초지조사료지 (J. Kor. Grassl. Forage Sci.) 28(3) : 237~244, 2008

Rye 단작 및 Rye-Red Clover 혼작에서 우분슬러리 시용이 작물의 생산성 및 토양 유기물 함량에 미치는 영향

최연식 · 정민웅 · 최기춘* · 육완방

Effect of the Application of Cattle Slurry on Productivity and Soil Organic Matter of Rye and Rye-Red Clover Mixture

Yeun Sik Choi, Min Woong Jung, Ki Choon Choi* and Wan Bang Yook

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of the cropping system of forage crops and application of cattle slurry on productivity of forage crops and soil fertility. The field experiments were conducted on the silt clay loam at Gongiam, Kwangju, Kyung-gi province in Korea for two years. This study was arranged in split plot design with three replicates. Main plots were the cropping systems, such as single crop and mixed crops. Subplots were the application rate of cattle slurry, such as 0, 150 and 300 kg N/ha. The yields of dry matter (DM) and nitrogen (N) were hardly influenced by the cropping system, whereas DM and N yields enhanced as increasing the rates of cattle slurry application ($p<0.05$). The contents of crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN) were hardly influenced by the cropping system, whereas CP content increased as increasing the rates of cattle slurry application ($p<0.05$). TDN was not differentially influenced by cattle slurry application. Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) contents were hardly influenced by the cropping system and application of cattle slurry. Organic matter (OM) content in soil samples collected at the end of the experiment were remarkably higher than those in the beginning of the experiment. The OM content of soil was significantly increased by application of cattle slurry ($p<0.05$).

(**Key words** : Rye, Red clover, Cattle slurry, Cropping system, Organic matter)

Ⅰ. 서 론

근래 수입조사료와 곡물가격의 급등으로 인하여 자급 조사료 확보를 위한 정부의 새로운 노력이 시작되었고, 특히 조사료에 대한 인식이 부족한 우리로서는 매년 막대한 양을 수입(999천톤; 농림부 2008년) 해야 하는 상황에 처해 있기 때문에 청보리와 같은 양질조사료 공급확대 그리고 부존 조사료자원의 개발 등이 더욱 강조되고 있다.

특히 경작지의 지력은 유기질 비료 없이 유지 및 증진이 불가능하기 때문에 가축분뇨를 이용한 액비나 퇴비의 중요성이 인정되지만 (Sommerfeldt와 chang, 1988) 우리나라의 가축분뇨 이용기술은 외국 선진국에 비해 아직도 부족한 실정이다 (신 등, 2000). 또한 이제까지

건국대학교 동물생명과학대학 동물생산 · 환경학 전공 (Dep. of Animal Sciences Environment., College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea)
* 서정대학 (SeoJeong College University)
Corresponding author : Dr. Wan Bang Yook, College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea. Phone:+82-2-450-3699. Fax:+82-2-455-1044. E-mail:wbyook@konkuk.ac.kr.

우리나라의 사료작물 생산을 위한 작부체계도 대부분 화본과 위주로 되어 있어 지력 감퇴나 병충해 발생 등의 증가로 사료작물의 생산성은 더 이상 증가되지 않거나 오히려 감소를 가져왔다. 이와 같은 이유로 세계적으로 가장 많이 재배되고 있고 사료가치도 가장 우수한 두과목초에 의한 지력증진과 목초의 생산성이나 사료가치의 증가에 미치는 효과를 비교 검토하고 동시에 가축분뇨를 부존자원으로서 활용하여 화학비료의 사용량을 절감하여 생태계 보존(Schechtner, 1979)과 사료자원을 확보를 통한 조사료의 수입개방에 대처할 수 있는 안정적 축산구조 개선을 위한 연구가 필요한 실정이다. 또한 최근 자급 조사료 생산에 있어서 사료가치를 향상시킬 수 있는 방법과 환경농업에 대한 관심이 증가되면서 화학비료의 사용을 감소시킬 수 있는 작물 작부체계와 두과 작물의 도입이 절실히 요구되고 있다.

화본과 작물의 생산성 향상을 위해 혼파하기에 가장 좋은 두과목초로 알려진 레드 클로버는 두과목초 중 알팔파에 이어 2번째로 수량이 높은 목초이나 알팔파에 비해 토양 가림성이 적으며 화이트 클로버 보다는 수량과 우점성이 낮기 때문에 벼과와 혼파하기에 적합한 것으로 알려져 있다. 또한 레드 클로버는 2～3년간의 단기간 동안만 생존하므로 혼파시 다소 파종량이 많아도 큰 문제가 되지 않으며 일반적으로 연맥, 호맥 등과 같이 파종하는 것을 권장하고 있다. 레드 클로버와 작부체계에 널리 이용되고 있는 호밀(*Secale cereale* L.)은 국산 품종(2004년 3～4품종)과 외국산(27품종)이 추천되어 재배되고 있으며, 강한 내한성과 재배이용이 쉬운 장점(Briggle, 1959)으로 인하여 세계적으로 많은 품종들이 육성, 개발되고 있는 실정이다. 그러나 호밀은 품종에 따라 숙기의 차이가 크고, 수확시기에 따라 수량과 품질의 차이가 크므로 지역별, 작부체계 등에 따라 어떤 초종보다도 품종의 선택이 중요한 것으로 되어있다.

특히, 환경보존과 작부체계를 중심으로 조사료의 영양적 가치 향상, 화학비료 절감을 위한 작부체계의 도입 그리고 사료작물 작부체계에 의한 가축분뇨의 이용성 증가를 위한 연구에 많은 관심을 기울여야 할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 사료작물 작부체계에 따른 액상분뇨 시용 수준이 호밀과 두과작물의 생산성 및 지력증진에 미치는 영향을 조사하였으며 또한 액상분뇨의 적정 시용량을 파악하고자 수행하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 시험기간 및 장소

본 시험은 경기도 광주시에 위치한 경기도도립 종축장내 초지 및 사료작물 시험포에서 2년 동안 수행하였으며, 공시토양의 성분은 Table 1과 같다.

시험이 수행되어진 기간 동안의 경기도 광주지방의 기상조건은 9월까지 집중적인 강우현상을 나타냈고, 작물의 한창 생육시기인 봄철(3～5) 강수량은 1차년 96 mm (100%), 2차년 30 mm (31%)로 2차년도에는 극심한 가뭄으로 작물의 생육에 좋지 않은 영향을 미치는 것으

Table 1. Chemical characteristics of the soil used in this experiment

pH (1:5H_2O)	OM[1)]* (%)	P_2O_5 (ppm)	Exchangeable Cations ($cmol^+$/kg)				CEC** ($cmol^+$/kg)
			K	Ca	Mg	Na	
5.66	1.72	35.04	0.12	2.54	1.98	0.05	6.80

* OM : organic matter.
** CEC : cation exchange capacity.

로 나타났다. 광주의 3～5월의 평균기온은 8.9℃로 30년 평균치인 8.1℃와 비교하여 차이가 없었다.

2. 시험재료 및 방법

본 시험은 조생종 호밀(Koolgrazer)과 레드 클로버(Kenland)의 혼작여부와 우분액비의 그 시용수준에 따른 효과를 파악하기 위해 주구는 호밀과 레드 클로버의 혼작여부에 따라 호밀단작, 호밀-레드 크로버 혼작으로, 세구는 우분액비(N-0.35% P-0.05%)의 시용수준에 따라 0 kg N/ha, 150 kg N/ha, 300 kg N/ha로 하여 분할구 배치법 3반복으로 수행하였으며, 각 시험구의 면적은 12 m²(3×4)로 하였다. 우분액비의 시용수준은 분뇨 중의 N 함량을 분석한 후 N 함량 기준으로 환산하여 년 2회 분할 시용하였다.

호밀과 레드클로버 파종은 1차년 9월 7일 및 2차년 9월 4일에 25 cm 간격으로 조파 하였다. 파종량은 호밀 단파시 150 kg/ha, 호밀－레드 클로버 혼파시(호밀 130 kg/ha, 레드 클로버 20 kg/ha) 파종하였다. 수확은 1차년은 4월 16일 및 2차년은 4월 20일에 수확하였다.

3. 생산성 및 시료분석

호밀과 호밀-레드 클로버 생산성 조사는(Rye: 출수기에 따라) 전 면적을 예취하여 측정하였고, 이 중 반복별 500 g을 Sample로 취하여 80℃의 열풍건조기에서 48시간 건조 후 평량하여 건물수량 및 영양분석 시료로 사용하였다. 시료의 NDF 및 ADF 함량은 Goering 및 Van Soest법(1970)에 의해 분석하였으며, 단백질 수량조사는 Kjeldahl 정량법으로 분석(AOAC, 1993)하였다. TDN은 Pioneer Forage Manual (1995)에 따라 구하였고 토양분석은 시험 전, 후 각 시험구 마다 3반복으로 표면을 약간 긁어 제거한 후 토양시료를 지면에서 20 cm 깊이로 채취하여 음건 후 분쇄하여 시료로 사용하였다. pH 측정은 pH meter로, 유기물은 Tyurin법에 의하여 실시하였다.

본 시험에서 얻은 모든 결과는 Windows 용 SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver 12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 단작 및 혼작에 따른 비교는 T-test를 시행하였고 우분액비 시용수준에 따라 각 처리구간의 비교는 oneway ANOVA test를 시행하여 최소유의차 검정(least significant difference method, LSD)로 유의성을 검정하였으며, 최소유의차는 p-value가 0.05로 평가하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 건물 수량

사료용 호밀 단작과 호밀-레드 클로버 혼작 체계에 있어서 우분액비 시용이 건물생산성에 미치는 영향은 Table 2에서와 같다.

우분액비 시용에 따른 건물생산량은 호밀 단작과 호밀-레드 클로버 혼작 모두에서 시용수준이 증가함에 따라 건물생산량도 증가하는 경향을 보였다. 작부체계에 따른 평균 건물생산량은 호밀-레드 클로버 혼작이 3.75 ton/ha으로 호밀 단작시 4.04 ton/ha 보다 감소하는 결과를 나타냈다. 연도별 건물생산량을 비교해 보면, 호밀 단작시에는 1차년도(4.55 ton/ha)가 2차년도(3.53 ton/ha)에 비하여 약 32% 정도 현저하게 감소되는 결과를 나타냈으며($p<0.05$), 혼작시에도 1차년도(4.16 ton/ha)가 2차년도(3.34 ton/ha)에 비해 약 20% 정도 감소되는 현상을 나타냈다($p<0.05$).

우분액비 시용에 따른 1, 2차년 평균 건물생산량은 무시용구에서 1.94 ton/ha, 우분액비 150 kg N/ha에서 4.26 ton/ha 및 우분액비 300 kg N/ha에서 5.49 ton/ha로 우분액비 시용량이 증가함에 따라 건물수량도 비례하여 증가하는 경향을 나타냈다($p<0.05$). 그러나 건물생산량은 작부체계와 우분액비 간의 상호작용 효과는 인

Table 2. Effect of the cropping system and of cattle slurry application on the content yields of dry matter(DM) yield in rye and rye-red clover mixture

Cropping system	CS* (kg N/ha)	DM (ton/ha) 1st Year	DM (ton/ha) 2nd Year	Mean
Single	0	1.89±0.09	2.15±0.12	2.02±0.04
	150	5.05±0.29	3.77±0.27	4.41±0.27
	300	6.71±0.64	4.67±0.12	5.69±0.34
Mixed	0	1.85±0.57	1.85±0.21	1.85±0.29
	150	4.46±0.62	3.74±0.03	4.10±0.30
	300	6.16±0.74	4.41±0.14	5.28±0.38
Main plot Cropping system				
Single		4.55±2.15	3.53±1.12	4.04±1.63
Mixed		4.16±1.96	3.34±1.16	3.75±1.54
Subplot CS-N rate (kg N/ha)				
0		1.87±0.37[c]	2.00±0.22[c]	1.94±0.21[c]
150		4.76±0.54[b]	3.76±0.17[b]	4.26±0.31[b]
300		6.44±0.69[a]	4.54±0.19[a]	5.49±0.39[a]
Interaction effects Main plot × Subplot		NS**	NS	NS

* CS : Cattle slurry ** NS : Non significant.
The data represent the means ± SD of the three experiments.
[a,b,c] Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level ($p<0.05$).

정되지 않았다.

호밀-레드 클로버 혼작이 호밀 단작에 비해 건물생산량이 감소하는 경향을 보였는데, 이는 레드 클로버 보다 호밀의 영양 및 생식생장기가 빠르기 때문에 레드 클로버의 생장에 영향을 주어 상대적으로 수량이 감소되었다는 Gangstadt (1964) 및 Trung 등 (1985)의 보고와 관련이 있는 것으로 생각된다.

일반적으로 가축분뇨의 반복적인 시용이 잔류 질소의 축적으로 인해 가축분뇨 시용 다음해의 목초 질소 이용성을 증가시켜 목초생산성을 향상시킨다고 알려져 있다 (Lund와 Doss 1980; Wolf 및 Van Keulen, 1989; Dilz 등, 1990). 그러나 본 연구의 결과에서는 건물생산량이 1999년도에 비해 2000년도에서 감소하였는데, 이는 장기간의 시험기간이 아닌 단기간에 이루어진 실험으로 질소잔여효과 (Residual nitrogen effect)가 소소하거나 작게 나타날 수 있다고 보고한 Whitehead (1995)의 결과와 관련이 있는 것으로 생각된다. 그리고 시험기간인 봄철 (3～5월)의 강수량이 2000년도에 30 mm (31%)로 1999년도 96 mm (100%)와 비교해서 심한 가뭄으로 목초의 초기생육이 좋지 않아 건물생산량에 많은 영향을 미친 것으로 보인다. 특히 혼작시 두과 작물은 화본과 작물에 비해 가뭄 피해에 더 민감하여, 작물 생산성이 강우량에 영향을 많이 받는다고 알려져 있다 (Cowling, 1961; Crouchley, 1979).

2. 조단백질 함량과 TDN 함량

우분액비 시용이 사료용 호밀 단작과 호밀-레드 클로버 혼작에 있어서 조단백질 함량과 TDN 함량에 미치는 영향은 Table 3에서와 같다.

호밀 단작과 호밀-레드 클로버 혼작에 있어서 평균 조단백질 함량은 단작에서 10.87%, 혼작 11.66%로 혼작에 의해서 약 0.79%로 증가하였다. 우분액비 시용에 따른 평균 조단백질 함량은 시용수준이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다 ($p<0.05$). 특히 1차년

Table 3. Effect of the cropping system and cattle slurry application on the contents of crude protein (CP) and total digestible nutrients(TDN) in rye and rye-red clover mixture

Cropping system	CS* (kg N/ha)	CP (%)			TDN*** (%)		
		1st Year	2nd Year	Mean	1st Year	2nd Year	Mean
Single	0	9.40±0.18	8.26±0.46	8.84±0.30	57.73±1.48	52.79±0.99	55.26±0.34
	150	12.04±0.55	9.65±0.61	10.84±0.55	57.95±0.96	53.38±0.38	55.67±0.41
	300	14.67±1.09	11.19±1.77	12.93±1.11	55.44±1.17	53.33±2.14	54.38±1.48
Mixed	0	10.36±0.92	8.57±0.51	9.46±0.67	58.71±1.69	55.43±1.26	57.07±0.63
	150	12.66±0.59	11.11±1.09	11.88±0.84	58.03±1.57	53.72±1.65	55.87±1.61
	300	15.30±0.62	11.98±1.22	13.64±0.34	56.53±2.31	54.19±0.74	55.36±1.19
Main plot Cropping system							
Single		12.04±2.36	9.70±1.60	10.87±1.88	57.04±1.60	53.17±1.23	55.10±0.97
Mixed		12.77±2.23	10.55±1.76	11.66±1.90	57.75±1.89	54.45±1.34	56.10±1.29
Subplot CS-N rate (kgN/ha)							
0		9.88±0.79[c]	8.41±0.47[b]	9.15±0.58[c]	58.22±1.52[a]	54.11±1.77	56.16±1.09
150		12.35±0.61[c]	10.38±1.13[a]	11.36±0.85[b]	57.99±1.16[a]	53.55±1.09	55.77±1.05
300		14.99±0.86[a]	11.59±1.43[a]	13.29±0.83[a]	55.98±1.74[b]	53.76±1.51	54.87±1.32
Interaction effects Main plot × Subplot		NS**	NS	NS	NS	NS	NS

* CS : Cattle slurry, **NS : Non significant, ***TDN=88.9－(0.79×ADF).
The data represent the means ± SD of the three experiments.
[a,b,c] Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level ($p<0.05$).

도에 비해 2차년도의 조단백질 함량이 현저하게 감소되었다($p<0.05$). 그러나 조단백질 함량은 작부체계와 우분액비 간의 상호작용 효과는 인정되지 않았다. Pionner Forage Manual (A Nutritional Guide. 1995)에 의하여 추정된 공식을 토대로 TDN은 함량은 구하였는데 그 결과는 Table 3에서 나타낸 바와 같다.

단작과 혼작의 작부체계에 있어서 평균 혼작과 단작의 TDN 함량은 각각 56.10%, 55.10%였으며, 우분액비시용에 따른 평균 TDN 함량은 무시용구에서 56.16%, 우분액비 150 kg N/ha에서 55.77% 및 우분액비 300kg N/ha에서 54.87%로 우분액비 시용량이 증가함에 따라 감소되는 경향을 나타냈다.

이상의 결과에서 볼 때 호밀과 레드 클로버 혼파에서 호밀 단파보다 조단백질 함량이 높게 나타났는데, 이는 Ta 및 Faris (1987)이 보고한 것처럼 두과와 화본과의 혼파의 경우 두과 목초내 질소 함량이 높은 것과 관련이 있는 것으로 생각된다. 또한 두과와 화본과 혼파에서 액비 시용이 두과의 비율을 높여 조단백질의 함량을 높일 수 있다고 보고한 내용과 관련이 있는 것으로 생각된다 (Castle와 Drysdale, 1962; Drysdale, 1966).

일반적으로 작부체계 및 우분액비의 시용은 목초 사료가치 증진에 중요하며, 특히 질소질 비료원의 공급은 사료가치 증진과 밀접한 관련이 있기 때문에 목초의 사료 가치를 향상시킬 수 있는 방법을 찾는데 많은 노력을 기울여야 할 것으로 생각된다.

3. Neutral detergent fiber (NDF) 및 acid detergent fiber (ADF) 함량

사료용 호밀 단작과 호밀-레드 클로버 혼작에 있어서 우분액비시용이 ADF 및 NDF 함량

에 미치는 영향은 Table 4에서와 같다.

가축의 사료 섭취량과 관계가 있는 NDF 함량은 단작에서 82.31%, 혼작에서 79.11%로 약 3% 정도가 혼작에서 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 우분액비 시용에 따른 평균 NDF 함량은 무시용구에서 79.51%, 우분액비 150 kg N/ha에서 80.91%, 우분액비 300 kg N/ha에서 81.71%로 시용량이 증가함에 따라 증가하였다.

또한 목초의 소화율과 부의 상관관계에 있는 ADF 함량은 단작에서 42.78%로 혼작에서 41.52%였고, 우분액비 300 kg N/ha 시용구에서 무시용구 보다 약간의 증가가 나타났다. 그리고 ADF 및 NDF 함량은 작부체계와 우분액비 간의 상호작용 효과는 인정되지 않았다.

4. 토양 유기물 함량

사료용 호밀 단작과 호밀-레드 클로버 혼작시 우분액비 시용에 따른 토양 유기물 변화는 Table 5에서와 같다. 유기물 함량은 호밀 단작과 호밀-레드 클로버 혼작 모두에서 우분액비 시용수준이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다.

작부체계에 따른 평균 토양 유기물 함량은 호밀-레드 클로버 혼작의 경우 2.14%로 호밀 단작의 1.97%와 비교하여 0.17%로 증가하였다. 우분액비 시용에 따른 평균 토양 유기물 변화는 우분액비의 시용수준이 증가함에 따라 토양 유기물의 함량도 현저하게 증가하는 경향을 나타냈다($p<0.05$).

이상의 결과에서 나타난 바와 같이 호밀 단작에 비해 호밀-레드 클로버 혼작시 유기물 함량이 높아지는 경향을 보였는데, Barnes (1995)은 화본과 두과 작물의 혼작시 두과목초의 질소원이 토양으로 이동하여 토양 유기물의 함량을 증가시킨다고 보고하였다. 또한 Christie 및 Beattie (1989)은 17년 동안의 우분액비의 지속적인 시용의 토양 깊이 15 cm에서 유기물 함량

Table 4. Effect of the cropping system and cattle slurry application on the contents of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) in rye single and rye-red clover mixture

Cropping system	CS* (kg N/ha)	NDF(%)		Mean	ADF(%)		Mean
		1st Year	2nd Year		1st Year	2nd Year	
Single	0	82.71±3.16	81.27±0.55	81.99±1.72	39.46±1.87	45.71±1.26	42.58±0.43
	150	80.57±2.68	83.50±1.60	82.04±1.77	39.18±1.22	44.96±0.48	42.07±0.52
	300	84.16±2.41	81.62±0.72	82.89±1.56	42.36±1.48	45.03±2.70	43.70±1.87
Mixed	0	73.96±3.01	80.10±1.42	77.03±1.64	38.22±2.13	42.37±1.60	40.29±0.80
	150	78.83±2.57	80.73±0.76	79.78±1.03	39.08±1.98	44.53±2.09	41.81±2.03
	300	79.17±5.18	81.89±2.83	80.53±2.55	40.98±2.92	43.93±0.93	42.46±1.50
Main plot Cropping system							
Single		82.48±2.86	82.13±1.39	82.31±1.53	40.33±2.03	45.23±1.55	42.78±1.23
Mixed		77.32±4.12	80.91±1.81	79.11±2.26	39.43±2.39	43.61±1.70	41.52±1.64
Subplot CS-N rate (kg N/ha)							
0		78.33±5.53	80.68±1.16	79.51±3.10	38.84±1.92	44.04±2.24	41.44±1.38
150		79.70±2.53	82.12±1.89	80.91±1.79	39.13±1.47	44.74±1.37	41.94±1.33
300		81.67±4.53	81.76±1.85	81.71±2.29	41.67±2.20	44.48±1.91	43.08±1.66
Interaction effects Main plot × Subplot		NS*	NS	NS	NS	NS	NS

* CS : Cattle slurry ** NS : Non significant.
The data represent the means ± SD of the three experiments.

Table 5. Effect of the cropping system and cattle slurry application on organic matter (OM) content of soil in rye single and rye-red clover mixture by the cropping system and cattle slurry application

Cropping system	CS[1)] (kg N/ha)	Organic matter (%)		Mean
		1 st Year	2 nd Year	
Single	0	1.66±0.18	2.06±0.18	1.86±0.00
	150	1.74±0.16	2.21±0.06	1.91±0.11
	300	2.00±0.26	2.25±0.06	2.13±0.13
Mixed	0	1.85±0.31	2.18±0.23	2.02±0.20
	150	2.03±0.32	2.23±0.21	2.13±0.25
	300	2.20±0.33	2.33±0.14	2.26±0.23
Main plot Cropping system				
Single		1.80±0.24	2.17±0.13	1.97±0.15
Mixed		2.03±0.31	2.25±0.18	2.14±0.22
Subplot CS[1)]-N rate(kgN/ha)				
0		1.76±0.25[b]	2.12±0.20	1.94±0.15[b]
150		1.88±0.27[b]	2.22±0.14	2.02±0.21[ab]
300		2.10±0.29[a]	2.29±0.10	2.20±0.18[a]
Interaction effects Main plot × Subplot		NS[2)]	NS	NS

* CS : Cattle slurry ** NS : Non significant.
The data represent the means ± SD of the three experiments.
[a,b] : Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level ($p<0.05$).

을 0.37%에서 0.45%로 증가시켰다고 보고하였다. 이처럼 본 연구의 결과에서 처럼 우분액비와 같은 가축분뇨의 시용은 토양내 유기물 함량을 증가시킬 수 있는 직접적인 방법이 될 수 있다고 많은 연구자들은 언급하였다 (Vistosh 등, 1973; Fraser 등, 1988; Eghball와 Power, 1994).

Ⅳ. 요 약

본 연구는 사료작물 작부체계에 따른 액상분뇨 시용수준이 호밀과 호밀-레드 클로버의 생산성 및 지력증진에 미치는 영향을 조사하기 위한 것으로, 경기도 광주시 곤지암에서 2년간 수행 되었다. 작부체계 (호밀단작, 호밀-레드 클로버 혼작)를 주구, 우분액비의 시용수준 (0, 150, 300 kg/N/ha)를 세 구로 하여 분할구 배치법 3반복으로 실험하였다. 파종량은 호밀-레드 클로버 혼작시 호밀 130 kg/ha, 레드 클로버 20 kg/ha을 매년 파종했으며, 호밀 단작시 150 kg/ha를 파종하여 수행하였다. 호밀단작과 호밀-레드 클로버 혼작에서 건물 생산량은 차이가 나타나지 않았으나 우분액비 시용이 증가함에 따라 그 생산성은 증가하였다 ($p<0.05$). 호밀단작과 호밀-레드 클로버 혼작에서 조단백질 및 TDN 함량은 차이가 나타나지 않았으나 우분액비 시용이 증가함에 따라 조단백질 함량은 증가 하였다 ($p<0.05$). 그러나 TDN 함량은 시용수준 증가에 따른 영향이 거의 나타나지 않았다. NDF 및 ADF 함량은 작부체계와 우분액비 시용수준의 증가에 따라 거의 영향이 나타나지 않았다. 토양유기물 함량은 시험 시작 전 토양보다 시험 후 토양에서 현저하게 증가하였으며, 작부체계에 의한 영향은 나타나지 않았다. 그러나 우분액비 시용이 증가함에 따라서 현저하게 증가하였다 ($p<0.05$).

V. 인 용 문 헌

1. 농림부. 2008년도 농림업 주요 통계집.
2. 신용광, 佐佐 木市夫, 곽영태, 2000. 가축배설물의 재생자원이용에 대한 경종농가의 선호분석 –선택형컨조인트모형을 이용하여–. 『농업경영·정책연구』 27(1):14-27.
3. AOAC. 1993. Official methods of analysis(14th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
4. Barnes, F.R., D.A. Miller and C.J. Nelson. 1995. Forages(fifth ed.). Vol I : An introduction to grassland agriculture. lowa State University Press, Ames, Iowa.
5. Briggle, L.W. 1959. Growing rye. USDA Farmers Bull. No. 2145, 16pp.
6. Castle, M.E. and Drysdale, A.D. 1962. Liquid manure as a grassland fertilizer. I. The response to liquid manure and to dry fertilizer. Journal of Agricultural Science, Cambridge 58:165-171.
7. Christie, P. and Beattie, J.A.M. 1989. Grassland soil microbial biomass and accumulation of potentially toxic metals from long-term slurry application. Journal of Applied Ecology 26:597-612.
8. Cowling, D.W. 1961. The collect of nitrogenous fertilizer on the production of a sward. l. Total annual production. Journal of the British Grassland Society 16:281-290.
9. Crouchley, G. 1979. Nitrogen fixation in pasture. 8. Wairarapa plains ryland, Master-ton. NewZealand Journal of Experimental Agriculture 7:31-33.
10. Dilz K Postmus KJ and Prins WH 1990. Residual effect of long term applications of farmyard manure to silage maize. Fertilizer Research 26:249-252.
11. Drysdale, A.D. 1966. A comparison of two source of nitrogen for grassland, with special reference to the grass/clover ratio. Proceedings of 10th International Grassland Congress, Helsink. pp. 255-258.
12. Eghball, B. and J.F. Power. 1994. Beef cattle manure management. J Soil Water Conserv. 49(2):113-122.
13. Fraser, D.G., J.W. Doran, W.W. Sahs and G.W. Lesoing. 1998. Soil microbial population and activates under convertional and organic management J. Enviorn. Qual. 17(4):585-590.
14. Gangstadt, E.O. 1964. Physical and chemical composition of grass sorghum as related to palatability. Crop. Sci. 4:269-273.
15. Goering. H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agic. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Officd, Washington, DC.
16. Pioneer Forage Manual, 1990. A Nutiritional Guide. Pioneer Hi-Breed International, Inc.
17. Lund ZF. & Doss BD. 1980. Residual effect of Dairy cattle manure on plant growth and soil properties. Agronomy Journal 72:123-130.
18. Schechtner, G. 1979. Auswirkungen von Dungung und Nutzung auf die botanische Zusammensetzung von Derwiesen und Dauerwisesenneuanlagen im Alpenraum. Ber. Int. Fachtagung “Bedetung der pflanzensoziologie fur eine standortsgemae und umweltgerechte Land-und Almwirtschaft.”, Gumpenstein, 12. u. 13. 9. 1978:259-336.
19. Sommerfeldt, T.G., C. Chang and T. Entz. 1988. Long-term annual manure applications increase soil orgarnic matter and nitrogen and decrease carbon to nitrogen ratio. Soil Sci. Soc. Am J. 52:1667-1672.
20. Ta, T.C. and M.A. Faris. 1987. Species variation in the fixation and transfer of N from legumes to associated grasses. Plant Soil. 98:265-274.
21. Trung, B.C. and S.K. Yoshida. 1985. Influence of planting destiny on the Nitrogen and grain Productivity of Mungbean. Japan J. Crop. Sci. 54(3):266-272.
22. Vitosh, M.L., Davis and B.D. Kenezk. 1973. Long-term effects of manure, fertilizer and plow depth on chemical properties of soil and nutrient movement in a monoculture corn system. J. Enviorn. Qual. 2(2):296-299.
23. Whitehead, D.C. 1995. Grassland nitrogen. CAB International Wallingford Oxon UK.
24. Wolf, J. and Van Keulen, H. 1989. Modelling long-term crop response to fertilizer and soil nitrogen. Ⅱ. Comparison with field result. Plant and Soil 120:23-38.

(접수일: 2008년 7월 21일, 수정일 1차: 2008년 7월 31일, 수정일 2차 8월 29일, 게재확정일: 2008년 9월 19일)