

두과 피복작물과 밀 혼파 재배 시 밀의 생육과 수량 및 토양특성에 미치는 영향

전원태* · 성기영 · 오계정 · 이현복 · 김민태 · 이용환 · 강위금 · 김숙진 · 강항원

농촌진흥청 국립식량과학원

Effect of Growth and Yield of Wheat, Soil Properties on Leguminous Cover Crops-Wheat Mixtures

Weon-Tai Jeon*, Ki-Yeong Seong, Gye-Jeong Oh, Hyun-Bok Lee, Min-Tae Kim,
Yong-Hwan Lee, Ui-Gum Kang, Sook-Jin Kim, and Hang-Won Kang

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Republic of Korea

Leguminous cover crops fix nitrogen from the atmosphere. The objective of this research was carried out to decrease fertilizer amount by cover crops-wheat mixtures cultivation. Field experiment was conducted at upland soil 2008 to 2009. Cover crops were used crimson clover and hairy vetch. Treatments consisted of three wheat-crimson clover (wheat 10 kg + crimson clover 1, 3, 5 kg 10a⁻¹), wheat-hairy vetch mixture (wheat 10 kg + hairy vetch 2 kg 10a⁻¹), and wheat - hairy vetch mixture - crimson clover (wheat 10 kg + hairy vetch 2 kg + crimson clover 3 kg 10a⁻¹). These treatments were divided into no fertilizer and top dressing. The yield of wheat and crimson clover mixtures had no significantly differences compared to wheat only at top dressing plots. Also soil chemical and physical properties were a little bit improved such as OM, NO₃-N, and bulk density etc by wheat-crimson clover mixtures. Therefore, we suggested that crimson clover and wheat mixture could be used to reduction of fertilizers amount for environmental friendly wheat production.

Key words: Cover crops, Wheat, Hairy vetch, Crimson clover, Mixture, Yield

서 언

국민소득이 증가함에 따라서 친환경 농산물 수요가 증가하고 있다. 농식품부는 저농약을 제외한 친환경농산물의 인 증면적을 2013년까지 10%까지 확대할 계획이다. 친환경 농 산물을 생산하기 위해서는 화학비료 절감 및 대체 기술 개 발이 절실하다. 식량작물 재배 시 화학비료를 대체하는 방 법은 유기질 및 부산물 비료 같은 유기자원을 활용하거나 운작체계 속에서 녹비작물이나 피복작물을 활용하는 방법 이 있다. 녹비 또는 피복작물의 이용기술은 주로 벼에 대한 연구 (Jeon et al., 2011; Kim et al., 2002)는 많이 수행되 어 있다. 주로 이용측면에서 피복보다는 녹비로써 이용 연 구가 많이 (Park et al., 2008; Seo et al., 2000)가 수행되 었다. 녹비나 피복작물이 대부분 추파를 하고 있기 때문에 같은 시기에 재배되는 맥류의 녹비작물 이용기술은 거의 없 는 실정이다. 동일한 시기에 재배되기 때문에 맥류의 동계

녹비작물의 이용은 힘든 실정이다. 이를 이용하기 위해서는 피복작물 (cover crops)로써 이용해야 한다. 피복작물과 녹비 작물은 기본적으로 같은 작물로써 작물이 생존하고 있을 때 는 피복작물이라고 하고 죽어서 분해될 때에는 녹비작물이라 고 한다. 판매를 목적으로 재배되는 작물이 아니라 토양표면 을 피복하기 위하여 재배함으로써 토양유기물 증가, 토양 수 분 침투성 증가, 토양유실 감소, 가용성 양분 증진, 질산태질 소 용탈감소, 잡초발생억제 등의 장점이 있다(Bergkvist et al., 2011; Clark, 2007; Sainju et al., 2005; Tonitto et al., 2006). 국내에서 맥류 재배 시 동계 피복작물을 이용한 경우는 거의 없으나 과원 피복 (Song, 2001), 파종시기에 따 른 생리·생태 (Lee et al., 2009) 등의 연구도 수행되었다. 그러나 유럽 (Bordelon, and Weller, 1997)과 미국에서는 피 복작물에 대한 연구가 많이 수행되고 있으며 특히 미국에서 는 지속농업 (sustainable agriculture)라는 주제 하에 피복 작물에 대한 체계적인 연구가 수행되고 있다 (Clark, 2007). 따라서 본시험은 피복작물을 이용하여 밀 재배 시 친환경적 비료 절감 효과의 기초자료를 얻고자 수행하였다.

접수 : 2012. 2. 15 수리 : 2012. 2. 29

*연락처 : Phone: +82312906783

E-mail: jeon0tai@korea.kr

재료 및 방법

본시험은 경기도 수원시에 소재한 농촌진흥청 국립식량과학원 작물환경 시험 포장의 밭토양 (중동토, 사양질)에서 수행하였다. 녹비작물은 2008년 10월 7일에 밀 (금강밀), 크림손클로버 (레드스프링), 헤어리베치 (마메초)를 세조파로 파종하여 수행하였다. 처리내용은 밀과 크림손클로버 단파, 밀과 크림손클로버 혼파 3처리, 밀과 헤어리베치 (마메초) 혼파, 밀+크림손클로버+헤어리베치 혼파로 처리하였다. 밀 단파 시 10a 당 파종량은 14 kg, 크림손클로버 단파 3 kg을 파종하였고 밀과 크림손클로버 혼파 시 밀의 파종량은 10a 당 10 kg에 크림손클로버 각각 1 kg, 3 kg, 5 kg을 파종하였다. 밀과 헤어리베치 혼파 시에는 밀은 10a 당 10 kg과 헤어리베치 2 kg을 혼파하였다. 3종 혼파 시에는 10a 당 밀 10 kg, 크림손클로버 1 kg, 헤어리베치 2 kg을 혼합하여 파종하였다. 이들 처리를 나누어서 2009년 3월 15일에 질소를 10a 당 4.6 kg을 추비하였다. 녹비작물 biomass 조사는 1 m² (1 m×1 m)의 면적을 기준으로 녹비작물을 채취하여 생초중을 측정 후 비닐하우스에서 충분히 풍건 후 60℃에서 24시간 충분히 건조시켜 건물중을 측정하여 기록하였다. 식물체중의 질소와 탄소는 CNS2000 (Leco, USA)를 이용하여 분석하였다. 토양 질산태 질소의 분석은 Inject flower meter

(FIAstar5000, FOSS Sweden)로 하였고 토양의 유기물 함량도 CNS2000을 이용 분석 후 탄소함량에 계수 1.724를 곱하여 산출하였다. 그 외 조사 및 분석은 농촌진흥청 농사시험연구 기준에 따라 조사하였다 (RDA, 2003). 통계분석은 SAS 9.2. 버전을 이용하였다. 벼 수량 및 수량구성요소 등은 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test를 수행하였다.

결과 및 고찰

밀 생육 중 밀과 녹비작물의 혼파재배 시 초장과 엽색도를 2009년 5월 15일에 조사하였다 (Table 1). 밀의 초장은 추비구가 무비구보다 크고 무비구에서는 밀 단파구에 비하여 크림손클로버와 헤어리베치 혼파구가 작았으나 밀+헤어리베치+크림손클로버 3종 혼파구와는 유의적 차이가 없었다. 추비구에서는 모든 혼파구가 유의적으로 밀 단파보다 초장이 작았다. 혼파구가 밀단파보다 초장이 적은 것은 피복작물과 경합에 의한 것으로 추정되었다. 피복작물인 크림손클로버의 초장도 무비구보다 추비구가 크고 파종량이 증가함에 따라서 단파보다 초장이 커지는 경향이었으나 헤어리베치는 추비와 무비구간 초장의 차이가 없었다. 이는 크림손클로버와 헤어리베치가 같은 두과작물일지라도 비료에

Table 1. Plant height and leaf color during wheat growing season by the different treatment.

Fertilization	Seeding rate	Plant height		Leaf color		
		Wheat	Cover crop	Wheat	Cover crop	
	----- kg 10a ⁻¹ -----	----- cm -----		----- SPAD value -----		
No. fertilizer	W [†] 10 + CC [‡] 1	63.8c*	26.2c	47.4b	47.9b	
	W 10 + CC 3	59.1c	28.0c	48.5b	47.8b	
	W 10 + CC 5	64.3c	35.4b	51.3b	48.7b	
	W 10 + HV [§] 2	62.7c	45.9a	50.6b	-	
	W 10 + HV 2 + CC 3		67.2b	27.6(HV)c	50.3b	-
				41.6(CC)a		
Top dressing	W 14	67.7b	-	49.9b	-	
	CC 3	-	26.4c	-	36.9c	
	W 10 + CC 1	67.8b	34.9b	55.2a	50.2a	
	W 10 + CC 3	67.8b	34.6b	56.9a	51.4a	
	W 10 + CC 5	66.9b	35.7b	55.8a	51.6a	
	W 10 + HV 2	66.4b	46.4a	54.1a	-	
	W 10 + HV 2 + CC 3		67.2b	27.1(HV)c	54.9a	-
				42.3(CC)a		
W 14	73.8a	-	56.8a	-		
CC 3	-	30.7c	-	53.1a		

[†]W : Wheat. [‡]CC : Crimson clover. [§]HV : Hairy vetch.

*Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan' multiple range test.

대한 반응이 다름을 알 수가 있었다. 밀과 피복작물 크림손클로버의 엽색도도 초장과 동일한 경향으로 추비구가 무비구보다 높았고 밀의 무비와 추비내의 혼파처리간 차이가 없었으나 크림손클로버의 무비구는 단파보다 혼파구의 엽색도가 높았고 추비구간에 차이가 없었다. 이는 토양양분이 부족할 시에는 밀과 크림손클로버가 양분 경합을 할 수 있

음을 시사하였다.

밀과 녹비작물 혼파에 따른 밀과 밀짚의 수량 및 크림손클로버와 헤어리베치의 건물중을 나타낸 것이 Table 2이다. 밀수량은 추비를 사용한 구가 무비구에 비하여 높았고 무비구에서는 크림손클로버의 파종량이 증가함에 따라서 증가하였고 크림손클로버 5 kg 구에서는 밀 단파구에 비하여 수

Table 2. The yield of wheat, crimson clover, and hairy vetch by the different treatments.

Fertilization	Seeding rate	Yield		Dry weight		N reduction
		Wheat	Straw	CC	HV	
	----- kg 10a ⁻¹ -----		----- kg 10a ⁻¹ -----			%
No. fertilizer	W [†] 10 + CC [‡] 1	145d*	387d	49b	-	0
	W 10 + CC 3	226b	492bc	55b	-	0
	W 10 + CC 5	308a	533b	15c	-	0
	W 10 + HV [§] 2	222b	361d	-	33a	0
	W 10 + HV 2 + CC 3	117d	502b	19c	34a	0
	W 14	234b	402c	-	-	0
	CC 3	-	-	265a	-	
Top dressing	W 10 + CC 1	289a	503b	51b	-	50
	W 10 + CC 3	323a	447c	37b	-	50
	W 10 + CC 5	299a	563a	21c	-	50
	W 10 + HV 2	259b	529b	-	15a	50
	W 10 + HV 2 + CC 3	193c	327d	16c	11a	50
	W 14	300a	579a	-	-	-
	CC 3	-	-	273a	-	50

[†]W : Wheat. [‡]CC : Crimson clover. [§]HV : Hairy vetch.

*Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan' multiple range test.

Table 3. The C/N and T-N of wheat, crimson clover, and hairy vetch plant by the different treatment.

Fertilization	Seeding rate	Wheat straw		CC		HV	
		C/N	T-N	C/N	T-N	C/N	T-N
	----- kg 10a ⁻¹ -----		%		%		%
No. fertilizer	W [†] 10 + CC [‡] 1	194.0a*	0.26b	69.6a	0.70b		
	W 10 + CC 3	146.0a	0.42a	55.0a	0.87b		
	W 10 + CC 5	152.2a	0.33a	68.4a	0.71b		
	W 10 + HV [§] 2	124.3b	0.40a	-		19.9a	2.42a
	W 10 + HV 2 + CC 3	131.7b	0.38a	60.5a	0.80b	22.2a	2.17a
	W 14	186.1a	0.27b	-			
	CC 3	-	-	56.4a	0.85b		
Top dressing	W 10 + CC 1	92.9bc	0.53a	43.4a	1.09b		
	W 10 + CC 3	106.2b	0.47a	21.6b	2.22a		
	W 10 + CC 5	101.4b	0.49a	22.7b	2.31a		
	W 10 + HV 2	98.6bc	0.50a	-		18.9a	2.54a
	W 10 + HV 2 + CC 3	79.7c	0.63a	31.2b	1.51ab	21.4a	2.05a
	W 14	104.5bc	0.48a	-			
	CC 3	-	-	43.5ab	1.09b		

[†]W : Wheat. [‡]CC : Crimson clover. [§]HV : Hairy vetch.

*Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan' multiple range test.

량이 높았다. 추비구에서는 크림손클로버 혼파구의 모든 처리에서 단파구와 밀의 수량차이가 없었다. 헤어리베치 혼파구는 무비구에서는 밀단파와 차이가 없었으나 추비구에서는 수량이 낮았다. 밀 재배 시 화학비료 절감을 위하여 피복작물을 혼파재배시에는 헤어리베치보다 크림손클로버가 좋을 것으로 판단되었고 화학비료도 절감할 수 있을 것으로 생각되었다. 그러나 금강밀의 육성 당시 관행시비의 밀수량(전작 530, 답리작 422 kg 10a⁻¹)에 비하여 현저히 낮아서 밀 수량을 증가시키기 위한 추가적인 연구가 있어야 될 것으로 사료 되었다 (Nam et al., 1998). 밀짚도 밀수량과 유사

한 경향이었고 밀보다 밀짚의 수량이 높았다. 크림손클로버의 건물중은 밀과 마찬가지로 추비구가 높았고 혼파구의 건물중이 단파구에 비하여 현저히 낮았고 헤어리베치는 추비와 무비 간 차이가 없었다.

밀 수확 후 밀짚과 피복작물들의 탄질률과 총질소 함량을 조사 하였다 (Table 3). 밀 재배 후 윤작체계 상 두류와 같은 하작물을 재배해야 하기 때문에 C/N과 T-N을 조사하였다. 밀짚은 질소함량이 낮고 탄질률이 높았다. 밀은 보리 (Jeon et al., 2011)나 호밀 (Jeon et al., 2009)에 비하여 탄질률이 높아서 후작으로 작물 재배 시 추가 화학비료 사용

Table 4. Soil chemical properties after wheat cultivation by the different treatment.

Fertilization	Seeding rate	pH	OM	NO ₃ -N	Avail. P ₂ O ₅	Exch. Cation		
						K	Ca	Mg
	----- kg 10a ⁻¹ -----	(1:5)	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹		
No. fertilizer	W [†] 10 + CC [‡] 1	6.18a*	10.9a	2.21b	112a	0.23a	5.51a	1.89a
	W 10 + CC 3	5.72a	14.4a	2.31b	101a	0.23a	5.07a	1.36a
	W 10 + CC 5	6.11a	12.1a	2.59b	110a	0.25a	5.14a	1.68a
	W 10 + HV [§] 2	6.33a	12.9a	2.53b	119a	0.22a	4.35a	2.09a
	W 10 + HV 2 + CC 3	6.24a	14.2a	2.81b	109a	0.19a	4.30a	2.08a
	W 14	6.32a	10.7a	2.19b	110a	0.22a	5.47a	1.70a
	CC 3	5.64a	12.5a	2.40b	119a	0.25a	4.43a	1.51a
Top dressing	W 10 + CC 1	5.93a	13.1a	2.53b	103a	0.21a	5.09a	1.73a
	W 10 + CC 3	6.03a	14.5a	2.72b	102a	0.24a	5.69a	1.59a
	W 10 + CC 5	5.76a	13.3a	2.72b	104a	0.18a	4.93a	1.47a
	W 10 + HV 2	6.22a	14.1a	2.36b	102a	0.20a	4.42a	1.96a
	W 10 + HV 2 + CC 3	6.39a	15.0a	2.42b	109a	0.25a	4.39a	2.42a
	W 14	5.72a	11.4a	3.16b	109a	0.21a	5.48a	1.40a
	CC 3	5.98a	12.7a	4.96a	101a	0.26a	5.66a	1.78a

[†]W : Wheat. [‡]CC : Crimson clover. [§]HV : Hairy vetch.

*Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan' multiple range test.

Table 5. Soil physical properties after wheat cultivation by the different treatment.

Seeding rate	No. fertilizer		Top dressing	
	Bulk density	Porosity	Bulk density	Porosity
----- kg 10a ⁻¹ -----	Mg m ⁻³	%	Mg m ⁻³	%
W [†] 10 + CC [‡] 1	1.37a	48.3a	1.40a	46.5a
W 10 + CC 3	1.38a	47.6a	1.41a	45.9a
W 10 + CC 5	1.36a	48.2a	1.42a	46.4a
W 10 + HV [§] 2	1.44a	45.7a	1.35a	49.1a
W 10 + HV 2 + CC 3	1.31a	50.4a	1.42a	46.6a
W 14	1.44a	45.7a	1.45a	45.2a
CC 3	1.34a	49.4a	1.33a	50.0a

[†]W : Wheat, [‡]CC : Crimson clover, [§]HV : Hairy vetch.

*Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan' multiple range test.

또한 탄질률이 낮은 두과와 혼용이 필요할 것으로 사료되었다. 크립손클로버는 헤어리베치에 비하여 탄질률도 높고 질소함량이 낮은 경향이나 추비 시용구에서 탄질률도 낮아지고 질소함량도 높아져서 재배관리가 중요할 것으로 생각되었다.

밀 재배 후 토양의 pH, 유기물, 질산태질소, 유효인산 및 양이온의 함량을 분석하였다 (Table 4). 토양의 pH, 유효인산 및 양이온은 처리 간 일정한 경향이 없었으나 유기물 함량은 무비구보다 추비구에서 약간 높은 경향이었고 피복작물 재배구에서 밀 단파구보다 약간 높았다. 질산태 질소의 함량도 토양유기물과 유사한 경향으로 추비구의 혼파구에 높은 경향을 보였고 특히 크립손클로버 단파구에서 높은 경향을 보였다. 이는 녹비작물 재배 시 혼파가 토양양분의 유실을 방지한다는 미국 (Clark, 2007) 결과와 유사한 것으로 피복작물을 재배하여도 유사한 결과가 나온 것으로 생각되었다. 따라서 밀재배 시 두과 피복작물을 이용하면 토양 양분 보전으로 후작에 용이할 것으로 추정되었다.

밀과 피복작물 혼파 재배 후 토양의 용적밀도와 공극률을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 밀과 피복작물을 혼파 재배함으로써 시험 토양의 용적밀도가 낮아지고 공극률이 증가되는 경향이었다. 추비구에 비하여 무비구가 더 많이 토양 물리성의 개선효과가 있는 경향이었고 크립손클로버 단파구의 토양용적밀도가 가장 많이 낮아지고 공극률이 높아졌다. 따라서 밀과 피복작물의 혼파가 토양 비옥도 관리에 좋을 것으로 판단되었다.

요 약

본시험은 피복작물과 밀을 혼파하여 밀 재배 시 친환경적 비료 절감 효과를 구명하고자 경기도 수원시에 소재한 농촌진흥청 국립식량과학원 작물환경 시험 포장의 밭토양 (중동통, 사양질)에서 수행하였다. 녹비작물은 2008년 10월 7일에 밀 (금강밀), 크립손클로버 (레드스프링), 헤어리베치 (마메초)를 세조파하여 수행하였다. 처리내용은 밀 ($14 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$) 과 크립손클로버 ($3 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$) 단파, 밀과 크립손클로버 혼파 3처리 (밀 $10 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ + 크립손클로버 1, 3, $5 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$), 밀 10 + 헤어리베치 $2 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 혼파, 밀 10 + 크립손클로버 2 + 헤어리베치 $2 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 3종 혼파를 처리하였다. 이들 처리는 각각 무비구와 추비구로 나누었다. 밀수량은 추비를 시용한 구가 무비구에 비하여 높았고 무비구에서는 크립손클로버의 파종량이 증가함에 따라서 증가하였고 밀과 크립손클로버 5 kg 혼파구가 밀 수량이 $308 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 로 밀 무비단파구 ($234 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$)에 비하여 수량 유의적으로 높았다. 추비구에서는 밀과 크립손클로버 혼파구의 모든 처리에서 단파구와 밀수량과 유의적 차이가 없었다. 헤어리베치 혼파구는 무비구에서는 밀단파와 차이가 없었으나 추비구에서

는 밀 단파구보다 수량이 낮았다. 또한 밀과 크립손클로버 혼파처리구에서 $\text{NO}_3\text{-N}$, 유기물의 함량이 약간 증가하는 경향이었고 용적밀도는 약간 감소하는 경향이였다. 따라서 밀 재배 시 화학비료를 대체하기 위하여 피복작물을 이용할 경우에 헤어리베치보다 크립손클로버가 좋을 것으로 판단되었으나 추후 정밀한 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 작물시험연구개발사업(과제번호 : PJ006430042011)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 문 문 헌

- Bergkvist, G., M. Stenberg, J. Wetterlind, B. Bath, and S. Elfstrand. 2011. Clover cover crops under-sown in winter wheat increase yield of subsequent spring barley—effect of N dose and companion grass. *Field Crops Research*. 120:292-298.
- Bordelon, B.P. and S.C. Weller. 1997. Preplant cover crops affect weed and vine growth in first-year vineyards.
- Clark, A. 2007. *Managing cover crops profitably* (third edition). Sustainable agriculture network. MD, USA.
- Clark, A.J., A.M. Decker, and J.J. Meisinger. 1994. Seeding rate and kill date effects on hairy vetch-cereal rye cover crop mixtures for corn production. *Agron. J.* 86:1065-1071.
- Jeon, W.T., K.Y. Seong, M.T. Kim, I.S. Oh, B.S. Choi, and U.G. Kang. 2011. Effect of monoculture and mixtures of green manure crimson clover (*Trifolium incarnatum*) on rice growth and yield in paddy. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(5):847-852.
- 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.
- Kim, C.G., J.H. Seo, H.S. Cho, S.H. Cho, and S.J. Kim. 2002. Effect of hairy vetch as green manure on rice cultivation. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 35(3):169-174.
- Lee, J.H., S.I. Shim, C.K. Kang, H.J. Jee, H.B. Lee, and B.M. Lee. 2009. Changes of field establishment and growth in cover crops sown at different times. *J. Crop Sci.* 54(2): 218-224.
- Nam, J.H., H.S. Song, H.H. Park, H.Y. Heu, M.W. Park, K.H. Park, C.W. Rho, S.Y. Nam, J.I. Ju, C.B. Park, Y.S. Lee, S.G. Park, and D.H. Kim. 1998. A new high milling, early maturing, semi-dwarf and white grain wheat variety 'Keumkangmil' with good bread quality. *RDA. J. Crop Sci.* 40(2):81-87.

- Park, S.T., W.T. Jeon, M.T. Kim, K.Y. Sung, J.H. Ku, I.S. Oh, B.K. Lee, Y.H. Yoon, J.K. Lee, K.H. Lee, and J.H. Yu. 2008. Understanding of environmental friendly agriculture and rice production using green manure crops. RDA, NICS. Sammi. Suwon. pp. 20-21.
- RDA. 2003. Standard methods for agricultural experiments. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Sainju, U.M., W.F. Whitehead, and B.P. Singh. 2005. Biculture legume-cereal cover crops for enhanced biomass yield and carbon and nitrogen. *Agron. J.* 97, 1403-1412.
- Seo, J.H., H.J. Lee, and S.J. Kim. 2000. Changes of green manure and nitrogen yield of hairy vetch according to seeding date in autumn Korea *J. Crop Sci.* 45(6):400-404.
- Song, G.C. 2001. Theory and practice of cover crops growing in orchard. *Korean J. Organic Agriculture* 9:95-111.
- Tonitto, C., M.B. David, and L.E. Drinkwater. 2006. Replacing bare fallow with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: a meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agric. Ecosyst. Environ.* 11, 58-72.