

청보리 재배 시 콩과 사료작물의 혼파와 우분의 시용이 생산성, 사료가치 및 유기한우 사육능력에 미치는 영향

조익환*

대구대학교 동물자원학과

Effects of Sowing Mixed Legume Forage and Applying Cattle Manure on the Productivity, Feed Values and Organic Hanwoo Feeding Capacity of Whole Crop Barley

Ik Hwan Jo^{1*}

Department of Animal Resources Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

ABSTRACT

This study was to assess the effect of sowing mixed legume forage and applying cattle manure on the productivity and feed value of whole-crop barley (WCB) as a representative of winter crops and to estimate feeding capacity of Korean native cattle (Hanwoo) per unit area by defining optimal application level 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 WCB compared to WCB alone sowing, but there was no difference between mixed sowing treatments. The yields of DM, CP and TDN were significantly ($p < 0.05$) highest 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 WCB alone ($p < 0.05$). There were no differences in CP and neutral detergent fiber (NDF) contents 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 indicate that mixed-sowing of WCB and legume forage not only cut 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 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 mixture, Cattle manure, Barley, Productivity, Feeding capacity)

I. 서 론

국내 한우 사육농가는 생산비 비중이 높고 그 중에서도 사료비 비중이 높아 수익성 악화의 요인으로 작용하고 있어 이들 한우 사육농가에 경영 안정화를 위한 방안으로 수입 곡류사료의 의존도를 낮추고 동시에 국내 조사료의 이용률을 증대시키는 다양한 노력들이 행해지고 있다. 특히 국내산 양질의 조사료 자급률은 우선적으로 협소한 경지면

적과 일부지역의 국한된 재배조건 그리고 농산가공부산물인 볏짚 위주의 사양관리에 기인하여 저조한 것으로 국내산 자급조사료 생산기반의 확대와 조사료의 품질향상 방법 등이 가장 시급하다 (Lee et al., 2013).

그러나 작물의 생산량 증대만을 목적으로 사용되어 왔던 화학비료, 특히 질소와 칼리는 식물체에 흡수가 잘 되고 이용률이 높지만 과다하게 사용하게 되면 토양을 산성화시키고 토양의 미량 영양소가 고갈되는 등 비경제적인 문

* Corresponding author : Ik-Hwan Jo, Department of Animal Resources Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea.
Tel: +82-53-850-6725, Fax : +82-53-850-6729, E-mail : greunld@daegu.ac.kr

제를 야기하고 있다 (Schechtner, 1978).

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; Sharma et al., 2004). 특히 가축분뇨에는 질소, 인산, 칼슘 등 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 얻었다고 확인한 바 있다 (Jo et al., 2010).

한편 1년생 콩과 녹비작물인 헤어리베치 혹은 사료용 완두는 내한성이 강해 우리나라의 경우 중북부지방에서 많이 재배되고 있는데, 이들 콩과작물은 토양에서의 대기 중 질소를 고정하는 능력이 뛰어나 동반작물이나 후작물에 대한 질소공급원으로도 역할하여 건물생산성에도 기여한 것으로 잘 알려져 있다 (Lee and Park, 2002). 또한 이러한 콩과작물은 단백질 함량이 높고 사료가치가 높을 뿐 아니라 기호성이 좋아 조사료 품질 개선 작물로 이용되기도 한다 (Kim et al., 2004; Lee and Lee, 2006). 아울러 월동 후에는 초기 생육이 빨라 잡초발생을 억제시키는 효과가 뛰어나 제초제의 사용량을 줄일 수 있으며, 토양에 환원 시 분해속도가 빨라 후작물에 질소를 비롯한 무기영양성분을 적절하게 제공할 수 있어 친환경농업소재로서도 손색이 없는 것으로 알려져 있다 (Lee et al., 2005).

따라서 본 연구에서는 월동작물로 재배되는 청보리에 콩과 사료작물 중 헤어리베치와 사료용 완두를 혼파 재배하

고, 가축분뇨를 사용하여 사료작물의 생산성과 사료가치를 평가함으로써 토양의 지력향상과 함께 양질의 조사료를 확보하여 단위면적당 유기탄소 사육능력까지도 추정하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 대구대학교 동물자원학과 실습포장에서 화분과 동계사료작물 중 보리 “유연”과 콩과 사료작물 헤어리베치 “Hungvillosa” 및 사료용 완두 “Ruby”를 2012년에는 10월 16일에 파종, 2013년 5월 21일에 수확하였고, 2013년에는 10월 17일에 파종, 2014년 5월 12일에 수확하여 2년간 평균값으로 하였다. 이들 토양의 이화학적 특성과 시험이 실시되었던 지역의 기상조건은 각각 Table 1과 2와 같다.

시험구 배치는 주구는 청보리 단파, 청보리와 헤어리베치 혼파 및 사료용 완두 혼파이고, 세구에는 발효우분 4수준으로 무비구, 발효우분을 질소수준으로 50, 100 및 150 kg N/ha로 분할집구로 배치한 3반복이며, 파종은 산파로 파종하였고, 구당 면적은 4 m² (2m×2m)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 수확 시에 지상부 5 cm 높이로 예취하여 측정하였고 건물함량은 각 시험구마다 500 g 정도의 시료를 채취하여 65℃ 순환열풍건조기에서 48시간 건조한 후 단위면적당 건물 수량을 산출하였다. 건조된 시료

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

Experimental year	pH	OM ¹⁾	EC ²⁾	Available P ₂ O 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: Electric conductivity, ³⁾ T-N: Total nitrogen, ⁴⁾ CEC : Cation exchange capacity.

Table 2. Meteorological 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 (°C)	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

는 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 400 g 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. 청보리의 생산성

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

청보리 단파 재배 시에 2년 평균(2013~2014년) 건물, 조단백질 및 가소화양분 총량(TDN) 수량은 각각 무비구에서 ha 당 3.72, 0.34 및 2.44 톤이었으나 발효우분 질소시용량이 증가함에 따라 지속적으로 증가하여 ha 당 150 kg에서 5.17, 0.50 및 3.27톤으로 가장 높은 생산성을 나타내었다 (Table 3). 또한 청보리와 콩과사료작물 (헤어리베치 및 사료용 완두) 혼파 시에서도 질소시비수준이 높아짐에 따라 증가를 보였고 질소시용수준 ha 당 100 kg N수준에서 각각

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 barley or its mixture crops in 2013~2014.

Culture method	Cattle Manure level(kg N/ha)	Productivity		
		Dry matter (t/ha)	Crude protein (kg/ha)	Total digestible nutrient (t/ha)
Barley	0	3.72±1.26	339.2± 98.4	2.44±0.76
	50	3.89±0.94	324.4± 77.8	2.55±0.63
	100	4.31±0.82	350.6±145.8	2.80±0.55
	150	5.17±1.66	499.8±237.5	3.27±1.02
Barley + Hairy vetch	0	3.97±0.68	375.4± 41.3	2.48±0.33
	50	4.82±1.50	469.3±152.9	3.03±0.95
	100	6.03±1.74	615.6±273.1	3.71±1.04
	150	6.04±2.12	575.7±200.4	3.60±1.38
Barley + Forage pea	0	4.21±0.67	383.9± 62.7	2.73±0.39
	50	4.71±1.07	464.3±110.5	2.95±0.68
	100	5.35±1.15	496.5±132.0	3.32±0.78
	150	6.07±0.56	556.3± 61.8	3.77±0.35

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

Culture method	Productivity		
	Dry matter (t/ha)	Crude protein (kg/ha)	Total digestible nutrients (t/ha)
Barley	4.28 ^b	378.5 ^b	2.76 ^a
Barley + Hairy vetch	5.21 ^a	509.0 ^a	3.21 ^a
Barley + Forage pea	5.09 ^a	475.3 ^a	3.19 ^a

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

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

Cattle manure level (kg N/ha)	Productivity		
	Dry matter (t/ha)	Crude protein (kg/ha)	Total digestible nutrients (t/ha)
0	3.97 ^c	366.2 ^c	2.55 ^c
50	4.48 ^{bc}	419.3 ^{bc}	2.84 ^{bc}
100	5.23 ^{ab}	487.6 ^{ab}	3.28 ^{ab}
150	5.76 ^a	544.0 ^a	3.55 ^a

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

5.35~6.03, 0.50~0.62 및 3.32~3.71톤으로 헤어리베치 혼과구가 사료용 완두 혼과구 보다 다소 높았지만 단과 시 150 kg N/ha의 우분 질소시용수준 보다는 공히 매우 높은 건물, 조단백질 및 TDN 수량을 기록하였다. 그러나 혼과구의 우분 질소 시용수준을 150 kg N으로 증가할 시에는 100 kg N의 수준보다 생산량의 증가폭이 다소 둔화되는 경향을 나타내었다. 이에 대해 Hwangbo와 Jo (2014) 등도 총체 밀 재배 시에 단과의 경우보다 혼과 재배 시에 건물수량이 높아지고 우분질소 시비수준이 증가됨에 따라 생산성은 증가하지만 발효우분 100 kg N/ha에서 150 kg N/ha으로 시용수준을 증가할 때에는 오히려 감소하는 경향을 나타낸 결과와 유사함을 나타내어 혼과재배 시에는 150 kg N/ha는 질소시용수준이 다소 과다함을 시사하였다고 사료된다.

콩과 사료작물의 혼과에 따른 평균 청보리의 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 5.09~5.21, 0.48~0.51 및 3.19~3.21 톤/ha으로 단과로 재배했을 경우의 4.28, 0.38 및 2.8 톤/ha 보다 유의하게 증가하였으나 ($p < 0.05$), 콩과 사료작물 혼과간에는 헤어리베치 혼과구가 사료용 완두 혼과구보다 다소 높았지만 유의한 차이가 인정되지 않았다 (Table 4). 이들 결과는 Oh 등 (2014)의 호밀 재배 시 콩과사료작물 중 헤어리베치구는 사료용완두 혼과구보다 유의하게 높은 건물 수량을 기록하였다는 연구결과와는 다소 상이함을 나타내었다.

발효우분의 질소시용수준이 증가함에 따라 청보리의 평균 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 지속적으로 증가하였지만 무비구 (3.97, 0.37 및 2.56톤/ha)에 비해 100~150 kg N/ha 에서 각각 5.23~5.76, 0.49~0.54 및 3.28~3.55으로 유의하게 증가하였다 ($p < 0.05$, Table 5). Osman and Osman (1982)은 화분과 작물과 콩과 작물의 혼과로 재배 시에 장점은 화분과 사료작물이 단과 시 보다 조단백질 수량이 높고 도복을 방지하며 정착율이 높다고 하였는데, 본 시험에서도 청보리 단과 보다는 콩과작물의 혼과로 인해 조단백질 수량이 증가하는 것으로 나타나, 콩과 작물의 혼과가

화분과 작물의 낮은 단백질 함량의 공급원으로 가능성을 시사하였다 (Jo, 2012).

2. 청보리의 사료가치

콩과 사료작물의 혼과와 발효우분의 시용이 청보리의 조단백질 함량과 TDN 함량에 미치는 영향은 Table 6~8과 같다.

청보리의 2년 평균 조단백질과 ADF 함량은 단과구 보다는 콩과 사료작물 혼과구에서 다소 높게 나타났고 우분 질소시용으로 혼과구 공히 무비구 보다 높은 함량을 나타내었으나 150 kg N/ha 수준에서는 100 kg N/ha 보다 오히려 낮은 조단백질 함량과 RFV를 기록하였으며 ADF 함량은 질소시비 수준 증가함에 따라 모든 처리구에서 높아짐을 알 수 있었다 (Table 6). 특히 혼과구에서 발효우분 150 kg N/ha 수준에서는 100 kg N/ha 수준 보다 낮은 조단백질함량과 RFV 및 높은 ADF 함량을 기록하여 이미 질소시용의 사치수준 가능성을 시사하고 있다고 사료된다. 한편 NDF와 TDN 함량은 청보리 단과구가 콩과사료작물 혼과구 보다 높게 나타났으며 이러한 경향은 단과구가 헤어리베치 혼과구 보다 더욱 뚜렷하였다.

콩과사료작물의 혼과에 따른 조단백질과 ADF 함량은 헤어리베치 혼과구 (각각 9.7과 34.5%) > 사료용 완두 혼과구 (각각 9.3과 33.0%) > 청보리의 단과구 (각각 8.7과 30.5%) 순으로 유의하게 낮아졌으며 NDF와 TDN 함량은 단과구가 각각 59.3과 64.8%로 콩과사료작물 혼과구의 54.1~55.5와 61.6~62.9% 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, 단과 재배 시 보다는 콩과 작물을 혼과할 시에 높은 조단백질함량과 RFV 및 낮은 NDF 함량을 보여 화분과 사료작물과 콩과 작물의 혼과는 영양 강화 사료로서의 가치가 있음 증명하였다.

우분 질소시용수준에 따른 청보리의 조단백질 함량과

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	Cattle manure level (kg N/ha)	CP ¹⁾ (%)	ADF ²⁾ (%)	NDF ³⁾ (%)	TDN ⁴⁾ (%)	RFV ⁵⁾
Barley	0	9.20±0.47	29.38±2.20	59.34±5.63	65.69±1.74	104.07± 7.37
	50	8.36±0.89	29.82±0.61	58.31±5.91	65.35±0.48	105.66±10.61
	100	7.87±2.02	30.45±0.55	60.04±7.02	64.85±0.43	102.10±11.33
	150	9.30±1.91	32.28±1.14	59.50±7.34	63.40±0.90	101.09±13.77
Barley+Hairy vetch	0	9.55±0.59	32.86±3.30	55.56±1.42	62.94±2.61	105.98± 3.02
	50	9.70±0.36	32.99±1.07	56.06±1.25	62.84±0.85	104.89± 1.18
	100	9.81±1.73	34.63±0.70	54.96±1.78	61.54±0.55	104.92± 4.25
	150	9.55±0.12	37.69±2.90	55.24±1.42	59.13±2.29	100.26± 1.90
Barley+Forage pea	0	9.13±0.51	30.40±3.19	53.45±0.87	64.89±2.52	113.56± 5.19
	50	9.85±0.87	33.23±2.14	52.30±2.03	62.65±1.69	112.31± 7.24
	100	9.19±0.71	34.29±2.61	54.44±1.83	61.81±2.06	106.46± 6.86
	150	9.18±0.86	33.95±2.03	56.14±0.98	62.08±1.60	103.48± 1.04

¹⁾ CP: Crude protein, ²⁾ ADF: Acid detergent fiber, ³⁾ NDF: Neutral detergent fiber, ⁴⁾ TDN: Total digestible nutrient, ⁵⁾ RFV: Relative feeding value.

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

Culture method	CP ¹⁾ (%)	ADF ²⁾ (%)	NDF ³⁾ (%)	TDN ⁴⁾ (%)	RFV ⁵⁾
Barley	8.68 ^b	30.48 ^c	59.29 ^a	64.82 ^a	103.2 ^b
Barley + Hairy vetch	9.65 ^a	34.54 ^a	55.45 ^b	61.61 ^c	104.0 ^b
Barley + Forage pea	9.33 ^{ab}	32.97 ^b	54.08 ^b	62.86 ^b	109.0 ^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 feeding value.

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

Cattle manure level (kg N/ha)	CP ¹⁾ (%)	ADF ²⁾ (%)	NDF ³⁾ (%)	TDN ⁴⁾ (%)	RFV ⁵⁾
0	9.29	30.88 ^c	56.11	64.51 ^a	107.9 ^a
50	9.30	32.01 ^{bc}	55.56	63.60 ^{ab}	107.6 ^a
100	8.95	33.12 ^{ab}	56.47	62.73 ^{bc}	104.5 ^{ab}
150	9.34	34.64 ^a	56.96	61.54 ^c	101.6 ^b

^{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 feeding value.

NDF 함량은 각각 9.0~9.3과 55.6~57.0%로 처리수준간 유의한 차이가 인정되지 않았지만 (p>0.05) ADF 함량은 시용 수준이 증가함에 따라 유의하게 증가하였고 (무비구 : 30.9 %, 150kg N/ha : 34.6%) TDN 함량은 반대로 감소하였다 (무비구 : 64.5%, 150 kg N/ha : 61.5%, p<0.05, Table 8).

이러한 결과는 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).

3. 청보리의 단위면적당 유기한우 사육능력

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

유기 한우 암소 체중 450 kg을 일당증체량 400g 목표로 하여 청보리를 유기사료 자원으로 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 TDN은 1일 각각 426.3 g과 3.479 kg을 기준으로 하였을 때 (Jo, 2003; RDA, 2012), 청보리의 사료 가치에 따른 단위면적당 연간 유기가축 사육능력은 단파구 각각 1.20~2.94와 1.86~2.50두 (평균 1.68 두) 보다 콩과 작물 혼파구가 각각 2.21~3.6와 1.94~2.84두 (평균 2.06~3.23)로 높은 사육능력을 보였으며 이러한 경향은 우분 질소 시용수준이 증가됨에 따라 더욱 뚜렷하였다 (Table 9). 특히

청보리 단파구의 가장 높은 질소시용수준 150 kg/ha에서 유기한우 사육두수는 콩과 사료작물 혼파구의 우분 질소시용수준 50~100 kg/ha 수준에서 동등한 사육능력을 나타내고 있다.

콩과 사료작물의 혼파에 따른 청보리에 의한 유기한우 사육능력 (체중 450 kg, 400 g 일당증체 목표)은 조단백질과 TDN 기준에서 각각 단파구의 2.23과 2.11두 (평균 2.17두) 보다 혼파구의 2.80~3.00두와 2.44~2.45두 (평균 2.62~2.72두)로 유의하게 증가하였다 ($p<0.05$, Table 10). 본 실험의 결과에서와 같이 콩과사료작물 혼파에 의해 단위면적당 0.45~0.52두의 사육능력 증가로 저투입에 의한 수익성의 기대가 크리라 사료된다.

발효우분 질소시용수준이 증가됨에 따라 청보리에 의한 유기한우 사육능력 (체중 450 kg, 400 g 일당증체 목표)은

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 barley or its mixture crops in 2013~2014

Culture method	Cattle manure level (kg N/ha)	Hanwoo feeding capacity		
		Crude protein (heads/ha)	TDN ¹⁾ (heads/ha)	Mean (heads/ha)
Barley	0	1.20±0.58	1.86±0.89	1.93±0.58
	50	1.91±0.46	1.95±0.48	1.93±0.46
	100	2.07±0.86	2.14±0.42	2.10±0.63
	150	2.94±1.40	2.50±0.78	2.72±1.08
Barley + Hairy vetch	0	2.21±0.24	1.90±0.26	2.06±0.25
	50	2.76±0.90	2.32±0.73	2.54±0.81
	100	3.62±1.61	2.84±0.79	3.23±1.20
	150	3.39±1.18	2.76±1.05	3.07±1.12
Barley + Forage pea	0	2.26±0.37	2.08±0.30	2.17±0.33
	50	2.73±0.65	2.26±0.52	2.50±0.58
	100	2.92±0.78	2.54±0.60	2.73±0.69
	150	3.27±0.36	2.88±0.27	3.08±0.30

¹⁾ TDN: Total digestible nutrient.

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

Culture method	Hanwoo feeding capacity		
	Crude protein (heads/ha)	TDN ¹⁾ (heads/ha)	Mean (heads/ha)
Barley	2.23 ^b	2.11 ^a	2.17 ^b
Barley + Hairy vetch	3.00 ^a	2.45 ^a	2.72 ^a
Barley + Forage pea	2.80 ^a	2.44 ^a	2.62 ^a

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

¹⁾ TDN: Total digestible nutrient.

Table 11. The Effect of 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 barley 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	2.16 ^c	1.95 ^c	2.05 ^c
50	2.47 ^{bc}	2.18 ^{bc}	2.32 ^{bc}
100	2.87 ^{ab}	2.51 ^{ab}	2.68 ^{ab}
150	3.20 ^a	2.71 ^a	2.96 ^a

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

¹⁾ TDN: Total digestible nutrient.

유의하게 증가하여 (p<0.05), 조단백질과 TDN 기준에서 100 kg N/ha에서 각각 2.87과 2.51두 (평균 2.68두)로 무비구의 각각 2.16과 1.95두 (평균 2.05두) 보다 유의하게 증가하였다 (p<0.05, Table 11). 이는 우분 질소 kg 당 평균 0.054~0.061두의 한우 사육두수 증가를 초래할 수 있는 결과로 Jo 등 (2010), Jo (2012) 및 Hwangbo and Jo (2013)의 연구에서도 화분과 사료작물의 단파 보다 콩과 사료작물과 혼파가 가축사육능력이 높았다는 보고와 일치하여 콩과 사료작물의 혼파로 가축 사육 능력이 증가함을 시사하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 청보리 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. 요약

본 연구는 환경오염을 감소시키고 유기축산물의 생산에 기여할 수 있는 유기조사료를 효율적으로 생산하기 위해 대표적인 동계작물인 청보리에 콩과 사료작물의 혼파와 발효우분을 사용하여 생산성과 사료가치를 평가하고, 토양의 지력 향상과 가축분뇨의 자원화를 위한 가축분뇨의 적정 시용수준을 구명하여 단위면적당 유기한우 사육능력을 추정하고자 하였다.

콩과 사료작물의 혼파에 따른 평균 청보리의 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 5.09~5.21, 0.48~0.51 및 3.19~3.21 톤/ha로 단파로 재배했을 경우의 4.28, 0.38 및 2.8톤/ha 보다 유의하게 증가하였으나 혼파구 간에는 차이가 없었고, 발효우분의 질소시용수준이 증가함에 따라 청보리의 평균 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 무비구 (3.97, 0.37 및 2.56

톤/ha)에 비해 100~150 kg N/ha (5.23~5.76, 0.49~0.54 및 3.28~3.55)에서 유의하게 증가하였다 (p<0.05). 콩과사료작물의 혼파에 따른 조단백질과 ADF 함량은 헤어리베치 혼파구 (각각 9.7과 34.5%) > 사료용 완구 혼파구 (각각 9.3과 33.0%) > 청보리의 단파구 (각각 8.7과 30.5%) 순으로 유의하게 낮아졌으며 우분 질소시용수준에 따른 청보리의 조단백질 함량과 NDF 함량은 처리수준 간 유의한 차이가 인정되지 않았지만 ADF 함량은 시용수준이 증가함에 따라 유의하게 증가하였고 TDN 함량은 반대로 감소하였다 (p<0.05). 콩과 사료작물의 혼파에 따른 청보리에 의한 유기한우 사육능력 (체중 450 kg, 400 g 일당증체 목표)은 평균 2.62~2.72두로 유의하게 증가하였고, 발효우분 질소시용수준이 증가됨에 따라 청보리에 의한 유기한우 사육능력은 유의하게 증가하였다 (p<0.05).

이상의 결과를 종합해 볼 때, 청보리 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 고품질 조사료 생산으로 유기축산물 생산에 크게 기여하리라 사료된다.

V. 사 사

본 연구는 2012학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCE

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis (16th Ed.). Association of official analytical chemists. Washington D.C.
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.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agic. Handbook No. 379*. ARS. USDA. Washington, D. C.
- Hwangbo, S. and Jo, I.H. 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.
- Hwangbo, S. and Jo, I.H. 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.
- Jo, I.H. 2003. A Study on area types of recycling agriculture. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 11(3):91-108.
- 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.
- 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.
- Jo, I.H., Hwangbo, S. and Lee, S.H. 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.
- Kim, J.D., Kim, S.G. and Kwon, C.H. 2004. Comparison of forage yield and quality of forage legume. *Journal of Animal Science and Technology*. 46(3):437-442.
- Lee, B.O., Yang, J.H., Jung, S.H., Kwon, B.Y., Seo, D.W., Lee, J.S. and Lee, H.C. 2013. The design of optimal management model of selectional self-supply forage for competitiveness of Korean beef cattle. RDA.
- Lee, I.D. and Lee, H.S. 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.
- Lee, H.W., Kim, W.H., Park, H.S., Ko, H.J. and Kim, S.G. 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.
- Lee, H.W. and Park, H.S. 2002. Nitrogen fixation of legumes and cropping system for organic forage production. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 10(1):49-63.
- Linn, J. And Martin, N. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.
- Nahm, K.H. 1992. Practical guide to feed, forage and water analysis. Yoohan Pub. 1-70.
- Noh, J.H., Lee, H.C., Kim, Y.J., Park, S.S. and Lee, J.S. 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.
- Oh, M.G., Jo, I.K. and Hwangbo, S. 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.
- Osman, A.E. and Osman, A.M. 1982. Performance of mixture of cereal and legume forage under irrigation in the Sudan. *The Journal of Agricultural Science*. 98:71-72.
- RDA National Institue of Animal Science. 2012. Korean feeding standard for Hanwoo.
- Ramesh, P., Ghosh, P.K., Reddy, K.S. Ajay, S. Ramana and Choudhary, R.S. 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.
- Ryu, D.K., Yun, S.I., Lee, J.S., Jo, I.H. and Ahn, J.H. 2006. Standard model development of nature-circulating organic agriculture. Ministry of Agriculture and Forestry.
- SAS. 2013. Statistical Analysis System ver. 8.01. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Schechtner, G. 1978. Zur Wirksamkeit des Gullestickstoffs auf dem Grunlandin Abhangigkeit vom Dungungsregime. *Die Bodenkultur*, 29, 351-371.
- Sharma, R.P., Pathak, S.K., Haque, M. and Raman, K.R. 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.

(Received December 18, 2014 / Revised December 24, 2014 / Accepted December 31, 2014)