

Soil Physico-chemical Properties of Organic Grapes Farms with Different Culture Facilities and Soil Management Practices

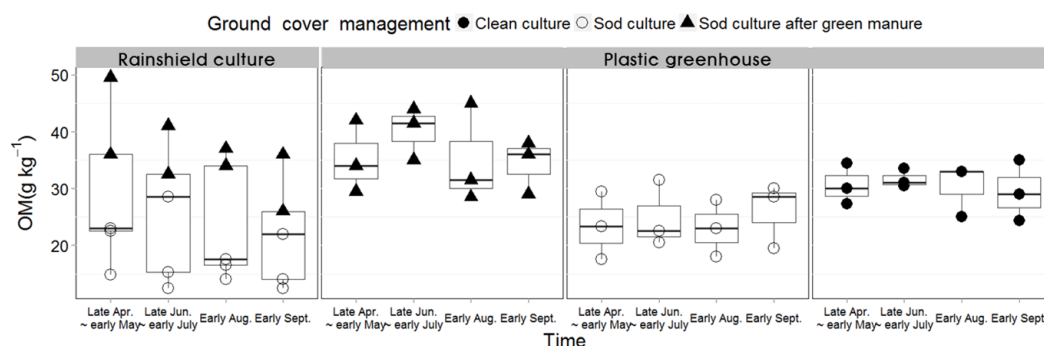
Sun-Kook Kim*, Byeong-Sam Kim, Beom-Ryong Kang, Seung-Koo Yang, Byeong-Ho Kim, Hee-Kwon Kim, Hyun-Woo Kim, and Kyeong-Ju Choi

Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea

(Received: September 25 2013, Accepted: October 11 2013)

Organic grape was generally produced in rainshield or plastic greenhouse culture while most of fruits were produced in open field. But little attention has been given to soil properties with different culture facilities in organic grape cultivation. This study was conducted to investigate soil physico-chemical properties of organic grapes farms with different culture facilities and soil management practices. Organic fertilizer was main resource to manage soil at organic grapes farms. Organic grapes farms were applied with total amount of organic fertilizer at one time, either at basal or additional fertilization, whereas conventional grapes farms applied with split fertilization. Bulk density and penetration resistance of soil were lower at both rainshield and green manure-applied plastic greenhouse cultures than those at clean plastic greenhouse culture. Especially, in plastic greenhouse, sod culture with natural weed after green manure application was more effective than general sod culture in improving physical properties of the rhizosphere. The contents of organic matter, available phosphate and exchangeable potassium tended to increase in the soils applied with green manure, and the difference of soil chemical properties were significant between rainshield and plastic greenhouse cultures. The optimum soil management was required in plastic greenhouse because pH, available phosphate and exchangeable cations reached over optimum range. Consequently, the ground cover management is the key factor to affect the chemical properties as well as soil physical properties extensively in plastic greenhouse. It is found that sod culture with natural weed after green manure application resulted in enhancement of utilization efficiency of nitrogen, phosphoric acid and potassium in soil in comparison with general sod culture.

Key words: Plastic greenhouse, Rainshield culture, Green manure, Sod culture



Organic matter content of soil by ground cover management and culture facilities in organic grapes farms.

*Corresponding author : Phone: +82613302504, Fax: +82613364036, Email: ksk6572@korea.kr

§Acknowledgement: This study was carried out with the support of 'Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ008419012012)' Rural Development Administration, Republic of Korea.

Introduction

농산물 시장개방에 대응하여 국내 농산물의 경쟁력을 높이기 위한 정부의 정책적 지원과, 안전 농산물에 대한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 친환경농산물 생산은 2000~2011년 사이 연평균 40% 이상 급격히 증가해 왔다 (Jeong et al., 2012). 그러나 질적인 측면에서 볼 때, 국내 친환경 생산량 1,852천 톤의 약 6.7%만 유기농산물로 생산되고 있으며, 특히 과수분야의 유기농산물 비중은 1.8%로 그 비중이 가장 낮은 작목으로 분류되고 있고, 그 중 포도 유기재배는 2011년 기준으로 133 ha 수준으로 매실과 함께 가장 많은 비중을 차지하고 있다 (NAQS, 2011). 세계적으로도 포도는, 유기재배 면적이 2010년 약 22만 ha로 과수 중 가장 넓은 면적 비중을 차지하고 있으며, 전체 포도 면적의 약 2.9%가 유기재배로 생산되고 있어, 생식 및 가공 식품 등 유기농산물에 대한 소비자의 기호도가 가장 높은 과수 작목으로 알려져 있다 (Niggli and Arbenz, 2012).

국내에서 포도는 일반적으로 비가림 형태로 재배되고 있다. 특히 포도의 비가림 재배는 일반 비가림 재배와는 달리, 덕위에 터널식의 비닐을 피복하여 수관부와 두둑이 비를 직접 맞지 않도록 하는 간 비가림 방법으로, 완전 노지 재배에 비하여 병해충 방제가 용이하고 생육이 양호한 특성을 가지고 있다 (Choi et al., 1998; Jang et al., 2010; Ahn et al., 2012). 또한 포도는 일반 과수에 비하여 저장성이 낮아 시설재배에 의한 조기수확 등 작형 조절의 장점이 큰 작목으로 분류되어 (Nam and Ko, 2013), 국내재배면적의 약 17%가 시설에서 재배되고 있다 (KOSTAT, 2013). 포도 유기재배 농가의 경우도 이러한 경제적 이점과 병해충 방제 등의 재배관리 용이성 때문에 대부분 비가림 및 시설하우스를 이용한 유기재배를 실시하고 있으며, 이러한 외부 환경조건으로 포도 유기재배 토양은 일반 과수재배 토양과는 차별된 이화학적 특성을 가지고 있을 것으로 판단된다.

일반적으로 토양 이화학적 특성은 자체의 토성뿐만 아니라 강우와 기상 등의 외부적 환경과 밀접한 관련이 있으며, 우리나라와 같은 여름철 우기의 집중 강우와 고온 등의 외부 환경은 노지 토양에서 양분의 용탈, 산성화, 유기물 부족의 문제를 발생시킬 수 있다 (Kim et al., 2000). 시설 토양의 경우 노지 토양과는 달리 강우 차단, 연작과 지속적인 시비 투입으로 염류집적의 문제가 발생되기도 한다 (Chung et al., 2008). 또한 유기물 사용, 시비방법 및 종류 등의 토양관리 방법이 토양의 특성에 영향을 주는 것으로 알려져 있어 (Uhm et al., 2012; Kim et al., 2000; Kang et al., 2011), 표토관리, 유기질비료 사용 등 일반 관행재배와 차별된 토양관리 요건을 가지고 있는 유기재배는 그 토양관리 형태에 따라서 이화학적 특성에 차이를 가질 것으로 판단된다.

특히 유기재배 토양관리에서 가장 중요한 문제는 유기물로부터 분해되어 나오는 양분과 작물의 양분요구도를 맞추는 것으로 (Weigle and Carroll, 2012), 이러한 유기재배토양 특성과 관리에 관한 연구는 국내 과수에서 배를 대상으로 집중 보고된 바 있다 (Chung and Lee, 2008; Lim et al., 2012; Joa et al., 2008; Choi et al., 2011). 포도의 경우 유기재배 시설포도에서 녹비재배 효과에 관련한 보고가 있으나 (Park et al., 2008), 실제적으로 포도 유기재배 농가들의 토양관리 방법과 재배형태에 따른 토양의 이화학적 특성은 아직 보고된 바 없다.

따라서 본 연구는 국내 포도 유기재배농가를 대상으로 토양관리 방법과 비가림 및 시설하우스 등 재배시설 형태에 따른 토양의 물리성 및 화학적 반응을 조사하고, 그 특성과 문제점을 분석함으로써 포도 유기재배와 시설 유기과수 재배의 토양관리 기술 연구를 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

Materials and Methods

조사개요 및 토양관리 실태조사 2012년 4월 하순 포도 생육초기부터 9월 상순 수확까지, 비가림 재배 5농가 및 하우스 재배 9농가 등 전국 포도 유기재배 14농가를 대상으로 일반적인 재배현황, 토양관리 방법, 토양의 물리적 특성, 그리고 4회에 걸쳐 토양의 화학적 특성을 조사 분석하였다. 토양관리 실태조사는 녹비 재배, 자연초종에 의한 초생재배와 청경재배 등의 표토관리 방법과 퇴비 및 유기질비료 등의 사용시기, 투입량과 사용재료 등을 조사하였다.

토양물리성 조사 2012년 6월 하순부터 7월 상순에 토양삼상, 용적밀도, 토성 및 관입저항을 조사하였다. 토양삼상과 용적밀도는 수채 관부에서 주간 거리 1.0 m, 조간거리 0.3 m 떨어진 곳에서 표토의 약 5 cm을 제거한 후 soil core (용량 100 mL)를 이용하여 토양을 3반복 채취하였으며, 10⁵°C 건조하여 가비중, 고상, 액상 및 기상을 조사하였고, 토성은 동일 부위의 토양을 채취하여 비중계법으로 분석하였다. 토양경도는 원추형관입측정기 (Eijlelkamp, Penetrologger with GPS)를 이용하여 Cone 1.0 cm², 60°, Speed 2 cm/s 조건에서 표토부터 80 cm 부위를 10반복 측정하여 조사하였다.

토양화학성 조사 2012년 4월 하순 ~ 5월 상순, 6월 하순 ~ 7월 상순, 8월 상순 및 9월 상순 등 4회에 걸쳐서 수소이온농도 (pH), 전기전도도 (EC), 유기물, 총질소, 유효인산, 치환성칼리, 칼슘, 마그네슘, 그리고 양이온치환용량 (CEC)을 조사하였다. 토양은 표토 부분을 제거한 후 Φ 5 cm auger를 이용하여 5반복 채취하였으며, 음건한 후에 2 mm 체를 통과한 시료를 토양분석에 이용하였다. 토양분석은 농

촌진흥청 농업과학기술원의 토양화학분석법 (NIAST, 2000)에 준하여 실시하였다.

통계분석 본 연구의 유의성 통계분석은 R Project 프로그램 3.0.1 버전 (2013)을 이용하여 ANOVA 분석과 Duncan's multiple range test 실시하였다. 토양관리 요인과 토양화학성 변화의 상관분석은 R Project의 Package 'ppcor' (Kim, 2011)을 이용하여 시설의 형태, 표토관리 방법과 유기질비료 및 퇴비의 사용 유무 등 토양관리 요인을 독립변수로 하여 각각 임의적 서열을 부여한 후, 독립변수간의 간섭 효과를 줄이고자 각 토양화학성분에 대하여 Spearman 상관분석을 이용한 편상관분석 (Partial correlation analysis)을 실시하였다.

Results and Discussion

농가 토양관리 실태 표토관리는 전체 농가에서 11농가가 초생재배로 표토를 관리하였으며 그 중 6농가는 자연초종을 이용하여 초생재배를 하였고, 5농가는 동계에 클로버, 헤어리베치, 호밀 등의 녹비를 재배하여 5월경 예취한 후 다시 자연 초종으로 표토관리를 하는 것으로 조사되었다. 반면 비교적 제초가 용이한 시설하우스에서 일부 농가들은 손제초, 가금류의 방사, 표토 건조관리 등의 방법을 이용하여 청경재배로 표토관리를 하였다 (Table 1). 토양에 대

한 녹비재배의 효과는 국내외적으로 여러 분야에서 보고된 바 있으며 (Lee et al., 2013; Choi et al., 2010; Sultani et al., 2007; Drinkwater et al., 1998), 본 조사에서도 녹비를 이용하는 농가의 경우 다년간 녹비와 자연초생의 순차적 초생재배로 토양관리에 적극적인 경향을 보였으나 전체적으로는 아직 낮은 이용 수준을 보였다.

퇴비는 8농가에서 사용을 하였고, 주로 사용하는 퇴비는 시판되는 부산물 퇴비로 4 농가에서 사용하였으며, 일반적인 퇴비 사용량은 2~2.6 ton 10a⁻¹ 수준으로 NIAST (2006)의 포도 퇴비 권장 사용량을 크게 벗어나지 않는 범위에서 사용되는 것으로 조사되었다. 유기질비료 기비는 주로 시판 유기질비료를 이용하여 전년도 10월 ~ 11월경에 231~400 kg 10a⁻¹ 수준으로 6농가에서 사용하였으며, 추비는 5농가에서 사용되어 상대적으로 토양관리에서 유기질비료의 이용 비중이 높은 것으로 조사되었다. 특히 유기질 비료는 대부분 농가에서 생육기에 필요한 시비 전량을 기비 또는 추비의 한시기에 선택적으로 투입하여, 질소와 칼리 등을 생육시기에 따라 분시하는 NIAST (2006)의 포도 권장 시비방법과는 차이가 있었다 (Table 1).

본 연구조사에서 재배시설 유형에 따라서 유기질비료와 퇴비의 사용방법, 사용량 등에 뚜렷한 경향과 차이는 나타나지 않았으며, 일부 농가의 경우 외부의 농자재를 전혀 투입하지 않는 무투입 방법으로 재배하기도 하였다. 또한 관행재배 농가들이 생육시기에 맞추어 시비관리를 하는 일반

Table 1. Culture facilities, method of soil management and soil texture in organic grapes farms.

Farmers	Culture ^z facilities	Ground ^y cover management	Compost ^x /amount of input	Organic fertilizer ^w /amount of input		Soily texture
				Basal fertilizer	Additional fertilizer	
			ton 10a ⁻¹	kg 10a ⁻¹		
F1	R	SC	-	-	-	L
F2	R	SC	HCM/2.0	-	-	L
F3	R	SC	CM/2.6	-	EC/352	L
F4	R	SG	BM/5.0	HM/600	-	L
F5	R	SG	-	EC/231	-	SiL
F6	P	SG	-	-	EC/100	L
F7	P	SG	PM/2.5	HM/666	EC/333	CL
F8	P	SG	SM/2.0	-	-	SL
F9	P	SC	PM/2.0	EC/400	-	L
F10	P	SC	-	HM/400	-	LS
F11	P	SC	PM/2.6	-	EC/333	SiL
F12	P	CC	-	-	-	L
F13	P	CC	-	EC/265	-	L
F14	P	CC	PM/2.3	-	EC/90	L

^zR, rainshield culture; P, plastic greenhouse.

^ySC, sod culture using natural weed; SG, sod culture using natural weed after green manure culture for winter season; CC, clean culture.

^xHCM, homemade cattle manure; CM, cattle manure; BM, bark manure; SM, swine manure; PM, packaged manure for sales.

^wHM, homemade organic fertilization using rice bran, fermentation agent, etc.; EC, expeller cake.

^LL, Loam; SiL, silt loam; CS, clay loam soil; SL, sandy loam; LS, loamy sand.

Table 2. Soil physical properties by culture facilities and ground cover management in organic grapes farms.

Culture facilities	Ground cover management	Bulk density Mg m ⁻³	Three phases			Porosity (%)
			Soild	Water	Air	
Plastic greenhouse	CC	1.32a ^z	49.8a	28.8a	21.4a	50.2b
	SC	1.28a	48.2ab	25.0a	26.8a	51.8b
	SG	1.17b	44.0b	33.8a	22.2a	56.0a
Rainshield culture	SC or SG	1.15b	43.6b	28.7a	27.7a	56.4a

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

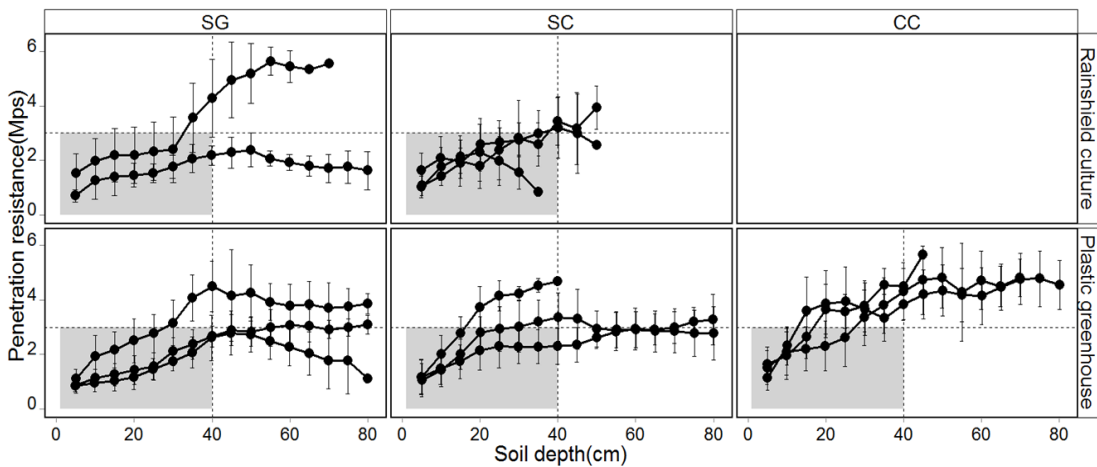


Fig. 1. Penetration resistance of soil by ground cover management and culture facilities in organic grapes farms(SG, sod culture using natural weed after green manure culture for winter season; SC, sod culture using natural weed; CC, clean culture).

적인 형태와는 달리 유기재배농가의 경우 기존의 재배적 경험에 의한 다양한 토양관리 형태를 보였다.

토양 물리성 Cho et al. (2012)은 국내 농경지 토양물리성에 대한 보고에서 과수재배 표토의 평균 용적 밀도가 1.25 Mg m⁻³ 수준이었으며, 포도 과원의 경우 1.31 Mg m⁻³로 과수작목 중 가장 높은 수준으로 보고하였는데, 유기재배 농가만을 대상으로 하는 본 연구 조사에서는 전반적으로 이보다 낮은 수준으로 조사되었다. 또한 다른 재배양식에 비하여 비가림 재배와 시설하우스 녹비재배 토양에서 용적 밀도가 낮고, 공극률이 높은 물리적 특성을 보였다. 특히 시설하우스에서 자연 초종만으로 초생재배를 하는 경우와 녹비작물을 이용한 초생재배와는 표토의 물리성에 뚜렷한 차이가 있었다 (Table 2).

토양 관입저항 조사에서도 비가림 재배와 시설하우스 녹비재배 토양이 다른 재배 양식에 비하여 상대적으로 관입저항이 낮은 경향을 보였다 (Fig. 1). 관입저항은 토양의 경운 방법, 수분과 강우 등에 영향을 받으며 (Materechera and Mloza-Banda, 1997), 표토관리 방법에 따라서 차이가 있어 청경재배에 비하여 초생재배 토양에서 입단형성이 잘 되고

토양 경도가 개선되는 효과가 있다 (Joa et al., 2008). 뿌리 생육을 위한 관입저항 한계는, 밭에서는 3.0 Mpa 수준으로 조사되었으며 (Collis-George and Yoganathan, 1985), 수종의 나무에 대한 관입저항 연구에서는 뿌리의 90.7%가 3.0Mpa 이하의 관입저항에 분포한다고 하였다 (Sinnett et al., 2008). 따라서 본 연구에서도 포도의 일반적인 근권 깊이 40 cm를 기준으로 3.0 Mpa의 관입저항을 적용하여 그 특성을 비교한 결과, 비가림 재배와 녹비를 이용한 시설하우스 재배 농가의 토양은 대부분 깊이 40 cm 이하의 토양이 3.0 Mpa 이하에 분포하는 것으로 조사되었으나, 일반 초생재배와 청경재배의 시설하우스는 상대적으로 관입저항이 높은 분포를 보여, 녹비재배와 같은 적극적인 초생재배가 근권의 물리성 개선에 효과적인 것으로 조사되었다.

토양 화학적 특성 국내 포도재배 토양에 대한 조사는 충북 옥천지역을 중심으로 조사된 바 있으며, 토양의 pH는 6.5, 유기물 19.0 g kg⁻¹, 유효인산 421 mg kg⁻¹, 치환성칼리 0.7 cmol_c kg⁻¹, 치환성칼슘 6.8 cmol_c kg⁻¹ 수준으로 보고되었다 (Chen, 2011). 본 연구조사에서는 비가림 재배의 경우 옥천지역과 유사한 분석 결과를 보였으며, 국내 포도

Table 3. Soil chemical properties by culture facilities and time of investigation in organic grapes farms.

Culture Facilitie (A)	Time ^z (B)	pH	EC	OM	T-N	Avail. P ₂ O ₅	Exch. cation			CEC
							K	Ca	Mg	
		(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	%	mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹			
Rainshield culture	1st	6.79	0.61	29.8	0.13	406	0.49	7.53	3.58	12.8
	2nd	6.49	0.53	25.7	0.12	289	0.55	6.35	2.81	10.7
	3rd	6.75	0.63	23.8	0.11	301	0.58	7.65	3.77	12.8
	4th	6.64	0.51	22.2	0.10	250	0.35	7.49	3.29	10.6
	Av.	6.67	0.57	25.8	0.12	312	0.49	7.25	3.36	11.7
Plastic Greenhouse	1st	7.11	1.08	31.1	0.15	672	1.06	9.19	2.17	14.5
	2nd	7.16	1.58	32.4	0.16	677	1.10	8.97	2.16	13.7
	3rd	7.28	1.46	29.3	0.14	719	1.37	10.12	2.26	15.1
	4th	7.07	1.72	30.3	0.15	660	1.02	8.51	1.93	12.1
	Av.	7.16	1.46	30.9	0.15	682	1.14	9.20	2.13	13.9
F. value	A	***	***	***	***	***	***	***	***	**
	B	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*
	A×B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Optimum range ^y		6.0~6.5	-	25~35	-	200~300	0.3~0.6	5.0~6.0	1.5~2.0	10~15

^z1st, late Jun. ~ early July; 2nd, late Apr. ~ early May; 3rd, early Sept.; 4th, early Aug.

^yRecommended rate of fertilizer on grapes(NIAST, 2006).

ns, *, **, *** Nonsignificant or significant at P ≤ 0.05, 0.001, 0.001, respectively.

Table 4. The correlation coefficients between organic matter content and method of soil management according to the time of investigation in organic grapes farms.

Time	Ground cover management	Compost	Organic fertilizers	Soil texture
Late Apr. ~ early May	0.407	0.196	0.228	-0.082
Late Jun. ~ early July	0.676**	0.223	-0.002	0.180
Early Aug.	0.568*	-0.341	0.377	-0.091
Early Sept.	0.455	0.116	0.064	0.215

*, **, *** Significant at P ≤ 0.05, 0.001, 0.001, respectively.

재배의 적정 권장 수준 (NIAST, 2006)에 근접하는 경향이 있었다. 그러나 시설하우스 재배에서는 pH, 인산 및 치환성양이온 등에서 적정 권장 수준 (NIAST, 2006)보다 매우 높은 결과를 보여 비가림 재배와 뚜렷한 차이를 나타내었다. 특히 pH는 국내 시설 재배지 토양화학성 조사에서 보고한 토양 pH 6.6 수준 (Kang et al., 2013) 보다 높은 경향을 보였다 (Table 3). 포도 재배지에서 토양 pH 상승의 원인으로 Chen (2011)은 지속적인 석회 사용을 지적한 바 있으며, 특히 유기재배시 과도한 퇴비 투입과 유기질의 사용이 그 원인으로 보고되기도 하였다. 따라서 시설하우스를 이용한 포도 유기재배의 적정 토양관리를 위해서는 과도한 유기질비료나 퇴비사용을 지양하여야 할 것으로 사료되며, 주기적인 토양검정 등으로 보다 과학적인 시비 관리가 필요할 것으로 조사되었다.

토양의 유기물 함량은 전반적으로 표토관리방법에 따라 영향을 받는 것으로 조사되었고, 특히 6월 하순부터 8월 상

순의 생육 중기에 그 경향이 뚜렷이 나타나는 것으로 분석되었다 (Table 4). 또한 시설하우스 및 비가림 재배 모두에서 일반 자연 초종만을 이용하는 것보다는 동계기간에 녹비 작물을 재배하고 5월 하순 이후 다시 자연 초종을 이용하여 적극적으로 초생재배를 실시하는 농가에서 토양 유기물 함량이 증가하는 것으로 조사되었다 (Fig. 2). 또한 본 연구에는 보고되지 않았으나 토양내 총질소의 함량도 유기질비료의 투입과 더불어 녹비를 이용한 초생재배에서 증가하는 특성을 보였다. Lim et al. (2012)에 의하면 표토 초생재배의 연중 건물생산량은 겨울녹비+여름녹비 > 겨울녹비 > 방임 초생 순으로 나타났다고 보고하여 일반 자연 초종에 비하여 녹비재배의 건물 생산량이 높다고 보고하였으며, 토양 유기물 함량도 일반 초생재배는 3.4%이나 녹비재배는 5.4%로 차이를 보였다 보고하였다. 특히 콩과 녹비는 토양의 질산태 질소의 유실을 억제 하고, 공중 질소를 고정하여 후작물에 공급하는 효과가 큰 것으로 알려져 있다 (Fageria, 2007;

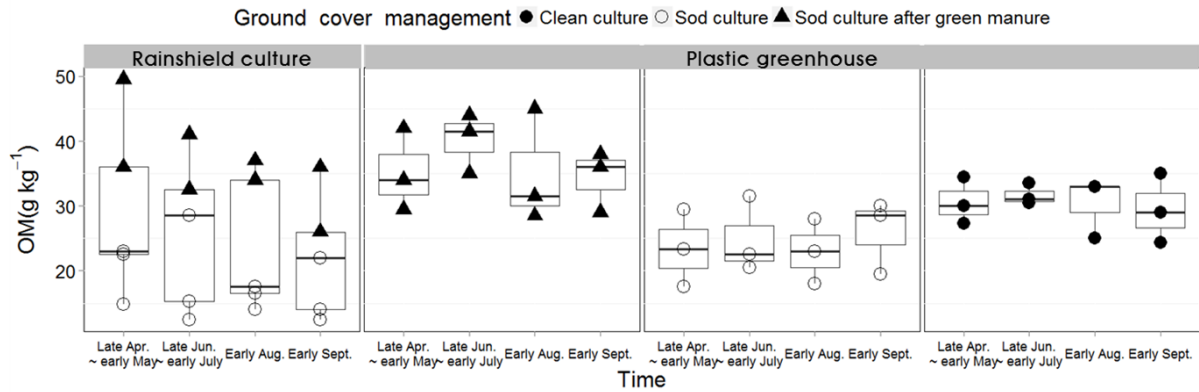


Fig. 2. Organic matter content of soil by ground cover management and culture facilities in organic grapes farms.

Table 5. The correlation coefficients between available phosphate content and method of soil management according to the time of investigation in organic grapes farms.

Time	Ground cover management	Compost	Organic fertilizers	Soil texture
Late Apr. ~ early May	0.066	0.687**	0.094	-0.032
Late Jun. ~ early July	0.720**	0.386	-0.290	0.292
Early Aug.	0.288	0.275	-0.388	0.108
Early Sept.	0.311	0.429	-0.310	0.130

*, **, *** Significant at $P \leq 0.05, 0.001, 0.001$, respectively.

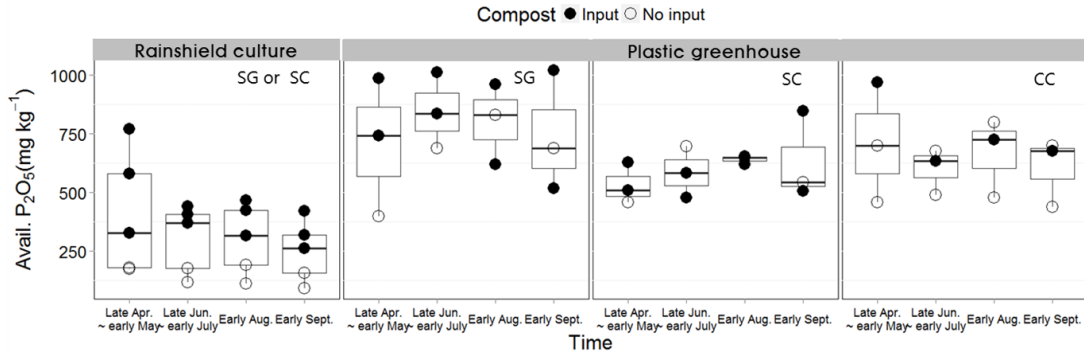


Fig. 3. Available phosphate content of soil by compost input and culture facilities in organic grapes farms.

Bouldin, 1987; Stopes et al., 1996). 본 연구 결과에서도 포도의 비가림 재배와 시설하우스 재배에서 겨울철 녹비를 이용한 초생재배로 충분한 생초량을 확보함으로써 일반 자연 초종에 의한 초생재배에 비하여 토양 유기물과 질소 환원량을 높일 수 있는 것으로 조사되었다.

토양의 유효인산은 5월 초순 조사에서는 퇴비의 사용유무에 따라 함량의 변화가 크게 나타났으며, 6월 하순 ~ 7월 조사에서는 표토의 관리 방법에 의한 영향을 주로 받는 것으로 조사되었고, 반면 전 생육기간 동안에 유기질비료 투입 유무에 따른 유효인산의 함량 차이는 나타나질 않아 조사대상 농가들의 유효인산의 수준에 영향을 주는 주요 토양 관리 요인은 표토관리와 퇴비사용 유무인 것으로 분석되었다 (Table 5). 특히 시설하우스의 자연 초종 초생재배와 청

경재배 토양에 비하여 녹비 초생재배 토양의 유효인산이 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였다 (Fig. 3). 일반적으로 토양 내 인산은 유기물 분해시 발생하는 유기산 등에 의하여 가용성이 높아지는 것으로 알려져 있으며 (Bolan et al., 1994), Joa et al. (2008)은 청경재배보다 초생재배 토양에서 인산 효소의 활성이 높으며, 특히 켄터키블루그라스를 이용한 인위 초생재배는 청경재배보다 토양 미생물체량이 2배 이상 높은 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 유기재배시 녹비재배 등을 통한 토양에 충분한 유기물의 확보는 외부 투입을 줄이고 인산 이용효율을 높이는 토양관리 방법으로 조사되었다.

토양의 치환성칼리 함량은 표토 관리방법, 퇴비 사용유무, 토성 등에서 상관관계가 전반적으로 고르게 분포되어

Table 6. The correlation coefficients between exchangeable potassium content and method of soil management according to the time of investigation in organic grapes farms.

Time	Ground cover management	Compost	Organic fertilizers	Soil texture
Late Apr. ~ early May	0.022	0.528	-0.325	0.550
Late Jun. ~ early July	0.534	0.511	-0.389	0.584*
Early Aug.	0.527	0.261	-0.201	0.689**
Early Sept.	0.448	-0.147	-0.016	0.513

*, **, *** Significant at $P \leq 0.05, 0.001, 0.001$, respectively.

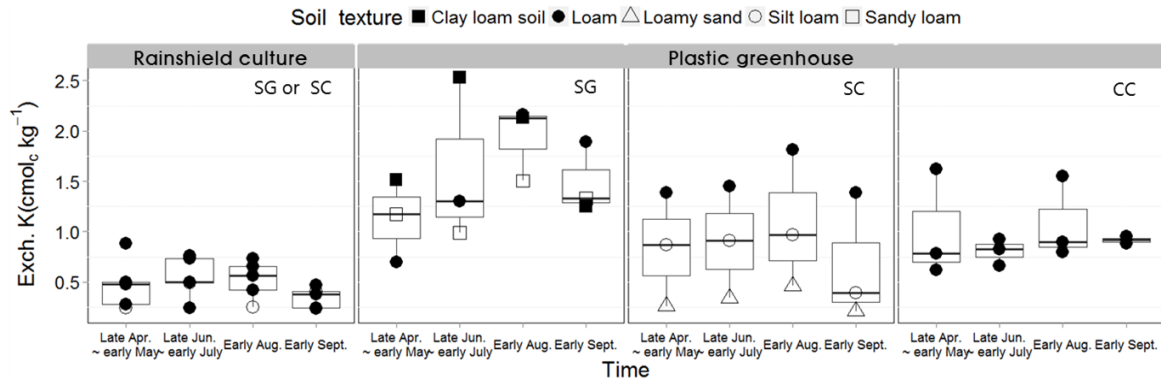


Fig. 4. Exchangeable potassium content by soil texture and culture facilities in organic grapes farms.

토양조건에 따라 복합적인 영향을 받는 것으로 조사되었으나, 상대적으로 6월 하순부터 8월 초순의 생육 중반기에는 토성에 의한 영향을 크게 받는 것으로 분석되었다 (Table 6). 또한 시설하우스에서 녹비를 이용한 초생재배 토양의 치환성칼리 수준이 자연초종의 초생재배와 청경재배 시설하우스 토양에 비하여 더 높은 경향을 보였으며, 토성별 양이온치환용량이 사토 2.9, 사양토 6.7, 식양토 10.7 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ 수준으로 보고된 바와 같이 (Hyeon et al., 1991), 치환성칼리 함량은 사질 함량이 낮은 양토와 식양토의 재배지에서 높은 것으로 조사되었다 (Fig. 4). 따라서 본 연구조사의 결과도 시설하우스에서 겨울철 녹비를 재배하여 5월경 예취 후 표토에 충분한 유기물을 환원한 초생재배 토양과, 양이온치환능력이 높은 양토와 식양토의 토양에서 치환성 칼리의 함량이 높아진 것으로 판단된다.

Conclusions

본 연구는 전국 포도 유기재배 14농가를 대상으로 표토관리, 퇴비투입, 유기질비료 사용 등의 주요 토양관리 방법과, 비가림 및 시설하우스 등 재배유형에 따른 토양의 물리성 및 화학적 특성 변화를 조사하여 국내 재배 환경에 적합한 유기재배기술 정립과 연구방향 설정 위한 기본적 자료로 활용하고자 추진하였다.

유기재배 토양의 주요한 관리 요인 중의 하나인 표토관리는, 전체 조사농가 중 5농가만이 동계에 녹비를 이용한

초생재배를 하는 것으로 조사되어 녹비를 이용하는 농가 비율은 상대적으로 낮은 수준을 보였다. 반면 퇴비는 8농가, 유기질비료는 10농가에서 기비 또는 추비의 형태로 사용하는 것으로 조사되어 토양관리에 있어서 유기질비료의 비중이 상대적으로 큰 것으로 조사되었다. 토양물리적 특성은 초생재배에서 토양의 물리성이 개선되는 경향을 보였으며, 토양의 이화학적 특성에서도 표토관리 방법이 다른 관리 요인에 비하여 토양 특성에 전반적인 영향을 주는 것으로 조사되어, 녹비를 이용한 적극적인 초생재배를 하는 농가에서 토양의 유기물, 인산, 칼리의 함량이 높은 것으로 조사되었다. 특히 이러한 특성은 시설하우스의 재배에서 뚜렷한 경향을 보였다. 비가림 재배와 시설하우스 등의 재배 유형에 따른 토양 화학성에도 뚜렷한 차이를 보여, 시설하우스 재배의 경우 국내 포도 재배의 토양 화학성에 대한 적정 권장 수준을 크게 초과하는 결과를 나타내어 일반 관행재배의 시설하우스 토양특성과 유사한 경향을 보였다.

따라서 본 연구 결과, 표토관리 방법이 토양의 이화학적 특성에 가장 광범위하게 영향을 주는 것으로 조사됨에 따라, 자원순환을 기본으로 외부 투입을 최소화 하는 유기재배의 기본원칙에 부합하고 지속 가능한 포도 유기재배 토양관리를 위해서는 기본적으로 녹비 등을 이용한 적극적인 초생관리로 근권 환경을 개선하고 토양 유기물과 질소, 인산, 칼리 등의 자체 양분 이용효율을 높이며, 유기질 비료 사용 등의 외부 자재의 투입은 토양검정과 같은 보다 과학적인 방법으로 사용수준을 최소화 하여야 할 것으로 사료된다.

References

- Ahn, S. Y., S. H. Kim, S. J. Choi and H. K. Yun. 2012. Characteristics of cold hardiness and growth of grapevines grown under rain shelter type cultivation system in the vineyard. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 30(6):626-634.
- Bolan, N. S., R. Naidu, S. Mahimairaja and S. Baskaran. 1994. Influence of low-molecular-weight organic acids on the solubilization of phosphates. *Bio. Fert. Soils* 18(4):311-319.
- Bouldin, D. R. 1987. Effect of green manure on soil organic matter content and nitrogen availability, p. 151-164. In: S. Shanmugasundaram (ed.). *Sustainable agriculture: Green manure in rice farming*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- Chen, H. S. 2011. Changes of chemical characteristics on Okcheon grape field. Autumn conference of Korean Society of Soil Sciences and Fertilizer:112-113. (Abstr.)
- Cho, H. R., Y. S. Zhang, K. H. Han, H. J. Cho, J. H. Ryu, K. Y. Jung, K. R. Cho, A. S. Ro, S. J. Lim, S. C. Choi, J. I. Lee, W. K. Lee, B. K. Ahn, B. H. Kim, C. Y. Kim, J. H. Park and S. H. Hyun. 2012. Soil physical properties of arable land by land use across the country. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 45(3):344-352.
- Choi, B. S., J. A. Jung, M. K. Oh, S. H. Jeon, H. G. Goh, Y. S. Ok and J. K. Sung. 2010. Effects of green manure crops on improvement of chemical and biological properties in soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43(5):528-536.
- Choi, H. S., X. Li, W. S. Kim, Y. Lee and H. J. Jee. 2011. Comparison of soil physico-chemical and microbial characteristics in soil of 'Nittaka' pear orchards between organic and conventional cultivations. *Korean J. Organic Agric.* 19(2):229-243.
- Choi, I. M., C. J. Yoon, J. H. Kim and J. C. Lee. 1998. Standardization of rain shelter type for the improvement of grape fruit quality. I. Survey rain shelter types under training systems a measuring of temperature variation with differs rain shelter types. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 16(1):73. (Abstr.)
- Chung, B. Y., K. S. Lee, M. K. Kim, Y. H. Choi, M. K. Kim and J. Y. Cho. 2008. Physico-chemical properties of rainfall interception culture and open field culture soils of *Rubus* sp. In Gochang-gun, Jeollabuk-do. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41(5):303-309.
- Chung, J. B. and Y. J. Lee. 2008. Comparison of soil nutrient status in convention and organic apple farm. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41(1):26-33.
- Collis-George, N. and P. Yoganathan. 1985. The effect of soil strength on germination and emergence of wheat (*Triticum aestivum* L.). II. High shear strength conditions. *Aust. J. Soil Res.* 23(4):589-601.
- Drinkwater, L. E., P. Wagoner and M. Sarrantonio. 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature* 396(6708):262-265.
- Fageria, N. K. 2007. Green manuring in crop production. *J. Plant Nutr.* 30(5):691-719.
- Hyeon, G. S., C. S. Park, S. J. Jung, S. K. Rim and K. T. Um. 1991. Soil CEC for textural classes in Korea. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 24(1):10-16.
- Jang, M. H., S. Y. Ahn, D. Y. Kim, S. H. Kim and H. K. Yun. 2010. Characteristics of grapevine growth under rain-cut cultivation system in the vineyard. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28(2):94-95.
- Jeong, H. K., C. G. Kim and D. H. Moon. 2012. State of production and consumption and market outlook for environment-friendly agricultural products. Korea Rural Economic Institute, Seoul, Korea.
- Joa, J. H., J. H. Lee, H. Y. Won, S. G. Han and H. C. Lim. 2008. Effect of different soil managements on physical properties and microbial activities in citrus orchard soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41(5):279-284.
- Kang, B. G., S. Y. Lee, S. C. Lim, Y. S. Kim, S. D. Hong, K. Y. Chung and D. Y. Chung. 2011. Establishment of application level for the proper use of organic materials as the carbonaceous amendments in the greenhouse soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(2):248-255.
- Kang, S. S., A. S. Roh, S. C. Choi, H. J. Kim, M. T. Choi, B. G. Ahn, H. K. Kim, S. J. Park, Y. H. Lee, S. H. Yang, J. S. Ryu, M. S. Kim, M. S. Kong, C. H. Lee, Y. H. Kim and D. B. Lee. 2013. Evaluation of soil chemical properties in plastic film house. Spring conference of Korean Society of Soil Sciences and Fertilizer:201-202. (Abstr.)
- Kim, J. G., K. B. Lee, J. D. Kim, S. S. Han and S. J. Kim. 2000. Change of nutrition loss of long-term application with different organic material sources in upland soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 33(6):432-445.
- Kim, S. H. 2011. Partial and semi-partial (part) correlation. CRAN.
- KOSTAT. 2013. Korean statistical information service. <http://kosis.kr/>.
- Lee, K. B., J. G. Kang, K. D. Lee, S. Lee, S. A. Hwang, S. W. Hwang and H. K. Kim. 2013. Soil characteristics of newly reclaimed tidal land and its changes by cultivation of green manure crops. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 46(2):129-135.
- Lim, K. H., H. S. Choi, W. S. Kim, S. G. Kim, J. H. Songm, Y. S. Cho, J. J. Choi and S. K. Jung. 2012. Nutrient contribution of green manure crops in an organic pear orchard. *Korean J. Organic Agric.* 20(1):37-48.
- Materechera, S. A. and H. R. Mloza-Banda. 1997. Soil penetration resistance, root growth and yield of maize as influenced by tillage system on ridges in Malawi. *Soil Till. Res.* 41(1-2):13-24.
- Nam, S. W. and G. H. Ko. 2013. Analysis of structural types and design factors for fruit tree greenhouses. *Protected Hort. Plant Fac.* 22(1):27-33.
- NAQS. 2011. Environmentally friendly agricultural products statistic DB. <http://www.enviagro.go.kr>.

- NAIST. 2000. Method of soil and plant analyses. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- NAIST. 2006. Recommended rate of fertilizer on crops. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- Niggli, U. and M. Arbenz. 2012. The world of organic agriculture-statistics and emerging trends 2012. FiBL and IFOAM.
- Park, K. C., Y. J. Seo, C. Y. Kim, J. S. Kim, Y. Keun and J. A. Seo. 2008. Influence of growing green manures on soil microbial activity and diversity under organically managed grape-greenhouse. *Kor. J. Environ. Agric.* 27(3):260-266.
- Sinnett, D., G. Morgan, M. Williams and T. Hutchings. 2008. Soil penetration resistance and tree root development. *Soil Use Manage.* 24(3):273-280.
- Stopes, C., S. Millington and L. Woodward. 1996. Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. *Agr. Ecosyst. Environ.* 57(2-3):189-196.
- Sultani, M., M. Gill, M. Anwar and M. Athar. 2007. Evaluation of soil physical properties as influenced by various green manuring legumes and phosphorus fertilization under rain fed conditions. *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 4(1):109-118.
- Uhm, M. J., J. J. Noh, H. G. Chon, S. W. Kwon and Y. J. Song. 2012. Application effect of organic fertilizer and chemical fertilizer on the watermelon growth and soil chemical properties in greenhouse. *Kor. J. Environ. Agric.* 31(1):1-8.
- Weigle, T. and J. Carroll. 2012. Cover crops, p. 3-13. In: G. T. Elizabeth and S. Elizabeth (ed.). *Production guide for organic grapes*. New York State Integrated Pest Management Program, New York, USA.