

유기질 비료 급원에 따른 배 과원의 토양특성과 엽 형질 및 화아 비교*

최현석** · 이 웅*** · 김월수**** · 최경주** · 이 연** · 정석규*****

Soil Characteristics and Leaf and Bud Developments with Different Organic Fertilizers in a Pear Orchard

Choi, Hyun-Sug · Li, Xiong · Kim, Wol-Soo · Choi, Kyeong-Ju ·
Lee, Youn · Jung, Seok-Kyu

Sustainable farming systems have remarkably increased in Korea due to the increase of environmental concerns caused by the conventional systems. This study was performed on eight-year-old 'Niitaka' pear trees to investigate the effects of different organic fertilizers on soil chemical and microbial properties and leaf and bud developments. Treatments and applications included 10 kg of rice bran (RB), 10 kg of coffee bran compost (CBC), 10 kg of Chitin incubated compost (Micro keeper[®], CIC), and 30 kg of the mixture of the RB, CBC, and CIC (RCC). Control received 60 g of NPK (16-11-12) chemical fertilizer. The organic fertilizers increased organic matter, nutrient concentrations such as P, K, Ca, and Mg, and microbial biomass in soils compared to the control. RCC had the greatest specific leaf weight (SLW), and the other treatments did not have a significant difference for the SLW. Leaf P and K concentrations were different among the treatments, but they were not affected by the amounts of the soil nutrients. No differences were observed in the leaf Ca and Mg concentrations in the treatments. Organic fertilizers had greater chlorophyll contents than the control but had similar flower bud characteristics to the control.

Key words : *organic, 'Niitaka' pear, rice bran, coffee bran, chitin compost, nutrient, growth, microbial biomass*

* 본 연구는 전남대학교 원예학과 농업특성화센터의 지원에 의해서 수행되었습니다. 국립농업과 학원 유기농업과의 지원에도 감사드리는 바입니다.

** 국립농업과학원 유기농업과

*** 교신저자, 전남대학교 원예학과(lixiong@hanmail.net)

**** 전남대학교 원예학과

*****경희대학교 고려인삼 명품화 사업단 및 인삼유전자원 소재은행

I. 서 언

지속 농업의 핵심인 토양의 비옥도는, 토양의 화학적 특성에만 중점을 두면서 양적인 생산만을 목적으로 한 화학비료의 과다사용으로 상당부분 약화되어서 토양의 생물학적 다양성 및 물리적 양상이 고갈돼 가고 있다. 작부체계와 작물의 지속적인 생산성 신장에 대한 관심의 증가는 토양의 질과 안정성을 증진시킬 수 있는 적절한 유기질 비료 개발의 필요성을 제기하였다(Harris and Bezdicsek, 1994). 포장 조건하에서 미생물과 효소의 합성은 토양의 형태보다는 유기질 비료 시비 종류에 따라 달라지고 유기물에 의하여 촉진되기 때문에 그러한 비료를 통한 유기물 함량 증대는 토양의 화학성 및 미생물성을 향상시켰다(Manna and Singh, 2001). 또한, 토양 중에 유기질 비료를 통한 유기태 양분이 무기화되어 작물이 이용 가능한 형태로 공급되므로 화학비료 사용량을 줄일 수 있다.

유기농 재배로 관리된 토양은 화학성 또는 물리적 특성이 관행농법으로 재배된 토양에 비하여 현저히 우수하다고 보고하였다(Mäder et al., 2002). 식물성 퇴비 시용의 가장 큰 장점은 N, P, K, 그리고 비타민 등이 많아서 토양 내 식물체가 잠재적으로 이용가능한 양분 요구도를 증가시켜서, 수체 성장을 증가시켰다고 하였다(Choi et al., 2001). 하지만 관행재배와 비교해서 식물성 퇴비가 함유하는 유기태 N의 더딘 무기화율(N mineralization) (Hartz et al., 2000)은 초기 수체성장 시 요구되는 대량의 N요구도에 미흡 할 수 있다. 이와는 다른 실험에서, 유기질 퇴비는 소량의 무기태 N 공급으로 사과나무의 성장을 충족시켰으며, 이는 과실품질을 향상시키는데 기여했고, 대량의 무기태 질소공급을 보였던 관행재배구는 N 과다로 인해서 과실의 착과 불량과 당도 및 경도를 저하시켰다(Dong and Shu, 2004).

근권토양 미생물의 활성화에 영향을 미치는 요인으로는 토양수분, 통기, pH, 온도 등 여러 가지 요인이 있으나 재배 포장조건하에서 미생물과 효소의 활성화는 근권환경 및 시비방법에 의해서도 달라진다(Yang and Kim, 2002). 토양 내 키틴을 첨가하면 키틴 분해균이 급격히 증가하는데, 키틴 분해균은 식물병원균에 대한 강한 저항성을 가질 수 있다고 보고하였다(Hooker et al., 1994; Kim et al., 1997; Singh et al., 1998). Lee 등(2003)은 쌀겨를 배 과원에 시용 시 처음에는 박테리아와 곰팡이의 개체수를 증가시켰으나 시간이 지남에 따라 감소하였고 수체생장을 증가 시켰다는 보고가 있다. 또한 쌀겨 시비로 갑작스런 미생물 번식을 통한 토양표층이 일시적인 산소결핍 현상이 나타나고 더욱이 유기물이 분해되면서 발생하는 유기산은 잡초를 억제하는 효과가 있었다(Kim, 2001).

본 실험은 여러 종류의 유기질 퇴비를 과원에 시용함으로써 과원 토양의 화학성과 미생물성 및 엽형질과 화아형성을 향상시키는데 가장 적합한 유기질 비료를 구명하기 위해서 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 처리방법

실험품종은 2004년에 전남대학교 나주 봉황 부속농장에 식재된 8년생 ‘신고’ 품종을 이용하였다. 처리구는 대조구(Control), 쌀겨처리구(Rice bran, RB), 커피박 퇴비처리구(Coffee bran compost, CBC), 키틴분해 미생물퇴비(Chitin incubated compost, CIC), 복합 처리구(RB+CBC+CIC, RCC)로 나누고 1주 1반복으로 구당 10주 배치하였다.

2. 처리내용

커피박 퇴비는 커피박 1 ton에 쌀겨 50kg, 천보효소 2kg을 넣고 수분 60% 정도로 맞추어 2m 높이로 산적하여 처음 2개월은 2주에 한번 씩 섞어 주었다. 그 후 원자재 색이 검정색으로 변하고 흠냄새가 나기 시작할 때 공기가 잘 통하고 비를 맞지 않는 곳에 쌓아두었다. 시료는 6개월 이상 부숙한 것을 사용하였다. 키틴분해 미생물퇴비(‘미생물 지킴이’[®])의 주 성분은 게 껍질 25%, 볏짚 40%, 쌀겨 10%, 질소비료 1%, 키틴분해 미생물 접종제 1%를 혼합 후 수분함량을 50% 전후로 유지하여 6개월 이상 완전 부숙된 제품이었다. 토양 유기질

Table 1. Soil chemical analysis standard for pear orchard adapted from Lee et al. (2009)

| Element | pH (1:5) | OM (%) | Total N (mg/kg) | P ₂ O ₅ (mg/kg) | K (cmol/kg) | Ca (cmol/kg) | Mg (cmol/kg) | EC (ds/m) |
|---------------|----------|---------|-----------------|---------------------------------------|-------------|--------------|--------------|-----------|
| Desired level | 6.0-6.5 | 2.5-3.5 | 150-200 | 300-500 | 0.5-0.7 | 5.0-6.0 | 1.5-2.0 | below 2 |

Table 2. Nitrogen (N), phosphorous (P), potassium (K), and carbon (C) and nitrogen (N) ratio of the nutrient sources in a pear orchard

| Treatments | N | P | K | C/N |
|--------------------------|------|-----|-----|-----|
| | (%) | | | |
| Rice bran | 2.1 | 3.8 | 1.4 | 23 |
| Coffee bark compost | 2.2 | 0.1 | 0.1 | 16 |
| Chitin incubated compost | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 17 |

Nutrient sources were not statistically analyzed, but the results were from a bulk analysis derived from random samples of the nutrient sources.

비료 처리는 2004년 3월 중순 수관주위 반경 1m에 살포하였는데 쌀겨(RB)와 커피박 퇴비(CBC) 및 키틴퇴비(CIC)는 주당 10kg(미생물지킴이 1포)으로 사용하였다. 복합처리(RCC)는 쌀겨 10kg+커피박퇴비 10kg+키틴퇴비 10kg을 사용하였고, 모든 유기질 비료 처리구는 화학비료를 사용하지 않았다. 대조구는 농촌진흥청 표준 배 과원 시비권장량(30-40kg/ha)에 따라 복합비료(NPK 16-11-12)를 주당 60g으로 시비하였다. 배 과원의 토양 내 적절한 화학성을 나타내주는 자료를 Table 1에 제시하였고, 각 유기 자재내의 기본적인 무기태 원소의 농도는 Table 2에 나타냈다.

2. 조사항목 및 조사방법

1) 토양 화학성

토양의 기본적인 특성은 농촌진흥청 국립농업과학원 토양 및 식물체 분석법에 준하여 토양화학성을 조사하였다. 토양은 8월에 주간 canopy의 중간 지점의 30cm 깊이에서, 주당 세 군데에서 채취해서 한 샘플로 하였다. pH는 풍건토양 5g을 취하여 토양:증류수=1:5로 해서 1시간 방치 후 Desktop pH/mV temp meter(Orion 420A⁺)를 이용하여 측정하고 EC는 pH를 측정한 위의 토양액을 EC meter(Model CONSORT C533)로 측정하였다.

유기물(OM)은 Turin법으로 조사하였는데(Kononova, 1966) 토양 내 cabon 함량을 구한 후 계산식에 따라서 유기물함량을 예측하였다.

염기치환용량(cation exchange capacity: CEC)은 풍건토양 5g과 침출액 1N NH₄OAc(pH 7.0) 50mL를 100mL 플라스크에 취하여 30분간 진탕한 뒤 pH를 측정하여 H⁺ 함량을 Brown 식에 의해 계산하였고 나머지 여액은 No.6 여과지를 이용하여 여과한 후 치환성 양이온인 Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ 및 Na⁺를 ICP(Inductively coupled plasma atomic emission spectrometer, Pye-unicam PU 9000, England)로 측정하였고, 다시 이 수치를 이용하여 CEC를 계산하였다. P₂O₅는 SnCl₂에 의한 몰리브덴(Mo) 청법을 이용하여 720nm에서 비색 정량하였다.

2) 토양 미생물성

토양 중 살아있는 미생물의 유기물량(보통 건물중량 또는 탄소량으로 표시)을 의미하는 미생물 생체량(microbial biomass) 측정은 6월과 8월에 수행하였다. 주간 canopy 중간 부위의 10cm 깊이내의 토양을 채취한 후 냉동보관한 후 클로로포름 혼중추출법을 이용하여 토양 미생물 전체를 대표하는 정량적 지표로, 또는 토양 내 가급대 양분량의 지표로서 조사하였다(Yang and Kim, 2001). 공시된 배 과원에서 채취한 토양은 2mm 체로 친후 10g으로 정량하여 클로로포름을 이용하여 총 미생물 생체량을 구하였다.

3) 엽 및 화아 특성

엽 채취는 Westwood(1993) 방법에 따라 무기 이온의 이동이 적은 개화 후 100일 정도가 지난 2005년 7월 26일에 시험포장에서 당년에 자란 신초를 3등분하여 중앙부분의 엽을 처리당 10매 정도로 채취하여 물기가 마르지 않게 실험실로 옮겨와 비이온성 세제를 이용하여 세척한 후 수분을 제거하였다. 엽면적은 leaf Area meter(Model LI-3000 Area Meter)를 이용하여 측정하였고 중량은 전자저울을 이용하였으며 specific leaf weight(SLW, 엽비중)는 엽 중량을 엽면적으로 나눈 비로 계산하였다.

엽록소함량은 엽비중을 측정한 엽 10매를 80% 메탄올 25mL가 들어있는 유리용기에 넣고 밀봉한 후 65°C를 유지하는 항온 shaker에서 암 상태로 18시간 방치하여 엽록소를 추출하였다. 추출한 엽록소는 UV/VIS spectrophotometer를 이용하여 645nm와 663nm에서 흡광도를 측정하고, 측정값을 Aron 방정식(1949)을 이용하여 엽록소 a, 엽록소 b, 총 엽록소의 값을 계산하였다.

엽내 무기성분 분석을 위해 80°C의 온풍건조기에서 엽을 2일간 건조한 후 마쇄하여 40mesh체를 통과시켰다. 식물체 분해는 습식분해법으로 하였는데 시료 0.5g을 분해용 flask에 넣고 분해액(H₂SO₄:HClO₄를 2:1 비율 혼합액) 15mL를 넣고 서서히 가열하다가 H₂O₂를 2~3방울씩 첨가하여 분해를 촉진하였고 차츰 온도를 올려 300°C에서 가열분해하였다. 분해된 맑은 액에 증류수 30mL를 넣고 냉각시킨 후 No.6 Whatman 여과지를 사용하여 여과하고 증류수로 100mL mess flask에 정용하였다. P는 추출된 용액으로 UV sepectrometer (Shimadzu UV-1601, Japan)로 470nm에서 측정하였다. K, Ca, 그리고 Mg는 ICP(Inductively coupled plasma atomic emission spectrometer, Pye-unicom PU 9000, England)로 측정하였다.

11월에 주당 1년생 10 가지에서 꽃눈을 채취하여 버니어 캘리퍼스를 이용하여 종경과 횡경을 측정하고 중량은 전자저울을 사용하였다. 꽃눈수는 일정한 길이의 신초에서 발생된 수를 기록하였다.

시험구 배치는 난괴법으로 1주 1반복으로 구당 10주 배치하였다. 자료분석은 SPSS 통계 분석을 이용하여 분산분석 하였고, 평균간 유의차 검증은 Duncan(duncan's multiple range test, $\alpha=0.05$)을 활용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 유기질 비료 처리에 따른 토양 특성 변화

토양 pH는 무기성분의 유효도에 영향을 미치기 때문에(Stiles and Reid, 1991) 작물생육과 밀접한 관계가 있어서 중요하다고 할 수 있다. 여러 종류의 퇴비를 배 과원에 시비하였을

경우 토양 pH와 유기물 함량은 대조구에 비하여 CBC에서는 비슷하게 나타났으나 기타 유기질 비료 처리구에서는 모두 높았다(Table 3). 유기질 복합처리구인 RCC는 산성토양을 나타냈던 과원의 pH를 중성토양(6.44 pH)으로 전환시켰으며 RB 처리구 또한 pH 6.0 이상을 나타냈고, 두 처리구 모두 유기물 함량을 2.5% 이상으로 증가시켰다. 토양 내 완충작용과 양분보유력을 나타내는 양이온 치환능력(CEC)은 처리간에 유의성이 없었지만 토양 pH가 가장 높았던 RCC 처리구에서 가장 높은 CEC를 나타냈다. 토양 pH, 유기물 함량, CEC 등이 유기질 비료 처리구에서 대조구에 비해 높게 나타난 것은 공급된 퇴비의 높은 유기물함량 때문이며 이와 관련된 논문은 굉장히 많이 있다. Choi 등(2000)은 13년차 사과 과원에서 2년 연속 퇴비사용 시 토양 중 유기물 및 Ca 함량이 증가되고, Kim 등(2000)은 장기간 축분 퇴비를 밭 토양에 처리하였을 경우 무사용에 비해 pH가 약간 높아졌다고 하였다. Ros 등(2003)도 또한 반 건조지역의 토양에 도시폐기물(urban organic waste)과 식물성퇴비 및 볏짚(straw)등을 토양에 사용하였을 경우 토양 유기물함량이 증가하였다고 보고하였다. 토양 전기전도도(EC)는 처리간에 $P < 0.05$ 으로 유의성이 없었다. 토양의 염류는 토양 용액 중에 이온상태로 녹아 있어, 이온량에 따라 전기전도도가 달라지므로 이를 측정하여 염류의 농도를 간접적으로 알 수 있다. 이전 연구에서 계분퇴비를 40ton/ha, 80ton/ha 사용하였을 때 콩과 옥수수 재배구에서 전기 전도도는 파종직후 20일까지는 높게 유지되다가 파종 40일까지 낮아지고 그 이후부터는 거의 일정하게 대조구보다 조금 높은 수준을 유지했다고 하였다(Kim et al., 2000). 토양 채취는 장마후인 8월 26일에 이루어졌는데, 사용했을 봄철에는 높았을 수도 있으나 7~8월 장마시기를 거치면서 양분유실이 많아져서 모든 유기질 비료 처리구에서 대조구와 유의차가 없었던 걸로 생각된다.

Table 3. Soil pH, OM (organic matter), CEC (cation exchange capacity), and EC (electrical conductivity) in a pear orchard as affected by organic fertilizers in August

| Treatment | pH (1:5) | OM (%) | CEC (cmol ⁺ /kg) | EC (ds/m) |
|----------------------------|----------|--------|-----------------------------|-----------|
| Control | 5.4 d | 1.6 c | 7.5 a | 1.0 a |
| Rice bran (RB) | 6.2 b | 2.8 a | 8.0 a | 1.1 a |
| Coffee bran com (CBC) | 5.5 d | 1.9 b | 7.9 a | 1.3 a |
| Chitin incubated com (CIC) | 5.8 c | 2.1 b | 6.5 a | 1.1 a |
| RCC (RB+CBC+CIC) | 6.4 a | 2.5 a | 10.1 a | 1.2 a |

Means separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

유기질 비료 처리구에서 토양 내 P₂O₅(유효인산)과 치환성 양이온인 K(칼륨), Ca(칼슘)의 농도는 모든 처리구에서 대조구보다 높게 나타났으며, Mg(마그네슘)는 처리간에 유의성이

없었다(Table 4). 가장 높은 토양 내 pH와 유기물 함량이 비교적 높았던 RCC 처리구에서 가장 높은 P_2O_5 (674mg/kg)와 Ca(6.7cmol+/kg)를 나타냈고 처리간에 유의성이 없었더라도 높은 Mg를 나타냈다. CIC는 토양 내 가장 높은 K 함량(0.27cmol+/kg)을 나타냈지만, 토양 K의 권고 농도보다 훨씬 결핍된 수준을 나타냈다(Table 1). P_2O_5 와 K, Ca 이온의 함량은 모든 처리구에서 대조구보다 높아졌는데 이는 토양 내 유기물이 미생물의 활성뿐 아니라 미생물 생체량 탄소량을 조절하여 잔재물의 분해, 양분흡수, 유기물 변환의 진행을 매개하여 (McGill et al., 1986) 나타난 결과로 추정된다. 또한, RCC 처리구에서 P_2O_5 가 높은 이유는 썰겨 내 인산함량(3.8%)이 많이 분포되어서(Table 2) 토양 내 인산 농도를 증가시킨 것으로 판단된다.

Table 4. Soil available P_2O_5 , K^+ , Ca^{2+} , and Mg^{2+} in a pear orchard as affected by organic fertilizers in August

| Treatment | P_2O_5 (mg/kg) | K^+ (cmol+/kg) | Ca^{2+} (cmol+/kg) | Mg^{2+} (cmol+/kg) |
|----------------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Control | 123 c | 0.15 c | 3.5 c | 2.3 a |
| Rice bran (RB) | 661 a | 0.23 ab | 6.0 ab | 1.6 a |
| Coffee bran com (CBC) | 312 b | 0.17 bc | 6.1 ab | 1.5 a |
| Chitin incubated com (CIC) | 264 b | 0.27 a | 4.5 bc | 2.8 a |
| RCC (RB+CBC+CIC) | 674 a | 0.23 ab | 6.7 a | 3.5 a |

Means separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

6월과 8월에 미생물 생체량을 조사한 결과, CIC 이외의 모든 유기질 처리구에서 대조구에 비하여 생체량이 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 또한 6월에 비해 8월에 모든 처리구에서 생체량이 증가하는 경향을 보였다. Bolton 등(1985)은 녹비 또는 화학비료를 각각 연용해 온 토양을 비교 하였을 때 녹비 연용구에서 미생물 생체량이 유의성 있게 높았으며, Weon 등(2004)은 돈분퇴비를 배추재배에 사용하였을 때 생체량 탄소는 NPK 복합비료구보다 모두 높았으며 퇴비 사용량에 따라 비례한다고 하였다. Lee 등(2003)이 보고한 키틴 분해미생물을 첨가한 퇴비의 사용은 키틴 분해균의 개체수가 대조구에 비하여 현저히 높았다는 결과로부터 키틴질을 함유하고 있는 토양에서의 키틴 분해균의 개체수 증가는 키틴 분해 미생물이 토양병원균의 방어를 위하여 키틴 분해효소를 분비하여 병원성 곰팡이의 세포벽이나 선충의 난낭 세포벽을 구성하고 있는 키틴을 분해함으로써(Wang et al., 1999), CIC에서의 전체 미생물 생체량의 감소를 유발하였을 것으로 추정된다.

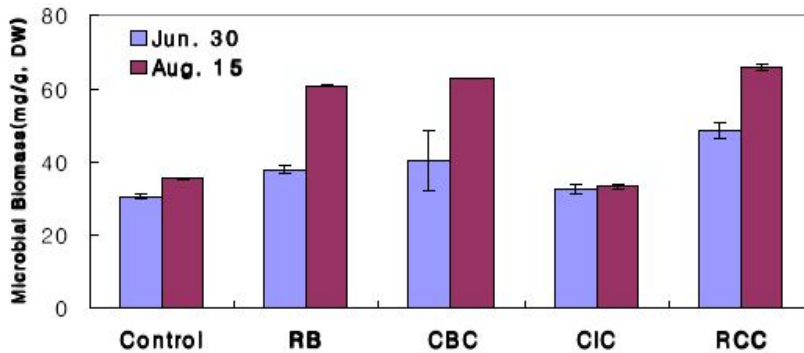


Fig. 1. Microbial biomass in a pear orchard as affected by organic fertilizers in June and August.

RB=rice bran, CBC=coffee bran compost, CIC=chitin incubated compost, RCC=RB+CBC+CIC. Vertical bars represent \pm SD of the mean.

2. 유기질 비료 처리가 엽과 화아형성에 미치는 영향

유기질 퇴비의 사용이 엽 형질 변화에 미치는 효과를 조사하기 위해서 엽면적, 엽중량, 그리고 엽비중(SLW)을 조사한 결과(Table 5), 유기질 퇴비 사용은 대조구에 비교해서 건강한 엽형질을 생산했거나 비슷한 경향을 나타냈다. RCC 처리구는 가장 넓은 엽면적과 무거운 엽중을 생산해서 가장 높은 엽비중($27.6\text{mg}/\text{cm}^2$)을 나타냈다. 엽비중 조사결과는 광합성에 대한 동일한 면적에서의 엽의 수용력을 증가시켰을 것으로 사료되는데 이는 Lee(2003)의 미생물이 들어있는 퇴비를 2년간 연용한 과원에서 엽비중이 증가하였다는 결과와 일치한 경향을 나타내었다.

Table 5. Leaf area, leaf weight, and SLW (specific leaf weight) in pear trees as affected by organic fertilizers in July

| Treatment | Leaf area (cm^2) | Leaf wt. (g) | SLW (mg/cm^2) |
|----------------------------|-----------------------------|--------------|---------------------------------|
| Control | 55 b | 1.4 b | 26.3 ab |
| Rice bran (RB) | 56 b | 1.4 b | 25.8 b |
| Coffee bran com (CBC) | 53 b | 1.4 b | 26.5 ab |
| Chitin incubated com (CIC) | 61 a | 1.6 ab | 26.8 ab |
| RCC (RB+CBC+CIC) | 68 a | 1.8 a | 27.6 a |

Means separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 6. Leaf P, K, Ca, and Mg concentrations in pear trees as affected by organic fertilizers in July

| Treatment | P | K | Ca | Mg |
|----------------------------|---------|---------|--------|--------|
| | (%) | | | |
| Control | 0.19 a | 0.88 bc | 0.51 a | 0.16 a |
| Rice bran (RB) | 0.19 ab | 0.86 bc | 0.69 a | 0.14 a |
| Coffee bran com (CBC) | 0.19 a | 1.10 a | 0.46 a | 0.14 a |
| Chitin incubated com (CIC) | 0.19 a | 0.79 c | 0.55 a | 0.19 a |
| RCC (RB+CBC+CIC) | 0.18 b | 0.91 b | 0.63 a | 0.21 a |

Means separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P=0.05$.

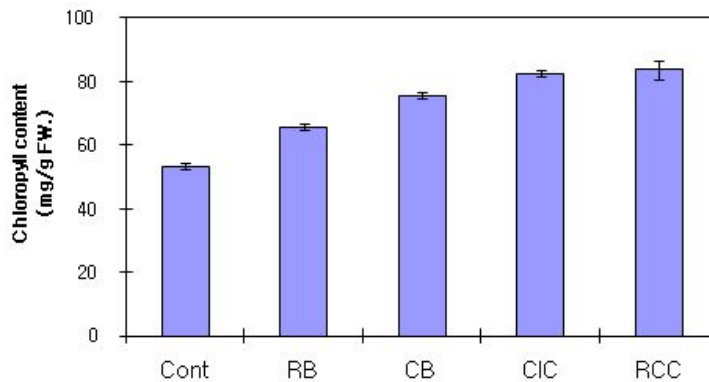


Fig. 2. Chlorophyll content in pear trees as affected by organic fertilizers in June and August.

RB=rice bran, CBC=coffee bran compost, CIC=chitin incubated compost, RCC=RB+CBC+CIC. Vertical bars represent \pm SD of the mean.

과수에서 수체영양진단 방법으로 많이 사용되는 7월 하순에 엽내 무기성분 함량을 조사한 결과, 엽내 Ca와 Mg 농도는 모든 유기질 비료 처리구에서 대조구와 유의차를 나타내지 않았다(Table 6). 토양 내 각각 가장 높은 K와 P 농도를 나타냈던 CIC와 RCC(Table 4)는 엽내 가장 낮은 농도의 K와 P를 나타냈다. 이전 보고에 따르면 토양과 ‘Okanagan’ 사과나무의 무기성분 관계는 Mg를 제외하고는 관련성이 거의 없었다고 하였다(Neilsen and Edwards, 1982). 이는 사과나무 뿌리는 1~2년차가 지나면 토양 내 깊게 성장해서, 보통 표토 30cm 깊이의 토양을 가지고 화학분석을 하면 토양과 수체 내 무기성분간의 관련성을 설명하기는 어렵기 때문이다(Stiles and Reid, 1991). 또한 과수는 영년생으로 수체내에 양분을 저장해

수체생장 기간 동안 이를 재이용하므로(Millard, 1995) 토양 내 무기성분의 양에 따른 수체의 흡수정도를 밝히기는 쉽지 않다.

엽내 엽록소함량은 모든 유기질 처리구에서 대조구보다 높아지는 경향을 보였다(Fig. 2). 이는 엽비중을 조사한 동일한 면적의 엽편을 이용하여 조사한 결과로서 단위 면적당 엽록소 함량의 증가는 여러 종류의 유기질 퇴비 처리구에서 엽의 광합성 수용능력을 증가시켜 동화 산물의 생성을 증가시킬 것으로 생각된다(Faust, 1989).

여러 종류의 퇴비시용이 배 수체 꽃눈에 미치는 영향을 알기위해서 눈의 무게, 길이와 직경, 인편수를 조사하였는데 모든 유기질 처리구에서 대조구와 유의차를 나타내지 않았다($P>0.05$)(Table 7). 이는 관행과 2년간 유기질 비료를 처리한 배나무 눈의 특성을 조사한 이전 보고에서 꽃눈과 엽눈의 무게와 크기가 처리간에 별다른 차이가 없었다는 결과와 일치하였다(Lee et al., 2009).

Table 7. Bud fresh weight, size, and number in pear trees as affected by organic fertilizers in November

| Treatment | Fresh wt. (mg) | Bud size | | | Bud No. |
|----------------------------|----------------|----------|--------|--------|---------|
| | | L (cm) | D (cm) | L/D | |
| Control | 112 a | 8.2 a | 5.4 a | 1.52 a | 9.9 a |
| Rice bran (RB) | 116 a | 8.5 a | 5.5 a | 1.56 a | 9.7 a |
| Coffee bran com (CBC) | 107 a | 8.2 a | 5.3 a | 1.56 a | 9.8 a |
| Chitin incubated com (CIC) | 98 a | 8.4 a | 5.3 a | 1.59 a | 10.3 a |
| RCC (RB+CBC+CIC) | 111 a | 8.7 a | 5.4 a | 1.61 a | 9.9 a |

Means separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

IV. 요약

생산성 위주의 집약적인 농업방식으로 인한 토양오염과 환경파괴가 갈수록 심화되어 현재 친환경농업의 요구가 날로 중요시되고 있다. 본 실험에서는 배 과원의 토양에 여러 가지 유기질 비료를 사용하였을 경우 토양의 화학성 및 미생물성, 그리고 엽형질과 엽눈의 변화를 조사하였다. 개화 전 8년생 '신고' 배 과원에 쌀겨, 커피박퇴비, '키친퇴비(미생물 지킴이[®])' 및 세 가지 유기질 복합처리구를 배치하고 각각 주당 10kg, 10kg, 10kg, 30kg씩 살포하였고 대조구는 NPK 복합비료로 주당 60g을 살포하였다. 유기질 비료 처리는 대조구보

다 토양 내 유기물과 P, K, Ca, 그리고 Mg 농도 및 미생물 생체량(biomass)을 증가시켰다. 엽비중은 유기질 복합처리구에서 가장 높았고, 나머지 처리간에는 유의성이 없었다. 엽내 P와 K 농도는 처리간에 유의성이 나타났지만, 토양 내 무기성분 농도 수준과는 관련성이 없었다. 엽내 Ca와 Mg는 처리간에 유의성이 없었다. 엽내 엽록소 함량은 모든 유기질 비료 처리구에서 대조구보다 증가하는 경향을 나타냈으나 꽃눈의 형질변화에서는 유의성이 나타나지 않았다. 본 실험은 1년간 유기질 퇴비를 통한 배 과원의 토양과 수체를 조사한 것으로 유기질 비료와 대조구간에 명확한 차이가 나오지 않는 경우도 있어서, 장기간에 연용에 따른 토양 특성 변화와 이에 따른 수체생장에 걸친 연구가 필요할 것이다.

[논문접수일 : 2010. 1. 21. 논문수정일 : 2010. 3. 16. 최종논문접수일 : 2010. 4. 16]

참 고 문 헌

1. Aron, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol* 24: 1-15.
2. Bolton, H. Jr., L. F. Elliot, and R. I. Papendick. 1985. Soil biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. *Soil Biol. Biochem* 17: 297-302.
3. Choi, J., D. H. Lee, and C. L. Choi. 2000. Effect of organic fertilizer application on the chemical properties of the orchard soils and apple yield. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 33: 393-397.
4. Dong, S. and H. Shu. 2004. Sheep manure improves the nutrient retention capacity of apple orchard soils. *Acta Hort* 638: 151-155.
5. Faust, M. (ed.). 1989. Nutrition of fruit trees. pp. 53-132. In: *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. A Wiley-InterScience Publication.
6. Harris, R. F. and D. F. Bezdicek. 1994. Descriptive aspects of soil quality/health. pp. 23-35. In: J. W. Doran, D. C. Coleman, and B. A. Stewart (eds.). *Defining soil quality for sustainable environmental*. SSSA, Special Publication No. 35. Madison, U.S.A.
7. Hartz, T. K., J. P. Mitchell, and C. Giannini. 2000. Nitrogen and carbon mineralization dynamics of manures and composts. *Hort. Sci.* 35: 209-212.
8. Hooker, J. E., S. Gianinazzi, M. Vestberg, J. M. Barea, and D. Atkinson. 1994. The application of arbuscular mycorrhizal fungi to micropropagation system: An opportunity to reduce chemical inputs. *Agr. Sci. Finland* 3: 227-232.

9. Kim, K. D., S. Nemeč, and G. Musson. 1997. Effect of composts and soil amendment on soil microflora and phytophthora root and crown rot of bell pepper. *Crop Protec.* 16: 165-172.
10. Kim, J. G., S. B. Lee, and S. J. Kim. 2001. The effect of long-term application of different organic material sources on soil physical property and microflora of upland soil. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 34: 365-372.
11. Kim, J. G., K. B. Lee, S. B. Lee, and S. J. Kim. 2000. The effect of long-term application of different organic material sources on chemical properties of upland soil. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 33: 416-431.
12. Kononova, M. M. 1966. Soil organic matter. p. 544. In: Nowakowski, T. Z., A. C. D. Newman (eds). *Its nature, its role in soil formation and in soil fertility*. Pergamon Press, Oxford, England.
13. Lee, S. H., W. S. Kim, K. Y. Kim, T. W. Kim, H. Whuangbo, W. J. Jung, and S. J. Jung. 2003. Effect of chitin compost incorporated with chitinolytic bacteria and rice bran on chemical properties and microbial community in pear orchard soil. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44: 201-206.
14. Lee, J. A., W. S. Kim, and H. S. Choi. 2009. Effects of compost application on soil properties and leaf and bud characteristics of pear trees in orchard farms. *Kor. J. Org. Agric.* 17: 567-575.
15. Măder, P., A. F. Bach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried, and U. Niggli. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694-1697.
16. Manna, M. C. and M. V. Singh. 2001. Long-term effects of intercropping and bio-litter recycling on soil biological activity and fertility status of sub-tropical soils. *Biores. Technol.* 76: 143-150.
17. Millard, P. 1995. Internal cycling of nitrogen in trees. *Acta Hort.* 383: 3-14.
18. McGill, W. B., K. R. Cannon, J. A. Robertson, and F. D. Cook. 1986. Dynamics of soil microbial biomass and watersoluble organic C in Breton L after 50 years of cropping to two rotations. *Can. J. Soil Sci.* 66: 1-19.
19. Neilsen, G. H. and T. Edwards. 1982. Relationships between Ca, Mg, and K in soil, leaf, and fruits of Okanagan apple orchards. *Can. J. Soil Sci.* 62: 365-374.
20. Ros, M., M. T. Hernandez, and C. Garcia. 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by amendments. *Soil Bio. & Biochem.* 35: 463-469.
21. Singh, P. P., Y. C. Shin, S. S. Park, and Y. R. Chung. 1998. Biological control of fusarium wilt of cucumber by chitinolytic bacteria. *Phytopathology* 89: 92-99.

22. Stiles, W. C. and W. S. Reid. 1991. Orchard nutrition management. pp. 1-23. Cornell cooperative extension, Ithaca, U.S.A.
23. Wang, L., T. C. Yieh, and I. L. Shih. 1999. Production of antifungal compounds by *Pseudomonas aeruginosa* K-187 using shrimp and crab shell powder as a carbon source. *Enzyme Microb. Technol.* 25: 142-148.
24. Weon, H. Y., J. S. Kwon, Y. K. Shin, S. H. Kim, J. S. Suh, and W. Y. Choi. 2004. Effect of composted pig manure application on enzyme activities and microbial biomass of soil under chinese cabbage cultivation. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 37: 109-115.
25. Westwood, M. N. (ed.). 1993. Cultural Practices. pp. 192-199. In: *Temperate-Zone Pomology*. Timber Press, Portland, U.S.A.
26. Yang, C. S. and J. S. Kim. 2002. Soil microbiology experimental method. pp. 190-198. Worldscience Publishing Co., Seoul, Korea.