

Short Communication



CrossMark

Open Access

## 시설재배지 토양의 화학적 특성변화에 영향을 미치는 주요 인자 선발

윤영은<sup>1</sup>, 김장환<sup>1</sup>, 김송엽<sup>2</sup>, 임종욱<sup>2</sup>, 공명석<sup>3</sup>, 이영한<sup>4</sup>, 이용복<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK 21plus Program), <sup>2</sup>경상대학교 농업생명과학연구원,  
<sup>3</sup>국립농업과학원 농업환경부 토양비료과, <sup>4</sup>경상남도 농업기술원 연구개발국 친환경연구과

### Determination of Main Indicator for the Changes of Chemical Properties in Greenhouse Soils

Young-Eun Yoon<sup>1</sup>, Jang Hwan Kim<sup>1</sup>, Song Yeob Kim<sup>2</sup>, Jong Uk Im<sup>2</sup>, Myung Suk Kong<sup>3</sup>, Young Han Lee<sup>4</sup> and Young Bok Lee<sup>2\*</sup> (<sup>1</sup>Division of Applied Life Science (BK 21plus program), Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea, <sup>2</sup>Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea, <sup>3</sup>Soil & Fertilizer Division, Department of Agricultural Environment, National Institute of Agricultural Science, Wanju 55365, Korea, <sup>4</sup>Eco-friendliness Research Department, Research and Development Bureau, Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Service, Jinju 52733, Korea)

Received: 2 November 2015 / Revised: 5 November 2015 / Accepted: 12 November 2015

Copyright © 2015 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

#### Abstract

**BACKGROUND:** Changes in Korea's agricultural soil properties were analyzed at a four-year interval from 1999 to 2002 on a national scale and used as basis for the determination of the appropriate agricultural policy on maintaining food safety and soil quality. The scope of this study ideally requires sampling thousands of paddy, greenhouse, upland and orchard land across the country, however, due to limitations in economic and manpower resources, it was deemed necessary to reduce sampling site to greenhouse soil. In this study, we try to investigate the applicability of cultivated crops as criteria for selecting representing fields in greenhouse soils.

**METHODS AND RESULTS:** Soil samples were collected from red pepper, oriental melon, watermelon and strawberry cultivated soil. Principal components analysis (PCA) was performed on soil chemical properties of the selected fields: pH, electron conductivity (EC), available

phosphate (Av-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), organic matter (OM), and exchangeable cation (Ex.-K, Ca, and Mg). Soil chemical properties of oriental melon cultivated soil was separated from red pepper, watermelon, and strawberry cultivated soil on PC1 and red pepper cultivated soil was separated from watermelon cultivated soil on PC2. Position on PC1 was strongly correlated with pH, Ex.-Ca and Ex.-Mg and position on PC2 was strongly correlated with OM and Av-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**CONCLUSION:** The soil chemical properties of greenhouse soil was assorted amongst the different crops. Therefore, the cultivated crops as a criteria for the selection of representative field in greenhouse soil would be used in the future.

**Key words:** Greenhouse soil, Principal components analysis, Soil chemical properties

#### 서론

우리나라는 1964년 정밀토양조사 사업을 시작으로 지속적인 토양 검정을 실시하고 있으며, 특히 1999년부터 논, 밭, 과

\*Corresponding author: Young Bok Lee  
Phone: +82-55-772-1967; Fax: +82-55-772-1969;  
E-mail: yblee@gnu.ac.kr

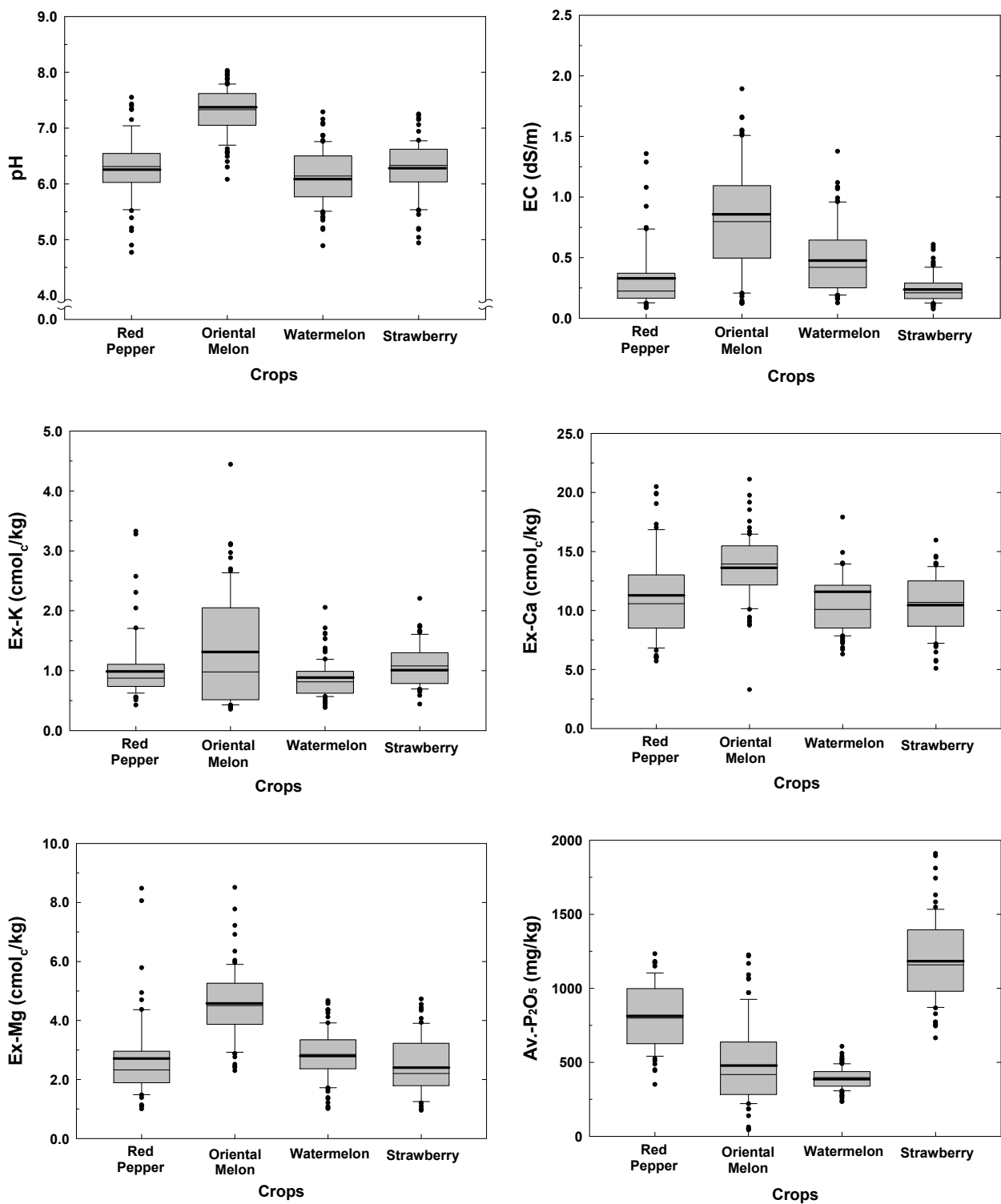


Fig. 1. Box plot representation of soil chemical properties in the soil with different cultivated crops. Boundaries of the boxes closest to and furthest from zero indicate the 25<sup>th</sup> and 75<sup>th</sup> percentiles, respectively. The thin and thick lines within the box indicate the median and average, respectively. Outliers are represented as black dots. Bars above and below the box indicated the 90th and 10th percentiles, respectively.

수원, 시설재배지를 대상으로 4년 1주기로 전국단위의 토양 환경 변화를 모니터링 하고 있다(RDA, 2012). 이와 같은 토

양 비옥도 변동 조사는 정부의 비료 및 토양개량제 공급 정책 수립에 중요한 근거 자료로 활용되고 있다.

시설재배지는 자연강우에 의한 양분의 외부 유출이 적고, 연중 다작을 위해서 퇴비와 비료가 관행적으로 과다 사용되고 있다. 따라서 시설재배지는 논과 밭에 비해 토양 내 양분 집적 및 불균형이 빠르게 일어나고 있다(Cho *et al.*, 2002; Choi *et al.*, 2010a). 1999년부터 2011년까지 실시된 논토양의 화학성 변화는 석회공급을 통한 치환성 칼슘함량이 4.0 cmol<sub>c</sub>/kg 에서 5.1 cmol<sub>c</sub>/kg 으로 증가하였고, 규산질 비료 공급 정책에 의해서 유효규산 함량이 84 mg/kg 에서 146 mg/kg 으로 증가 하였지만 그 외 성분의 변화는 큰 차이가 없었다(Kang *et al.*, 2012). 그러나 Lee 등 (2013)이 보고한 경남지역 시설재배지 변동 조사에서는 2000년에 비해 2012년 pH, 유효인산, 치환성칼슘, 유기물 함량에 뚜렷한 변화가 관찰되었다.

현재 실시하고 있는 4년 1주기 시설재배지 토양환경변동 조사는 전국규모에서 약 1,374점의 시료를 대상으로 하고 있으며(Kang *et al.*, 2013), 이를 통해서 시설재배지 토양관리 및 비료 사용 지도를 위한 자료로 활용하고 있다. 하지만 이와 같은 시설재배지 토양환경변동 조사는 막대한 예산과 시간 그리고 인력이 소요되므로 효율성 제고를 위한 대안의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 본 연구는 시설재배지 토양 환경변화를 대표할 수 있는 대표필지 선별을 위한 기준을 제시하여 토양환경변동 조사의 효율성을 향상 시키고자 실시하였다.

**재료 및 방법**

시설재배지 대표필지 선별을 위한 기준을 제시하고자 경상남도과 경상북도 주요 시설재배 작물의 주산단지를 다음과 같이 선별하여 토양 시료를 채취하였다. 경남은 딸기(77점), 고추(68점), 수박(90점) 그리고 경북은 참외(83점)를 대상으로 각 작물별 수확이 끝나는 시점에서 표토(0-15 cm)를 채취하여 풍건 후 2 mm 체를 통과 시켜 분석용 시료로 이용하였

다. 토양 화학성 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법(NIAST, 1988)에 준하여 실시하였다.

시설재배지 토양의 화학성 변동에 영향을 미치는 주요 인자 선별을 위한 주성분 분석은 SAS (version 9.1.3, 2006) 프로그램을 통해서 수행하였으며, 원변수와 주성분 변수의 상관관계를 통해서 대표 필지 선별을 위한 인자를 결정하였다.

**결과 및 고찰**

경상남도 및 경상북도의 재배작물별 토양화학적 특성은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 작물별 각각의 토양 화학성 중 대부분 평균값과 전체 조사시료의 중위값은 비슷한 수치를 나타내었다. 하지만 참외재배지의 치환성 칼슘 함량의 평균값과 중위값은 큰 차이를 보이고 있으며 이는 농가마다 추비의 사용량이 다른 원인으로 해석된다. pH와 치환성 칼슘, 마그네슘, 칼륨은 참외 재배지에서 가장 높게 나타났다. 일반적으로 토양에서 pH는 치환성 양이온과 정의 상관관계를 가지며 토양개량제 사용량 차이에서 기인된 것으로 판단된다(Lee *et al.*, 2013). 재배작물별 토양의 pH 분포는 고추, 수박, 딸기 재배지의 약 50%가 적정범위(pH 6.0-6.5)에 속하였지만, 참외재배지는 약 90%가 적정범위보다 높았다. 2012년 남부지방 전체 시설재배지 토양의 pH 중 적정범위 이상의 분포비가 75.5%인 것과 다소 차이가 있으며(Lee *et al.*, 2013) 시설재배지 토양의 pH 변화는 재배 작물의 종류에 따라서 차이가 큰 것으로 판단된다.

딸기 재배지의 유효인산과 유기물 함량은 타 작물에 비해서 매우 높게 나타났다. 일반적으로 시설재배지는 논과 밭에 비해서 가축분 퇴비의 사용량이 대단히 높다(Choi *et al.*, 2010b). 특히, 가축분 퇴비는 인산의 함유량이 높아 가축분 퇴비 사용량과 연작연수는 시설재배지 토양의 유효인산 함량과는 고도의 정의 상관관계를 보이고 있다(Ha *et al.*, 1997).

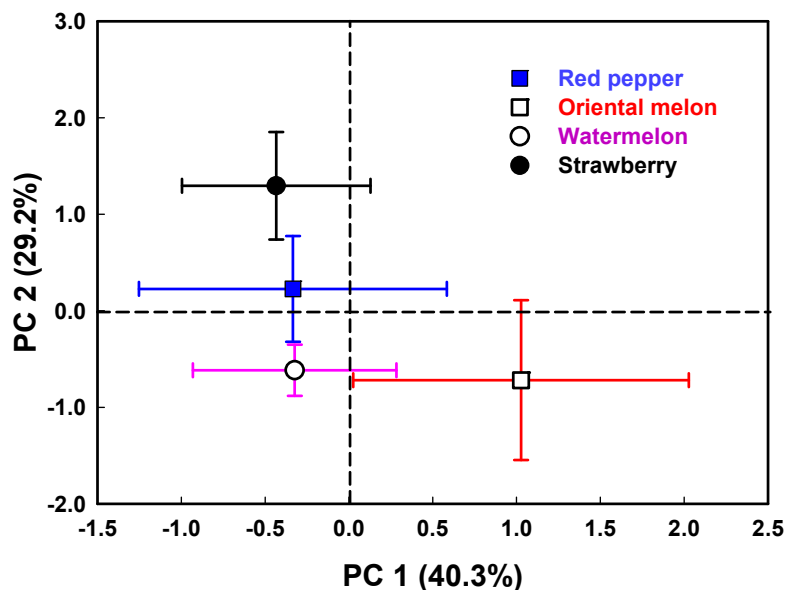


Fig. 2. Principal components analysis of soil chemical properties from different cultivated crops.

하지만 본 연구에서 가축분 퇴비 시용에 의한 토양 유기물 증가와 유효인산 증가는 작물에 따라 다른 경향을 보이는 것으로 평가되었다.

Box-plot에서 Box 위와 아래 bar 사이의 범위가 좁은 것은 토양 화학성의 분포 범위가 좁은 것을 의미한다. 따라서 각각 토양화학성에서 수박재배지 토양의 분포비가 상대적으로 낮은 것을 알 수 있다. 수박재배지는 타 작물과 달리 수확 후 대부분 벼를 재배하고 있으므로 담수에 의한 제염의 효과로 인한 양분축적이 타 작물에 비해 낮은 것으로 판단된다 (Kim et al., 2010). 이상과 같은 결과에서 시설재배지 토양은 재배 작물에 따라 토양 화학성에 차이를 나타내었다. 따라서 현재 실시하고 있는 시설재배지 토양환경변동조사 결과는 재배작물별 토양환경변동과는 다소 차이가 있어 개선의 필요성이 있는 것으로 사료된다.

시설재배지 재배작물별 주성분 분석결과 새로 생성된 변수 PC1과 PC2는 전체 변량의 69.5%를 설명하였다(Fig. 2). 그리고 PC1에 의해서 참외재배지와 딸기, 고추, 수박 재배지 두 그룹으로 구분되었고, PC2에서 딸기, 고추, 수박 재배지로 각각 구분이 되었다. 원변수와 새로 생성된 변수 PC1은 pH ( $r = 0.669$ ,  $P < 0.0001$ ), 치환성 칼슘 ( $r = 0.604$ ,  $P < 0.0001$ ), 치환성 마그네슘 ( $r = 0.922$ ,  $P < 0.0001$ )와 매우 높은 상관관계를 나타내었으며 이는 토양개량제 시용 인자로 해석된다. 그리고 PC2는 유기물 ( $r = 0.938$ ,  $P < 0.0001$ ) 및 유효인산 ( $r = 0.932$ ,  $P < 0.0001$ )과 높은 상관관계를 나타내었으며, 이는 가축분퇴비 시용 인자로 해석된다. 따라서 시설재배지 토양의 화학적 특성에 대한 유사성은 재배작물별로 구분되어지므로 이를 대표필지 선발을 위한 기준으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

### Acknowledgement

This study was supported by Rural Development Administration, Republic of Korea (Project No. PJ009197).

### References

Cho, J. Y., Han, K. W., Choi, J. K., Kim, Y. J., & Yoon, K. S. (2002). N and P losses from a paddy field plot in central Korea. *Soil science and plant nutrition*, 48(3), 301-206.

Choi, M. T., Lee, J. I., Yun, Y. U., Lee, J. E., Lee, B. C., Yang, E. S., & Lee, Y. H. (2010a). Characteristics of fertility on strawberry cultivated soil of plastic film house in chungnam province in Korea. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 43(2), 160-165.

Choi, M. T., Lee, J. I., Yun, Y. U., Lee, J. E., Lee, B. C., Yang, E. S., & Lee, Y. H. (2010b). Relationship between fertilizer application level and soil chemical properties for strawberry cultivation under greenhouse in Chungnam Province. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 43(2), 153-159.

Ha, H. S., Yang, M. S., Lee, H., Lee, Y. B., Sohn, B. K., & Kang, U. K. (1997). Soil chemical properties and plant mineral contents in plastic film house in southern part of Korea. *Journal of Korean Society of Soil Science and Fertilizer*, 30(3), 272-279.

Kang, S. S., Roh, A. S., Choi, S. C., Kim, Y. S., Kim, H. J., Choi, M. T., Ahn, B. K., Kim, H. W., Kim, H. K., Park, J. H., Lee, Y. H., Yang, S. H., Ryu, J. S., Jang, Y. S., Kim, M. S., Sonn, Y. K., Lee, C. H., Ha, S. G., Lee, D. B., & Kim, Y. H. (2012). Status and changes in chemical properties of paddy soil in Korea. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 45(6), 968-972.

Kang, S. S., Roh, A. S., Choi, S. C., Kim, Y. S., Kim, H. J., Choi, M. T., Ahn, B. G., Kim, H. K., Park, S. J., Lee, Y. H., Yang, S. H., Ryu, J. S., Sohn, Y. G., Kim, M. S., Kong, M. S., Lee, C. H., Lee, D. B., & Kim, Y. H. (2013). Status and change in chemical properties of polytunnel soil in Korea from 2000 to 2012. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 46(6), 641-646.

Kim, M. K., Roh, K. A., Ko, B. G., Park, S. J., Jung, G. B., Lee, D. B., & Kim, C. S. (2010). Evaluation of nutrient discharges from greenhouses with flooding soil surface at tTwo different locations. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 43(3), 315-321.

Lee, Y. H., Lee, S. T., Hong, K. P., Lee, S. D., Kim, J. H., Ok, Y. S., Kim, M. K., & Kim, H. R. (2013). Long-term variations of chemical properties in controlled horticultural soils of Gyeongnam Province. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 46(5), 308-312.