

ARTICLE

구아노의 시비수준이 사일리지 옥수수의 생육과 사료가치에 미치는 영향

오 태 석 · 김 창 호\*

공주대학교 식물자원학과

Effect of the Guano Applied on Growth Characteristics and Feed Value of Forage Crops

Tae-Seok Oh, Chang-Ho Kim\*

Department of Plant Resource, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

Received: October 18, 2019  
 Revised: November 28, 2019  
 Accepted: December 20, 2019

\*Corresponding author :  
 Chang-Ho Kim  
 Department of Plant Resource,  
 Kongju National University,  
 Yesan 32439, Korea.  
 Tel : +82-41-330-1206  
 E-mail : changho@kongju.ac.kr

Copyright © 2019 Resources Science Research Institute, Kongju National University. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID  
 Tae-Seok Oh  
<https://orcid.org/0000-0001-7375-9470>  
 Chang-Ho Kim  
<https://orcid.org/0000-0002-2471-9672>

Abstract

This study attempted to use the high phosphate content in guano and examine the availability of guano as a phosphatic fertilizer by growing feed corns for a test to identify its effect of fertilizer, and reached the following conclusions.

Chemical attributes of guano included nitrogen (2.2%), phosphate (24.8%) and EC (1.52 ds/m), and it was alkaline (pH 8.8). When guano was manured by less than 20 kg per 10a, the percentage of germination of corns was over 95%, but when it was manured by over 22 kg per 10a, the percentage of germination dropped to less than 85%. Also, the average days to germination was poorest (5 days) in the treatment 5 where 22.1 kg of guano was manured per 10a. The treatment 3 where 18.7 kg of guano was manured per 10a showed the best quantitativity with 1,711 kg of biomass production per 10a and the highest TDN quantity (1,195 kg). The treatment 5 that 22.1 kg was manured per 10a showed the lowest biomass production and TDN quantity, 1,532 kg and 1,090 kg, respectively. In terms of feeding value, in leaves and stems of the treatments and controls manured with guano, ADF did not show significant differences between treatments, but in seed area, ADF increased in proportion to the amount of guano manured. Also, the leaves and stems of the controls and treatments did not show statistically significant differences in terms of NDF, but in seed area, it showed the same tendency as ADF. In regard of crude protein content, the seed area in treatments 3-5 that contained much guano content manured was found to have over 61%, indicating a statistically significant difference from the control (49.91%). As for RFV, the control showed higher level than the treatments, but irrespective of the amount of guano manured, the whole area of feed corn showed about 100 RFV level.

Keywords

Guano, Feed value, Fertilizer, Ear production

1. 서론

현재에는 농촌사회의 고령화 등의 사회적인 문제로 농촌의 노동력 감소는 시비하기 쉬운 화학비료 사용량 증대라는 현상을 야기했다. 농업의 궁극적인 목표는 농지의 단위면적당 생산량을 최대로 증대시키고, 상품의 고품질에 의한 고급화 및 다원화, 특수화 등을 목표로 각종 물질을 투입한 결과, 토양은 황폐 내지는 환경오염 등에 대해서는 무시하고 비료를 사용하고 있다(MAFRA, 2004). 이러한 결과, 토양의 산성화 및 농약의 사용량 증가로 인하여 결과적으로 경영비 증가 외에도 안전성 문제를 야기하고 있는 실정이다(Lee et al., 2009). 특히 근래에는 웰빙과 지속가능한 소비에 대한 국내의 관심

이 증가함에 따라 국민들이 친환경 제품에 대한 관심이 높아져 화학비료의 사용이 점차 줄어들고, 자연적인 자재만을 사용하는 농법인 친환경 농업에 대한 관심이 크게 높아지고 있는 실정이다(Kim *et al.*, 2010).

특히 과다하게 시비되는 비료 중에 인산은 작물이 이용하는 효율이 다른 성분에 비하여 낮고, 대부분은 토양 중에서 유실되거나, 불용성 상태로 존재하여 작물의 생육에 오히려 부적합 토양환경을 초래하는 문제점이 있다(Jung *et al.*, 2007). 그러나 인산은 3대 영양소 중에 하나로 식물체에서 핵산, 인지질, Phytates 등의 중요 구성성분으로 농업부분에서 사용하지 않을 수는 없고, 인산을 대체할 천연자원에 대한 연구가 필요한 시점이 되었다. 이에 구아노가 점차적으로 인산비료의 대체자원으로 인식되고 있는데, 구아노는 화학비료가 발명되기 이전에는 천연비료로써 농업에 이용되었다. 구아노의 출처는 바닷가 근처의 해초류 등이 퇴적되어 자연적으로 생성되는 천연의 유기물질로 질소와 인산의 함량이 높은 것으로 알려져 있다.

이 천연 유기질 비료의 한 종류인 구아노가 효과적이라는 사실이 알려지게 되었고, 일본에서는 이를 이용하여 토양개량제 및 비료로써 활용하고 있다. 구아노에 포함된 인산은 토양에 흡착정도가 잘 되지 않으므로 산성토양이나 화산회토양에 있어서의 비료효과가 높으며, 물에 잘 녹지 않지만 토양 중의 화산이나 유기산에 의해 수용성에 가까운 효과를 나타낸다(Han *et al.*, 1995). 구아노는 근래에 친환경농업이 각광을 받기 시작하면서 그 가치에 대해서 다시 관심을 갖게 되었으며, 근래에는 구아노의 문제점으로 지적되었던 시비의 불편함 등을 가공기술의 개발로 해결되었기 때문에 구아노의 활용도가 점차 높아지고 있다(Ito, 1995).

이에 본 연구는 인산함량이 높은 구아노를 이용하여 다비성 작물인 옥수수를 재배 후 옥수수의 생육특성과 사료가치 변화를 조사하여 합리적인 구아노의 활용방안을 제공하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 구아노의 화학적 특성분석 및 처리구 조성

구아노의 pH와 EC의 측정방법은 증류수 1:10 비율로 희석하여 측정하였고, 총탄소량은 dry-ashing법으로 총질소는 환원철법으로 분석하여 인산은 Lancancaster법으로 1:10(w/v)으로 추출하여 분광기(UV-2100, Shmadzu, Japan)로 분석하였으며 나머지 화학적 특성은 농업과학기술원의 토양화학분석법에 준하여 분석하였으며, 처리구 조성은 인산관행시비수준 10a당 17 kg 시비한 처리구를 대조구로 설정 후에 인산함량이 25%인 구아노를 대조구의 인산시비 수준의 13.6 kg, 15.3 kg, 18.7 kg, 20.4 kg, 22.1 kg 총 5가지의 처리구를 조성하였으며, 인산성분을 제외한 대조구와 각 처리구의 시비수준은 10a 기준으로 질소 17 kg, 가리 17 kg, 퇴비 1,000 kg을 시비한 후 사일리지 옥수수 품종인 강다옥을 이랑거리는 60 cm에 재식거리는 20 cm로 하였고, 상기의 처리구와 대조구를 난괴법 3반복으로 조성하여 강다옥을 2009년 5월 24일 파종하였다. 생육조사는 농촌진흥청 생육조사실험 기준에 의하여 간장, 간경, 착수와 그리고 엽면적 및 생체중, 건물중을 조사하였고, TDN 수량은 Pioneer Hi-Bred사가 제시한 공식  $TDN\text{건물수량} = (\text{경엽 건물수량} \times 0.582) + (\text{암이삭 건물수량} \times 0.85)$ 에 의하여 계산하였다.

### 사료가치 분석

사료가치 분석은 조단백질함량은 AOAC법(1990)을 이용하고, acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF)는 Goering과 Van Soseet법(1970)에 의하여 측정하였다. 사료가치 평가지표로는 조단백질, ADF 함량 및 NDF 함량으로 하였으며, 이를 기초로 상대적 사료가치를 분석하였다. DMI(dry matter intake)는  $DMI=120/NDF$ 의 공식을 이용하여 구하였고, DDM(digestible dry matter)함량은 미국초지학회의  $DDM = 88.9 - 0.779 \times ADF$ 의 공식을 이용하였으며, ADF와 NDF가 건물소화율과 섭취량과의 높은 상관관계를 가진 사실을 근거로 추정된 상대적 사료가치(RFV, relative feed value)는 분석된 ADF 및 NDF치로 계산하였으며(Holland 등, 1990), 계산식은 다음과 같다.

$$RFV = [88.9 - 0.779 \times ADF(\%) \times 120 / NDF] / 1.29$$

### 통계분석

처리구별 통계분석은 SAS(version 8.0, SAS Institute, USA)를 이용하여 사료용 옥수수 강다옥의 발아율과 생육특성을 5% 유의수준에서 분산분석으로 유의성을 검증하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 구아노의 화학적 특성

구아노의 화학적 특성은 Table 1과 같이 정리하였다. 질소함량은 2.2%이고, 가리함량은 1.05%이었으며, 유기물함량은 3.9%로써 일반 토양수준으로 질소와 가리 그리고 유기물과 같은 비효성분이 적으나, 인산함량은 24.8%로 나타나고 있다. 이러한 인산함량 수준은 시중에서 유통되고 있는 용성인비와 같은 인산질 비료의 인산함량보다 구아노의 인산함량이 높아, 인산질비료로써 구아노의 활용가능성은 높다고 사료된다. pH는 8.8로 알칼리성인데, Ito(1995)의 실험에서도 가공된 구아노를 이용하였을 경우에는 토양의 산성화를 방지하였다고 한 사실에 미루어 보아 산성화된 토양에 구아노를 시비하였을 경우에 토양을 중성화시켜 미생물의 생육을 촉진시키는 토양개량제의 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 EC는 1.52 ds/m으로 높은 수준이 나타나고 있다.

#### 사일리지 옥수수의 발아율

사일리지 옥수수의 발아특성은 Table 2와 같다. 발아율은 구아노의 시비수준이 증가함에 따라 불량한 것이 통계적으로도 확인되고 있다. 대조구와 구아노의 시비수준이 18.7 kg 이하인 처리구들의 발아율 등은 95-100%로 높은 편이나, 구아노의 시비수준이 많은 처리구 4와 5의 경우에는 80-85%로 낮았는데, 이렇게 낮은 발아율은 평균발아일수와 발아세에서도 같은 경향을 보이고 있다. 평균발아일수에도 처리구 4와 5는 평균 7-8일로 통계적으로도 유의차가 확인되고 있으며, 파종 후 5일을 기준으로 조사한 발아세의 경우에도 처리구 4와 5는 대조구와 다른 처리구들에 비하여 발아능력이 낮은 것으로 통계적으로 확인되고 있다.

이렇게 구아노의 시비수준이 많은 처리구들이 대조구나 구아노의 시비수준이 적은 처리구들에 비하여 발아율과 평균발아일수가 불량한 이유는 EC의 차이에 기인한 것으로 사료되는데, 원래 발아란 배유에 저장된 양분만으로도 특별한 외부환경이 조성되지 아니할시에는 원활한바 구아노의 1.52 ds/m인 EC수준으로 인하여 불리한 것으로 사료되며 이러한 연구결과는 EC 수준에 따른 원예용 상토평가 기준설정연구실험(NAAS, 2000)에서 확인되고 있는데, 작물의 발아 능력은 EC 수준이 높아질수록 발아율이 낮다는 결과와 유사하므로 구아노를 시비하여 작물을 생육할시에는 구아노의 높은 EC를 낮추어 작물의 발아율을 높이기 위해서 부재료 등을 혼합하는 방법 등을 좀 더 깊은 연구가 필요하겠다.

#### 사료용 옥수수의 생육특성

2009년 5월 24일 사일리지 옥수수를 이랑 너비 60 cm에 재식거리 20 cm로 3 반복하여 파종한 후에 조사한 사일리지 옥수수 생육기간은 Table 3과 같다.

**Table 1.** Chemical properties of guano

Materials	T-C (%)	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Ca (%)	Mg (%)	CEC (meq/100 g)	pH	EC (dS/m)
Guano	3.9	2.20	24.8	1.05	2.77	0.33	11.35	8.8	1.52

**Table 2.** The germination characteristics of a corn in soils amended with guano

Treatment	Germination percentage (%)	Average days to germination	Germination speed
Control pot	100 <sup>a1)</sup>	6 <sup>b</sup>	46 <sup>b</sup>
Experimental field -1	100 <sup>a</sup>	6 <sup>b</sup>	51 <sup>ab</sup>
Experimental field-2	95 <sup>a</sup>	7 <sup>ab</sup>	53 <sup>ab</sup>
Experimental field-3	100 <sup>a</sup>	6 <sup>b</sup>	44 <sup>b</sup>
Experimental field-4	85 <sup>b</sup>	7 <sup>ab</sup>	49 <sup>ab</sup>
Experimental field-5	80 <sup>b</sup>	8 <sup>a</sup>	59 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means followed by the same letter in the same columns are not significantly different (p<0.05).

**Table 3.** Growth period of a corn in soils amended with guano

Treatment	Character	Silking stage (day)	Heading stage (day)	Harvest season (day)
Control pot		62 <sup>a</sup>	70 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
Experimental field-1		60 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>	102 <sup>a</sup>
Experimental field-2		62 <sup>a</sup>	70 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
Experimental field-3		63 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	103 <sup>a</sup>
Experimental field-4		64 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	103 <sup>a</sup>
Experimental field-5		68 <sup>b</sup>	74 <sup>b</sup>	110 <sup>b</sup>

처리구 1의 경우에는 출사기와 출용기가 대조구보다 빨랐으며, 수확기 또한 대조구보다 길었다. 처리구 3의 경우에는 대조구와 같은 결과를 나타내었으며, 대조구와 가장 큰 차이를 나타낸 처리구는 처리구 5이다.

처리구 5를 제외하고는 출사기와 출용기간에 대조구와 처리구들간에 통계적인 유의차가 인정되지 않고, 출용기가 72일 이내로 나타나고 있다. 그러나 처리구 5의 경우에는 출사기도 68일로 가장 늦었다. 처리구 5의 이러한 출사기와 출용기의 지연은 수확기의 지연으로 이어진다는 보고와 같게(Kim *et al.*, 1998; Aldrich *et al.*, 1986) 처리구 5의 경우에는 수확기 역시 110일로 100-103일 사이에 수확기를 나타내는 대조구 및 다른 처리구들과 통계적으로 유의차가 확인되고 있으며, 이러한 수확기의 차이는 우리나라의 기상 여건상 가을철에 태풍 등의 발생이 많고, 이로 인하여 작물에 물리적 손상이 일어날 확률이 높으므로 구아노의 시비가 많은 처리구 5의 경우에는 생육에 있어 불리하다고 사료된다(Kim *et al.*, 1998).

사일리지 옥수수의 생육특성은 Table 4와 같은데, 간경과 간장의 경우에는 구아노의 시비수준이 많을수록 높아지는 경향이 있으며, 착수고의 경우에도 간장의 생육특성과 같은 경향으로 구아노의 시비수준이 증가할수록 착수고가 높아지는 경향을 보이고 있다. 대조구와 처리구 1이 낮은 착수고를 나타내고 있으며, 처리구 2와 3 그리고 처리구 5의 경우에는 착수고가 110 cm 이상으로 높게 나타났다. 엽면적의 경우에는 대조구가 7720 cm<sup>2</sup>로 가장 높았으며, 처리구 1-4까지 모든 처리구들이 7,000 cm<sup>2</sup> 이상으로 엽면적의 생육에 있어서는 큰 차이를 나타내고 있지 않으나, 처리구 5의 경우에는 6370 cm<sup>2</sup>으로 가장 불량한 엽면적을 나타내고 있다.

간경의 경우에는 처리구 3이 가장 크게 나타났으며, 나머지 처리구들은 350 mm이상으로 간경의 생육에 있어서는 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았다. 간장은 처리구 1, 3을 제외하고는 모두 290 cm 이상으로 나타났으며, 처리구 3도 285 cm로 통계적으로 큰 차이가 나타나고 있지 않다. 이러한 결과를 보았을 때 구아노의 시비량은 10a당 18.7 kg을 시비하였을 경우에는 오히려 생육에 불리하게 나타나는 것으로 사료되며, 이렇게 생육특성이 낮은 결과는 생육일수와 비슷한 경향을 보이고 있다.

### 사일리지 옥수수의 수량 특성

대조구와 처리구별 수량은 Table 5와 같다. 10a당 건물생산량은 구아노의 사용량이 많은 처리구 5가 1,532 kg/10a로 가장 적은 건물수량을

**Table 4.** The growth characteristics of a corn in soils amended with guano

Treatment	Quality	Stem diameter (mm)	Clum length (cm)	Ear setting (cm)	Leaf	Leaf area (cm <sup>2</sup> )
Control pot		356 <sup>c</sup>	251 <sup>c</sup>	103 <sup>bc</sup>	12 <sup>a</sup>	7,720 <sup>a</sup>
Experimental field-1		361 <sup>c</sup>	265 <sup>d</sup>	95 <sup>c</sup>	12 <sup>a</sup>	7,521 <sup>c</sup>
Experimental field-2		369 <sup>c</sup>	290 <sup>ab</sup>	115 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	7,289 <sup>d</sup>
Experimental field-3		405 <sup>a</sup>	285 <sup>ab</sup>	110 <sup>ab</sup>	12 <sup>a</sup>	7,230 <sup>e</sup>
Experimental field-4		359 <sup>c</sup>	295 <sup>a</sup>	100 <sup>bc</sup>	12 <sup>a</sup>	7,630 <sup>b</sup>
Experimental field-5		389 <sup>b</sup>	290 <sup>b</sup>	110 <sup>ab</sup>	12 <sup>a</sup>	6,370 <sup>f</sup>

**Table 5.** Yield of a corn harvested in soils amended with guano for silage

Treatment	Character	Dry matter (kg/10a)	Ear production (kg/10a)	TDN (kg/10a)
Control pot		1,698 <sup>a</sup>	779 <sup>bc</sup>	1,175 <sup>ab</sup>
Experimental field-1		1,594 <sup>bc</sup>	695 <sup>c</sup>	1,125 <sup>bc</sup>
Experimental field-2		1,637 <sup>ab</sup>	789 <sup>ab</sup>	1,182 <sup>ab</sup>
Experimental field-3		1,711 <sup>a</sup>	795 <sup>a</sup>	1,210 <sup>a</sup>
Experimental field-4		1,656 <sup>ab</sup>	769 <sup>c</sup>	1,195 <sup>ab</sup>
Experimental field-5		1,532 <sup>c</sup>	735 <sup>d</sup>	1,090 <sup>c</sup>

보였다. 이렇게 낮은 건물 생산량은 TDN 수량에서도 같게 나타나 처리구 5가 1,090 kg/10a로 가장 낮았고 이외의 처리구들은 TDN 수량 면에서는 통계적으로 큰 유의차가 나타나고 있지 않다. 그러나 이삭의 수량면에서는 인산의 사용량이 가장 적은 처리구 1이 10a당 695 kg으로 가장 낮은 수준을 나타내고 있으며, 처리구 3이 795 kg/10a로 가장 높았다. 처리구 3이 높은 이삭 수량은 구아노의 시비수준이 증가함에 인산이 증가한 결과로 사료된다. Kang 등(1991)의 보고에 의하면 인산을 일정수준 이상 시비할 때에는 옥수수품종에 따라 이삭의 수확량이 늘어난다고 하였는데, 처리구 3에 시비된 구아노의 인산함량은 총 18.7 kg으로 대조구에 비하여 10% 정도 더 많은 수준이었다. 그러나 18.7 kg 이상을 시비한 처리구 4와 5의 경우에는 처리구 3에 비해서 낮은 이삭 수량을 나타내고 있는데, 이러한 결과는 구아노에 함유된 인산이 작물의 생육에 있어서 활용가치가 있으며, 그 적정 시비량은 기존 인산시비량보다 10% 정도 증가하였을 때 경제적인 이삭생산량을 확보할 수 있다고 사료된다.

이렇게 구아노를 과다하게 사용하지 않는 이상, 기존의 화학비료를 대체할 수 있다는 사실이 Table 3과 4에서 나타나고 있는데, 옥수수과 같은 C<sub>4</sub> 작물인 수수의 생육에서도 Kim 등(2010)의 실험에서도 생육과 수량측면에서도 기존의 화학비료와 유의성이 없다는 결과가 본 실험에서도 확인되고 있으며 이러한 결과로 유추하여 볼 때 구아노는 인산 비료로써의 활용가능성이 높다고 사료된다.

### 구아노의 시비수준에 따른 사료가치

Table 6은 구아노를 투입하여 생산한 사일리지 옥수수의 부위별 사료가치를 나타낸 것이다. ADF는 잎과 줄기에서는 처리구들간에 유의차가 크게 나타나고 있지는 않으나, 종실부분에서는 구아노의 시비수준이 증가함에 따라 ADF도 증가하는 경향을 나타내 처리구 4가 5.19%로 가장 높은 ADF 수준을 나타내고 있다. NDF의 경우에도 줄기와 잎의 경우에는 대조구와 처리구들간에 통계적인 유의차가 크게 나타나고 있지 않으나, 종실부위에서는 ADF와 같은 경향을 나타내고 있는데, 종실부위에서는 구아노의 시비수준이 많은 처리구 3-5까지가 61% 이상으로 대조구 49.91%와 통계적 유의차가 있으며, 이는 인산의 함량이 높아 종실의 생육이 적합한 것으로 판단할 수 있으며 이러한 결과는 이삭의 건물생성량과 NDF와의 관계는 정의 상관관계를 나타내고 있다고 보고한 Son 등(2006)의 연구결과와 일치하고 있다. 조단백질은 강다육의 전 부위에서 구아노의 시비수준이 증감함에 따라 조단백질도 증가하는 경향을 나타내고 있다. 종실의 경우에는 처리구 5가 11.01%로 가장 높았으며 잎부위에서는 처리구 4가 15.73%이며, 줄기부위에서도 처리구 4가 4.27%로 가장 높은 조단백질 함량을 보이고 있다. 이렇게 구아노의 시비수준이 증가함에 따라 조단백질 함량이 증가한 원인은 구아노에 포함된 질소성분에 기인한다고 사료되는데, Choi 등(1990)의 연구결과에서도 조단백질 함량은 질소성분의 시비수준에 따라 증가한다는 결과와 일치하고 있다.

RFV의 경우에는 종실부위에서는 대조구가 처리구들에 비하여 높은 수준을 나타내고 있는데, 대조구의 이삭부위 RFV는 160.19로 가장 높았으며 구아노의 시비수준이 18.7 kg 이상인 처리구들에서는 127 전후로 대조구에 비하여 낮은 수준을 나타내고 있다. 그러나 잎과 줄기부위에서도 대조구와 처리구들간에 유의차가 크지 않으며, 구아노를 투입한 처리구들의 RFV도 전 부위에서 100 전후의 수준을 나타내고 있다. 대조구에 비해서 처리구들의 RFV가 낮은 수준을 나타내고 있으나, Holland 등(1990)은 성숙한 알팔파 건초의 RFV의 수준을 100으로 설명하였는데 본 실험에서의 RFV는 사료용 옥수수의 전 부위에서 구아노의 시비수준에 상관없이 100 정도의 수준을 보이고 있는 것으로 유추하면 구아노를 인산질 비료로 대체하여도 일정수준 이상의 사료가치는 확보할 수 있어 사료가치의 질적인 하락에 대한 문제는 없을 것으로 사료된다.

## IV. 요약

본 연구는 2009년 5월부터 9월까지 구아노를 이용하여 사일리지 옥수수를 시험재배하여 생육기간 및 생육특성을 조사하였고, 이를 기초로

**Table 6.** Feed values of a corn harvested from soil amended with guano

Treatment	Region	ADF	NDF	Crude protein	RFV
Control pot		3.79 <sup>d</sup>	49.91 <sup>c</sup>	9.02 <sup>b</sup>	160.19 <sup>a</sup>
Experimental field-1		3.85 <sup>d</sup>	54.44 <sup>b</sup>	8.80 <sup>c</sup>	146.78 <sup>b</sup>
Experimental field-2	Ear	3.71 <sup>d</sup>	55.16 <sup>b</sup>	7.43 <sup>c</sup>	145.05 <sup>b</sup>
Experimental field-3		4.36 <sup>c</sup>	61.43 <sup>a</sup>	7.85 <sup>d</sup>	129.48 <sup>c</sup>
Experimental field-4		5.19 <sup>a</sup>	61.75 <sup>a</sup>	8.99 <sup>b</sup>	127.83 <sup>c</sup>
Experimental field-5		4.98 <sup>b</sup>	61.73 <sup>a</sup>	11.01 <sup>a</sup>	128.12 <sup>c</sup>
Control pot			30.63 <sup>b</sup>	64.67 <sup>a</sup>	11.93 <sup>d</sup>
Experimental field-1	Leaf	30.21 <sup>b</sup>	62.26 <sup>a</sup>	10.12 <sup>e</sup>	97.66 <sup>a</sup>
Experimental field-2		30.79 <sup>b</sup>	62.80 <sup>a</sup>	10.29 <sup>e</sup>	96.16 <sup>a</sup>
Experimental field-3		31.24 <sup>ab</sup>	61.94 <sup>a</sup>	12.16 <sup>c</sup>	96.96 <sup>a</sup>
Experimental field-4		30.97 <sup>b</sup>	62.19 <sup>a</sup>	15.73 <sup>a</sup>	96.89 <sup>a</sup>
Experimental field-5		31.98 <sup>a</sup>	62.76 <sup>a</sup>	13.23 <sup>b</sup>	94.84 <sup>a</sup>
Control pot		34.04 <sup>ab</sup>	57.27 <sup>a</sup>	4.20 <sup>a</sup>	101.33 <sup>b</sup>
Experimental field-1	Stem	32.61 <sup>b</sup>	52.89 <sup>b</sup>	2.97 <sup>e</sup>	111.68 <sup>a</sup>
Experimental field-2		35.36 <sup>ab</sup>	59.10 <sup>a</sup>	3.23 <sup>d</sup>	96.57 <sup>b</sup>
Experimental field-3		34.21 <sup>ab</sup>	58.28 <sup>a</sup>	3.72 <sup>c</sup>	99.36 <sup>b</sup>
Experimental field-4		36.28 <sup>ab</sup>	58.06 <sup>a</sup>	4.27 <sup>a</sup>	97.15 <sup>b</sup>
Experimental field-5		38.03 <sup>a</sup>	56.08 <sup>ab</sup>	3.92 <sup>b</sup>	98.32 <sup>b</sup>

하여 구아노가 인산질 비료로써 활용가능성에 대해서 조사하였고 그 결과는 다음과 같다.

공시시료인 구아노의 화학적 특성은 질소가 2.2%, 그리고 인산이 함량이 24.8%이며, EC는 1.52 ds/m 수준이었고 pH는 8.8으로써 알칼리성이었으며, 구아노를 10a당 20 kg 미만으로 시비하면 옥수수의 발아율은 95% 이상이나 10a당 22 kg 이상을 시비하면 발아율이 85% 이하로 낮아지며, 평균발아일수도 10a당 구아노를 22.1 kg 시비한 처리구 5가 8일로 가장 불량하였다.

구아노를 10a당 18.7 kg 시비한 처리구 3의 수량성이 가장 양호하였는데, 10a당 건물생산량은 1,711 kg이었으며, TDN 수량도 1,195 kg으로 가장 높았으며, 10a당 22.1 kg을 시비한 처리구 5의 경우에는 건물생산량과 TDN 수량이 1,532 kg, 1,090 kg으로 가장 낮은 수준으로 조사되었다. 사료가치 측면에서는 구아노를 시비한 처리구들과 대조구들간에 ADF는 잎과 줄기에서는 처리구들간에 유의차가 크게 나타나고 있지는 않으나, 종실부위에서는 구아노의 시비량이 증가함에 따라 ADF도 증가하는 경향을 나타내고 있다. NDF의 경우에도 줄기와 잎의 경우에는 대조구와 처리구들간에 통계적인 유의차가 크게 나타나고 있지 않으나, 종실부위에서는 ADF와 같은 경향을 나타내고 있으며, 조단백질 함량은 종실부위에서 구아노의 시비량이 많은 처리구 3-5까지가 61% 이상으로 대조구 49.91%와 통계적 유의차가 확인되고 있다. RFV의 경우에는 대조구가 처리구들에 비하여 높은 수준을 나타내고 있으나, 구아노의 시비량에 상관없이 사료용 옥수수의 전 부위에서 100 전후의 RFV 수준을 나타내고 있다.

## References

1. AOAC. 1990. official method of analysis 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC.
2. Aldrich, SR, Scott WO, Holeft RG. 1986. Modern comproduction. 3rd ed A & Publ., Champaign, Illinois.
3. Choi SJ. 1990. Silage productivity of corn and sorghum in the southern part of Korea. MA. thesis, Youngnam Univ. Gyeongbuk,

- Korea.
4. Han TO, Kang YJ, Kim JS. 1995. Soil conditioner capable of neutralizing soil by supplying natural organic matters and nutrient rich macro minerals and preparation method thereof. Korea Patent 1019970045712.
  5. Holland CW, Kezar WP, Kaultz EJ, Lazowski WC, Mahanna and R. Reinhart R. 1990. The pioneer forage manual-A nutritional guide. pioneer Hi-Berd Inc., Des Moines, IA.
  6. Ito H. 1995. A fertilizer product. Korea Patent 1995-0002339.
  7. Kang YK. 1991. Effects of phosphate rate on growth and yield of sweet corn grown in volcanic ash soils. Korean J Crop Sci 36:52-56.
  8. Kim CH, Park SC, Lee HW, Kang HK. 1998. Comparison of growth characteristics, forage yield and growth analysis in corn hybrids for silage production. J Korea Grass Sci 18:79-88.
  9. Kim CK, Lee KY, Lim YK, Yang KH. 2008. Environment-friendly organic fertilizer with nitrogenous guano and palm ash as its main ingredient. Korea Patent 10-0935818-0000.
  10. Kim KS, Nam TS, Lee JS, Son JY, Choi KS, Mung KJ, IL J, Bae HW. 2010. Eco-friendly organic gardening topsoil. Korea Patent 10-0923207-0000.
  11. MAFRA. 2004. Management and utilization of condensed urine. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
  12. NAAS. 2000. Comparative test of crop yield in horticultural soil in distribution. National Institute of Agricultural Sciences.
  13. NAAS. 2000. Soil chemical analysis method. National Institute of Agricultural Sciences.
  14. Pote DH, Daniel TC, Moore Jr PA, Nichols DJ, Sharpley AN, Edwards DR. 1996. Relating extractable soil phosphorus to phosphorus losses in runoff. soil Sci Soc Am J 60:855-859.
  15. RDA. 1995. Standards for research on farming experiments. Rural Development Administration.
  16. Simard RR, Joern BC. 1998. Phosphorus loss in agricultural drainage: Historical perspective and current research. J Environ Qual 27:277-293.
  17. Sims JT, Simard RR, Joern BC. 1998. Phosphorus loss in agricultural drainage: Historical perspective and current research. J Environ Qual 27:277-293.
  18. Son BY, Moon HG, Jung TW, Kim SJ, Kim JD. 2006. Comparison of agronomic characteristics yield and feed value of different corn hybrids for silage. Korea J. Crop Sci 51:19-25.