

콩과 사료작물의 혼파와 우분의 시용이 호밀의 생산성, 사료가치 및 단위면적당 유기한우 사육능력에 미치는 영향*

오명곤** · 조익환*** · 황보순****

Effect of Mixed-Sowing of Legume and Applying of Cattle Manure on the Productivity, Feed Values and Organic Hanwoo Carrying Capacity of Rye (*Secale cereale* L.)

Oh, Myeong-Gon · Jo, Ik-Hwan · Hwangbo, Soon

This study was conducted to investigate the effect of mixed-sowing of legume forage and applying of cattle manure on the productivity of rye in order to produce the organic roughage to be effectively reducing the environmental contamination and to provide Hanwoo rearing farmer with safe organic animal products. The present study also aimed to evaluate optimal applying level of cattle manure and carrying capacity of Korean native cattle (Hanwoo) per unit area. The annual amount of crude protein (CP) of rye in Gyeongju were higher than those of in Gyeongsan and Yeongju, and the mixed-sowing of forage pea was the highest ($p < 0.05$) compared with the single-sowing. The amount of CP were increased proportionately corresponded to the applying level of fermented cattle manure, and found significantly ($p < 0.05$) high at the level of 100 and 150 kg/ha groups. With feed value of forage, CP was tended to be higher in the mixed-sowing of legume than the single-sowing of rye at the wintering experimental sites of legume, and in particular the forage peas was higher ($p < 0.05$) than other crops. Carrying capacity of organic Hanwoo (head/ha) was higher ($p < 0.05$) in Gyeongju (3.28 head) than that in Gyeongsan (1.94) and Yeongju (1.50). The carrying capacity in the single-sowing of rye also was lower than that in the mixed-sowing of legume, and the forage peas was the highest among the mixed-sowing groups ($p < 0.05$). Overall, the present results showed that it would be recommended to take into account the wintering for mix-sowing of legume. The fermented cattle manure may be applied

* 이 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ009224022014)의 지원에 의해 이루어진 것임.

** Corresponding author, 대구대학교 동물자원학과 교수(greunld@daegu.ac.kr)

*** 경상북도축산기술연구소

**** 대구대학교 동물자원학과

for legume in the wintering unavailable regions. In addition, the applying the fermented cattle manure at the level of 100~150kg/ha and the mix-sowing of legume with forage peas may increase the productivity per unit area and feed value including CP for improving carrying capacity of organic Hanwoo.

Key words : *cattle manure, feed value, forage pea, rye, sowing with legumes*

I. 서 론

우리나라 축산은 가축이 섭취하는 곡류사료의 대부분을 해외에 의존하고 있는 현실에서 최근에 이상 고온과 가뭄 등으로 곡류 최대 수출국의 작황이 부진하여 곡류 재고량이 감소하고, 국제유가 인상에 따른 수송비용의 증가로 배합사료 가격이 폭등하여 많은 어려움에 처해 있다. 또한, 조사료마저도 수입하여 사용되거나 혹은 사료가치가 낮은 벼짚의 의존도가 55% 이상 차지하고 있어 급증하는 수입산 축산물과의 가격 경쟁력에서 크게 뒤져 국내 한우산업의 근간을 위협받고 있다(Jo, 2012).

한편, 작물의 생산량 증대만을 목적으로 사용되어 왔던 화학비료, 특히 질소와 칼리는 식물체에 흡수가 잘 되고 이용률이 높지만 과다하게 사용하면서 부터 토양을 산성화 시키고, 토양의 미량 영양소가 고갈되는 등 비경제적인 문제를 야기하고 있다(Schechtner, 1978).

최근, 화학비료의 남용 및 그에 따른 환경오염 피해 등의 문제점을 보완하기 위해 사료작물 재배 시에 가축분뇨와 같은 유기자원을 활용하거나 작부체계에서 콩과 사료작물을 도입하는 방법이 활발하게 검토되고 있다(Ramesh et al., 2005; Sharma et al., 2004).

가축분뇨에는 질소, 인산, 칼슘 등 각종 영양분을 함유하고 있어 오래전부터 작물 생육에 매우 중요한 양분 공급원으로 활용되어 왔으며(Jo et al., 2008; Jung et al., 2009), 가축분뇨를 이용하여 사료작물 재배 시 작물의 생산성이 화학비료에 대등한 수준의 결과를 얻었다고 확인한 바 있다(Jo et al., 2008, 2010; Yoon et al., 2009).

한편, 우리나라에서 1년생 콩과 녹비작물인 헤어리베치 혹은 사료용 완두는 내한성이 강해 중북부지방에서 많이 재배되고 있는데, 이들은 토양에서의 높은 질소 고정능력과 건물 생산성이 높은 것으로 잘 알려져 있다(Lee and Park, 2002). 이러한 콩과작물은 단백질 함량이 높고 사료가치가 높을 뿐 아니라 기호성이 좋아 조사료 품질 개선 작물로 이용되기도 한다(Seo et al., 2000; Kim et al., 2004; Lee and Lee, 2006). 아울러 월동 후에는 초기생육이 빨라 잡초발생을 억제시키는 효과가 뛰어나 제초제의 사용량을 줄일 수 있으며, 토양에 환원 시 분해속도가 빨라 후작물에 질소를 비롯한 무기영양성분을 적절하게 제공할 수 있어 친환경농업 자재로서도 손색이 없는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2005).

따라서 본 연구에서는 월동작물로 재배되는 호밀에 콩과 작물(헤어리베치, 사료용 완두)

을 혼파 재배하고, 가축분뇨를 시용에 따른 사료작물의 생산성과 사료가치를 평가함으로써 토양의 지력향상과 함께 양질의 친환경 조사료를 확보하여 단위면적당 유기한우 사육능력을 추정하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 2012년 9월 21일 파종하여 2013년 5월 23일까지 경산시 소재 대구대학교 동물자원학과 실습포장(경산시시험구)과 경주시 안강읍(경주시시험구), 영주시 장수면(영주시시험구)에서 각각 수행하였다. 시험재료는 벼과 사료작물인 호밀 품종 “꼭우”와 콩과 사료작물인 헤어리베치 품종 “Hungvillosa” 및 사료용 완두인 “Ruby”를 사용하였다. 이들 토양의 이화학적 특성과 시험이 실시되었던 지역의 기상조건은 Table 1, 2와 같이, 경주지역 토양은 P_2O_5 의 함량은 632.22mg/kg으로 다른 지역보다 매우 높아 사료작물이 자라기에 적합한 환경이었고, 영주지역은 P_2O_5 의 함량은 33.21mg/kg으로 불리한 환경이었다.

시험구 배치는 주구는 호밀 단파, 호밀과 헤어리베치 혼파 및 사료용 완두 혼파이고, 세구에는 발효우분 4수준으로 무비구, 발효우분을 질소수준으로 50, 100kg N/ha 및 150kg N/ha로 분할집구로 배치한 3반복이며, 파종은 산파로 파종하였고, 구당 면적은 $8m^2(2m \times 4m)$ 으로 하였다.

공시된 발효우분은 6개월 이상 발효된 것으로 시용은 파종당일 1/2, 해빙기에 추비로 1/2를 시용하였고, 화학비료 및 농약은 사용하지 않았다.

사료작물의 생초 수량은 2013년 5월 23일 수확 당일 지상부 5cm 높이로 예취하여 측정하였고, 건물함량은 각 시험구마다 500g 정도의 시료를 채취하여 $65^\circ C$ 순환열풍건조기에서 48시간 건조한 후 단위면적당 건물 수량을 산출하였다. 건조된 시료는 Wiley mill로 분쇄하여 A.O.A.C.법(1995)으로, acid detergent fiber(ADF)와 neutral detergent fiber(NDF)의 함량은 Georing과 Van Soest(1970)에 의해 분석하였다. 또한 ADF와 NDF의 함량으로부터 total digestible nutrients(TDN, 가소화양분총량)은 Nahm(1992)과 Linn · Martin(1989) 등의 계산식($TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$)에 의하여 구하였다.

또한 얻어진 조단백질 함량과 TDN 함량은 건물수량과 곱하여 단위면적당 조단백질과 TDN 수량을 구하였다. 이들은 한우의 한국사양표준(RDA, 2012)에 의거 암소 약 450kg이 일일 증체 400g 목표로 하는 경우, 유기 사료 자원을 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 TDN은 1일 각각 426.3g과 3.479kg을 기준으로 하여 조단백질과 TDN에 의한 단위면적당 연간 유기한우 사육능력을 평가하였다(Jo, 2003; Ryu et al., 2006).

본 실험의 결과는 SAS(2013)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리 평균 간의 비교는 5% 수준의 최소 유의차검정(least significant difference test)방법으로 하였다.

Table 1. Chemical characteristics of the soil at experimental sites

Region	pH	EC ¹⁾	Available P ₂ O ₅	T-N ²⁾	OM ³⁾	CEC ⁴⁾	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺
	(1:5)	(dS/m)	(mg/kg)	(%)		(Cmol+/kg)			
Gyeongsan	5.7	0.75	188.33	0.019	5.92	41.65	9.67	0.44	2.65
Gyeongju	6.8	0.77	632.22	0.018	6.03	19.16	9.98	0.8	3.76
Yeongju	5.1	0.54	33.21	0.015	6.65	47.68	4.61	0.22	0.99

1) EC: electrical conductivity, 2) T-N: Total nitrogen, 3) OM: organic matter, 4) CEC: cation exchange capacity.

Table 2. Meteorological data during the growth periods in 2012-2013 and averages for 30 years

Region	Item	Year	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.
Gyeongsan	Temperature(°C)	2012-2013	19.0	12.5	4.7	0.9	-1.9	2.5	6.2	8.0	18.1
		1981-2010	20.0	13.7	6.9	5.3	-1.0	1.2	6.0	12.5	17.3
	Precipitation (mm)	2012-2013	265.5	37.2	42.8	48.3	20.6	23.7	80.2	84.6	75.8
		1981-2010	135.0	31.8	32.8	15.2	22.6	27.3	46.9	62.4	87.2
Gyeongju	Temperature(°C)	2012-2013	18.0	13.7	6.9	-0.9	-1.1	1.6	7.9	10.6	17.8
		1981-2010	21.6	16.6	10.3	4.4	1.8	3.8	7.9	13.8	18.2
	Precipitation (mm)	2012-2013	328.8	23.3	56.0	49.0	20.0	18.4	66.0	83.0	77.2
		1981-2010	177.1	43.7	41.1	25.7	36.5	40.8	60.9	68.9	85.2
Yeongju	Temperature(°C)	2012-2013	18.9	12.3	4.7	-3.9	-4.2	-0.3	6.0	9.4	17.6
		1981-2010	19.1	12.5	5.6	-0.6	-2.9	-0.3	4.8	11.7	16.9
	Precipitation (mm)	2012-2013	183.3	55.1	68.0	60.0	48.3	55.0	41.9	80.6	187.8
		1981-2010	153.2	43.2	39.3	18.3	19.8	28.8	54.3	82.9	109.9

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 호밀의 생산성

콩과 사료작물의 혼파와 발효우분의 시용이 호밀의 조단백질 수량에 미치는 영향은 Table 3과 같다.

Table 3. Effects of mixed sowing with legume and applying of cattle manure on crude protein yield (kg/ha) of rye or its mixture crops

Region	Culture method	Applying amounts of cattle manure (kg N/ha)								Mean	
		0		50		100		150			
Gyeongsan	Rye	234	Y	263		368		378		316	
	Hairy vetch mixture	224 ^b	Y	290 ^b		414 ^{ab}		517 ^a		361	
	Forage pea mixture	312	X	351		507		487		414	
Gyeongju	Rye	410 ^b	Z	558 ^a	Y	532 ^a	XY	546 ^a	XY	511	Y
	Hairy vetch mixture	549 ^a	Y	517 ^{ab}	Y	508 ^{ab}	Y	440 ^b	Y	503	Y
	Forage pea mixture	772 ^a	X	713 ^a	X	613 ^b	X	637 ^b	X	684	X
Yeongju	Rye	178 ^b		211 ^b		237 ^{ab}		296 ^a	X	231	
	Hairy vetch mixture	177 ^b		205 ^b		271 ^a		326 ^a	X	245	
	Forage pea mixture	184 ^b		217 ^{ab}		245 ^{ab}		291 ^a	Y	234	

a, b, c : Values with different superscripts in the same row significantly differ (p<0.05)

X, Y, Z : Values with different superscripts in the same column significantly differ (p<0.05)

경산 시험구에서 콩과 사료작물의 혼파에 따른 조단백질 수량(평균 361~414 kg/ha)은 단 파구(316kg/ha)보다 전반적으로 높았지만 유의적 차이는 인정되지 않았다. 무비구는 사료용 완두 혼파구가 312kg로 단파와 헤어리베치의 혼파 시보다 유의적으로 높게 나타났으며(p<0.05), 질소 사용수준이 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며, 특히 헤어리베치 혼파구에서 무비구(224kg/ha) 보다 질소 150kg 사용구(517 kg/ha)에서 뚜렷한 유의한 증가가 나타났 다(p<0.05).

호밀의 조단백질 수량은 경주지역에서의 가장 높게 나타났으며, 단·혼파 비교시 사료용 완두 혼파구가(평균 684kg/ha) 높았다(p<0.05). 한편 질소 사용수준 증가에 따른 조단백질 수량을 보면, 호밀 단파일 경우 유의적 증가를 보였지만, 콩과 사료작물 혼파구에서는 사용 수준이 높아짐에 따라 반대로 유의적으로 감소하는 결과를 보였다(p<0.05).

영주 시험구에서 콩과 사료작물의 혼파에 따른 호밀의 조단백질 수량은 헤어리베치 혼 파구(평균 245kg/ha)로 높았으나, 사료용 완두 혼파구(평균 234kg/ha)와 호밀 단파구와(평균 231kg/ha) 유의적 차이는 인정되지 않았다. 질소 사용수준이 높아짐에 따라 무비구(177~184 kg/ha) 보다 100, 150kg 사용구에서 유의하게 높게 나타났다(p<0.05).

본 시험에서 경주 시험구가 경산 및 영주보다 높은 조단백질 수량(503~684kg/ha)을 나타 낸 것은, 경주 시험구의 토양이 다른 시험구 보다 비옥하였고(Table 1), 시험기간 겨울철 기 온 또한 따뜻했기 때문이었으며(Table 2), 반면에 영주 시험구의 낮은 조단백질 수량의 결 과는 겨울철 시험기간(10월에서 1월) 동안 기온이 평년 30년 평균기온 보다 낮은 혹한의 영

향으로 콩과작물의 월동율과 생장율이 낮았기 때문으로 사료되었다.

콩과작물과 벼과작물을 혼파할 경우 벼과 사료작물의 단파 시 보다 조단백질 수량이 높고 도복을 방지하며 정착율이 높은 이점이 있다고 보고되었다(Osman and Osman, 1982). 본 시험에서도 경산과 경주 시험구에서 단파 보다는 콩과작물의 혼파로 인해 조단백질 수량이 증가하는 것으로 나타나, 콩과 작물의 혼파가 벼과 작물의 낮은 단백질 공급의 보충재로서 가능성을 시사하였다(Jo, 2012). 하지만, 영주시시험구에서는 단파와 혼파구간 차이가 나타나지 않았고, 우분 사용수준 차이에서 무비구 보다 100~150kg N/ha구가 유의한 차이를 보여, 콩과작물이 월동하기 어려운 추운 지역에서는 질소시비 수준을 높일 경우 작물의 생산성 향상을 기대할 수 있을 것으로 사료되었다.

2. 호밀의 사료가치

콩과 사료작물의 혼파와 발효우분의 시용이 호밀의 조단백질 함량과 TDN 함량에 미치는 영향은 Table 4, 5와 같다.

경산 시험구에서 호밀의 조단백질 함량은 사료용 완두 혼파구가 평균 8.57%로 단파구의 평균 8.41% 보다 유의있게 높게 나타났다($p<0.05$). 발효우분 질소 사용수준에 따른 조단백질 함량은 단파 및 헤어리베치 혼파구에서는 무비구의 각각 8.3%에서 질소 수준 100kg 일 때 각각 8.91%와 9.37%로 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$).

Table 4. Effects of mixed sowing with legume and applying of cattle manure on the percent crude protein in rye or its mixture crops

Region	Culture method	Applying amounts of cattle manure (kg N/ha)						Mean			
		0		50		100	150				
Gyeongsan	Rye	8.30 ^b		7.77 ^c		8.91 ^a	Y	8.65 ^a	Z	8.41	Y
	Hairy vetch mixture	8.30 ^c		7.40 ^d		9.37 ^a	X	8.82 ^b	Y	8.47	XY
	Forage pea mixture	8.56 ^b		7.65 ^c		8.99 ^{ab}	XY	9.09 ^a	X	8.57	X
Gyeongju	Rye	4.85 ^c	Z	6.08 ^a	Z	5.15 ^b	Z	4.93 ^c	Z	5.25	Z
	Hairy vetch mixture	6.87 ^a	Y	6.25 ^b	Y	6.17 ^b	Y	5.43 ^c	Y	6.18	Y
	Forage pea mixture	7.62 ^a	X	6.84 ^b	X	6.50 ^c	X	5.90 ^d	X	6.71	X
Yeongju	Rye	5.57 ^a	X	5.53 ^a		5.50 ^{ab}	Y	5.35 ^b	Y	5.49	Y
	Hairy vetch mixture	5.51 ^b	XY	5.48 ^b		5.77 ^a	X	5.58 ^b	X	5.59	X
	Forage pea mixture	5.42 ^{ab}	Y	5.35 ^b		5.52 ^a	Y	5.42 ^b	Y	5.43	Y

a, b, c : Values with different superscripts in the same row significantly differ ($p<0.05$)

X, Y, Z : Values with different superscripts in the same column significantly differ ($p<0.05$)

Table 5. Effects of mixed sowing with legume and applying of cattle manure on percent total digestible nutrients of rye or its mixture crops

Region	Culture method	Applying amounts of cattle manure (kg N/ha)								Mean	
		0		50		100		150			
Gyeongsan	Rye	51.21 ^b	Z	53.37 ^a	Y	52.65 ^a	Y	52.83 ^a	Y	52.51	Y
	Hairy vetch mixture	52.26 ^c	Y	54.77 ^{ab}	X	55.85 ^a	X	53.89 ^b	Y	54.19	X
	Forage pea mixture	53.35 ^b	X	53.69 ^b	XY	53.44 ^b	Y	56.13 ^a	X	54.15	X
Gyeongju	Rye	40.26 ^d	Z	41.92 ^c		43.74 ^b	Y	50.61 ^a		44.13	Y
	Hairy vetch mixture	42.19 ^c	X	41.98 ^c		45.22 ^b	X	49.46 ^a		44.71	XY
	Forage pea mixture	41.19 ^c	Y	42.04 ^{bc}		44.98 ^b	X	52.45 ^a		45.17	X
Yeongju	Rye	49.35 ^a	X	49.30 ^a		49.62 ^a	X	48.71 ^b		49.25	X
	Hairy vetch mixture	48.21 ^b	Y	48.07 ^b		48.19 ^b	Y	49.57 ^a		48.51	Y
	Forage pea mixture	49.43	X	48.99		49.46	X	49.09		49.24	X

a, b, c : Values with different superscripts in the same row significantly differ (p<0.05)

X, Y, Z : Values with different superscripts in the same column significantly differ (p<0.05)

경주 시험구에서는 질소 사용 수준에 관계없이 사료용 완두 > 헤어리베치 > 호밀 단파 순으로 조단백질 함량이 유의하게 높게 나타났으며(p<0.05), 질소 사용수준에 따라서는 호밀 단파구에서는 50kg 사용 시 6.08%로 가장 높았으며(p<0.05), 콩과 작물 혼파구에서는 무비구일 경우 가장 높았으며(p<0.05), 발효 우분 질소 수준이 높아질수록 낮아지는 결과를 보였다(p<0.05).

영주 시험구에서 호밀의 조단백질 함량은 헤어리베치 혼파구가 평균 5.59%로 사료용 완두 혼파구(평균 5.43%) 및 단파구(평균 5.49%) 보다 유의하게 높게 나타났으며(p<0.05), 질소 사용수준이 높을수록 콩과 작물 혼파구에서는 조단백질 함량이 높아지는 경향이 있었으나, 오히려 150kg 수준에서는 감소하는 것으로 나타났다.

TDN 함량은 경산 시험구에서 단파구가 평균 52.51%로 헤어리베치(평균 54.19%) 및 사료용 완두(평균 54.15%)를 혼파한 시험구 보다 낮은 함량을 보였으며, 발효 우분 질소 사용수준에 따라서는 무비구 보다 질소 사용 시험구가 높은 함량을 나타내었다(p<0.05).

경주 시험구의 TDN 함량은 사료용 완두 혼파구(평균 45.17%)가 단파구(평균 44.13%) 보다 높았으며(p<0.05), 질소 사용수준에서는 사용수준이 높아짐에 따라 증가하여 모든구에서 150kg 사용구가 가장 높았다(p<0.05).

영주 시험구는 헤어리베치 혼파구(평균 48.51%) 보다 사료용 완두 혼파구(평균 49.24%), 단파구(평균 49.25%)가 높았으며(p<0.05), 질소 사용수준에 따라서는 단파구는 150kg 사용구가 가장 낮았으나, 헤어리베치 혼파구에서는 150kg 사용구가 49.57%로 가장 높았다(p<

0.05).

본 연구에서 호밀의 조단백질과 TDN 함량을 보면, 조단백질은 5.43~8.57%, TDN 함량은 44.13~54.19%로 Jo(2012)와 Hwangbo and Jo(2013)가 보고한 각각 4.61~7.31%와 51.45~59.38%로 기존의 보고와 유사한 함량을 보였으며, 특히 경산과 경주 시험구에서 단과 보다는 콩과 혼과 시 높은 조단백질과 TDN 함량을 보여 벼과 작물과 콩과 작물의 혼과는 조단백질 함량이 높은 벼과 작물을 생산할 수 있다는 보고와도 일치하였고(Drew et al., 2005; Osman and Osman, 1982), 조단백질 함량이 낮은 호밀에서 콩과 작물의 혼과가 호밀의 부족한 조단백질 함량을 보충시켜 사료가치가 증진됨을 알 수 있었다.

3. 호밀의 단위면적당 유기한우 사육능력

콩과 사료작물의 혼과와 우분의 시용이 호밀의 단위면적당 유기가축 사육능력을 나타낸 것은 Table 6과 같다.

Table 6. Effects of mixed sowing with legume and applying of cattle manure on mean carrying capacity (head/ha) for organic Hanwoo heifers (450kg) with 400g of average daily gain fed the diets including 70% rye or its mixture crops

Region	Culture method	Applying amounts of cattle manure (kg N/ha)								Mean	
		0		50		100		150			
Gyeongsan	Rye	1.24	XY	1.57		1.92		2.00		1.68	
	Hairy vetch mixture	1.20 ^b	Y	1.67 ^{ab}		2.16 ^{ab}		2.73 ^a		1.94	
	Forage pea mixture	1.67	X	1.96		2.65		2.58		2.21	
Gyeongju	Rye	2.51 ^c	Y	3.11 ^b	XY	3.30 ^b		3.75 ^a	X	3.17	Y
	Hairy vetch mixture	2.91	Y	2.85	Y	2.92		2.83	Y	2.88	Z
	Forage pea mixture	3.87 ^a	X	3.77 ^{ab}	X	3.43 ^b		4.04 ^a	X	3.78	X
Yeongju	Rye	1.13 ^b		1.35 ^b		1.52 ^{ab}		1.90 ^a		1.47	
	Hairy vetch mixture	1.12 ^c		1.30 ^c		1.67 ^b		2.07 ^a		1.54	
	Forage pea mixture	1.18 ^b		1.40 ^{ab}		1.56 ^{ab}		1.87 ^a		1.50	

a, b, c : Values with different superscripts in the same row significantly differ (p<0.05)

X, Y, Z : Values with different superscripts in the same column significantly differ (p<0.05)

유기 한우 암소 체중 450kg을 일당증체량 400g 목표로 하여 호밀을 유기 사료 자원으로 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 TDN은 1일 각각 426.3g과 3.479kg을 기준으로 하였을 때(Jo, 2003; RDA, 2012), 경산 시험구에서 호밀의 사료가치에 따른 단위면적당 연

간 유기가축 사육능력은 단파구(평균 1.68두)보다 콩과 작물 혼파구가 1.94~2.21두로 높은 경향의 사육능력을 보였으나, 유의성은 나타나지 않았다. 경주 시험구에서는 사료용 완두 혼파구가 평균 3.78두로 헤어리베치의 평균 2.88두와 단파구의 평균 3.17두 보다 유의하게 높은 사육능력을 보였으며($p<0.05$), 질소 사용수준에 따른 사육능력은 단파구에서는 사용수준이 증가할수록, 콩과 혼파구에서는 반대로 사용수준이 낮을수록 사육능력이 높아졌다($p<0.05$).

영주 시험구에도 단파 보다는 콩과 혼파구에서 다소 높은 경향의 사육 능력을 보였으며, 질소 사용수준에 따라서는 단·혼파구 모두 사용수준이 높을수록 사육 능력 또한 높게 나타났다($p<0.05$).

기존의 연구보고에서 호밀에 우분시용과 콩과 혼파재배 시 연간 ha당 가축 사육 능력은 2.75~3.08두로 보고하여(Hwangbo and Jo, 2013), 본 시험의 결과와 비교 시 영주(1.47~1.54 두)와 경산지역(1.68~2.21두)의 결과는 가축사육 능력이 낮게 나타났다. 그러나 겨울철 기후와 토질의 조건이 양호했던 경주지역(2.88~3.78두)은 높은 사육능력을 보여 같은 품종의 사료작물이라도 기후와 토질에 의해 그 생산성이 많은 영향이 있음을 알 수 있었다.

본 시험에서 콩과작물의 월동이 다소 불량하였던 영주 시험구를 제외한 경산과 경주 시험구에서 단파 보다는 콩과작물의 혼파 그리고 콩과작물 중에는 헤어리베치 보다는 사료용 완두가 유기가축 사육 능력이 우수한 것으로 나타났는데, 이와 같은 결과는 Jo et al. (2010), Jo(2012) 및 Hwangbo and Jo(2013)의 연구에서도 호밀의 단파 보다 콩과 사료작물 혼파가 가축 사육 능력이 높았다는 보고와 일치하여 콩과 사료작물의 혼파로 가축 사육 능력이 증가함을 시사하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 경북지역에서 사료가치 증진을 위한 콩과 사료작물의 혼파는 겨울철 콩과작물의 월동성을 고려해야 하며, 콩과작물의 월동이 어려운 지역에는 발효우분을 시용하며, 또한 단위면적당 수량과 단백질 함량 등의 사료가치를 높이기 위해서는 발효우분 질소를 ha당 100~150kg 시용과 함께 콩과작물은 사료용 완두를 혼파 재배하는 것이 유기 가축사육 능력 증대를 기대할 수 있으리라 사료되었다.

IV. 적 요

본 연구는 환경오염을 감소시키고, 안전한 유기축산물의 생산에 기여할 수 있는 유기조 사료를 효율적으로 생산하기 위해 대표적인 동계작물인 호밀에 콩과 사료작물 혼파와 발효우분을 시용하여 생산성과 사료가치를 평가하고, 토양의 지력 향상과 가축분뇨의 자원화를 위한 가축분뇨의 적정 사용수준을 구명하여 단위면적당 유기 탄소의 사육 능력을 추정하고자 하였다. 호밀의 연간 조단백질 수량은 지역 시험구 비교에서는 경주 시험구가 경산

과 영주 시험구 보다 높게 나타났으며, 시험구별 단·혼과 비교에서는 사료용 완두 혼과구가 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 발효우분 시용수준에 따른 조단백질 수량은 모든 시험구에서 시용수준이 높을수록 증가하였고 ha당 100, 150kg 수준에서 유의하게 높았다($p<0.05$). 사료작물의 사료가치 평가에서 조단백질 함량은 콩과작물의 월동이 가능한 시험구에서는 호밀 단과보다는 콩과 혼과구가 높은 경향으로 나타났고, 특히 콩과 작물 중 사료용 완두가 높게 나타났다($p<0.05$). 유기 한우 사육능력은 경주 시험구가 ha당 3.28두로 경산 시험구의 ha당 1.94두, 영주 시험구의 ha당 1.50두 보다 매우 높았으며($p<0.05$), 호밀 단과 보다 콩과 작물혼과구가, 혼과구에서는 사료용 완두가 높게 나타났다($p<0.05$). 이상의 결과를 종합해 볼 때, 사료가치 증진을 위한 콩과 사료작물 혼과는 겨울철 콩과작물의 월동성을 고려해야 하며, 콩과작물의 월동이 어려운 지역에는 발효우분을 사용하는 것이 유리하고, 또한 단위면적당 수량과 단백질 함량 등의 사료가치를 높이기 위해서는 발효우분 수준을 ha당 100~150kg 시용과 함께 콩과작물은 사료용 완두를 혼과재배하는 것이 유기 가축사육 능력 증대를 기대할 수 있으리라 사료되었다.

[논문접수일 : 2014. 7. 8. 논문수정일 : 2014. 8. 8. 최종논문접수일 : 2014. 8. 12.]

Reference

1. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis (16th Ed.). Association of official analytical chemists. Washington D.C.
2. 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.
3. Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agriculture. Handbook No. 379. ARS. USDA. Washington, D.C.
4. Hwangbo, S. and I. H. Jo. 2013. Effects of applying cattle slurry and mixed sowing with legumes on productivity, feed values and organic stock carrying capacity of winter forage crops in Gyeongbuk regions. Korean Journal of Organic Agriculture. 21(3): 451-465.
5. Jo, I. H. 2003. A Study on area types of recycling agriculture. Korean Journal of Organic Agriculture. 11(3): 91-108.
6. Jo. I. H. 2012. Evaluation of carrying capacity of Hanwoo heifers when fed whole crop

- barley and rye as influenced by organic fertilizer application and mixed sowing with legumes. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32(2): 117-124.
7. Jo, I. H., S. Hwangbo, and J. S. Lee. 2008. Effects of applying livestock manure on productivity and organic stock carrying capacity of summer forage crops. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 16(4): 421-434.
 8. Jo, I. H., S. Hwangbo, and S. H. Lee. 2010. 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. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 18(3): 419-432.
 9. Jung, M. W., N. C. Jo, J. G. Kim, Y. C. Lim, K. C. Choi, S. H. Yoon, K. W. Lee, and W. B. Yook. 2009. Effect of tillage system and livestock manures on the silage corn production and NO₃-N concentration in leaching water. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29(3): 211-216.
 10. Kim, J. D., S. G. Kim, and C. H. Kwon. 2004. Comparison of forage yield and quality of forage legume. *Journal of Animal Science and Technology*. 46(3): 437-442.
 11. Lee, I. D. and H. S. Lee. 2006. A Comparative study on the dry matter yield and nutritive value from rye and hairy vetch seeding typers in Daejeon area. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 26(4): 207-214.
 12. Lee, H. W., W. H. Kim, H. S. Park, H. J. Ko, and S. G. Kim. 2005. Effect of N application rate on fixation and transfer from vetch to barley in mixed stands. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 25(1): 1-6
 13. Lee, H. W. and H. S. Park. 2002. Nitrogen fixation of legumes and cropping system for organic forage production. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 10(1): 49-63
 14. Linn, J. And N. Martin. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.
 15. Nahm, K. H. 1992. Practical guide to feed, forage and water analysis. Yoohan Pub. 1-70.
 16. Osman, A. E. and A. M. Osman. 1982. Performance of mixture of cereal and legume forage under irrigation in the Sudan. *The Journal of Agricultural Science*. 98: 71-72.
 17. RDA National Institute of Animal Science. 2012. Korean feeding standard for Hanwoo.
 18. Ramesh, P., P. K. Ghosh, K. S. Reddy, Ajay, S. Ramana, and R. S. Choudhary. 2005. Assessment of biomass, productivity and sustainability of soybean based cropping systems at three levels of nitrogen in deep vertisols of semi-arid tropical India. *Journal of Sustainable Agriculture*. 26(2): 43-59.
 19. Ryu, D. K., S. I. Yun, J. S. Lee, I. H. Jo, and J. H. Ahn. 2006. Standard model development of nature-circulating organic agriculture. Ministry of Agriculture and Forestry-Seoul.

20. SAS. 2013. Statistical Analysis System ver. 8.01. SAS Institute Inc. Cary, NC.
21. Schechtner, G. 1978. Zur Wirksamkeit des Gullestickstoffs auf dem Grunlandin Abhangigkeit vom Dungungsregime. Die Bodenkultur. 29: 351-371.
22. Seo, J. H., H. J. Lee, I. B. Hur, S. J. Kim, C. K. Kim, and H. S. Jo. 2000. Comparisons of chemical composition and forage yield among winter green manure crops. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 20(3): 193-198
23. Sharma, R. P., S. K. Pathak, M. Haque, and K. R. Raman. 2004. Diversification of traditional rice (*Oryza sativa*)-based cropping system for sustainable productions in South Bihar alluvial plains. Indian Journal of Agronomy. 49(4): 218-222.
24. Yoon, S. H., Y. C. Lim, J. G. Kim, J. K. Lee, S. H. Choi, N. C. Cho, and K. C. Choi. 2009. Study on establishment of organic pasture by using Korean black goat and improvement of botanical composition. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 29(3): 227-234.