

## 포도 '거봉' 품질에 미치는 토양이화학성의 상대적 기여도

김승희 · 최인명 · 한점화 · 조정건 · 박서준 · 임태준<sup>1\*</sup> · 윤해근<sup>2</sup>

국립원예특작과학원 과수과, <sup>1</sup>국립원예특작과학원 원예특작환경과, <sup>2</sup>영남대학교 원예학과

### Contribution Rate on Soil Physico-Chemical Properties Related to Fruit Quality of 'Kyoho' Grapevines

Seung-Heui Kim, In-Myung Choi, Jeom-Wha Han, Jung-Gun Cho, Seo-Jun Park,  
Tae-Jun Lim<sup>1\*</sup>, and Hea-Keun Yun<sup>2</sup>

*Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea*

<sup>1</sup>*Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea*

<sup>2</sup>*Department of Horticultural Science, Yeungnam University, Gyeong san, 712-749, Korea*

Detail management standard on soil conditions in 'Kyoho' grapes were not yet made. Therefore, this study was carried out to investigate the optimum soil environmental conditions on production of high fruit quality in 'Kyoho' grapes. We established using correlation between fruit quality and soil condition. These results were used to develop soil management guideline with promoting efficiency and minuteness in grape vineyard. Soil conditions were analyzed at total 80 vineyards in major grape producing areas such as Ansung, and Cheonan (40 orchards an area). The soil environmental factors affected fruit weight were soil pH of 36.6%, cultivation layer depth of 23.3%, and cation of 17.8%. The soil condition factors affected sugar content were soil hardness of 24.4%, cation of 24.1% and organic matter content of 22.1%. Cultivation layer depth, soil texture, and phosphate content were low as relative contribution. Coloring was involved with organic matter content, CEC (cation exchange capacity), and saturated hydraulic conductivity. while soil pH, cultivation layer depth, and phosphate content showed low contribution. Finally, relative contribution on fruit quality related with sugar content, fruit weight, and coloring were soil hardness of 28.0%, organic matter content of 25.0%, soil pH of 12.9%.

**Key words:** Contribution, Grape quality, Kyoho, Vineyard soil properties

## 서 언

포도는 지구상에서 가장 많이 재배되는 낙엽과수 중의 하나이며, 국내에서는 2007년 19,000 ha가 재배되고 있다. 최근에는 소비자들의 기호가 가격보다는 품질을 우선으로 선택하고 있고 FTA/DDA 등의 체결에 따라 수입이 급증하고 있으며, 이를 극복하기 위해서는 고품질 과실 생산이 요구되고 있다. 우리나라 대표적인 대립계 포도인 '거봉'은 4배체 품종으로 수세가 왕성하고 꽃떨이가 심한 특징이 있다. 포도의 품질은 기상, 토양, 재배기술 등 여러 요인들이 복합적으로 관여하는데, 재배기술과 기상요인에 관한 연구는 많이 진행된 반면에 토

양환경과 과실품질에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 이는 토양의 환경요인은 다양한 요인들이 있으며, 하나의 요인과 관계된 결과를 얻기가 쉽지 않기 때문이다. 작물 생육에 직접적으로 영향을 미치는 토양의 물리적 성질은 수분 및 공기의 함량, 심토경도 등이며, 이들 직접요인들은 토양의 용적밀도, 토성, 입단 크기 및 발달 정도, 공극 분포 등에 따라 좌우된다 (Gupta, 1994). 천근성 작물인 과수의 생육은 토양경도 (Barley, 1963), 용적밀도 (Taylor and Gardner, 1963), 투수속도 및 작토심에 따라 영향을 많이 받는다. 우리나라의 많은 과수원은 최근 농기계의 급속한 보급에 따라 토양 다짐 현상에 의해 작토심의 깊이가 적다. 토양의 경도는 주로 토성과 용적밀도 및 수분함량에 따라 항상 변하고 있으며, 일반적으로 15~20 kgf cm<sup>-2</sup> 이상이면 뿌리 신장에 장애가 발생한다 (Jeffrey, 1995). 우리나라 우량과수

접수 : 2010. 10. 12 수리 : 2010. 11. 18

\*연락처 : Phone: +8222906263

E-mail: taejun06@korea.kr

원의 삼상분포는 고상, 액상, 기상이 각각 45~60%, 15~38%, 10~30%의 범위인데 반하여 불량과원은 고상이 60%이상으로서 이로 인한 토양의 치밀성은 기계적인 저항을 크게 하여 뿌리신장을 저해한다고 보고하였다 (Im and Oh, 1975). 과수재배에 있어서 토양 물리성 뿐만 아니라 토양 화학성 또한 수체생육과 수량, 그리고 과실 품질에 중요한 영향을 미친다 (Komamara et al., 2000). 시비관리는 포도의 생산성을 확보하고 고품질의 과일을 생산하는데 있어 가장 중요한 요인으로 알려져 있다 (Lee et al., 2000). 현재 우리나라의 포도 과원에 제시되어 있는 토양화학성의 적정 범위는 수량 증대를 목표로 작성된 결과이므로 고품질을 생산하기 위한 재배 관리에는 한계가 있다 (Im, 1999).

따라서 본 연구는 고품질 포도 "거봉" 포도를 생산하기 위해 토양의 이화학성별 과중, 당도, 과실 품질에 대한 상대적 기여도를 분석하여 최적 토양환경 조건을 설정하기 위한 기초 자료를 얻고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

**조사 지역 및 식물 재료** 2006년부터 2007년까지 포도 거중 주요 주산단지인 천안, 안성에서 작목반 1개를 선정하여 한 작목반당 40농가, 총 80농가를 조사하였다. 조사 과원은 노지 재배작형이며, 나무의 수령은 5~7년생인 거봉 포도나무 3주에 라벨링하였다. 나무 당 40송이 내외로 착과수를 조절하고 병해충 방제 및 재배 관리를 농가 관행적으로 수행하였다.

**과실 특성 분석** 과실은 수확기에 3주의 과방 전체를 조사하였다. 과중은 전체 과중의 평균을 사용하였고, 평균과방 10개씩 1반복하여 3반복으로 30개 과방에 대해 가용성고형물 함량은 각각의 과실을 착즙하여 디지털굴절당도계 (Atago DBX-55, Japan)를 사용하여 측정하였다. 착색도는 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서 포도의 착색 정도를 10단계로 분류하여 제작한 칼라차트를 이용하였고, 과실 품질 등급은 농촌진흥청 탐푸르트 사업의 기준 [과중 450 g  $\pm$  5%, 당도 18 °Brix, 착색 (칼라차트 9)]을 사용하였다.

**토양 분석** 토양화학성 분석용 시료는 장마기 이후 8월에서 9월에 조사과원 80농가에서 채취하였고, 토양 물리성은 4월에서 6월 사이에 현지 조사하였다. 포화수리 전도도, 토성, 작토심도의 깊이, 토양 삼상 등을 분석하였다. 토성 분류는 사질, 사양질, 미사사양질, 식양질, 미사식양질 등으로 구분하였다. 화학성 분석용 시료는 2 mm

를 통과한 풍건시료를 농업과학기술원 표준분석방법 (NIAST, 2000)에 준하여, 토양 pH는 토양과 증류수의 비를 1:5로 혼합하여 1시간동안 진탕한 후 pH meter (ORION Model 720A, USA)로 측정하였고, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법으로, 그리고 치환성 K, Ca, Mg은 NH<sub>4</sub>OAc (pH 7.0) 추출 후 Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (GBC Integra XM2 model, Australia)로 측정하였다. 양이온 치환용량 (CEC)은 10 g의 토양에 침출액 NH<sub>4</sub>OAc (pH 7.0) 50 ml를 혼합하여 12시간 동안 침출이 완료되도록 조절한 후 80% 에틸알콜로 세척을 한 뒤에 토양을 켈달 증류기로 증류하여 측정하였다 (Sumner and Miller, 1996). 물리성 분석의 경우, 토성은 5% sodium hexa-metaphosphate를 분산제로 하여 pipette법으로 분석하였으며, 포화수리전도도는 Inverse auger hole method 방법으로, 용적밀도는 Core method법을 이용하여 분석하였다. 토양 경도계 (Taidik, 5520, Japan)를 사용하여 측정하였다.

**양이온 등급** 토양이화학성 요인중 양이온 (K, Ca, Mg)은 토양 시료를 분석한 결과 값을 모두 합하여 각각의 백분율로 환산하였다. 가장 좋은 함량비로 조사된 K 10%, Ca 70%, Mg 20%의 조합비를 1 등급으로 하여 함량비를 조절하여 4 등급까지 나누었다 (Table 1).

**통계분석** 조사된 과원의 과실 특성분석 자료를 이용하여 토양요인들의 상대적기여도를 분석하기 SAS 프로그램의 편상관계수 (partial correlation coefficient) 방법을 이용하였다. 80농가의 과실특성분석값과 토양분석 10요인 값을 엑셀시트에 정리한 후 선형모형에서 종속변수를 과실분석값으로 하였고, 한글로 입력된 토성값을 분류변수로 하였다. 토성을 제외한 나머지 9요인은 수치화 되었으므로 양적변수로 하여 실행하였다. 각 항목에 대한 변량값이 표출되면, 그 값들을 월데이터값에 곱하였다. 모든 값을 변량된 수치 값으로 입력한 후 회귀분석의 선형을 선택하였다. 과실 특성값을 종속변수로 토양요인들을 독립변수로 선택하여 통계량을 실시하였다. 최종적으로 상관계수에서 편상관계수를 실행한 후 표출된 토양요인 10가지 항목을 합하여 각 항목별로 나누어 기여도를 계산하였다.

## 결과 및 고찰

포도 거봉 품종의 과중, 당도, 착색에 관여하는 토양 이화학성 10가지 요인에 대한 각각의 상대적 기여도를

Table 1. Grade classification of cation.

K	Ration (%)		Grade
	Ca	Mg	
9~11	60~61	28~31	D
7~9	62~63	28~31	D
22~24	63~64	22~24	D
8~10	63~64	26~28	D
13~16	65~66	19~21	C
10~12	65~66	22~25	C
5~7	67~68	25~28	B
11~14	67~68	22~24	B
8~12	69~71	19~21	A
6~9	72~73	19~21	B
10~12	72~73	15~18	B
2~4	73~74	22~24	C
10~12	74~75	12~16	C
4~7	74~75	19~21	D
3~5	77~78	18~21	D
7~9	79~80	16~19	D
2~4	79~80	11~14	D

Table 2. Contribution rate soil properties to fruit weight of 'Kyoho' grape.

Soil environmental factors		Contribution rate (%)
Soil physical property	Saturated hydraulic conductivity	0.5
	Soil texture	6.9
	Cultivation depth	23.3
	Solid phase	3.8
	Soil hardness	0.6
Soil chemical property	Phosphate	6.9
	Soil pH	40.0
	Organic matter	0.1
	Cation	17.8
	CEC	0.2

조사하였다. 과중에 관여하는 토양 요인들의 상대적 기여도를 살펴본 결과 (Table 2), 토양물리성은 약 35.0%, 토양화학성이 65.0%를 차지하였다. 가장 기여도가 높은 토양 요인은 토양 산도로 약 40.0%였으며, 그 다음이 작토심으로 23.3%였다. 양이온이 17.8%였으며, 토성 및 인산함량이 6.9% 기여하였다. 나머지 요인들은 5.0%이하의 낮은 상대적 기여도를 나타냈다. 거봉 품종의 과중에는 토양 물리성 보다는 화학성이 영향을 끼치는 것으로 나타났으며, 그 가운데 토양산도가 가장 높은 기여도를 나타냈다. 식물의 생육에 이용되는 수분은 단순한 건조중량에 의한 수분함량보다는 뿌리가 흡수하는데 소요되는 에너지를 나타내는 수분장력과 밀접한 상관이 있다 (DeBoodt and Verdonk, 1972). 한편 장력이 낮은

토양수분이 많더라도 산소 공급 능력이 없으면 식물의 뿌리는 양분이나 수분을 흡수하는데 필요한 에너지를 만들지 못하므로 흡수가 정지되며, 경도가 너무 단단하면 뿌리는 신장을 못하므로 생육이 나쁘게 된다. 토양 경도는 주로 토성과 용적밀도 및 수분함량에 따라 항상 변하고 있으며, 뿌리의 특성에 따라 차이는 있겠으나 전반적으로 15~20 kg cm<sup>-2</sup> 이상이 되면 뿌리 신장에 장애가 일어나고 있다. 보수력은 실제로는 토양표면의 친수 정도와 공극의 크기 및 연결 특성에 따라 좌우되는데, 이들은 토성과 용적밀도에 따라 크게 영향을 받게 된다 (Gabrielle et al., 1995). 최근에 포도원에 토양 경도가 높은 값을 나타내는 이유는 청경재배 및 농기계 사용이 늘기 때문이다.

Table 3. Contribution rate soil properties to sugar content of 'Kyoho' grape.

Soil environmental factors		Contribution rate (%)
Soil physical property	Saturated hydraulic conductivity	4.0
	Soil texture	0.5
	Cultivation depth	0.1
	Solid phase	2.9
	Soil hardness	24.4
Soil chemical property	Phosphate	1.5
	Soil pH	16.9
	Organic matter	22.1
	Cation	24.1
	CEC	3.7

또한, 포도는 영년생 작물이기 때문에 과수원 선정 시 중요인자는 토성, 경사, 배수 등 토양 특성이 되어야 한다. 포도의 생육은 토양 경도, 용적 밀도, 투수 속도 및 작토심에 따라 영향을 많이 받기 때문에 (Im and Oh, 1975), 폭약에 의한 심토 파쇄 (Yoo et al., 1979) 등의 방법이 있으나 폭약에 의한 심토 파쇄 방법은 사용상의 위험성을 내포하고 있어 보편화되지 못하였고, 심경은 많은 시간과 노력이 들고, 과원이 밀식으로 관리되면서 작업의 어려움 때문에 최근에는 거의 이루어지지 않고 있다.

거봉 품종의 과실 당도와 토양 이화학성 요인들의 상대적 기여도를 살펴본 결과 (Table 3), 토양물리성 32.0%, 토양화학성 68.0%의 기여도를 나타냈다. 가장 높은 기여도를 나타낸 것은 토양경도로 24.4%였으며, 양이온과 유기물 함량이 24.0%, 22.0%를 차지하였다. 토양산도가 16.9%의 기여도를 나타냈고, 토성, 작토심, 인산함량, CEC는 아주 낮은 기여도를 나타냈다. 거봉의 과실 당도에는 전체적으로는 토양의 화학성이 큰 영향을 미치는 것으로 나타났지만, 가장 높은 기여도를 차지한 것은 토양의 경도였다. 유기물 함량, 양이온, 토양산도는 비교적 높은 기여도를 나타냈다.

포도의 당도는 착과량이 많아질수록 당도가 떨어지고 (Song, 2000), 질소의 과다 시비는 과실의 착색을 나쁘게 하거나 토양을 산성화시킨다 (Komamura et al., 2000). 토양을 구성하는 입자의 크기, 입경별 함량과 그에 따라 칼륨의 존재 형태와 함량이 다르고, 칼륨 공급력이 광물학적 특성, 또는 이들의 토양 단면 내에서의 분포가 상이하며, 토양 내에서의 유효 칼륨의 분포와 이동하는 양상이 달라진다. 그러나 식물에 유효한 칼륨의 함량이 충분한 경우라 해도, 토양의 물리성이 불량하여 배수가 안 되는 경우 과잉의 수분이 존재하는 경우에는 근부 호흡이 원활하지 못하여 칼륨 흡수는 저해된다. 토양 용액에 존재하는 이온이며, 이온으로 존재하는 칼륨

은 치환성 칼륨과 평형관계에 있다. 토양 용액에 이온으로 존재하는 칼륨의 양은 식물의 전 생육기간에 필요한 양의 극히 일부에 불과하다. 칼륨을 사용하면 토양 용액의 칼륨 농도는 증가하지만, 대부분은 치환 흡착체인 토양고상에 흡착되어 치환성 칼륨 또는 비치환성 칼륨으로 고정되므로, 동일한 양의 칼륨을 사용할 때 토양 용액의 칼륨 농도는 토양의 성질에 따라 달라진다 (Topp et al., 1997). 일반적으로 유기물을 토양에 사용함으로써 얻을 수 있는 이점으로는, 토양 구조를 개선하여 통기 및 투수성을 양호하게 하며, 토양의 수분공급능력을 증대시키며, 식물 생육에 필요한 양분 및 미량요소를 공급하여 줄 뿐만 아니라, 경운성을 좋게 하여 토양관리를 쉽게 하여 준다는 점을 들 수 있다. 유기물의 사용은 토양이화학성 성질의 개선과 작물수량의 증대에 효과가 크다고 하겠다. 그러나 유기물 사용으로 토양의 어떤 성질이 어느 정도 개선되며, 이에 따라 작물 생육 및 수량은 얼마나 향상될 것인가 하는 구체적이고 정량적인 해석은 아주 미흡하다 (Kang et al., 1989). 최근 포도 과원에서는 비료의 과다 시비에 의한 영양생리장애 발생이 많다. 본인의 의도한 시비보다는 의도되지 않은 시비로 인해 과원의 토양 내 양분 시비 균형이 맞지 않아 특정 양분의 흡수가 저해를 받는 경우가 많다.

거봉 품종의 과실 착색과 토양 이화학성 요인들의 상대적 기여도를 살펴본 결과 (Table 4), 토양물리성 5가지 요인 전체가 28.0%로 아주 낮았으며, 토양화학성이 72.0%를 차지하였다. 가장 높은 기여도를 나타낸 토양 환경 요인은 유기물 함량으로 37.7%를 차지하였으며, CEC가 23.3%의 기여도를 나타냈다. 토양물리성에서는 포화수리전도도가 12.7%로 높은 기여도를 나타냈다. 하지만 유기물 함량과 CEC의 합이 약 60.0% 정도 차지하여 거봉 품종의 과실 착색에는 이들 두가지 요인이 중요한 것으로 나타났다. 나머지 요인들은 10.0%이하의 기여도를 나타냈으며, 토양산도와 작토심은 가장 낮은

**Table 4. Contribution rate soil properties to Coloring of 'Kyoho' grape.**

Soil environmental factors		Contribution rate (%)
Soil physical property	Saturated hydraulic conductivity	12.7
	Soil texture	3.4
	Cultivation depth	1.1
	Solid phase	8.9
	Soil hardness	1.6
Soil chemical property	Phosphate	9.1
	Soil pH	0.1
	Organic matter	37.7
	Cation	2.2
	CEC	23.3

**Table 5. Contribution rate soil properties to fruit quality of 'Kyoho' grape.**

Soil environmental factors		Contribution rate (%)
Soil physical property	Saturated hydraulic conductivity	9.2
	Soil texture	1.2
	Cultivation depth	2.2
	Solid phase	3.6
	Soil hardness	28.0
Soil chemical property	Phosphate	0.1
	Soil pH	12.9
	Organic matter	25.0
	Cation	8.5
	CEC	9.5

0.1%와 1.1%를 차지하였다. 포도 과실의 착색에는 배수가 잘되는 토양에 유기물 함량이 높은 곳에서 착색이 잘되는 것으로 나타났다.

거봉 품종의 착색에 관여하는 요인은 착과량 조절, 수분관리 및 비배관리에 영향을 받는데, 우리나라 거봉 주산단지인 안성, 천안 지역은 노지 재배단지로서 조사 결과 토양의 경도가 매우 높은 것으로 나타났다. 이는 강우 직후 병해충 방제를 위해 SS기 (Speed Spray) 사용, 또한 유기물이 공급이 원활하지 못한 원인이라 판단되며, 이러한 토양물리성 개량을 위해 우리나라에서는 1980년에 심토 파쇄기의 개발 시험 (Jo et al., 1993) 과 심토 파쇄기의 작업 기준 (Min et al., 1982)이 설정되었으며, 폭식기 심토 파쇄의 효과는 배 및 사과 수량 증가를 가져왔다 (Jo et al., 1993; Park et al., 1997). 질소과다는 일반적으로 과수에서 과실의 착색을 떨어뜨리는 가장 중요한 요소중에 하나이다. 질소의 함량이 높을수록 가용성 고형물의 함량이 감소하고 (Lee, 1999), 착색이 불량하며 (Papp and Ibrahim, 1995), 과피 내 안토시아닌 함량이 낮다 (Byun et al., 1989). 토양의 비배관리가 적절하지 않으면 감귤의 품질을 향

상시키는 데에 한계가 있다. 그동안 오렌지를 주로 재배하는 외국의 비화산회토 지역에서 질소 (Alva and Paramasivam, 1998:), 인산 (Reuther et al., 1958), 칼륨 (Berger et al., 1996) 등의 성분이 수체생육과 품질에 미치는 영향에 대해서 많은 연구가 수행되었지만, 질소 시비에 대한 효과는 수분공급과 밀접한 관련이 있는데 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

포도 거봉 품종의 과실품질, 즉 앞에서 언급한 과중, 당도, 착색은 농진청 탐프루트 기준을 적용하여 과중 450g, 당도 18도이상, 착색 칼라차트 기준 9이상을 1등급을 기준 하여 과실 특성분석 자료를 분석하여 7등급까지 분류한 후 토양환경요인들의 기여도를 살펴본 결과 (Table 5), 토양물리성이 약 44.0% 토양화학성이 56.0%를 차지하였다. 가장 높은 기여도를 나타낸 토양요인은 토양경도로 28.0%를 차지하였으며 유기물 함량이 25.0%를 나타냈다. 토양산도와 포화수리 전도도가 약 10.0%의 기여도를 차지하였으며, 인산함량은 0.1%로 가장 낮았다. 앞에서 과중, 당도, 착색 등에 대해 개별적으로 토양환경요인이 미치는 영향을 살펴본 결과에서는 토양화학성이 물리성보다 월등히 높은 기여도를 나타냈지만,

이들 세가지 항목을 종합한 과신품질에 대한 토양환경 요인들의 상대적 기여도에서는 토양물리성과 화학성이 차지하는 기여도가 비슷하였다. 결과적으로 과실 품질의 단일 항목에서는 특정한 요인이 영향을 크게 미쳤지만, 과실의 품질은 이들 항목들이 골고루 영향을 주었다. 특히 토양경도와 유기물 함량이 크게 영향을 주었는데 유기물 함량이 낮은 과원에서 토양경도가 높은 것이 일반적이었다. 질소 과다 시비로 토양에 매년 축적되는 질소는 새가지 생장을 자극하고 과실의 착색, 품질 및 저장성을 떨어뜨리고 병 발생을 많게 하는 요인으로 작용을 한다 (Peterson and Stevens, 1994). 따라서, 위의 결과들은 질소의 함량이 높을수록 가용성 고형물의 함량이 감소하고 (Lee, 1999), 착색이 불량하며 (Papp and Ibrahim, 1995), 과피 내 안토시아닌 함량이 낮다 (Byun et al., 1989). 토양의 비배관리가 적절하지 않으면 감귤의 품질을 향상시키는 데에 한계가 있다. 그동안 오렌지를 주로 재배하는 외국의 비화산회토 지역에서 질소 (Alva and Paramasivam, 1998;), 인산 (Reuther et al., 1958), 칼륨 (Berger et al., 1996) 등의 성분이 수채생육과 품질에 미치는 영향에 대해서 많은 연구가 수행되었지만, 무질소구의 당도는 3요소구와 비교할 때 차이가 없었는데, 이는 질소질 비료의 사용을 증가시키면 당도가 떨어진다 (Jones et al., 1970). 포도 캠벨얼리 품종은 토양 시비에 특히 유의해야 한다. 최근에는 가축분을 이용한 유기질 비료의 생산과 투입이 급증하고 있어 문제의 발생 소지가 많다. 양이온의 함량 밸런스가 맞지 않아 마그네슘 결핍 등의 발생이 많기 때문에, 알맞은 시비체계가 이루어져야 고품질의 포도를 생산할 수 있으며, 고품질의 거봉을 생산하기 위해서는 단편적인 토양관리가 아닌 토양이화학성을 전체적으로 고려하는 관리 체계가 필요하며 또한 화학성 보다는 토양 물리성을 우선 개선하여야 할 것으로 판단된다.

## 결 론

포도 거봉 품종에서 토양환경요인들에 대한 정밀한 관리 기준이 아직 만들어 지지 않았다. 그러므로 본 연구는 포도 거봉품종에서 고품질 생산을 위한 최적 토양환경요인을 구명하기 위해 수행되었다. 환경요인과 과실 품질 사이의 상관관계를 사용하여 수립하였는데, 이 연구는 포도 과원에서 정밀하고 효율성을 증진시키기 위한 토양관리 기준을 수립하기 위해 사용되었다. 토양환경 조건들은 거봉 주산단지인 천안, 안성 지역에서 각각 40농가를 대상으로 하여 총 80여 농가에서 조사하였다. 과중에 영향을 미치는 토양환경요인은 토양산도가 36.6%, 작토층 깊이가 23.3% 그리고 양이온이 17.8% 였다. 과

실의 당도에 미치는 토양환경 요인들의 상대적 기여도를 살펴본 결과 토양경도 24.4%, 양이온 24.1% 그리고 유기물 함량이 22.1% 였으며, 작토층 깊이, 토성 그리고 인산함량은 상대적으로 매우 낮은 기여도를 나타냈다. 과실의 착색은 포화수리전도도와 양이온치환용량 그리고 유기물 함량이 크게 관여하는 것으로 나타났다. 반면에 토양산도, 작토층 깊이 그리고 인산함량은 기여도가 낮았다. 최종적으로 과중, 당도 및 착색을 모두 포함하는 과실 품질에는 토양경도 28.0%, 유기물함량 25.0% 그리고 토양산도가 12.9% 기여하였다.

## 인 용 문 헌

- Alva, A.K. and S. Paramasivam. 1998. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in sandy soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 62:1335-1342.
- Barley, K.P. 1963. Influences of soil strength on growth of roots. *Soil Sci.* 96:175-180.
- Berger, H., J. Opazo, S. Orellana, and L. Galletti. 1996. Potassium fertilizers and orange postharvest quality. *Proc. Int. Soc. Citriculture* p. 759-761.
- Byun, J.K., B.Y. Byun, and K.H. Chang. 1989. Effect of fruit bagging and application of additional nitrogen fertilizer on color development of 'Fuji' apples. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 30:270-277.
- DeBoodt, M. and O. Verdonck. 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae* 26:37-44.
- Gabrielle, B.S. Menasseri, and Smout. 1995. Analysis and field evaluation of the CERES models water balance component. *Soil Sci. Soc. Am, J.* 59:1403-1412.
- Gupta, R.P. 1994. Physical rating of coarse textured soils to quantify production potential for sorghum. P306-311. In 15th world congress of soil science, Vol. 5a. Symposia Transactions, July 10-16, 1994. Acapulco. Mexico.
- Im, J.N. 1999. Guideline for recommendation of fertilizer application in crops Natl. Inst. Agr. Sci. Technol. RDA. Korea.
- Im, J.N. and J.S. Oh. 1975. The effects of soil physical improvement by subsoling on the growth and yield of apple. *Res. Rpt. RDA (Soil & Fertilizer, Crop Protection & Mycology)* 17:53-60.
- Jeffery, S.K. 1995. Evaluation of soil water retention models based on soil physical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59:1134-1141
- Jo, I.S., Y.J. Jo, H.Y. Jeon, H.S. Lee, and K.T. Um. 1993. Effects of hardpan breaking practices on the physical properties of the planosol-like orchard soil and yield of pear. *RDA J. Agr. Sci.* 35:256-260.
- Jones, W.W., S. Embleton, B. Boswell, G.E. Goodall, and

- E.L. Barnhart. 1970. Nitrogen rate effects on lemon production, quality and leaf nitrogen. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:46-49.
- Kang, S.J., W.C. Kim, Y.U. Shin, J.Y. Moon, B.W. Yae, and M.H. Cho. 1989. Selection of Wolbongjosaeng having large size and early ripening characteristic, a bud mutant 'Kurakatawase' peach cultivar. *RDA. J. Agri. Sci* 31:43-47.
- Komamura, K., A. Suzuki, M. Fukumoto, K. Kato, and Y. sato. 2000. Effects of long-term nitrogen application on tree growth, yield, and fruit qualities in a 'Jonathan' apple orchard. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 69:617-623
- Lee, J.Y., J.H. Jung, S.C. Kim, S.W. Hwang, and C.S. Lee. 2000. Chemical properties of Korean orchard soils in main apple, pear, grape and peach producing area. *Korean J. Soil Sci and Fert.* 33:79-84. physical properties on root distribution of barley *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 16:126-130.
- Lee, H.C. 1999. Physiological and ecological factors affecting fruit coloration and color enhancement in *Malus domestica* Borkh. cv. Fuji. PhD Diss., Seoul Nat. Univ., Suwon, Korea.
- Min. K.B., J.S. Jo, L.Y. Kim, J.N. Im, and S.C. Jo. 1982. Establishment on the standard of subsoil-breaking machine operation. *Agr. Technol. Res. Rpt.* 274-287.
- NIAS. 2000. Method of soil and plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology. RDA, Suwon, Korea.
- Papp, J. and Z.I. Ibrahim. 1995. Distribution of some N compounds in shoots and fruits of the apple cv. 'Jonathan' after soil and foliar application of nitrogen. *Kerteszet-tudomány.* 27:43-49.
- Park. J.M., H.M. Ro, M.S. Yiem, and K.Y. Kim. 1997. Effect of subsoil-breaking impact on some soil physical properties and fruit quality of apples. *J. Kor. Soc. Hort. Sci* 38:137-141.
- Perterson, A.B. and R.G. Stevens. 1994. Tree fruit nutrition. p. 41-42. Yakima, Washington.
- Reuther, W., T.W. Embleton, and W.W. Jones. 1958. Mineral nutrition of tree crops. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 9:175-206.
- Song, G.C., I.M. Choi, and M.D. Cho. 2000. Cold hardiness in relation to in management in 'campbell Early' grapevines. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 18:387-390.
- Sumner. M.E. and W.P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. p. 1201-1229. In D.L. Sparks (ed.) *Method of soil analysis. part3. SSSA Book Ser.5. SSSA, Madison, WI.*
- Taylor, H.M. and H.P. Gardner. 1963. Penetration of cotton seeding top roots as influenced by bulk density, moisture content, and strength of soils. *Soil Sci.* 96:153-156.
- Topp, G.C., W.D. Reynolds, F.J. Cook, J.M. Kirby, and M.R. Carter. 1997. Physical attributes of soil quality. p. 21-58. In E. G. Gregorich and M. R. Carter (ed.) *Soil quality for crop production and ecosystem health. developments in soil science, Vol. 25. Elsevier, New York, NY, USA.*
- Yoo, S.H., K.C. Koh, and M.E. Park. 1979. Ammonium nitrate explosion technique for the establishment of orchard. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 12:160-178.