한국유기농업학회지 제19권 2호
KOREAN JOURNAL OF ORGANIC AGRICULTURE
Volume 19, Number 2: 215-228, June 2011.

시설재배지 녹비작물 재배가 고추의 수량과 토양 이화학성에 미치는 영향*

양승구** · 서윤원*** · 이유석*** · 김현우*** · 마경철*** ·
임경호*** · 김홍재*** · 김정근*** · 정우진****

Effects of Green Manure Crops on Red-pepper Yields and Soil Physico-chemical Properties in the Vinyl House

Yang, Seung-Koo · Seo, Youn-Won · Lee, You-Seok ·
Kim, Hyun-Woo · Ma, Kyung-Cheel · Lim, Kyeong-Ho ·
Kim, Hong-Jae · Kim, Jung-Guen · Jung, Woo-Jin

To establish the organic cultivation of pepper using green manure crops, this work studied the growth characteristics and yield of green manure crops, mineral composition of green manure crops, mineral uptake in shoots of green manure crops, chemical composition in soil of green manure crops, and the growth characteristics and yield of pepper in vinyl house. Shoot dry weight of green manure crops was higher level in *Sorghum bicolor* and *Sorghum* than in *Crotalaria juncea* and *Glycine max*. Also, the roots were spread deeply into soil in *Sorghum bicolor* and *Sorghum*. Density of root-knot nematodes in rhizosphere of green manure crops was significantly more decrease in *Crotalaria juncea* and *Sorghum* than in *Glycine max* and *Sorghum bicolor*. Total nitrogen and CaO content of green manure crops was significantly higher in *Crotalaria juncea* and *Glycine max* than in *Sorghum bicolor* and *Sorghum*. K_2O content was significantly higher in *Sorghum bicolor* and *Sorghum* than in *Crotalaria juncea* and *Glycine max*. MgO content was not significant difference at all green manure crops. Cations content ratio of K_2O : CaO : MgO was 3.4 : 1.4 : 1. Total nitrogen uptake in shoots of green manure crops was high level in *Glycine max*, *Sorghum bicolor* and *Sorghum* compared with in *Crotalaria juncea*. K_2O and MgO uptake was significantly higher in

* 본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해서 수행되었습니다.
** 교신저자, 전라남도농업기술원(sky3878@korea.kr)
*** 전라남도농업기술원
**** 전남대학교 농업생명과학대학 응용생물공학부 친환경농업연구사업단

Sorghum bicolor and *Sorghum* than in *Crotalaria juncea* and *Glycine max*. Value of pH in soil of green manure crops was more increase in *Crotalaria juncea* and *Glycine max* than in *Sorghum bicolor*, *Sorghum* and control, but after cultivation of pepper pH in soil was recovered with initial soil pH before seeding of green manure crops. EC value in control, green manure crops, and pepper cultivation decreased by 44%, 15~18%, and 38~61% level, respectively, compared with initial soil of green manure crops treatment. K content in soil of control, *Crotalaria juncea* and *Glycine max* cultivation was increased by 14%, but the K content in soil of *Sorghum bicolor* and *Sorghum* decreased by 24~38%. Cation exchange capacity (CEC) in soil of *Crotalaria juncea* and *Sorghum bicolor* decreased by 11%, but CEC in soil of *Glycine max*, *Sorghum* and control increased by 11%. Harvest fruit yield was higher in *Crotalaria juncea*, *Glycine max*, and *Sorghum bicolor* cultivation than in control and *Sorghum*.

Key words : *green manure crops, mineral uptake, soil chemical composition, pepper*

Ⅰ. 서 론

우리나라는 국민소득과 지식수준의 향상으로 식품과 환경의 안전성에 대한 관심이 증가되어 유기재배 농산물의 생산과 소비가 급증하고 있으며, 유기 채소는 대부분 시설재배에서 생산되고 있다. 시설 채소는 다수확을 목표로 과다한 유기자재 투입에 의한 토양염류, 토양 무기성분의 길항작용, 병해충 확산으로 인한 농작물의 안정성과 수질 및 토양 오염에 의한 생태계 파괴 등 심각한 환경문제가 야기되고 있다(정과 손, 2000; 양 등, 2011a).

고추는 중요한 양념채소로 재배면적이 53천ha에서 연간 117천톤이 생산되고 있는데, 시설 고추는 같은 장소에서 동일한 비료와 퇴비 및 유기자재의 과도한 투입으로 토양의 양분 불균형이 초래되고 있다(박 등, 2009). 특히 고추 유기재배농가는 2009년 현재 941농가이고 재배면적은 2,259ha에서 약 3,878톤 정도 생산이 예상되고 있으나 고추 유기재배에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

IFOAM과 Codex의 유기식품 규격은 토양비옥도의 유지와 증진을 위하여 두과작물과 심근성작물 등 녹비작물 재배를 필수사항으로 규정하고 있다(류, 2008). 시설재배 연작지에 화본과 월동 녹비작물인 보리와 호밀을 재배하면 두과 녹비작물인 헤어리베치와 완두콩에 비하여 식물체량이 많아서 질소와 칼리의 고정량이 많아 토양에 염류제거 효과가 크고, 보리 등 녹비작물을 재배한 토양은 근균근(Arbuscular mycorrhizal fungi, AMF) 포자 밀도가 높아지며, 근균근 형성율이 증가된다(양 등, 2011b). 그리고 두과 녹비작물은 질소 고정 능력이 높아(Power와 Zachariassen, 1993), 체내 질소함량 증가로 질소비료를 절감할 수 있으며(Smith 등, 1987; Utomo 등, 1991; 서 등, 2000b), 콩 유기재배 시 녹비작물로 재배하면 토양

염류농도가 감소되고(윤과 남, 2009), 호밀과 헤어리베치는 피복효과가 높아 잡초발생을 억제 할 수 있다(서 등, 2005; 이 등, 2005).

따라서 본 시험은 시설 연작 토양에서 하계 녹비작물 재배가 유기재배 고추의 생육과 수량 그리고 토양 및 녹비작물의 무기성분 변화에 미치는 영향을 구명하고자 본 시험을 수행하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 녹비작물 재배

본 시험은 1984년 7월 2중 비닐하우스를 설치하여 1997년 친환경농업을 시작으로 현재 무농약인증 상태를 유지하고 있는 23년간 시설채소를 재배하고 있는 전남 나주시 남평읍 미사질양토(JD 중동통)의 비닐하우스를 이용하여 시험을 수행하였으며(표 1), 녹비작물 재배는 시비를 하지 않고 지하수(EC 0.43dS m^{-1}, pH 6.74, NO_3-N 9.2ppm , PO_4-P 2.2ppm, K 8.3ppm , Ca 39.9ppm, Mg 9.9ppm)를 이용하여 살수 관수하면서 유기재배 방법에 준하여 시험을 수행하였다.

녹비작물은 콩(익산52호 품종), 네마장황(*Crotalaria juncea*), 수수(재래종) 및 하우스솔고(*Sorghum bicolor*)를 난괴법 3반복으로 ha당 50kg을 파종하여 2007년 3월 22일부터 6월 4일까지 74일간 재배하여 녹비작물의 생육량과 식물체의 무기성분 함량 및 무기성분 고정량을 조사하였다.

Table 1. Chemical characteristics of the soil used in the experiment

T-N (%)	pH (1:5)	OM (g kg^{-1})	Available P_2O_4 (mg kg^{-1})	K	Ca	Mg	CEC	EC (dS m^{-1})
				($cmol^+$ kg^{-1})				
0.21	6.42	37.4	1,152	0.21	10.35	4.12	14.9	2.63

2. 토양 및 녹비작물의 무기성분 분석

토양 및 식물체 무기성분 함량은 농촌진흥청 농업과학기술원의 토양 및 식물체 분석법에 준하여 실시하였다.

토양의 무기성분 분석은 토양과 증류수를 1:5의 비율로 혼합하여 30분간 진탕시킨 후, pH와 EC(Orion, 4 star)를 측정하였다. 질산태 질소는 Kjeldahl법으로 측정하였다. 양이온인

K, Ca, Mg는 1-N ammonium acetate로 침출하여 atomic absorption spectrometer(Varian SF-200, Mulgrave, Australia)로 분석하였다.

식물체 분석은 식물체를 70℃에서 건조한 후 분쇄한 시료를 산 분해 용액($HClO_4$: H_2SO_4 =10:1)으로 습식 분해하여 전 질소는 Kjeldahl법으로, 인산은 Vanadate법으로, 양이온 K, Ca, Mg은 ICP(Perkin Elmne, Optima 7300 DV)로 정량하였다.

3. 녹비작물 재배지의 고추 생육 및 수량

2007년 6월 4일 녹비작물을 예취하여 녹비작물 재배 토양 표면에 깔아놓고, 트렉터를 이용 경운하여 토양과 혼합 환원하였다. 고추 묘는 초장 18.5cm, 엽장 5.4cm, 엽폭 3cm의 풋고추 "아만도" 품종을 2007년 7월 14일 정식 재배하였다. 재식거리는 135×38 cm로 ha당 19,490주를 정식하였으며, 9월 1부터 12월 11일까지 수확하고 시험을 완료하였다. 기비는 녹비로 대체하였는데, 퇴비와 석회 등 기비를 일체 투입하지 않고 추비는 처리에 관계없이 동일한 량의 시비를 하였다. 추비방법은 농촌진흥청 표준시비 처방(N : P : K =225 : 64 : 101kg ha^{-1})의 추비 권장량에 따라서 시판중인 유기질 비료(N : P : K : Ca=13 : 3 : 6 : 2%)를 이용하여 3회 추비(ha당 추비량 : N 206, P 48, K 95, Ca 32kg)하였다. 고추 수확 완료 후 토양(표토, <15cm)을 채취하여 무기성분의 변화를 분석하였다.

4. 통계분석

본 시험의 통계분석은 SAS 9.2(Statistical Analysis System Institute Inc. 2002) 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 처리간 유의성은 Tukey's Studentized Range(HSD) Test를 이용하여 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 하계 녹비작물의 생육 및 수량

녹비작물의 생육은 <표 2>에서 보는 바와 같이 화본과 녹비작물인 하우스솔고와 수수의 초장은 각각 216cm와 183cm로, 두과녹비 작물인 콩과 네마장황에 비하여 2배 이상 길었다. 그리고 지상부중 건물중은 하우스솔고와 수수가 각각 ha당 19,250kg과 15,250kg으로 콩과 네마장황에 비하여 2~4배 정도 많았다. 그러나 T/R율은 네마장황이 4.7, 콩은 11.5로 지상부에 대한 뿌리의 비율이 네마장황이 가장 높고 콩이 가장 낮았다.

Table 2. Growth characteristics and yield at green manure crops in vinyl house

Item	Shoot length (cm)	Max. Root length (cm)	Dry weight (kg ha^{-1})			T/R ratio	Yield index in shoot
			Shoot	Root	Total		
네마장황 *Crotalaria juncea*	119	36	4,750	1,010	57,600d	4.7	52
콩 *Glycine max*	92	32	9,110	790	9,900	11.5	100
하우스솔고 *Sorghum bicolor*	216	83	19,250	2,960	22,210	6.5	211
수수 *sorghum*	183	75	15,250	2,470	177,200	6.2	167

토양을 절개하여 육안으로 확인한 녹비작물 뿌리의 최대 분포 깊이는 화본과 녹비작물인 수수는 75cm, 하우스솔고는 83cm로, 두과녹비 작물인 콩 32cm, 네마장황 36cm보다 화본과 녹비작물의 뿌리가 깊게 분포하였다. 토양의 근권 개선 효과는 뿌리량이 많은 화본과 녹비작물인 하우스솔고와 수수가 효과적일 것으로 생각되었다.

녹비작물 재배에 따른 토양 300g당 뿌리혹선충 밀도는(그림 1) 수수는 36마리, 네마장황은 8마리로 하우스솔고와 콩 재배 토양에 비하여 현저하게 감소되었다.

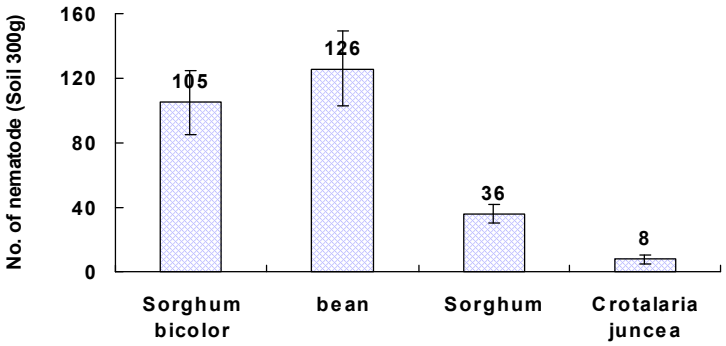

Fig. 1. Nematode density in the rhizosphere incorporated with green manure crops.

2. 녹비작물의 무기성분 함량

식물체의 T-N성분 함량은(표 3) 콩과 네마장황은 3%와 3.6%로, 수수와 하우스솔고 1.7%와 2.1%에 비하여 1.5배 이상 많았다. 한편 양 등(2010a)은 월동녹비작물 완두콩과 헤어리

베치의 식물체내 T-N성분 함량은 4~5%, 보리와 호밀녹비작물은 3% 수준이라고 하여 본시험과 유사한 경향을 보였다.

식물체 K_2O 함량을 살펴보면(표 3) 화본과 녹비작물인 하우스솔고는 3.7%, 수수는 2.8%로, 두과 녹비작물인 콩 2.6%와 네마장황 1.6%에 비하여 높은 경향이었다. 그러나 CaO 함량은 화본과 녹비작물인 하우스솔고와, 수수는 0.4~0.5%로, 두과 녹비작물 네마장황과 콩 1.1~1.3%에 비하여 낮은 경향이었으며, MgO 함량은 녹비작물 종류에 관계없이 0.7~1% 수준이었다. 녹비작물 식물체의 K_2O : CaO : MgO 함량비율이 두과는 평균 2.4 : 1.4 : 1 수준이었으며, 화본과 녹비작물은 평균 3 : 0.4 : 1 수준이었다.

양 등(2010a)은 월동녹비작물 식물체의 K_2O 함량은 4~5%라고 하였고, CaO 함량은 0.5~1.3% 수준이라고 하였으며, Mg 함량은 0.7~1.1% 수준이라고 하였다. 따라서 K_2O 함량은 본 시험보다 높고, CaO 함량과 Mg 함량은 본 시험과 유사한 경향을 보였는데, 이는 작물의 식물체내 양분 함량이 서로 다르기 때문으로 생각되었다.

Table 3. Composition of minerals at green manure crops in vinyl house

Item	T-N	K_2O	CaO	MgO
	---------- % ----------			
Crotalaria juncea	3.04^{ab}	1.56^{a}	1.07^{a}	0.72^{a}
Glycine max	3.55^{a}	2.59^{b}	1.34^{a}	1.03^{a}
Sorghum bicolor	1.66^{c}	3.68^{a}	0.41^{b}	1.05^{a}
Sorghum	2.05^{bc}	2.77^{ab}	0.50^{b}	1.07^{a}

* Values shown in each column are the means based on three replicates. Data followed by the same letter within columns are not significantly different ($p \leq 0.05$) as determined by Tukey's Studentized Range (HSD) Test.

3. 녹비작물 지상부의 무기성분 고정량

녹비작물이 식물체 지상부에 고정한 T-N량은(그림 2) ha당 콩은 323kg, 하우스솔고 320kg, 수수는 313kg 수준으로 네마장황 144kg에 비하여 많았다. 이와 같은 결과는 콩은 식물체의 무기성분 중 T-N 함량이 많은 원인이었으나, 수수와 하우스솔고는 지상부 식물체 건물량이 많은 원인으로 T-N의 고정량이 많았다. 양 등(2010a)은 월동녹비작물 재배 시험에서 N성분의 고정량은 96~221kg ha^{-1} 수준이라고 하였고, 김 등(2002)은 ha당 20톤의 헤어리베치를 투입하면 N성분 110~120kg의 공급효과가 있다고 하여 본 시험과 유사한 경향이었다.

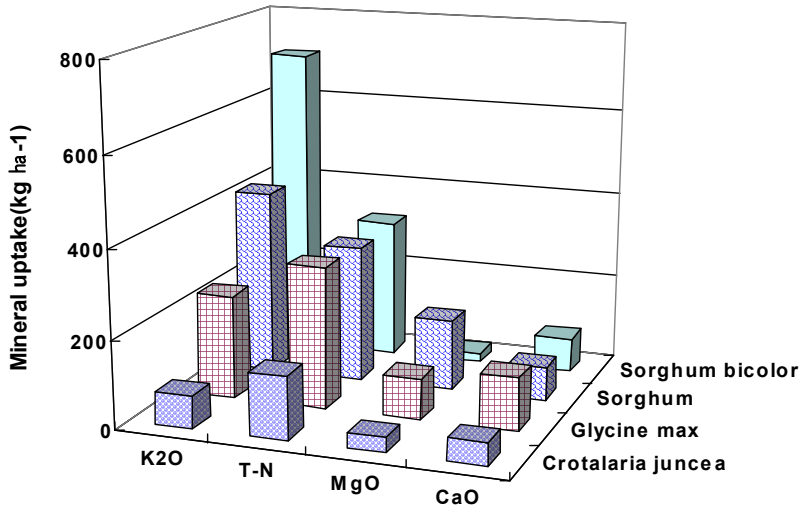

Fig. 2. Composition of fixing minerals uptaken from soil in shoots green manure crops of vinyl house.

녹비작물 식물체의 K_2O의 고정량은 K_2O의 성분함량이 높고 식물체 건물중이 많은 하우스솔고가 ha당 708kg, 수수는 422kg으로, 두과 녹비작물인 콩 236kg과 네마장황 74kg에 비하여 현저하게 고정량이 많았다(그림 2). 또한 CaO성분 고정량이 콩 녹비작물은 ha당 122 kg, 하우스솔고는 79kg, 수수는 76kg, 네마장황은 51kg 수준이었다. 녹비작물 식물체가 고정한 MgO 함량은 녹비의 식물체량이 많은 화본과 녹비작물인 하우스솔고는 ha당 202kg, 수수는 163kg 수준으로, 두과 녹비작물인 콩 94kg과 네마장황 34kg보다 MgO 고정량이 많았다.

한편 양 등(2010a)은 월동녹비작물 K_2O의 고정량은 110~280kg ha^{-1}라고 하여 본 시험이 두과 녹비작물과는 비슷한 수준이었으나, 건물량이 많은 화본과 작물보다는 현저하게 적었다. 그리고 CaO 고정량은 20~40kg ha^{-1}, MgO의 식물체 고정량은 17~26kg ha^{-1}으로 본시험보다 높았다.

4. 녹비작물 재배 토양의 토양 화학성 변화

시설 토양에 녹비작물을 재배하여 토양에 환원하기 전에 토양의 화학성에 미치는 영향을 조사한 결과(그림 3) 네마장황과 콩, 수수와 하우스솔고 재배 토양이 녹비작물을 재배하지 않은 무처리의 토양에 비하여 토양 pH가 증가되었다. 그리고 녹비작물을 재배하여 토양에 환원한 후 고추를 재배한 토양 pH는 대부분 녹비작물 파종 전 상태인 pH 6.4~6.5 수준으로 낮아졌으나, 지상부 건물 생산이 가장 많은 하우스솔고 재배 토양의 pH는 6.7로 높아

졌다. 이와 같은 결과는 호밀을 녹비작물로 재배한 결과 호밀 파종 전 산성토양이 pH 6.0 이상으로 높아져 토양화학성이 향상되었다 윤과 남(2009)의 결과와 유사한 경향이었다.

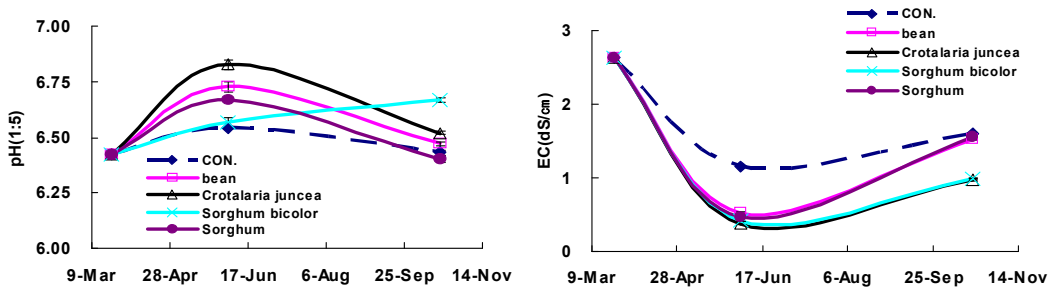

Fig. 3. Changes of pH, EC, and contentin soils by green manure crops and pepper grown in vinyl house.

염류농도 EC 2.63dS m^{-1}의 시설 토양에 녹비작물을 재배하지 않은 무처리의 염류농도는 재배후 1.16dS m^{-1}으로 44% 수준으로 감소되고, 콩과 네마장황, 하우스솔고, 수수 재배 토양은 0.38d~0.52dS m^{-1}으로 15~18% 수준으로 감소되었다. 그리고 무처리와 콩, 수수 재배하여 환원한 후 고추를 재배한 토양의 염류농도는 1.6dS m^{-1}으로 녹비작물 재배 전 토양 염류농도의 61%, 네마장황과 하우스솔고 재배 토양의 염류농도는 1.0dS m-1으로 녹비작물 재배 전 토양 염류농도의 38% 수준으로 증가되었다. 고추 재배 후 토양에 염류농도가 증가된 원인은 고추 재배 시 투입한 추비량과 환원한 녹비작물이 고추재배 기간 동안 분해 무기화되어(윤과 남, 2009) 나타난 결과로 생각되었다.

녹비작물 재배가 토양 유기물 함량에 미치는 영향은 그림 4에서 보는 바와 같이 녹비작물 파종 전에 비하여 하우스솔고 재배 토양을 제외하면 유의적인 차이가 없었으나, 녹비작물 환원 후 고추를 재배한 토양의 유기물함량은 녹비작물 재배 전 토양의 24~33% 정도 감소되었다. 그리고 하우스솔고 재배 토양의 유기물 함량은 녹비작물 재배 전 토양에 비하여 현저하게 저하되었으나, 환원하여 고추 재배 후 토양의 유기물함량은 증가되었다. 양 등(2010a)은 월동 녹비작물을 재배하여 토양에 환원하기 전에 조사한 토양 pH는 증가되었고 토양에 EC 농도는 현저한 저하를 보였다고 본 시험과 유사한 경향을 보였다. 고추 재배 토양의 유기물 함량의 감소는 유기물이 분해되어 고추가 흡수 이용된 결과로(윤과 남, 2009) 생각되었다.

콩 녹비작물 재배 토양의 T-N 함량은(그림 4) 0.21%로 변화가 없었으나, 하우스솔고 재배 토양의 T-N 함량은 0.09%로 녹비작물 재배 전 토양의 42% 수준으로 감소되었다. 기타 처리에서는 토양의 T-N 함량이 0.14~0.16%로 녹비작물 재배 전 토양의 67~76% 수준이었다. 그리고 녹비작물을 토양에 환원한 후 고추를 재배한 토양의 T-N 함량도 0.12~0.16%로

녹비작물 재배 전 토양의 57~76% 수준이었다.

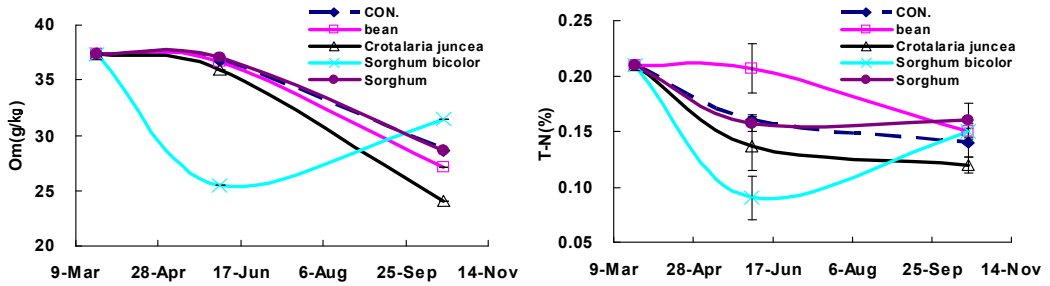

Fig. 4. Changes of organic metter and total nitrogen content in soils by green manure crops and pepper grown in vinyl house.

한편 월동 녹비작물을 재배 토양의 T-N 함량이 감소되었다는 양 등(2010a)의 결과와 같은 경향을 보였다.

하우스솔고 재배 토양은 pH가 증가되고, 토양의 염류농도와 유기물함량, T-N 함량이 감소되었는데, 이는 기타 녹비작물에 비하여 건물량이(표 2) 최소 1.6배에서 4배 정도 많아 토양에 무기성분 흡수량이 현저하게 많은(그림 2) 원인으로 추정되었다. 그리고 하우스솔고를 토양에 환원한 후에 토양의 pH와 EC, 유기물함량 그리고 T-N와 인산함량의 증가는 타 녹비작물에 비하여 건물량이 상대적으로 많아서 토양에 환원된 유기물함량이 많고 무기화된 무기성분량이 많은 원인으로 생각되었다.

녹비작물을 재배하지 않은 무처리에서 녹비작물 재배전 토양에 비하여 토양 pH가 감소되고 EC 농도와 T-N 성분량이 감소된 점은 녹비작물 재배 토양과 동일하게 관수하여 관리한 관계로 미사질 양토의 특성상 토양에 질소성분 등 무기염류가 지하로 유출된 관계로 생각되었다.

녹비작물 재배 토양의 K 농도는(그림 5) 콩과 네마장황 재배 토양에서 0.21 ~ 0.24cmol^{+} kg^{-1} 수준으로 14% 정도 증가되었으나, 하우스솔고와 수수 재배 토양의 K 농도 0.13~0.16 cmol^{+}kg^{-1}으로 24~38% 정도 감소되었다. 그리고 녹비작물을 환원한 후 고추를 재배한 토양의 K 농도는 0.18~0.24cmol^{+}kg^{-1}으로 녹비작물재배 전 토양에 비하여 ±14% 수준이었다.

녹비작물 재배 토양의 Ca 농도는(그림 5) 7.5cmol^{+}kg^{-1}으로 27% 정도 감소된 하우스솔고 재배 토양을 제외하면 9.9~10.3cmol^{+}kg^{-1}으로 녹비 재배 전 토양과 유의적인 차이가 없었다. 그리고 녹비를 환원한 후 고추를 재배한 토양의 Ca 농도는 7.9~8.8cmol^{+}kg^{-1} 수준으로 녹비작물 재배 전 토양에 비하여 24~15% 정도 토양의 Ca 농도가 감소되었다.

녹비수량이 많았던 하우스솔고 재배 토양의 Mg 농도는(그림 5) 3.0cmol^{+}kg^{-1}으로 27% 정도가 감소되었으며, 기타 녹비재배 토양은 5~10% 정도 감소되었으나, 녹비작물을 재배하지

않은 무처리 토양은 변화가 없었다. 녹비작물을 토양에 환원 후 고추를 재배한 토양의 Mg 농도는(그림 5) 녹비작물 종류에 따라서 2.9~3.2cmol^{+}kg^{-1} 수준으로 녹비작물 재배 전 토양에 비하여 22~29% 정도 감소되었다.

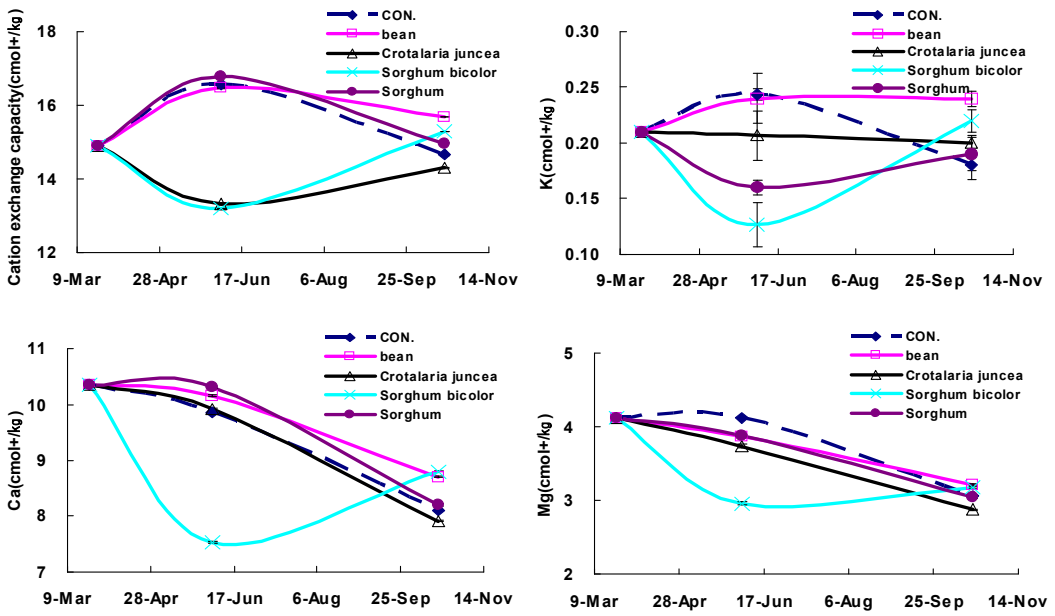

Fig. 5. Changes of cation (Cation exchange capacity, K, Ca, and Mg) content in soils by green manure crops and pepper grown in vinyl house.

양 등(2010a)은 월동녹비작물 재배 토양의 K과 Ca, Mg 농도는 녹비의 종류에 관계없이 감소되었으며, 녹비를 환원하여 고추를 재배한 토양의 K과 Ca, Mg 농도도 감소되었다고 하였다. 그러나 본 시험에서 하우스솔고를 재배하여 토양에 환원 후 고추를 재배한 토양의 K과 Ca, Mg 농도가 증가되어 다른 경향을 보였는데, 이는 기비를 시용하지 않고 동일하게 추비(추비 총량 ha당 N 20.6, P 4.8, K 9.5, Ca 3.2kg, 진흥청 표준 추천량의 N 92%, P 74%, K 94% 공급)하여 재배한 결과 기타 녹비작물에 비하여 건물 생산량이 많은 하우스솔고가 토양 환원 후 무기화된 량이 상대적으로 많은 결과로 추정되었다.

녹비작물 재배 토양의 양이온치환용량은(그림 5) 녹비작물 재배 전 토양에 비하여 ±11% 수준이었으며, 녹비작물을 토양에 환원한 후 고추를 재배한 결과 토양의 양이온치환용량은 녹비작물 재배 전 토양의 ±5% 수준으로 처리간에 차이가 적었다.

일반적으로 녹비작물을 재배하면 녹비작물이 무기성분을 흡수하여 이용하기 때문에 토양에 무기성분이 감소되어야 하지만 이번 시험의 결과에서 녹비작물을 재배하지 않은 무처리와 콩 그리고 수수를 녹비작물로 재배한 토양의 칼리 함량은 14% 정도 증가되었다(그

림 2). 간접적인 공급은 녹비작물 재배 시 공급된 지하수에 함유된 칼리 함량에 의하여 토양에 농도가 증가될 수 있을 것으로 생각되었다. 그리고 토양분석용 시료 채취 시 토양 표면의 잔재물을 제거하고 표토로부터 15cm 깊이까지 토양을 채취하여 2mm의 채를 통과한 시료로 이용 분석하기 때문에 토양표면에 존재하는 비교적 많은 량의 유기물과 굵은 뿌리와 같은 비교적 큰 유기물의 덩어리가 제거되어 실제 녹비작물 재배 전 토양에 존재한 인산과 칼리 함량보다 적게 평가될 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 무경운 유기재배와 같이 토양 속에 유기물을 투입하지 않고 재배 작물의 잔재물을 토양표면에 전량환원하며 유기물 투입도 토양표면을 통하여 공급하는 경우 토양 시료 채취의 방법도 개선이 필요할 것으로 생각되었다.

5. 고추의 생육 및 수량

고추의 초장과 엽장 등 생육은 <표 4>와 같이 처리간에 유의적인 차이가 없었다.

Table 4. Growth characteristics of pepper grown in green manure crops (Harvest time: Aug. 24, 2007)

Treatment	Shoot length (cm)	Internode length (cm)	No. of internode (ea. plant^{-1})	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Control	82.5	56.0	7	17.0	12.4
Crotalaria juncea	82.6	55.8	8	17.7	12.9
Glycine max	82.6	57.0	8	17.8	13.3
Sorghum icolor	83.2	55.6	7	18.7	13.4
Sorghum	88.0	59.8	8	19.5	13.8

두과 녹비작물인 콩과 네마장황재배 토양에서 재배된 고추의 수확과수는 무처리와 하우스솔고 재배지에 비하여 많았다. 그리고 콩과 하우스솔고, 네마장황 재배 토양에서 생산된 고추의 1과중은 15.3g으로, 무처리와 수수재배 토양에서 생산된 1과중 14.6g보다 유의성 있게 증가되었다. ha당 풋고추 수량은 무처리 41,930kg에 비하여 두과녹비 작물인 네마장황 51,570kg, 콩 재배 토양은 50,240kg, 화본과 녹비작물 수수는 50,750kg, 하우스솔고 재배지는 44,930kg으로 녹비작물 재배지에서 생산된 고추 수량이 무처리에 비하여 7~23% 정도 증가되었으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 이와 같은 결과는 호밀을 녹비작물로 재배하면 무처리에 비하여 콩의 지상부 생육을 향상시키고(서 등, 2007) 수량이 증수된다(윤과 남, 2009)는 기존의 보고와 같은 경향이었다.

본 시험에서 난괴법으로 시험구를 배치하여 녹비작물을 환원 재배한 고추가 23% 정도 수량 차이를 보였으나 유의적인 차이를 보이지 않은 것은 시설하우스의 특성상 위치에 따라서 온도와 광 그리고 상대습도 등 환경에 편차가 크기 때문에 비교적 짧은 기간에 녹비작물이 무기화되어 고추가 흡수 이용한 처리의 효과가 유의적인 차이를 보이지 않은 원인으로 추정되었다.

Table 5. Yield of pepper grown in green manure crops
(Harvest time: Sep. 1.~Dec. 11, 2007)

Treatment	No. of fruit (ea. $Plant^{-1}$)	Fruit weight (g $Plant^{-1}$)	Fruit weight (g $ea.^{-1}$)	Yield (kg ha^{-1})	Yield index
Control	150.8	2,203	14.6	41,930	100
Crotalariajuncea	182.9	2,710	15.2	51,570	123
Glycine max	172.1	2,640	15.3	50,240	120
Sorghum bicolor	154.6	2,361	15.2	44,930	107
Sorghum	179.1	2,667	14.6	50,750	121

Ⅳ. 적 요

본 연구는 자원 순환농법으로 환경 친화적인 고추 유기재배 기술을 확립하고자 하계 녹비작물의 재배가 시설 토양의 화학성과 고추의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하고자 시험을 수행하였다. 화본과 녹비작물인 하우스솔고와 수수는 건물수량이 많았으며, 뿌리도 깊게 분포하였다. 뿌리흑선충의 밀도는 수수와 네마장황 재배 토양에 하우스솔고와 콩 재배 토양에 비하여 현저하게 감소되었다. 녹비작물의 무기성분 함량은 네마장황과 콩에서 T-N와 CaO 함량이 높았다. 녹비작물의 무기성분 중 T-N 고정량은 콩과 하우스솔고 그리고 수수가, K_2O와 MgO의 고정량은 하우스솔고와 수수에서 많았으며, CaO의 고정량은 콩 녹비작물에서 많았다. 녹비작물 재배 토양의 pH는 증가되었으나, 녹비작물을 환원 고추를 재배한 토양의 pH는 감소되었다. 녹비작물 재배 토양의 염류농도는 현저하게 감소되었으나, 녹비작물을 환원 후 고추를 재배한 토양의 염류농도는 증가되었다. 녹비작물 재배 토양의 유기물함량은 하우스솔고 재배 토양을 제외하면 유의적인 차이가 없었으나, 고추를 재배한 토양의 유기물함량은 감소되었다. 토양의 T-N함량은 콩을 제외하고 녹비작물 재배에 의하여 감소되었다. 녹비작물 재배 토양의 K농도는 콩 재배 토양에서 증가되었으나, 하우스솔고와 수수 재배 토양은 감소되었다. 녹비작물을 환원 고추를 재배한 토양의 K 농도는 콩과

하우스솔고 재배 토양에서 증가되었다. 녹비작물 재배 토양의 Ca과 Mg 농도는 하우스솔고 재배 토양을 제외하면 유의적인 차이가 없었으나, 녹비작물을 환원 고추를 재배한 토양에서 감소되었다. 녹비작물 재배 토양의 양이온치환용량은 네마장황과 하우스솔고 재배토양에서 감소되었으나, 수수와 콩, 무처리 토양은 증가되었으며, 녹비작물을 환원 고추를 재배한 토양은 유의적인 차이가 없었다. 녹비작물을 토양에 투입 환원 후 재배한 고추의 생육과 수량은 처리간에 유의적인 차이는 없었으나, 고추 수량은 녹비작물 재배 토양이 무처리에 비하여 7~23% 정도 증가되었다.

[논문접수일 : 2010. 9. 24. 논문수정일 : 2010. 10. 31 최종논문접수일 : 2011. 6. 23]

참 고 문 헌

1. 김충국·서종호·조현숙·최성호·김시주. 2002. 벼 재배시 헤어리베치 녹비의 이용 효과. 한국토양비료학회지 35: 169-174.
2. 류종원. 2008. 고랭지에서 파종시기에 따른 헤어리베치와 올리포트베치의 생육특성 및 녹비생산량. 한국유기농학회지 16(4): 409-420.
3. 박진면·이인복·강윤임·황기성. 2009. 무기질 및 유기질 비료 시용이 고추 생육과 토양 화학성에 미치는 영향. 한국원예학회지 27(1): 24-29.
4. 서윤원·양승구·김현우·정종모. 2008. 배추 유기재배지 토양관리 기술체계 확립, 영농활용자료. 전남농업기술원연구보고서. pp. 66-84.
5. 서종호·이호진·김시주. 2000a. 헤어리베치의 추파시기에 따른 녹비의 수량 및 질소량 변화. 한국잡초학회지 45: 400-404.
6. 서종호·이호진·허일봉·김시주·김충국·조현숙. 2000b. 동계 녹비작물 초종별 화학성 및 생산성 비교. 한국초지학회지 20(3): 193-198.
7. 서종호·이호진·허일봉·김시주·김충국·조현숙. 2000c. 동계 사초호밀 및 녹비 헤어리베치 재배에 따른 토양 질산태질소 및 옥수수 질소 흡수량 비교. 한국초지학회지 20(3): 199-206.
8. 서종호·박종열·송득영. 2005. 경사지 밭토양 유실억제 및 질소비료 절감에 대한 피복작물 헤어리베치의 효과. 한국토양비료학회지 38(3): 134-141.
9. 서종호·이재은·박호기·김석동. 2007. 콩 질소집적에 대한 호밀녹비 효과 및 시비 중질소 회수율. 작물과학연구논총 8: 622-6291.
10. 손보균·진서영·김홍림·조주식·이도진. 2008. 인삼재배 예정지의 Arbuscular 근균균

(AMF) 번식체 밀도 향상. 한국토양비료학회지 41: 170-176.
11. 손상묵. 2000. 한국 토착유기농업의 토양비옥도 증진책의 문제점과 대안. 한국유기농학회지 8: 53-77.
12. 송창길·강봉균. 2000. 녹비작물 재배 후 플라스틱 필름 멀칭에 따른 가을감자의 더뎅이병 방제 및 수량 특성 변화. 한국유기농학회지 8: 99-109.
13. 양승구·서윤원·김병호·손보균·위치도·최경주·정우진·박노동. 2011a. 시설토양에서 녹비작물 재배가 무경운 유기재배 고추의 Arvusular Mycorrhizal fungi(AMF) 포자에 미치는 영향. 한국유기농학회지 19(3): 게재예정.
14. 양승구·서윤원·김용순·임경호·김선국·김홍재·김정근·정우진. 2011b. 녹비작물 재배가 무경운 재배 고추의 생육과 수량 및 시설토양의 화학성에 미치는 영향. 한국유기농학회지 19(2): 게재예정
15. 윤덕훈·남기웅. 2009. 콩 유기재배시 춘파 호밀 간작의 효과. 한국유기농학회지 17: 529-538.
16. 유영채·이철원·송범헌·오성환·최낙거. 2007. 과수원에서 헤어리베치(Vicia villosa Roth)를 이용한 잡초방제 효과. 한잡초지 27(2): 140-147.
17. 이정태·이계준·박철수·황선웅·용영록. 2005. 고랭지 배추 재배지에서 헤어리베치 초생재배에 의한 토양유실 경감 및 질소비료 공급효과. 한국토양비료학회지 38(5): 294-300.
18. 정경란·손상묵. 2000. 두과·녹비작물 재배를 통한 유기농업 토양비옥도의 유지와 증진. 한국유기농학회지 pp. 97-110.
19. Curran, W. S. and L. D. Hoffman. 1994. The influence of a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop on weed control in corn. Weed Technol. 8: 777-784.
20. Fisk, J. W., O. B. Hesterman, A. Shrestha, J. J. Kells, R. R. Harwood, J. M. Squire, and C. C. Sheaffer. 2001. Weed suppression by annual legume cover crop in no-tillage corn. Agron. J. 93: 319-325.
21. Power, J. F. and J. A. Zachariassen. 1993. Relative nitrogen utilization by legume cover crop species at three soil temperatures. Agron. J. 85: 134-140
22. Rural Development Administration. 2006. Method of soil chemical analysis. RDA. Suwon, Korea.
23. Smith, M. S., W. W. Frye, and J. J. Varco. 1987. Legume Winter cover crops. Advances in soil Sci. 7: 95-139.
24. 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.