

## 충남지역 시설 딸기재배지 시비수준과 토양 화학성과의 관계

최문태 · 이진일 · 윤여욱 · 이종은 · 이봉춘 · 양의석 · 이영한<sup>1\*</sup>

충청남도농업기술원, <sup>1</sup>경상남도농업기술원

### Relationship between Fertilizer Application Level and Soil Chemical Properties for Strawberry Cultivation under Greenhouse in Chungnam Province

Moon-Tae Choi, Jin-Il Lee, Yeo-Uk Yun, Jong-Eun Lee, Bong-Chun Lee,  
Euy-Seog Yang, and Young-Han Lee<sup>1\*</sup>

Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 340-861, Korea.

<sup>1</sup>Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-370, Korea.

Nowadays, Korean farmers rely more on chemical fertilizers than low input sustainable agriculture drawn from the farm itself. In order to improve soil nutritional imbalance for environment friendly agriculture in greenhouse, we have carried out a relationship between fertilizer application level, and soil chemical properties for strawberry cultivation at 56 sites in Chungnam Province. Average amount of nitrogen as basal fertilization was 92.3 Mg ha<sup>-1</sup> which higher 2.6 times compared to standard amount of basal fertilizer. In case of compost application more than 30 Mg ha<sup>-1</sup>, excessive ratio compared to optimum level was higher 1.8 times for EC value, 3.0 times for available phosphate, 2.6 times for exchangeable potassium, 1.7 times for exchangeable calcium, and 1.6 times for exchangeable magnesium, respectively. Amounts of compost application significantly correlated with available phosphate ( $r=0.370, p \leq 0.01$ ), exchangeable potassium ( $r=0.429, p \leq 0.01$ ), exchangeable calcium ( $r=0.404, p \leq 0.01$ ), exchangeable magnesium ( $r=0.453, p \leq 0.01$ ), and exchangeable sodium ( $r=0.369, p \leq 0.01$ ), respectively. Our results suggest that soil nutrients management for sustainable agriculture was optimum fertilization based on soil testing for strawberry cultivation in greenhouse.

**Key words:** Strawberry, Chemical property, Farming information, Principal component

## 서 언

세계시장의 확대를 위해 딸기의 토양관리 및 시설관리 등 재배기술 개발이 증가되고 있다 (Wagstaffe and Battey, 2007). 딸기는 2008년 기준으로 생산액이 7,746억 원으로 우리나라 전체 채소 생산액의 10.7%를 차지하는 중요한 원예 작물로 고추 (12,152억 원), 수박 (9,393억 원) 다음으로 농가의 중요한 소득원이다 (RDA, 2009). 딸기는 염류에 약한 작물로서 토양관리를 위해서는 토양 검정을 통한 추천시비량을 권장하고 있다 (NIAST, 2006b). 그러나 딸기 시설재배지는 과다시비 및 연작에 의한 유효인산 및 치환성 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등 염류의 집적으로 작물의 생육부진, 수량감소 원인이 되고 있다 (NIAST, 2005; NIAST, 2009). 실제, NIAST (2006a)가 조사한 결과에 따르면 시설재배 농

가의 49%는 스스로 다른 농업인에 비해 비료를 적게 사용하는 것으로 응답하였으나 비료 사용에 대한 시설농가의 총점은 100점 기준 36.5점으로 매우 낮아 비료나 퇴비에 대한 지식이 부족하였다. Lee et al. (2006)은 고령지권역 792개소를 대상으로 주요작물에 대한 시비 및 토양관리 실태를 조사한 결과 화학비료 시비량은 토양검정 시비량에 보다 감자는 질소 1.7-2.0배, 인산 4.2-7.0배, 칼륨 1.4-2.2배, 배추는 질소 1.2-1.3배, 인산 4.2-7.2배, 칼륨 3.0-3.6배로 인산 시비량이 매우 높았고 토양에 축적된 화학성분과 작물의 양분 요구도를 고려하지 않고 사용하는 것으로 보고하였다. 그리고 Park et al. (1994)도 밭토양 시비실태 조사결과 채소작물은 질소 40%, 인산 138%, 칼륨 53% 과비 경향이 있다고 하였다. 따라서 친환경농업을 위한 토양관리를 위해서는 농가의 실제적인 양분관리 실태와 토양 화학성의 관계를 조사하여 토양검정 기준에 의한 시비관리가 시급한 과제이다. 그러나 시설재배지의 경우 양분관리 실태에 따른 토양 염류축적에 관한 연구결과는 매

접수 : 2010. 3. 29 수리 : 2010. 4. 6

\*연락처 : Phone: +82557716413

E-mail: lyh2011@korea.kr

우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 시설 딸기 특화작목 재배지 농가 시비실태와 토양 화학성을 조사하여 친환경적인 토양관리 및 시비개선 방안을 모색하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

**지점 선정 및 토양 채취 방법** 지역특화작목 재배지 토양 화학성 분석을 위하여 충남의 대표적 소득작목인 시설 딸기를 대상으로 2009년에 주산지인 논산, 공주, 부여, 홍성 지역의 56농가를 선정하였다. 영농현황으로 재배경력, 재배기간, 시비관리 방법 등을 재배농가 현장방문을 통한 설문조사를 실시하였다. 토양 시료는 수확 후기인 3월에서 4월까지 표토를 0-15 cm 깊이에서 600 g 정도를 3반복으로 채취하였다.

**토양 시료조제 및 분석방법** 채취한 토양은 실험실에서 7일간 풍건하여 2 mm 체를 통과된 것을 화학성 분석에 사용하였다. 화학성 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법 (NIAST, 2000)을 적용하여 pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 추출하여 초자전극법 (Orion 520A pH meter, Orion Research Inc., Boston, USA)으로, 염류농도 (EC)는 EC meter (Orion 3STAR EC meter, Orion Research Inc., Boston, USA)로 측정하였고, 유기물은 Tyurin법으로 측정하였으며, 유효인산은 Lancaster법으로 비색계 (Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하였다. 치환성 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 등의 양이온은 1M  $\text{NH}_4\text{OAc}$ 로 추출하여 ICP 기기 (ICP Varian 730-ES, Varian Inc., Palo AHO, USA)로 분석하였다.

**다변량 주성분 분석 및 통계분석** 분석된 토양 화학성은 SAS 프로그램 9.1.3 버전 (2006)을 사용하여 통계처리 하였다. 조사항목에 따라 영농현황과 토양 화학성분은 5% 수준에서 Tukey's Studentized Range Test를 하였으며 주성분 분석을 통하여 영농현황 및 시비실태가 토양 화학성에 미치는 영향을 비교 검토하였다.

## 결과 및 고찰

**영농현황 및 시비실태** 충남지역 시설 딸기 재배지 56개소의 농가현황과 시비실태는 Table 1과 같다. 시설 딸기 재배 농민의 평균 나이는 57.8세로 매우 높았으며 50대가 39.3%로 가장 많았고 경작연수도 18.6년으로 길었다. 시설 딸기 재배농가의 연령은 NIAST (2006a)

에서 시설원에 농가의 40대 이하가 33.3%라고 보고한 결과와 상반되었다. 퇴비 사용량은 50대가 17.9  $\text{Mg ha}^{-1}$ 로 다른 연령대 보다 적었으나 화학비료는 밀비료로 질소 105.2, 인산 58.3, 칼륨 68.1  $\text{Mg ha}^{-1}$ 으로 높게 나타나 밀비료 표준시비량 (NIAST, 2006b) 보다 질소는 3배, 인산과 칼륨은 1.2배의 수치를 나타내어 상대적으로 질소 시비량이 많았다. 경작연수가 짧은 40대는 퇴비 사용량이 40.0  $\text{Mg ha}^{-1}$ 으로 표준시비량의 2배나 높았다. 이러한 경향은 친환경농업에 대한 교육 기회가 상대적으로 많은 40대가 화학비료 보다 퇴비를 더욱 선호하게 된 것으로 예상되었다. 딸기 재배 경력은 10년 이하가 42.8%로 비율이 높았으며 11년에서 20년은 30.4%, 21년 이상은 26.8%를 나타냈고 평균 16.1년이었다. 이러한 결과는 NIAST (2006a)가 보고한 재배중인 작목의 재배경력 평균값인 19년과 비교할 때 딸기 재배지는 재배경력이 낮은 수준이었다. 재배경력이 낮은 10년 이하의 농가는 퇴비 사용량이 24.5  $\text{Mg ha}^{-1}$ , 밀비료로 질소 시비량 104.7  $\text{Mg ha}^{-1}$  및 인산 시비량 55.1  $\text{Mg ha}^{-1}$ 으로 상대적으로 많았으나 통계적인 유의성은 없었다. 재배면적은 400  $\text{m}^2$  이하인 농가가 75.0%의 높은 비율을 나타내어 매우 영세한 규모를 보였다. 특히 재배면적이 200  $\text{m}^2$  이하인 농가는 밀비료로 질소 시비량 139.0  $\text{Mg ha}^{-1}$ , 인산 시비량 57.8  $\text{Mg ha}^{-1}$ , 칼륨 시비량 106.4  $\text{Mg ha}^{-1}$ 으로 표준시비량 보다 질소는 4.0배, 인산은 1.2배, 칼륨은 1.9배의 수치를 나타내어 충남지역의 딸기 재배는 가족농에 의한 집약재배 형태를 이루고 있었으며 재배면적이 작을수록 염류집적이 심화될 것으로 나타났다. 퇴비 종류에 따른 영농현황을 보면 돈분 퇴비를 사용하는 농가가 48.2%로 가장 많았으며 우분 퇴비를 사용하는 농가는 16.1%를 나타냈다. 우분 퇴비를 사용하는 농가는 퇴비 사용량이 35.3  $\text{Mg ha}^{-1}$ 으로 표준시비량 보다 1.8배 많았으며 유박이나 계분을 사용하는 농가는 사용량이 표준시비량 보다 적은 양을 사용하였다. 또한, 우분 퇴비나 돈분 퇴비를 사용한 농가는 밀비료 질소 시비량이 각각 107.9, 104.3  $\text{Mg ha}^{-1}$ 으로 계분이나 유박을 사용하는 농가 보다 상대적으로 많았다. 이러한 경향은 우분 퇴비나 돈분 퇴비의 질소 함량이 상대적으로 낮기 때문에 (Chang et al., 2008) 질소 비료를 밀비료로 추가하여 사용한 것으로 판단되었으나 표준시비량 보다 각각 3.1, 3.0배 높아 토양 염류장에 현상을 가속화 하고 품질을 저하시키는 원인이 될 것으로 생각되었다 (Lee and Lee, 1994; Lee et al, 1996). 퇴비 사용량이 20에서 30  $\text{Mg ha}^{-1}$ 인 경우 질소 밀비료 시비량이 108.3  $\text{Mg ha}^{-1}$ 으로 가장 많았으며 퇴비 사용량이 10  $\text{Mg ha}^{-1}$  이하인 경우 칼륨 밀비료 시비량이 79.3  $\text{Mg ha}^{-1}$ 으로 가장 많았다.

Table 1. Practice information of strawberry cultivated fam.

Parameter	Age	Career	Area	Compost	Basal fertilization			Number of Sample
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
	years	years	m <sup>2</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	----- Mg ha <sup>-1</sup> -----			
Age of farmer								
Thirties	38.0e <sup>†</sup>	13.5a	439a	13.2b	78.4a	45.6a	51.2a	4
Forties	46.2d	8.8a	442a	40.0a	74.2a	52.5a	54.7a	5
Fifties	53.7c	18.6a	448a	17.9b	105.2a	58.3a	68.1a	22
Sixties	64.7b	14.8a	319a	22.6ab	88.1a	47.5a	70.7a	19
Seventies	73.5a	18.8a	242a	20.3ab	82.7a	52.0a	56.0a	6
Career of cultivation (years)								
≤10	56.6a	7.1c	394a	24.5a	104.7a	55.1 a	65.7a	24
10< to ≤20	56.2a	17.7b	418a	19.9a	82.9a	52.7a	54.1a	17
20 <	61.4a	28.7a	319a	18.1a	83.1a	48.3a	77.2a	15
Area of cultivation (m <sup>2</sup> )								
≤200	65.0a	17.0a	159e	22.7a	139.0a	57.8a	106.4a	8
200< to ≤400	60.3a	17.2a	260d	22.9a	86.7a	50.1a	69.2a	34
400< to ≤600	52.8a	17.8a	477c	18.8a	83.3a	51.7a	54.8a	12
600< to ≤800	55.9a	10.0a	693b	19.4a	95.3a	56.7a	60.6a	7
800<	52.0a	15.0a	909a	18.0a	67.2a	56.0a	56.0a	2
Kinds of compost								
Chicken	55.5a	18.3a	394a	16.9ab	69.6a	39.2a	48.8a	4
Pig	61.1a	17.8a	336a	23.7ab	104.3a	56.4a	73.5a	27
Cow	55.8a	13.9a	357a	35.3a	107.9a	58.5a	61.3a	9
Soybean cake	53.6a	13.0a	525a	13.7b	53.9a	42.5a	60.3a	7
Amounts of compost (Mg ha <sup>-1</sup> )								
≤10	53.3a	17.8a	385a	7.0d	77.7a	46.8a	79.3a	13
10< to ≤20	60.8a	18.3a	454a	15.7c	85.8a	48.8a	52.0a	16
20< to ≤30	59.7a	14.8a	338a	26.0b	108.3a	55.9a	66.6a	21
30<	52.5a	11.2a	333a	51.7a	85.6a	63.2a	65.9a	6
Mean value	57.8	16.1	381	21.4	92.3	52.5	65.3	
Minimum value	37.0	2.0	121	3.9	32.0	20.8	20.8	
Maximum value	79.0	35.0	909	65.0	419.2	136.0	420.8	

<sup>†</sup> Means with the same letter are not significantly different by Tukey's Studentized Range Test at 5% level.

화학비료 밑비료 사용량은 ha당 질소는 92.3 Mg, 인산은 52.5 Mg, 칼륨은 65.3 Mg으로 딸기 표준시비량 기준 (NIAST, 2006b) 보다 질소 비료를 2.6배 사용하는 것으로 나타났다. 특히 농가에서 비료·퇴비 구매시 고려사항을 보면 시설농가 스스로 판단한다는 응답이 각각 60.8%로 높았고 (NIAST, 2006a) 연령, 재배경력, 재배면적, 축분 퇴비 종류, 퇴비 사용량에 따라 많은 차이가 있어 지역적 또는 작목반 단위의 토양 시비관리 보다 농가별 토양검정에 의한 시비관리가 필요한 것으로 조사되었다.

#### 영농현황에 따른 토양 화학성 비교 영농현황에

따른 토양 화학성은 Table 2와 같다. 농민 연령에 따라 40대와 70대가 재배하는 토양은 유기물 함량과 유효인산, 치환성 칼슘, 마그네슘 및 나트륨 함량이 높았다. 특히 40대가 관리하는 재배지의 치환성 마그네슘 및 나트륨은 다른 연령 대에 비해 유의적인 증가를 보였다. 토양 화학성분은 적정수준에 비해 30대는 2.2배, 40대는 1.9배 높았으며 유효인산 함량은 40대가 3.0배, 70대가 2.7배 높았고 치환성 칼슘, 칼슘, 마그네슘 함량은 40대가 각각 2.5배, 1.5배, 1.5배 높았으며 특히 치환성 나트륨 함량이 높아 염류집적에 의한 장애 유발이 우려되었다. 재배경력이 20년을 초과한 경우 토양의 유기물 함량이 31 g kg<sup>-1</sup>으로 유의적인 증가를 나타냈으

Table 2. Chemical properties of strawberry cultivated soil.

Parameter	pH	EC	OM	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Na	Number of Sample
	1:5	dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	-----	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	-----		
Age of farmer									
Thirties	6.0a <sup>†</sup>	2.60a	18a	812a	0.92a	7.6a	2.2ab	0.62b	4
Forties	6.4a	2.30a	28a	1,341a	2.03a	9.2a	3.0a	1.02a	5
Fifties	6.4a	1.51a	22a	886a	1.03a	7.8a	1.9b	0.54b	22
Sixties	6.4a	1.44a	21a	972a	1.13a	8.3a	2.1ab	0.60b	19
Seventies	6.4a	1.55a	35a	1,217a	1.11a	8.8a	2.5ab	0.69ab	6
Career of cultivation (years)									
≤10	6.4a	1.68a	18b	924a	1.02a	8.2a	2.1a	0.59a	24
10< to ≤20	6.4a	1.53a	25ab	1,057a	1.30a	8.3a	2.1a	0.66a	17
20 <	6.3a	1.70a	31a	1,005a	1.19a	8.2a	2.2a	0.64a	15
Area of cultivation (m <sup>2</sup> )									
≤200	6.2a	1.80a	27a	926a	1.04a	7.6a	2.1a	0.66a	8
200< to ≤400	6.3a	1.57a	26a	1,043a	1.22a	8.4a	2.2a	0.65a	34
400< to ≤600	6.5a	1.87a	21a	1,003a	1.12a	8.3a	2.2a	0.61a	12
600< to ≤800	6.5a	1.62a	19a	880a	1.20a	8.0a	2.0a	0.63a	7
800<	6.6a	0.95a	9a	668a	0.41a	5.4a	1.1a	0.34a	2
Kinds of compost									
Chicken	6.1a	1.25b	23ab	1,181ab	1.11b	8.1a	2.0ab	0.54b	4
Pig	6.4a	1.54ab	24ab	1,014ab	1.12b	8.5a	2.2ab	0.61b	27
Cow	6.3a	2.61a	33a	1,289a	2.00a	9.2a	3.0a	0.92a	9
Soybean cake	6.4a	1.43ab	13b	719b	0.69b	7.3a	1.6b	0.46b	7
Amounts of compost (Mg ha <sup>-1</sup> )									
≤10	6.2a	1.51a	20a	738b	0.81b	7.4b	1.7b	0.55b	13
10< to ≤20	6.4a	1.56a	23a	911ab	0.96b	7.7b	1.9b	0.59b	16
20< to ≤30	6.4a	1.63a	24a	1,092ab	1.24b	8.4ab	2.2b	0.60b	21
30<	6.6a	2.18a	27a	1,351a	2.10a	10.4a	3.2a	0.99a	6
Mean value	6.4	1.64	23	986	1.15	8.2	2.1	0.63	
Minimum value	4.4	0.21	8	195	0.23	4.3	0.8	0.33	
Maximum value	7.4	4.95	81	2,510	3.49	13.4	5.3	1.66	
Optimum level <sup>‡</sup>	6.0-6.5	<1.2	20-30	350-450	0.7-0.8	5.0-6.0	1.5-2.0	-	

<sup>†</sup> Means with the same letter are not significantly different by Tukey's Studentized Range Test at 5% level.

<sup>‡</sup> NIAST (2006b): Fertilizer recommendation for crops.

나 나머지 토양 화학성분은 재배 경력과 큰 차이가 없었다. 또한, 재배면적이 400에서 600 m<sup>2</sup>인 경우 토양의 EC 값은 1.87 dS m<sup>-1</sup>로 높았으나 전반적인 토양 화학성은 유의성이 없었다. 우분 퇴비를 사용한 농가는 토양 EC 값이 2.61 dS m<sup>-1</sup>, 유기물 함량은 33 g kg<sup>-1</sup>, 유효인산 함량은 1,289 mg kg<sup>-1</sup>, 치환성 칼륨 함량은 2.00 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, 마그네슘 함량은 3.0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, 나트륨 함량은 0.92 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>으로 유의적인 증가를 보였다. 이러한 경향은 우분 퇴비를 사용한 농가에서 퇴비 사용량이나 질소, 인산, 칼륨 비료의 과다사용에 기

인된 것으로 판단되었다 (Table 1). Hannan (1998)과 Nelson (1991)은 모든 무기원소가 흡수될 수 있는 적정 토양 pH는 6.2에서 6.7이라고 하였는데 조사지점의 평균 pH는 6.4로서 적정수준이었으나 최소치 4.4와 최대치 7.4와의 변이가 큰 것으로 나타났다. 또한 시설 딸기의 EC 값은 다른 시설 원예작물 재배지 토양 EC에 비해 낮은 수치였으나 적정수준을 초과하는 비율이 높았다 (Kang et al., 1997; Kim et al., 2002; Yuk et al., 1993). 퇴비 사용량이 증가할 수록 토양의 유효인산, 치환성 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 함량이 유

의적으로 증가하였고 EC 값과 유기물 함량도 증가되는 경향이였다. 특히 퇴비 사용량이 30 Mg ha<sup>-1</sup>를 초과하는 경우 적정수준에 비해 토양의 EC 값은 1.8배, 유효인산 함량은 3.0배, 치환성 칼륨 함량은 2.6배, 칼슘 함량은 1.7배, 마그네슘 함량은 1.6배 높았다. 유효인산의 평균 함량은 986 mg kg<sup>-1</sup>으로 적정수준 보다 2.2배로 가장 높았는데 Kang et al. (2001)은 시설 재배지의 인산 용탈이 상대적으로 낮아 토양에 집적될 가능성이 크다고 하였고 Ok et al. (2005)은 염류가 집적된 시설재배지에 미강을 처리할 경우 토양용액의 인산 이온을 100% 감소시키는 효과가 있다고 하였다.

**시비실태와 토양 화학성 주성분 분석** 딸기 재배 농가의 퇴비, 질소, 인산, 칼륨 시비량과 토양 화학성분인 pH, EC, 유기물, 유효인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘

및 나트륨의 주성분 분석결과 Table 3과 같다. 주성분 분석결과 주성분 PC (Principal component) 1은 토양 유효인산 (0.342), 토양 치환성 칼슘 (0.327), 토양 EC (0.310), 토양 유기물 (0.289) 순으로 정의 기여를 보였다. 주성분 PC 2는 질소 시비량 (0.562), 인산 시비량 (0.465), 칼륨 시비량 (0.316)이 정의 기여를 나타낸 반면 토양 pH (-0.434)는 부의 기여를 보였다. 주성분 PC 3은 토양 pH (0.463), 인산시비량 (0.386), 칼륨 시비량 (0.343), 퇴비 사용량 (0.339)이 정의 기여를 보였으나 토양 유기물 (-0.398)은 부의 기여를 나타냈다. 주성분 분석을 통한 PC 1은 전체 자료를 39.6%, PC 2는 17.3% 및 PC 3은 13.6%를 나타내어 전체 70.5%의 자료를 설명할 수 있었다. 주성분 PC 1 분석으로 농민의 나이가 40대와 50대는 유의성 있는 차이를 나타냈다. 즉, 40대는 50대 보다 토양의 유효인산, 치

**Table 3. Principal components analyses between farming practice information, and soil chemical properties in strawberry cultivated fam.**

Parameter	PC 1	PC 2	PC 3	Number of Sample
Age of farmer				
Tthirties	-0.181ab <sup>†</sup>	0.251a	-0.670a	4
Forties	1.203a	-0.234a	-0.136a	5
Fifties	-0.256b	0.155a	0.159a	22
Sixties	-0.090ab	-0.112a	0.095a	19
Seventies	0.341ab	-0.188a	-0.325a	6
Career of cultivation (years)				
≤10	-0.107a	0.089a	0.284a	24
10< to ≤20	0.074a	-0.151a	-0.105a	17
20 <	0.087a	0.030a	-0.336a	15
Area of cultivation (m <sup>2</sup> )				
≤200	0.010a	0.660a	0.057a	8
200< to ≤400	0.108a	-0.071a	-0.050a	34
400< to ≤600	-0.012a	-0.107a	-0.044a	12
600< to ≤800	-0.103a	0.006a	0.169a	7
800<	-1.199a	-0.094a	0.342a	2
Kinds of compost				
Chicken	-0.191b	-0.348a	-0.370	4
Pig	0.053b	0.047a	0.256	27
Cow	1.154a	0.178a	-0.197	9
Soybean cake	-0.752b	-0.246a	-0.089	7
Amounts of compost (Mg ha <sup>-1</sup> )				
≤10	-0.575b	0.129a	-0.336a	13
10< to ≤20	-0.245b	-0.090a	-0.218a	16
20< to ≤30	0.133b	0.063a	0.199a	21
30<	1.431a	-0.260a	0.613a	6
Proportion (%)	39.6	17.3	13.6	

<sup>†</sup> Means with the same letter are not significantly different by Tukey's Studentized Range Test at 5% level.

환성 칼슘, EC 및 유기물 함량을 높게 관리하고 있음을 알 수 있었다. 현재 딸기 재배농가의 많은 비율을 차지하고 있는 연령이 40대라고 본다면 토양 검정시비 등 비료 시용량을 절감할 수 있는 대안이 없을 경우 향후 토양 양분관리가 더욱 어려울 수 있다고 생각된다. 농가의 영농현황과 토양 화학성의 상관관계는 Table 4와 같다. 농민의 연령이 많을수록 재배면적은 유의적인 부의 상관 ( $r=-0.305$ ,  $p\leq 0.05$ )을 나타냈고 재배경력이 많을수록 토양의 유기물 함량은 고도로 유의성 있는 정의 상관 ( $r=0.377$ ,  $p\leq 0.01$ )을 보였다. 퇴비 시용량이 증가할수록 토양의 유효인산 함량 ( $r=0.370$ ,  $p\leq 0.01$ ), 토양 치환성 칼륨 ( $r=0.429$ ,  $p\leq 0.01$ ), 칼슘 ( $r=0.404$ ,  $p\leq 0.01$ ), 마그네슘 ( $r=0.453$ ,  $p\leq 0.01$ ) 및 나트륨 ( $r=0.369$ ,  $p\leq 0.01$ )과 고도의 유의성 있는 정의상관을 보여 퇴비 시용량을 적정수준으로 조절하는 것이 매우 중요할 것으로 판단되었다. 질소 시비량이 증가할수록 인산 시비량 ( $r=0.652$ ,  $p\leq 0.01$ ) 및 토양 EC 값이 증가하는 것으로 나타났으며 인산 시비량이 증가할수록 칼륨 시비량 ( $r=0.340$ ,  $p\leq 0.05$ )도 증가하는 것으로 나타났다. 토양 EC 값은 토양의 유기물 함량 ( $r=0.513$ ,  $p\leq 0.01$ ), 유효인산 ( $r=0.312$ ,  $p\leq 0.05$ ), 치환성 칼륨 ( $r=0.589$ ,  $p\leq 0.01$ ), 칼슘 ( $r=0.287$ ,  $p\leq 0.05$ ), 마그네슘 ( $r=0.611$ ,  $p\leq 0.01$ ) 및 나트륨 ( $r=0.658$ ,  $p\leq 0.01$ )과 유의성 있는 정의상관을 보였다. 염류장애를 유발하는 EC 값을 적정수준으로 유지하기 위해 유기물 시용 (Cho et al., 2006), 관개방법 개선 (Cho et al.,

2006; Chung et al., 2008), 미생물 이용 (Lee et al., 1996; Lee et al., 1997) 등의 방법이 보고된 바 있으나 가장 근본적인 해결책은 토양검정에 의한 권장 시비량을 준수하는 것이 중요할 것으로 판단되었다.

## 요 약

우리나라 농민들은 저투입 지속가능한 농업 보다 화학비료에 더욱 의존하고 있다. 딸기 시설 재배지에서 친환경 농업을 추진하기 위해서 토양 양분 불균형을 개선하도록 충남지역 56개소의 양분관리 조건과 토양 화학성과의 관계를 구명하였다. 퇴비 시용량은 40대가 40 Mg ha<sup>-1</sup>로 표준시비량 보다 2배 높았고 50대는 밀비료 시용량으로 질소 105.2, 인산 58.3, 칼륨 68.1 Mg ha<sup>-1</sup>로 표준시비량 보다 각각 질소는 3배, 인산과 칼륨은 1.2배 였다. 딸기 재배 경력은 10년 이하가 42.8%로 비율이 높았고 재배면적은 400 m<sup>2</sup> 이하인 농가가 75.0%의 높은 비율을 나타냈다. 돈분 퇴비를 사용하는 농가는 48.2%로 가장 높았으며 밀비료 질소 평균 시비량은 92.3 Mg ha<sup>-1</sup>로 표준시비량의 2.6배 였다. 또한, 퇴비 시용량이 30 Mg ha<sup>-1</sup>를 초과하는 경우 적정수준에 비해 토양 EC 값은 1.8배, 유효인산 함량은 3.0배, 치환성 칼륨 함량은 2.6배, 칼슘 함량은 1.7배, 마그네슘 함량은 1.6배 높았으며 토양의 유효인산 평균 함량은 986 mg kg<sup>-1</sup>으로 적정수준 보다 2.2배 높았다. 주

**Table 4. A correlation coefficient between farming information, and chemical properties of strawberry cultivated soils ( $n=56$ ).**

Parameter	Farming practice information						Soil chemical properties							
	Career	Area	Compost	Basal fertilization			pH	EC	OM	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex. K	Ex. Ca	Ex. Mg	Ex. Na
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O								
Age of farmer	0.153	-0.305 <sup>†</sup>	0.020	0.067	0.044	0.114	0.091	-0.184	0.206	0.102	-0.019	0.148	0.025	-0.081
Career of cultivation		-0.141	-0.218	-0.145	-0.090	0.088	-0.048	0.001	0.377 <sup>**</sup>	0.116	0.091	-0.012	0.053	0.107
Area of cultivation			-0.153	-0.111	0.061	-0.117	0.123	-0.018	-0.280 <sup>*</sup>	-0.147	-0.059	-0.118	-0.134	-0.163
Amounts of compost				0.068	0.226	0.023	0.211	0.102	0.037	0.370 <sup>**</sup>	0.429 <sup>**</sup>	0.404 <sup>**</sup>	0.453 <sup>**</sup>	0.369 <sup>**</sup>
N (basal fertilization)					0.652 <sup>**</sup>	0.242	-0.277	0.294 <sup>*</sup>	0.072	-0.142	0.103	0.024	0.136	0.033
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (basal fertilization)						0.340 <sup>*</sup>	-0.042	0.256	0.037	0.081	0.203	0.153	0.220	0.091
K <sub>2</sub> O (basal fertilization)							-0.024	0.070	-0.164	-0.056	-0.056	-0.072	-0.066	-0.085
Soil pH								-0.288 <sup>*</sup>	-0.126	0.325 <sup>*</sup>	0.203	0.523 <sup>**</sup>	0.218	-0.031
Soil EC									0.513 <sup>**</sup>	0.312 <sup>*</sup>	0.589 <sup>**</sup>	0.287 <sup>*</sup>	0.611 <sup>**</sup>	0.658 <sup>**</sup>
Soil OM										0.488 <sup>**</sup>	0.518 <sup>**</sup>	0.271 <sup>*</sup>	0.485 <sup>**</sup>	0.602 <sup>**</sup>
Soil Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>											0.666 <sup>**</sup>	0.494 <sup>**</sup>	0.651 <sup>**</sup>	0.519 <sup>**</sup>
Soil Ex. K												0.638 <sup>**</sup>	0.900 <sup>**</sup>	0.756 <sup>**</sup>
Soil Ex. Ca													0.702 <sup>**</sup>	0.388 <sup>**</sup>
Soil Ex. Mg														0.756 <sup>**</sup>

†A significant values reported as <sup>\*\*</sup> $p\leq 0.01$ , and <sup>\*</sup> $p\leq 0.05$ .

성분 분석결과 PC 1은 토양 유효인산 (0.342), 토양 치환성 칼슘 (0.327), 토양 EC (0.310), 토양 유기물 (0.289) 순으로 정의 기여를 보였으며 PC 1은 39.6%, PC 2는 17.3%, PC 3은 13.6%로서 전체 70.5%의 자료를 설명할 수 있었다. 퇴비 사용량이 증가할수록 토양의 유효인산 함량 ( $r=0.370$ ,  $p\leq 0.01$ ), 치환성 칼륨 ( $r=0.429$ ,  $p\leq 0.01$ ), 칼슘 ( $r=0.404$ ,  $p\leq 0.01$ ), 마그네슘 ( $r=0.453$ ,  $p\leq 0.01$ ) 및 나트륨 ( $r=0.369$ ,  $p\leq 0.01$ )과 고도의 유의성 있는 정의상관을 보여 퇴비 사용량을 적정수준으로 조절하는 것이 매우 중요할 것으로 판단되었다. 본 연구결과 딸기 시설 재배지는 연령, 재배경력, 재배면적, 축분 퇴비 종류, 퇴비 사용량에 따라 많은 차이가 있어 지속농업을 위한 근본적인 토양 양분 관리방안은 농가별 토양검정에 의한 최적 시비라고 제안한다.

## 인 용 문 헌

- Chang, K.W., J.H. Hong, J.J. Lee, K.P. Han, and N.C. Kim. 2008. Evaluation of compost maturity by physico-chemical properties and germination index of livestock manure compost. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41:137-142.
- Cho, K.R., C.S. Kang, T.J. Won, and K.Y. Park. 2006. Effects of compressed expansion rice hull application and drip irrigation on the alleviation of salt accumulation in the plastic film house soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 39:372-379.
- Chung, B.Y., K.S. Lee, M.K. Kim, Y.H. Choi, M.K. Kim, and J.Y. Cho. 2008. Salt accumulation and desalinization of rainfall interception culture soils of *Rubus* sp. in gochang-gun, Jeollabuk-do. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41:310-317.
- Hannan, J.J. 1998. *Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture*. CRC Press LLC. Boca Roton. Florida.
- Kang, B.K., H.J. Kim, K.J. Lee, J.J. Kim, and S.D. Hong. 2001. Salt movement of soils by runoff in green house area. *Korean J. Environ. Agric.* *Korean J. Soil Sci. Fert.* 30:265-271.
- Kang, B.K., I.M. Jeong, J.J. Kim, S.D. Hong, and K.B. Min. 1997. Chemical characteristics of plastic film house soils in Chungbuk area.
- Kim, J.H., J.S. Lee, W.I. Kim, G.B. Jung, S.G. Yun, Y.T. Jung, and S.K. Kwun. 2002. Groundwater and soil environment of plastic film house fields around central part of Korea. *Korean J. Environ. Agric.* 21:109-116.
- Lee, J.T., G.J. Lee, Y.S. Zhang, S.W. Hwang, S.J. Im, C.B. Kim, and Y.H. Mun. 2006. Status of fertilizer application and soil management for major vegetable crops in farmer's fields of alpine area. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 39:357-365.
- Lee, S.E., and C.S. Lee. 1994. Nutrient balance and application efficiency of nitrogen and potassium in salt-accumulated greenhouse soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 27:78-84.
- Lee, Y.H., M.S. Yang, and H.D. Yun. 1996. Effect of plant-growth-promoting-bacteria inoculation on the growth and yield of red pepper (*Capsicum annuum* L.) with different soil electrical conductivity level. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 29:396-402.
- Lee, Y.H., W.S. Cho, J.G. Kim, H.S. Lee, S.R. Park, and H.D. Yun. 1997. Effect of plant-growth-promoting bacteria inoculation on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativa* L.). *Korean J. Soil Sci. Fert.* 30: 196-199.
- Nelson, P.V. 1991. *Greenhouse operation and management* (4th ed.). Prentice Hall. P. 257-315.
- NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2000. *Analytical methods of soil and plant*. RDA, Suwon, Korea.
- NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2005. *Annual report of the monitoring project on agro-environmental quality in 2004*. RDA, Suwon, Korea.
- NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2006a. *Annual report of the monitoring project on agro-environmental quality in 2005*. RDA, Suwon, Korea.
- NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2006b. *Fertilizer recommendation for crops*. RDA, Suwon, Korea.
- NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2009. *Annual report of the monitoring project on agro-environmental quality in 2008*. RDA, Suwon, Korea.
- Ok, Y.S., J.E. Yang, K.Y. Yoo, Y.B. Kim, D.Y. Chung, and Y.H. Park. 2005. Screening of adsorbent to reduce salt concentration in the plastic film house soil under continuous vegetable cultivation. *Korean J. Environ. Agric.* 24:253-260.
- Park, B.G., T.H. Jeon, Y.H. Kim, and Q.S. Ho. 1994. Status of farmers' application rates of chemical fertilizer and farm manure for major crops. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 27:238-246.
- RDA (Rural development administration). 2009. *Farming textbook of Strawberry*. RDA, Suwon, Korea.
- SAS Institute. 2006. *SAS 9.1.3 Version*. SAS Inst., Cary, NC.
- Wagstaffe, A., and H.B. Battey. 2007. Tunnel production of strawberry in the UK: a review. In: Takeda, F., Handley, D.T., Poling, E.B. (Eds.), *Proc. North Am. Straw. Symp.*, CAL, pp. 23-28.
- Yuk, C.S., J.J. Kim, S.D. Hong, and B.G. Kang. 1993. Salt accumulation in horticultural soils of PE film house in Chungbuk area. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 26:172-180.