

배 유기재배에서 녹비작물 재배에 의한 식물양분 환원효과*

임경호** · 최현석*** · 김월수**** · 김선국***** ·
송장훈** · 조영식** · 최장전** · 정석규*****

Nutrient Contribution of Green Manure Crops in an Organic Pear Orchard

Lim, Kyeong-Ho · Choi, Hyun-Sug · Kim, Wol-Soo · Kim, Sun-Guk ·
Song, Jang-Hoon · Cho, Young-Sik · Choi, Jang-Jeon · Jung, Seok-Kyu

This study was conducted to evaluate the effects of ground cover treatments on the nutrient contribution in a 'Niitaka' pear (*Pyrus pyrifolia*) orchard. Treatments included; 1) sod culture, 2) winter cover crop [ryegrass+hairy vetch], and 3) winter [ryegrass+hairy vetch]+summer [greensolgo (sudan grass (*Sorghum bicolor* L.))+nemajanghwang (*Crotalaria juncea* L.)] cover crops. Ryegrass and hairyvetch were seeded with 6.4 kg/10a and 3.0 kg/10a, respectively, on October 17 of 2008, and greensolgo and nemajanghwang were seeded with 2.0 kg/10a and 3.0 kg/10a, respectively, on June 4 of 2009 at a diligent farmer in Boseong in Chonnam. Winter+summer cover crops provided greater amounts of dry weight, followed by winter cover crop and sod culture. The difference of amounts of dry weight from the ground covers affected to the levels of total N, P, and K contents, which were greater nutrient levels than those of recommended nutrient requirement for satisfying 10- to 12-year-old pear tree growth. Greater amounts of dry weight from the ground covers increased organic matter and concentrations of K and Mg in soil. Foliar nutrient concentrations, as an indicator of nutrient status of a tree, were not affected by application of ground cover treatments.

Key words : *ground cover, hairyvetch, nutrient, organic pear, ryegrass*

* 본 연구는 국립원예특작과학원 배시험장과 전남농업기술원의 지원으로 수행되었습니다. 또한국
립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호 : 006847032011)의 지원에 감사드립니다.

** 원예특작과학원 배시험장

*** 교신저자, 국립농업과학원 유기농업과(dhkdwk7524@daum.net)

**** 전남대학교 원예학과

***** 전라남도농업기술원

***** 경희대학교 한방재료가공학과

I. 서 론

1990년대 이후로 유럽과 북미에서는 정부의 중장기 환경보호 정책과 국민들의 기능성 건강식품에 대한 관심으로 유기과수 생산이 연간 20% 이상 꾸준히 증가하고 있는 것으로 조사되어 왔다(Bertschinger et al., 2004). 국내 유기농 산업도 마찬가지로 증가 추세가 뚜렷하나 유기 배 과수생산은 현재까지 뚜렷한 성장을 보이지 않고 있다. 이는 과학적인 정보나 기술적인 경험 부족, 병해충에 노출되기 쉬운 여름철 고온다습한 기상환경, 그리고 판매 활로 개척의 불투명성 등이 유기 배를 생산하는데 있어서 가장 큰 어려움으로 알려져 있다. 이러한 유기 배 재배 중에서도 자연 초생을 피복작물로 이용한 녹비재배는 국내에서 가장 많이 이용되고 있는 농법중의 하나이다. 자연초종을 이용한 녹비재배는 토양의 통기성을 개선하여서 물리성을 좋게 하고 녹비가 어느 정도 성장하였을 경우에는 예초를 해줌으로써 토양으로의 유기물과 무기양분을 공급해주는 역할을 한다(Choi et al., 2011a; Choi et al., 2011b; Choi et al., 2011c; Lim et al., 2011a; Lim et al., 2011b). 하지만 자연초종은 기상의 영향을 많이 받아서 초종 공급량이 매해 달라질 수가 있어서 배나무가 연간 필요로 하는 무기성분량 요구량을 맞추기 위한 초생의 양분 배출량을 추정하기가 쉽지는 않다(Lim et al., 2011a; Lim et al., 2011b).

부족한 초종 공급을 보완하기 위해서 질소 고정능이 뛰어난 헤어리베치나 국내자생종인 얼치기완두나 새완두 등을 이용하며(Cho et al., 2011; Lim et al., 2011a; Lim et al., 2011b; Seo and Lee, 2005), 두과작물에 의한 질소공급 과다는 화본과 목초인 오차드그라스나 호밀 등으로 완화시켜서 공급량을 조절하기도 한다(Granatstein and Sánchez, 2009). 바이오매스 환원량(토양 유기물 증진 목적)을 증진시키는 호밀의 경우 토양과 식물체간의 동일한 질소량이 순환되는 반면 헤어리베치 등의 질소고정 식물은 대기 중의 질소 고정량을 증진시킴으로써 토양의 질소총량 증진과 배나무의 무기성분 함량을 향상시킬 수 있다. 하지만 이러한 녹비작물 재배방법에 따라서 질소공급량이 수치화되어 나온 문헌 등은 많이 있지만 과수원에서 녹비작물에 의한 식물양분이 어느 정도의 양이 환원되는 지에 관한 보고는 없는 실정이다.

이에 본 시험은 배 과수원의 녹비작물 재배에 따른 식물양분의 토양 환원효과를 검토하여 토양과 잎의 무기성분에 어떠한 영향을 미치는 지에 관해 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험재료 및 재배 포장

전라남도 보성지역에 2006년에 유기농으로 인증된 10~12년생 ‘신고’ 배 과수원에서 2008년~2009년에 수행되었다. 유기농으로 인증되기 전에는 2년간 무농약 자연초종에 의해 배나무가 재배되고 있었으며 30% 이하의 화학비료로 양분급원을 충족시켰다. 무농약과 유기농으로 인증 후에 퇴비는 유기질쌀겨 250kg/10a로 사용하였고 쌀겨의 전질소 농도는 2.1%, 인산은 3.8%, 칼륨은 1.4%로 조사되었다. 배나무는 덕식수형으로 재식거리 6×7m로 표토의 토성은 양토이고 심토는 식양질로 자갈함량이 적은 과원이었다. 병충해 방제에 관한 정보는 <Table 1>에 간략하게 제시하였다.

Table 1. Summary of insect and disease protection program in an organic pear orchard during the growing season

Date	Active ingredient	No of applications	Target
April	a) Lime sulfur (20 L)	a) 1	a) Scab, rust, oriental fruit moth
	b) Clay sulfur (1L)+lime sulfur (1 L)	b) 2	b) Scab, rust, aphid, pear sucker
May to June	a) Plant extract (5 L) + ginkgo pyroligneous liquid (2 L)	a) 1	a) Scab, rust, pear phylloxera, leaf roller
	b) Clay sulfur (2 L)+lime sulfur (0.5 L) + cooking oil (1 L)	b) 1	b) Scab, oriental fruit moth, aphid, mite
	c) Clay sulfur (2 L)+lime sulfur (1 L) + cooking oil (1 L)	c) 2	c) Scab, oriental fruit moth, comstock mealybug, leaf roller
	d) Clay sulfur (1.5 L)+lime sulfur (0.5 L)	d) 1	d) Scab, rust, pear phylloxera, comstock mealybug, aphid
July to August	a) Plant extract (5 L) + lactobacillus (1 L) + photosynthetic bacteria (1 L)	a) 1	a) Canker, Oriental fruit moth, comstock mealybug, aphid, mite

Dose rates in organic system are expressed in 500 L of tank volume per hectare.

Data is adapted from unpublished manuscript (Choi et al., 2011d).

2. 녹비작물 재배

처리는 녹비작물 재배방법에 따라 1) 방입초생, 2) 겨울철 녹비작물 재배(호밀+헤어리베치), 3) 겨울철 녹비작물+여름철 녹비작물[그린솔고(수단그라스 품종(*Sorghum bicolor* L.))+네마장황(클로타라리아 품종(*Crotalaria juncea* L.))]으로 나누어서 2008년~2009년에 파종 및

녹비작물 재배를 하여서 시험을 수행하였다. 겨울철 녹비작물인 호밀과 헤어리베치는 각각 6.4kg/10a와 3.0kg/10a로 2008년 10월 17일에 파종하였으며, 여름철 녹비작물인 수단그라스와 네마장황은 각각 2.0kg/10a와 3.0kg/10a로 2009년 6월 4일에 파종하였다. 처리는 임의배치법으로 1주 1반복으로 처리당 5반복으로 하였다. 2008년~2009년에 예초는 각각 2회 실시하였는데 녹비작물의 저장양분이 가장 많은 출수기에 예초한 후에 표토위에 피복하였다. 겨울녹비의 1차와 2차 예초는 각각 2009년 4월 14일과 5월25일에 실시하였고, 여름녹비의 1·2차 예초는 2009년 8월 26일과 9월 25일에 각각 수행되었다. 예초 직후에 녹비작물을 단위면적당 수확하여서 건조 후 건물중을 측정하였다.

3. 조사내용

2009년 6월 4일에 배나무 수관(canopy) 주위의 토양 0~20cm 깊이에서 나무 한 주당 세 군데에서 토양을 채취한 후에 비닐팩에 넣어서 그늘진 곳에서 말렸다. 토양을 건조 후 2mm 토양체로 통과시킨 후에 pH를 1:5(H₂O)로 측정하였다. 토양의 무기성분 분석은 농촌진흥청 농업과학원에서 제시한 토양 및 식물체 분석법(NAAS, 2011)에 준하여 녹비작물의 무기성분을 분석하였는데, 전질소는 CN 분석기로(Variomax CN, ELEMENTAR, Germany), 유효인산은 Lancaster법, 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 1M-ammonium acetate로 침출 후 ICP로 정량하였다.

녹비작물을 수확하여 80℃ 온풍기에서 건조시켜 믹서기로 잘게 분쇄한 후에 식물체 무기성분 분석은 위의 토양분석과 마찬가지로 토양 및 식물체 분석법(NAAST, 2008)에 의거해서 분석되었다. 식물체 시료를 가지고 전질소는 황산으로 분해한 후에 Kjeldahl법으로, 인산은 ammonium metavanadate 비색법에 의해서 측정하였다. 칼륨은 ternary 용액(HNO₃:H₂SO₄:HClO₄, 10:1:4, v/v/v)으로 열판에서 가열 분해 후에 ICP(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, Pye-unicam PU 9000, England)로 측정하였다.

배나무 잎 채취는 Faust et al.(1989)의 방법으로 잎내 무기성분 이동이 적은 개화 후 110일 후인 8월 13일에 도장된 가지의 중간부위의 위치의 잎을 한 주당 100매 정도 채취하여서 비닐팩에 넣어서 실험실로 운반하였다. 배나무 잎 샘플은 녹비작물의 무기성분 분석방법을 따랐다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

녹비작물 초종에 따른 초장은 호밀과 그린솔고가 1차와 2차 예초에서 가장 크게 관찰되었다(Table 2). 줄기수는 1차와 2차 예초에서 화본과 녹비작물인 호밀이 600개/m² 이상으로

가장 많았으며 네마장황이 가장 적었다.

Table 2. Growth characteristic of height and shoot number of cover crops as affected by ground cover treatments

Treatment		Height (cm)		Shoot number (No/m ²)	
		1st mowing	2nd mowing	1st mowing	2nd mowing
Winter cover crop	Ryegrass	137±10 ^y	108±8	620±73	607±34
	Hairyvetch	70±7	70±4	218±58	38±10
Summer cover crop	Greensolgo	153±26	159±13	141±28	177±38
	Nemajanghwang	106±13	65±3	48±6	60±15

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

Table 3. Dry weight of cover crops as affected by ground cover treatments

Treatment		Dry weight (kg/10a)						Total
		Winter cover crop			Summer cover crop			
		Rye grass	Hairy vetch	Vegetation	Green solgo	Nema janghwang	Vegetation	
Sod culture	1st mow	-	-	383±113 ^y	-	-	463±69	-
	2nd mow	-	-	314±43	-	-	290±70	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	1,450
Winter cover crop	1st mow	703±31	127±18	12±3	-	-	463±69	-
	2nd mow	337±29	26±2	19±5	-	-	290±70	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	1,977
Winter+Summer cover crop	1st mow	703±31	127±18	12±3	331±41	101±17	193±29	-
	2nd mow	337±29	26±2	19±5	331±75	16±5	155±41	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	2,330
Total		1,040	153	697	642	117	753	-

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

녹비작물의 초종별 건물중은 호밀(1,040kg/10a) > 그린솔고(642kg/10a) > 헤어리베치(153kg/10a) > 네마장황(117kg/10a)로 조사되었다(Table 3). 녹비작물 초종에 관계없이 녹비 재배방

법에 따른 건물중은 겨울+여름녹비작물(2,330kg/10a) > 겨울녹비작물(1,977kg/10a) > 방임초생(1,450kg/10a) 순으로 관찰되었다. 일반적으로 수단그라스계인 그린솔고는 C4 식물로 광합성 효율이 우수하여 바이오매스 증진이 우수한 농작물로 본 시험에서도 높은 건물중이 관찰되었다. 화분과 C3 식물인 호밀도 본 시험에서는 재식밀도가 촘촘한 밀식으로 지상부와 지하부 생육이 우수하여 높은 건물중을 보인 것으로 판단되었다.

Table 4. Total N production of cover crops as affected by ground cover treatments

Treatment		T-N (kg/10a)						Total
		Winter cover crop			Summer cover crop			
		Rye grass	Hairy vetch	Vegetation	Green solgo	Nema janghwang	Vegetation	
Sod culture	1st mow	-	-	7.4±1.7 ^y	-	-	4.6±0.5	-
	2nd mow	-	-	5.3±0.5	-	-	5.9±1.3	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	23.2
Winter cover crop	1st mow	9.0±0.9	4.5±0.8	0.0±0.0	-	-	4.6±0.5	-
	2nd mow	4.8±0.1	0.7±0.02	0.4±0.09	-	-	5.9±1.3	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	30.0
Winter+Summer cover crop	1st mow	9.0±0.9	4.5±0.8	0.0±0.0	3.9±1.8	1.6±0.4	2.5±0.6	-
	2nd mow	4.8±0.1	0.7±0.02	0.4±0.09	8.4±1.4	0.5±0.1	5.0±2.3	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	41.4
Total		13.8	5.3	12.7	12.8	2.2	10.5	-

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

녹비작물 재배 초종에 따른 전질소의 환원량은 건물중이 가장 높았던 호밀과 그린솔고가 각각 13.8kg/10a과 12.8kg/10a로 가장 높았으며 헤어리베치(5.3kg/10a) > 네마장황(2.2kg/10a) 순으로 녹비작물의 건물중에 영향을 받은 것처럼 판단되었다(Table 4). 헤어리베치와 네마장황의 전질소 농도가 각각 3.2%와 2.6%로 호밀과 자연초종 그리고 그린솔고(1.4~2.0%) 보다 높았더라도(data not presented) 초종에 따른 건물중의 유의성 있는 차이가 초종의 농도에 따른 차이를 어느 정도 상쇄시킨 것으로 판단되었다(Faust, 19889). 호밀 재배는 질소환원량을 증가시켰던 녹비 효과 이외에도 재배 중 토양의 물리성을 개량할 것으로 판단되며 앞으로의 연구에서도 토양물리성에 대한 부분이 수행되어야 할 것으로 판단되었다. 녹비작물 재배방법에 따른 전질소 환원량은 겨울+여름녹비작물(41.4kg/10a) > 겨울녹비작물

(30.0kg/10a) > 방입초생(23.2kg/10a)으로 관찰되었다. 국내에서 10~12년생 배나무 생장과 유지를 위해 연간 필요로 하는 질소와 인산 그리고 칼륨은 10-5-8kg/10a를 추천량으로 요구되고 있다(NIHHS, 2011). 이전의 해외 연구에서 예측된 녹비작물이나 과수원 표토위에 축적된 식물체 잔재물은 일반적으로 3개월이 지난 후에도 식물체의 건물중과 질소함량의 50% 정도가 토양내로 환원(분해)되지 않고 그대로 남아있다고 보고하였다(Tagliavini et al., 2007; Tutua et al., 2002). 따라서 10~12년생 배나무는 15~20kg/10a의 전질소를 요구하는 것으로 추정되므로 본 실험에서 처리된 녹비작물은 모두 이를 초과한 것으로 관찰되어 녹비작물 연용 처리는 양분 수지에 있어서 주의가 필요한 것으로 판단되었다. 다만 과수에 의해 이용되는 질소의 이용량을 판단하지 않고서는 질소수지의 효과를 논하는 데는 한계가 있으므로 추가적인 시험이 요구되었다. 또한 호밀의 경우 환원되는 질소가 토양에 기인하여 토양-식물체간 동일한 질소량이 순환되므로 질소양분을 축적시키는 효과가 거의 없으므로 이러한 점을 고찰할 필요가 있을 것으로 사료되었다.

Table 5. P₂O₅ production of cover crops as affected by ground cover treatments

Treatment		P ₂ O ₅ (kg/10a)						Total
		Winter cover crop			Summer cover crop			
		Rye grass	Hairy vetch	Vegetation	Green solgo	Nema janghwang	Vegetation	
Sod culture	1st mow	-	-	1.6±0.6 ^y	-	-	3.9±0.4	-
	2nd mow	-	-	2.3±0.2	-	-	1.9±0.3	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	9.7
Winter cover crop	1st mow	3.4±0.6	1.1±0.1	0.0±0.0	-	-	3.9±0.4	-
	2nd mow	2.2±0.2	0.2±0.03	0.2±0.02	-	-	1.9±0.3	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	12.8
Winter+Summer cover crop	1st mow	3.4±0.6	1.1±0.1	0.0±0.0	3.0±0.5	0.6±0.1	1.6±0.3	-
	2nd mow	2.2±0.2	0.2±0.03	0.2±0.02	1.7±0.2	0.1±0.03	1.1±0.4	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	15.1
Total		5.6	1.2	3.9	4.7	0.7	5.8	-

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

초종에 따른 인산 환원량은 호밀(5.6kg/10a) > 그린솔고(4.7kg/10a) > 헤어리베치(1.2kg/10a) > 네마장황(0.7kg/10a) 순으로 전질소 환원량과 비슷한 경향이 관찰되었다(Table 5). 각 녹비

작물의 인산농도는 0.6~0.8%로 차이가 없었으며(data not presented) 이에 따라 수확된 녹비작물의 건물중이 전질소와 마찬가지로 인산 환원량에 영향을 미쳤을 것으로 사료되었다. 녹비작물 재배방법에 따른 인산 환원량은 겨울+여름녹비작물(15.1kg/10a) > 겨울녹비작물(12.8kg/10a) > 방임초생(9.7kg/10a) 순으로 관찰되었다. 위에서 언급한 Tagliavini et al.(2007)와 Tutua et al.(2002) 등의 보고에 의거해서 10~12년생 배나무가 연간 필요로 하는 인산은 8~12kg/10a 정도로 추정되는데 본 시험에서 처리된 겨울+여름녹비작물 재배가 이를 초과하여 양분수지에 있어서는 과잉으로 나타나서 주의가 필요하였다.

Table 6. K₂O production of cover crops as affected by ground cover treatments

Treatment		K ₂ O (kg/10a)						Total
		Winter cover crop			Summer cover crop			
		Rye grass	Hairy vetch	Vegetation	Green solgo	Nema janghwang	Vegetation	
Sod culture	1st mow	-	-	5.4±2.1 ^y	-	-	14.0±2.8	-
	2nd mow	-	-	5.2±1.0	-	-	7.6±2.3	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	32.2
Winter cover crop	1st mow	10.5±2.3	3.5±0.4	0.0±0.0	-	-	14.0±2.8	-
	2nd mow	5.6±0.3	0.8±0.02	0.9±0.02	-	-	7.6±2.3	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	43.0
Winter+Summer cover crop	1st mow	10.5±2.3	3.5±0.4	0.0±0.0	9.2±0.7	2.0±0.5	6.0±0.4	-
	2nd mow	5.6±0.3	0.8±0.02	0.9±0.02	9.0±2.7	0.4±0.1	4.8±2.4	-
	1st+2nd mow	-	-	-	-	-	-	52.7
Total		16.1	4.3	10.6	18.1	2.4	21.6	-

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

초종에 따른 칼륨 환원량은 그린솔고(18.1kg/10a) > 호밀(16.1kg/10a) > 헤어리베치(4.3kg/10a) > 네마장황(2.4kg/10a) 순으로 관찰되었다(Table 6). 전질소와 인산과는 달리 그린솔고가 호밀보다 다소 높은 칼륨 환원량을 보였는데 이는 호밀의 칼륨농도가 1.6%로 그린솔고의 2.8%보다 훨씬 낮게 나타나서(data not presented) 칼륨 환원량에 영향을 어느 정도 끼친 것으로 판단된다. 다른 녹비작물의 칼륨 농도는 그린솔고와 비슷하게 나타났다(data not presented). 호밀의 전질소와 인산 그리고 칼륨의 농도는 일반적으로 다른 초종에 비해서 가장 낮았는데 이는 호밀의 높은 건물중(Table 3)에 따른 양분의 희석효과(Faust, 1989)에 일부

분 기인한 것으로 판단되었다. 녹비작물 재배 방법에 따른 칼륨의 환원량은 겨울+여름녹비작물(52.7kg/10a) > 겨울녹비작물(43.0kg/10a) > 방임초생(32.2kg/10a)으로 나타났다. Tagliavini et al.(2007)와 Tutua et al.(2002) 등의 보고한 바를 토대로 하면 10~12년생 배나무가 연간 필요로 하는 칼륨은 12~15kg/10a 정도로 추정되는데 본 시험에서 처리된 녹비작물은 모두 이를 훨씬 초과한 것으로 나타나서 칼륨의 양분 공급 과잉에 따른 각별한 주의가 필요하였다.

Table 7. Soil chemical properties at 0 cm to 20 cm depth as affected by ground cover treatments

Treatment	pH	OM (%)	AV. P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg
				(cmol+/kg)		
Sod culture	5.7±0.01 ^y	3.4±0.6	156±5	1.3±0.02	5.5±0.1	2.8±0.1
Cover crop	5.9±0.01	5.4±0.6	213±6	1.5±0.05	6.4±0.4	3.8±0.1
Optimal nutrient range	5.8-6.3	2.0-3.3	300-500	0.6-1.0	5.0-7.0	1.2-2.0

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

방임초생과 녹비작물로 처리된 토양 0~20cm 깊이에서 채취한 토양 pH와 칼슘은 관행 배과수원의 추천 범위(NIHHS, 2011) 안에 모두 속하였다(Table 7). 하지만 토양의 유기물과 칼륨 그리고 마그네슘은 추천 범위 보다 모두 초과하였는데, 이는 올해 조사된 질소와 인산 그리고 칼륨 환원량이 10~12년생 ‘신고’ 배나무가 요구로 하는 양분요구량(NIHHS, 2011)을 모두 초과하였고(Tables 3-5) 시험에 이용된 과수원은 장기적으로 녹비작물을 연용한 시험구이므로 토양화학적 증가시킨 것으로 판단되었다. 이와는 달리 두 처리구에서 상당한 양의 인산 환원량을 보였(Table 5)어도 토양의 유효인산은 모두 추천 요구도(NIHHS, 2011) 보다 낮게 나타났는데, 인산은 토양에 쉽게 불용성이 되는 원소이므로 인산을 가용화시킬 수 있는 미생물등과 같은 방법이 필요할 것으로 판단되었다.

배나무의 영양상태를 진단할 수 있는 잎의 무기성분 농도는 처리 간에 별다른 차이가 관찰되지 않았다(Table 8). 잎의 전질소 농도는 다소 낮았고 인산은 토양에서 관찰된 것과는 다르게 추천요구도(NIHHS, 2011) 보다 처리구에 상관없이 높게 나타났다. 모든 처리구에서 잎의 칼륨과 칼슘 그리고 마그네슘 농도는 추천요구도의 범주 안에 속하였다.

Table 8. Foliar nutrient concentrations of pear trees as affected by ground cover treatments

Treatment	T-N	P	K	Ca	Mg
	(%)				
Sod culture	1.6±0.1 ^y	0.25±0.02	1.7±0.1	1.3±0.1	0.24±0.03
Winter cover crop	1.4±0.1	0.26±0.03	1.7±0.1	1.3±0.2	0.24±0.03
Winter+Summer cover crop	1.6±0.1	0.26±0.02	1.9±0.1	1.4±0.0	0.27±0.05
Optimal nutrient range	1.8-2.5	0.10-0.17	1.5-2.3	1.2-1.7	0.25-0.33

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

이상의 결과로 보아서 녹비작물 연용은 토양의 화학성을 대체적으로 기준이상으로 증가시켰으나 배나무의 영양상태를 나타내는 잎의 무기성분 농도는 녹비작물 연용에 따른 별다른 영향을 받지 못한 것으로 판단되었다. 이는 10~12년생 배나무가 성목으로서 토양의 양분농도 증감이 배나무 잎의 양분기여에 별다른 영향을 미치지 못한 것으로 사료되었으며, 이전의 사과 과원의 연구결과에서도 비슷한 결과가 관찰되었다(Choi et al., 2011a; Choi et al., 2011b; Choi et al., 2011c; Pinamonti et al., 1995). 과원 토양의 특성이나 수체와 초생간의 무기양분을 위한 경쟁, 영년생 수체의 양분의 순환, 그리고 토양 채취 깊이와 무기양분을 흡수하는 뿌리분포의 차이와 같은 여러 요인 때문에 과수와 같은 영년생 작물에서는 잎과 토양의 상관관계를 관찰하기는 쉽지 않다(Stiles and Reid, 1991). 하지만 본 시험에서 이용된 녹비작물은 유기 배 과수를 생산하는데 있어서 추가적인 외부 유기자재 사용이 없이도 충분히 배나무를 성장시킬 수 있는 것을 보여주었다.

IV. 요약

본 연구는 유기재배 배 과수원에서 녹비작물 재배에 의한 식물양분의 환원효과를 알아보기 위해서 수행되었다. 처리는 녹비작물 재배방법에 따라서, 1) 방임초생, 2) 겨울철 녹비작물 재배(호밀+헤어리베치), 3) 겨울철 녹비작물+여름철 녹비작물[그린솔고(수단그라스 품종(*Sorghum bicolor* L.))+네마장황(클로타라리아 품종(*Crotalaria juncea* L.))]으로 나누었다. 겨울철 녹비작물인 호밀과 헤어리베치는 각각 6.4kg/10a와 3.0kg/10a로 2008년 10월 17일에 파종하였으며, 여름철 녹비작물인 그린솔고와 네마장황은 각각 2.0kg/10a와 3.0kg/10a로 2009년 6월 4일에 전남 보성의 배 과수원 독농가에 처리하였다. 녹비작물의 건물중은 겨울+여름녹비작물 > 겨울녹비작물 > 방임초생 순으로 나타났다. 녹비작물의 건물중의 차이는 전질소와 인산 그리고 칼륨의 환원량에도 영향을 미쳤으며, 10~12년생 ‘신고’ 배나무가 필

요로 하는 질소와 인산 그리고 칼륨의 요구도에 비교해서 다소 많은 양을 공급한 것으로 판단되었다. 이러한 과도한 무기성분 공급량은 토양의 유기물과 칼륨 그리고 마그네슘 농도를 적정농도 이상으로 증가시켰다. 하지만 배나무의 영양상태의 지표인 잎의 무기성분은 녹비작물 연용에 따른 별다른 영향을 받지 않은 것으로 사료되었다.

[논문접수일 : 2011. 5. 23 논문수정일 : 2011. 11. 28. 최종논문접수일 : 2012. 3. 16.]

참 고 문 헌

1. Bertschinger, L., P. Mouron, E. Dolega, H. Höhn, E. Holliger, A. Husistein, A. Schmid, W. Siegfried, A. Widmer, M. Zürcher, and F. Weibel. 2004. Ecological apple production: a comparison of organic and integrated apple-growing. *Acta Hort.* 638: 321-332.
2. Cho, J. L., H. S. Choi, Y. Lee, C. S. Kim, and I. Y. Lee. 2011. Growth of *Vicia tetrasperma* and *V. hirsuta* as affected by seeding condition and estimated N production. *Kor. J. Weed Sci.* 31: 84-88.
3. Choi, H. S., Y. Lee, J. A. Jung, and H. J. Jee. 2011a. Effects of early-vegetation control on soil and foliar nutrient concentrations, tree growth, and yield in an organic apple orchard. *Kor. J. Intl. Agri.* 23: 69-73.
4. Choi, H. S., C. R. Rom, and M. Gu. 2011b. Effects of different organic apple production systems on seasonal nutrient variations of soil and leaf. *Sci. Hort.* 129: 9-17.
5. Choi, H. S., C. R. Rom, and M. Gu. 2011c. Plant performance, and seasonal soil and foliar nutrient variations in an organic apple orchard under four ground cover management systems. *J. Amer. Pomol. Soc.* 65: 130-146.
6. Choi, H. S., K. H. Lim, M. Gu, and W. S. Kim. 2011d. Comparison of soil nutrition, tree performance, and insect and disease occurrence between organic and conventional Asian pear orchards. *J. Amer. Pomol. Soc.* Unpublished manuscript.
7. Faust, M. 1989. Photosynthetic productivity. *Physiology of temperate zone fruit tree.* A Wiley-Inter Science Publication, New York, USA. p. 1-132.
8. Granatstein, D. and E. Sánchez. 2009. Research knowledge and needs for orchard floor management in organic tree fruit systems. *Intl. J. Frt. Sci.* 9: 257-281.
9. 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.
10. Lim, K. H., W. S. Kim, H. S. Choi, I. Lee, W. K. Cho, H. Y. Koo, and Y. Lee. 2011b. Nutrient contribution of the cover crops and fruit quality of pear trees as affected by ground cover treatments. *Kor. J. Intl. Agri.* 23: 297-301.
 11. NAAS. 2011. Standard analysis method of soil and plant. National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea.
 12. Pinamonti, F., G. Zorzi, F. Gasperi, S. Silvestri, and G. Stringari. 1995. Growth and nutritional status of apple trees and grapevines in municipal solid-waste-amended soil. *Acta Hort.* 383: 313-321.
 13. NIHHS. 2011. Pear growing techniques. National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon, Korea.
 14. 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.
 15. Stiles, W. C. and W. S. Reid. 1991. Orchard nutrition management. pp. 1-23. Cornell Cooperative Extension, Ithaca, U.S.A.
 16. Tagliavini, M., G. Tonon, F. Scandellari, A. Quiñones, S. Palmieri, G. Menarbin, P. Gioacchini, and A. Masia. 2007. Nutrient recycling during the decomposition of apple leaves (*Malus domestica*) and mowed grasses in an orchard. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118: 191-200.
 17. Tutua, S. S., K. M. Goh, and M. J. Daly. 2002. Decomposition and nitrogen release of understorey plant residues in biological and integrated apple orchards under field conditions in New Zealand. *Biol. Fertil. Soils* 35: 277-287.