2,455 톤 발생하며 세정수를 포함하면 3,539 톤이 된다. 일년에는 896 천 톤이 발생하고 세정수를 포함하면 1,293 천 톤이 된다.

가축분뇨를 유기질 비료로 농경지에 환원할 때, 살포할 농경지가 충분히 확보되었는 지가 중요하다. 충북 북부지역의 농경지 지목별 현황은 표 2와 같다. 여기에다 농경지 단위면적당 가축분뇨살포 추천량을 곱하면 살포가능량을 얻을 수 있다. 논에는 2.4 톤/10a, 밭에는

이모작을 한다고 가정하여 2.2 톤/10a × 2 = 4.4톤/10a를 적용하였다. 그리고, 과수원에는 사과와 감의 경우에 추천량이 2.6 톤/10a, 목장용지에는 호맥과 옥수수를 이모작으로 재배한다고 보고 각기 4.3 톤/10a와 3.8 톤/10a를 합하여 8.1 톤/10a를 살포한다고 가정하였다. 따라서, 총 2,601 천 톤이 이 지역에 살포가능량으로서 가축분뇨 발생량의 2.9 배가 됨을 알 수 있다. 물론, 화학비료를 사용하는 곳과 지형상 살포가 가능하지 않은 곳도 있겠지만, 그러한 곳을 감안한다 하더라도 발생한 가축분뇨를 해당지역에서 이용하기에는 충분하다고 할 수 있다.

Table 1. Livestock raising status in Northern Chungbuk province(2001)

Area	Head of livestock				Number of Farms			
	Korean cattle	Milk cow	Swine	Poultry	Korean cattle	Milk cow	Swine	Poultry
Chungju	12,861	2,505	69,705	2,675,618	1,913	58	72	660
Jecheon	8,571	880	23,855	231,199	1,643	23	53	584
Goesan	7,377	1,306	58,442	1,379,608	1,711	29	73	348
Eumseong	9,563	4,382	64,473	1,281,932	763	108	80	161
Danyang	3,605	291	8,650	64,741	1,013	5	24	436
Total	41,977	9,364	225,125	5,633,098	7,043	223	302	2,189

※ Eumseong: Statistics in 2000.

Table 2. Using of Agricultural land in Northern Chungbuk province

(Unit: ha)

Area	Total	Upland	Paddy	Orchard	Prairie
Chungju	20,440	9,021	9,497	1,586	336
Jecheon	12,669	7,919	4,011	331	408
Goesan	15,043	7,958	6,585	117	383
Eumseong	16,308	6,838	8,428	719	323
Danyang	8,080	6,205	1,558	75	242
Total	72,540	37,941	30,079	2,828	1,692

Table 3. Possible amount of slurry spread in Northern Chungbuk province

(Unit : ton)

Area	Total	Upland	Paddy	Orchard	Prairie
Chungju	693,304	396,924	227,928	41,236	27,216
Jecheon	486,354	348,436	96,264	8,606	33,048
Goesan	542,257	350,152	158,040	3,042	31,023
Eumseong	548,001	300,872	202,272	18,694	26,163
Danyang	331,964	273,020	37,392	1,950	19,602
Total	2,601,880	1,669,404	721,896	73,528	137,052

지역별 살포가능량과 발생량의 비교에서는 충주시 693 천톤(306 천톤), 제천시 486 천톤(102 천톤), 괴산군 542 천톤(195 천톤), 음성군 548 천톤(254 천톤), 단양군 331 천톤(38 천톤)으로 되어, 단양군 8.7 배, 제천시 4.8 배, 괴산군 2.8 배, 충주시 2.3 배, 음성군 2.2 배의 순으로 살포 농경지에 여유가 있는 것으로 나타났다.

2. 양돈농가

가. 양돈농가현황

설문에 응답한 조사농가의 사육두수는 전업 규모 천두에서 5천 두 사이가 55%로 과반수 이상을 차지하며, 천 두 미만의 부업규모가 27%, 그리고 1만 두 이상의 기업규모가 18%를 차지하고 있다. 종사인원은 가족 노동력으로 주로 구성되어 있으나 기업규모에서는 10명 이상의 관리인을 두고 있다.

사육형태는 모돈을 확보하여 자돈을 생산하여 비육까지 시키는 일관사육이 82%로 대부분을 차지하고 있으며, 자돈을 구입하여 비육만 하는 곳이 두 곳(18%)으로 되어 있다. 돈사의 종류로는 양쪽에 원치커텐이 있는 개방돈사가 73%로 대부분을 차지하며, 무창돈사

가 3곳으로 27%를 나타내고 있다. 규모가 크고, 기업규모로 갈수록 가축질병 등 위생적인 면을 고려하여 무창돈사를 선호하는 것으로 나타났다.

돈사내에서의 제분작업은 수작업 27%, 스크레이퍼 36%, 틈바닥 36%로 노동력이 많이 소요되는 제분작업에 기계화, 생력화를 꾀하고 있는 것으로 나타났다. 축사 내에서 가축 분뇨의 처리형태로는 분리 처리하는 경우와 혼합 처리하는 경우가 5:6으로 거의 비슷하게 나타났다.

나. 양돈분뇨의 처리방법

양돈에서는 농장의 입지조건에 따라서 다양한 기술들이 적용되고 있다. 퇴비장에서의 단순저장이 46%를 차지하며 주로 소규모의 농장에서 행해지고 있다. 규모가 커질수록 기계를 이용한 교반발효방식(18%)이 채택되고 있으며, 그 외에도 정화, 저장액비화, 고온호기발효, 공해상 배출 등도 행하여지고 있다.

단순저장이나 교반 발효방법을 취하더라도 돈사에서 발생하는 오폐수를 저장할 탱크가 필요하다. 저장액비화 방식 및 고온호기발효방법에서도 6개월 저장용량의 탱크를 갖추어야 하는데, 정화처리에서는 질소, 인의 기준치 이내

로 제거가 필요하다.

사용하는 수분조절재의 종류로는 톱밥이 58%로 가장 많이 사용되고 있으며 왕겨는 톱밥 대체용으로 한 곳에서 사용하고 있다. 기타로는 볏짚 또는 고액분리기를 사용하는 경우이다.

돈분과 수분조절재의 혼합방법에 응답한 양돈농가중 절반 이상인 63%가 투입하기 전에 혼합하는 것으로 나타났다. 퇴비 발효장에서의 체류기간은 응답한 농가의 대부분이 퇴비장에서 3개월 이상 저장하는 것으로 조사되었으며, 3개월 미만이 한 곳이었다.

액상분뇨의 저장탱크 재질로는 73%가 콘크리트 재질의 것을 사용하고 있으며 합성수지 재질이 27%로 나타나고 있다.

농경지 이용면적과 형태에서는 자체 11 농가 중 5곳에서 이용하고 있다고 응답하였으며 한 곳의 이중응답을 포함한 이용경지의 유형은 다음과 같다. 응답한 농가 중에서는 자가소유(25%), 이웃농경지(17%), 임대농경지(8%)의 순이었다. 농경지가 없다고 응답한 경우가 6개소로 50%였다. 그리고 퇴비의 판매는 무상제공과 각기 50%로 같게 나타나고 있다. 발생하는 분뇨를 저장탱크에 보관할 시 발효촉진제를 사용하는 여부는 사용하는 곳과 사용하지 않는 곳이 각각 절반으로 나타났다.

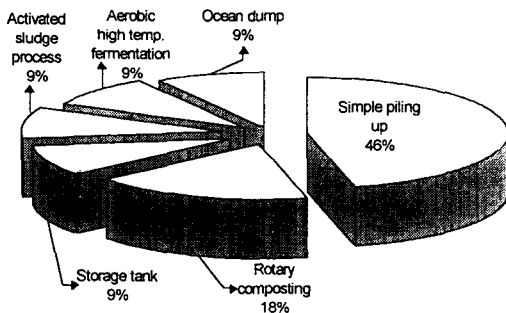


Fig. 1. Distribution of swine manure management.

악취문제로 인근주민들과 마찰이 있었으나 는 질문에는 36%가 있었다고 답하였으며, 55%가 아니오 라고 답하여, 앞으로는 악취문제 에도 관심을 가져 대책을 마련하여야 할 것이다.

기타 건의사항으로는 액비의 대량처리, 살포 시 악취에 의한 민원, 축산폐수의 하수종말처리장 유입시 비용이 많으며, 현실에 맞는 처리 시설이 요망된다는 점 등이었다.

3. 낙농분뇨처리

낙농의 경우에 설문에 응답한 목장의 규모는 전업규모인 50~100두 사이가 50%를 차지하며, 대규모인 100두 이상이 25%, 그리고 부업 규모인 50두 미만은 25%로 규모화가 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 상시 종사인원은 전체의 농가에서 2~3명으로 가족 노동력을 주로하여 경영되고 있었다.

우사 내에서의 제분작업은 88%가 수작업으로 행하여진다고 하였으며, 한 곳에서 스키드 로우더를 사용하고 있는 것으로 나타났다. 낙농에서는 톱밥운동장을 시설하여 운영하는 농가가 70%, 일반운동장을 이용하는 농가가 30%를 차지하고 있다. 톱밥운동장은 폐수의 유출을 원천적으로 차단한다. 그러나, 위의 두 경우에서도 우사의 청소수 및 착유실의 폐수를 저장할 탱크가 필요하다.

사용하는 수분조절재의 종류로는 톱밥과 왕겨를 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 퇴비 발효조에서의 체류기간은 대부분이 3개월 이상으로 퇴적시켰다가 필요할 때 퇴비로 사용하고 있다. 대부분의 목장에서는 우사의 청소수와 착유수의 폐수를 저장할 저장탱크를 보유하고 있으며, 재질로는 대부분이 콘크리트를 이용하고 있으며, 1개소(13%)에서 합성수지 재질의 탱크를 설치하고 있었다.

낙농분뇨의 농경지 이용에서는 대부분 자

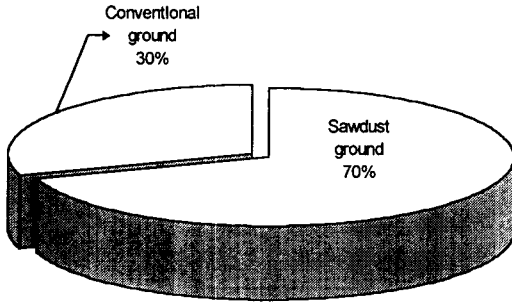


Fig. 2. Distribution of dairy exercise ground.

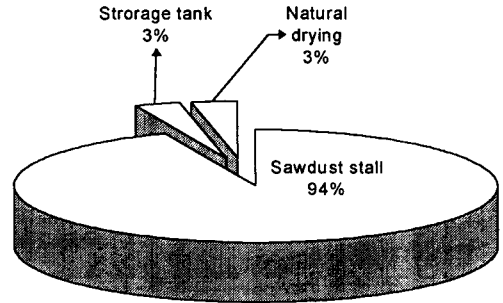


Fig. 3. Distribution of Korean cattle manure management.

가 소유농경지가 있으며, 임대하거나 이웃농경지에 살포하고 있었다. 그리고 2개(25%)의 낙농가에서는 판매도 하고 있는 것으로 나타났다. 낙농분뇨의 악취문제로 이웃과 마찰이 있었는가에 대한 질문에서는 오직 1개(13%) 농가에서 있었다고 대답하였으며, 양돈보다는 그렇게 문제가 심각하지 않은 것을 알 수 있다.

이 지역의 낙농목장은 중소규모로 대부분 톱밥운동장에서 사육하여 폐수가 유출되는 것을 원천적으로 차단하고 있다. 운동장에 톱밥, 왕겨 또는 대팻밥 등을 미리 깔아주며 3~6개월간 사용한 후 갈아주고 있다. 사용된 톱밥 분뇨혼합은 퇴적장에서 자연 상태로 발효숙성시킨 후 퇴비로 이용하고 있다. 목장에는 저장탱크(용량 5~100톤)가 있어 우사폐수나 착유실 세정수를 이 곳에 모았다가 농경지에 살포하는 방식을 취하고 있다. 이때 저장탱크의 용량이 충분하여 발생하는 폐수가 농경지에 사용하기 전까지 저장할 수 있어야 한다.

4. 한우분뇨처리

설문에 응답한 한우농가는 총 36개 농가였다. 사육규모를 보면 50두 미만의 부업규모가 58%로 과반수 이상을 차지하였으며, 전업규모인 50두~100두 사이가 33%, 그리고 100

두 이상의 대규모 농장이 8%를 차지하였다. 상시 종사인원은 300두 사육규모를 제외하고는 대부분 1~2명으로 가족노동력을 이용하고 있다. 사육형태는 깔개우사가 69%로 많은 부분을 차지하고 있었으며, 깔짚재료로는 왕겨와 톱밥을 사용하고 있으나 왕겨를 좀 더 많이 사용하고 있는 편이다. 분뇨처리 방법을 보면 톱밥우사 94%로 많은 부분을 차지하고 있었으며, 저장액비화와 자연건조방법이 각각 3%로 나타났다. 우사 내에서의 제분작업은 수작업이 64%로 가장 많고, 다음이 스크레이퍼 25%, 그리고 스키드루우더와 톱바닥이 각각 6% 이었다. 악취문제로 이웃주민들과 마찰이 있었느냐는 질문에는 91%가 없었다고 응답하였고, 있었다고 응답한 농가가 6%, 그리고 기타 3% 이었다.

이 지역의 한우사육은 50두 미만의 중소규모 농가가 대부분을 차지하고 응답한 농가 중 100두 이상은 3개소 뿐이었다. 한우 사육에서는 대부분 깔짚우사를 선호하고 있었으며, 수분조절재료로는 톱밥, 왕겨, 대팻밥 등을 이용하고 있다. 4~12개월 까지 사용한 후 갈아주고 있다. 일반적으로 한우에서는 폐수 발생량이 적어 저장탱크가 필요치 않으나 응답한 36개의 농가 중 8개소(22%)의 한우 사육농가에서는 저장탱크(용량 10~300톤)를 보유하고 있다.

5. 산란육계분처리

산란계의 사육규모는 부업규모인 1만수 이하는 없고, 전업규모인 1~5만수 사이가 63%로 가장 많고, 5~10만수 사이가 12%, 그리고 대규모인 10만수 이상이 25%로 나타났다. 종사인원은 전업규모에서 2~3명으로 가족 노동력이 주가 되고 있으며, 사육규모가 커질수록 10만수 이상에서는 10명 내외로 증가하였다. 계사의 종류로는 개방식이 50%, 그리고 무창계사와 기타가 각각 25%씩이었다. 사육 내부시설로는 A형 케이지가 56%로 가장 많고, 사육규모가 커질수록 직립형 케이지(31%)로 바뀌며, 유정란을 생산하는 곳에서는 평사 사육을 하고 있었다. 대규모의 산란계 사육농가에서는 개방식 교반 발효시설을 하여 톱밥, 왕겨 등을 수분조절재로 사용하고 있으며, 체류기간은 1.5~3개월 정도로 나타났다.

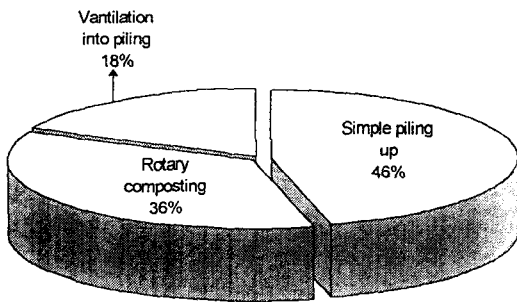


Fig. 4. Distribution of layer manure management.

산란계분의 처리는 퇴비장에서 단순저장이 46%, 규모가 큰 농가에서 교반발효 36%, 발효조에서 퇴적송풍 18%를 차지하고 있다.

육계분은 산란계와 달리 일반적으로 비육단계가 끝남과 동시에 퇴비업자가 육계분을 전량 수거해가고 있다.

결 론

충북 북부지역의 지역단위 가축 사육실태를

살펴보아 정책적 자료를 도출하고자 연구를 수행하였다. 양돈 분뇨처리에서는 단순저장 퇴비화를 포함하여 교반발효 퇴비화가 64%, 액비화 18%로 대부분 자원화하고 있으며, 정화처리 9%, 해양투기 9%로 나타났다. 양돈업에서의 악취문제는 축종중 가장 심각한 것으로 여겨진다.

낙농분뇨처리는 톱밥운동장 70%, 일반운동장 30%로 퇴비화를 하고 있으며, 착유실에서 나오는 세정수를 위한 저장탱크를 설비하고 있었다. 한우 분뇨처리에서는 대부분 톱밥우사를 운영하고 있었으며, 산란계분처리에서는 단순퇴비장, 교반발효, 퇴적송풍의 순으로 많았다.

가축분뇨발생량 대비 농경지 살포가능량에서 1:2.9배의 비율을 나타냈다. 지역양분총량제를 감안하여 농경지와 연계한 가축사육이 보편화 될 경우에 친환경축산의 유망한 지역으로 될 것이다. 따라서, 논, 밭, 과수원, 사료포장 등에 액비 이용에 관한 모델을 개발하여서 가축분뇨를 효율적으로 이용하도록 해야 할 것이다.

인 용 문 헌

- Grieser, F. 1996. Schlepsschlauchverteiler. Landtechnik 2/96.
- Honda, K. 1990. 자재회수, 재이용 방식에 관한 가축분의 퇴비화 시험. 가나가와현 축산시험장 연구보고 제 80호.
- Oh, I. H., Lee, J. and Burns, R. T. 2004. Development and Evaluation of a Multi-Hose Slurry Applicator for Rice Paddy Fields. Applied Engineering in Agriculture, ASAE 20(1):101-106.
- Weiland, P. 1994. Gülleaufbereitung in der Pilotanlage Damme-Haverbeck. KTBL.
- Zhu, J., Luo, A. and Ndegwa, P. M. 2001.

- Phosphorus Transformations in Swine Manure during Continuous and Intermittent Aeration Processes. Transactions of the ASAE Vol. 44.
6. 김창길. 2003. 친환경농업 시스템 구축을 위한 지역단위 물질균형분석. 양분수지를 이용한 친환경농업 실천방안 심포지엄, 농촌진흥청 pp. 63-95.
 7. 변주대. 2004. 가축분뇨 배출시설 및 처리시설 운영 관리 개선방향. 한국축산시설환경학회 추계심포지움, 2004.10.15. pp. 17-34.
 8. 오인환. 2001. 호스지표살포기의 약취감소효과 분석. 축산시설환경학회지 7(2):119-126.
 9. 오인환. 2000. 호스지표살포기의 살포균일도 분석. 축산시설환경학회지 6(1):37-44.
 10. 오인환. 1999. 범농가차원의 액비이용체계. 건국자연과학연구지 제10집(2):211-216.
 11. 오인환. 1997. 가축분뇨의 로타리 교반 발효건조 기술분석. 한국농업기계학회지 22(4): 451-458.
 12. 이재용. 2004. 친환경축산 제도개선 방향. 한국축산시설환경학회 추계 심포지움, 2004. 10. 15. pp. 35-51.
 13. 한정대. 2000. 가축분뇨발생량 및 주요 성분 파악. 가축분뇨 자원화 및 이용기술 심포지움, 농촌진흥청 축산기술연구소 pp. 21-50.