

흑염소를 이용한 유기초지조성과 식생 개선 효과

윤세형 · 임영철 · 김종근 · 이종경 · 최순호 · 조남철 · 최기춘

Study on Establishment of Organic Pasture by Using Korean Black Goat and Improvement of Botanical Composition

Sei Hyung Yoon, Young Cheol Lim, Jong Geun Kim, Joung Kyong Lee, Sun Ho Choi, Nam Chul Cho and Ki Choon Choi

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effect of establishment of organic pasture by hoof cultivation with Korean black goat on productivity of grassland and properties of soil. This study was conducted from August, 2005 to September, 2008 at Cheonan, Korea. Experiment was designed composing with 4 treatment : Standard (Control, T1), Grazing after application of cattle manure (T2), Application of cattle manure after grazing (T3), Application of cattle manure at half of grazing (T4). The establishment ratio of pasture in control treatment increased significantly as compared with that of organic treatment ($p < 0.05$). The yield of dry matter (DM) of pasture in control treatment increased significantly as compared with that of organic treatment. The contents of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and dry matter digestibility (DMD) of pasture were not influenced by cattle manure and grazing method. Grasses coverage ratio in grassland in second year after grassland development were higher than that of first year. The contents of organic matter (OM) and P_2O_5 in soil samples collected in organic treatment at the end of the experiment were higher than those of control. However, The pH, and the concentrations of CEC (Ca, Na and Mg) in soil samples collected in organic treatment were hardly influenced, as compared with those at the beginning of the experiment. This study suggests that the grasses and legumes coverage ratio in grassland can be improved by suitable pasture management.

(Key words : Organic pasture, Cattle manure, Grazing, Hoof cultivation, Grassland)

I. 서 론

근래 농축산물의 국가간 무한개방시대가 도래됨에 따라 우리나라 농축산업은 최대의 시련을 맞이하고 있다. 설상가상으로 국제 곡물가격의 급등으로 축산경영비 급상승과 쾌적한 환경에 대한 욕구로 가축분뇨에 대한 규제 강화 등이 축산업계에 중요한 난제가 되고 있다. 특히, 조사료 생산기반이 부족한 우리로서는 매

년 막대한 양을 수입해야 하는 현실이기 때문에 양질 사료작물 공급확대 그리고 초지조사료 자원의 개발 등이 더욱 강조되고 있다. 최근 유기축산에 대한 관심이 증가되면서 화학비료의 사용을 감소시킬 수 있는 가축분뇨이용 기술이 절실히 요구되고 있다. 가축분뇨는 다량의 유기, 무기물이 포함되어 있어 작물에 대한 종합적인 영양분 공급원으로 사용이 가능하므로 적정 환원용 토지를 확보하여 활용한다면

농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science RDA, Seonghwan-Eup, Cheonan 330-801, Korea)
Corresponding author : Sei Hyung Yoon, Grassland & Forages Division, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 330-801, Korea. Tel:+82-41-580-6772. Fax:+82-41-580-6779. E-mail: himryoon@korea.kr

자급 조사료생산 기반구축, 환경문제 완화, 토양이화학적 개선(Freeze와 Sommerfeldt, 1985; Sommerfeldt와 Chang, 1985; Campbell 등, 1986; Sommerfeldt와 Chang, 1987; Sommerfeldt 등, 1988; 신, 1999; Gilley 등, 1999)을 이룰 수 있다. 또한 다량의 화학비료를 대체할 수 있어 고부가가치의 양질 농축산물 생산을 통하여 농가의 소득 증대도 도모할 수 있다.

초식가축의 중요한 조사료원인 목초와 사료작물은 친환경 유기 재배에 매우 적합하여 가축분뇨의 자원화는 물론 환경오염에 대한 문제점을 최소화하기 위해 많은 연구가 이루어져 왔다(최, 1999; 육 등, 1997a; 1997b; 1992; 1999). 초지는 유기재배 조건에서도 관행재배의 86%에 달하는 수량을 올릴 수 있어 유용한 유기조사료원으로 이용될 수 있음이 제시되었으며(윤 등, 2004), 특히 목초가 유기적으로 생산되기 위해서는 초지의 조성 및 갱신과정도 유기적으로 이루어져야 한다.

본 연구는 흑염소를 이용한 초지 조성기술 확립과 퇴구비를 이용한 초지적정 관리에 의한 연차별 초지의 식생 및 생산성 추이를 분석하여 유기초지조성에 관한 기술을 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 충남 천안 소재 국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과 사료포장에서 2005년부터 2007년까지 3년간 수행하였다.

우분퇴구비는 6개월 동안 충분히 부숙시켜 이용하였으며, 성분을 분석하여 사용하였다. 우분퇴구비의 질소함량은 0.51%였으며, 사용량은 질소기준 150%로 하였고, 관리시에는 동량을 이른 봄 60%, 3회 예취 후 40%를 나누어 사용하였다.

기존식생 제거를 위한 방목축으로 흑염소를 이용하였으며, 기존식생의 양을 고려하여 방목강도(300두/ha)를 설정하였다.

시험구 배치는 제초제와 화학비료를 사용한

대조구(대조구), 퇴구비를 사용하고 목초를 파종한 다음 흑염소를 방목한 퇴구비사용방목구(퇴구비방목구), 흑염소를 방목한 다음 퇴구비를 사용하고 목초를 파종한 방목퇴구비사용구(방목퇴구비구), 흑염소를 방목한 다음 퇴구비를 사용하고 목초를 파종한 다음 다시 흑염소를 재 방목을 한 방목퇴구비사용재방목구(방목퇴구비방목구)의 4처리를 두었다. 처리구 면적은 가로 10 m, 세로 10 m로 100 m²였으며, 난괴법 3반복으로 수행하였다. 기존식생 제거를 위한 방목시기는 8월 중순이었으며 방목 후 일주일 정도에 기존 식생이 거의 제거되었다. 목초 혼파조합은 오차드그라스 위주 혼파조합으로 오차드그라스('Amba') 16 kg/ha, 툴페스큐('Fawn') 9 kg/ha, 페레니얼 라이그라스('Reveille') 3 kg/ha, 켄터키 블루그라스('Kenblue') 2 kg/ha, 화이트 클로버('Regal') 2 kg/ha의 비율로 파종하였다.

목초수량은 적기에 수확하여 생초량을 측정하였으며, 그 중 일부를 채취 칭량한 후 70℃에서 48시간 건조 후 건물 생산량을 산출하였다. 사료가치는 20 mesh의 Wiley mill로 분쇄하여 Kjeldahl 정량법으로 조단백질 함량(AOAC, 1993)을, NDF 및 ADF 함량은 Goering 및 Van Soest법(1970)에 의해 각각 분석하였다. *in vitro* 건물소화율(IVDMD)은 Tilley와 Terry(1963)가 고안한 것을 Moore(1970)가 수정한 방법에 의하여 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기존초지 식생 및 방목

시험포장은 수년간 방치되어 다양한 잡초가 생육하고, 식생은 쭉 55% 바랭이 27% 여뀌 13% 메꽃 5% 및 강아지풀 3%로 구성되어 있었다.

방목시설은 경비를 최소화하여 초지 조성 후 소를 방목하는 것을 전제로 설계하였으며, 외책은 철제지주로 하였고 염소의 이탈을 방지할

수 있도록 1 m 높이의 능형망을 설치하였다. 흑염소 방목은 기존식생의 양에 따라 방목강도를 결정하였으며, 방목기간은 2005년과 2006년 8월 하순에 약 7일 정도로 하였다. 그리고 본 연구의 초지포장은 기존 식생의 생초수량이 약 40톤/ha 정도로 부실초지였는데, 신 등 (1989)은 이와 같은 부실초지 갱신에 소요되는 방목강도를 180두/ha 보다 높게 설정하는 것이 좋다고 제안하였으나(신 등, 1989) 기존식생과 채식량을 고려하여 300두/ha로 설정하였다.

2. 목초 정착 및 피복도

목초의 정착과 피복도는 Table 1에서 나타낸 바와 같다. 대조구의 정착개체수는 유기적으로 조성한 퇴구비방목구, 방목퇴구비구 및 방목재 방목구에서 보다 현저하게 높았다($p < 0.05$). 그

러나 유기적으로 조성한 처리구간 정착개체수는 퇴구비방목구에서 가장 낮은 결과를 보여주었다. 목초의 피복도를 보면, 대조구에서 잡초의 발생이 가장 적었으며 퇴구비방목구>방목퇴구비구>방목퇴구비방목구 순으로 높았다.

이상의 결과에서 유기 초지 조성시 퇴구비 사용시기와 방목시기에 따라 목초의 정착과 피복에 중요한 영향을 주기 때문에 방목 후 퇴구비를 사용하거나, 방목 전에 퇴구비를 사용할 경우에는 충분한 시간을 두어야 할 것이다. 또한 방목시기와 퇴구비사용시기가 목초의 정착과 피복에 어떠한 영향을 주는지 다양한 측면에서 새로운 접근이 이루어져야 할 것이다.

3. 건물생산성 및 피복도

목초의 건물생산성은 Table 2에 나타낸 바와

Table 1. Establishment and coverage of pasture in grassland

Treatment	Plant height (cm)	Establishment (Plant No/m ²)	Coverage(%)		
			Grass	Legume	Weed
T1	17.1	301	54.6	28.7	16.7
T2	18.6	157	37.4	19.2	43.4
T3	16.9	208	46.3	19.9	33.8
T4	17.4	196	43.9	26.1	30.0
LSD (0.05)	—	46.1	—	—	—

Table 2. Effect of cattle manure and goat grazing method on the yields of dry matter (DM) in grassland (ton/ha)

Treatment	Established year	Cutting time				
		1st	2nd	3rd	4th	Total
T1	2005	3.6	2.5	6.0	4.5	16.6
	2006	5.0	4.5	5.7	1.3	16.5
	Mean	4.30	3.50	5.85	2.90	16.55
T2	2005	3.7	2.7	6.0	4.4	16.8
	2006	3.1	2.9	5.9	1.3	13.2
	Mean	3.40	2.80	5.95	2.85	15.00
T3	2005	3.6	3.2	5.4	3.5	15.7
	2006	3.1	3.2	5.9	1.2	13.4
	Mean	3.35	3.20	5.65	2.35	14.55
T4	2005	3.9	3.5	5.6	4.2	17.2
	2006	3.1	4.0	5.6	1.3	14.0
	Mean	3.50	3.75	5.60	2.75	15.60

같이, 대조구가 유기 조성구에 비하여 약간 높았다. 그리고 유기 초지구간의 총건물수량에 유의성은 인정되지 않았다. 대조구는 조성연차에 따라 큰 차이가 없었으나 유기조성구에서는 초지조성 1년차에 비하여 2년차에 수량감소가 현저하게 증가하였다. 이는 조성 1년차에는 조

성방법에 의해 수량이 감소하여도 관리에 의해 생산성이 회복될 수 있음을 의미한다.

식생구성의 큰 요인인 피복도를 조사한 결과 (Table 3), 조성연차별 화본과 목초의 피복도를 보면, 대조구와 유기조성구의 2차년도는 1차년에 비하여 현저히 감소되었으나 두과목초의 피

Table 3. Effect of cattle manure and goat grazing method on the percentage of pasture coverage in grassland (%)

Treatment	Coverage	Established year	Cutting time				Mean
			1st	2nd	3rd	4th	
T1	Grass	2005	31.3	42.3	61.0	34.0	42.1
		2006	49.0	71.3	81.7	57.3	64.8
		Mean	40.1	56.8	71.3	45.6	53.4
	Legume	2005	61.7	53.3	8.7	15.0	34.6
		2006	22.7	21.0	3.0	6.4	13.2
		Mean	42.2	37.1	5.8	10.7	23.9
	Weed	2005	7.0	4.3	30.3	51.0	23.1
		2006	28.3	7.7	15.3	36.3	21.9
		Mean	17.6	6.0	22.8	43.6	22.5
T2	Grass	2005	61.3	52.0	58.0	39.0	52.5
		2006	72.7	76.3	69.0	60.0	69.5
		Mean	67.0	64.1	63.5	49.5	61.0
	Legume	2005	24.3	31.7	11.3	8.7	19.0
		2006	2.0	4.3	9.0	18.3	8.4
		Mean	13.1	18.0	10.1	13.5	13.7
	Weed	2005	14.3	16.3	30.7	52.3	28.4
		2006	25.3	19.4	22.0	21.7	22.1
		Mean	19.8	17.8	26.3	37.0	25.2
T3	Grass	2005	45.0	39.3	61.0	38.3	45.9
		2006	53.7	55.7	56.0	49.4	53.7
		Mean	49.3	47.5	58.5	43.8	49.8
	Legume	2005	43.3	50.0	17.3	10.7	30.3
		2006	21.0	21.7	18.7	25.3	21.6
		Mean	32.1	35.8	18.0	18.0	25.95
	Weed	2005	11.7	10.7	21.7	51.0	23.7
		2006	25.3	22.6	25.3	25.3	24.6
		Mean	18.5	16.6	23.5	38.1	24.1
T4	Grass	2005	46.7	35.3	59.3	45.3	46.6
		2006	69.7	61.7	53.3	54.7	59.8
		Mean	58.2	48.5	56.3	50.0	53.2
	Legume	2005	45.0	51.7	18.0	9.3	31.0
		2006	5.3	16.7	17.7	15.3	13.7
		Mean	25.1	34.2	17.8	12.3	22.3
	Weed	2005	8.3	13.3	22.7	45.4	22.4
		2006	25.0	21.6	29.0	30.0	26.4
		Mean	16.6	17.4	25.8	37.7	24.4

복도는 2차년도에 높았다. 잡초의 비율은 대조구와 유기조성구 모두 비슷한 경향을 보였다.

유기초지의 경우 조성년차에 따라 식생과 생산성이 변화하여 초지의 관리이용측면에서 또 다른 접근이 이루어져야 할 것이다.

4. 사료가치

목초의 조단백질 함량은 Table 4에서 나타낸 바와 같이, 초지조성 1년차와 2년차의 평균 조단백질 함량은 방목재방목구>대조구>방목퇴구비구>퇴구비방목구순으로 나타났으며, 년도별 평균 조단백질 함량은 대조구와 유기처리구 모두 조성2차년에 비해 조성1차년에서 감소가 나타났다. 예취회수별 조단백질 함량은 대조구의 경우 4번초에서 가장 낮았으며, 유기처리구에서는 3번초에서 가장 낮은 경향을 보였다.

초지조성 1년차와 2년차의 평균 NDF와 ADF 함량은 모든 처리구에서 비슷한 수준을 보였으며 예취회수별 NDF와 ADF 함량은 대조구와 유기처리구 모두 3번초에서 가장 높았다(Table 5와 Table 6).

목초의 건물소화율을 보면, 대조구와 유기조

성구 모두 비슷한 경향을 보였으며 예취회수별 건물소화율은 대조구와 유기처리구 모두 3번초에서 가장 낮았다(Table 7).

이상의 결과에서 보는 바와 같이 본 시험의 실험설계상 조성연도에 따라 처리간 사료가치의 변화는 크지 않았으며 또한 건물 소화율도 년도별 대조구와 유기처리구간에 차이가 작았다.

5. 토양 이화학적 성질

시험 종료 후 토양성분을 조사한 결과(Table 8) 시험 전에 비하여 유기인산이 약간 증가하였고, 유기물함량은 유기조성구에서 약간 증가하였다. 이처럼 조성된 초지에 2년간의 시비가 충분하였으나 유기물 함량과 양이온 치환용량 등이 시험 수행 전에 비하여 경미한 변화를 보인 것은 시용된 퇴구비의 비료성분이 모두 흡수되었거나 빗물에 의한 용탈로 추정할 수 있다.

6. 유기초지 조성의 경제성

유기초지 ha당 조성단가는 Table 9에 나타낸 바와 같이, 방목축의 운송에 드는 비용을 제외

Table 4. Effect of cattle manure and goat grazing method on the content of crude protein (CP) of pasture (%)

Treatment	Established year	Cutting time				Mean
		1st	2nd	3rd	4th	
T1	2005	21.9	18.2	14.1	11.7	16.4
	2006	20.4	14.5	14.6	13.0	15.6
	Mean	21.1	16.3	14.3	12.3	16.0
T2	2005	17.4	16.5	15.0	15.8	16.1
	2006	15.7	13.7	15.1	16.0	15.1
	Mean	33.1	30.2	30.1	31.8	31.2
T3	2005	17.2	17.9	13.0	21.0	17.2
	2006	15.4	14.7	15.1	12.4	14.4
	Mean	16.3	16.3	14.0	16.7	15.8
T4	2005	20.8	20.6	16.5	16.0	18.4
	2006	17.6	16.0	14.5	18.4	16.6
	Mean	19.2	18.3	15.5	17.2	17.5

Table 5. Effect of cattle manure and goat grazing method on the content of acid detergent fiber (ADF) of pasture (%)

Treatment	Established year	Cutting time				Mean
		1st	2nd	3rd	4th	
T1	2005	34.3	34.9	39.0	34.8	35.7
	2006	30.3	34.3	43.0	30.8	34.6
	Mean	32.0	32.1	40.1	30.8	33.7
T2	2005	32.6	32.9	38.6	33.6	34.4
	2006	32.7	31.8	35.5	29.4	32.3
	Mean	32.6	32.3	37.0	31.5	33.3
T3	2005	33.1	33.9	40.7	29.0	34.1
	2006	30.9	30.4	39.6	32.6	33.3
	Mean	32.0	32.1	40.1	30.8	33.7
T4	2005	33.4	34.3	41.0	33.8	35.6
	2006	33.1	30.4	38.4	28.3	32.5
	Mean	33.2	32.3	39.7	31.0	34.0

Table 6. Effect of cattle manure and goat grazing method on the content of neutral detergent fiber (NDF) of pasture (%)

Treatment	Established year	Cutting time				Mean
		1st	2nd	3rd	4th	
T1	2005	48.8	53.3	68.6	61.0	57.9
	2006	51.0	57.2	61.6	49.8	54.9
	Mean	53.0	53.0	60.9	50.9	54.4
T2	2005	51.6	52.1	60.4	54.7	54.7
	2006	54.4	54.0	61.5	47.1	54.2
	Mean	53.0	53.0	60.9	50.9	54.4
T3	2005	55.7	51.2	62.4	42.7	53.0
	2006	53.1	50.3	61.1	52.5	54.2
	Mean	54.4	50.7	61.7	47.6	53.6
T4	2005	52.4	49.3	60.1	48.5	52.5
	2006	53.2	52.4	59.3	43.5	52.1
	Mean	52.8	50.8	59.7	46.0	52.3

하고 비료시용과 방목시설 설치를 위한 인건비, 연료비, 방목시설비, 비료대 및 제초제 등에서 약 45% 증가한 4,820천원으로 추정되었다. 2008년 농림부고시 불경운초지 조성단가 3,324천원에 비하여 높게 나타났는데 이는 유기초지조성 방법 등에서 나타나는 여러 가지 요인에 기인된 것으로 보이며 이러한 추가 요인의 절감방안을 구명하면 유기초지의 조성단

가를 낮출 수 있을 것으로 생각된다.

본 시험의 결과를 종합하면 흑염소를 방목하여 제경법으로 유기초지를 조성하고 방목과 퇴구비 시용 및 파종의 순서를 달리하여 목초생산성이 높은 초지를 조성할 수 있었다. 유기초지 조성에 영향을 미치는 주요인은 방목과 파종 뿐 만아니라 퇴구비의 시용인데, 신 등 (1989)은 퇴구비가 기존식생에 다양한 영향을

Table 7. Effect of cattle manure and goat grazing method on the content of dry matter digestibility (DMD) of pasture (%)

Treatment	Established year	Cutting time				Mean
		1st	2nd	3rd	4th	
T1	2005	74.9	67.7	43.2	56.8	60.6
	2006	76.5	66.7	52.1	57.7	63.2
	Mean	68.0	69.5	49.6	65.5	63.1
T2	2005	67.6	67.2	50.2	58.3	60.8
	2006	66.7	64.6	51.3	65.1	61.9
	Mean	67.1	65.9	50.7	61.7	61.3
T3	2005	65.5	71.2	49.8	70.7	64.3
	2006	66.6	67.0	48.5	61.8	60.9
	Mean	66.0	69.1	49.1	66.2	62.6
T4	2005	71.3	72.2	51.7	63.4	64.6
	2006	64.8	66.9	47.5	67.7	61.7
	Mean	68.0	69.5	49.6	65.5	63.1

Table 8. Chemical characteristics of the soil used in this experiment

Treatment	pH (1:5)	OM (g/kg)	Avail. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol ⁺ /kg)			
				Ca	Mg	Na	
Before the experiment	5.6	1.8	124.3	2.4	2.2	0.2	
After the experiment	Control	5.6	1.8	134.6	2.3	2.2	0.2
	Organic Establishment	5.8	2.0	141.8	2.6	2.1	0.2

Table 9. Cost for organic pasture establishment (Won/ha)

Establish method	Labor cost		Fuel	Grazing arrangement	Fertilization	Herbicide	Others	Cost for establishment
	Fertilization	Grazing arrangement						
Control	10,000	0	7,650	0	119,300	35,000	3,152,050	3,324,000
Organic	25,000	150,000	38,250	460,000	960,000	0	3,187,050	4,820,300

준다고 보고하였다. 또한 본 시험의 결과로 추정해 보면 방목 후 퇴구비를 시용하거나 부득이 퇴구비를 먼저 시용할 경우에는 충분한 시간적 여유를 두어야 할 것으로 생각된다. 조성 과정에서 기존식생의 제거가 목초의 정착율에 영향을 미치는데(이 등, 1989), 초지조성시 일정 수준의 정착개체수를 확보하면 초지 관리이용 과정에서 양호한 식생을 회복하여 관행 초지조성에 준하는 높은 수량을 얻을 수 있다고 윤 등(2006)은 제시하였다. 따라서 본 시험에서와 같이 가축분뇨를 이용한 유기초지 조성

및 관리 방법에 관한 다양한 접근이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 제경법을 이용한 유기초지 조성기술을 확립하기 위하여 2005년부터 2007년까지 3년 동안 수행하였으며 방목측으로는 흑염소가 사용되었다. 시험설계는 관행조성구인 대조구, 퇴구비시용 후 방목구, 방목 후 퇴구비 시용구, 방목 후 퇴구비 시용 재방목구로 처리하였다.

목초정착률은 관행구인 대조구가 유기조성구에 비하여 현저하게 증가하였으며($p < 0.05$), 또한 건물생산성도 유기조성구에 비하여 대조구에서 현저한 증가를 나타냈다. 조성 후 연차가 경과함에 따라 식생 및 건물생산성이 개선되어 조성효과와 아울러 조성 후 관리의 중요성을 인식할 수 있다. 목초의 사료가치는 대조구와 유기조성구 모두 큰 차이는 나타나지 않았으며, 화분과 목초의 비율은 조성1년차가 2년차에 비하여 높은 경향을 보였다. 시험 종료 후 토양 성분을 조사한 결과 pH와 양이온치환용량은 시험전과 거의 변화가 없었으나 유기물과 인산 함량은 약간 증가하였다.

V. 인 용 문 헌

1. 신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소사용량이 양질조사료의 수량, 사료가치 및 토양 특성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
 2. 신재순, 이효원, 김동암 1989. 제경법에 의한 산지초지 개량에 관한 연구. 2. 초지개량전 방목강도가 목초의 정착과 잔존에 미치는 영향, 한국동물자원과학회 31(6):408-411.
 3. 육완방. 1992a. 가축분뇨의 이용형태가 목초의 생산성, 지력증진 및 환경오염에 미치는 영향. 동물자원연구센터 장장기 연구과제 중간보고서.
 4. 육완방. 1992b. 초지에 대한 가축분뇨의 사용. 한초지. 12:122-126.
 5. 육완방, 금종성, 차용복, 김날렬, 이종민, 1997a. 가축분뇨 사용에 의한 작물의 생산성과 분뇨의 지표 유출 및 용탈에 의한 수질오염 대책에 관한 연구. '97 축산분뇨처리 기술개발 연구결과보고서 건국대학교 동물자원연구센터.
 6. 육완방, 차용복, 금종성, 이종민, 한영근, 1997b. 액상구비의 사용시기와 사용수준이 호밀의 생산성에 미치는 영향. 한초지. 17(1):75-81.
 7. 육완방, 최기춘, 안승현, 이종갑, 1999. 액상발효우분의 사용시기와 사용량이 호밀경작지토양의 NO_3^- 함량에 미치는 영향. 한초지. 19(2):141-146.
 8. 윤세형, 임영철, 김종근, 정의수 2006. 초지에서 돈분액비 사용수준에 관한 연구, 한초지. 26(2):63-68.
 9. 이효원, 신재순, 김동암, 정연후 1989. 제경법에 의한 산지초지 개량에 관한 연구. 3. 파종 후 관리방목의 강도와 시기가 목초의 수량과 식생에 미치는 영향. 동물자원지. 31(4):271-274.
 10. 최동호. 1999. 돈분의 처리형태와 사용수준이 silage용 옥수수의 생산성 및 지력증진에 미치는 영향. 건국대학교 석사학위논문.
 11. AOAC. 1993. Official methods of analysis(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
 12. Campbell. C.M., Schnitzer M., Stewart W.B., Biederbeck J.V.O, and Selles F. 1986. Effect of manure and fertilizer on properties of a Black Chernozem in southern Saskatchewan. Can. J. Soil Sci. 66:601-613.
 13. Freeze. B.S. and Sommerfeldt T.G. 1985. Breakeven hauling distances for beef feedlot manure in southern Alberta. Can. J. Soil Sci. 65: 687-693.
 14. Goering H.K and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379. U.S. Gov. Print. Office Washington DC.
 15. Gilley, J.E., Eghball B., Blumenthal J.M. and Baltensperger D.D. 1999. Runoff and erosion from interrill areas as affected by the application of manure. Transactions of the ASAE 42(4):975-980.
 16. Moore, J. E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
 17. Sommerfeldt, T.G. and C. Chang. 1985. Changes in soil properties under annual applications of feedlot manure and different tillage practices. Soil Sci. Soc. Am J. 549:983-987.
 18. Sommerfeldt, T.G. and Chang, C. 1987. Soilwater properties as affected by twelve annual applications of cattle feedlot manure. Soil Sci. Soc. Am J. 51:7-9.
 19. Sommerfeldt, T.G., Chang C. and Entz, T. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen and decrease carbon to nitrogen ratio. Soil Sci. Soc. Am J. 52: 1667-1672.
 20. Tilley, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. J Brit. Grass. Sci. 18:140-111.
- (접수일: 2009년 9월 2일, 수정일 1차: 2009년 9월 8일, 수정일 2차: 2009년 9월 10일, 게재확정일: 2009년 9월 21일)