

연구노트

젖소 액상분뇨에 화학제재를 첨가 시 질소 함량에 미치는 영향

최인학^{*,**} · 김창만^{*,**}

^{*}진생유기농(주) 중부대학교, ^{**}경북대학교 산업동물의학연구소
(2009년 4월 8일 접수; 2009년 5월 13일 수정; 2009년 6월 12일 채택)

Effects of Chemical Additives on Nitrogen Contents in Dairy Slurry

In Hag Choi^{*,**} and Chang Mann Kim^{*,**}

^{*}Ginseng & Organic Co., Ltd 407, Industry Academy Cooperation, Joongbu University, Chungnam 312-702, Korea
^{**}Research Institute for industry and animal medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
(Manuscript received 8 April, 2009; revised 13 May, 2009; accepted 12 June, 2009)

Abstract

To determine changes in nitrogen contents and optimal rates as N fertilizer, we investigated nitrogen characteristics in the slurry in the respond to the application of 0, 0.5, and 1 g of ferrous sulfate or alum /25g of dairy slurry. Additions of ferrous sulfate or alum increase total nitrogen, inorganic nitrogen, available nitrogen, and predicted available nitrogen contents in dairy slurry, resulting in reduction in pH. The best results were found in the treatment with 0.5 g of ferrous sulfate or alum /25 g of dairy slurry. In conclusion, the use of ferrous sulfate or alum as on-farm amendment to dairy slurry should be represented an alternative to improve N in dairy slurry.

Key Words : Ferrous sulfate, Alum, pH, Total nitrogen (TN), Inorganic nitrogen (IN), Available nitrogen (AN), Predicted available nitrogen (PAN), Dairy slurry

1. 서 론

과거 축산업에서 발생하는 분뇨는 농촌환경 자체의 자정능력 범위에서 해결되었지만, 소비자들의 의식주 변화로 인한 지금의 축산업은 집약적이고 기업화된 형태로 발전하게 되었다. 가축 사육 두수는 1970년 이후로 꾸준히 증가하는 추세에 있어 2007년 말을 기준으로 한우 2,034천두, 젖소 453천

두, 돼지 9,606천두, 닭 119,365천수가 사육되고 있다¹⁾. 그러나 축사면적당 사육두수와 사육밀도의 증가 때문에 축분뇨의 처리에 있어 한계점을 드러내기 시작하였고 동시에 환경에 대한 국민들의 관심이 높아지게 되어 축산업 그 자체가 환경오염원으로 인식하게 되었다. 그 결과 국가에서는 환경보전 관련 법 제정을 통해 환경오염물질을 규제하고 있지만, 축산농가 스스로의 의식전환이 요구되는 시점에 놓이게 되었다. 가축분뇨의 가치면에서는 부숙·발효의 형태로 재활용하면 환경을 보존할 수 있는 최고의 방법으로 알려져 있다. 그 예로 가축분뇨의 특성을 비교·분석한 연구²⁾에서 계분은 질소 성분

Corresponding Author : In Hag Choi, Ginseng & Organic Co., Ltd 407, Industry Academy Cooperation, Joongbu University, Chungnam 312-702, South Korea
Phone: +82-19-527-7422
E-mail: wicw@chol.com

이 높아 화학비료로 대체할 수 없는 부분에서 많은 효과가 있고, 돈분과 우분은 비료성분의 함유율이 낮지만 토양 개량제로는 높다고 하였다. 이와는 반대로 액상분뇨를 너무 지나치게 많은 양을 토양에 살포하거나, 저장·운송할 때 염류축적 및 악취 등의 환경문제가 발생한다³⁾. 그 예로 축사 내 배설된 분에서 질소(N)의 50%는 뇨(urine)의 구성성분인 요소가 암모니아로 손실된다⁴⁾. 이러한 손실된 암모니아는 토양에서 인(P)의 생성을 증가시켜 N/P 비율을 감소 시킴으로써 결국 작물에 이용되는 질소함량이 줄어드는 결과를 초래하게 한다고 보고하였다⁵⁾. 따라서 이에 대한 환경적인 문제를 줄이기 위한 국가적인 연구방향은 사료영양학적 연구와 함께 가축분뇨를 적절하게 이용한 퇴비화에 초점을 맞추고 있다^{2,6)}. 여기에서 가축분뇨를 이용한 퇴비화란 미생물에 의한 호기적 분해를 통한 발효과정을 거쳐 수분, 악취 및 병원성 이물질 등이 제거되고 충분한 유기물의 분해 등으로 화학적 안정화된 상태를 말한다. 그런데 가축분뇨를 숙성된 퇴비로 이용할 경우에는 토양에 살포시 물의 양분공급과 지력의 향상 등의 이점을 제공하지만, 미숙성된 퇴비를 다량으로 시비하게 되는 경우 작물의 생육 약화 등 여러 가지 장애작용이 일어날 수 있다. 따라서 가축분뇨 처리는 어떠한 방법으로 처리해야 경제적이고 효율적인지를 먼저 인식하는 것이 무엇보다 중요하다 할 수 있다.

최근 연구에서는 화학제제를 액상분뇨와 축분에 첨가하거나 분에 분무해 주는 것이 가축분뇨에 의해서 생기는 악취와 환경문제를 감소시키는 데 가장 효과적인 방법이라고 보고하고 있다⁷⁻⁹⁾. 화학제제들 중에 대표적인 황산알루미늄(aluminum sulfate, alum)은 가금에서 많이 생성되는 깔짚에 적용하여 암모니아 발생량을 줄이기 위해 사용되었지만¹⁰⁾ 젖소액상분뇨(dairy slurry)에 적용된 경우는 이제 걸음마 단계에 있다¹¹⁾. 그동안 미국과 멕시코에서 사용되는 점토성 광물인 zeolite 역시 암모니아를 감소시키는 축분 첨가제로 사용되고 있으나¹¹⁻¹³⁾ 화학제제를 젖소액상분뇨에 첨가하여 화학적 특성과 질소함량을 비교한 연구는 극히 소수에 불과하다. 본 연구는 화학제제를 수준별로 젖소액상분뇨에 첨가하여 질소함량을 분석하고, 토양에 시비될 때 유기질 비료로서의 가치를 극대화하기 위한 기초자료로 얻고

자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 시험 기간 및 장소

본 시험은 경상남도 언양에 위치한 목장에서 실시하였으며 모든 사양프로그램은 이 농장에서 수행하는 기준에 따랐다(대성목장, 일반적인 양축 방식으로 150두를 사육하고 있다). 실험 측정기간은 2003년 10월 1일과 16일로써, 15일 간격으로 동일하게 두 번의 젖소 액상분뇨를 채취하였다.

2.2. 시료 채취 및 화학제제 첨가 방법

본 연구에서의 분뇨채취기는 지름 5 cm, 길이 1 m, 1.5 m, 2 m 크기의 파이프를 본 연구에서 직접 설계하고 제작하였으며, 샘플은 한우액상분뇨 저장 탱크에 저장된 시료에서 채취하였다. 샘플을 채취하기 위해서는 저장된 탱크에 각각의 채취기를 서로 다른 4지점에서 채취하였다. 각 부위에서 채취한 4L 샘플을 잘 혼합한 다음, subsample을 채취하여 2L plastic bottle에 옮겨 분석시까지 4℃ 냉장고에 보관하였다⁷⁾. 젖소액상분뇨는 황산철과 황산알루미늄을 첨가량에 따라 처리한 구와 대조구로 나누었으며 화학제제 첨가량은 아래와 같다.

- 1) 각 대조구
- 2) 0.5 g FeSO₄(ferrous sulfate)와 Alum (Al₂(SO₄)₃·14H₂O, aluminum sulfate)/25 g 젖소액상분뇨 (dairy slurry)
- 3) 1.0 g FeSO₄(ferrous sulfate)와 Alum (Al₂(SO₄)₃·14H₂O, aluminum sulfate)/25 g 젖소액상분뇨 (dairy slurry)

2.3. 젖소액상분뇨의 성분 분석방법

pH 분석은 젖소액상분뇨를 30분 정도 정치하여 여과시키지 않고 pH meter (MettlerDelta 350, CH-8902 Urdorf, Switzerland)를 이용하여 측정하였다⁹⁾. 모든 분석은 건물함량으로 계산되었으며 건물함량은 수분함량을 측정한 후 100으로 뺀 다음 결정되었다. 총 탄소(Total carbon, TC) 함량은 건조시료를 회화시켜 무게차이로 계산하였다¹⁴⁾. 총 켈달 질소(Total kjeldahl nitrogen, TKN)의 분석은 5 g 시료에 20 ml Na₂S₂O₃·5H₂O를 첨가하고 Kjeldahl 분해 중

류 장치에서 분해 증류 단계를 거쳐 증류액을 1/14 N HCl 용액으로 적정하여 계산하였다¹⁵⁾. NH₄-N은 2 g 시료에 2 g MgO와 15 ml 2 M KCl을 첨가하여 Kjeldahl 분해 증류 장치에서 증류한 후 증류액을 0.005N H₂SO₄ 용액으로 적정하여 계산하였다¹⁶⁾. NO₃-N은 5 g 시료를 5 ml lead acetate 용액과 100 ml 증류수에 첨가하여 진탕기에서 4시간 정도 혼든 다음 여과액을 취하여 다시 100 ml 증류수와 45% NaOH 10 ml 첨가하여 Kjeldahl 분해 증류 장치에서 100 ml를 포집하였다. 포집한 용액에 Devarda's alloy 3 g을 첨가하여 Kjeldahl 분해 증류 장치에서 증류하여 증류액을 1/14 N HCl 용액으로 적정하여 계산하였다¹⁵⁾. TN, IN, ON, AN 및 PAN 함량은 위에서 분석하여 얻어진 TKN, NH₄-N 및 NO₃-N을 아래의 공식에 적용하여 계산하였다.

$$TN = TKN \text{ (Total Kjeldahl Nitrogen)} + NO_3\text{-N}^{17)}$$

$$IN = NH_4\text{-N} + NO_3\text{-N}^{18)}$$

$$ON = TN - IN^{19)}$$

$$AN = IN + 0.4 \times ON^{20)}$$

$$PAN = 80\% IN + 60\% ON^{19)}$$

2.4. 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료는 SAS package²¹⁾를 이

용하여 통계분석 처리하였으며, 각 처리 평균간 비교는 Duncan's Multiple Range Test²²⁾로 수행하였다.

3. 결 과

화학제제를 젖소액상분뇨에 수준별로 첨가하여 분석된 pH와 다양한 질소 N 함량을 Table 1과 2에 제시하였다. 10월 1일과 16일 채취한 시료에서 황산철을 첨가하여 분석 자료에서(Table 1) pH, 총 탄소(TC) 및 유기 질소(ON) 함량은 황산철의 첨가 수준에 따라 감소되었다(P<0.05). 총 질소(TN)와 질산태 질소(NO₃-N) 함량은 10월 1일과 10월 16일 모두 황산철 0.5 g 처리구에서 높았지만(P<0.05), 황산철 1.0 g 처리구와 대조구의 TN과 NO₃-N 함량은 비슷하였다(P>0.05). 10월 1일과 10월 16일 채취하여 분석된 암모니움(NH₄-N), 무기 질소(IN), 이용할 수 있는 질소(AN) 및 예측하여 이용할 수 질소(PAN) 함량은 대조구와 비교할 때 황산철 0.5 g 처리한 구가 높게 나타났다(P<0.05). 탄질율(C:N)은 10월 1일과 16일 공히 황산철 0.5g 처리구에서 가장 낮았으며 그 다음이 황산철 1.0 g 처리구, 대조구 순이었다(P<0.05).

황산알루미늄을 처리한 결과는 황산철과 마찬가지로

Table 1. Mean (±SEM) values of nitrogen contents in ferrous sulfate treated and untreated dairy slurry

| Items | FeSO ₄ treatment (October, 1) | | | FeSO ₄ treatment (October, 16) | | |
|--------------------------|------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Control | 0.5 g | 1 g | Control | 0.5 g | 1 g |
| pH | 7.50±0.01 ^a | 6.65±0.04 ^b | 6.07±0.05 ^c | 7.38±0.02 ^a | 6.72±0.01 ^b | 6.49±0.02 ^c |
| TC ¹ (%) | 38.32±0.51 ^a | 36.36±0.29 ^b | 35.82±0.33 ^b | 37.32±0.56 ^a | 35.08±0.25 ^b | 34.99±0.15 ^b |
| TN ² (mg/g) | 21.10±0.20 ^b | 23.10±0.20 ^a | 21.20±0.20 ^b | 22.40±0.10 ^b | 24.20±0.10 ^a | 22.40±0.10 ^b |
| NH ₄ -N(mg/g) | 0.50±0.10 ^c | 4.40±0.10 ^a | 4.30±0.10 ^b | 0.68±0.01 ^c | 5.30±0.10 ^a | 4.90±0.10 ^b |
| NO ₃ -N(mg/g) | 0.22±0.10 ^b | 0.24±0.10 ^a | 0.21±0.10 ^b | 0.23±0.01 ^b | 0.25±0.01 ^a | 0.22±0.01 ^b |
| IN ³ (mg/g) | 0.72±0.10 ^c | 4.64±0.10 ^a | 4.51±0.10 ^b | 0.91±0.11 ^c | 5.55±0.10 ^a | 5.12±0.10 ^b |
| ON ⁴ (mg/g) | 20.38±0.20 ^a | 18.46±0.20 ^b | 16.69±0.10 ^c | 21.49±0.10 ^a | 18.65±0.10 ^b | 17.28±0.10 ^c |
| AN ⁵ (mg/g) | 8.87±0.10 ^c | 12.02±0.10 ^a | 11.19±0.10 ^b | 9.51±0.10 ^c | 13.30±0.10 ^a | 12.03±0.10 ^b |
| PAN ⁶ | 12.80±0.10 ^c | 14.79±0.10 ^a | 13.62±0.10 ^b | 13.62±0.10 ^c | 15.63±0.10 ^a | 14.46±0.10 ^b |
| C:N ⁷ | 18.16±0.18 ^a | 15.74±0.10 ^c | 16.90±0.20 ^b | 16.66±0.26 ^a | 14.50±0.08 ^c | 15.62±0.04 ^b |

^{a-c}Row means with the same letter are not significantly different (Duncan's Multiple Range Test, P<0.05).

¹TC = total carbon.

²TN = total nitrogen, TN = TKN + NO₃-N (Douglas and Magdoff, 1991).

³IN = inorganic nitrogen, IN = NH₄-N + NO₃-N (Chadwick et al, 2000).

⁴ON = organic nitrogen, ON = Total N - IN (Bitzer and Sims, 1988).

⁵AN = available nitrogen, AN = IN + 0.4 * ON (Knezek and Miller, 1976).

⁶PAN = predicted available nitrogen, PAN = 80% IN + 60% ON (Bitzer and Sims, 1988).

⁷C:N = total carbon:total nitrogen.

Table 2. Mean (\pm SEM) values of nitrogen contents in aluminum sulfate treated and untreated dairy slurry

| Items | Alum treatment ¹ (October, 1) | | | Alum treatment (October, 16) | | |
|--------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Control | 0.5 g | 1 g | Control | 0.5 g | 1 g |
| pH | 7.55 \pm 0.03 ^a | 4.75 \pm 0.02 ^b | 4.02 \pm 0.02 ^c | 7.54 \pm 0.03 ^a | 4.67 \pm 0.01 ^b | 4.00 \pm 0.01 ^c |
| TC ² (%) | 40.55 \pm 0.49 ^a | 39.31 \pm 0.29 ^b | 36.33 \pm 0.47 ^c | 40.41 \pm 0.16 ^a | 36.06 \pm 0.34 ^b | 37.05 \pm 0.24 ^b |
| TN ³ (mg/g) | 21.60 \pm 0.10 ^b | 23.80 \pm 0.20 ^a | 21.70 \pm 0.20 ^b | 21.50 \pm 0.10 ^c | 24.70 \pm 0.20 ^a | 22.40 \pm 0.20 ^b |
| NH ₄ -N(mg/g) | 0.40 \pm 0.10 ^c | 4.70 \pm 0.10 ^a | 4.60 \pm 0.10 ^b | 0.60 \pm 0.10 ^c | 5.20 \pm 0.10 ^a | 4.40 \pm 0.10 ^b |
| NO ₃ -N(mg/g) | 0.20 \pm 0.01 ^b | 0.25 \pm 0.01 ^a | 0.20 \pm 0.01 ^b | 0.17 \pm 0.01 ^b | 0.20 \pm 0.01 ^a | 0.16 \pm 0.01 ^b |
| IN ⁴ (mg/g) | 0.60 \pm 0.10 ^c | 4.95 \pm 0.10 ^a | 4.80 \pm 0.10 ^b | 0.77 \pm 0.10 ^c | 5.40 \pm 0.10 ^a | 4.56 \pm 0.10 ^b |
| ON ⁵ (mg/g) | 21.00 \pm 0.20 ^a | 18.85 \pm 0.20 ^b | 16.90 \pm 0.10 ^c | 20.73 \pm 0.10 ^a | 19.30 \pm 0.20 ^b | 17.84 \pm 0.20 ^c |
| AN ⁶ (mg/g) | 9.00 \pm 0.10 ^c | 12.49 \pm 0.10 ^a | 11.56 \pm 0.10 ^b | 9.06 \pm 0.10 ^c | 13.12 \pm 0.10 ^a | 11.70 \pm 0.20 ^b |
| PAN ⁷ | 13.08 \pm 0.10 ^c | 15.27 \pm 0.10 ^a | 13.98 \pm 0.10 ^b | 13.05 \pm 0.10 ^c | 15.90 \pm 0.10 ^a | 14.35 \pm 0.10 ^b |
| C:N ⁸ | 18.77 \pm 0.29 ^a | 16.52 \pm 0.14 ^c | 16.74 \pm 0.26 ^b | 18.79 \pm 0.10 ^a | 14.60 \pm 0.14 ^c | 16.54 \pm 0.13 ^b |

^{a-c}Row means with the same letter are not significantly different (Duncan's Multiple Range Test, $P < 0.05$).

¹Alum = $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$.

²TC = total carbon.

³TN = total nitrogen, TN = TKN + NO₃-N (Douglas and Magdoff, 1991).

⁴IN = inorganic nitrogen, IN = NH₄-N + NO₃-N (Chadwick et al, 2000).

⁵ON = organic nitrogen, ON = Total N - IN (Bitzer and Sims, 1988).

⁶AN = available nitrogen, AN = IN + 0.4 * ON (Knezek and Miller, 1976).

⁷PAN = predicted available nitrogen, PAN = 80% IN + 60% ON (Bitzer and Sims, 1988).

⁸C:N = total carbon:total nitrogen.

지로 비슷한 경향을 나타내었다. 10월 1일과 16일 채취하여 분석된 pH, TC 및 ON 함량은 황산알루미늄 수준에 따라 감소되었다($P < 0.05$). 황산알루미늄 1.0 g 처리구와 대조구는 10월 1일과 16일 채취하여 분석된 TN과 NO₃-N 함량이 비슷하였지만($P > 0.05$), 황산알루미늄 0.5 g 처리구에서 TN과 NO₃-N 함량이 가장 높게 나타났다($P < 0.05$). 그러나 10월 16일 분석된 TN 함량은 모든 처리구에서 통계적 유의성이 인정되었다($P < 0.05$). 10월 1일과 16일 채취하여 분석된 NH₄-N, IN, AN 및 PAN 함량은 황산알루미늄 0.5 g 처리한 구가 가장 높게 나타났으며, 황산알루미늄 1.0 g, 대조구 순으로 낮은 함량을 보여주었다($P < 0.05$). 그리고 10월 1일과 16일에 채취하여 분석한 C:N에서도 황산알루미늄이 0.5 g 처리구에서 가장 낮았고, 대조구에서는 C:N이 높았다($P < 0.05$).

4. 고찰

본 연구는 젖소액상분뇨에 황산철과 황산알루미늄을 첨가하여 다양한 질소함량을 대조구와 비교하여 토양에 살포시 비료가치성에 대한 평가에 주안

점을 두고 있다. 분석된 pH는 황산철과 황산알루미늄 첨가 수준을 달리 했을 때 감소되는 것으로 나타났다. 깔짚과 돈분에 황산알루미늄과 염화알루미늄을 첨가한 Moore 등^{10,23)}의 보고와도 일치하였다. pH의 감소는 화학제재의 특성에 의존하는 것으로 판단되며. 축분뇨의 특성에 따라 화학제재를 첨가하여 측정된 pH 감소범위는 4.5~7.5로 다양하다고 보고하였다^{11,23,24)}. TC 함량은 황산철과 황산알루미늄 처리구 역시 대조구와 비교할 때 감소되는 것으로 나타났다. 일반적으로 축분속의 유기물은 미생물 호흡을 통해 대기 중에 이산화탄소로 배출이 되어 유기물과 TC 함량 감소를 가져오는 것으로 알려져 있다²⁵⁾. 화학제재 특성에 대한 Carlile²⁶⁾의 연구는 미생물 성장을 억제하는 능력이 있다고 하였지만, 위의 결과를 기준으로 할 때 TC 함량이 감소된 이유가 화학제재 첨가에 따라 젖소액상분뇨에 함유된 미생물 호흡과 성장을 억제한 결과에 의한 것인지는 정확하지 않다. 다양한 질소 함량을 비교한 결과에서는 TN과 NH₄-N의 경우 대조구보다 황산철과 황산알루미늄 처리구에서 높게 나타났다. 황산철과 황산알루미늄 첨가 수준에서도 0.5 g 수준보다는 1

g 수준에서 TN과 NH₄-N 함량이 높을 것으로 예측했지만, 반대의 결과를 보여주었다. 이러한 결과는 젖소액상분뇨와 화학제재 사이의 결합력의 차이로 보여진다. 구체적인 예로 액상분뇨에서 TN 함량의 대부분은 NH₄⁺ 형태이며^{7,18)}, NH₄⁺ 손실은 화학제재의 첨가로 감소될 수 있다고 보고하였다⁷⁾. 본 실험 당시 화학제재를 1 g 수준으로 젖소액상분뇨에 첨가할 때가 0.5 g 수준보다 거품(foam)과 휘발성분이 많이 발생하였다는 점이 그 예이다. 일부 연구에서 산 형성 화합물(acid-forming compounds)은 액상분뇨에 첨가시 pH를 낮추어 NH₃ 휘발을 억제하며^{7,27,28)}, 깔짚에서는 TN과 다른 질소 함량을 높여 토양에 시비 시 단위면적당 작물수확량이 두배 정도 증가된다고 하였다²⁹⁾. 따라서 본 연구에서는 젖소액상분뇨로 발생하는 암모니아 함량을 측정하지 않았지만, 화학제재를 0.5 g 수준에서 첨가하면 질소 손실을 줄이는데 효과적이었다는 결과를 증명하였다. 즉 질소 손실을 줄인다는 것은 암모니아 함량이 감소되어 총 질소 함량이 증가함으로써 토양에 이용할 경우 작물이 필요로 하는 질소공급량을 높일 수 있다는 것을 의미한다. NO₃-N 함량은 황산철과 황산알루미늄 0.5 g 수준에서 높았지만, 모든 처리구와 비교하면 아무런 차이가 없는 것으로 나타났다. 이것은 화학제재 처리가 젖소액상분뇨에 함유된 NO₃-N에는 영향을 주지 않는다는 것을 보여준다. 또한 보고된 연구에서도 NO₃-N는 질소함량 가운데서 가장 낮으며 무시된다고 하였다^{10,29)}. Table 1과 2의 결과에서 황산철과 황산알루미늄 처리구는 IN 함량이 대조구보다 높고 ON 함량이 낮게 나타났다. 화학제재를 이용하여 깔짚에 함유된 질소 함량을 비교 분석한 Choi와 Moore³⁰⁾의 선행연구와 일치하였다. 일반적으로 축분에 함유된 IN은 TN 기준으로 15~40%, ON은 14~99%라고 보고되어 있다^{18,31,32)}. 본 연구 결과를 보게 되면 두 화학제재(황산철과 황산알루미늄) 처리구의 IN과 ON은 TN 기준으로 각각 20~23%와 77~80% 범위였으며, 반면 두 대조구의 IN과 ON 함량 비율은 TN 기준으로 각각 3~4%과 96~97%로 보고된 연구와 비슷한 경향이있다. IN 함량은 축분뇨가 질소비료로서의 가치를 결정하는 중요한 역할을 하며 토양에서 작물이 흡수하는 과정과 질소이용은 즉시 ON이 IN으로 전환되어 광물질

화 작용을 통해서 일어난다¹⁸⁾. 황산철과 황산알루미늄 처리구의 AN과 PAN 함량은 대조구보다 높았으며, Choi와 Moore^{30,33)}보고와 일치하였다. 이상의 결과로 볼 때 화학제재를 첨가한 젖소액상분뇨에 함유된 AN과 PAN이 높아졌다는 것은 TN과 IN 함량이 높다는 것을 의미하며 이들 함량에 의해 결정된다는 사실을 알 수 있었다. C:N은 두 화학제재 처리구가 대조구보다 감소하였다. 이는 TN 함량이 높을수록 C:N이 감소된다는 것을 보여주고 있다. 보고된 C:N은 15¹⁸⁾, 14~25³⁴⁾로 연구자들마다 다양하며 대부분은 15로 보고 있다. 15이상에서는 질소 광물질화가 천천히 진행되거나 또는 일어나지 않으며 15이하에서는 질소광물질화가 빨리 진행된다고 하였다³⁵⁾. 또 다른 연구에서는 질소 광물질화의 경우 젖소 액상분뇨가 가장 낮고 그 요인은 젖소 분, 액상분뇨 형태에 의존하며 이는 C:N에 영향을 준다고 하였다¹⁸⁾.

5. 결 론

젖소액상분뇨에 두 화학제재의 수준별 첨가에 따른 질소의 변화를 조사하여 토양에 시비 시 질소비료로서의 가치를 예측하였다. 그 결과 다음과 같은 사실을 확인 할 수 있었다.

첫째, 분석된 pH는 황산철과 황산알루미늄 첨가 수준을 달리 했을 때 감소되며 TN과 NH₄-N 함량이 높았다.

둘째, 황산철과 황산알루미늄을 젖소액상분뇨에 첨가 시 함유된 AN과 PAN이 높아지는 것은 TN과 IN 함량이 높아진 결과이며 C:N를 감소시킨다.

셋째, 질소비료로서의 가치는 황산철과 황산알루미늄 0.5 g을 젖소액상분뇨에 첨가하는 효과적인 것으로 관측되었다. 이상의 결과로 볼 때, 다른 축분에 비해 젖소액상분뇨는 질소비료로서의 가치가 낮지만 화학제재를 첨가함으로써 그 가치가 개선되는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 1) 국립농산물품질관리원, 2007, 가축통계조사, 1pp.
- 2) 양계연구, 1997, 가축분의 비료적 가치와 적정시비량, 48-51.
- 3) Pain B. F., Thompson R. B., DeLa Lande Cremer

- L. C. N., Ten Holte L., 1987, The use of additives in livestock slurries to improve their flow properties, conserve nitrogen and reduce odours, In *Animal Manure on Grassland Fodder Crops* (Eds H. G. v. d. Meer, R. J. Unwin, T. A. van Dijk. and G. C. Ennik), 229-245, Dordrecht, Netherlands: Martinus Nijhoff.
- 4) Bussink D. W., Oenema O., 1998, Ammonia volatilization from dairy farming system in temperature areas, *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 51, 19-33.
 - 5) Asman W. A. H., Sutton M. A., Schjorring J. K., 1998, Ammonia: emission, atmospheric transport and deposition. *New Phytol.*, 139, 27-48.
 - 6) 정광화, 김태일, 최기춘, 한정대, 김원호, 1997, 계분 의 호기성 퇴비화 과정 중 성분변화, *한국동물자원 과학회*, 39, 731-738.
 - 7) Molly S. P., Tunney H., 1983, A laboratory study of ammonia volatilization from cattle and pig slurry, *J. Agri. Res.*, 66, 37-45.
 - 8) Stevens R. J., Laughlin R. J., Frost J. P., 1989, Effects of acidification with sulphuric acid on the volatilization of ammonia from cow and pig slurries, *J. Agri. Sci. Cambridge.*, 113, 389-395.
 - 9) Smith D. R., Moore P. A. Jr., Griffiths C. R., Edwards D. R., Daniel T. C., Boothe D. L., 2001, Effect of alum and aluminum chloride on phosphorus runoff from swine manure, *J. Environ. Qual.*, 30, 992-998.
 - 10) Moore P. A. Jr., Daniel T. C., Edwards D. R., Miller D. M., 1995, Effects of chemical amendments on reduce ammonia volatilization from poultry litter, *J. Environ. Qual.*, 24, 293-300.
 - 11) Lefcourt A. M., Meisinger J. J., 2001, Effects of adding alum or zeolite to dairy slurry on ammonia volatilization and chemical composition, *J. Dairy Sci.*, 84, 1814-1821.
 - 12) Kithome M., Paul J. W., Bomke A. A., 1999, Reducing nitrogen losses during simulated composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments, *J. Environ. Qual.*, 28, 194-201.
 - 13) Borja R., Sanchez E., Duran M. M., 1996, Effect of the clay mineral zeolite on ammonia inhibition of anaerobic thermophilic reactors treating cattle manure, *J. Environ. Sci. Health. A.*, 31, 479-500.
 - 14) 농촌진흥청, 1999, 친환경농업을 위한 가축분뇨 퇴비-액비 제조와 이용.
 - 15) Nahm K. H., 1992, Practical guide to feed, forage, and water analysis(English Edition), Yoo Han Pub. Co., Seoul, South Korea.
 - 16) South Dakota State University Agricultural Experiment Station, 1995, Soil testing procedures, *Plant Science Pamphlet*, 81, 60-61.
 - 17) Douglass B. F., Magdoff F. R., 1991, An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. *J. Environ. Qual.*, 20, 368-372.
 - 18) Chadwick D. R., John F., Pain M. B. F., Chambers B. F., Williams J., 2000, Plant uptake of nitrogen from the organic nitrogen fraction of animal manures: A laboratory experiment, *J. Agric. Sci.*, 134, 159-168.
 - 19) Bitzer C. C., Sims J. T., 1988, Estimating the availability of nitrogen in poultry manure through laboratory and field studies, *J. Environ. Qual.*, 17, 47-54.
 - 20) Knezek B. D., Miller R. H., 1976, Application of sludges and waste waters on agricultural land, *Research Bulletin 1090*, Ohio Agriculture Research and Development Center, Wooster, OH, 1.1-1.2.
 - 21) SAS Institute, 1990, SAS/STAT user's guide, Version 6, 4th ed., SAS Institute Inc., Cary, NC.
 - 22) Duncan D. B., 1955, Multiple range and multiple *F*-test, *Biometrics.*, 11, 1-42.
 - 23) Smith D. R., Moore P. A. Jr., Maxwell C. V., Haggard B. E., Daniel T. C., 2004, Reducing phosphorus runoff from swine manure with dietary phytase and aluminum chloride, *J. Environ. Qual.*, 30, 1048-1054.
 - 24) Smith D. R., Moore P. A. Jr., Haggard B. E., Maxwell C. V., Daniel T. C., VanDevander K., Davis M. E., 2004, Effect of aluminum chloride and dietary phytase on relative ammonia losses from swine manure, *J. Anim. Sci.*, 82, 605-611.
 - 25) 황보순, 조익환, 박창일, 손장호, 2003, 돈분과 왕겨 의 혼합비율이 지렁이 생존에 미치는 영향, *대구대학교 생명과학연구*, 2(2), 79-88.
 - 26) Carlile F. S., 1984, Ammonia in poultry houses: A literature review, *World's Poult Sci.*, 40, 99-113.
 - 27) Witter E., Kirchmann H., 1989, Effects of addition of calcium and magnesium salts on ammonia volatilization during manure decomposition, *Plant Soil.*, 115, 53-58.
 - 28) Husted S., Jensen L. S., Jørgensen S. S., 1991, Reducing ammonia loss from cattle slurry by the use of acidifying additives: the role of the buffer system, *J. Food Sci and Agric.*, 57, 335-349.
 - 29) Moore P. A. Jr., Daniel T. C., Edwards D. R., 2000, Reducing phosphorus runoff and inhibiting ammonia losses from poultry manure with aluminum sulfate, *J. Environ. Qual.*, 29, 37-49.
 - 30) Choi I. H., Moore P. A. Jr., 2008, Effects of Liquid Aluminum Chloride Additions to Poultry Litter on Broiler Performance, Ammonia Emissions, Soluble Phosphorus, Total Volatile Fatty Acids, and Nitrogen Contents of Litter, *Poult. Sci.*, 87, 1955-1963.
 - 31) Sims J. T., 1986, Nitrogen transformations in a poultry manure amended soil: Temperature and moisture effects, *J. Environ. Qual.*, 15, 59-63.
 - 32) Sims J. T., 1987, Agronomic evaluation of poultry manure as a nitrogen source for conventional and no-tillage corn, *J. Agron.*, 79, 563-570.
 - 33) Choi I. H., Nahm K. H., 2004, Effects of applying two chemical additives to the litter on nitrogen and soluble reactive phosphorus contents of litter in broil-

- er houses, Korean J. Poultry Sci., 31, 221-228.
- 34) Kulling D. R., Menzi H., Krober T. F., Nefel A., Sutter F., Lischer P., Kreuzer M., 2001, Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from different types of dairy manure during storage as affected by dietary protein content, J. Agri. Sci., 137, 235-250.
- 35) Mary B., Recous S., 1994, Measurement of nitrogen mineralization and immobilization fluxes in soil as a means of predicting net mineralization. European, J. Agri., 3, 1-10.