

## 친환경농업기술 개발을 위한 벼 재배 시 벼의 생육 및 수량에 대한 두과와 화본과 녹비작물의 효과

송범헌\*<sup>†</sup> · 이경아\* · 전원태\*\* · 김민태\*\* · 조현숙\*\* · 오인석\*\* · 김충국\*\* · 강위금\*\*

\*충북대학교 농업생명환경대학 식물자원학과, \*\*국립식량과학원 작물환경과

## Effects of Green Manure Crops of Legume and Gramineae on Growth Responses and Yields in Rice Cultivation with Respect to Environment Friendly Agriculture

Beom-Heon Song\*<sup>†</sup>, Kyung-A Lee\*, Weon-Tai Jeon\*\*, Min-Tae Kim\*\*, Hyun-Suk Cho\*\*,  
In-Seok Oh\*\*, Chung-Guk Kim\*\*, and Ui-Gum Kang\*\*

\*Dept. of Plant Science, College of Agriculture, Life & Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

\*\*Crop Environment Division, National Institute of Crop Science, RDA, Korea

**ABSTRACT** The agricultural techniques of environmental friendly using the green manure crops have been required recently more to have the safety agricultural products and to reduce the use of fertilizers and agricultural chemicals. The utilization of green manure crops related closely to cropping system would be very important. The purposes of this study are both to investigate the effects of green manure crops of hairy vetch, legume, and rye, gramineae, and to compare the effects between them in rice cultivation. The hairy vetch and rye were treated as green manure crops into paddy soil at 10 days before the rice transplanting. The plant height was increased gradually from the maximum tillering to the heading growth stage, showing that it was the highest with treatment of conventional cultivation in 2007 and the highest with hairy vetch in 2008. The number of tillers was higher with treatment of hairy vetch and hairy vetch+rye than those with the conventional cultivation. Dry weight was also higher with hairy vetch than that with the conventional, while it was lower clearly in rye than those in hairy vetch and conventional. According to the high tiller number and spikelet number per panicle out of the yield components relatively, the yield of rough rice was increased to about 6% and 8% in 2007 and 2008, respectively, comparing with the yield in the conventional cultivation. Based on these results, the hairy vetch would be a good green manure crop in rice cultivation.

**Keywords** : rice, green manure crop, sustainable agriculture, cropping system

<sup>†</sup>Corresponding author: +82-43-261-2511  
(E-mail) bhsong@chungbuk.ac.kr <Received March 30, 2010>

자연환경을 잘 유지 보존 관리하며 안정적인 농산물의 생산을 위하여 화학비료와 농약 사용을 줄이거나 사용하지 않는 친환경농업 기술의 개발 및 활용이 중요하게 대두되고 있다. 이와 관련하여 토지 이용율을 높이며 자연에너지의 활용을 극대화하기 위하여 동작물과 하작물의 작부체계를 확립하여 녹비작물을 활용하는 친환경농업 기술은 안정적인 농산물 생산에 다양하게 적용될 수 있다.

최근 우리나라에서 녹비작물로 이용되는 작물들을 살펴 보면 두과작물로는 헤어리베치, 자운영 등이 있고(Seo *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2006), 화본과 작물로는 호밀과 총채보리 등이 많이 활용되고 있다(Kim *et al.*, 2002).

두과작물인 헤어리베치는 내한성과 월동력이 아주 강하여 10℃의 정도의 낮은 온도에서도 생육 및 질소고정력이 높으며(Power and Zachariassen, 1993) 다른 두과작물보다 적어도 1% 이상의 높은 식물체내 질소함량을 유지하며, 특히 생육시기가 진전되어도 그 함량은 크게 차이를 보이지 않는 특성이 있는 것으로 알려져 오고 있다(Lee *et al.*, 2009; Smith *et al.*, 1987). 그러므로 헤어리베치는 동작물에서 하작물로 이어지는 작부체계에 후작물의 질소공급을 위한 녹비작물의 활용과 토양피복작물로의 이용이 유망시 되는 동계작물이다(Seo *et al.*, 1998). 또한 헤어리베치가 녹비로 토양에 환원되면 쉽게 분해되고, 분해시 토양에 무기태 질소를 공급하여 질소비료 사용을 절감할 수 있으며, 토양의 유기태 질소로 고정되는 양이 많기 때문에 지력증진 뿐만 아니라 질산태 질소의 용탈을 억제하는 효과가 있는 우수한 녹비작물로 알려 진바 있다(Muller *et al.*, 1987; Varco *et*

### 재료 및 방법

본 시험은 동작물과 하작물의 작부체계를 확립하고 녹비작물을 활용하는 벼 재배 기술을 개발하기 위하여 2007년과 2008년의 2년 동안 충북대학교 농업생명환경대학 농장답작 시험포장에서 실시되었다. 공시 녹비작물로는 두과작물인 헤어리베치와 화본과작물인 호밀을 사용하였고, 벼는 중부지방에 적합하다고 판단되는 품미벼를 선정 재배하였다. 녹비처리는 헤어리베치와 호밀처리구에 생체중으로 10 a 당 2,000 kg, 헤어리베치 + 호밀처리구는 헤어리베치와 호밀을 각각 1,000 kg씩 벼 이앙 2주전에 20 cm 정도를 절단하여 토양투입 후 로타리 처리하였으며, 화학비료와 제초제는 전혀 사용하지 않았다. 관행재배구는 N-P-K = 110-45-54 kg ha<sup>-1</sup>의 표준시비량을 시비하였으며, 인산과 카리비료는 기비로 질소비료는 기비, 분얼비, 이삭비로 각각 50, 30, 20%로 분시하였다.

벼의 성장반응 조사는 최고분얼기, 유수형성기, 출수기, 그리고 수확기로 나누어 주요 생육시기별로 초장, 분얼수, 생체과 건물중 및 엽색도를 조사하였다. 초장, 분얼수, 생체과 건물중은 15주씩 3반복으로 농촌진흥청 시험연구조사기준에 의거 조사하였고, 엽색도는 휴대용 엽록소 측정기(SPAD 502, Minolta Co., Japan)로 측정하였다. 수량은 4.5 m<sup>2</sup>씩 3반복으로 시료를 수확하여 조사하였으며 기타도 농촌진흥청 시험연구조사기준에 의거 수행하였다.

### 결과 및 고찰

친환경농업 기술개발의 일환으로 녹비작물 헤어리베치와 호밀을 토양처리 후 벼를 재배하면서 주요 생육시기별로 초장을 2007과 2008년의 2년동안 조사한 결과는 그림 1과 같다. 2007년도의 최고분얼기의 초장은 처리별로 차이는 있

al., 1989; Utomo *et al.*, 1990; Yoon and Song, 2009). 옥수수 단작 재배시 추파된 헤어리베치를 이용하면 옥수수 파종 전 녹비의 건물중 및 질소량을 각각 5 ton/ha 및 200 kg/ha 이상을 얻을 수 있다고 보고되었다(Seo *et al.*, 2000).

헤어리베치를 녹비작물로 활용하여 벼 재배시 쌀 수량과의 관계를 연구한 결과 헤어리베치의 토양 환원시기가 이앙 2 - 3주 전의 처리가 이앙 1주전의 처리에 비하여 7%의 증수 효과가 있었으며, 화학비료를 전혀 사용하지 않고 벼를 재배할 수 있는 헤어리베치의 적정 환원량은 15 - 20 ton/ha 였고, 헤어리베치 환원량이 25 ton/ha 이상일 경우 도복이 심하여 안전재배가 어려웠고, 관행재배와 비교해 헤어리베치를 20 ton/ha를 환원하여 재배시 m<sup>2</sup>당 수수증가로 6%의 증수효과가 있다고 보고된 바 있다(Kim *et al.*, 2002).

화본과 녹비작물로 많이 이용되고 있는 호밀이 밭토양에서 토양에 환원될 때에 후작물의 생육과 질소공급 효과와 잡초피해를 예방하는 피복효과(Seo *et al.*, 2008)에 대한 보고가 있었으며, 헤어리베치와 호밀의 혼파에 의한 건물생산성에 대한 연구가 수행되어 헤어리베치의 생체수량은 5월 중순에 호밀은 4월 중하순에 가장 많은 것으로 나타났고, 두과와 화본과의 혼파비율은 3:1에서 높은 생산성을 보였다고 한다(Jeon *et al.*, 2009). 또한 헤어리베치는 전 생육기간 동안 C/N율이 15 이하였으나 호밀은 5월 상순부터는 59로 급격히 높아지며 3:1 혼파 재배시는 30 이하의 비교적 낮은 C/N율을 보였다고 한다(Jeon *et al.*, 2009). 이러한 연구결과들은 녹비의 토양환원 후 유기물의 분해, 양분 가용화 및 질소 공급 등에 영향을 미칠 것으로 예측된다.

본 시험에서는 친환경농업기술 개발의 일환으로 벼 재배시 두과작물인 헤어리베치와 화본과 작물인 호밀을 녹비로 활용하여 관행재배 방법과 비교하면서 벼의 생육시기별 성장특성, 수량구성요소 및 수량성을 조사분석하기 위하여 실시하였다.

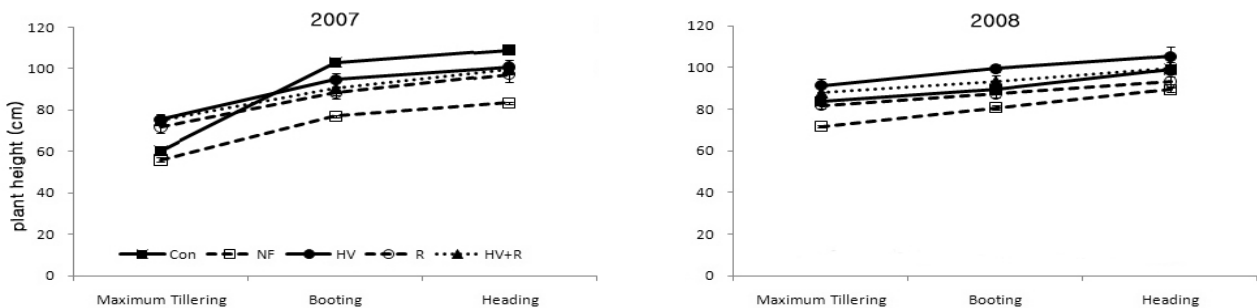


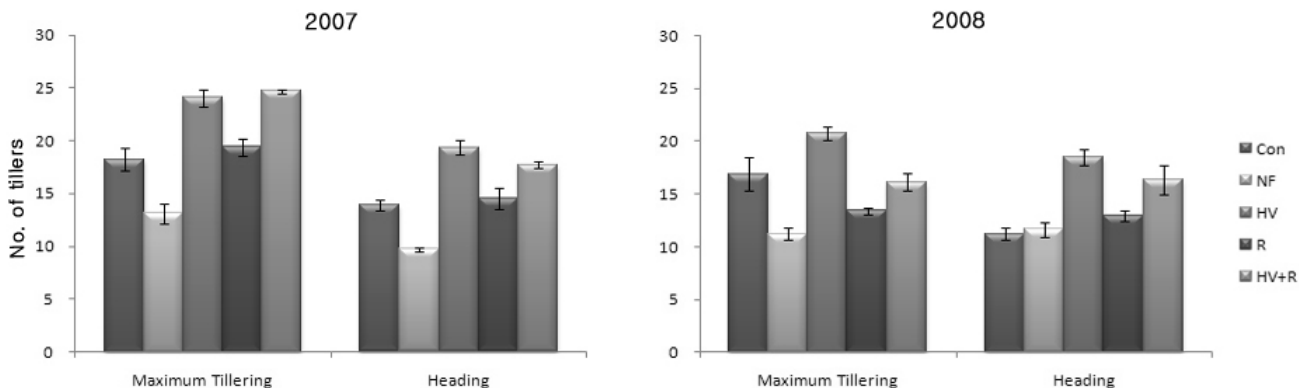
Fig. 1. Change of plant heights at major growth stages of rices cultivated with treating the hairy vetch and rye as green manure crops for two years, 2007 and 2008. (The bars represents the standard error).  
 Con : conventional, NF : non fertilizer, HV : hairy vetch, R : rye, HV+R : hairy vetch and rye

지만 60 - 80 cm 정도의 범위로 나타났으며 녹비처리구들에서 약간 더 큰 초장을 보였는데, 관행처리구에서 무비구와 비슷하게 적게 나타난 것은 이앙 후 비가 많이 와 처리구의 물이 많이 흘러 넘칠 때 시용 화학비료들이 물과 함께 흘러 넘친 것 때문이 아닌가 판단된다. 최고분얼기 이후 수잉기에는 관행구의 초장이 분얼비의 시용에 의해 회복되어 처리구 중 가장 큰 것으로 나타났으며, 녹비처리구중에는 헤어리베치처리구가 가장 큰 초장을 보였다. 초장은 최고분얼기, 수잉기에서 출수기에 이르기까지 완만한 속도로 컸으며, 관행처리구에서 가장 큰 약 105 cm 정도였고, 녹비처리구들에서는 약 100 cm 정도로 뚜렷한 차이는 아니지만 헤어리베치, 헤어리베치 + 호밀, 호밀처리구순으로 초장의 크기를 보였다. 2008년도에도 2007년도와 비교해 약간의 차이는 있지만 비슷한 경향을 보였고, 2007년 최고분얼기의 관행처리구와 같은 결과는 나오지 않아 이앙 후 물 관리를 잘해야 할 것으로 판단된다. 이러한 결과는 헤어리베치의 시용시기 효과를 조사 보고한 관행재배처리구보다 헤어리베치의 시용에 의해 절간장이 더 크다는 결과(Kim *et al.*, 2002)와 비슷하게 효과가 있는 것으로 나타났으나 초장의 경우는 헤어리베치처리구가 관행처리구에서 약간 떨어지는 것으로 나타났다. 또한, 녹비로 자운영의 처리효과를 벼 품종별 조사 분석한 품미벼의 초장은 관행재배보다 더 적었다는 결과(Lee *et al.*, 2006)와 부합되는 결과이다.

녹비작물 헤어리베치와 호밀을 토양처리 후 벼를 재배하면서 최고분얼기와 유효분얼수가 결정된 출수기에 분얼수를 2007과 2008년의 2년 동안에 조사한 결과는 그림 2와 같다. 2007년도 최고분얼기의 분얼수는 초장과는 달리 녹비처리구에서 관행처리구보다 더 많았으며 헤어리베치와 헤어리베치+호밀처리구는 비슷하고 호밀처리구는 관행구

와 비슷한 분얼수를 보였다. 출수기의 유효분얼수도 최고분얼기와 비교해 그 수가 줄었지만 비슷한 경향이었으며, 헤어리베치처리구에서 가장 많은 포기당 19개 정도였다. 2008년도 최고분얼기에는 2007년도와는 달리 관행처리구에서 헤어리베치+호밀처리구보다 더 높게 나타났으나 헤어리베치처리구보다는 적었다. 그러나, 출수기에는 헤어리베치와 헤어리베치+호밀처리구에서 관행처리구보다 더 많은 분얼을 보였다. 이러한 연구결과는 헤어리베치의 녹비효과에 의한  $m^2$ 당 수수 증가(Kim *et al.*, 2002)와는 같은 경향이고, 자운영의 녹비효과(Lee *et al.*, 2006)와는 다른 결과를 보였으며, 쌀겨처리에 의한 벼 생육 및 수량성 연구결과(Kang *et al.*, 2008)와는 비슷한 녹비의 효과가 있는 경향이였다.

녹비작물 헤어리베치와 호밀을 토양처리 후 벼를 재배하면서 최고분얼기, 수잉기와 출수기의 주요 생육시기에 엽색도를 2007과 2008년의 2년 동안에 조사한 결과는 그림 3와 같다. 주요 생육시기에 조사된 엽색도는 생육시기 및 처리에 따라 차이가 있었는데, 2007년의 경우 최고분얼기의 벼 잎의 엽색도는 헤어리베치와 헤어리베치 + 호밀처리구에서 높게 나타났고 관행처리구에 낮은 엽색도를 보였는데, 출수기에는 관행처리구에서 가장 높은 엽색도 40 SPAD를 보였으며, 그 다음으로는 헤어리베치와 헤어리베치 + 호밀처리구 순으로 나타났다. 2008년도에도 약간의 차이는 있지만 2007년도와 비슷한 경향을 보여 화학비료 시용을 사용하지 않거나 절감하기 위한 녹비효과로 최고분얼기까지 좋은 효과가 나타나나 그 이후는 관행처리구보다 벼 잎의 엽색도가 낮아 지는 것으로 나타났다. 이러한 연구결과 역시 생육시기에 따라서 녹비의 토양투입에 의해 다른 엽색도를 가지는데, 최고분얼기의 전후 시기에는 녹비 처리구에서 수잉기 이후 출수기에 이르는 시기에는 녹비처리구보다 관행처리



**Fig. 2.** Change of number of tillers at maximum tillering and heading growth stages of rices cultivated with treating the hairy vetch and rye as green manure crops for two years, 2007 and 2008 (The bars represents the standard error).  
Con : conventional, NF : non fertilizer, HV : hairy vetch, R : rye, HV+R : hairy vetch and rye

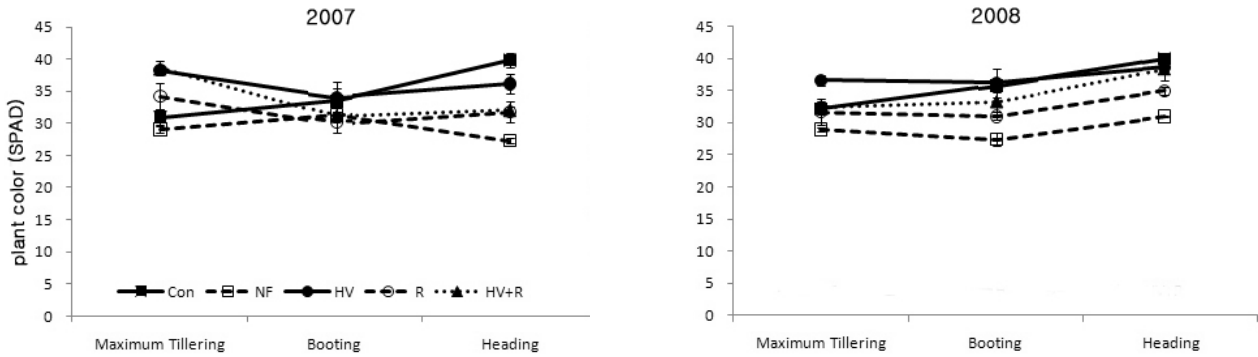


Fig. 3. Change of plant leaf color at major growth stages of rice cultivated with treating the hairy vetch and rye as green manure crops for two years, 2007 and 2008. (The bars represents the standard error).

Con : conventional, NF : non fertilizer, HV : hairy vetch, R : rye, HV+R : hairy vetch and rye

구에서 높은 것은 이전의 헤어리베치(Kim *et al.*, 2002)의 결과와는 같은 경향이었으나, 생육시기별 엽색도가 오히려 반대로 녹비사용에 의해 출수기에 더 높게 나타난 자운영(Lee *et al.*, 2006)과 쌀겨처리(Kang *et al.*, 2008)와는 다른 결과를 보여 녹비 및 유기물 자원간 차이가 있어 앞으로 더 검토연구가 요구된다고 본다.

벼를 녹비작물로 헤어리베치와 호밀을 사용하여 재배하면서 최고분얼기, 수잉기와 출수기의 주요 생육시기에 식물체 부위별 건물중을 2007과 2008년의 2년 동안에 조사한 결과는 표 1과 같다. 식물체 부위별로 구분하여 조사한 엽신, 엽초, 줄기, 이삭, 그리고 뿌리의 건물중은 영양생장기와 생식생장기에 이르는 모든 생육시기에서 쌀의 수량과 품질성에 매우 중요한 요소이다. 특히, 수확지수와 관련하여 생산성의 잠재력을 공급부위와 수용부위 개념에서 비교 검토하는 것은 중요하다 할 수 있다.

2007년도 출수기 엽신의 건물중은 헤어리베치처리구에서 가장 무거운 포기당 18g 정도였으며 그 다음으로는 관행구, 헤어리베치+호밀구 등의 순이었다., 엽초는 역시 헤어리베치처리구에서 가장 무거웠으며 뿌리 건물중도 헤어리베치구에서 가장 무거웠다. 이러한 결과로 T/R율도 헤어리베치구에서 가장 높게 나타났다. 2008년도에도 건물중의 년차간 차이는 있지만 비슷한 경향으로 헤어리베치구에서 가장 무거운 건물중을 보였다. 2007년과 2008년 2년 동안 건물중을 식물체 부위별로 비교해 보면 헤어리베치구에서 관행구에 비해 유의적으로 무거워 전체 Biomass 생산량이 많았으며, 이러한 건물중의 결과로 헤어리베치구에서 수량도 5 - 7% 높게 나타나 헤어리베치는 동하작물의 작부체계 및 화학비료를 절감하며 친환경농업 벼 재배에 활용할 수 있는 녹비작물이라고 판단된다.

2007과 2008년의 2년 동안 녹비작물 헤어리베치와 호밀

을 토양처리 후 벼를 재배하여 수량구성요소와 수량을 조사한 결과는 표 2와 같다. 포기당 이삭수는 2007년에는 녹비처리구들에서 관행처리구에서보다 더 많았으며 2008년에는 헤어리베치처리구에서 가장 많은 20개였고, 관행처리구와 호밀 및 헤어리베치+호밀처리구에서는 비슷하게 나타나 년차간에 차이는 약간 있지만 2년에 걸쳐 헤어리베치처리구에서 가장 많은 이삭수를 갖는 것으로 나타났다. 수수당 영화수는 2007년에는 헤어리베치처리구에서 가장 많은 98개였고 다른 처리구들에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 2008년에는 관행처리구에서 가장 많은 99개였고, 그 다음으로 헤어리베치처리구가 91개로 처리간 차이가 있는 것으로 나타났으며, 년차간 상이한 차이를 나타냈다. 천립중은 년차 및 처리간 유의적인 차이를 보였지만 일정한 경향을 보이지 않았으며, 등숙율은 2007년의 경우에는 처리간 차이를 보이지 않았고 2008년에는 통계적인 차이를 나타냈지만 처리구간에 의미있는 경향은 보이지 않았다. 정조수량은 2007년과 2008년도 모두 처리간에 유의적인 차이를 보였으며 년차간에도 비슷한 경향을 나타냈고, 그 정조수량도 헤어리베치처리구가 가장 높았고, 다음은 관행처리구였으며, 그 다음은 헤어리베치+호밀처리구로 나타났고, 호밀처리구는 수량이 현저히 떨어지는 것으로 나타났다. 마찬가지로 관행재배구를 기준으로 산출한 수량지수도 헤어리베치처리구에서 2007년에 105.4와 2008년에는 107.9를 보이며 화학비료를 전혀 사용하지 않고 헤어리베치를 생체중으로 10a당 2,000 kg을 사용해도 관행재배시의 수량보다 많은 수량을 얻을 수 있다는 것을 보여 주었다. 이러한 결과는 헤어리베치(Kim *et al.*, 2002)와 자운영(Lee *et al.*, 2006)의 녹비효과 시험결과와 같은 경향으로 벼 재배시 헤어리베치를 친환경농업 및 동하작물 작부체계 연계 녹비작물로 활용 가치가 높다고 판단할 수 있다고 본다.

**Table 1.** Dry weights at major growth stages of rices cultivated with treating the hairy vetch and rye as green manure crops for two years, 2007 and 2008.

Year	Growth stage	Treatment	Plant tissue(g/hill)					Total (g/hill)	T/R ratio
			LB <sup>2)</sup>	LS	CU	PA	RT		
2007	Maximum tillering	Con <sup>1)</sup>	2.98b <sup>3)</sup>	3.25 <sup>c</sup>			2.89 <sup>b</sup>	9.12 <sup>d</sup>	2.17 <sup>b</sup>
		NF	4.31 <sup>b</sup>	4.31 <sup>c</sup>			4.38 <sup>b</sup>	13.00 <sup>c</sup>	2.02 <sup>b</sup>
		HV	8.03 <sup>a</sup>	9.47 <sup>a</sup>			7.95 <sup>a</sup>	25.46 <sup>a</sup>	2.24 <sup>b</sup>
		R	7.97 <sup>a</sup>	7.60 <sup>b</sup>			4.17 <sup>b</sup>	19.74 <sup>b</sup>	3.84 <sup>a</sup>
		HV+R	7.57 <sup>a</sup>	7.26 <sup>b</sup>			4.52 <sup>b</sup>	19.34 <sup>b</sup>	3.33 <sup>a</sup>
		F-value	16.88**	37.02**			12.99**	40.01**	7.79**
	Booting	Con	10.65 <sup>ab</sup>	15.48 <sup>ab</sup>	5.97 <sup>b</sup>	3.87 <sup>ab</sup>	9.34 <sup>a</sup>	45.31 <sup>b</sup>	3.88 <sup>a</sup>
		NF	6.27 <sup>c</sup>	10.15 <sup>c</sup>	2.45 <sup>c</sup>	1.26 <sup>c</sup>	3.64 <sup>c</sup>	23.77 <sup>c</sup>	5.60 <sup>a</sup>
		HV	13.77 <sup>a</sup>	19.08 <sup>a</sup>	9.37 <sup>a</sup>	5.46 <sup>a</sup>	11.23 <sup>a</sup>	58.91 <sup>a</sup>	4.29 <sup>a</sup>
		R	6.36 <sup>c</sup>	10.84 <sup>bc</sup>	6.71 <sup>b</sup>	3.78 <sup>ab</sup>	5.33 <sup>bc</sup>	33.03 <sup>cd</sup>	5.37 <sup>a</sup>
		HV+R	8.58 <sup>bc</sup>	14.09 <sup>abc</sup>	5.04 <sup>b</sup>	2.67 <sup>bc</sup>	7.15 <sup>b</sup>	37.53 <sup>bc</sup>	4.24 <sup>a</sup>
		F-value	9.72**	5.44*	15.29**	6.11**	20.53**	13.05**	ns
	Heading	Con	18.55 <sup>ab</sup>	22.92 <sup>bc</sup>	4.95 <sup>b</sup>	1.92 <sup>bc</sup>	10.81 <sup>ab</sup>	59.15 <sup>bc</sup>	4.48 <sup>a</sup>
		NF	5.66 <sup>c</sup>	9.65 <sup>d</sup>	3.87 <sup>b</sup>	2.58 <sup>bc</sup>	4.47 <sup>c</sup>	26.23 <sup>d</sup>	4.88 <sup>a</sup>
		HV	20.28 <sup>a</sup>	26.09 <sup>a</sup>	6.85 <sup>a</sup>	3.28 <sup>b</sup>	13.93 <sup>a</sup>	70.43 <sup>a</sup>	4.14 <sup>a</sup>
R		17.45 <sup>ab</sup>	23.91 <sup>b</sup>	7.60 <sup>a</sup>	4.88 <sup>a</sup>	10.17 <sup>b</sup>	64.00 <sup>ab</sup>	5.56 <sup>a</sup>	
HV+R		16.98 <sup>b</sup>	21.20 <sup>c</sup>	4.70 <sup>b</sup>	1.78 <sup>c</sup>	10.47 <sup>ab</sup>	55.13 <sup>c</sup>	4.31 <sup>a</sup>	
F-value		36.75**	117.13**	8.08**	8.35**	10.23**	44.57**	ns	
2008	Maximum tillering	Con	4.71 <sup>b</sup>	4.97 <sup>ab</sup>			4.24 <sup>ab</sup>	13.92 <sup>b</sup>	2.29 <sup>a</sup>
		NF	1.95 <sup>c</sup>	2.02 <sup>c</sup>			2.00 <sup>c</sup>	5.97 <sup>c</sup>	2.02 <sup>a</sup>
		HV	4.33 <sup>b</sup>	4.67 <sup>ab</sup>			3.87 <sup>a</sup>	12.87 <sup>b</sup>	2.38 <sup>a</sup>
		R	7.07 <sup>a</sup>	5.89 <sup>a</sup>			4.99 <sup>a</sup>	17.96 <sup>a</sup>	2.63 <sup>a</sup>
		HV+R	3.92 <sup>b</sup>	4.32 <sup>b</sup>			3.27 <sup>bc</sup>	11.51 <sup>b</sup>	2.61 <sup>a</sup>
		F-value	17.37**	13.43**			7.13**	19.43**	ns
	Booting	Con	15.73 <sup>b</sup>	9.79 <sup>b</sup>	4.51 <sup>b</sup>	2.02 <sup>b</sup>	12.74 <sup>b</sup>	44.80 <sup>b</sup>	2.52 <sup>b</sup>
		NF	7.51 <sup>c</sup>	4.92 <sup>c</sup>	1.23 <sup>c</sup>	0.18 <sup>c</sup>	10.21 <sup>c</sup>	24.04 <sup>c</sup>	1.36 <sup>c</sup>
		HV	17.65 <sup>a</sup>	15.56 <sup>a</sup>	6.40 <sup>ab</sup>	4.24 <sup>a</sup>	12.12 <sup>bc</sup>	55.97 <sup>a</sup>	3.63 <sup>a</sup>
		R	15.46 <sup>b</sup>	9.22 <sup>b</sup>	4.78 <sup>b</sup>	2.57 <sup>ab</sup>	13.42 <sup>b</sup>	45.45 <sup>b</sup>	2.40 <sup>b</sup>
		HV+R	19.01 <sup>a</sup>	13.62 <sup>a</sup>	6.82 <sup>a</sup>	3.51 <sup>ab</sup>	18.24 <sup>a</sup>	61.20 <sup>a</sup>	2.35 <sup>b</sup>
		F-value	66.3**	27.19**	14.14**	7.59**	15.31**	29.40**	78.96**
	Heading	Con	15.76 <sup>ab</sup>	9.86 <sup>b</sup>	7.89 <sup>b</sup>	4.27 <sup>ab</sup>	16.70 <sup>a</sup>	54.14 <sup>a</sup>	2.30 <sup>b</sup>
		NF	9.75 <sup>c</sup>	5.33 <sup>c</sup>	2.33 <sup>c</sup>	1.74 <sup>c</sup>	8.34 <sup>d</sup>	27.49 <sup>c</sup>	2.30 <sup>b</sup>
		HV	16.73 <sup>b</sup>	14.29 <sup>a</sup>	10.29 <sup>a</sup>	5.80 <sup>a</sup>	14.19 <sup>b</sup>	61.30 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>
R		14.25 <sup>b</sup>	8.19 <sup>b</sup>	7.50 <sup>b</sup>	3.91 <sup>b</sup>	11.42 <sup>c</sup>	45.27 <sup>b</sup>	2.97 <sup>ab</sup>	
HV+R		18.32 <sup>a</sup>	12.74 <sup>a</sup>	9.75 <sup>a</sup>	4.94 <sup>ab</sup>	16.52 <sup>a</sup>	62.28 <sup>a</sup>	2.80 <sup>ab</sup>	
F-value		9.83**	17.37**	53.10**	8.91**	33.35**	32.78**	4.55*	

1) Con : conventional, NF : non fertilizer, HV : hairy vetch, R : rye, HV+R : hairy vetch and rye

2) LB : Leaf blade, LS : Leaf sheath, CU : Culm, PA : Panicle

3) Same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

NS : Non-significance, \* : significance at  $P \leq 0.05$ , \*\* : significance at  $P \leq 0.01$

**Table 2.** Yield and yield components of rice cultivated with treating the hairy vetch and rye as green manure crops for two years, 2007 and 2008.

Year	Treatment	Yield components				Rough rice yield (kg/10a)	Yield index (%)
		Panicle No. of hill	Spike No. of panicle	Weight of 1000 grains (g)	Ripening ratio (%)		
2007	Con <sup>1)</sup>	15 <sub>ab</sub> <sup>2)</sup>	76 <sub>b</sub>	24.2 <sub>a</sub>	93 <sub>a</sub>	542.3 <sub>ab</sub>	100.0
	NF	10 <sub>b</sub>	71 <sub>b</sub>	23.6 <sub>ab</sub>	95 <sub>a</sub>	306.3 <sub>d</sub>	56.5
	HV	20 <sub>a</sub>	98 <sub>a</sub>	22.2 <sub>b</sub>	92 <sub>a</sub>	571.3 <sub>a</sub>	105.3
	R	18 <sub>a</sub>	72 <sub>b</sub>	22.8 <sub>ab</sub>	93 <sub>a</sub>	502.4 <sub>c</sub>	92.6
	HV+R	19 <sub>a</sub>	70 <sub>b</sub>	22.8 <sub>ab</sub>	96 <sub>a</sub>	527.1 <sub>bc</sub>	97.2
	F-value	5.23*	5.35*	ns	ns	104.58**	-
2008	Con	15 <sub>b</sub>	99 <sub>a</sub>	26.7 <sub>a</sub>	92 <sub>a</sub>	561.9 <sub>a</sub>	100.0
	NF	11 <sub>c</sub>	83 <sub>b</sub>	25.2 <sub>a</sub>	92 <sub>a</sub>	278.4 <sub>c</sub>	49.5
	HV	21 <sub>a</sub>	87 <sub>ab</sub>	23.7 <sub>a</sub>	89 <sub>ab</sub>	606.2 <sub>a</sub>	107.9
	R	14 <sub>b</sub>	79 <sub>b</sub>	25.7 <sub>a</sub>	88 <sub>b</sub>	412.8 <sub>b</sub>	73.5
	HV+R	14 <sub>b</sub>	79 <sub>b</sub>	25.8 <sub>a</sub>	92 <sub>a</sub>	508.3 <sub>ab</sub>	90.5
	F-value	12.70**	ns	ns	3.05*	14.82**	-

1) Con : conventional, NF : non fertilizer, HV : hairy vetch, R : rye, HV+R : hairy vetch and rye

2) Same letters in a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

NS : Non-significance, \* : significance at  $P \leq 0.05$ , \*\* : significance at  $P \leq 0.01$

## 적 요

동작물과 하작물의 작부체계와 녹비작물을 활용하는 벼 재배 기술을 개발하기 위하여 2007년과 2008년의 2년 동안 충북대학교 농업생명환경대학 농장 답작 시험포장에서 공시 녹비작물로는 두과작물인 헤어리베치와 화본과작물인 호밀을 사용하여 벼 재배시 녹비작물들의 효과를 조사분석하기 위하여 수행한 연구결과는 다음과 같다.

초장은 최고분얼기, 수잉기에서 출수기에 이르기까지 완만한 속도로 컸으며, 관행처리구에서 가장 큰 약 105 cm 정도를 보였고, 녹비처리구들에서는 약 100 cm 정도로 뚜렷한 차이는 아니지만 헤어리베치, 헤어리베치+호밀, 호밀처리구순으로 초장의 크기를 보였다. 최고분얼기의 분얼수는 녹비처리구에서 관행처리구에서보다 더 많았으며 헤어리베치와 헤어리베치+호밀처리구는 비슷하고 호밀처리구는 관행구와 비슷한 분얼수를 보였다. 출수기의 유효분얼수도 최고분얼기와 비교해 그 수가 줄었지만 비슷한 경향이었으며, 헤어리베치처리구에서 가장 많은 포기당 19개 정도였다.

벼의 수량 및 수량구성요소는 헤어리베치처리구가 관행구에 비해 주당수수가 뚜렷이 많았으며, 수수당 영화수도 2008년에는 관행구에서 많았지만 전반적으로 헤어리베치

구에서 많았다. 천립중과 등숙율에서는 큰 차이를 보이지 않았지만 주당수수와 수수당 영화수에 의해 정조수량은 헤어리베치처리구에서 관행구에서보다 2007년에는 5.3% 2008년에는 7.9%의 더 높은 수량을 보였다. 반면에 호밀구에서는 관행구에 비교해 수량이 현저히 떨어 졌다.

## 사 사

본 연구는 2008년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구지원에 의하여 수행되었음

## 인용문헌

- Jeon, W.T., K.Y. Seong, J.K. Lee, M.T. Kim, and H.S. Cho. 2009. Effects of seeding rate on hairy vetch(*Vicia villosa*) - Rye(*Secale cereale*) mixtures for green manure production in upland soil. Korean J. Crop Sci. 54(3) : 327-331
- Kang, M.Y., J.H. Kim, K.H. Hue, S.S. Cho, M.Q. Esguerra, T.K. Son, and S.C. Lee. 2008. Effects of rice bran application on growth, yield, and palatability of rice. Korean J. Crop Sci. 53(s) : 24-30
- Kim, C.G., J.H. Seo, H.S. Cho, S.H. Choi, and S.J. Kim. 2002. Effect of hairy vetch as green manure on rice cultivation.

- Korean J. Soil Sci. & Fert. 35(3) : 169-174
- Seo, J.H., H.J. Lee, I.B. Huh, and S.J. Kim. 1998. Effect of hairy vetch(*Vicia villosa* Roth) green manure on maize growth and nitrogen uptake. RDA. J. Agro-Environ. Sci. 40(1) : 62-68
- Seo, Jung-ho, Ho-jin Lee, and Si-ju Kim. 2000. Changes of Green Manure and Nitrogen Yield of Hairy Vetch According to Seeding Date in Autumn. Korean J. Crop Sci. 45(6) : 400-404
- Seo, J.H., J.E. Lee, Y.S. Cho, C.K. Lee, Y.H. Yoon, Y.U. Kwon, and J. H. Ku. 2008. Effects of Rye Cover Crop and Conservation Tillage System on Weed Occurrence and Soybean Seedling Stand. Korean Soc. Weed Sci. 28(4) : 383-390
- Power, J.F. and J.A. Zachariassen. 1993. Relative nitrogen utilization by legume cover crop species at three soil temperatures. Agron. J. 85 : 1134-140
- Lee, S.H., W.T. Jeon, M.T. Kim, H.S. Cho, and B.H. Song. 2009. Study on productivity, mineral contents, and the uptake amounts of hairy vetch as green manure crop with different seeding dates and amounts. J. Agri. Sci. 25(1) : 1-6
- Lee, B.H., J.W. Ahn, D.Y. Hwang, S.H. Oh, J.H. kim, S.Y. Kim, Y.C Ku, and Z.R. Choi. 2006. Growth characteristics of six rice cultivars under rice-chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.) cropping system. Korean J. Crop Sci. 51(s) : 84-91
- Muller, M.M. 1987. Leaching of subterranean clover-derived N from a loam soil. Plant and Soil. 102:185-191
- Smith, M.S., W.W. Frye, and J.J. Varco. 1987. Legume winter cover crops. Advances in Soil Sci. 7 : 95-139
- 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
- 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
- Yoon, M.Y. and B.H. Song. 2009. Study on patterns of decomposition and mineral outflow of barley and hairy vetch as green manure crops applied into soil with respect to environmental friendly agriculture. J. Agri. Sci. 25(1):7-13