

파종방법 및 혼파비율이 호밀-헤어리베치 혼파시 사료가치 및 생산성 향상에 미치는 영향

김종근 · 윤세형 · 정의수 · 임영철 · 서 성 · 서종호* · 김시주*

Effect of Seeding Method and Mixing Ratio on the Quality and Productivity of Rye-Hairy Vetch Mixture

J. G. Kim, S. H. Yoon, E. S. Chung, Y. C. Lim, S. Seo, J. H. Seo* and S. J. Kim*

ABSTRACT

Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) which is legume for winter cover crop can supply nitrogen for companion crop and soil. The purpose of this study was to improve the forage quality and productivity using forage crop and hairy vetch in winter season for three years. The results of this experiments were summarized as follows. Plant height of rye was decreased but hairy vetch was increased. The heading stage of rye did not show difference among the treatments. The content of dry mater(DM) was decreased with increased ratio of hairy vetch/rye but it did not show significant difference between seeding methods. Crude protein(CP) content tended to increase in mixture plots. Acid detergent fiber(ADF) and NDF(neutral detergent fiber) content of mixture plots were lower than that of rye mono-cultivated. *In vitro* dry matter digestibility(IVDMD) and TDN(total digestible nutrient) content were showed inverted tendency. The highest DM yield was in rye mono-cultivated, but it was similar between mono-cultivated and mixture I ($P<0.05$). In the CP yield, it did not show the significant difference between rye mono-culture and mixture I. The content of total nitrogen in soil showed slight increase as 0.06~0.08%. Conclusively, mixture I showed equal or superior productivity and quality comparing with rye mono-cultivated, mixture I would be recommended to produce higher yield and to conserve soil environment.

(Key words : Hairy vetch, Rye, Mixture, Quality, Productivity)

I. 서 론

우리나라의 조사료 생산을 위한 사료작물 화본과 작물이 주를 이루고 있다. 특히 옥수수 중심의 작부체계가 가장 많아 주작물인 옥수수

생육기 전후에 호밀, 귀리, 보리 등의 사료작물이 재배되고 있으며 그 중 호밀이 가장 많다.

최근 환경농업에 대한 관심의 고조로 인해 두과작물의 재배에 관심이 높아지고 있으나 우리나라에서는 아직까지 일년생 두과에 대한 연

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

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

구가 부진하여 적정 초종 및 품종의 선정이 이루어지지 않고 있다. 일부 이루어진 시험은 일년생 두과를 이듬해 봄 옥수수를 위한 질소비료 공급 차원에서 주로 수행되었으며(김 등, 1997), 겨울철 녹비작물로 이용가능한 두과중에서 내한성과 생산성 그리고 질소 고정능력이 높은 초종으로 헤어리베치가 추천되었다(서 등, 2000).

헤어리베치(*Vicia villosa* Roth)는 벼치류 중에서 내한성이 높은 작물로 토양질소 공급, 사료가치의 증진, 잡초의 억제 등 다양한 용도로 이용되는 초종으로 과거 우리나라에서는 지력증진을 위해 주로 사용되어 왔으며(작시, 2001) 근래에도 논이나 옥수수 재배지에서 질소비료의 공급원으로 많이 재배가 되고 있다. 무경운 옥수수 재배에 헤어리베치의 피복에 대한 연구로 녹비작물의 가능성은 충분한 것으로 밝혀졌으며 가축의 사료로 활용하는 예는 귀리와 혼파로 가을철에 귀리를 이용하고 이듬해 봄 재생된 벼치를 활용할 경우 생산성이 매우 높다는 연구결과도 보고되고 있다(김 등, 2002). 또한 도입 벼치 및 한국 야생종의 생산성에 대한 남부지방의 연구결과도 있다(신 등, 2000). 그러나 옥수수 후작물로 가장 많이 재배되고 있는 호밀과 헤어리베치 혼파를 통한 생산성 규명에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 시험은 옥수수 후작물인 호밀과 헤어리베치의 혼파비율 및 방법에 따른 사초 생산성 및 사료가치의 변화를 구명하여 헤어리베치를 조사료로 활용할 수 있는 방안을 찾고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험

본 시험은 1998년 9월 15일부터 2001년 4월 30일 까지 축산기술연구소 초지사료과 시험포장에서 수행되었다. 공시품종으로는 호밀은 "Koolgrazer" 품종을 사용하였고 헤어리베치는 "Common" 품종을 이용하였다. 각 초종별 파종량은 호밀단파는 150kg/ha, 헤어리베치 단파는 30kg/ha, 호밀과 헤어리베치 혼파시 호밀2/3+벳치1/3(혼파 I)에서는 호밀이 100, 헤어리베치가 10kg/ha를, 호밀 1/3+벳치2/3(혼파 II)에서는 호밀 50kg/ha, 벳치 20kg/ha로 하였고 시험구 면적은 6m²(2m×3m)이었다. 시험구 배치는 분할구 배치법으로 주구로 파종방법을 조파와 산파로 두었고 세구로는 파종비율로 호밀단파, 혼파 I, 혼파 II, 벳치단파로 4처리를 두고 3반복으로 하였다. 시비량은 호밀 단파구는 질소 150, 인산 120, 칼리 120kg/ha, 혼파구는 질소를 100kg/ha, 헤어리베치 단파구는 질소를 50kg/ha를 파종당일에 1/2를 주었고 이듬해 봄 재생전에 나머지 반을 주었으며 인산과 칼리는 각각 120kg/ha를 파종당일 전량 기비로 주었다. 매년도의 파종 및 수확일은 표 1에서 보는 바와 같다.

2. 분석시험

분석을 위한 시료는 수확당일 300~500g의 시료를 취하여 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에

Table 1. Planting and harvest dates

Year	1998	1999	2000	2001
Planting date	15 Sep.	15 Sep.	15 Sep.	
Harvest date	-	15 May	28 Apr.	30 Apr.

서 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

호밀의 초장은 파종방법에 관계없이 호밀단

파구가 헤어리베치와의 혼파구에 비해 증가하였는데 이는 헤어리베치의 감아 올라가는 특성으로 인해 호밀의 생육억제 효과가 나타난 것으로 사료된다. 호밀의 출수시 및 출수기는 각각 4월 18~19일 및 4월 24~25일로 처리간에는 1~2일정도의 차이가 있었다.

수확시의 건물 함량은 일반 호밀단파보다 호밀+헤어리베치 혼파시 건물 함량이 유의적으로 낮아졌는데 벳치의 비율이 증가할수록 더욱 낮아졌다. 특히 헤어리베치 단파구는 약 11.4~11.5%로 헤어리베치의 건물 함량이 매우 낮게 나타나 사료로 이용시 예건 또는 적절한 수분 조절이 필요한 것으로 판단되었다. 한편 파종 방법에 따른 건물 함량의 유의적인 차이는 없었다($P<0.05$).

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

Treatment	Plant height(cm)		Heading date		DM (%)	
	Rye	HV	First heading	Heading stage		
R	Rye	107.3	-	18 Apr.	24 Apr.	16.7
	Mixture I	105.3	65.0	18 Apr.	24 Apr.	16.4
	Mixture II	105.3	65.3	19 Apr.	25 Apr.	15.5
	HV	-	58.0	-	-	11.5
	Average	106.0	62.8	18 Apr.	24 Apr.	15.0
Br.	Rye	105.0	-	19 Apr.	26 Apr.	17.1
	Mixture I	101.7	62.7	18 Apr.	25 Apr.	16.2
	Mixture II	102.3	64.3	20 Apr.	25 Apr.	15.7
	HV	-	56.3	-	-	11.4
	Average	103.0	61.1	19 Apr.	25 Apr.	15.1
Average		104.5	62.0			15.1
LSD(0.05)	Main plot	1.6	NS	-	-	NS
	Sub plot	1.9	NS			0.26
	Interaction	NS	NS			NS

* R : Row sowing, Br. : Roadcast sowing, HV : Hairy vetch, Mixture I : 2/3 rye+1/3 HV, Mixture II : 1/3 rye+2/3 HV, NS : Not significant

2. 사료가치

헤어리베치의 조단백질 함량은 약 21.7~21.8%로 호밀의 15.3~15.8%에 비해 높게 나타나 헤어리베치가 호밀의 부족한 조단백질을 보충해줄 수 있는 두과작물로 볼 수 있었다. 혼파시의 조단백질 함량은 헤어리베치의 비율이 높아짐에 따라 약 1% 내외 증가되었으며 파종 방법간에는 유의적인 차이가 없었다(P<0.05). 일반적으로 두과작물중 헤어리베치는 다른 작물에 비해 질소 함량이 약 1%이상 높으며 생산량도 약 350kgN/ha까지 가능하다고 한다 (Holderbaum 등, 1990). 서 등(2000)도 동계 녹비작물로 이용가능한 두과의 선발 시험에서 헤

어리베치의 질소 함량이 약 4%를 보여 조단백질 함량이 약 25% 내외까지 될 수 있음을 보고하였다. Getnet 및 Inger(2001)도 연맥과의 혼파시험에서 헤어리베치 단파구의 조단백질 함량이 24% 내외로 높았다고 하였으나 혼파시는 8~9%로 떨어졌으며 연맥 단파구는 6~7%로 낮았다고 보고하여 본 시험과는 차이가 있었다.

ADF 함량은 헤어리베치 단파구에서만 유의적으로 낮게 나타났으며 호밀단파와 혼파구간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. NDF의 함량도 비슷한 경향을 보여 헤어리베치 단파구는 32.8~34.7%로 호밀단파 및 혼파구의 51.3~55.9%보다 유의적으로 낮게 나타났다. 건물

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 rye-hairy vetch mixture

Treatment	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	IVDMD (%)	TDN (%)	RFV
Rye	15.8	29.8	55.4	73.2	65.4	111
Mixture I	16.2	29.5	53.0	75.0	65.6	116
Mixture II	17.4	28.4	51.3	76.0	66.4	121
HV	21.7	27.1	32.8	78.7	67.5	193
Average	18.1	28.7	48.1	75.7	66.2	135
Rye	15.3	31.6	55.9	72.7	64.9	109
Mixture I	16.4	31.4	55.0	74.0	65.4	110
Mixture II	17.2	30.6	53.3	75.9	66.7	117
HV	21.8	29.3	34.7	79.8	68.7	177
Average	18.3	28.7	49.7	75.6	66.2	128
Average	18.2	28.7	48.9	75.7	66.2	132
LSD(0.05) Main plot	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sub plot	0.81	1.78	4.87	1.07	1.41	26.9
Interaction	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* CP(crude protein), ADF(acid detergent fiber), NDF(neutral detergent fiber), IVDMD(*in vitro* dry matter digestibility), TDN(total digestible nutrient), RFV(relative feed value)

소화율은 호밀 단파구는 72.7~73.2%로 헤어리베치 단파구의 78.7~79.8%보다 약 6% 내외 낮은 것으로 나타났다. 사초중의 가소화영양소 함량(TDN)은 헤어리베치가 호밀보다 2~4% 정도 높은 것으로 나타났으며 헤어리베치의 비율이 증가할수록 높아지는 경향이였다. 한편 상대사료가치(RFV)에 있어서도 성숙한 알팔파 건초를 100으로 보았을 때(Holland 등, 1990) 전 처리구에서 100이상으로 나타났으며 헤어리베치의 경우 173~193으로 1등급 이상의 품질을 나타내었다. Renmon 등(1998)도 밀과 일년생 두과의 혼자는 고품질의 사초를 공급할 수 있으며 이로 인해 가축의 생산성이 향상된다고 하였다.

따라서 헤어리베치의 사료가치는 화분과 사료작물에 비해 월등히 높음을 알 수 있으며 호

밀과의 혼파로 인해 전체적인 사료가치 향상의 가능성이 충분히 있음을 확인할 수 있었다.

3. 생산성

호밀과 헤어리베치의 혼파에 따른 수량은 표 4에서 보는 바와 같다. 생초수량에 있어서는 호밀 단파구에서 64,272~65,953kg/ha로 높았고 헤어리베치 단파구에서는 37,117~47,134kg/ha로 나타났으며 혼파시는 벳치의 비율이 증가할수록 감소하는 경향이였다. 건물수량도 생초수량과 비슷한 경향을 보여 헤어리베치 단파가 가장 낮았으며(P<0.05), 호밀 단파구와 혼파구에서는 호밀단파구가 높았지만 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 한편 파종방법에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 한편 Getnet

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

Treatment	Fresh yield (kg/ha)	DM yield (kg/ha)	CP yield (kg/ha)	TDN yield (kg/ha)	
R	Rye	65,953	11,031	1,744	7,233
	Mixture I	62,620	10,261	1,711	6,750
	Mixture II	62,066	9,562	1,647	6,371
	HV	47,134	5,481	1,249	3,711
	Average	59,443	9,084	1,588	6,016
Br	Rye	64,272	10,936	1,693	7,110
	Mixture I	62,987	10,183	1,707	6,582
	Mixture II	58,335	9,135	1,609	6,095
	HV	37,117	4,086	970	2,811
	Average	55,678	8,585	1,486	5,649
Average	57,560	8,834	1,537	5,833	
LSD(0.05) Main plot	NS	NS	NS	NS	
Sub plot	8,348	1,183	237	828	
Interaction	NS	NS	NS	NS	

및 Inger(2001)은 연맥과 헤어리베치의 혼파시 험에서 헤어리베치 단파구는 약 4~5톤/ha의 수량을 나타내었고 혼파구에서는 연맥 품종에 따라 9~11톤/ha의 수량을 보여 본시험과 비슷한 결과를 보여주었다.

조단백질 수량은 조파구에서는 건물수량이 높았던 호밀단파구에서 가장 높았으나 호밀 2/3+벤티1/3 혼파구와는 유의적인 차이가 없었고, 호밀1/3+벤티2/3 혼파구보다는 증가되었다. 산파구에서는 호밀2/3+벤티1/3 혼파구에서 1,707 kg/ha로 가장 높았고 호밀단파구가 1,693kg/ha로 낮았으나 역시 통계적 유의성은 없었다. 호밀1/3+벤티2/3 혼파구와 헤어리베치 단파구는 건물수량의 감소로 인해 조단백질 수량이 낮게 나타났다. 한편 Ta 및 Faris(1987)는 두과-화본과 혼파시 화본과 단파에 비해 건물수량과 단백질 수량이 높아지는데 이는 두과로부터 유래된 질소를 이용하였기 때문이라고 하였으며, 이런 경우 단파구에 비해 증수되는 양은 약 13~32% 정도(Russelle 및 Hargrove, 1989)라고 하여 본 시험보다는 다소 높은 경향을 보여주었다.

TDN 수량에 있어서도 두 파종방법 모두 호밀 단파구와 호밀2/3+벤티1/3 혼파구는 차이가 없었다. 따라서 이상의 결과를 종합하여 볼 때

호밀단파구와 혼파 I 처리구는 수량에서 유의적인 차이가 없었기에 질소비료 절감 및 환경 보존 차원에서 호밀의 1/3을 헤어리베치로 대체하는 것이 가능할 것으로 판단되었다.

4. 토양 전질소 함량

호밀과 헤어리베치의 혼파로 인한 토양 전질소 함량의 변화는 표 5에서 보는 바와 같다. 파종전에 비해 호밀 단파구는 0.03%정도 높아졌으며 질소질 비료를 1/3줄인 혼파 I 및 혼파 II에서는 질소 함량이 평균 0.06% 높아졌고 헤어리베치 단파구의 경우는 0.08% 높게 나타났다. 따라서 지상부의 수확 후에도 0.06~0.08%의 질소 함량이 높아지는 토양조건에서는 혼파시 질소비료의 시용을 더 낮추는 것도 바람직할 것으로 판단되어지며, 수확이 4월 하순으로 빨랐기 때문에 호밀과 벤티가 충분한 양의 토양질소를 작물생육에 이용하지 못하여 높아진 것이라고 추측되며 향후 이 부분에 대한 더 많은 연구와 고찰이 필요한 것으로 사료된다. 서 등(2000)은 벤티의 지상부와 지하부의 질소 공급에 대한 시험을 한 결과 지상부는 172kgN/ha를 공급할 수 있는 반면 지하부는 16kgN/ha로 매우 낮다고 하여 녹비 이용시는

Table 5. Total nitrogen content of experimental field(%)

Year	Before cultivated	Row sowing				Broadcast sowing			
		Rye	Mix. I	Mix. II	HV	Rye	Mix. I	Mix. II	HV
1999	0.13	0.19	0.22	0.22	0.25	0.18	0.21	0.22	0.24
2000	0.11	0.14	0.18	0.18	0.20	0.13	0.18	0.17	0.21
2001	0.15	0.16	0.16	0.17	0.18	0.17	0.16	0.17	0.17
Average	0.13	0.16	0.19	0.19	0.21	0.16	0.18	0.19	0.21

지상부를 활용하는 것이 더 바람직하며 지상부 제거시는 후작물에 대한 질소비료의 효과가 낮을 것으로 판단되었다.

IV. 요약

겨울피복작물로 재배되는 헤어리베치는 토양과 동반작물에 질소를 공급한다. 본 시험은 겨울철에 헤어리베치와 사료작물을 혼파할 때 수량 및 사료가치의 개선정도를 알아보기 위해 3년간 수행되었으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

호밀-헤어리베치 혼파시 호밀의 초장은 다소 감소하였으며 혼파에 따른 호밀 출수기는 큰 차이가 없었다. 건물 함량은 헤어리베치의 비율이 늘어날수록 낮아졌으나 파종방법에 따른 유의적인 차이는 없었다. 조단백질 함량도 베치가 21.7~21.8%로 호밀의 15.3~15.8%에 비해 높았으며 혼파시 헤어리베치 비율의 증가에 따라 조단백 함량이 더 높아졌다. ADF, NDF 함량은 혼파구에서 호밀단파구보다 낮게 나타났다. 건물소화율 및 TDN 함량은 반대의 경향을 보였다. 건물수량은 호밀단파구에서 가장 높았으나 호밀단파구와 호밀 2/3+베치 1/3구와의 유의적인 차이는 없었다($P<0.05$). 조단백질 수량에서도 호밀단파구와 호밀 2/3+베치 1/3구는 유의성이 없었다. 토양중의 총질소 함량은 재배후 0.06~0.08% 정도 향상되는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 호밀 2/3+베치 1/3구는 호밀 단파구에 비해 생산성 및 품질이 우수하여 토양보존과 생산성 측면에서 권장되는 재배방법으로 판단되었다.

V. 인용 문헌

1. Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis. (16th ed.). AOAC, Arlington, Virginia.
2. Getnet, A. and L. Inger. 2001. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. Anim. Feed Sci. & Techn. 92:95-111.
3. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handb. 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
4. 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.
5. Holland, C., W. Kezer, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. The Pioneer forage manual : A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred inc., Des Moines, IA.
6. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
7. Redmon, L.A., G.W. Horn and C. Lunsford. 1998. Cool-season annual legume effects on wheat forage nutritive value. J. Plant Nutr. 21:805-813.
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. 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.
10. 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.
11. 김동암, 김종덕, 이광녕, 신동은, 정재록, 김원호. 1997. 콩과목초 잔주의 사일리지용 옥수수에 대

- 한 질소 공급 효과. 한국초지학회지 17(3):293-304.
12. 김종근, 정의수, 윤세형, 서 성, 서종호, 박근제, 김충국. 2002. 연맥-헤어리베치 혼파에 의한 사료가치 및 생산성 향상 연구. 한국초지학회지(투고중).
 13. 서종호, 이호진, 허일봉, 김시주, 김충국, 조현숙. 2000. 동계 녹비작물 초종별 화학성분 및 생산성 비교. 한국초지학회지 20(3):193-198.
 14. 서종호, 이호진, 허일봉, 김시주, 김충국, 조현숙. 2000. 동계 사초호밀 및 녹비 헤어리베치 재배에 따른 토양 질산태질소 및 옥수수 질소 흡수량 비교. 한국초지학회지 20(3):199-206.
 15. 신정남, 김동암, 고기한, 김용원. 2000. 도입 베치 품종 및 한국 야생종의 생육특성과 수량. 한국초지학회지 20(4):251-258.
 16. 작물시험장. 2001. 겨울철 사료·녹비작물 재배 현장조사 연구. 농촌진흥청