

사업구분 : 기본연구	Code 구분 : LS0902	농산물안전성(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
안전농산물 생산을 위한 농업환경 조사	'05~'06	경기도원 환경농업연구과 조광래(229-5822)
시설채소 재배 토양과 지하수의 중금속 조사	'05~'06	경기도원 환경농업연구과 조광래(229-5822) (참여연구원) 노안성, 심재만
색인용어	안전농산물, 시설채소, 토양, 지하수, 중금속	

## ABSTRACT

In order to monitor the heavy metal contents in fields where the vegetables cultivating in the plastic film house, a soil at 15cm of top layers and agricultural ground water all over the gyeonggi-do were collected and analyzed from 2005 to 2006. The heavy metal contents in soil and ground water were measured by using inductively coupled plasma(GBC, Intega XMP).

The contents of the heavy metal in soil were lower than threshold values for soil contamination described in soil environmental conservation act.

And the contents of the heavy metal in ground water were below than criteria for ground water quality of agricultural use described in ground water act.

**Key words :** Heavy metal, Soil, Ground water, Vegetables

### 1. 연구목표

농경지 토양에서 중금속 오염은 대부분이 공단, 금속제련소, 금속광산에서 유입되는 폐수, 분진 및 산업폐기물 등으로 보고되고 있다(농업과학기술원, 2003). 토양오염원 중 용해성이 높은 유기물 및 무기염류는 토양 중에서 용탈이나 용해되어 토양내 축적이 적지만 중금속류는 이동성이 적어 토양 내에 유입되면 장기간 축적되고 작물의 생육장해는 물론 먹이사슬을 통하여 직, 간접적으로 사람과 가축에 피해를 줄 수 있다(Smith, 1996 ; Vulava 등, 1997).

우리나라에서 종합적인 토양오염의 평가 및 복원정책은 1996년 토양환경보전법(환경부, 2001)이 시행되면서 수립되었다고 할 수 있다. 농경지에 대한 중금속 모니터링으로는 농촌진흥청 농업과학기술원에서 논, 밭, 시설재배지 및 과수원 토양 등 경작형태와 광산 및 공

단 등 토양 농경지의 오염원별로 일부 조사가 이루어 졌다. 그리고 환경부에서는 전국망은 토지용도별 면적기준을 토대로 전, 답 등 12개 토지용도에 대하여 중금속 조사지점을 정하고, 지역망은 시, 도 별로 면적 및 도시화 정도에 따라 산출된 조사지점수를 토대로 폐금속 광산, 폐기물 매립지 주변지역 등 16개 토양오염지역에 대하여 조사지점을 정하여 조사하고 있다.

현재까지의 조사연구는 일부 특정 농경지 토양에 대하여 중금속 함량을 파악하는 수준에 있으며 일부 기초연구로는 특정 광산 및 제련소 지역의 농토양을 대상으로 중금속의 형태별 함량과 분포특성에 관한 연구(류 등, 1985 ; 현과 류, 1991 ; 류 등, 1995 ; 김 등, 1996) 등이 있을 뿐이다.

따라서 본 연구는 경기지역에서 시설채소 재배지의 토양과 농업용지하수에 대한 중금속 함량을 조사하여 안전농산물 생산을 위한 기초자료로 활용코자 2005년 부터 2006년 까지 수행한 결과를 보고하는 바이다.

## 2. 재료 및 방법

시설채소 재배지의 토양과 농업용지하수에 대한 중금속 함량을 조사하여 안전농산물 생산을 위한 기초자료로 활용코자, 2005년도에는 6월에 토양과 농업용지하수를 각각 20점 시료채취 하였으며, 2006년도에는 1차는 4월에 토양 6점, 농업용지하수 10점을 시료채취 하였으며, 2차는 9월에 토양 8점, 농업용지하수 11점의 시료를 채취하였다.

시설채소 재배지는 비가림하우스로 1동 당 0~15cm 토심에서 10지점의 시료를 채취하여 1점으로 하였다. 토양은 시료채취 후 그늘에서 풍건시켜 2mm 체로 사별한 것을 분석시료로 하였다. 농업용지하수는 20여 분간 토출 후 무균병에 채수한 것을 분석시료로 하였다.

토양과 농업용지하수 중의 중금속 함량은 환경오염공정시험법(환경부, 2000)에 준하여 분석하였다. 토양 중의 Cd, Cu, Pb, Cr, Zn, Ni 함량은 시료 10g을 100ml 삼각프라스크에 취하여 0.1N-HCl 50ml 가한 다음 실온에서 1시간 진탕하고 No. 5B로 여과하여 여액을 측정하였으며, As 함량은 시료 10g을 100ml 삼각프라스크에 취하여 1N-HCl 50ml 가한 다음 실온에서 1시간 진탕하고 No. 5B로 여과하여 여액을 조사하였으며, 농업용지하수의 중금속 함량은 GF/C 여과지로 여과 후 여액을 분석하였다. 토양과 농업용지하수의 Cd, Cu, Pb, Cr, Zn, Ni 함량은 유도결합플라즈마 발광광도계(GBC, Integra XMP)를 이용하였으며, Hg 함량은 수은분석기(Leco, AMA254 Mercury Analyzer)로 직접 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 시설채소 재배지 토양 중의 중금속 함량

시설채소 재배지에서 토양시료를 채취하여 중금속 함량을 조사한 결과는 표 1과 같다. 시설채소 재배지에서의 토양 중 Cd, Cu, As, Hg, Pb, Zn, Ni 등 중금속 함량은 토양환경보전법에서 정하고 있는 농경지의 중금속 토양오염 우려기준치를 초과하는 성분은 모두 없었다. 2005년도와 2006년도 간의 토양 중금속 함량을 성분별로 비교해 보면, Cu, As, Pb 함량은 2005년도에서 높았으나 Cd, Hg, Cr, Zn, Ni 함량은 2006년도에서 높은 것으로 조사되었으며, 2006년의 조사시기별 중금속 함량은 차이 없이 대등한 수준이었다. 2004년도에 경기도농업기술원에서 시설재배지의 토양 중금속 함량을 조사(농업과학기술원, 2004) 한 결과에 의하면, 경기도 시설재배지 토양 중의 Cd 함량은 2004년 0.079mg kg<sup>-1</sup> 에 비해 2005년 0.091mg kg<sup>-1</sup>, 2006년 0.104~0.119mg kg<sup>-1</sup> 으로 다소 높아지는 경향이었으나 Cu 함량은 2004년 5.888mg kg<sup>-1</sup> 에 비해 2005년 4.331mg kg<sup>-1</sup>, 2006년 1.756~1.777mg kg<sup>-1</sup> 으로 낮아지는 경향이였다. 그리고 Pb 함량은 2004년 2.090mg kg<sup>-1</sup> 에 비해 2005년도에서는 높아지다가 2006년도에서는 다시 떨어지는 경향을 보였다. Cr 함량은 2004년 0.809mg kg<sup>-1</sup> 에 비해 2005년도와 2006년도에서 모두 감소하였다. 그러나 Zn 함량은 2004년 53.601mg kg<sup>-1</sup> 에 비해 2005년도에서는 줄어들었으나 2006년도에서는 증가하는 경향을 보였으며, Ni 함량은 2004년 0.826mg kg<sup>-1</sup> 에 비해 2005년, 2006년 모두 증가하였다.

표 1. 시설채소 재배지 토양 중의 중금속 함량

(단위 : mg kg<sup>-1</sup>)

년 도	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr	Zn	Ni	
2005	0.091 (0.039~ 0.220)	4.331 (1.224~ 14.374)	0.742 (0.106~ 1.683)	0.024 (0.004~ 0.051)	2.591 (0.290~ 14.691)	0.395 (0.102~ 1.341)	44.303 (13.138~ 71.197)	0.849 (0.000~ 1.954)	
2006	1차	0.119 (0.067~ 0.223)	1.777 (0.512~ 3.113)	0.243 (0.048~ 0.549)	0.058 (0.019~ 0.168)	0.439 (0.097~ 0.856)	0.422 (0.109~ 0.616)	79.385 (24.565~ 181.738)	0.914 (0.346~ 1.549)
	2차	0.104 (0.061~ 0.215)	1.756 (0.487~ 3.006)	0.254 (0.054~ 0.571)	0.062 (0.010~ 0.155)	0.453 (0.105~ 0.898)	0.456 (0.117~ 0.624)	79.952 (24.663~ 187.361)	0.884 (0.304~ 1.563)
토양오염 우려기준 <sup>↓</sup>	1.5	50	6	4	100	-	300	40	

<sup>↓</sup> 토양오염 우려기준(가 지역) : 토양환경보전법

## 나. 시설채소 재배지 농업용지하수 중의 중금속 함량

시설채소 재배지의 농업용지하수에 대해 중금속 함량을 조사한 결과는 표 2와 같다. 2005년도와 2006년도의 Cd, As, Hg, Pb 함량 등은 지하수법에서 정한 농업용수의 수질기준치를 초과하지 않았다. 년도 간의 중금속 함량 변화는 2006년도의 Zn 함량만이 2005년도에 비해 다소 높았을 뿐 기타 성분은 현저한 차이가 없었다.

표 2. 시설채소 재배지 농업용지하수 중의 중금속 함량 (단위 : mg L<sup>-1</sup>)

년 도	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr	Zn	Ni
2005	0.000 (0.000~ 0.000)	0.000 (0.000~ 0.004)	0.004 (0.000~ 0.041)	0.000 (0.000~ 0.000)	0.001 (0.000~ 0.028)	0.005 (0.004~ 0.006)	0.008 (0.000~ 0.106)	0.000 (0.000~ 0.000)
2006	1차 0.001 (0.000~ 0.001)	0.003 (0.001~ 0.005)	0.000 (0.000~ 0.000)	0.000 (0.000~ 0.000)	0.003 (0.000~ 0.010)	0.001 (0.000~ 0.003)	0.161 (0.112~ 0.281)	0.001 (0.000~ 0.003)
	2차 0.000 (0.000~ 0.001)	0.003 (0.000~ 0.010)	0.000 (0.000~ 0.001)	0.000 (0.000~ 0.000)	0.001 (0.000~ 0.005)	0.001 (0.000~ 0.004)	0.079 (0.036~ 0.128)	0.000 (0.000~ 0.001)
농업용수 수질기준 <sup>↓</sup>	0.01	-	0.05	불검출	0.1	-	-	-

<sup>↓</sup> 농업용수 수질기준 : 지하수법

## 4. 적 요

경기지역 시설채소 재배지의 토양과 농업용지하수에 대한 중금속 함량을 2005년 부터 2006년 까지 조사한 결과는 다음과 같다.

- 가. 시설채소 재배지에서의 토양 중 Cd, Cu, As, Hg, Pb, Zn, Ni 등 중금속 함량은 토양 환경보전법에서 정하고 있는 농경지의 중금속 토양오염 우려기준치를 초과하지 않았다.
- 나. 2005년도와 2006년도 간의 토양 중금속 함량을 성분별로 비교해 보면, Cu, As, Pb 함량은 2005년도에서 높았으나 Cd, Hg, Cr, Zn, Ni 함량은 2006년도에서 높았다.
- 다. 시설채소 재배지에서의 농업용지하수 중 Cd, As, Hg, Pb 등 중금속 함량은 지하수법에서 정한 농업용수의 수질기준치를 초과하지 않았다

## 5. 인용문헌

- 환경부. 2000. 환경오염공정시험법.
- 환경부. 2001. 토양환경보전법.
- 현해남, 류순호. 1991. 아연광산 주변 논 토양에서 토양화학성이 중금속의 형태 및 그 분포에 미치는 영향. 한국토양비료학회지. 24(3) : 183-191.
- 김성조, 백승화, 문광현. 1996. 제련소 인근 논 토양중 중금속 형태 분류 및 수도체중 중금속 함량과의 상관성. 한국환경농학회지. 15(1) : 1-10.
- 농촌진흥청. 농업과학기술원. 2003. 농업환경변동조사사업(1주기 사업 평가회 자료).
- 농촌진흥청. 농업과학기술원. 2004. 2004년도 농업환경변동조사사업 보고서.
- 류순호, 김계훈, 현해남. 1985. 아연 광산 주변 토양중 카드뮴, 아연, 구리 및 납의 화학적 형태별 함량. 한국환경농학회지. 3(2) : 71-77.
- 류순호, 이종렬, 김계훈. 1995. 중금속 오염지 논 토양의 Cd, Zn, Cu, Pb의 연속침출 방법 비교와 연차적 오염도 변화. 한국토양비료학회지. 28(3) : 207-217.
- Smith, S. R. 1996. Agricultural Recycling of Sewage Sludge and the Environment. WRC Marlow Buckinghamshire UK.
- Vulava, V. M., B. R. James, and A. Torrents. 1997. Copper Solubility in Myersville B Horizon Soil in the Presence of DTPA. Soil Sci. Soc. Am. J. 61 : 44-52.

## 6. 연구결과 활용제목

- 시설채소 재배지의 토양과 농업용지하수 중의 중금속 함량(2006, 기초활용)