

경북지역에서 콩과 사료작물의 혼파 재배와 발효 우분의 시용이 청보리의 생산성과 유기 한우 사육능력에 미치는 영향*

조 익 환**

Effect of mixed Cropping with Legume and using fermented Cattle Manure on Productivity of Whole Crop Barley (*Hordeum vulgare* L.) and Organic Hanwoo feeding Capacity in Gyeongbuk Region of Korea

Jo, Ik-Hwan

This study was aimed to grow organic forage as a prime requirement for organic Hanwoo cattle production over a period of 3 years (2012~2015) in Gyeongbuk region, Korea through mixed cropping of winter fodder barley with legume and application of fermented cattle manure. The effect of barley-legume mixed cropping and application of different levels of fermented cattle manure was studied on forage productivity of whole-crop barley (WCB) and evaluation of feeding capacity of Korean native cattle (Hanwoo) per unit area. The collected data was analyzed using SAS 9.3 software. Barley-legume mixed cropping increased ($P < 0.05$) yields of dry matter (DM), crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN) as compared to those of sole WCB as monoculture. Similarly, acid detergent fiber (ADF) contents and relative feed value (RFV) were also higher ($P < 0.05$) in barley-legume mixed sowing forage compared with those of sole WCB as monoculture. In case of manure application, yields of DM, CP and TDN were also found ($P < 0.05$) highest in 100~150 kg N/ha. However, varying cattle manure levels did not influence ($P > 0.05$) CP and neutral detergent fiber (NDF) contents. In response to increasing nitrogen application level, ADF content increased ($P < 0.05$) but TDN content and RFV decreased ($P < 0.05$). The Barley-legume mixed sowing and increasing application levels of fermented cattle manure also significantly enhanced ($P < 0.05$) feeding capacity of organic Hanwoo (head/ha) having 450 kg body weight with 400 g of daily gain. Findings of present study indicated that

* 본 연구는 2014학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의해 이루어진 것임.

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

barley-legume biculture not only cut nitrogen application level of fermented cattle manure by over 50 kg per ha but also increased their feed value and productivity of forage as compared to WCB monoculture. This would be contribution to the diversity of forage resources as well as production of organic animal product by creating low cost and high quality organic forage.

Key words : *feeding capacity, fermented cattle manure, Legume mixture, productivity, whole crop barley*

I. 서 론

국내 한우사육농가의 경영비 가운데 생산비의 비중이 가장 높으며 수입이나 구입에 의존하는 사료로 인해 수익성 악화의 요인으로 작용하고 있는데 이러한 경향은 사육두수가 가장 많은 경북지역에서 더욱 극심하다(Hwangbo and Jo, 2014). 그래서 이들 한우 사육농가에 경영 안정화를 위한 방안으로 수입 곡류사료의 의존도를 낮춤과 동시에 국내 조사료의 이용률을 증대시키는 다양한 노력들이 행해지고 있다. 그러나 국내산 양질의 조사료 자급률이 저조한 것은 경지면적이 협소하고 일부지역에서 사료작물의 재배가 제한되며 대부분 한우사육농가들이 저질조사료인 볏짚 위주의 사양관리에 기인하기 때문에 국내산 자급조사료 생산기반의 확대와 조사료의 품질향상 방법 등을 비롯한 조사료 자급생산에 대한 의지가 가장 시급하다(Noh et al., 2013).

한편 조사료 생산지역에서도 작물의 생산성 증대만을 목적으로 이용되고 있는 질소, 인산 및 칼리 등 화학비료는 식물체에 흡수가 잘 되고 이용률은 높지만, 적절한 양 이상 사용하게 되면 토양의 산성화, 용탈에 의한 지하수 오염 그리고 토양 내 미량 영양소의 고갈 등 환경오염과 비경제성 문제를 초래하고 있다(Schechtner, 1978; Corre-Hellou et al., 2006; Constantin, et al., 2011). 이러한 환경오염의 원인이 될 수 있는 화학비료의 문제를 감소시키고 자원의 재활용 차원에서 사료작물 재배 시에 가축분뇨와 같은 유기질 비료자원을 활용하거나 콩과 사료작물과 혼파 재배하는 방법 등이 제시되고 있다(Ramesh et al., 2005). 특히 가축분뇨에는 질소, 인산, 칼슘 등 각종 영양분을 함유하고 있어 오래전부터 작물의 생육에 매우 중요한 양분 공급원으로 활용되어 왔고(Jo et al., 2008), 가축분뇨를 이용하여 사료작물 재배 시 작물의 생산성이 화학비료에 대등한 수준의 결과를 얻었다고 확인한 바 있다(Jo et al., 2010).

또한 콩과 사료작물인 헤어리베치 혹은 사료용 완두는 내한성이 강하고 토양에서의 대기 중 질소를 고정하는 능력이 뛰어나 동반작물이나 후작물에 대한 질소공급원 및 “self-buffered system”으로 역할을 하기에 건물생산성에도 기여한 것으로 잘 알려져 있다(Lee and Park, 2002; Tosi et al., 2014). 또한 콩과작물은 단백질 함량이 높고 사료가치가 높을 뿐 아

니라 기호성이 좋아 조사료 품질 개선 작물로 이용되기도 한다(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 친환경 농업 자재로써도 손색이 없는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2005). 그러나 이러한 장점에도 불구하고 콩과 사료작물은 단파 재배 시에 화분과 사료작물보다 건물생산성이 낮기에 이러한 점을 보완하기에 가축사료로서 이용 시에는 절대 수량의 증대를 위해 화분과 사료작물과 혼파를 권장하고 있다(Lithourgidis et al., 2006). 그런데 이러한 연구들은 객관적이고 합리적인 결과들을 도출하기 위해서 단기 간의 결과보다는 중, 장기의 연구가 수행되어야 하는 것이 타당하다고 사료된다.

따라서 본 연구에서는 경북지역에서 2012~2015년 동안 대표적 월동작물로 재배되고 있는 청보리에 콩과 사료작물인 헤어리베치 혹은 사료용 완두를 혼파 재배하고 질소질 화학비료를 대체한 발효우분을 시용하여 동계 사료작물의 생산성과 사료가치를 평가함으로써 양질의 조사료를 확보하며 유기쇠고기 생산을 위한 단위면적당 한우 사육능력까지도 추정하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 경북 경산시에 위치한 대구대학교 동물자원학과 실습포장에서 화분과 동계사료작물 중 보리 “유연”과 콩과 사료작물 중 헤어리베치 “*Hungvillosa*” 및 사료용 완두 “*Ruby*”를 총 3년 동안 즉, 2012년에는 10월 16일에 파종하여 2013년 5월 21일에 수확하였고, 2013년에는 10월 17일에 파종하여 2014년 5월 12일에 수확하였으며, 2014년에는 10월 27일에 파종하여 2015년 5월 20일에 수확하였다. 이들 토양의 이화학적 특성과 시험이 실시되었던 지역의 기상조건은 각각 Table 1과 Table 2 같았다.

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 | 1.9 | 41.65 | 9.67 | 0.44 | 2.65 |
| 2013 | 6.0 | 3.16 | 0.11 | 211.34 | 2.1 | 13.06 | 8.47 | 2.51 | 2.60 |
| 2014 | 6.8 | 4.20 | 0.50 | 251.14 | 2.0 | 14.69 | 9.50 | 2.57 | 2.62 |

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

시험구 배치는 주구로 청보리 단파, 청보리와 헤어리베치 혼파 및 사료용 완두를 혼파 하였고, 세구에는 발효우분 4수준 즉, 무비구, 발효우분을 질소수준으로 50, 100 및 150 kg N/ha로 분할집구 3반복 배치하여, 파종은 산파하였고, 구당 면적은 4 m² (2 m × 2 m)으로 하였다. 공시된 발효우분은 6개월 이상 발효된 것을 파종당일 1/2을 기비로 사용하고, 해빙기에 추비로 1/2를 사용하였으며 기타 화학비료 및 농약은 일체 사용하지 않았다.

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 |
| | 2014~2015 | 20.2 | 15.4 | 9.4 | 0.5 | 1.4 | 3.0 | 8.2 | 13.6 | 20.7 |
| | 1982~2011 | 20.0 | 9.3 | 4.0 | -1.9 | -3.9 | -1.6 | 3.4 | 9.9 | 15.2 |
| 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 |
| | 2014~2015 | 105.8 | 80.1 | 42.6 | 6.3 | 21.5 | 11.6 | 44.4 | 76.3 | 30.5 |
| | 1982~2011 | 135.0 | 19.9 | 33.7 | 19.6 | 20.8 | 27.6 | 54.1 | 72.7 | 109 |

사료작물의 생초 수량은 수확 시에 지상부 5 cm 높이로 예취하여 측정하였고 건물함량은 각 시험구마다 500 g 정도의 시료를 채취하여 65°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 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. 콩과사료작물의 혼파와 발효우분의 시용에 따른 청보리의 생산성

콩과 사료작물의 혼파재배와 발효우분의 시용이 청보리의 건물, 조단백질 및 가소화양분 총량의 수량에 미치는 영향은 Table 3과 같다.

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 2013~2015

| Culture method | Cattle Manure level (kg N/ha) | Productivity | | |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | Dry matter (t/ha) | Crude protein (kg/ha) | Total digestible nutrient (t/ha) |
| Barley | 0 | 4.44±1.67 | 358.4±101.0 | 2.92±1.08 |
| | 50 | 4.32±1.30(-2.4)* | 328.5±85.1 (-0.6) | 2.85±0.88(-1.4) |
| | 100 | 4.97±1.53(5.3) | 364.5±128.7(0.06) | 3.26±1.06(3.4) |
| | 150 | 5.88±2.01(9.6) | 473.7±200.8(0.77) | 3.80±1.32(5.9) |
| | Mean | 4.90 ^b | 381.2 ^b | 3.21 ^b |
| Barley + Hairy vetch | 0 | 4.36±0.90 | 365.3±49.2 | 2.79±0.62 |
| | 50 | 5.29±1.41(18.6) | 472.4±123.2(2.1) | 3.39±0.94(12.0) |
| | 100 | 6.12±1.47(17.6) | 557.6±236.0(1.9) | 3.84±0.91(10.5) |
| | 150 | 6.45±1.95(13.9) | 557.2±169.7(1.3) | 4.01±1.34(8.1) |
| | Mean | 5.55 ^a | 488.1 ^a | 3.51 ^{ab} |
| Barley + Forage pea | 0 | 4.81±1.34 | 417.8±94.5 | 3.13±0.91 |
| | 50 | 5.35±1.35(10.8) | 478.6±95.3 (1.2) | 3.45±0.97(6.4) |
| | 100 | 6.25±1.66(14.4) | 568.2±153.8(1.5) | 3.90±1.09(7.7) |
| | 150 | 6.87±1.34(13.7) | 624.1±117.6(1.4) | 4.43±1.06(8.7) |
| | Mean | 5.82 ^a | 522.2 ^a | 3.72 ^a |
| Mean productivity | 0 | 4.54 ^c | 380.5 ^c | 2.94 ^c |
| | 50 | 4.99 ^{bc} (9.0) | 426.5 ^{bc} (0.9) | 3.23 ^{bc} (5.8) |
| | 100 | 5.78 ^{ab} (12.4) | 496.8 ^{ab} (1.2) | 3.67 ^{ab} (7.3) |
| | 150 | 6.40 ^a (12.4) | 551.6 ^a (1.1) | 4.08 ^a (7.6) |

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

(*) : Production efficiency (kg) of dry matter, crude protein or total digestible nutrients depending on applying of cattle manure nitrogen (kg)

청보리 단파 재배 시에 3년 평균(2013~2015년) 건물, 조단백질 및 가스화양분 총량(TDN) 수량은 각각 무비구에서 ha 당 4.44, 0.36 및 2.92톤이었으나 헤어리베치 혹은 사료용 완두 혼파 시에는 ha 당 각각 5.55~5.82, 0.49~0.52 및 3.51~3.72톤으로 무비구보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 또한 발효우분의 질소사용량이 증가함에 따라 무비구에 비해 건물, 조단백질 및 TDN의 생산량이 증가하여 단파구에서는 각각 -0.08~1.44, -0.03~0.11 및 -0.07~0.88톤/ha, 혼파구에서는 각각 0.54~2.09, 0.06~0.21 및 1.30톤/ha이 높게 나타났고 이러한 경향은 청보리와 콩과사료작물(헤어리베치 및 사료용 완두) 혼파 시 더욱 높아짐을 알 수 있었으며 또한 평균 ha 당 100 kg/ha 이상의 질소사용 시에 무비구보다 유의한 증가를 나타내었다($p<0.05$). 이에 대해 Ranells와 Wagger (1997) 등은 화분과와 콩과 작물의 혼파는 콩과 작물이 화분과 작물에 대기 중 질소 고정을 통한 질소 공급원으로서의 역할로 인해 적은 질소사용에도 건물 수량의 증가를 가져온다고 하였으며 Hwangbo와 Jo (2014) 등은 총체밀 재배 시에 단파의 경우보다 혼파 재배 시에 건물수량이 높아지고 우분질소 사용수준이 증가됨에 따라 생산성은 증대하다고 하여 본 연구와 유사한 경향을 나타냈지만 발효우분 100 kg N/ha에서 150 kg N/ha으로 사용수준을 증가할 때에는 오히려 감소하는 경향을 나타낸 결과와는 달리 오히려 단파구에서는 계속 증가하는 생산량을 보이고 있다. 한편 혼파구 평균에서는 유의한 차이가 없었고 건물, 조단백질 및 TDN 생산성에 대한 우분 질소이용효율은 100 kg 수준에서 각각 12.4, 1.2 및 7.3 kg이고 150 kg 수준에서는 12.4, 1.1 및 7.6 kg으로 동등하거나 오히려 감소하고 있음을 볼 때 이미 경제적 질소시비수준의 최대를 가져오지 않았나 사료된다. 즉 Jo (2003) 등은 최적 질소시비수준의 결정은 최대생산량을 가져오는 수준에서 결정될 경우 오히려 과다투입 혹은 염류집적을 유발할 수 있기에 이들을 고려해야 한다고 하는 연구 결과를 볼 때, 본 연구에서도 유기조사료 생산을 위해서는 발효우분의 질소사용수준이 ha 당 100~150 kg의 범위에서 결정되어야 함을 나타내고 있다.

한편 Oh 등(2014)의 호밀 재배 시 콩과사료작물 중 헤어리베치구가 사료용 완두 혼파구보다 유의하게 높은 건물수량을 기록하였다는 결과와는 다르게 본 연구에서는 유의한 차이는 인정되지 않았지만 반대로 헤어리베치 혼파구에서 건물, 조단백질 및 TDN 수량이 낮았다. 그러나 우분 질소사용 수준에 따른 건물생산성의 기여도는 헤어리베치 혼파구에서 각각 질소사용수준 당 13.9~18.6, 1.3~2.1 및 8.1~10.5 kg으로 10.8~13.7 kg, 1.2~1.4 kg 및 6.4~8.7 kg를 기록한 사료용 완두 혼파구보다 높게 나타났으며 이러한 경향은 낮은 수준에서 더욱 뚜렷하게 나타나 헤어리베치와 혼파 시에는 낮은 수준의 질소사용에서 높은 건물을 기대할 수 있었다. 하지만 사료용 완두의 경우에는 비록 150 kg 이상의 높은 질소 사용 수준에서 오히려 건물생산성의 기여도가 낮아질지라도 헤어리베치 보다는 다소 높은 양의 질소 사용수준에서 건물생산성 기여도가 높음을 고려해서 높은 질소 사용수준이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 즉, 청보리와 콩과 사료작물 중 헤어리베치 혼파재배 시에는 건물과 영양수량을 고려한 적정 질소사용 수준이 50~100 kg인 반면에 사료용 완두 혼파 시에는

100~150 kg의 우분 질소 수준에서 결정되는 것이 바람직하다고 사료된다.

2. 혼파와 발효 우분시용에 따른 청보리의 사료가치

콩과 사료작물의 혼파재배와 발효우분의 시용이 청보리의 사료가치에 미치는 영향은 Table 4와 같다.

Table 4. Effects of sowing mixed legume forage and applying cattle manure on the feed value of whole crop barley or its mixture crops in 2012~2015

| Culture method | Cattle manure level (kg N/ha) | CP ¹⁾ (%) | ADF ²⁾ (%) | NDF ³⁾ (%) | TDN ⁴⁾ (%) | RFV ⁵⁾ |
|----------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Barley | 0 | 8.39±1.28 | 29.16±1.78 | 58.48±4.64 | 65.87±1.41 | 105.72±6.34 |
| | 50 | 7.73±1.17 | 29.08±1.24 | 57.70±4.76 | 65.93±0.98 | 107.44±8.81 |
| | 100 | 7.33±1.79 | 29.71±1.26 | 59.16±5.73 | 65.42±1.00 | 104.21±9.52 |
| | 150 | 8.13±2.32 | 30.89±2.40 | 59.58±5.83 | 64.50±1.90 | 102.18±11.15 |
| | Mean | 7.89 ^b | 29.71 ^b | 58.73 ^a | 65.43 ^a | 104.89 ^b |
| Barley + Hairy vetch | 0 | 8.59±1.50 | 31.60±3.43 | 55.89±2.30 | 63.94±2.71 | 107.05±3.73 |
| | 50 | 9.03±1.04 | 31.61±2.27 | 56.37±1.29 | 63.93±1.79 | 106.08±2.57 |
| | 100 | 8.87±1.97 | 33.09±2.38 | 55.49±1.71 | 62.76±1.88 | 105.89±3.87 |
| | 150 | 8.76±1.20 | 34.47±5.48 | 56.13±1.86 | 61.67±4.33 | 102.74±4.29 |
| | Mean | 8.81 ^a | 32.69 ^a | 55.97 ^b | 63.07 ^b | 105.44 ^b |
| Barley + Forage pea | 0 | 8.79±0.66 | 30.28±2.77 | 54.48±1.88 | 64.98±2.19 | 111.64±5.33 |
| | 50 | 9.12±1.28 | 31.33±3.33 | 53.39±2.33 | 64.15±2.63 | 112.53±5.86 |
| | 100 | 9.07±0.57 | 33.75±2.24 | 55.53±2.31 | 62.24±1.77 | 105.06±5.88 |
| | 150 | 9.11±0.69 | 31.49±4.03 | 56.43±1.11 | 64.03±3.18 | 106.09±4.16 |
| | Mean | 9.02 ^a | 31.71 ^a | 54.96 ^b | 63.85 ^b | 108.83 ^a |
| Mean feed value | 0 | 8.58 | 30.34 ^c | 56.28 | 64.93 ^a | 108.14 ^{ab} |
| | 50 | 8.63 | 30.67 ^{bc} | 55.82 | 64.67 ^{ab} | 108.68 ^a |
| | 100 | 8.42 | 32.18 ^{ab} | 56.73 | 63.48 ^{bc} | 105.06 ^{bc} |
| | 150 | 8.67 | 32.28 ^a | 57.38 | 63.40 ^c | 103.67 ^c |

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

대표적 사료가치 평가를 위해 실시되었던 청보리의 3년 평균 조단백질 함량, ADF 함량 및 상대 조사료가치(RFV) 등은 단과구(각각 7.89%, 29.71% 및 104.89)보다 콩과 사료작물의 혼과구(각각 8.81~9.02%, 31.71~32.69% 및 105.44~108.83)에서 유의하게 높게 나타났고 NDF와 TDN 함량은 콩과 사료작물의 혼과구가 반대로 유의하게 낮았다($p<0.05$). 또한 우분 질소 시용수준의 증가에 ADF 함량은 증가하고 TDN 함량과 RFV는 감소하였으나 발효우분 질소시용으로 콩과사료작물의 혼과구 공히 무비구보다 높은 조단백질 함량, ADF 함량 및 RFV를 나타내었고 화분과 사료작물의 단과구에서는 오히려 낮아졌다가 높은 우분 질소 시용수준에서 서서히 증가됨을 나타내었다.

이들 결과에 대해 Osman and Osman (1982)은 화분과와 콩과 작물의 혼과 재배 시에는 콩과 사료작물로 인해 단과 재배 시보다 조단백질 함량을 높이고 생육 시에는 화분과 사료작물을 지주로 하여 감고 기어 올라가는 특성으로 도복을 방지해 주면서 공간 활용도를 높여 정착율을 향상시키는 장점이 있다고 하였는데, 본 시험에서도 청보리 단과 보다는 콩과작물의 혼과로 인해 조단백질 함량이 증가하는 것으로 나타나서 화분과 작물의 낮은 단백질 함량의 공급원으로 가능성을 시사하였다(Jo, 2012). 또한 본 연구결과와 유사하게 Lithourgidis 등(2006)은 트리테کیل과 헤어리베치 혼과구가 조단백질 함량과 RFV 등이 월등하게 높으나 화분과 사료작물 단과구에서는 NDF와 TDN 함량이 높아 콩과 작물의 단과 혹은 혼과구보다 사료품질이 낮아졌다고 하였는데, 이는 주로 낮은 리그닌 함량으로 이들을 구성하는 세포벽물질이 적기 때문에 가축의 건물 소화율과 생산성의 저하할 수 있다고 하였다. 이를 극복하기 위해서는 본 실험과 같이 콩과작물과의 혼과 혹은 발효 우분과 같은 질소 공급이 충분히 이루어져야 한다고 사료된다.

3. 혼과와 발효우분 시용 시에 청보리에 의한 단위면적당 유기한우 사육능력

콩과 사료작물의 혼과재배와 발효우분의 시용이 청보리의 단위면적당 유기가축 사육능력을 나타낸 것은 Table 5와 같다.

유기 한우생산을 위해 암소 체중 450 kg을 일당증체량 400 g 목표로 하여 청보리를 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), 청보리의 사료가치 중 조단백질과 TDN 함량에 따른 단위면적당 연간 유기한우 사육능력은 단과구 각각 1.93~2.79와 2.18~2.91두(평균 2.06~2.85두)보다 콩과 작물의 혼과구가 각각 2.15~3.66과 2.13~3.39두(평균 2.14~3.54두)로 높은 사육능력을 보였으며 이러한 경향은 우분 질소 시용수준이 증가됨에 따라 더욱 뚜렷하였다. 특히 청보리 단과구의 가장 높은 질소시용수준 150 kg/ha에서 유기한우 사육두수는 콩과 사료작물 혼과구의 우분 질소시용수준 50~100 kg/ha 수준에서 동등한 사육능력을 나타내고 있어 콩과 사료작물의 혼과만으로도 우분 질소 시용수준을 50~100 kg/ha 까지 줄

일 수 있음을 시사하여 선행연구결과와 일치 하였으며(Jo et al., 2010; Jo, 2012; Hwangbo and Jo, 2013) 또한 콩과사료작물 재배로 단파재배구보다 ha 당 평균 0.08~0.69두의 사육능력 증대를 가져올 수 있어 단위면적당 사료비 절감까지도 초래 할 수 있음을 입증하고 있다.

Table 5. 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 2012~2015

| Culture method | Cattle manure level (kg N/ha) | Hanwoo feeding capacity | | |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------|
| | | Crude protein (heads/ha) | TDN ¹⁾ (heads/ha) | Mean (heads/ha) |
| Barley | 0 | 2.11±0.59 | 2.23±0.83 | 2.17±0.70 |
| | 50 | 1.93±0.50 | 2.18±0.67 | 2.06±0.56 |
| | 100 | 2.15±0.76 | 2.50±0.81 | 2.32±0.72 |
| | 150 | 2.79±1.18 | 2.91±1.01 | 2.85±0.97 |
| | Mean | 2.24 ^b | 2.45 ^b | 2.35 ^b |
| Barley + Hairy vetch | 0 | 2.15±0.29 | 2.13±0.47 | 2.14±0.32 |
| | 50 | 2.78±0.73 | 2.60±0.72 | 2.69±0.69 |
| | 100 | 3.28±1.39 | 2.93±0.69 | 3.11±0.99 |
| | 150 | 3.28±1.00 | 3.07±1.02 | 3.17±0.96 |
| | Mean | 2.87 ^a | 2.68 ^a | 2.78 ^a |
| Barley + Forage pea | 0 | 2.46±0.56 | 2.39±0.69 | 2.43±0.62 |
| | 50 | 2.82±0.56 | 2.63±0.74 | 2.73±0.61 |
| | 100 | 3.34±0.90 | 2.99±0.84 | 3.16±0.87 |
| | 150 | 3.66±0.69 | 3.39±0.81 | 3.54±0.74 |
| | Mean | 3.07 ^a | 2.85 ^a | 2.96 ^a |
| Mean feeding capacity | 0 | 2.24 ^c | 2.25 ^c | 2.25 ^c |
| | 50 | 2.51 ^{bc} | 2.47 ^{bc} | 2.49 ^{bc} |
| | 100 | 2.92 ^{ab} | 2.81 ^{ab} | 2.86 ^{ab} |
| | 150 | 3.25 ^a | 3.12 ^a | 3.18 ^a |

¹⁾ TDN: Total digestible nutrient

이상의 결과를 종합해 볼 때, 청보리 재배 시 콩과 사료작물의 혼파 하였을 경우에는 단 파재배 보다 발효우분의 질소시용수준을 ha 당 50 kg 이상 줄이면서도 건물수량을 포함한

생산성과 유기한우 사육능력 증대는 물론 조단백질 함량 등 사료가치를 향상을 시키고 있어 유기조사료 생산의 최대 걸림돌인 저투입에 의한 수량 및 절대 양분감소 등을 보완하기 위한 콩과사료작물과의 혼파는 한우 사양 시 조사료자원의 다양성뿐 아니라 저투입에 의한 양질 조사료의 증대도 가져오리라 기대된다.

IV. 적 요

본 연구는 유기조사료를 효율적으로 생산하기 위해 대표적인 동계 사료작물인 청보리에 콩과 사료작물(헤어리베치와 사료용 완두)의 혼파와 발효우분을 시용하여 생산성과 사료가치를 평가하고, 토양의 지력 향상과 가축분뇨의 자원화를 위한 발효우분의 적정 시용수준을 구명하여 단위면적당 유기한우 사육능력을 추정하고자 2012~2015년에 실시하였다.

콩과 사료작물의 혼파에 따른 3년 평균 청보리의 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 5.55~5.82, 0.49~0.52 및 3.51~3.72 톤/ha으로 단파로 재배했을 경우의 4.44, 0.36 및 2.92톤/ha 보다 유의하게 증가하였으나 혼파구 간에는 차이가 없었고, 발효우분의 질소시용량이 증가함에 따라 무비구에 비해 이들 생산량이 증가하였으며 평균 ha 당 100 kg/ha 이상의 질소시용 시에 무비구보다 유의한 증가를 나타내었다($p<0.05$). 청보리의 3년 평균 조단백질 함량, ADF 함량 및 상대 조사료가치(RFV) 등은 단파구(각각 7.89%, 29.71% 및 104.89)보다 콩과 사료작물의 혼파구(각각 8.81~9.02%, 31.71~32.69% 및 105.44~108.83)에서 유의하게 높게 나타났고 NDF와 TDN 함량은 콩과 사료작물의 혼파구가 반대로 유의하게 낮았다($p<0.05$). 콩과 사료작물의 혼파에 따른 청보리의 조단백질과 TDN 함량에 유기한우 사육능력(체중 450 kg, 400 g 일당증체 목표)은 2.15~3.66과 2.13~3.39두(평균 2.14~3.54두)로 단파구의 각각 1.93~2.79와 2.18~2.91두(평균 2.06~2.85두)보다 높은 사육능력을 보였으며 이러한 경향은 우분 질소 시용수준이 증가됨에 따라 더욱 뚜렷하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 청보리를 재배 시에 콩과 사료작물을 혼파함으로써 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 다양화뿐 아니라 저투입에 의한 양질의 유기조사료 생산으로 유기축산물 생산에도 크게 기여하리라 사료된다.

References

1. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis (16th Ed.). Association of official analytical chemists. Washington D. C.
2. Constantin, J., N. Beaudoin, F. Laurent, J.-P. Cohan, F. Duyme, B. Mary. 2011. Cumulative effects of catch crops on nitrogen uptake, leaching and net mineralization. *Plant Soil* 341: 137-154.
3. Corre-Hellou, G., J. Fustec, and Y. Crozat. 2006. Interspecific competition for soil N and its interaction with N₂ fixation, leaf expansion and crop growth in pea-barley intercrops. *Plant Soil* 282: 195-208.
4. 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.
5. Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agriculture Handbook No. 379. ARS. USDA. Washington, D. C.
6. 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.
7. 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.
8. Jo, I. H. 2003. A Study on area types of recycling agriculture. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 11(3): 91-108.
9. 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.
10. 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.
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. 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.
 17. Linn, J. and N. Martin. 1989. Forage quality tests and interpretation. University of Minnesota Extended Service. AG-FO-2637.
 18. Lithourgidis, A. S., I. B. Vasilakoglou, K. V. Dhima, C. A. Dordas, and M. D. Yiakoulaki. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research. 99: 106-113.
 19. Nahm, K. H. 1992. Practical guide to feed, forage and water analysis. Yoohan Pub. 1-70.
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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.
 23. Ranells, N. N. and M. G. Wagger. 1997. Grass-legume bicultures as winter annual cover-crops. Agronomy Journal. 89: 659-665.
 24. RDA National Institute of Animal Science. 2012. Korean feeding standard for Hanwoo.
 25. 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.
 26. SAS. 2013. Statistical Analysis System ver. 8.01. SAS Institute Inc. Cary, NC.

27. Schechtner, G. 1978. Zuer Wirksamkeit des Guellestickstoffs auf dem Gruenland in Abhaengigkeit vom Duengungsregime. Die Bodenkultur. 29, 351-371.
28. Tosi, G., P. Benincasa, M. Farneselli, F. Tei, and M. Guiducci, 2014. Barley-hairy vetch mixture as cover crop for green manuring and the mitigation of N leaching risk. European Journal of Agronomy. 54: 34-39.