

액상우분뇨 시용과 콩과작물의 혼파가 청보리와 호밀의 생산성, 사료가치 및 단위면적당 유기가축 사육능력에 미치는 영향*

조익환** · 황보순*** · 이성훈****

Effects of Applying Cattle Slurry and Mixed Sowing with Legumes on Productivity, Feed Values and Organic Stock Carrying Capacity of Whole Crop Barley and Rye

Jo, IK-Hwan · Hwangbo, Soon · Lee, Sung-Hoon

This study was conducted to determine effects of applying cattle slurry and mixed sowing with legumes such as hairy vetch or forage pea on productivity, feed values and organic stock carrying capacity of whole crop barley and rye as winter forage crops, and to obtain organic forages together with higher soil fertility. Experimental plots consisted of 7 treatments, which were non-fertilizer, chemical fertilizer (containing phosphate and potassium: P+K), chemical fertilizer (containing nitrogen, phosphate and potassium: N+P+K), organic fertilizer, cattle slurry, cattle slurry application (mixture with hairy vetch), and cattle slurry application (mixture with forage pea) plots. Each treatment was triplicates, and seven treatments were allocated in a completely randomized block design. For whole crop barley or its mixture crops, annual dry matter (DM), crude protein (CP), and total digestible nutrients (TDN) yields of N+P+K plots were significantly ($P<0.05$) higher than other plots except for cattle slurry plots. The CP content of barley or its mixture crops was significantly higher for N+P+K plot (9.8%) and mixture plots with legumes (8.6~9.7%) than those of other treatments. As 450 kg Hanwoo heifers were fed diets included 70% whole crop barley or 70% mixture crops with legumes, mixture plots are capable of raising average 1.7 to 1.8 heads/ha a year. For rye or its mixture crops, annual DM, CP, and TDN yields represented 6.9~

* 본 논문은 농촌진흥청 현안기술연구사업 지원에 의해 수행된 과제임.

** 교신저자, 대구대학교 동물자원학과(greunld@deagu.ac.kr)

*** 대구대학교 동물자원학과

**** 경상남도 축산진흥연구소

7.1, 0.5~0.6 and 4.3~4.4 ton/ha, respectively. The N+P+K plot contained 10.8% CP, which was higher ($P<0.05$) than all other treatments. In case of 450 kg Hanwoo heifers fed diets included 70% rye or 70% mixture crops with legumes, mixture plots can rear average 1.9 heads/ha a year. When it was considered based on crop yields and organic stock carrying capacity, applying cattle slurry to whole crop barley or rye had the comparable yields and feed values to chemical fertilizer application. Moreover, whole crop barley and rye within cattle slurry plots had a greater combination with hairy vetch and forage pea, respectively, and their mixture crops with legumes had higher crude protein and TDN yields within cattle slurry plots. In conclusion, it would be expected that mixed sowing with legumes in the application of cattle slurry to grass crops could be substituted for imported organic grains as dietary protein sources in feeding organic livestock.

Key words : *cattle slurry, mixed sowing with legumes, productivity, feed value, organic stock carrying capacity, whole crop barley, rye*

I. 서 론

범 정부차원에서 그 동안 선별적 해양배출허용 품목인 가축분뇨에 대하여 국제협약 이행을 위하여 2006년부터 연차별 감축하여 2012년부터 가축분뇨의 해양투기가 전면 금지된다. 이에 따라 가축분뇨처리를 위한 다각적인 해결방안의 모색이 필요하고, 실질적으로 친환경적인 처리방안으로 분뇨발효를 통한 안정화된 퇴·액비를 제조하여 화학비료대신 가축분뇨를 이용하는 퇴·액비화 기술이 농가에서 활용되고 있다. 기본적으로 가축분뇨는 식물생장에 필요한 질소, 인산, 칼륨 등을 공급하는 좋은 비료원으로 지력을 증진시키고 토양의 물리·화학적 성질 및 미생물상이 개선되어 토질개선을 위한 중요한 자원이다. 많은 연구자들에 의하여 우분 및 돈분의 사료작물재배 시 시용으로 그 생산성 및 영양수량이 화학비료에 준하는 수준으로 향상됨을 확인한 바 있다(조 등, 2008a; 정 등, 2009).

한편 유럽 선진낙농국가들은 일찍부터 콩과작물이 화분과작물의 단과 경우보다 조단백질수량이 높고(Osman과 Osman, 1982) 도복을 방지하며 단작에 비해 정착율을 높일 수 있다는 이점으로 콩과작물을 양질의 조사료생산과 토양비옥도 증진이라는 측면에서 화분과작물과 혼파하여 사용되어 왔다(Chapman과 Carter, 1976). 특성이 다른 두 작물의 혼파는 근계분포의 차이로 토양수분이나 양분을 효율적으로 이용할 수 있고 특히 콩과작물을 작부체계에 포함시킬 때에는 병충해를 저감시킴과 동시에 대기 중에 있는 질소를 고정하여 화분과에 공급하기 때문에 토양의 비옥도까지 증진시킬 수 있는 장점도 있다(Drew 등, 2005).

우리나라에서도 내한성이 강해 중북부지방에서는 1년생 콩과 녹비작물인 헤어리베치(hairy vetch) 혹은 사료용 완두(forage pea)가 재배되고 있는데, 이들은 토양에서의 높은 질소 고정능력과 건물생산성이 많은 것으로 잘 알려져 있다(이와 박, 2002; 이, 2007). 또한 이

러한 콩과작물은 단백질 함량이 높고 사료가치가 높을 뿐 아니라 기호성향상을 위해 조사료 품질 개선 작물로 이용되기도 한다(서 등, 2000; 김 등, 2004; 이와 이, 2006a와 2006b). 한편으로 월동 후에는 초기생육이 빨라 잡초발생을 억제시키는 효과가 뛰어나 제조제의 사용량을 줄일 수 있으며 토양에 환원 시 분해속도가 빨라 후작물에 질소를 비롯한 무기영양성분을 적절하게 제공할 수 있어 친환경농업자재로써도 손색이 없는 것으로 알려져 있다(이 등, 2005; 이, 2007).

따라서 본 연구는 월동작물로 재배되는 청보리와 호밀에 화학비료, 유기질비료 및 가축분뇨사용 그리고 콩과작물의 혼파재배가 작물의 생산성과 사료가치에 미치는 영향을 평가하여 토양의 지력향상과 양질의 유기 조사료 확보에 기여하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 2008년 10월부터 2009년 5월까지 대구대학교 동물자원학과 실습포장에서 수행되었는데, 이들 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical characteristics of the soil at experimental sites

pH	EC ¹⁾ (dS/m)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	T-N ²⁾ (%)	O.M ³⁾ (%)	CEC ⁴⁾	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺
					(cmol ⁺ /kg)			
6.80	0.56	369.0	0.12	1.85	20.2	4.0	0.60	1.34

Note. 1) Electrical conductivity, 2) Total nitrogen, 3) Organic matter, 4) Cation exchange capacity.

공시초종으로 청보리(‘영양보리’) 혹은 호밀(‘꼭우’)을 각각 200 kg/ha 씩 파종하여 무비구, 화학비료 인산칼리(인산 150kg/ha과 칼리 150 kg/ha)시비구, 화학비료 질소인산칼리(인산칼리 시비구+질소 100kg/ha)시비구, 유기질 비료(T-N : 2.3%, P₂O₅ : 6.2, K₂O : 3.4%) 단독시용구, 액상우분뇨(T-N : 0.3%, P₂O₅ : 0.4, K₂O : 1.43%) 단독시용구(100 kg N/ha), 액상우분뇨 단독시용에 헤어리베치(‘*Hungvillosa*’) 혼파구 및 액상우분뇨 단독시용에 사료용완두(‘*Ruby*’) 혼파구 등 7처리하여 3반복 난괴법으로 배치하였다. 혼파구에서는 주초종(청보리 혹은 호밀)은 ha당 160 kg을 파종하였고 콩과작물(헤어리베치 혹은 사료용완두)은 ha 당 20 kg을 파종하였으며 파종시기와 수확일은 각각 2008년 10월 13일 및 2009년 5월 25일이었다. 포장관리는 일체 농약을 사용하지 않고 유기농업 관리방법에 따라 실시하였다.

한편 생초수량을 얻기 위해서는 수확일에 지상에서 5cm 높이로 예취하여 측정하였고 건물함량은 각 시험구(2m×2m=4m²)마다 500g 정도를 시료 채취하여 65℃ 순환열풍건조기에

서 48시간 건조시킨 다음 건물울을 계산하고 이를 기준으로 하여 단위면적당의 건물 수량을 산출하였다. 건조된 시료는 Wiley mill로 분쇄하여 일반성분은 AOAC법(1990)으로, ADF와 NDF 함량은 Georing과 Van Soest법(1970)에 의해 분석하였다. 또한 ADF와 NDF 함량으로 부터 TDN(total digestible nutrients)과 RFV(relative feed value)는 Nahm(1992) 및 Linn과 Martin(1989)의 계산식에 의하여 구하였다. 한편 얻어진 조단백질 함량과 가소화 양분총량(TDN)은 건물수량과 곱하여 단위면적당 조단백질수량과 가소화양분총량수량을 구하였다. 이들은 한우사양표준(농촌진흥청, 2007)에 의거 육성기의 암컷한우 약 450kg이 일일 증체 400g 목표로 하는 경우, 유기사료자원을 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 가소화양분총량은 1일 각각 426.3g과 3.479kg을 기준으로 하여 조단백질과 가소화양분총량에 의한 단위면적당 연간 유기가축 사육능력을 평가하였다(조, 2003; 유 등, 2006). 또한 질소소비수준에 따른 건물생산효율은 질소소비에 따른 단위면적당 건물증가량을 질소소비 증가량으로 나누어 구하였다.

본 실험의 결과는 SAS package program(Version 8. 01, USA, 2005)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리 평균간의 비교는 5% 수준의 최소유의차 검정(LSD test)으로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 청보리의 사초 생산성 및 사료가치비교

1) 청보리의 사초 생산성 비교

질소공급원으로 액상우분뇨 시용 및 콩과작물의 혼파가 청보리 및 혼파작물의 건물, 조단백질 및 가소화양분수량에 미치는 영향을 나타낸 것은 Table 2이다.

청보리의 연간 건물, 조단백질 및 가소화양분수량은 질소, 인산 및 칼리를 시비한 구에서 ha 당 각각 7.0, 0.68 및 4.6톤을 나타내어 액상우분뇨를 시용한 구(각각 5.8~6.2, 0.48~0.60 및 4.0~4.2톤/ha)를 제외하고 다른 처리구 보다 유의하게 높았고, 유기질비료 시용구는 각각 5.4, 0.45 및 3.7톤으로 인산과 칼리만 시비한 구(5.2, 0.42 및 3.5톤/ha)와 무비구(3.9, 0.33 및 2.7톤/ha) 보다 높았다($p < 0.05$).

한편, 조(2008, 2009)는 사료작물 재배시 가축분뇨 시용보다 화학비료를 시비하는 것이 높은 생산성을 나타낸다고 보고하여 본 시험에서도 액상우분뇨 시용구가 화학비료 시비구의 건물수량의 85.2% 수준을 나타내어 동일한 경향을 나타내었다.

일반적으로 화분과작물과 콩과작물의 혼파는 단파보다 건물수량의 증가(Ta와 Faris, 1987; 조, 2009)와 조단백질함량이 높은 화분과작물을 생산할 수 있다(Osman과 Osman, 1982; Drew 등, 2005). 본 시험에서도 조단백질수량이 헤어리베치와 사료용완두 혼파구가

질소인산칼리구를 제외한 다른 구보다 ha당 0.02~0.17톤 높았고, 콩과작물의 혼파로 화분과작물의 부족되는 조단백질수량을 증가시키는 가능성을 보여주었으며, 이러한 경향은 사료용완두보다 헤어리베치 혼파 시 더욱 뚜렷하게 나타났다.

Table 2. Effects of applying of cattle slurry and mixed sowing with legumes on dry matter, crude protein and total digestible nutrient yields of whole crop barley and its mixture crops

Treatment	Dry matter yield(ton/ha)	Relative yield(%)	△Dry matter yield(kg)/△nitrogen(kg)	Crude protein yield(ton/ha)	Total digestible nutrients yield(ton/ha)
Non-fertilizer plot	3.93	100	-	0.33	2.69
P+K plot ¹⁾	5.15	131	-	0.42	3.47
N+P+K plot ²⁾	7.00	178	18.5	0.68	4.60
Organic fertilizer plot	5.43	138	15.0	0.45	3.69
Cattle slurry plot ³⁾	5.97	152	20.4	0.48	3.96
Hairy vetch mixture ⁴⁾	6.19	158	22.6	0.60	4.16
Forage pea mixture ⁵⁾	5.82	148	18.9	0.50	3.96
LSD(p<0.05)	1.50	-	-	0.12	0.72

Note. 1) Application plot of chemical phosphate and potassium fertilizer, 2) Application plot of chemical nitrogen, phosphate and potassium fertilizer, 3) Application plot of cattle slurry 100kg N/ha, 4) Cattle slurry plot (whole crop barley 160kg/ha+hairy vetch 20 kg/ha), 5) Cattle slurry plot (whole crop barley 160kg/ha+forage pea 20kg/ha).

2) 청보리의 사료가치 비교

질소공급원으로 액상우분뇨 사용 및 콩과작물의 혼파가 청보리 및 혼파작물의 사료가치에 미치는 영향은 Table 3과 같다.

청보리의 조단백질함량은 질소를 포함한 화학비료구(9.8%)과 액상우분뇨 사용과 콩과작물을 혼파한(8.6~9.7%)로 다른 처리구보다 유의하게 높았으며 특히 이러한 경향은 액상우분뇨 사용에 헤어리베치를 혼파한 구가 각각 9.7%로 다른 처리구보다 유의하게 높았다 (p<0.05). 한편 ADF와 NDF 함량은 질소, 인산 및 칼리시비구에서 각각 29.3과 58.5%로 가장 높았고 무비구가 각각 25.8과 51.8%로 가장 낮았으나 TDN 함량과 RFV는 반대의 경향을 나타내었다.

한편, 사료작물의 가치는 가축에게 급여 후 그 생산물에 의해 평가되는 것이 정확한 방

법이나, 사료작물의 영양소 함량 중 조단백질과 섬유소 함량이 화학적 사료가치의 평가기준으로 중요한 요인이다(Nahm, 1992). 본 시험에서 화학비료구보다 액상우분뇨 시용구가 높은 RFV를 보였는데, 이는 화학비료구에서 건물수량의 증가(Table 2)와 이에 따른 섬유질 함량이 증가(Table 3) 되었기 때문으로 사료되며 이러한 결과는 조(2008)가 보고한 화학비료 시비보다 액상우분뇨 시용이 사료가치에 미치는 효과가 높았다는 결과와 일치하였다.

Table 3. Effects of applying of cattle slurry and mixed sowing with legumes on nutritive values of whole crop barley and its mixture crops

Treatment	CP ¹ (%)	ADF ² (%)	NDF ³ (%)	TDN ⁴ (%)	RFV ⁵
Non-fertilizer plot	8.41	25.76	51.76	68.55	123.75
P+K plot ⁶	8.15	27.18	55.20	67.43	114.16
N+P+K plot ⁷	9.76	29.32	58.50	65.74	105.05
Organic fertilizer plot	8.34	26.27	53.41	68.15	119.21
Cattle slurry plot ⁸	7.96	28.22	53.69	61.60	116.04
Hairy vetch mixture ⁹	9.74	27.52	55.49	67.16	113.15
Forage pea mixture ¹⁰	8.60	26.67	53.36	67.83	118.78
LSD(p<0.05)	0.32	2.37	1.97	1.86	6.0

Note. 1) Crude protein, 2) Acid detergent fiber, 3) Neutral detergent fiber, 4) Total digestible nutrients, 5) Relative feed value, 6) Application plot of chemical phosphate and potassium fertilizer, 7) Application plot of chemical nitrogen, phosphate and potassium fertilizer, 8) Application plot of cattle slurry 100kg N/ha, 9) Cattle slurry plot (whole crop barley 160kg/ha+hairy vetch 20kg/ha), 10) Cattle slurry plot (whole crop barley 160kg/ha+forage pea 20kg/ha).

또한, 청보리와 콩과작물과의 혼파 시 사료가치가 증진되며(김 등, 2009), 조단백질함량도 높아진다(Seo 등, 2000). 본 시험에서도 TDN과 조단백질함량이 보리 단파시(61.6, 7.9%)보다 콩과작물과의 혼파 시(67.16~67.83, 8.6~9.74%)에 높게 나타나 사료가치가 증진된 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

3) 청보리의 조단백질과 가소화양분수량에 의한 유기가축 사육능력

질소공급원으로 액상우분뇨 시용 및 콩과작물의 혼파가 청보리 및 혼파작물의 조단백질 및 가소화양분수량에 의한 단위면적당 연간 유기가축 사육능력에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다.

Table 4. Effects of applying of cattle slurry and mixed sowing with legumes on carrying capacity per unit area for organic livestock, as 450kg Hanwoo heifer with 400g average daily gain was fed diets included 70% whole crop barely or 70% mixture crops

Treatment	Organic livestock carrying capacity (heads/year/ha) ¹⁾		
	Crude protein	TDN	Mean
No fertilizer	0.21	2.11	1.16
P+K plot ²⁾	0.27	2.73	1.50
N+P+K plot ³⁾	0.44	3.62	2.03
Organic fertilizer plot	0.29	2.90	1.60
Cattle slurry plot ⁴⁾	0.30	3.11	1.71
Hairy vetch mixture ⁵⁾	0.39	3.27	1.83
Forage pea mixture ⁶⁾	0.32	3.12	1.72
L.S.D(p<0.05)	0.10	0.48	0.40

Note. 1) Whole crop barley or its mixture crops were included at the level of 70% in diets of 450kg Hanwoo heifer with 400g average daily gain, 2) Application plot of chemical phosphate and potassium fertilizer, 3) Application plot of chemical nitrogen, phosphate and potassium fertilizer, 4) Application plot of cattle slurry 100kg N/ha, 5) Cattle slurry plot (whole crop barley 160kg/ha+hairy vetch 20kg/ha), 6) Cattle slurry plot (whole crop barley 160kg/ha+forage pea 20kg/ha).

유기가축 특히 육성기의 암컷한우 약 450 kg을 일일 증체 400 g 목표로 하여 보리를 유기사료자원으로 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 가소화양분 총량은 1일 각각 426.3 g과 3.479 kg(농촌진흥청, 2007)임을 감안할 때, 질소, 인산 및 칼리를 사용한 화학비료구가 ha 당 각각 연간 0.4와 3.6두(평균 2.0두)를 사육할 수 있어 다른 처리구보다 높았고 (p<0.05) 다음으로 액상우분뇨 사용에 헤어리베치 혹은 사료용 완두를 혼파한 구(각각 0.3~0.4, 3.1~3.3 및 평균 1.7~1.8두)>액상우분뇨 사용구(각각 0.3, 3.1 및 평균 1.7두)>유기질비료 사용구(각각 0.3, 2.9 및 평균 1.6두)>인산과 칼리를 사용한 구(각각 0.3, 2.7 및 평균 1.5두)>무비구(각각 0.2, 2.1 및 평균 1.2두) 순으로 낮아졌다.

한편, 무비구에서 생산된 유기조사료는 ha당 연간 1.2두 정도의 사육이 가능하나 유기질 비료와 액상우분뇨의 사용으로 무비구에 비해 38~47% 증가된 사육 능력을 보였다. 이는 수수교잡종에 액상우분뇨를 사용하였을 때 43%의 유기가축 사육능력이 증가되었다는 조 등(2008)의 보고와 유사한 결과이며, 또한 콩과작물의 혼파 시 유기가축 사육능력은 화학비료구의 평균 2두의 84.7~90.1%의 수준으로 액상우분뇨에 콩과작물의 혼파는 화학 비료 수

준의 유기가축 사육능력이 가능함을 시사하였다.

2. 호밀의 사초 생산성 및 사료가치 비교

1) 호밀의 사초 생산성 비교

질소공급원으로 액상우분뇨 시용 및 콩과작물의 혼파가 호밀 및 혼파작물의 건물, 조단백질 및 가소화양분(TDN) 수량에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다.

Table 5. Effects of applying of cattle slurry and mixed sowing with legumes on dry matter, crude protein and total digestible nutrient yields of rye and its mixture crops

Treatment	Dry matter yield(ton/ha)	Relative yield(%)	△Dry matter yield(kg)/△nitrogen(kg)	Crude protein yield(ton/ha)	Total digestible nutrients yield(ton/ha)
Non-fertilizer plot	4.93	100	-	0.37	3.06
P+K plot ¹⁾	6.38	129	-	0.49	4.09
N+P+K plot ²⁾	7.39	150	10.1	0.80	4.66
Organic fertilizer plot	7.29	148	23.6	0.57	4.59
Cattle slurry plot ³⁾	7.04	143	21.1	0.63	4.46
Hairy vetch mixture ⁴⁾	6.85	139	19.2	0.49	4.28
Forage pea mixture ⁵⁾	7.06	143	21.3	0.59	4.44
LSD(p<0.05)	2.05	-		0.16	1.29

Note. 1) Application plot of chemical phosphate and potassium fertilizer, 2) Application plot of chemical nitrogen, phosphate and potassium fertilizer, 3) Application plot of cattle slurry 100kg N/ha, 4) Cattle slurry plot (rye 160kg/ha+hairy vetch 20kg/ha), 5) Cattle slurry plot(rye 160kg/ha+forage pea 20 kg/ha).

호밀의 연간 건물, 조단백질 및 가소화양분수량은 질소, 인산 및 칼리를 시비한 구가 ha 당 각각 7.4, 0.8 및 4.7이고 유기질비료와 액상우분뇨 시용 시에는 각각 7.0~7.3, 0.6 및 4.5~4.6톤이었으며 다음으로 액상우분뇨에 콩과작물을 혼파한 구(ha당 각각 6.9~7.1, 0.5~0.6 및 4.3~4.4톤)> 인산과 칼리 시비구(각각 6.4, 0.5 및 4.1톤/ha)> 무비구(각각 4.9, 0.4 및 3.1톤/ha)순으로 낮아졌다.

한편, 질소공급원에 따른 호밀생산성 시험에서 조(2009)는 액상우분뇨 시용이 화학비료 시비 시 생산성의 93.6% 수준이며, 육 등(2005)은 가축액비를 호밀에게 시용시 화학비료 시

비로 인한 생산성의 85.1% 수준이라고 보고하였다. 본 시험에서는 호밀의 액상우분뇨 사용 생산성은 보리의 85.2%(Table 2)보다는 높은 95.2% 수준이었으나 기존의 연구결과와는 비슷한 수준이었다.

일반적으로 화분과작물의 단파보다는 콩과작물과의 혼파 시 건물수량이 증가한다고 보고하였으나(Reid와 Jung, 1965; Ta와 Faris, 1987), 본 시험에서는 헤어리베치 혼파 시 건물수량이 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 김 등(2002)은 호밀과 헤어리베치의 혼파시험에서 헤어리베치의 감아 올라가는 특성에 의해 단파보다 혼파시 생산성이 저하되며 헤어리베치의 혼파 비율이 높을수록 그러한 현상은 뚜렷하게 나타났다고 보고하여 본 연구결과와 다소 유사한 양상을 나타내었다.

2) 호밀의 사료가치 비교

질소공급원으로 액상우분뇨 사용 및 콩과작물의 혼파가 호밀 및 혼파작물의 사료가치에 미치는 영향은 Table 6과 같다.

Table 6. Effects of applying of cattle slurry and mixed sowing with legumes on dry matter and total digestible nutrient yields of rye and its mixture crops

Treatment	CP ¹⁾ (%)	ADF ²⁾ (%)	NDF ³⁾ (%)	TDN ⁴⁾ (%)	RFV ⁵⁾
Non-fertilizer plot	7.58	33.88	64.18	62.13	90.61
P+K plot ⁶⁾	7.82	31.36	62.85	64.12	95.42
N+P+K plot ⁷⁾	10.81	32.69	64.35	63.08	91.70
Organic fertilizer plot	7.80	32.81	64.88	62.99	90.85
Cattle slurry plot ⁸⁾	7.22	33.56	65.21	62.99	89.52
Hairy vetch mixture ⁹⁾	8.95	32.35	63.85	63.35	92.81
Forage pea mixture ¹⁰⁾	8.41	32.77	63.60	63.01	92.69
LSD(p<0.05)	0.51	1.50	1.28	1.18	2.34

Note. 1) Crude protein, 2) Acid detergent fiber, 3) Neutral detergent fiber, 4) Total digestible nutrients, 5) Relative feed value, 6) Application plot of chemical phosphate and potassium fertilizer, 7) Application plot of chemical nitrogen, phosphate and potassium fertilizer, 8) Application plot of cattle slurry 100kg N/ha, 9) Cattle slurry plot (whole crop barley 160kg/ha+hairy vetch 20kg/ha), 10) Cattle slurry plot (whole crop barley 160kg/ha+forage pea 20kg/ha).

호밀의 조단백질함량은 질소, 인산 및 칼리 화학비료 시비구가 10.8%로 모든 처리구보다 높았고, 다음으로 액상우분뇨 사용+콩과작물 혼파구가 8.4~9.0%로 다른 처리구보다 유의

하게 높았으나, ADF와 NDF 함량은 액상우분뇨 시용구보다 콩과작물을 혼파한 구가 낮았고, TDN 함량과 RFV는 유의하게 높았다($p<0.05$).

한편, 질소원에 따른 호밀의 사료가치에 미치는 시험에서 육 등(2005)은 가축액비와 화학비료 시비구간에 질소생산량은 화학비료 시비구가 높았으나, NDF 함량 및 TDN 함량에는 차이가 없다고 보고하였다. 본 시험에서도 액상우분뇨 시용구와 화학비료 시비구간에 조단백질 함량은 유의한 차이가 있었지만 섬유소 및 가소화총영양소 함량에는 차이가 없어 호밀에 있어서 질소원이 사료가치에 미치는 영향은 미미한 것으로 사료된다.

호밀과 헤어리베치의 혼파시험에서 단파보다 혼파 시 조단백질, 가소화양분총량 및 상대 사료가치가 높게 나타나 사료가치가 유의하게 증가한다고 보고하였으며(이와 이, 2006a; 조 등, 2008b), 본 시험에서도 상대사료가치가 호밀 단파 시(89.52)보다 콩과작물과의 혼파 시(92.81, 92.69)에 높게 나타나 혼파가 사료가치 증진에 큰 효과가 있음을 나타냈으며, 조단백질함량 또한 유의하게 증가되어 호밀의 부족한 조단백질함량을 보충시켜줄 수 있을 것으로 생각된다.

3) 호밀의 조단백질과 가소화영양수량에 의한 유기가축 사육능력

질소시비수준에 따른 호밀의 조단백질 및 가소화양분 수량에 의한 단위면적당 연간 유기가축 사육능력에 미치는 영향을 Table 7에 나타내었다.

유기가축 특히 육성기의 암컷한우 약 450 kg을 일일 증체 400 g 목표로 하여 호밀을 유기사료자원으로 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 가소화양분 총량은 1일 각각 426.3 g과 3.479 kg(농촌진흥청, 2007)임을 감안할 때, 질소, 인산 및 칼리를 사용한 처리구가 ha당 각각 연간 0.5와 3.7두(평균 2.1두)를 사육할 수 있어 다른 처리구보다 높았고, 다음으로 유기질비료 시용구(각각 0.4, 3.6 및 평균 2.0두) > 액상우분뇨 시용구(각각 0.4, 3.5 및 평균 2.0두) > 액상우분뇨 시용에 헤어리베치 혹은 사료용 완두를 혼파한 구(각각 0.3~0.4, 3.4~3.5 및 평균 1.9두) > 인산과 칼리를 사용한 구(각각 0.3, 3.2 및 평균 1.8두) > 무비료(각각 0.2, 2.4 및 평균 1.3두) 순으로 낮아졌다.

Table 7. Effects of applying of cattle slurry and mixed sowing with legumes on carrying capacity per unit area for organic livestock, as 450kg Hanwoo heifer with 400g average daily gain was fed diets included 70% rye or 70% mixture crops

Treatment	Organic livestock carrying capacity (heads/year/ha) ¹⁾		
	Crude protein	TDN	Mean
No fertilizer	0.24	2.41	1.33
P+K plot ²⁾	0.32	3.22	1.77

Treatment	Organic livestock carrying capacity (heads/year/ha) ¹⁾		
	Crude protein	TDN	Mean
N+P+K plot ³⁾	0.51	3.67	2.09
Organic fertilizer plot	0.37	3.60	1.99
Cattle slurry plot ⁴⁾	0.40	3.51	1.96
Hairy vetch mixture ⁵⁾	0.31	3.37	1.85
Forage pea mixture ⁶⁾	0.38	3.50	1.94
L.S.D(p<0.05)	0.10	1.28	0.56

Note. 1) Rye or its mixture crops were included at the level of 70% in diets of 450kg Hanwoo heifer with 400g average daily gain, 2) Application plot of chemical phosphate and potassium fertilizer, 3) Application plot of chemical nitrogen, phosphate and potassium fertilizer, 4) Application plot of cattle slurry 100kg N/ha, 5) Cattle slurry plot (rye 160kg/ha+hairy vetch 20kg/ha), 6) Cattle slurry plot (rye 160kg/ha+forage pea 20kg/ha).

한편, 무비구에서 생산된 호밀은 ha 당 연간 1.3두 정도의 사육이 가능하나 유기질비료와 액상우분뇨의 사용으로 무비구에 비해 47~50% 증가된 사육능력을 보였다. 이는 옥수수에 액상우분뇨 사용시 44%의 유기가축 사육능력이 증가되었다는 조 등(2008b)의 보고와 비슷한 결과이며, 또한 헤어리베치 및 사료용완두 혼파 시 유기가축 사육능력은 화학비료구의 88.5~92.8%의 수준으로 나타나 액상우분뇨에 콩과작물 혼파는 화학비료와 유사한 수준의 유기가축 사육이 가능함을 나타내었다.

이상의 결과로부터 단위면적당 생산수량 및 유기가축 사육능력측면에서 청보리 및 호밀에 대한 가축분뇨의 사용은 화학비료에 준하는 생산성적을 나타내었다. 가축분뇨 사용구내에서 청보리는 헤어리베치와 혼파 시에, 호밀은 사료용완두와 혼파 시에 더 많은 생산수량을 나타내었다. 또한, 가축분뇨 사용구내 콩과작물과의 혼파는 조단백질수량과 가소화양분 총량을 증가시켰다. 결론적으로 가축분뇨 사용과 콩과작물과의 혼파는 유기가축사양 시 단백질공급원으로 이용되는 수입유기곡류를 대체하는 효과를 가질 수 있을 것으로 기대한다.

VI. 적 요

본 실험에서는 월동작물로 재배되는 청보리와 호밀에 화학비료, 유기질비료 및 가축분뇨의 사용 그리고 콩과작물의 혼파재배가 작물의 생산성과 사료가치를 평가함으로써 토양의 지력향상과 함께 양질의 유기조사료를 확보하여 단위면적당 유기가축 사육능력을 추정하

고자 무비구, 화학비료 인산칼리 시비구, 화학비료 질소인산칼리 시비구, 유기질비료 시용구, 액상우분뇨 시용구, 액상우분뇨 시용에 헤어리베치 혼파구 및 액상우분뇨 시용에 사료용완두 혼파구 등 7처리 3반복 난괴법으로 배치하여 실험이 실시되었다. 청보리의 연간 건물, 조단백질 및 가소화양분총량 수량은 화학비료 질소인산칼리 시비구가 액상우분뇨를 사용한 구를 제외하고 다른 처리구보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 청보리의 조단백질함량은 화학비료 질소인산칼리 시비구(9.8%)와 액상우분뇨 시용과 콩과작물 혼파구(8.6~9.7%)가 다른 처리구보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 보리를 급여시 유기 한우 암소는 액상우분뇨 시용에 콩과작물 혼파구가 연간 ha당 평균 1.7~1.8두를 사육할 수 있다. 호밀의 연간 건물, 조단백질 및 가소화양분총량 수량은 액상우분뇨에 콩과작물을 혼파한 구가 ha당 각각 6.9~7.1, 0.5~0.6 및 4.3~4.4톤으로 나타났다. 호밀의 조단백질함량은 화학비료 질소인산칼리 시비구가 10.8%로 모든 처리구보다 높았다($p<0.05$). 호밀을 급여한 유기한우 암소의 연간 ha당 사육두수는 액상우분뇨 시용에 콩과작물 혼파구가 평균 1.9두를 사육할 수 있다. 단위면적당 생산수량 및 유기가축 사육능력측면에서 청보리 및 호밀에 대한 가축분뇨의 사용은 화학비료에 준하는 생산성적을 나타내었다. 가축분뇨 시용구내에서 청보리는 헤어리베치와 혼파 시에, 호밀은 사료용완두와 혼파 시에 더 많은 생산수량을 나타내었다. 또한, 가축분뇨 시용구내 콩과작물과의 혼파는 조단백질수량과 가소화양분총량을 증가시켰다. 결론적으로 가축분뇨 시용과 콩과작물과의 혼파는 유기가축사양 시 단백질공급원으로 이용되는 수입유기곡류를 대체하는 효과를 가질 수 있을 것으로 기대한다.

[논문접수일 : 2010. 6. 30. 논문수정일 : 2010. 8. 24. 최종논문접수일 : 2010. 8. 30]

참 고 문 헌

1. 농촌진흥청 국립축산과학원. 2007. 한국가축사양표준(한우).
2. 김대호·강달순·문진영·신현열·손길만·노치웅·김정곤. 2009. 양질조사료 생산을 위한 청보리와 콩과작물의 작부체계 및 질소시비량에 관한 연구. 초지조사료지 29(3): 197-210.
3. 김종근·윤세형·정의수·임영철·서성·서종호·김시주. 2002. 파종방법 및 혼파비율이 호밀-헤어리베치 혼파시 사료가치 및 생산성 향상에 미치는 영향. 한초지 22(4): 233-240.
4. 김종덕·김수곤·권찬호. 2004. 콩과목초의 사초수량 및 품질비교. 동물자원지 46(3): 437-442.

5. 서종호·이호진·허일봉·김시주·김충국·조현숙. 2000. 동계녹비작물 초종별 화학성분 및 생산성비교. 한초지 20(3): 193-198.
6. 유덕기·윤성이·이주삼·조익환·안중호. 2006. 자연순환형 유기농업 표준모델개발. 농림부.
7. 육완방·최기춘·윤창. 2005. 답작지대에서 돈분액비가 호밀의 생산성, 사료가치 및 지력 증진에 미치는 영향. 한초지 25(2): 105-112.
8. 이인덕·이형석. 2006a. 대전지역에서 호밀과 헤어리베치의 파종유형별 사초의 건물수량 및 가료가치 비교연구. 한초지 26(4): 207-214.
9. 이인덕·이형석. 2006b. 대전지역 추파사료작물의 건물수량 및 사료가치 비교연구. 한초지 26(4): 249-256.
10. 이효원. 2007. 춘계답리작 토양에서 두과의 질소고정과 이의 화분과로의 이동. 한초지 27(3): 167-172.
11. 이효원·김원호·박형수·고한중·김수곤. 2005. 질소사용수준이 배치-보리 혼파 사초의 질소고정 및 배치에서 보리로 질소이동에 미치는 영향. 한초지 25(1): 1-6.
12. 이효원·박형수. 2002. 두과작물의 질소고정과 유기조사료 생산을 위한 작부체계. 한국유기농업학회 10: 51-63.
13. 정민웅·조남철·김종근·임영철·최기춘·윤세형·이기원·육완방. 2009. 경운방법과 가축분뇨 사용이 옥수수의 생산성 및 질소의 용탈에 미치는 영향. 한국초지조사료학회지 29(3): 211-216.
14. 조익환. 2003. 지역별 순환농업의 유형에 관한 연구. 한국유기농업학회지 11(3): 91-108.
15. 조익환. 2008. 보리와 헤어리 베치의 단, 혼파재배 시 우분뇨의 사용에 따른 생산성과 사료가치의 평가. 한국유기농업학회지 16(2): 219-230.
16. 조익환. 2009. 액상우분뇨와 콩과식물 혼파재배가 보리, 호밀의 생산성과 사료가치에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 17(3): 371-380.
17. 조익환·윤용범·박용렬·황보순·이성훈·이주삼. 2008a. 답리작으로 호밀과 헤어리베치의 단, 혼파 재배시 우분뇨 및 화학비료의 사용에 따른 생산성 평가. 한국초지조사료학회지 28(4): 323-330.
18. 조익환·황보순·이주삼. 2008b. 가축분뇨사용이 하계사료작물의 생산성 및 유기가축 사육능력에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 16(4): 421-434.
19. AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
20. Chapman, S. R. and L. P. Carter. 1976. Crop production principles and practice. W. H. Ferzman and Co. Francisco. pp. 80-90.
21. Drew, Elizabeth A., Vadakattu VSR. Gupta and David K. Roget. 2005. Are legumes doing

- their job? The effect of herbicides on N₂ fixation in Southern Australian agricultural system. Biological nitrogen fixation, sustainable agriculture and Environment. Proceedings of the 14th international nitrogen fixation congress. pp. 162-164.
22. Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. Handbook No. 379, Washington, D. C.
 23. Linn, J. and N. Martin. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.
 24. Nahm, K. H. 1992. Practical guide to feed, forage and water analysis. Yoohan Pub. 1-70.
 25. Osman, A. E. and A. M. Osman. 1982. Performance of mixture of cereal and legume forage under irrigation in the Sudan. J. Agric. Sci. Camb. 98: 71-72.
 26. Reid, J. T. and G. A. Jung. 1965. Factors affecting intake and palatability of forages for sheep. Proc. 9th. Int. Grassl. Cong. 36: 487-496.
 - 27 SAS. 2005. Statistical Analysis System ver., 8. 01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
 28. Seo, J. H., H. J. Lee, L. B. Hub, and S. J. Kim. 2000. Use of hairy vetch green manure as nitrogen fertilizer for corn production. Korean J. Crop Sci. 45(5): 294-299.
 29. 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.