

# 퇴비 및 화학비료가 무경운 귀리의 사초수량과 품질에 미치는 영향

김종덕 · 김수곤 · 채상현 · 권찬호

## Effect of Livestock Manure and Chemical Fertilizer on the Forage Yield and Quality of Oat at No-till Cropping System

Jong Duk Kim, Su Gon Kim, Sang Heon Chae and Chan Ho Kwon

### ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the effect of manure and chemical fertilizer on the forage yield and quality of oat at no-tillage. The experimental design was a randomized complete block design. The three treatments were: chemical fertilizer, manure fertilizer, and chemical and manure mixture. Seedling vigor was higher at chemical fertilizer than manure, but more greener at manure application than chemical fertilizer. Dry matter (DM) content of oat at manure was higher than chemical and mixture fertilizer ( $p<0.05$ ). There was no difference in DM yield, TDN (total digestible nutrients) yield, and CP (crude protein) yield of oat at no-tillage system, but the fresh yield was significantly higher in chemical fertilizer compared to manure. The CP content for oat was significantly higher in manure than chemical fertilizer. However, no significant effects were observed for NDF (neutral detergent fiber), ADF (acid detergent fiber), TDN and RFV (relative feed value) in different fertilizer application. Based on the results of this study, manure don't affected forage production and quality of no-till oat except CP content because forage oat is used off-season crop.

(Key words : Dry matter, Crude protein, TDN yield, Relative feed value, Off-season crop)

### I. 서 론

우리나라 농업은 1960년대까지는 자급퇴비로 농사를 지었기 때문에 토양 중 양분 축적으로 인한 문제는 없었다. 그러나 식량난 해소를 위하여 매작기마다 최고의 수량을 생산하고자 고 투입 농법에 의존해 온 결과 농업환경이 악화되고 있다. 그 예로 화학비료 사용증가로 토양의 산성화와 유기물 함량이 감소하는 등 지적

저하 및 지표수의 부영양화가 초래되고(김, 1994; Hussian 등, 1999; 김, 2002), 농약의 과다 사용에 의한 토양미생물과 천적이 감소하여 생태계의 교란 및 농산물의 농약 잔류량이 증가하고(김, 2002), 기계에 의한 과도한 경운으로 토양유실과 토양의 물리·화학적 악화 등 많은 문제점이 야기되고 있다(김, 2002).

사료작물의 대량생산을 위한 관행의 농업은 토양침식을 조장할 뿐만 아니라 생산성 증대를

위한 비료, 농약, 연료 등의 사용량 증가로 토양의 물리·화학성의 악화와 환경오염을 증가시키므로 친환경적이지 못하며, 노동력과 생산비도 많이 소요되고 있는 실정이다. 그러므로 환경에 부정적인 영향을 최소화하고 경토의 유실을 경감시키며 토양의 비옥도를 향상시킬 수 있는 농법이 개발되어야 할 것이다. 이러한 기술에는 최소경운 및 무경운 기술의 개발과, 축산분뇨의 자원화에 의한 유기질 비료의 사용 기술이 있다(Moschler, 1972; 최 등, 1998; 김, 2002).

가축분뇨는 오랫동안 구비로서 지력증진에 공헌해 왔다. 그러나 1970년대 이후 축산업이 다두사육으로 전환됨에 따라 축산분뇨를 유용하게 이용되지 못하고 그대로 방류하여 환경문제로 대두되고 있다.

가축분뇨의 자원화 방법으로는 퇴비나 액상분뇨화 하여 이용하는 방법이 있다. 가축분뇨의 퇴비화는 각종 영양분을 동시에 함유하고 있어 작물에 대한 종합영양적인 효과를 나타낼 수 있다(신, 1999; 김, 2002; 김 등, 2006).

따라서 본 시험은 사초용 귀리를 무경운으로 재배하였을 때 비료원으로 화학비료와 퇴비를 시비하여 귀리의 사초생산량 및 품질을 비교하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 2004년 8월 31일부터 11월 8일까

지 천안연암대학 실습농장에서 수행하였으며, 시험장소의 토양은 옥수수과 호밀을 재배해오던 포장으로 사료작물의 생육에는 지장이 없는 토양이었다.

충남 천안의 온도 및 강수량은 Table 1에서 보는 바와 같다. 시험기간 중 평균 온도는 예년에 비하여 평균 0.6℃ 높았으며, 강수량은 예년보다 12.8 mm가 적었다.

본 시험은 3처리 3반복의 난괴법 배치로 처리는 화학비료구, 퇴비구 및 화학비료와 퇴비 혼용구를 두어 귀리의 사초 생산성과 품질을 비교하였다.

귀리의 품종은 'Foothill'를 공시하였으며, 파종은 2004년 8월 31일에 ha당 200 kg을 30cm 줄 간격으로 줄뿌림하였다.

시험구 크기는 7.2m<sup>2</sup>(1.8m×4m)로 하였다. 시비량은 화학비료구는 질소, 인산 및 칼리를 각각 ha당 150 kg, 100 kg 및 100 kg을 시비하였으며, 퇴비구는 질소량으로 ha당 300 kg을 사용하였으며, 혼용구는 화학비료는 질소, 인산 및 칼리를 각각 ha당 150 kg, 100 kg 및 100 kg을 시비하고 퇴비를 질소량으로 ha당 150 kg을 사용하였다.

귀리의 수확은 2004년 11월 8일에 실시하였다. 시험구의 수확은 6줄 중 중앙의 4줄(4.8 m<sup>2</sup>=1.2m×4m)을 수확하여 생초수량을 측정하였다. 각 구별로 500~800g의 시료를 채취한 다음 65℃의 순환식 열풍건조기에 72시간 이상 충분히 건조시킨 후 무게를 측정하여 건물률과

Table 1. Mean temperature and precipitation at Cheonan in 2004

Month	Temperature (°C)		Precipitation (mm)	
	2004	Normal	2004	Normal
September	19.7	19.8	189.0	137.9
October	13.2	13.1	4.5	58.5
November	11.0	9.0	27.0	11.3
Mean	14.6	14.0	Sum	220.5
				207.7

건물수량을 계산하였다. 각 시험에서 채취한 건조시료는 Wiley Mill로 분쇄하여 20mesh 표준체를 통과시킨 후 시료로 사용하였다.

NDF (neutral detergent fiber) 및 ADF(acid detergent fiber)는 Goering 및 Van Soest 방법 (1970)으로 분석하였다. 조단백질 분석은 Kjeldahl 법(Tecator, Kjeltac Auto Sampler System 1035 Analyzer)을 사용하여 AOAC법(1990)으로 분석하였다.

TDN 수량은  $TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$ 에 의하여 TDN을 산출한 후 건물수량을 곱하여 구하였으며, 조단백질 수량은 단백질 함량에 건물수량을 곱하여 구하였다. RFV(relative feed value)는 ADF와 NDF가 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF와 NDF 분석치에 의한 계산식으로 산출하였다(Holland 등, 1990).

통계처리는 SAS(1999) package program(ver. 6.12)을 이용하여 분산분석을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

가을에 무경운 재배한 귀리의 생육특성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 귀리의 출현양부

는 처리간에 차이가 없었으나 초기생육은 화학비료구가 퇴비 및 혼용구보다 좋았다. 반면 수확시 녹색도는 퇴비구가 화학비료구보다 높았다. 화학비료가 퇴비보다 생육초기에는 유식물 활력이 좋았으나 수확기에 녹색도가 낮은 것은 화학비료가 퇴비보다 속효성 비료이기 때문으로 판단된다. 김 등(2006)의 시험에서도 화학비료구와 퇴비구의 녹색성 비교에서 화학비료구가 퇴비구보다 녹색성이 좋아 본 시험의 결과를 뒷받침하고 있다.

귀리의 초장은 화학비료구가 72cm로 가장 길었으며, 다음은 혼합구(60cm)와 퇴비구(58cm) 순으로 나타났다. 귀리는 2~3개월 재배하는 단경기 작물로 화학비료가 초장에 영향을 미쳐 화학비료의 귀리가 다른 처리구보다 높은 것으로 판단된다. 그러나 초장의 증가에 의한 도복의 비교에서는 차이가 없었다. 신(1999)의 화학비료와 돈분 및 우분 액상분뇨 시험에서도 처리간에 내도복성의 차이는 없었으나 화학비료가 돈분 및 우분 액상분뇨보다 초장은 길었다고 하여 본 시험의 결과와 동일하였다.

한편 귀리의 건물률은 퇴비구가 16.0%로 가장 높았고, 다음은 혼합구로 15.1%였으며, 화학비료구는 14.0%로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 김 등

Table 2. Effect of manure and chemical fertilizer on the agronomic characteristics of autumn oat at no-till cropping system

Fertilizer	Emergence	Seedling vigor	Lodging resistance	Stay green	Plant height	Dry matter
	..... (1-9) .....				...cm...	...%...
Chemical	1	1	1	2	72	14.0
Manure	1	2	1	1	58	16.0
Manure + Chemical	1	2	1	2	60	15.1
Mean	1	2	1	2	63	15.0
LSD(0.05)						1.5

Rating : 1 = outstanding, 9 = poor.

Table 3. Effect of manure and chemical fertilizer on the forage production of autumn oat at no-till cropping system

Fertilizer	Fresh yield	DM <sup>1)</sup> yield	TDN <sup>2)</sup> yield	CP <sup>3)</sup> yield
	..... kg/ha .....			
Chemical	30,499	4,261	2,779	677
Manure	22,031	3,530	2,385	642
Manure + Chemical	25,411	3,845	2,517	614
Mean	25,980	3,879	2,560	644
LSD (0.05)	3,176	NS <sup>4)</sup>	NS	NS

<sup>1)</sup> DM=dry matter, <sup>2)</sup> TDN=total digestible nutrients, <sup>3)</sup> CP=crude protein, <sup>4)</sup> NS=not significant.

Table 4. Effect of manure and chemical fertilizer on the forage quality of autumn oat at no-till cropping system

Fertilizer	CP <sup>1)</sup>	ADF <sup>2)</sup>	NDF <sup>3)</sup>	TDN <sup>4)</sup>	RFV <sup>5)</sup>
	..... % .....				
Chemical	15.9	30.0	49.0	65.2	125
Manure	18.2	27.1	47.7	67.5	132
Manure+Chemical	15.9	29.7	48.7	65.4	126
Mean	16.7	28.9	48.4	66.0	127
LSD(0.05)	1.7	NS <sup>6)</sup>	NS	NS	NS

<sup>1)</sup> CP=crude protein, <sup>2)</sup> ADF=acid detergent fiber, <sup>3)</sup> NDF=neutral detergent fiber, <sup>4)</sup> TDN=total digestible nutrients, <sup>5)</sup> RFV=relative feed value, <sup>6)</sup> NS=not significant.

(2006)의 시험에서도 퇴비구가 화학비료구보다 건물률이 높다고 하여 본 시험과 일치하였다.

무경운 귀리의 생산성은 Table 3에서 보는 바와 같이 생초수량은 처리간에 차이가 있었으나(p<0.05), 건물 수량, TDN 수량 및 조단백질 수량은 처리간에 차이가 없었다(p>0.05). 귀리의 생초수량은 화학비료 처리구가 30,499 kg/ha로 가장 많았으며, 퇴비구는 22,032 kg/ha로 가장 적었다(p<0.05). 김 등(2006)의 호밀 시험에서 화학비료구가 퇴비구보다 건물, TDN 및 CP 수량이 많아 본 시험과 다른 결과를 보였다.

이는 호밀의 생육기간이 6~7개월인 반면 귀리는 생육기간이 2~3개월로 단경기 작물이고, 호밀의 경우 화학비료를 기비와 추비로 분시하여 주었기 때문에 화학비료구가 퇴비구보다 수량이 많은 원인으로 여겨진다.

귀리의 조단백질 함량은 퇴비구가 18.2%로 가장 높았으며(p<0.05), 혼합처리구와 화학비료구는 차이가 없었다(Table 4). 신(1999)의 시험에서도 화학비료에 비하여 돈분 및 우분액상비료를 2배 시비한 처리구가 조단백질 함량이 많다고 보고하여 본 시험과 일치하였다.

한편 귀리의 ADF 및 NDF 함량은 처리간에 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 신(1999)의 시험에서 귀리의 ADF 및 NDF 함량은 화학비료가 돈분 및 우분액비보다 낮아 본 시험과 차이가 있었다. 이는 본 시험이 퇴비인 반면 신(1999)의 시험은 액비로 액비가 퇴비에 비하여 쉽게 귀리에 흡수 이용되어 귀리의 생육을 촉진하여 식물체의 세포벽 물질 함량을 증가시킨 것으로 판단된다.

무경운 귀리의 TDN 함량 및 상대사료가치(RFV)에서도 처리간에 차이가 없었으나( $p>0.05$ ), 귀리의 TDN 함량은 64.5%에서 67.5%로 높았으며, 귀리의 상대사료가치도 125에서 132로 우수하였다. 신(1999)의 귀리 시험에서는 돈분 및 우분액비가 화학비료에 비하여 RFV가 낮았으나, 김 등(2006)의 호밀 시험에서는 퇴비와 화학비료의 TDN 및 RFV가 차이가 없다고 하여 본 시험과 일치하였다. 이로서 무경운 귀리의 퇴비와 화학비료를 비교할 경우에는 조단백질 함량 이외에는 처리간에 차이가 없으며, 이는 귀리가 단경기 작물이고 무경운 재배의 경우에는 퇴비가 표토에 존재하는 관계로 퇴비의 효과를 보기는 힘든 것으로 판단되었다.

이상의 시험결과를 볼 때 가을에 귀리를 무경운으로 재배할 경우 퇴비가 화학비료보다 생초수량은 적었으나 다른 수량에서는 차이가 없었다. 이는 퇴비가 화학비료보다 천천히 분해 이용되기 때문에 단경기인 귀리에서는 대체효과가 없는 것으로 평가되었다. 그리고 귀리의 품질에서도 조단백질 함량을 제외하고는 처리간에 차이가 없었다.

#### IV. 요약

가을에 무경운 귀리 재배에 퇴비, 화학비료 및 퇴비+화학비료를 혼용한 처리로 시험결과 사초의 생산성과 품질을 비교하기 위하여 수행

하였다. 본 시험은 3처리 3반복의 난괴법 배치로 처리는 화학비료구, 퇴비구 및 혼용구를 각각 두었다. 무경운 귀리에서 화학비료는 퇴비보다 유식물 활력은 우수하였으나, 수확시 녹채성은 화학비료구가 퇴비구보다 떨어졌다. 귀리의 건물물은 퇴비구가 다른 처리보다 높았다( $p<0.05$ ). 귀리의 사초생산성 비교에서는 생초수량은 처리간에 차이가 있었으나 건물수량, TDN 수량 및 CP 수량은 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 귀리의 조단백질 함량은 퇴비구가 다른 처리구보다 높았으나( $p<0.05$ ), ADF, NDF 및 TDN 함량은 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 이상의 시험결과를 볼 때 무경운 귀리재배에서 비료의 종류에 따른 사초생산성과 품질의 비교에서는 조단백질 함량을 제외하고는 영향을 미치지 못하였다. 따라서 단경기 작물인 귀리에서 퇴비의 효과를 보기는 힘든 것으로 판단되었다.

#### V. 사 사

본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 연구비 지원의 일부에 의해 수행된 것으로, 이에 감사를 드립니다.

#### VI. 인용 문헌

1. 김원호. 1994. 작물의 잔주와 그 관리가 사일리지용 옥수수의 생장, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
2. 김은석. 2002. 친환경 풋 찧옥수수 생산을 위한 경운방법 및 두과 피복작물재배에 관한 연구. 경상대학교 박사학위 논문.
3. 김종덕, 김수곤, 권찬호. 2006. 경운방법 및 비료종류가 호밀의 사초수량, 품질 및 생산비에 미치는 영향. 동물자원지 48(1):115-122.
4. 신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소(N) 시용량이 양질조사료의 수량, 사료가치 및 토양특성

- 에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
5. 최진룡, 김정부, 조영순. 1998. 한반도에서 지속 농업의 실천방안. 지속적 벼 생산체계 개발을 중심으로. 경상대학교 개교50주년 심포지엄 : 228-312.
  6. AOAC. 1990. Official Method of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
  7. Goering, H.L. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook. No. 379. USDA.
  8. Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. The Pioneer forage manual: A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred Int. Inc., Des Moines, IA.
  9. Hussain, I., K.R. Olson and S.A. Ebelhat. 1999. Long-term tillage effects on soil chemical properties and organic matter fraction. Soil Sci. Soc. Am. J. 63:1335-1341.
  10. Moschler, W.W., G.M. Shear, D.C. Martens, G.D. Jones and R.R. Wilmouth. 1972. Comparative yield and fertilizer efficiency of no-tillage and conventionally tiller corn. Agron. J. 64(2):229-231.
  11. SAS Institute, Inc. .1999. SAS user's guide: Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.