KOREAN J ORGANIC AGRI
Volume 23, Number 2: 359-372, June 2015
http://dx.doi.org/10.11625/KJOA.2015.23.2.359

ISSN 1229-3571 (Print)
ISSN 2287-819X (Online)

콩과 사료작물의 혼파와 우분의 시용이 총체 밀의 생산성과 유기한우 사육능력에 미치는 영향*

조 익 환**

Effects of Sowing Mixed Legume Forage and Applying Cattle Manure on the Productivity and Organic Hanwoo Feeding Capacity of Whole Crop Wheat

Jo, Ik-Hwan

This study was to assess the effects of sowing mixed legume forage and applying fermented cattle manure on the productivity and feed value of whole crop wheat (WCW) as a representative of winter crops and also to estimate feeding capacity of Korean native cattle (Hanwoo) per unit area by defining optimal application levels of cattle manure for more fertile soil and manure recycling for the purpose of reduced environmental pollution and efficient production of organic forage contributable to production of organic animal products. Sowing mixed legume forage significantly ($p<0.05$) increased yields of dry matter (DM), crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN) for WCW compared to WCW alone sowing, but there were no differences between mixed sowing treatments. The yields of DM, CP and TDN were significantly ($p<0.05$) higher in 100~150 kg N/ha. The CP and acid detergent fiber (ADF) contents were highest in mixed sowing with hairy vetch, followed by sowing mixed forage pea and WCW alone ($p<0.05$). There were no differences in CP among cattle manure application levels. As nitrogen application level increased, ADF content increased ($p<0.05$), but TDN content decreased ($p<0.05$). Feeding capacity of organic Hanwoo (head/ha) weighing 450 kg of body weight with 400 g of daily gain significantly ($p<0.05$) increased due to mixed sowing with legume forage, and with increasing application levels of fermented cattle manure, feeding capacity significantly ($p<0.05$) increased.
The results indicated that mixed-sowing of WCW and legume forage not only reduced nitrogen application level of fermented cattle manure by over 50 kg per ha but also increased their feed value and productivity, and feeding capacity. This

* 본 연구는 2013학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의해 이루어진 것임.
** Corresponding author, Daegu University(greunld@daegu.ac.kr)

would be contributable to diversity of forage resources as well as production of organic animal product by creating low cost and high quality of forage.

Key words : *legume forage, cattle manure, whole crop wheat, productivity, feeding capacity*

Ⅰ. 서 론

국내 한우 사육농가의 경쟁력 강화에 가장 걸림돌이 되고 있는 과다한 생산비 특히 사료비는 그 비중이 높아 수익성 악화의 요인으로 작용하고 있어 한우 사육농가에 경영 안정화를 위한 방안으로 수입 곡류사료의 의존도를 낮춤과 동시에 국내 조사료의 이용률을 증대시키는 다양한 노력들이 행해지고 있다. 특히 국내산 양질의 조사료 자급률은 우선적으로 협소한 경지면적과 일부지역의 국한된 재배조건 그리고 작물잔사인 볏짚 위주의 사양관리에 기인하여 저조한 것으로 국내산 자급조사료 생산기반의 확대와 조사료의 품질향상 방법 등이 가장 시급하다(Lee et al., 2013).

또한 조사료 생산 확대를 위해 그동안에 사료작물의 생산성 증대만을 목적으로 시용되어 왔던 화학비료, 특히 질소와 칼리는 식물체에 흡수가 잘 되어 이용률은 높지만 과다하게 시용하게 되면 토양을 산성화 시키고 토양의 미량 영양소가 고갈되는 등 토양오염의 문제를 야기하고 있다(Schechtner, 1978). 이러한 환경오염의 원인될 수 있는 화학비료의 문제를 보완하기 위해 사료작물 재배 시에 가축분뇨와 같은 유기자원을 활용하거나 작부체계에서 콩과 사료작물을 도입하는 방법이 있다(Ramesh et al., 2005). 특히 가축분뇨에는 질소, 인산, 칼슘 뿐 만아니라 다양한 각종 영양분을 함유하고 있어 오래전부터 작물 생육에 매우 중요한 양분 공급원으로 활용되어 왔으며(Jo et al., 2008), 가축분뇨를 이용하여 사료작물 재배 시 작물의 생산성이 화학비료에 대등한 수준의 결과를 얻었음을 확인하였다(Jo et al., 2010)

한편 조사료 품질 개선에 효과적인 방법으로 알려져 있는 콩과 사료작물 중 헤어리 베치 혹은 사료용 완두는 내한성이 강해 우리나라 중북부지방에서 많이 재배되고 있는데, 이들 콩과작물은 토양에서의 대기 중 질소를 고정하는 능력이 뛰어나 동반작물이나 후작물에 대한 질소공급원으로 역할하여 건물수량을 높이고 단백질 함량도 높여 사료가치가 높을 뿐 아니라 기호성에도 양호하게 기여한 것으로 잘 알려져 있다(Kim et al., 2004; Lee and Park, 2002). 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 친환경/유기농업 농업자재로써도 손색이 없는 것으로도 알려져 있다(Lee et al., 2005).

따라서 본 연구에서는 동계사료작물인 총체 밀과 콩과 사료작물인 헤어리 베치와 사료용 완두를 혼파 재배하고 가축분뇨를 시용하여 총체 밀의 생산성과 사료가치를 평가함과 동시에 단위면적당 유기한우 사육능력까지도 추정하고자 실시하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 실험은 대구대학교 동물자원학과 실습포장에서 화본과 동계사료작물 중 밀 “금강”과 콩과 사료작물인 헤어리 베치 “Hungvillosa”와 사료용 완두 “Ruby”를 2012년에는 10월 16일에 파종하였고 2013년 5월 21일에 수확하였으며, 2013년에는 10월 17일에 파종하였고 2014년 5월 12일에 수확하여 2년간 평균값으로 하였다. 이들 토양의 이화학적 특성과 시험이 실시되었던 지역의 기상조건은 각각 Table 1과 2와 같다.

Table 1. Chemical characteristics of the soil at experimental site in 2012~2014

Experimental year	pH	OM[1)]	EC[2)]	Available P_2O_5	T-N[3)]	CEC[4)]	Ca^{2+}	K^+	Mg^{2+}
	(1:5)	(g/kg)	(dS/m)	(mg/kg)	(%)	(cmol+/kg)			
2012	5.7	5.92	0.75	188.33	0.019	41.65	9.67	0.44	2.65
2013	6.0	3.16	0.11	211.34	0.210	13.06	8.47	2.51	2.60

[1)] OM: organic matter, [2)] EC: Electrolytic conductivity, [3)] T-N:Total nitrogen, [4)] CEC: Cation exchange capacity

Table 2. Meterological data during the growth period in 2012~2014 and averages for 30 years

Item	Year	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May
Temperature (℃)	2012~2013	19.0	12.5	4.7	0.9	-1.9	2.5	6.2	8.0	18.1
	2013~2014	20.8	15.0	6.8	1.3	0.3	2.3	7.6	13.1	18.6
	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
	2013~2014	67.6	112.7	33.7	5.9	4.0	19.5	114.6	86.5	42.5
	1981~2010	135.0	31.8	32.8	15.2	22.6	27.3	46.9	62.4	87.2

시험구는 주구에 3수준(총체 밀 단파, 총체 밀과 헤어리 베치 혼파 및 사료용 완두 혼파)으로 하였고, 세구에는 발효우분의 4수준(무비구, 발효우분을 질소수준으로 50, 100 및 150 kg N/ha)을 분할집구로 배치하여 3반복하였으며, 파종은 산파로 파종하였고, 구당 면적은 4 ㎡(2 m×2 m)으로 하였다. 공시된 발효우분은 6개월 이상 발효된 것으로 시용은 파종당일에 1/2, 이듬해 봄에 추비로 1/2를 시용하였고, 화학비료 및 농약은 일체 사용하지 않았다.

사료작물의 생초 수량은 수확 시에 지상부 5 ㎝ 높이로 예취하여 측정하였고 건물함량은 각 시험구마다 500 g 정도의 시료를 채취하여 65℃ 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 Linn과 Martin (1989)등의 계산식(TDN = 88.9 - (0.79 × ADF%))에 의하여 구하였다.

또한 얻어진 조단백질 함량과 TDN 함량은 건물수량과 곱하여 단위면적당 조단백질 수량과 TDN 수량을 구하였다. 이들은 한국사양표준-한우(RDA, 2012)에 의거 한우 암소 약 450 kg이 일일 증체 400g 목표로 하는 경우, 유기 사료 자원을 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 TDN은 1일 각각 426.3 g과 3.479 kg을 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 평균간의 비교는 5% 수준의 최소 유의차검정(Least significant difference test)방법으로 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 총체 밀의 생산성

콩과 사료작물의 혼파와 발효우분의 시용이 총체 밀의 건물, 조단백질 및 가소화양분총량의 수량에 미치는 영향은 Table 3~5와 같다.

총체 밀 단파 재배 시에 2년(2013~2014년) 평균 건물, 조단백질 및 가소양분총량(TDN) 수량이 ha 당 각각 4.07, 0.35 및 2.54 톤이었으나 발효우분의 질소시용량이 증가함에 따라 지속적으로 증가하여 ha 당 100 kg N에서 5.25, 0.43 및 3.47톤으로 가장 높은 생산성을 나타내었다(Table 3). 한편 총체 밀과 콩과사료작물(헤어리 베치 및 사료용 완두) 혼파 시에서는 무비구에서 건물, 조단백질 및 TDN 수량이 ha 당 각각 6.10~7.70, 0.59~0.76 및 3.84~4.74 톤으로 헤어리 베치 혼파구가 사료용 완두 혼파구보다 다소 높았으며 총체 밀 단파 재배 시 무비구(100)에 대한 상대수치는 각각 149.9~189.2, 176.0~214.3 및 151.2~186.6으로 단파

재배시의 최대수량을 나타내었던 발효 우분 100 kg N/ha 시용 구의 129.0, 120.3 및 127.6 보다도 20~90% 이상의 증수를 가져왔다. 또한 혼파구에서 발효우분 질소시용수준이 높아짐에 따라 건물, 조단백질 및 TDN 수량이 지적인 증가를 보여 질소시용수준 ha 당 150 kg N수준에서 각각 8.36~9.32, 0.86~0.94 및 5.25~5.65 톤으로 헤어리 베치 혼파구가 사료용 완두 혼파구 보다 다소 높았지만 단파 시 150 kg N/ha의 우분 질소시용수준 보다는 공히 매우 높은 건물, 조단백질 및 TDN 수량을 기록하였다. 그러나 청보리 재배 시 혼파구의 우분 질소 시용수준을 150kg N으로 증가할 시에 100 kg N의 수준보다 생산량의 증가폭이 다소 둔화되는 경향을 나타내었던 Jo (2014)의 결과와는 다소 상이하였다.

Table 3. Effects of sowing mixed legume forage and applying cattle manure on the dry matter, crude protein and total digestible nutrient yields of whole crop wheat or its mixture crops in 2013~2014

Culture method	FCM[1] (kg N/ha)	Productivity					
		Dry matter (t/ha)	RI[2]	Crude protein (kg/ha)	RI	Total digestible nutrient(t/ha)	RI
Wheat	0	4.07±1.69	100	353.5±171.9	100	2.54±1.05	100
	50	3.91±1.76	96.1	317.5±103.0	89.8	2.47±1.15	97.2
	100	5.25±0.87	129.0	425.2±137.7	120.3	3.24±0.53	127.6
	150	5.08±1.14	124.8	430.0±169.5	121.6	3.18±0.69	125.2
Wheat + Hairy vetch	0	7.70±1.72	189.2	757.7±194.0	214.3	4.74±1.05	186.6
	50	7.04±2.33	173.0	601.3±81.8	170.1	4.29±1.41	168.9
	100	8.37±1.23	205.7	837.5±134.1	236.9	5.08±0.77	200.0
	150	9.32±1.71	229.0	942.4±100.7	266.6	5.65±1.08	222.4
Wheat + Forage pea	0	6.10±2.76	149.9	590.3±217.2	167.0	3.84±1.77	151.2
	50	8.18±3.07	201.0	760.8±175.4	215.2	5.17±1.98	203.5
	100	8.08±3.28	198.5	765.9±212.9	216.7	4.96±2.02	195.3
	150	8.36±3.07	205.4	860.4±185.2	243.4	5.25±2.05	206.7

[1] FCM: The applying amounts of fermented cattle manure, [2] RI: Relative Index

콩과 사료작물의 혼파에 따른 평균 총체 밀의 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 7.68~8.11, 0.74~0.78 및 4.81~4.94 톤/ha으로 단파로 재배했을 경우의 4.58, 0.38 및 2.9톤/ha 보다 유의하게 증가하였으나($p<0.05$), 콩과 사료작물 혼파 간에는 헤어리 베치 혼파구가 사료용 완두

혼파구보다 다소 높았지만 유의한 차이가 인정되지 않았다(Table 4). 이들 결과는 Jo (2014)의 청보리 재배 시와 거의 유사한 결과를 나타내었지만 Oh 등(2014)의 호밀 재배 시 콩과 사료작물 중 헤어리 베치 혼파구가 사료용 완두 혼파구보다 유의하게 높은 건물수량을 기록하였다는 연구결과와는 다소 상이함을 나타내었다. 한편 Osman and Osman (1982)은 화본과 작물과 콩과 작물의 혼파로 재배 시 장점으로 화본과 사료작물이 단파 시 보다 조단백질 수량도 높고 도복을 방지하며 정착율이 높아 생산성 증대에 크게 기여한다고 하였는데, 본 시험에서도 총체 밀 단파 보다는 콩과작물의 혼파로 인해 조단백질 수량 및 건물생산성이 크게 증가하는 것으로 나타나, 콩과 작물의 혼파가 화본과 작물의 낮은 단백질 함량의 공급원으로 가능성을 시사하였다(Jo, 2012).

Table 4. The effect of sowing mixed legume forage on the productivity of whole crop wheat or its mixture crops in 2013～2014.

Culture method	Productivity		
	Dry matter (t/ha)	Crude protein (kg/ha)	Total digestible nutrients(t/ha)
Wheat	4.58[b]	381.6[b]	2.86[a]
Wheat + Hairy vetch	8.11[a]	784.7[a]	4.94[a]
Wheat + Forage pea	7.68[a]	730.9[a]	4.81[a]

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

발효우분의 질소시용수준이 증가함에 따라 총체 밀의 평균 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 지속적으로 증가하여 무비구(5.96, 0.57 및 3.71톤/ha)에 비해 100~150 kg N/ha에서 각각 7.24~7.59, 0.67~0.73 및 4.43~4.69톤/ha으로 유의하게 증가하였으며($p<0.05$, Table 5), 질소시용에 따른 건물생산효율은 100 kg N/ha 수준에서 각각 12.80, 1.09 및 7.20 kg으로 가장 높게 나타났고 150 kg N/ha 수준 이후에는 감소하였다. 이들 질소시용에 따른 건물생산효율은 Jo (2014) 등의 청보리 재배 시에도 100 kg N/ha 수준에서 각각 12.60, 1.21 및 7.30 kg으로 가장 높게 나타나 총체 밀의 경우와 거의 유사한 수준이었는데 이들의 결과로 콩과 사료작물과 혼파 시 발효 우분의 질소시용 수준이 100 kg N/ha 수준에서 최대 건물생산효율이 나타남을 알 수 있었다.

Table 5. The effect of applying cattle manure on the productivity of whole crop wheat or its mixture crops in 2013~2014

Cattle manure level (kg N/ha)	Productivity					
	DM[1)] (t/ha)	△DMY kg /△N kg[2)]	CP[3)] (kg/ha)	△CPY kg/ △N kg[4)]	TDN[5)] (t/ha)	△TDNY kg/△N kg[6)]
0	5.96[b]	-	567.2[bc]	-	3.71	-
50	6.38[ab]	8.40	559.9[c]	-0.15	3.98	5.40
100	7.24[a]	12.80	676.2[a]	1.09	4.43	7.20
150	7.59[a]	10.87	726.3[a]	1.06	4.69	6.53

[a,b,c] Values with different superscripts in the same row significantly differ ($p<0.05$)
[1)]DM: Dry matter, [2)]△DMY kg/△N kg: △Dry Matter yields kg/△Nitrogen kg, [3)]CP: Crude protein, [4)]△CPY kg/△N kg: △Crude protein yields kg/△Nitrogen kg, [5)]TDN: Total digestible nutrient, [6)]△TDNY kg/△N kg: △Total digestible nutrients yields kg/△Nitrogen kg

2. 총체 밀의 사료가치

콩과 사료작물의 혼파와 발효우분의 시용이 총체 밀의 조단백질 함량과 TDN 함량에 미치는 영향은 Table 6~8과 같다.

총체 밀의 2년 평균 조단백질 함량은 단파구의 모든 처리구에서 8.09~8.58%로 콩과 사료작물 혼파구의 9.13~10.28% 보다 0.53~1.70% 정도 낮게 나타났고 ADF 함량은 헤어리 베치 혼파구가 가장 높았고 NDF 함량은 단파구 그리고 RFV는 사료용 완두 혼파구가 다른 처리구 보다 높게 나타났으나 질소시용 수준 증가함에 따른 사료가치의 변화는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다(Table 6).

Table 6. Effects of sowing mixed legume forage and applying cattle manure on the feed value of whole crop barley or its mixture crops in 2013~2014

Culture method	FCM[1)] (kg N/ha)	CP[2)](%)	ADF[3)](%)	NDF[4)](%)	TDN[5)](%)	RFV[6)]
Wheat	0	8.58±1.32	33.55±1.08	60.11±1.74	62.40±0.86	97.23±4.04
	50	8.55±1.58	33.00±1.48	58.74±4.53	62.83±1.17	100.68±9.45
	100	8.09±2.26	34.41±0.94	58.69±3.55	61.72±0.75	98.77±6.88
	150	8.25±2.07	33.14±1.65	58.46±3.61	62.72±1.30	100.80±8.27
Wheat + Hairy vetch	0	9.87±1.15	34.65±0.66	57.38±1.57	61.53±0.52	100.43±2.91
	50	9.13±2.24	35.40±0.70	55.99±1.63	60.94±0.55	101.96±2.76

Culture method	FCM[1)] (kg N/ha)	CP[2)](%)	ADF[3)](%)	NDF[4)](%)	TDN[5)](%)	RFV[6)]
	100	10.06±1.23	35.87±0.59	56.79±1.34	60.59±0.47	99.91±3.06
	150	10.28±1.33	35.85±0.96	57.05±1.58	60.58±0.76	99.52±3.66
Wheat + Forage pea	0	10.11±1.27	33.28±1.18	53.52±4.04	62.61±0.93	110.56±9.49
	50	9.84±2.03	32.70±1.03	52.15±1.49	63.07±0.81	113.25±4.25
	100	9.97±1.50	34.91±0.97	54.59±0.61	61.32±0.77	105.16±1.48
	150	10.19±2.12	33.53±1.85	57.54±0.45	62.41±1.46	101.51±2.70

[1)]FCM: The applying amounts of fermented cattle manure, [2)]CP: Crude protein, [3)]ADF: Acid detergent fiber, [4)]NDF: Neutral detergent fiber, [5)]TDN: Total digestible nutrient, [6)]RFV: Relative feed value

총체 밀의 조단백질 함량은 콩과사료작물의 혼파구에서 평균 9.83~10.03%로 총체 밀 단파구의 8.37%보다 유의하게 높았고 ADF 함량은 헤어리 베치 혼파구 그리고 RFV는 사료용 완두가 다른 처리구 보다 유의하게 높았지만 NDF와 TDN 함량은 단파구가 각각 59.0과 62.2%로 콩과사료작물 혼파구 보다 유의하게 높았다($p<0.05$, Table 7). 이와 같은 결과는 Osman and Osman (1982)과 Drew 등(2005)이 콩과작물은 단백질함량의 증가와 함께 사료품질을 향상시킨다는 보고와 일치한 것으로, 단파 재배 시 보다는 콩과 작물을 혼파할 시에 높은 조단백질함량과 RFV 그리고 낮은 NDF 함량을 보여 화본과 사료작물과 콩과 작물의 혼파는 영양 강화 사료로서의 가치가 있음 증명하였다.

Table 7. The effect of sowing mixed legume forage on the feed value of whole crop wheat or its mixture crops in 2013~2014

Culture method	CP[1)](%)	ADF[2)](%)	NDF[3)](%)	TDN[4)](%)	RFV[5)]
Wheat	8.37[b]	33.52[b]	59.00[a]	62.42[a]	99.37[b]
Wheat + Hairy vetch	9.83[a]	35.44[a]	56.80[b]	60.90[b]	100.4[b]
Wheat + Forage pea	10.03[a]	33.60[b]	54.45[c]	62.35[a]	107.5[a]

[a,b,c] Values with different superscripts in the same row significantly differ ($p<0.05$)
[1)]CP: Crude protein, [2)]ADF: Acid detergent fiber, [3)]NDF: Neutral detergent fiber, [4)]TDN: Total digestible nutrient, [5)]RFV: Relative feed value

발효우분의 질소시용수준에 따른 총체 밀의 조단백질 함량은 9.17~9.52%로 처리수준간 유의한 차이가 인정되지 않았지만($p>0.05$), ADF 함량은 시용수준이 100 kg N/ha까지 증가함에 따라 유의하게 증가하였고(무비구 : 33.8%, 100kg N/ha : 35.1%) TDN 함량은 반대로

유의하게 감소하였다(무비구 : 62.2%, 100kg N/ha : 61.2%, p<0.05, Table 8). 이러한 결과는 Jo (2014)의 청보리 재배 시와 유사한 경향으로 발효우분의 증시에 따라 건물수량(특히 잎의 비율)이 증가됨에 따라 이를 지지하는 줄기의 비율이 높아짐으로써 섬유소 함량 특히, ADF 함량이 증가되었고 반대로 TDN 함량은 감소한 것으로 생각된다(Schechtner, 1978).

Table 8. The effect of applying cattle manure on the feed value of whole crop wheat or its mixture crops in 2013~2014

FCM[1)](kg N/ha)	CP[2)](%)	ADF[3)](%)	NDF[4)](%)	TDN[5)](%)	RFV[6)]
0	9.52	33.83[b]	57.00[ab]	62.18[a]	102.6[ab]
50	9.17	33.70[b]	55.62[b]	62.28[a]	105.3[a]
100	9.37	35.06[a]	56.69[ab]	61.20[b]	101.3[ab]
150	9.57	34.17[b]	57.68[a]	61.90[a]	100.6[b]

[a,b,c] Values with different superscripts in the same row significantly differ (p<0.05)
[1)]FCM: The applying amounts of fermented cattle manure, [2)]CP: Crude protein, [3)]ADF: Acid detergent fiber, [4)]NDF: Neutral detergent fiber, [5)]TDN: Total digestible nutrient, [6)]RFV: Relative feed value

3. 총체 밀의 단위면적당 유기한우 사육능력

콩과 사료작물의 혼파와 우분의 시용이 총체 밀의 단위면적당 유기가축 사육능력을 나타낸 것은 Table 9~11과 같다.

유기 한우 암소 체중 450 kg을 일당증체량 400 g 목표로 하여 총체 밀을 유기 사료 자원으로 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 TDN은 1일 각각 426.3 g과 3.479 kg을 기준으로 하였을 때(Jo, 2003; RDA, 2012), 총체 밀의 사료가치에 따른 단위면적당 연간 유기가축 사육능력은 단파구 각각 1.87~2.53과 1.89~2.48(평균 1.88~2.49두) 보다 콩과 작물 혼파구가 각각 3.47~5.54와 2.94～4.33두(평균 3.21~4.94)로 높은 사육능력을 보였으며 이러한 경향은 우분 질소 시용수준이 증가됨에 따라 더욱 뚜렷하였다(Table 9). 특히 총체 밀 단파구의 가장 높은 질소시용수준 150 kg/ha에서 유기한우 사육두수는 콩과 사료작물 혼파구의 우분의 무질소시용수준 보다도 낮아 콩과사료작물의 질소고정능력에 의한 총체 밀의 한우 사육능력이 크게 증가됨을 증명하고 있다(Jo, 2014).

Table 9. Effects of sowing mixed legume forage and applying cattle manure on feeding capacity (head/ha) for organic Hanwoo heifers (450 kg) with 400 g average daily gain fed the diets including 70% whole crop wheat or its mixture crops in 2013~2014

Culture method	FCM[1] (kg N/ha)	Hanwoo feeding capacity		
		Crude protein (heads/ha)	TDN[2] (heads/ha)	Mean (heads/ha)
Wheat	0	2.08±1.01	1.94±0.80	2.01±0.89
	50	1.87±0.61	1.89±0.88	1.88±0.73
	100	2.50±0.81	2.48±0.41	2.49±0.52
	150	2.53±1.00	2.43±0.53	2.48±0.73
Wheat + Hairy vetch	0	4.46±1.14	3.62±0.80	4.04±0.94
	50	3.54±0.48	3.28±1.08	3.41±0.74
	100	4.93±0.79	3.89±0.59	4.41±0.63
	150	5.54±0.59	4.33±0.83	4.94±0.66
Wheat + Forage pea	0	3.47±1.28	2.94±1.35	3.21±1.31
	50	4.48±1.03	3.96±1.52	4.22±1.24
	100	4.51±1.25	3.79±1.54	4.15±1.39
	150	4.75±1.09	4.02±1.57	4.38±1.29

[1]FCM: The applying amounts of fermented cattle manure, [2]TDN: Total digestible nutrient

콩과 사료작물의 혼파에 따른 총체 밀에 의한 유기한우 사육능력(체중 450 kg, 400 g 일당증체 목표)은 조단백질과 TDN 기준에서 각각 단파구의 2.25과 2.19두(평균 2.21두) 보다 혼파구의 4.30~4.62두와 3.68~3.78두(평균 3.99~4.20두)로 유의하게 증가하였다($p<0.05$, Table 10). 본 실험의 결과는 Jo (2014) 등이 청보리에서 콩과사료작물의 혼파로 단파의 경우보다 ha 당 0.45~0.52두의 사육능력 증가를 가져왔다고 보고한 결과보다도 월등하게 높은 ha당 1.78~1.99두의 사육능력 증가로 이러한 결과들은 저투입을 목표로 하는 친환경/유기농업의 재배관리 기술 확립에 기여하리라 사료된다.

Table 10. The Effect of sowing mixed legume forage on feeding capacity (head/ha) for organic Hanwoo heifers (450 kg) with 400g average daily gain fed the diets including 70% whole crop wheat or its mixture crops in 2013~2014

Culture method	Hanwoo feeding capacity		
	Crude protein (heads/ha)	TDN[1)] (heads/ha)	Mean (heads/ha)
Wheat	2.25[b]	2.19[b]	2.21[b]
Wheat + Hairy vetch	4.62[a]	3.78[a]	4.20[a]
Wheat + Forage pea	4.30[a]	3.68[a]	3.99[a]

[a,b,c] Values with different superscripts in the same row significantly differ ($p<0.05$)
[1)]TDN: Total digestible nutrient

발효우분 질소시용수준이 증가됨에 따라 총체 밀에 의한 유기한우 사육능력(체중 450 kg, 400 g 일당증체 목표)은 유의하게 증가하여($p<0.05$), 조단백질과 TDN 기준에서 100 kg N/ha에서 각각 3.98과 3.39두(평균 3.68두)로 무비구의 각각 3.34와 2.83두(평균 3.09두) 보다 유의하게 증가하였다($p<0.05$, Table 11). 이는 우분 질소 kg 당 평균 0.0056~0.0064두의 한우 사육두수 증가를 초래할 수 있는 결과로 Jo 등(2010), Jo (2012) 및 Jo (2014)의 연구에서도 화본과 사료작물의 단파 보다 콩과 사료작물과 혼파가 가축사육능력이 높았다는 보고와 일치하여 콩과 사료작물의 혼파로 가축 사육 능력이 증가함을 시사하였다.

Table 11. The Effect of applying cattle manure on feeding capacity (head/ha) for organic Hanwoo heifers (450 kg) with 400g average daily gain fed the diets including 70% whole crop wheat or its mixture crops in 2013~2014

Cattle manure level (kg N/ha)	Hanwoo feeding capacity		
	Crude protein (heads/ha)	TDN[1)] (heads/ha)	Mean (heads/ha)
0	3.34[b]	2.83[b]	3.09[b]
50	3.29[b]	3.04[a]	3.17[b]
100	3.98[a]	3.39[a]	3.68[a]
150	4.27[a]	3.59[a]	3.93[a]

[a,b,c] Values with different superscripts in the same row significantly differ ($p<0.05$)
[1)]TDN: Total digestible nutrient

이상의 결과를 종합해 볼 때, 총체 밀 재배 시 콩과 사료작물의 혼파 하였을 경우에는 단파재배 보다 발효우분의 질소시용수준을 ha 당 50 kg 이상 줄이면서도 건물수량을 포함한 생산성과 유기한우 사육능력 증대는 물론 조단백질 함량 등 사료가치를 향상을 시키고 한우 사양 시 조사료자원의 다양성 뿐 아니라 저투입에 의한 양질 조사료의 증산을 가져오리라 기대된다.

Ⅳ. 적 요

본 연구는 토양오염을 감소시키고 유기축산물의 생산에 기여할 수 있는 유기조사료를 효율적으로 생산하기 위해 대표적인 동계작물인 총체 밀에 콩과 사료작물의 혼파와 발효우분을 시용하여 생산성과 사료가치를 평가하고, 토양의 지력 향상과 가축분뇨의 자원화를 위한 단위면적당 유기한우 사육능력을 추정하고자 하였다.

콩과 사료작물의 혼파에 따른 2년(2012~2013년) 평균 총체 밀의 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 6.10~7.70, 0.59~0.76 및 3.84~4.74톤/ha으로 단파로 재배했을 경우의 4.07, 0.35 및 2.54 톤/ha 보다 유의하게 증가하였으나 혼파구 간에는 차이가 없었고, 발효우분의 질소시용수준이 증가함에 따라 총체 밀의 평균 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 100~150 kg N/ha (7.24~7.59, 0.67~0.73 및 4.43~4.69톤/ha)가 무비구(5.96, 0.57 및 3.71톤/ha)에 보다 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 총체 밀의 조단백질 함량은 콩과사료작물의 혼파구에서 평균 9.83~10.03%로 총체 밀 단파구의 8.37%보다 유의하게 높았고 ADF 함량은 헤어리 베치 혼파구 그리고 RFV는 사료용 완두 혼파구가 다른 처리구 보다 유의하게 높았으며($p<0.05$), 발효우분의 질소시용수준에 따른 조단백질 함량은 9.17~9.52%로 처리수준 간 차이가 없었고 ADF 함량은 시용수준이 100 kg N/ha 까지 증가함에 따라 유의하게 증가하였고 TDN 함량은 반대로 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 콩과 사료작물의 혼파에 따른 총체 밀에 의한 유기한우 사육능력(체중 450 kg, 400 g 일당증체 목표)은 평균 3.99~4.20두로 단파구(평균 2.21두) 보다 유의하게 증가하였고. 발효우분 시용수준이 증가됨에 따라 질소 수준 100 kg/ha(평균 3.68두)까지 무비구(평균 3.09두) 보다 총체 밀에 의한 유기한우 사육능력도 유의하게 증가하였다($p<0.05$).

이상의 결과를 종합해 볼 때, 총체 밀 재배 시 콩과 사료작물의 혼파 하였을 경우에는 단파재배 보다 발효우분의 질소시용수준을 ha 당 50 kg 이상 줄이면서도 건물수량을 포함한 생산성과 유기한우 사육능력 증대는 물론 조단백질 함량 등 사료가치를 향상을 시켜 한우 사양 시 조사료자원의 다양화 뿐 아니라 저투입에 의한 양질의 조사료 생산으로 유기축산물 생산에 크게 기여하리라 사료된다.

[Submitted, May. 15, 2015; Revised, May. 28, 2015; Accepted, May. 28, 2015]

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 N_2 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. Agic. 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. Hwangbo, S. and I. H. Jo. 2014. Effects of mixed sowing with legumes and applying cattle manure on productivity, feed Values and stock carrying capacity of whole crop wheat in Gyeongbuk regions. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 34(1): 52-59.
6. Jo, I. H. 2003. A Study on area types of recycling agriculture. Korean Journal of Organic Agriculture. 11(3): 91-108.
7. 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.
8. Jo. I. H. 2013. Estimation of Productivity and Organic Hanwoo Carring Capacity per Unit Area of Whole Crop Wheat and Triticale by Application of Organic Fertilizer and Legumes-Mixed Sowing. Korean Journal of Organic Agriculture. 21(2): 207-217.
9. 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.
10. Jo, I. H. 2014. Effects of Sowing Mixed Legume Forage and Applying Cattle Manure on the Productivity, Feed Values and Organic Hanwoo Feeding Capacity of Whole Crop Barley. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 34(4): 254-261.

11. 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.
12. Noh, J. H., H. C. Lee, Y. J. Kim, S. S. Park, and J. S. Lee. 2013. The effect of cattle manure application on dry matter yield, feed value and stock carrying capacity of forage crops in Gang-Wondo area. Korean Journal of Organic Agriculture. 21(2): 247-263.
13. Lee, B. O., J. H. Yang, S. H. Jung, B. Y. Kwon, D. W. Seo, J. S. Lee, and H. C. Lee. 2013. The design of optimal management model of selectional self-supply forage for competitiveness of Korean beef cattle. RDA
14. 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.
15. 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.
16. Linn, J. And N. Martin. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.
17. Nahm, K. H. 1992. Practical guide to feed, forage and water analysis. Yoohan Pub. 1-70.
18. Oh, M. G., I. K. Jo and S. Hwangbo. 2014. 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.). Korean Journal of Organic Agriculture. 22(3): 457-468.
19. 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.
20. RDA National Institue of Animal Science. 2012. Korean feeding standard for Hanwoo.
21. 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.
22. 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.
23. SAS. 2013. Statistical Analysis System ver. 8.01. SAS Institute Inc. Cary, NC.
24. Schechtner, G. 1978. Zur Wirksamkeit des Güllestickstoffs auf dem Grünland in Abhangigkeit vom Düngungsregime. Die Bodenkultur, 29: 351-371.