KOREAN J ORGANIC AGRI
Volume 22, Number 3: 413-421, September 2014
http://dx.doi.org/10.11625/KJOA.2014.22.3.413

ISSN 1229-3571 (Print)
ISSN 2287-819X (Online)

녹비작물이 단감과원의 토양 특성과 과실품질에 미치는 영향*

김병삼*** · 조경철*** · 나양기*** · 윤봉기*** · 정석규**** · 조광식***** · 이경아****** · 최현석**

Effect of Cover Crops on the Soil Properties and Fruit Quality in a Persimmon Orchard

Kim, Byeong-Sam · Cho, Kyung-Chul · Na, Yang-Gi · Yoon, Bong-Ki · Jung, Seok-Kyu · Cho, Kwang-Sik · Lee, Kyung-A · Choi, Hyun-Sug

This study was conducted into the effects of cover crops among the hairy vetch, red clover, rye, and hairy vetch+rye on the soil chemical and physical properties, and fruit yield in mature 'Fuyu' persimmon (*Diospyros×kaki* Thunb.) trees. The shallow-rooted red clover had poor dry matter production, resulting in the lowest coverage (66%) on the orchard floor. In contrast, the highest dry matter production observed in rye and hairy vetch+rye. Estimated N, P and K production from the cover crops were the highest on the hairy vetch+rye plots, increasing soil chemicals at a depth of 0-30 cm soil. Rye or hairy vetch+rye treatments decreased the soil bulk density and solid phase. As the hairy vetch+rye treatment increased fruit yield and sugar contents, it could be proposed as an suitable cover crop for improving productivity of persimmon trees.

Key words : *hairy vetch, nutrients, persimmon, red clover, rye*

* 본 연구는 국립원예특작과학원의 단감 생산비용 절감을 위한 생력재배시스템 개발과제(과제번호 : PJ907091)에 의하여 수행되었으며 전남농업기술원과 대구가톨릭대학교의 지원에 의해 이루어진 것임.
** Corresponding author, 대구가톨릭대학교 화훼원예학과(hchoiuark@gmail.com)
*** 전남농업기술원 원예연구소
**** 대구가톨릭대학교 화훼원예학과
***** 국립원예특작과학원 배시험장
****** 대구가톨릭대학교 식품영양학과

Ⅰ. 서 론

국민소득 증가로 인하여 친환경농산물에 대한 정부와 소비자 그리고 농민의 관심이 고조되고 있는 가운데, 유기인증과일 또는 무농약과일을 생산하기 위하여 양분공급원으로 유기질비료나 녹비작물의 토양환원이 주목 받고 있다. 녹비작물 중 공중질소를 고정하는 헤어리베치(*Vicia villosa* Roth)는 서늘한 지대인 산간지나 고랭지 지역에서 생장하는 것으로 밭토양의 휴경지에 이용되는 대표적인 두과작물이다(Seo, 2005). 초가을에 헤어리베치를 배 과수원에 파종 시 토양 내 질소환원량을 크게 증가시켰고(Lim et al., 2011a), 토양침식 및 토양건조를 억제하며(Clark et al., 1995), 잡초방제에도 효과적이어서(Teasdale와 Rosecrance, 2003), 양분공급원과 토양 피복작물로 중요한 역할을 하고 있다.

화본과작물인 호밀(*Secale cereale* L.)은 주작물(cash crop)인 배나무에 양분공급원으로 작용하기 보다는 배과원 토양의 유기물공급과 물리성 개선, 그리고 토양병을 경감시키는데 효과가 있었다(Fageria et al., 2005; Lim et al., 2012a; Lim et al., 2012b). 따라서 질소환원량이 높은 헤어리베치에 흡비력이 높은 호밀을 혼파하여 재배한다면 토양중 양분의 용탈을 막고 수확 후에 적당한 양의 양분을 주작물에 공급할 수 있다. 하지만 배 과원에서 헤어리베치와 호밀의 혼파는 수확된 건물중이 높아서 환원된 질소와 인 그리고 칼륨 함량을 유의적으로 증가시켰는데, 이는 배나무가 1년간 생장하는데 필요한 양의 약 70%를 공급했던 것으로 추정되었다(Lim et al., 2012a). 녹비작물의 생육과 양분환원량은 시비조건과 시비시기, 기후, 지형 등이 영향을 미치며 이에 대한 연구는 단감과수에 적용한 사례가 미비한 실정이므로 유기단감과수의 생산 확대를 위한 녹비작물의 시험이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

본 시험은 단감과수원에 화학비료 대체 및 시용량 절감의 일환으로 양분환원량과 과실수량 그리고 과실품질 향상을 위한 녹비작물을 선발하기 위하여 수행되었다.

Ⅱ. 재료 및 방법

단감과수원에 적합한 녹비작물을 선발하기 위하여 2011~2013년에 전라남도 나주시에 소재한 농업기술원 노지 시험포장에서 수행되었고, 2013년에 조사된 결과를 바탕으로 본 시험에 제시하였다. 단감나무의 품종은 12년생 '부유'로 5×4m의 재식거리로, 변칙주간형에서 개심자연형으로 전환한지 2년차 이었다. 녹비작물 생장을 위하여 식물성유박(채종유박, 아주까리박, 대두박 등)과 천연광물(구아노포스페이트, 랑베나이트)을 원료로 제조한 펠렛형의 혼합유박퇴비(슈퍼70®, (주)풍농, 한국)를 ha당 질소 150kg 수준이 되도록 시용하였다. 혼합유박퇴비의 전질소, 인산, 칼리, 칼슘, 마그네슘 함량은 각각 2.73, 4.38, 1.95, 0.27,

1.02%이었다.

시험에 이용된 녹비작물은 헤어리베치, 레드클로버, 호밀, 그리고 헤어리베치+호밀로 2011년과 2012년 9월 중순경에 조파하였다. 시험구의 파종량은 농촌진흥청에서 제시한 파종량(RDA, 2010a)에 따라 헤어리베치와 레드클로버, 그리고 호밀은 각각 40, 20, 150kg/ha 이었으며, 헤어리베치+호밀 처리구는 기준량의 절반을 혼합파종하고 이듬해인 2012년과 2013년의 5월과 6월 초순경에 두 차례 수확하였다. 파종은 녹비작물 종자를 5주에 열로 조파하여 처리당 5반복으로 구성되었다(4처리×5반복=총 20주). 수확 전 녹비작물의 피복도(%)를 수관영역(canopy) 내에서 육안으로 판단하였다. 이후 수확한 녹비작물의 생초중을 단위면적당으로 환산하였고, 건조기에 3일간 약 65°C에서 건조시켜 건물중을 조사하고, 시료를 분쇄한 후 녹비작물의 무기성분 분석에 이용하였다. 녹비작물의 무기성분 분석은 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2011)에 의거하여 전질소는 시료를 황산으로 분해한 후 Kjeldahl법으로 측정하였고, 인산은 비색법인 ammonium vanadate법, 칼륨은 ternary용액(HNO_3:H_2SO_4:$HClO_4$=10:1:4)으로 가열 분해한 후 ICP(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, Pye-unicam PU 9000, England)로 분석하였다.

녹비작물 파종 전인 2011년 8월 중순에 0~30cm 깊이에서 토양을 채취하여 시험전 토양으로, 2013년 8월 중순에 채취한 토양을 시험 후 토양으로 하여 토양화학성을 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2011)에 따라 측정하였다. 토양시료는 2mm 토양체로 통과시킨 후 풍건하여 토양 pH와 EC(electrical conductivity)는 1:5(H_2O)법, 유기물은 Tyurin법, 전질소는 CN분석기(Variomax CN, ELEMENTAR, Germany)로 측정하였고, 유효인산은 Lancaster법, 치환성 양이온은 ICP로 측정하였다.

토양화학성 분석용 시료를 채취한 동일한 시기에 100cm^3 코아를 이용하여 표토를 채취하여 토양의 용적밀도와 토양의 3상 그리고 공극률을 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2011)에 따라 조사하였다.

감나무 가지의 도장지수와 길이 그리고 직경을 9월초에 조사하였다. 도장지에 발생한 엽수와 엽건물중을 확인하였고, 간이 SPAD 502 meter(Minolta, Japan)를 이용하여 엽색을 측정하여 엽록소나 질소함량을 추정하였다.

수량조사는 10월 27일에 실시하였는데, 주당 20개의 과실을 채취하여 전자저울로 과중을 조사하였고, 굴절당도계(Refractrometer, Atago, Japan)를 이용하여 당도를 조사하였다. 과육경도는 과실의 중간부위면에서 과피를 제거한 후에 과육경도계(TA-XT2, Texture technologies Co., USA)로 측정하였고, 색차계(Minolta CR-300, Japan)로 Hunter value L, a, b값을 측정하였다. L은 과피의 밝기를 나타내며, a와 b값은 각각 과피의 적색과 황색의 정도를 표시하였고, 측정값이 높을수록 과피색의 진함 정도를 나타낸다.

조사자료 분석은 SPSS(12.0 version)를 사용하여 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

감나무 재배지의 피복도를 조사한 결과, 레드클로버는 66.4%의 피복도를 보였고, 나머지 녹비작물의 피복도는 90% 이상의 강한 우점도를 나타내었다(Table 1). 호밀을 단파하거나 헤어리베치와 혼파하였을 때 생초중과 건물중은 통계적 유의차는 없었고, 레드클로버가 가장 낮은 건물중(3,500kg/ha)을 보였다. 천근성인 클로버를 수체주위에 orchardgrass와 혼파하였을 때 생장이 크게 저하하였는데(Lim et al., 2011b), 본 시험에서도 낮은 우점도가 확인되었다.

Table 1. Growth characteristics of cover crops in 'Fuyu' persimmon orchard

Treatment	Coverage (%)	F.W. (kg/ha)	D.W. (kg/ha)
Hairyvetch	90.5 a*	19,000 b	4,200 a
Redclover	66.4 b	18,000 b	3,500 b
Rye	93.0 a	24,000 a	4,400 a
Vetch+rye	91.8 a	20,500 b	4,400 a

* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test, $p<0.05$).

파종 이듬해의 출수기인 5월에 수확 당시 헤어리베치의 전질소 함량은 2.77%로 레드클로버의 2.22%, 호밀의 0.95%, 헤어리베치+호밀 혼합처리구의 2.38% 보다 높았다(Table 2). 이는 헤어리베치가 두과작물로 질소고정능이 레드클로버 보다 뛰어난 것을 보여준 결과로 판단된다(Seo, 2005). 인산과 칼리는 헤어리베치+호밀 혼합처리구에서 가장 높은 함량을 보였다. 환원된 질소량은 헤어리베치와 헤어리베치+호밀 파종구에서 각각 116, 105kg/ha으로 가장 높았고, 호밀구에서 42kg/ha으로 헤어리베치구의 절반 수준이었다. 이는 호밀의 건물중이 헤어리베치와 비슷하였으나 호밀의 질소함량이 낮은 결과로 해석된다. 레드클로버는 생육이 불완전한 관계로 환원되는 질소량이 낮았고, 이에 따라 인산과 칼리함량도 가장 낮았다. 모든 녹비작물 처리구에서 배과수원의 경우(Lim et al., 2011a; Lim et al., 2011b; Lim et al., 2012a; Lim et al., 2012b), 비교적 낮은 양분환원량을 보인 결과는 지형간의 차이나 예초횟수에 따른 결과로 추정된다. 또한 지난 30년(1981년~2010년)간 단감 재배기간 중(5월~10월) 평균온도와 강수량은 각각 21.7℃와 1,082mm이었는데 시험기간인 2013년은 다소 온도가 높고(23.0℃; KMA 2012, 2013) 건조한 기후(932mm)가 지속되었기 때문으로 판단된다. Teasdale 등(2003, 2004)은 식물체 잔해가 표토위에서 3개월 동안 약 50~70% 정도가 무기태 양분으로 환원되고, 나머지는 토양에 부식상태로 오랜 기간 잔존해 있었다고 하였다. 따라서 단감나무가 생장을 하기 위하여 연간 150kg/ha의 전질소를 필요로 하는데(Environmental-

Friendly Agriculture Research Center, 2010), 이에 녹비작물내의 전질소가 약 300kg/ha 이상이 환원되어야 연간 영양생장을 충족시킬 것으로 판단되므로 다른 유기물자원을 보충해 줄 필요가 있다. 헤어리베치+호밀 호밀처리구는 인산과 칼리의 함량이 비교적 높았고 환원되는 생체량에 비례하여 높은 것으로 사료되었다.

Table 2. Macro-nutrient concentrations and their contents of cover crops in 'Fuyu' persimmon orchard

Treatment	Concentration (%)			Content (kg/ha)		
	T-N	P	K	T-N	P	K
Hairyvetch	2.77	0.64	2.76	116 a*	26.9 b	116 b
Redclover	2.22	0.49	2.89	78 b	17.1 b	101 b
Rye	0.95	0.58	2.46	42 c	25.5 b	108 b
Vetch+rye	2.38	0.91	3.01	105 a	40.0 a	132 a

* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test, $p<0.05$).

환원되는 녹비작물의 양이 많아질수록 토양내의 유기물 함량이 높아지는 경향을 보였으며, 환원된 양이 가장 적었던 레드클로버 처리구의 토양중 유기물 함량이 32g/kg로 가장 낮았다(Table 3). 레드클로버를 처리한 토양의 pH 또한 6.4로 다른 처리구의 pH 6.8~7.0보다 낮았고 토양 인산과 치환성 양이온 함량 그리고 전기전도도가 가장 낮았다. 이와 반대로 헤어리베치+호밀처리구가 토양내 치환성 마그네슘을 제외하고 토양의 치환성양이온이 높아 전기전도도가 다른 처리구에 비하여 통계적으로 유의성 있게 높았다. 모든 처리구의 토양화학성은 인산함량을 제외하고 과수재배 토양의 적정범위에 포함되었다(RDA, 2010b). 인산은 산성과 알카리 토양에서 각각 양이온인 중금속과 칼슘과 결합하여 토양에서 불용화가 되지만, 본 시험에서는 토양 pH가 6.0~7.0 사이를 유지하여 인산의 이용성이 크게 증가한 것으로 판단된다(Faust, 1989).

Table 3. Changes in soil chemical properties at a depth of 0~30 cm in 'Fuyu' persimmon orchard as affected by cover crops

Treatment	OM (g/kg)	pH (1:5)	Av. P_2O_5 (mg/kg)	Ex. Cation (cmol+/kg)			EC (dS/m)
				K	Ca	Mg	
	Pre-soil test						
	23	6.8	362	0.40	8.64	1.81	0.33

Treatment	OM (g/kg)	pH (1:5)	Av. P_2O_5 (mg/kg)	Ex. Cation (cmol+/kg)			EC (dS/m)
				K	Ca	Mg	
	After treatment						
Hairyvetch	37 ab*	6.8 a	516 b	0.60 b	9.16 b	2.08 a	0.36 ab
Redclover	32 b	6.4 b	409 c	0.46 c	7.43 c	1.65 c	0.26 b
Rye	39 a	6.8 a	578 ab	0.50 c	9.63 ab	1.80 b	0.37 ab
Vetch+rye	41 a	7.0 a	626 a	0.68 a	10.40 a	1.77 b	0.43 a

* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test, $p<0.05$).

작물의 지상부 생육이 왕성하면 광합성에 의해 생성된 탄소동화물질이 지상부에 더욱 축적되어 뿌리 보다 지상부의 발달이 더욱 촉진되며(Eastin, 1969), 이러한 결과가 배과원에서 녹비작물의 뿌리생육 저하로 토양물리성이 감소되었다(Lim et al., 2012b). 하지만 본 시험에서는 지상부 생육이 왕성하였던 호밀처리구 또는 헤어리베치+호밀처리구 혼합처리구에서 토양의 용적밀도가 유의성 있게 낮았다(Table 4). 또한 두 처리가 토양의 고상률을 42% 이하로 감소시켜서 액상이나 기상 그리고 공극률을 증가시켰던 것으로 판단된다. 호밀은 보통 주당 600km에 달하는 근모가 지하에 분포되어 있어 토양의 공극률을 증가시켰다는 보고(Faust, 1989)와 같이, 본 시험에서도 호밀처리에 따른 토양물리성 개선이 인정되었다.

Table 4. Changes of soil physical properties in 'Fuyu' persimmon orchard as affected by cover crops

Treatment	Bulk density (g/cm^3)	Three soil phase components (%)			Porosity (%)
		Solid	Liquid	Air	
Hairyvetch	1.17 a*	44.3 a	31.6 a	24.1 b	55.7 b
Redclover	1.15 a	43.2 ab	27.2 ab	29.6 ab	56.8 b
Rye	1.08 b	41.5 b	27.8 ab	31.5 ab	59.2 a
Vetch+rye	1.11 b	42.0 b	24.0 b	34.0 a	58.0 ab

* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test, $p<0.05$).

감나무의 도장지 발생은 헤어리베치구에서 가장 적은 반면 도장지길이는 가장 길었으며 도장지 가지 당 엽수도 17.9로 가장 많았다(Table 5). 엽의 건물중은 처리구간에 유의성 있

는 차이가 나타나지 않았고, 엽색은 레드클로버구에서 가장 적은 수치가 관찰되었다. 토양 중 유기물함량이 적었던 레드클로버 처리구는 감나무 엽의 질소함량을 추정할 수 있는 엽색을 감소시켰던 것으로 판단된다.

Table 5. Vertical shoot and the leaf characteristics of 'Fuyu' persimmon trees as affected by cover crops

Treatment	Vertical shoot			Leaf		
	No./tree	Length (cm)	Thickness (mm)	No./shoot	Dry weight (g)	Color
Hairyvetch	29.0 b*	99.3 a	6.9 a	17.9 a	6.7 a	51.6 a
Redclover	40.3 a	90.9 b	7.0 a	16.5 b	6.6 a	47.6 b
Rye	41.2 a	82.9 c	7.2 a	15.8 c	6.5 a	53.2 a
Vetch+rye	43.0 a	94.4 ab	6.8 a	17.2 ab	6.3 a	52.1 a

* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test, $p<0.05$).

주당 과실 착과수는 호밀과 헤어리베치+호밀처리구가 각각 227, 230개로 많아 수확량이 높았다(Table 6). 평균과중과 과육경도는 처리구간에 차이가 없었으며, 과육당도는 헤어리베치+호밀처리구가 16.5 °Bx로 다른 처리구보다 높게 나타났다. 토양중 높은 전기전도도와 칼리함량이 수체의 광합성과 과실의 당도증가에 영향을 주었다는 연구결과와 유사하였다(Faust, 1989). '부유' 단감 과피의 착색에 있어서 중요한 빨간색을 나타내는 "a" 값은 헤어리베치+호밀처리구에서 가장 높았다.

Table 6. Fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon trees as affected by cover crops

Treatment	Fruit set (No./tree)	Yield (kg/ha)	Fruit weight (dw, g)	Sugar content (°Bx)	Firmness (kg/∅ 5mm)	Hunter value of fruit surface color		
						L	a	b
Hairyvetch	204 b*	26,240 b	192 a	15.7 b	3.1 a	60.2 a	14.1 b	60.9 a
Redclover	192 b	24,830 b	193 a	15.5 b	2.8 a	60.3 a	14.0 b	58.7 a
Rye	227 a	29,660 a	195 a	15.9 b	2.8 a	59.9 a	14.8 ab	61.7 a
Vetch+rye	230 a	30,360 a	197 a	16.5 a	2.9 a	60.4 a	16.6 a	59.6 a

* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different(Duncan's test, $p<0.05$).

헤어리베치+호밀처리구는 식물체의 양분과 유기체를 토양에 환원시켜 토양의 화학성과 물리성 개선에 효과적이었으며 또한 과실수량과 품질 향상에 기여한 것으로 판단된다. Lim 등(2012b)의 녹비작물 혼파처리가 토양과 과실품질에 기여했다는 결과와 일치한다. 혼파처리구의 질소환원량(105kg/ha)은 약 50~70% 정도가 무기태 질소로 환원된다고 하면 기준요구량(150kg/ha) 대비 약 30~40%의 비료 절감효과가 인정되었으며 유기자원을 보충하거나 파종량을 증가시켜 식물체의 토양환원량을 증가시킬 필요가 있다고 판단된다.

Ⅳ. 적 요

'부유' 단감과수원에 적합한 녹비작물을 선발하기 위하여 헤어리베치, 레드클로버, 호밀, 헤어리베치+호밀을 파종하여 토양화학성과 물리성 그리고 과실수량과 품질을 조사하였다. 천근성인 레드클로버는 생육이 저조하여 피복도가 약 66%로 처리구에서 가장 낮았고 호밀 또는 헤어리베치+호밀 혼파처리구의 토양환원량이 가장 높았다. 식물체에서 환원되는 질소, 인산, 칼리 함량이 헤어리베치+호밀처리구 혼파처리구에서 가장 높아 토양의 유기물과 pH, 인산, 칼리, 칼슘과 전기전도도가 증가하였다. 토양의 용적밀도와 고상이 호밀 또는 헤어리베치+호밀처리구에서 감소되어 기상의 증가로 인한 공극률이 증가되었다. 헤어리베치+호밀처리에서 과실의 착과수와 수량이 가장 높았으며, 과실의 당도와 착색이 증가되는 효과가 인정되어 녹비작물로서 단감과원에 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

[논문접수일 : 2014. 3. 19. 논문수정일 : 2014. 7. 15. 최종논문접수일 : 2014. 7. 22.]

Reference

1. Clark, A. J., A. M. Decker, J. J. Meisinger, F. R. Mulford, and M. S. McIntosh. 1995. Hairy vetch kill date effects on soil water and corn production. Agron. J. 87: 579-585.
2. Eastin, J. D., F. A. Haskins, C. Y. Sullivan, and C. H. M. Van Bavel. 1969. Physiological aspects of crop yield. American Society of Agronomy Publishing, Madison, WI, USA. pp. 1-396.
3. Environmental-Friendly Agriculture Research Center. 2010. Nutrient management manual for dynamic natural farming system. Chonnam National University, Gwangju, Korea. p. 91.
4. Fageria, N. K., V. C. Baligar, and B. A. Bailey. 2005. Role of cover crops in improving

soil and row crop productivity. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36: 2733-2757.

5. Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit tree. A Wiley-InterScience Publication, New York, USA.
6. KMA. 2012. Annual climatological report. Korea Meteorological Administraion, Seoul, Korea (http://www.kma.go.kr/repositary/sfc/pdf/sfc_ann_2012.pdf).
7. KMA. 2013. Annual climatological report. Korea Meteorological Administraion, Seoul, Korea (http://www.kma.go.kr/repositary/sfc/pdf/sfc_ann_2013.pdf).
8. Lim, K. H., H. S. Choi, H. J. Kim, B. S. Kim, D. I. Kim, S. G. Kim, J. S. Kim, W. S. Kim, and Y. Lee. 2011a. Effects of seeding time on growth and nutrient contribution of ryegrass and hairy vetch. J. Bio-Environment Control. 20: 134-138.
9. Lim, K. H., W. S. Kim, H. S. Choi, I. T. Hwang, J. W. Lee, Y. S. Lee, K. J. Choi, Y. Lee, J. H. Song, and Y. S. Cho. 2011b. Estimated nutrient production in green manure crops as affected by seeding of orchardgrass and various clovers in a pear orchard. Kor. J. Organic Agric. 19: 543-551.
10. Lim, K. H., H. S. Choi, W. S. Kim, S. G. Kim, J. H. Song, Y. S. Cho, J. J. Choi, and S. K. Jung. 2012a. Nutrient contribution of green manure crops in an organic pear orchard. Kor. J. Organic Agric. 20: 37-48.
11. Lim, K. H., H. S. Choi, Y. G. Na, J. H. Song, Y. S. Cho, J. J. Choi, J. H. Choi, and S. K. Jung. 2012b. Nutrient contribution and growth of ‘Niitaka’ pear trees as affected by mix-seeding and single-seeding of rye and hairy vetch. Korean J. Intl. Agri. 24: 70-75.
12. RDA. 2010a. A source book of technology for hairy vetch use. Publishing registration No. : 11-1390803-000053-01. National Institute of Crop Science, RDA, Suwon, Korea. pp. 6-7 (http://www.nihhs.go.kr/farmer/technology/crops_list.asp#ac_tech_btn).
13. RDA. 2010b. Criteria of fertilizer application in crops. National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea, pp. 1-291.
14. RDA. 2011. Standard analysis method of soil and plant. National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea.
15. Seo, J. H. and H. J. Lee. 2005. Effect of hairy vetch green manure on nitrogen enrichment in soil and corn plant. Kor. J. Soil Sci. Fert. 38: 211-217.
16. Teasdale, J. R. and R. C. Rosecrance. 2003. Mechanical versus herbicidal strategies for killing a hairy vetch cover crop and controlling weeds in minimum-tillage corn production. Am. J. Alternative Agric. 18: 95-102.
17. Teasdale, J. R., T. E. Devine, J. A. Mosjidis, R. R. Bellinder, and C. E. Best. 2004. Growth and development of hairy vetch cultivars in the Northeastern United States as influenced by planting and harvesting date. Agron. J. 96: 1266-1271.