

연맥-헤어리베치 혼파에 의한 사료가치 및 생산성 향상 연구

김종근 · 정의수 · 윤세형 · 서 성 · 서종호* · 박근제 · 김충국*

Studies on the Quality and Productivity Improvement by Mixed Sowing of Oat-Hairy Vetch

J. G. Kim, E. S. Chung, S. H. Yoon, S. Seo, J. H. Seo*, G. J. Park and C. K. Kim*

ABSTRACT

The yield and quality of winter forage crops such as oats could increase by mixed sowing with a winter legume such as hairy vetch (*Vicia villosa* Roth). The purpose of this study was to improve the forage quality and productivity using Oat-Hairy vetch mixture in winter season for three years. The results of this experiments were summarized as follows. In mix seeding of oat and hairy vetch, the dry matter(DM) content of herbage was 15~16% in fall-harvest and 19~20% in spring-harvest. Crude protein(CP) content of hairy vetch was the highest as 30.1% and the mixture was higher than that of oat. Acid detergent fiber(ADF) and neutral detergent fiber(NDF) content of hairy vetch was lower, but *in vitro* dry matter digestibility(IVDMD) and total dry matter digestibility(TDN) content was higher than that of oat. Although oat showed the low yield by 3.7~4.4 DM t/ha, the Fall-seeded-Spring-harvest hairy vetch plot showed highly production by 9.5 DM t/ha. Crude protein and TDN yield of Fall-seeded-Spring-harvest plots were higher than those of others. According to this study, the highest dry matter yield could be obtained by Fall-seeded-Spring-harvest. It would be recommend in cropping field for oat.

I. 서 론

가축 사육두수의 감소와 더불어 자급 조사료의 재배면적이 점차 줄어들고 있으며 이로 인하여 반추가축의 주된 조사료가 수입 또는 저질 조사료로 대체되고 있는 실정에 있다. 또한 자급 조사료 생산에 있어서 사료가치를 향상시킬 수 있는 일년생 두과작물이 없어 대부분이 화본과 사료작물 위주의 작부체계가 주를 이루고 있다. 최근에는 환경농업에 대한 관심이 고

조되면서 화학비료의 사용이 억제되고 이를 대체할 수 있는 두과 작물의 도입이 절실히 요구된다.

벤티(*Vicia*)속에는 약 150여종이 있으며 대부분은 지중해 지역의 남부 유럽이 원산지로 주로 온대기후지역에서 사초나 녹비용으로 널리 재배되고 있다. 특히 헤어리베치(*V. villosa* Roth)는 내한성이 높은 종으로 미국 전역에서 재배되고 있다(Barnes 등, 1995). 일년생 작물인 벤티는 초장이 60~180cm까지 자라고 스스로

축산기술연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

* 작물시험장(National Agriculture Experimental Station, RDA, Suwon 441-300, Korea)

또는 다른 화곡류를 감고 올라가는 특성이 있으며 자주색 꽃을 피운다. 우리 나라에서는 과거 일제시대 때 화학비료가 부족할 때 헤어리베치의 재배가 장려되어 약 40,000~60,000ha까지 재배된 역사가 있었지만 비료산업의 발달과 더불어 그 면적이 점차 감소되었다. 그러나 최근 환경농업에 대한 관심이 고조되면서 헤어리베치를 다방면에 이용하려는 연구가 다시 이루어지고 있다(작물시험장, 2000).

외국의 경우 벧치는 주로 녹비 또는 피복작물로 많이 재배를 하고 있고 가축의 조사료로 이용하기도 한다. 벧치를 조사료로 이용할 경우 단용하면 가축에 대한 독성이 유발될 수 있고 담근먹이 조제시는 수분 함량이 낮아 품질이 저하되는 단점이 있다. 그러나 이런 문제는 화본과 사료작물과 혼파 할 경우 해결될 수 있으며, 화본과 사료작물에서 부족한 영양소를 보충해 주는 효과도 있다. 두과 피복작물을 조사료로 활용시 후작물에 대한 효과는 연구자에 따라 다르게 나타나고 있으나 후작물의 감수보다 피복작물의 증수효과가 더 높게 나타나 년간 조사료 수량을 감안하면 두과작물을 이용하는 것이 더 많은 수량을 올릴 수 있다고 한다(Holderbaum 등, 1990). 두과와 화본과의 혼파는 화본과 단파에 비해 건물수량 뿐만아니라 단백질 수량도 높이는데 이는 두과로부터 유래된 질소를 이용하였기 때문이며(Ta 및 Faris, 1987) 증수되는 양은 약 13~32%정도이다

(Russelle 및 Hargrove, 1989). 미국의 습한 기후 지대에서는 두과는 종종 늦은 봄과 초가을에 파종되어 겨울동안 피복작물로 이용하고 봄철 옥수수나 수수 같은 후작물에 질소를 공급하게 되는데 이 체계에서의 두과 생산성은 가을, 겨울 그리고 봄 기간동안 두과의 생장가능기간에 의존된다(Clark 등, 1995).

따라서 본 시험은 봄, 가을에 단경기 작물인 연맥과의 혼파시 생산성 및 사료가치를 증진시키는 방안을 구명하여 헤어리베치를 조사료로 활용할 수 있는 방안을 찾고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험

본 시험은 1998년 9월 15일부터 2001년 5월 30일 까지 축산기술연구소 초지사료과 시험포장에서 수행되었다. 공시품종으로 연맥은 "Palimup" 품종을 사용하였고 헤어리베치는 "Common" 품종을 이용하였다. 각 초종별 파종량을 보면 귀리단파는 150kg/ha, 혼파는 100kg/ha, 헤어리베치 단파는 30kg/ha, 혼파는 10kg/ha로 하였고 시험구 면적은 6m²(2m×3m)이었다. 시험구 배치는 봄, 가을에 귀리와 벧치를 단파 및 혼파하는 처리를 두고 재배시기별로 난괴법 3반복으로 하였다. 시비량은 귀리 단파구는 질소 150, 인산 120, 칼리 120kg/ha를 파종당일 전량 기비로 주

Table 1. Planting and harvest dates of oat and hairy vetch for three years

Treatment	Planting date				Harvest date				
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001	
Spring	Oat		3/20	3/11	3/20		5/29	6/2	5/30
	Oat+HV	-	3/20	3/11	3/20	-	5/29	6/2	5/30
	HV		3/20	3/11	3/20		5/29	6/2	5/30
Fall	Oat	9/10	8/24	8/24		11/5	11/3	11/6	
	Oat+HV	9/10	8/24	8/24	-	11/5	11/3	11/6	-
	HV	9/10	8/24	8/24		(5/29) ¹	(6/2)	(5/30)	
	HV	9/10	8/24	8/24		11/5	6/2	5/30	

¹() : harvest date of 2nd cutting in next Spring.

있고, 혼파구는 질소를 100kg/ha로 주었고 인산과 칼리는 단파구와 같은 양을 시비하였다. 헤어리베치 단파구는 질소를 50kg/ha를 주었고 인산과 칼리는 다른 처리와 동량을 시비하였다.

2. 분석시험

분석을 위한 시료는 수확당일 300~500g의 시료를 취하여 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조한 후 건물 함량을 구하였고 얻어진 시료는 전기믹서로 1차 분쇄후 20 mesh mill로 다시 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다. 조단백질 함량은 AOAC(1990)법에 의거하여 분석하였고 NDF 및 ADF는 Goering 및 Van Soest법(1970)에 따랐으며 *in vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성

연맥과 헤어리베치 혼파시의 생육특성 차이

는 표 2에서 보는 바와 같다. 초장은 가을 및 봄 파종 모두 혼파시 연맥에서 초장이 짧아지고 헤어리베치에서 길어지는 경향을 보였으나 유의성은 없었다. 가을에 파종한 벳치의 경우는 봄 수확기에 초장이 73.5~74.0cm여서 봄파종한 것의 25.0~29.7cm 보다 훨씬 증가하였다. 봄 또는 가을에 벳치와 혼파에 따른 연맥의 출수시 및 출수기는 큰 차이가 없었는데 가을에는 10월 20일에 출수를 시작하여 10월 30일경에 출수기에 도달하였으며, 봄철에는 5월 11일에 출수를 시작하여 5월 16~17일경에 출수기에 도달하는 것으로 나타났다. 또한 헤어리베치의 경우에는 5월 22일경에 꽃이 피기 시작하였다.

한편 가을연맥의 건물 함량은 15.4~16.6%로 낮았으나 봄연맥의 경우 19.9%로 높아 졌는데 헤어리베치 혼파에 따른 건물 함량의 차이는 나타나지 않았다. 가을에 파종되어 봄철에 재생된 헤어리베치의 건물 함량은 17.3~20.0%로 나타나 헤어리베치를 담근먹이로 이용할 시에는 예전이나 수분조절을 이용하여 수분 함량을 낮추어 주는 것이 필요할 것으로 사료되었다.

2. 사료가치

혼파로 인한 사료가치의 변화는 표 3에서 보

Table 2. Plant height, heading date, flowering date and dry matter(DM) content of oat-hairy vetch mixture

Treatment	Plant height(cm)		Heading date		First flowering date	DM (%)	
	Oat	HV	First heading	Heading stage			
F-H	Fall-oat	74.0	-	20 Oct.	30 Oct.	-	15.4
	Fall-oat+HV	70.3	33.0	20 Oct.	30 Oct.	-	16.6
S-H	Fall-oat+HV	-	73.5	-	-	22 May	17.3
	Fall-HV	-	74.0	-	-	22 May	20.0
	Spring-oat	72.7	-	11 May	16 May	-	19.7
	Spring-oat+HV	68.7	29.7	11 May	17 May	-	19.7
	Spring-HV	-	25.0	-	-	-	16.2
Average		71.4	47.1				17.8
LSD(0.05)		NS	2.5				NS

* F-H : Fall-harvest, S-H : Spring-harvest, HV : Hairy vetch, NS : not significant.

Table 3. Crude protein(CP), acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF), *in vitro* dry matter digestibility(IVDMD), total digestible nutrient(TDN) and relative feed value(RFV) of oat-hairy vetch mixture.

Treatment		CP	ADF	NDF	IVDMD	TDN	RFV
	 %					
F-H	Fall-oat	12.0	26.3	46.8	67.5	68.2	138
	Fall-oat+HV	17.6	24.5	42.8	72.9	69.9	152

Fall-oat+HV		22.4	32.2	37.9	72.3	63.5	157
Fall-HV		21.1	33.4	40.1	69.7	62.6	155
S-H	Spring-oat	13.9	30.4	52.1	70.8	64.9	117
	Spring-oat+HV	15.5	29.2	49.9	74.4	65.8	125
	Spring-HV	30.1	20.7	28.1	77.4	72.5	244
Average		19.0	28.1	42.6	72.1	66.8	156
LSD(0.05)		2.9	4.6	5.6	NS	3.5	30

는 바와 같다. 조단백질 함량은 가을연맥 단파 시 12.0%, 헤어리베치와 혼파시 17.6%로 높아지는 경향을 보였으며 봄철 파종시에도 헤어리베치와 혼파로 조단백질 함량이 높아졌다. 특히 가을에 파종한 헤어리베치의 경우 봄철에 재생될 경우 21.1~22.4%의 매우 높은 조단백질 함량을 보였다. 사료의 소화율 및 섭취량과 관련된 ADF 및 NDF 함량은 헤어리베치와 혼파로 인해 줄어들어 사료적 가치가 향상되었으며, 가을에 파종된 헤어리베치의 봄철 수확시 건물소화율이 69.7~73.2%로 나타나 헤어리베치는 사료가치 뿐만 아니라 영양성분의 소화

도 높은 것으로 나타났다. ADF 함량으로 추정된 TDN 함량과 RFV도 헤어리베치를 혼파함으로써 높아지는 결과를 나타내었으며 가을에 파종하여 봄철에 재생된 헤어리베치는 RFV값이 155~157로 나타나 우수한 사초등급을 보여주어 헤어리베치의 조사료 활용가능성이 충분히 있음을 입증하였다.

3. 생산성

생초수량에 있어서는 가을철 연맥의 단파 또는 혼파 이용시는 약 26톤/ha 정도의 수량을 보였으며 봄철에는 16~17톤/ha의 수량을 보였

Table 4. Fresh matter, dry matter, crude protein, and total digestible nutrient yield of oat-hairy vetch mixture

Treatment		Fresh yield	DM yield	CP yield	TDN yield
	(kg/ha)			
F-H	Fall-oat	29,304	4,414	543	2,991
	Fall-oat+HV	22,919	3,738	659	2,599

Fall-oat+HV		31,973	5,364	1,243	3,407
Fall-HV		55,847	9,545	2,006	5,977
S-H	Spring-oat	16,437	3,820	524	2,466
	Spring-oat+HV	17,848	3,327	508	2,164
	Spring-HV	3,196	548	167	401
Average		25,361	4,394	807	2,858
LSD(0.05)		15,591	1,655	295	1,028

으나 가을에 벳치를 단파하여 봄철에 이용할 시에는 봄철 1회 수확시는 55,847kg/ha를 얻을 수 있었으며, 가을에 연맥을 헤어리베치와 혼파시는 가을수확이 22,919kg/ha 이고 또한 이듬해 봄에 재생된 헤어리베치 31,973kg/ha를 이용할 수 있어 연간 54,892kg/ha의 많은 조사료의 생산이 가능하였다.

건물수량에 있어서도 가을연맥의 단경기 이용시는 3.7~4.4톤/ha의 건물수량을 얻었지만 가을에 연맥과 헤어리베치의 혼파시는 가을에 연맥을 이용하고 또 봄철 헤어리베치 재생초를 이용할 경우는 전체적으로 9.5톤/ha 이상의 높은 건물수량을 기대할 수 있었다. 조단백질 수량은 헤어리베치와 혼파시는 가을파종이 봄파종에 비해 증가하였고 두과작물인 헤어리베치는 가을 파종-봄 수확시 조단백질 수량과 TDN 수량이 가장 높았다.

4. 시험전후의 토양 전질소 함량

헤어리베치의 혼파로 인한 토양 전질소 함량의 변화는 표 5에서 보는 바와 같다. 파종전에 비해 가을철에는 약 0.02% 정도가 높아졌으나 이듬해 봄철 작물을 모두 수확한 후에는 0.04~0.06%가 높게 나타나 헤어리베치를 녹비로 활용하지 않고 지상부를 제거할 경우에는 잔류한 토양의 함량은 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 그러나 혼파구는 질소비료가 단파구에 비해

약 1/3이 적게 들어간 것을 감안할 때 생육중에 질소의 공급효과는 있었던 것으로 판단된다.

Barnes 등(1995)은 가을에 벳치를 파종하면 이듬해 봄 후작물에 약 100kg/ha의 질소를 공급할 수 있다고 하였다. 서 등(2001)은 옥수수 단작재배시 헤어리베치 녹비는 건물 5톤/ha, 질소 200kg/ha 이상을 얻을 수 있었다고 하였으며, 다른 연구자들도 헤어리베치의 옥수수에 대한 질소공급효과는 150kg/ha로 무비로 재배가 가능하다(Power 등, 1991; Utomo 등, 1990; Varco 등, 1989) 보고하고 있다. 그러나 본 시험에서는 지상부를 수확하였기에 토양질소 함량의 차이가 크지 않았던 것으로 사료되었다. Steven 등(1997)은 봄철 알팔파와 헤어리베치의 지상부 및 지하부의 비율을 조사한 결과 알팔파의 경우 지하부는 식물체 전체의 약 29~30% 차지한 반면 헤어리베치는 4~5%로 낮은 비율을 보여 헤어리베치의 경우 지상부를 제거 시 후작물을 위한 토양질소 공급효과가 매우 낮음을 의미하여 본 시험 결과를 뒷받침하여 주었다.

이상의 결과를 종합하여볼 때 헤어리베치를 연맥과 혼파시는 가을에 파종하여 연맥을 이용하고 이듬해 봄철 재생된 헤어리베치를 이용하는 혼파방법이 우수한 것으로 나타났다. 그러나 이 혼파 방법의 후작물은 옥수수의 경우 파종이 지연되어 바람직하지 않고 수수×수단그라스 교잡종을 이용하는 것이 추천된다.

Table 5. Total nitrogen content of experimental field

Year	Before cultivated	Fall Harvest			Spring Harvest		
		Oat*	Oat-HV*	HV*	Oat	Oat-HV	HV
..... %							
1999	0.13	0.18	0.21	0.22	0.16	0.18	0.23
2000	0.11	0.14	0.16	0.19	0.15	0.17	0.21
2001	0.15	0.14	0.14	0.17	0.16	0.15	0.14
Average	0.13	0.15	0.17	0.19	0.16	0.17	0.19

* Fall-seeded.

IV. 요약

본 연구는 동계 사료작물의 사료가치와 생산성을 높이기 위한 목적으로 겨울철에 일년생 두과작물 헤어리베치와 연맥을 3년간('99~'01) 혼파 재배하였는데 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다. 연맥과 헤어리베치의 혼파재배시 연맥과 헤어리베치의 출수기 및 개화기 등 생육은 큰 차이가 없었다. 사료가치를 보면 건물함량이 가을수확에서 15~16%, 봄 수확에서 19~20% 였고 조단백질 함량은 헤어리베치 단파시 30.1%로 가장 높았는데 연맥과 헤어리베치를 혼파했을 때는 연맥 단파보다 조단백질 함량이 높아졌다. ADF, NDF, 건물소화율 및 TDN 함량 등도 연맥단파보다 연맥+헤어리베치 혼파시 더욱 양호한 것으로 나타났다. 건물수량은 연맥 단파구에서 3.7~4.4톤/ha를 얻을 수 있으나 가을에 연맥과 헤어리베치를 혼파할 경우는 가을에 일차적으로 수확하여 사초로 이용하고 이듬해 봄에 재생한 헤어리베치를 또한 사료로 이용할 수가 있어 전체 약 9.5톤/ha 이상의 사초 건물수량을 얻을 수 있었고 이 때 조단백질 수량 및 TDN 수량도 가장 높게 나타났다. 따라서 기존의 가을에 연맥을 단파하는 것보다 연맥의 파종시 헤어리베치를 혼파하여 파종하는 것이 사초수량 뿐만 아니라 사료의 가치를 높일 수 있어 바람직하였다.

V. 인용 문헌

1. Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis. (16th ed.). AOAC, Arlington, Virginia.
2. Barnes, F.R., D.A. Miller and C.J. Nelson. 1995. Forages(fifth ed.). Vol. I : An introduction to grassland agriculture. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
3. Clark, A.J., A.M. Decker, J.J. Meisinger, F.R. Mulford and M.S. McIntosh. 1995. Hairy vetch kill date effect of on soil water and corn production. *Agron. J.* 87:579-585.
4. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handb.* 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
5. Holderbaum, J.H., A.M. Decker, J.J. Meisinger, F. R. Mulford and L.R. Vough. 1990. Fall-seeded legume cover crops for no-tillage corn in the Humid East. *Agron. J.* 82:117-124.
6. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
7. Power, J.F., J.W. Doran and P.T. Koerner. 1991. Hairy vetch as a winter cover crop for dryland corn production. *J. Prod. Agric.* 4:62-67.
8. Russelle, M.P. and W.L. Hargrove. 1989. Cropping system: Ecology and management. p. 277-317. In R.F. Follett (ed.) Nitrogen management and groundwater protection. Elsevier Science Publ. Co., New York.
9. Steven, J. Guldan, C.A. Martin, W.C. Lindemann, J.C. Wong and R.L. Steiner. 1997. Yield and green-manure benefits of interseeded legumes in a high desert environment. *Agron. J.* 89:757-762.
10. 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.
11. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. *J. Bri. Grassl. Soc.* 18:119-128.
12. Utomo, M., W.W. Frye and R.L. Blevins. 1990. Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover crop. *Agron. J.* 82:979-983.
13. Varco, J.J., W.W. Frye., M.S. Smith and C.T. Mackown. 1989. Tillage Effect on nitrogen recovery by corn from a nitrogen-15 labeled legume cover crop. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 822-827.
14. 서종호, 이호진, 허일봉, 김시주. 2001. 헤어리베치의 추파시기에 따른 녹비의 수량 및 질소량의 변화. *한국작물학회지* 45(6):400-404.
15. 작물시험장. 2001. 겨울철 사료·녹비작물 재배 현장조사 연구. 농촌진흥청.