

가축분뇨의 종류, 시비량 및 시비시기가 호밀의 생육특성과 생산성에 미치는 영향

박진길 · 김종덕 · 권찬호

Effect of Liquid Manure Source, Application Rate and Time on Agronomic Characteristics and Forage Yield of Winter Rye

Jin Gil Park, Jong Duk Kim and Chan Ho Kwon

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the effect of liquid manure source, application rate and time on the agronomic characteristics and forage yield of winter rye. The experimental design was a randomized complete block design. The treatments were : CFB150=chemical fertilizer (CF) 150 N as basal, CFS150 = CF 150 N as split application (75+75), SLB150=swine liquid (SL) 150 N as basal, SLS150=SL 150 N as split application (75+75), SLB300=SL 300 N as basal, SLS300=SL 300 N as split application(150+150), CLB150=cattle liquid (CL) 150 N as basal, CLS150=CL 150 N as split application(75+75), CLB300=CL 300 N as basal, CLS300=CL 300 N as split application(150+150). Heading date of the plant was observed on the 17th of April for both chemical fertilizer and swine liquid, and on the 16th of April for cattle liquid. Stay green of chemical fertilizer was higher than others because of high crude protein content. Leaf was darker in high nitrogen fertilizer treatments than low N treatments. However lodging resistance was poor as nitrogen fertilizer was increased. Dry matter (DM) content of rye at chemical fertilizer was lower than liquid manure. DM yield of chemical fertilizer treatments were highest among the fertilizer source. However, DM yield of rye with application was all most same at different N application methods. The crude protein (CP) content and yield for chemical fertilizer was significantly higher than liquid manure. CP yield using split application was higher by 16% and 28%, compared to basal application. Based on the results of this study, forage production of liquid manure was lower, compared to chemical fertilizer. And split application was superior to basal application forage and protein yields, and high protein.

(Key words : Chemical fertilizer, Swine liquid, Cattle liquid, DM yield, Crude protein)

I. 서 론

WTO 체제하의 농축산물의 무한개방 경쟁 시대가 도래되었고 식생활 수준의 향상과 서구화는 축산물의 소비량을 현저하게 증가시켰으며, 이를 충족시키기 위한 가축사육두수의 증가와 전업화가 되었으나, 많은 양의 조사료를

수입에 의존하여 사료비는 증가되고 가축분뇨 발생량은 증가하여 경제적, 사회적으로 많은 문제점을 일으키고 있다(정 등, 1995; 신 등, 1996; 신, 1999; 육 등 1997; 최 및 육, 2000). 이에 가축분뇨를 토양에 환원하여 화학비료 시비량을 감소시키면서 조사료를 생산하는 것은 우리나라 축산업 발전을 위해서 꼭 필요한 일

천안연암대학(Cheonan Yonam College)

Corresponding author : Jong Duk Kim, Cheonan Yonam College, Sunghwan, Cheonan-Si 330-709, Korea

Tel : 041-580-1088, Fax: 041-580-1249, E-mail: yasc@yonam.ac.kr

이라 하겠다(류 및 Jacob, 1997; 김 등, 2006).

일반적으로 액상분뇨는 식물체에 대한 해를 경감시키고, 관수효과와 함께 저렴한 비용으로 토양에 환원 할 수 있기 때문에 낙농가에 널리 보급되고 있다(현 등, 1994; 신 등, 1996; 신, 1999; 육 등 1997; 육 등, 1999; 최 및 육, 2000).

본 시험은 우리나라에서 양질조사료의 생산을 위한 작부조합에서 사일리지용 옥수수의 전작물로 그 이용성이 높으며, 또한 맥류 가운데 토양이 척박한 조건에서 가장 잘 자라는 호밀 재배시 액상분뇨를 축종별(돈분액비, 우분액비)로 구분하고, 시비량과 시비시기를 달리하였을 때 호밀의 생육특성과 생산성을 평가하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2001년 9월 25일부터 2002년 4월 20일까지 충남 성환의 천안연암대학 부속농장에서 수행하였으며, 시험장소의 토양은 수단그라스와 호밀을 2모작으로 재배해오던 포장으로 호밀의 생육에는 지장이 없는 토양이었다.

공시초종은 조생종 호밀로 'Koolgrazer'를 사

용하였으며, 파종시기는 2001년 9월 25일에 ha 당 120 kg을 20 cm 간격으로 조파하였다.

본 시험은 대조구(CFB150=화학비료 기비구)로 질소(N), 인산(P), 칼리(K)를 기비로 ha당 150, 200, 100 kg을 시비하였으며, 화학비료 분시구(CFS150)는 질소를 기비로 75 kg/ha, 추비로 75 kg/ha를 나누어 시비하였다. 돈분 액상분뇨는 질소비료를 기준으로 하여 150N 전량기비(SLB150), 150N 분시구(SLS150), 300N 전량기비(SLB300), 300N 분시구(SLS300)로 두었으며, 우분 액상분뇨는 150N 전량기비구(CLB150), 150N 분시구(CLS150), 300N 전량기비구(CLB300), 300N 분시구(CLS300)로 두어 10처리 3반복 난피법으로 설계 배치하였다(Table 1).

기비로 ha당 75, 150kg N으로 환산하여 2001년 9월 22일 시용한 다음 3일 지난 후 경운작업을 하여 액상분뇨 N의 대기 중으로의 휘산을 억제시킨 후 사용하였으며, 화학비료는 파종일인 2001년 9월 25일에 시비하였다.

분시구의 추비는 월동후인 2002년 3월 20일에 시용하였는데, 화학비료는 질소(N)를 ha당 75 kg 시용하였고, 가축액상분뇨구의 추비구도 같은 날에 질소비료 기준으로 살포하였다.

시험구 크기는 5.6m² (1.4×4m)로 하였다. 수

Table 1. Fertilizer source, application rate and time of this experiment

Treatment	Fertilizer type	Nitrogen rate	Application method
CFB150	Chemical fertilizer	150 kg/ha	Basal application
CFS150	Chemical fertilizer	150 kg/ha	Split application
SLB150	Swine liquid manure	150 kg/ha	Basal application
SLS150	Swine liquid manure	150 kg/ha	Split application
SLB300	Swine liquid manure	300 kg/ha	Basal application
SLS300	Swine liquid manure	300 kg/ha	Split application
CLB150	Cattle liquid manure	150 kg/ha	Basal application
CLS150	Cattle liquid manure	150 kg/ha	Split application
CLB300	Cattle liquid manure	300 kg/ha	Basal application
CLS300	Cattle liquid manure	300 kg/ha	Split application

확시기는 출수기인 2002년 4월 20일에 수확하였다. 시험구의 수확은 시험구의 중앙 5줄을 수확하여 호밀의 생초수량을 측정하였으며, 각 구별로 600~800 g의 청초시료를 채취한 다음 65℃의 순환식 열풍건조기에 72시간 이상 충분히 건조시킨 후 건물수량 측정 및 분석용 시료로 이용하였다.

각 시험에서 채취한 건조시료는 1차로 전기 믹서로 분쇄하고 2차로 Wiley Mill로 분쇄하여 20 mesh 표준체를 통과시킨 후 시료로 사용하였다. 조단백질 분석은 Kjeldahl법(Tecator, Kjeltac Auto Sampler System 1035 Analyzer)을 사용하여 AOAC법(1990)으로 분석하였다.

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

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성

시험지역의 호밀 파종적기가 일반적으로 9월 중순에서 10월 초순경인 것에 맞추어서 2001년 9월 25일에 파종을 실시하였으며, 10월 6일에 유식물이 첫 출현하였다.

호밀의 출수시작일은 화학비료 처리구인 CFB150과 CFS150구가 처리구 중에서 가장 늦었다(Table 2). 한편 돈분에서는 SLB150(돈분 150N 전량기비)구가 처리구 중에서 늦었으며, 우분에서는 CLB300(우분 300N 전량기비)구가 처리구 중에서 늦었다. 출수기는 처리기간에 큰 차이가 없었으며, 화학비료구인 CFB150 및 CFS150와 돈분의 SLB150 및 SLB300 처리구

Table 2. Effect of fertilizer source, application rate and time on agronomic characteristics of winter rye

Treatment	Heading date		Stay green	Lodging resistance	Plant height	Dry matter
	First	50%				
	... Date (1-9)cm...	...%...
CFB150	11 April	17 April	8	8	111	17.5
CFS150	11 April	17 April	9	8	113	16.1
Mean	11 April	17 April	9	8	112	16.8
SLB150	10 April	17 April	7	9	106	19.0
SLS150	9 April	16 April	8	9	111	17.4
SLB300	8 April	17 April	8	9	112	16.4
SLS300	8 April	16 April	9	8	114	15.8
Mean	9 April	17 April	8	9	111	17.2
CLB150	8 April	16 April	7	9	108	18.3
CLS150	8 April	16 April	8	9	108	17.7
CLB300	9 April	16 April	8	9	111	17.6
CLS300	8 April	16 April	9	8	112	16.1
Mean	8 April	16 April	8	9	110	17.4
Mean	9 April	16 April	8	9	110	17.2
LSD(0.05)						0.6

Rating: 9=outstanding (good), 1=poor.

가 다른 처리구 보다 높았다. 호밀의 출수시작 일과 출수기를 볼 때 화학비료구들이 다른 처리구들 보다 다소 늦은 것을 볼 수 있었다. 이는 화학비료구가 가축분뇨구 보다 영양생장기간이 연장된 것을 나타낸 결과로 보인다.

수확시 호밀의 녹체성과 내도복성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 먼저 녹체성은 질소시비량이 증가와 추비 처리구들이 다른 처리구들보다 높았다. 수확시 내도복성은 녹체성과는 반대로 질소시비 증량구와 추비구가 도복에 약하였다. 이러한 결과는 다른 유사한 시험에서도 비슷한 결과를 보였다. 질소비료 증가와 추비는 식물체내 질소비료원이 많이 축적되어 수확시까지 호밀의 녹색도를 유지한 것으로 여겨진다. 그리고 상대적으로 질소비료가 부족한 처리구들은 출수 이후에 숙기가 빨리 진행되고 리그닌이 크게 증가하여 내도복성이 높아진 것으로 생각된다.

액상돈분 및 액상우분의 시용량과 방법에 따른 호밀의 초장 변화는 대조구인 화학비료구가 가장 높았으며, 분뇨 종류 간에는 돈분구가 우분구 보다 높았다. 그리고 추비와 증량구들이 기비만 준 처리구들 보다 초장이 높았다. 특히 돈분구에서는 추비와 질소비료의 증량에 의한 초장의 증가가 뚜렷하였다.

수확시 건물물은 대조구인 화학비료전량기비구(CFB150) 17.5%로 가장 높았다. 액상분뇨의 비교에서는 우분구의 건물물(평균 17.4%)이 돈분구(평균 17.2%) 보다 0.2% 높았다. 건물물은 질소비료의 량을 증가할수록 낮았으며 추비구가 기비구 보다 건물물이 낮았다. 특히 돈분구는 추비와 질소비료를 증량함에 따라 크게 낮아졌다. 이상의 결과는 본 시험과 유사한 다른 시험에서도 비슷한 경향을 보였으며, 앞서 언급한 바와 같이 질소 비료와 추비를 시비함에 따라 출수 이후에 호밀의 생육이 지연된 것이 원인인 것으로 여겨진다. 그리고 질소비료원이 부족한 처리구들은 상대적으로 생육이 빨리 진행되어 초장이 적음에도 불구하고 건물물이 높

아진 것으로 생각된다.

2. 건물수량

호밀의 건물수량은 생초수량과 마찬가지로 질소시비량이 증가함에 따라 수량이 많았으나, 시비시기의 효과는 없었다(Table 3). 가축분뇨의 비교에서는 돈분 및 우분이 각각 8,471 및 7,978 kg/ha로 돈분이 우분보다 평균 493 kg/ha 많았다. 액상분뇨 처리구중 건물수량이 가장 높은 처리구는 돈분 300N 전량기비구(7,644 kg/ha)였으며, 가장 낮은 처리구는 우분 150N 전량기비구(7,341 kg/ha)였다. 화학비료, 액상분뇨 모두 추비구는 기비구 보다 낮았으나, 질소비료의 증량에 의해서는 건물수량이 크게 증가하였다. 추비구에서 건물수량의 감소는 수확시 건물물의 영향 때문이며, 만일 건물물이 같은 시기에 수확하면 건물수량도 증가할 것으로 생각된다. 이상의 사초수량 결과는 다른 유사한 시험에서도 같은 경향이였다. 그리고 특히 본 시험에서 돈분구에서 추비와 질소비료의 증가에 의한 사초수량의 뚜렷한 증가는 질소비료의 증가와 함께 돼지 액상분뇨가 소 액상분뇨 보다 인의 함량이 높은 것이 원인인 것으로 여겨진다.

3. 조단백질 함량 및 수량

액상분뇨의 질소비료원과 시비시기에 따른 호밀의 조단백질 함량과 조단백질 수량은 Table 3에서 보는 바와 같다. 먼저 조단백질 함량을 보면 기비 보다는 추비구들이 조단백질의 함량이 높았다. 질소비료의 시비량의 비교에서는 시비량이 증가할수록 조단백질의 함량이 높았으나 시비시기의 효과보다는 적었다. 액상분뇨의 비교에서는 돈분구가 평균 9.3%, 우분구가 평균 7.9%로 1.3% 높았다($p < 0.05$). 그리고 돈분구가 우분구 보다 시비량과 시비시기의 효과가 크게 나타났다. 액상분뇨 중 조단백질 함량이 높은 구는 돈분 300N 분시구(SLS300)로

Table 3. Effect of fertilizer source, application rate and time on dry matter yield, crude protein content and yield of winter rye

Treatment	Dry matter yield		Crude protein		
	Yield	Index	Content	Yield	Index
	kg/ha	%	%	kg/ha	%
CFB150	9,579	100	8.8	839	100
CFS150	9,102	95	11.8	1,077	128
Mean	9,341		10.3	958	
SLB150	7,644	80	7.0	533	64
SLS150	7,967	83	9.5	753	90
SLB300	9,176	96	9.3	852	102
SLS300	9,098	95	11.4	1,034	123
Mean	8,471		9.3	793	
CLB150	7,341	77	7.2	533	64
CLS150	7,429	78	7.2	536	64
CLB300	8,673	91	7.5	655	78
CLS300	8,470	88	9.7	824	98
Mean	7,978		7.9	637	
Mean	8,448		8.9	764	
LSD(0.05)	1,508		1.1	149	

11.4%였다.

한편 호밀의 조단백질 수량은 질소비료의 량이 증가할수록 뚜렷하게 증가하였으며, 기비보다 추비의 효과가 크게 나타났다($p < 0.05$). 액상분뇨간의 비교에서는 돈분구는 평균 793 kg/ha, 우분구는 평균 637 kg/ha로 돈분구가 156 kg/ha 높았다. 그리고 추비와 시비량의 효과가 돈분구에서 더 크게 나타났다. 그리고 액상분뇨구 중 조단백질 함량이 가장 높은 구는 돈분 300N 분시구(SLS300)로 1,034 kg/ha였으며, 대조구(CFB 150) 보다 23% 증수하였다. 돈분이 우분보다 추비와 질소비료의 효과가 뚜렷하게 나타났는데 이는 질소비료의 증가효과와 함께 돈분내 인의 함량이 우분보다 높아 건물수량이 증가에 영향을 미쳐 돈분의 조단백질 함량이 증가한 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 시험은 가축분뇨와 시비시기가 추파 호밀의 생육특성, 사초수량 및 조단백질 함량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였다. 본 시험은 처리구로 화학비료 150N 전량기비구(CFB 150), 화학비료 150N 분시구(CFS150), 액상돈분 150N 기비구(SLB150), 액상돈분 150N 분시구(SLS 150), 액상돈분 300N 기비구(SLB300), 액상돈분 300N 분시구(SLS300), 액상우분 150N 기비구(CLB150), 액상우분 150N 분시구(CLS150), 액상우분 300N 기비구(CLB300), 액상우분 300N 분시(CLS300)로 10처리 3반복의 난괴법으로 하였다. 호밀의 출수기는 화학비료구와 돈분구는 4월 17일로 우분구는 4월 16일로 1일 늦었다. 화학비료의 녹색성은 다른 처리구 보다 높았고, 질소비료의 양이 증가할수록 녹색성이 높았으며 이는 호밀의 조

단백질 함량 증가가 원인이었다. 그러나 호밀의 내도복성은 녹체성과는 반대로 질소비료가 적고 기비만 준 구에서 높았다. 화학비료의 건물물은 액상돈분 및 액상우분 보다 낮았다. 화학비료의 생초 및 건물수량은 액비 보다 높았다. 건물수량은 분시와 전량기비 간에 차이가 없었다. 화학비료의 조단백질 함량 및 수량은 액상돈분 및 액상우분 보다 많았으며, 분시는 전량기비 보다 16%에서 18% 많았다. 이상의 결과를 볼 때 액상돈분 및 액상우분은 화학비료 보다 사초생산성이 낮았다. 그리고 분시는 전량기비 보다 건물 및 조단백질 수량 증가 측면에서 우수하였다.

V. 인 용 문 헌

1. 김종덕, 김수곤, 권찬호. 2006. 경운방법 및 비료종류가 호밀의 사초수량, 품질 및 생산비에 미치는 영향. 동물자원지 48(1):115-122.
2. 류종원, H. Jacob. 1997. 목초생산성과 초지 생태계에 미치는 액상분뇨의 이용효과, 한초지 17(1):35-42.
3. 신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소(N) 사용량이 양질조사료의 수량, 사료가치 및 토양특성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
4. 신재순, 차영호, 신동은. 1996. 액상분뇨 표준성분표 작성과 성분간이 측정방법연구, 1996년도 축산연 시험연구보고서. pp. 844-849.
5. 육완방, 차용복, 금종성, 이종민, 한영근. 1997. 액상구비의 사용시기와 사용수준이 호밀의 생산성에 미치는 영향. 한초지 17(1):75-81.
6. 육완방, 최기춘, 안승현, 이종갑. 1999. 액상 발효우분의 사용시기와 사용량이 호밀경작지 토양의 NO₃-N 함량에 미치는 영향. 한초지 19(2):141-146.
7. 정이근, 박경배, 정광용, 박우균, 박홍재, 허준. 1995. 가축분뇨 사용시 토양환경이 미치는 영향에 관한 연구. 농과원보고서(별권):401-431.
8. 최기춘, 육완방. 2000. 발효돈분 및 화학비료 사용이 사일리지용 옥수수의 생산성과 사료가치에 미치는 영향. 한초지 20(1):41-48.
9. 현해남, 고승학, 오상실. 1994. 제주도 지하수중 오염물질의 농도와 토양 중 그의 행동에 관한 연구. II. 서북부지역 양돈단지 주변 지하수중의 NO₃-N 농도와 다른 이온과의 관계. 환경농학회지. 13(2):151-159.
10. AOAC. 1990. Official Method of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
11. SAS. 1999. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC.