

어젠다코드	1 - 1 - 1		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	E02	작목구분코드	SF-01-SF13
과제종류	기관고유		세세부사업	-	
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
친환경인증 및 비료 민원분석			'13~'15	환경농업연구과	임수정
1) 농업인 토양 현장진단 및 유기성 비료 민원분석			'13~'15	환경농업연구과	임수정
색인용어	친환경인증, 토양중금속, 현장진단, 비료등록, 부산물비료, 퇴비부속도				

## ABSTRACT

Eco-friendly agriculture is the most popular issue in Korea because of food safety. GangWon RDA is always conducting analysis of heavy metal in soil and fertilizer qualities on the basis of provincial rules. This study was conducted to evaluate the soil pollution level and compatibility of variable fertilizers. Within 3 years we analyzed 992 soil samples and fertilizer, by-product and so on. Furthermore solved some farmers complaints immediately caused by soil problems, and perform demonstration tests for pH problems and then report the results

### 1. 연구목표

최근 친환경 안전농산물에 대한 관심고조로 친환경인증 농산물 생산량과 생산농가가 급증하고 있다. 이러한 추세에 부응하여 화학비료 사용량을 최소화 하고자 다양한 유기성비료자원을 순환 및 친환경농자재로 사용하는 예가 급격히 증가되고 있다. 그러나 불량퇴비로 인한 민원발생 및 비료 오남용 사례가 다발하고 있어 미부속퇴비의 유통관리 강화가 필요하다. 강원도농업기술원에서는 관련조례에 의거 친환경인증 토양검정, 각종 비료 및 유기성자원의 민원분석 사무를 지속 수행하고 있다. 최근 퇴비 품질등급 관련지침이 마련되어 제품등급이 세분화 되었고 퇴비 부속도 강화, 지렁이분 신설, 유해물질 관리강화, 상토의 비료 등록 등 비료공정규격이 급변하고 있는데 민원업무의 신속한 대응이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구과제는 최근 3년간 민원의뢰된 분석재료를 대상으로 친환경인증 농경지에 대한 토양중금속을 모니터링하고 양질의 유기성비료 생산등록 유통을 위한 품질평가 및 분석결과의 DB화를 도모하고자 수행하였고, 최근 증가하는 토양이상에서 비롯된 농가민원에 적극적인 대처를 위하여 현장실시간 진단·처방과 이상증상의 가장 큰 이유인 토양 비정상 pH를 작기 중 교정하는 실증시험의 결과를 보고하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### <제1세부과제 : 농업인 토양 현장진단 및 유기성 비료 민원분석>

#### (시험 1) 친환경인증 민원분석

강원도내 친환경인증 신청을 위한 농업인 의뢰 토양 및 버섯배지 등을 대상으로 카드뮴 등 중금속 8항목에 대한 토양오염우려기준 안전성을 검토하였다. 분석법은 환경부 고시인 토양 오염공정시험법(환경부, 2009)에 따라 카드뮴, 납, 구리, 니켈, 아연, 비소 등 6항목은 왕수로 전함량을 추출하여 ICP법으로 다성분 분석하였고, 수은은 수은전용 분석기로, 6가크롬은 알칼리분해 전처리후 UV 비색법으로 각각 분석하였다.

#### (시험 2) 유기성비료 민원분석 및 품질평가

민원분석 의뢰된 각종 비료등록 제품과 유기성 자원에 대한 비료의 품질검사방법 및 시료채취기준(농진청, 2013) 혹은 환경부 고시 등 관련규정에 근거하여 3년간 341점의 시료를 대상으로 분석하였다. 주요 분석항목은 유효성분, 유해성분, 부숙도, 양분함량 등이며 분석시료의 종류는 유기성비료, 슬러지, 액비, 기타비료 등 다양한 성상이어서 분석방법은 각각의 비종에 알맞는 비료공정시험방법에 따라 수행하였다.

#### (시험 3) 민원인 토양검정 현장 실시간 진단기술 확립

농가에서 작물재배 중 이상증상이 발생할시 현장에서 실시간 진단하고 처방하는 시험으로 pH와 EC, 그리고 수용성 질산태질소와 인산을 측정 하였다. pH와 EC는 토양과 증류수를 1:5(부피비)로 하여 초자전극법과 백금전극법으로 분석하였고, 질산태질소와 인산은 토양과 증류수를 1:5(부피비)로 침출한 후 검색지법(농진청, 토양과 작물생육)으로 분석하였다.

#### (시험 4) 토양산도(<5.5, >7.5) 교정 실증시험

3세부과제를 수행하면서 농가 중 pH가 5.5이하 이거나, 7.5 이상인 농가를 대상으로 pH를 정상범위로 돌아오게 하는 시험을 수행하였다. pH 5.5 이하인 농가에서는 오이를 대상으로 하여 고토석회(400kg/10a) + 부숙퇴비(1,000kg/10a) 등을, pH 7.5 이상인 농가에서는 토마토를 대상으로 하여 검정시비 + 부숙퇴비(1톤/10a) + 목초액 400배액 관주(1주간격) 등을 처리 하였다. 오이는 7월 9일부터 8월 20일까지, 토마토는 7월 20일부터 10월 20일 까지 재배 하였다. 토양의 pH, EC, 수용성 양분은 시험3과 같은 방법으로 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### <제1세부과제 : 농업인 토양 현장진단 및 유기성 비료 민원분석>

#### (시험 1) 친환경인증 민원분석

표 1은 '13~'15년간의 토양 중금속 민원분석 실적이다. 총 916건의 의뢰를 받아 성적서를 발부하였으며, 기술원 타과 내지 농업기술원 소속 연구소의 토양 3,587점과 시군센터 등의

4,308점도 분석지원 하였다. 친환경인증 농가의 중금속함량(표 2)은 '13년 1지점의 아연초과를 제외하고는 전체적으로 낮아 기준에 부합하였다.

표 1. 연도별 친환경인증 토양중금속 분석실적 및 무상민원 현황 (건)

비고	법정민원		무상민원	
	인증 및 퇴비등록	기술원	시군센터 및 기타	
분석건수	'13	330	702	898
	'14	413	855	1,758
	'15	173	2,030	1,652
	계	916	3,587	4,308

표 2. 친환경인증 토양 중금속 분석결과('13~'15) (mg/kg)

구 분	Cr <sup>6+</sup>	Ni	Cd	Pb	Zn	Cu	As	Hg	
평 균	'13	0.01	20.6	0.19	12.1	83.4	23.9	4.6	0.03
	'14	0.00	17.6	0.13	8.7	69.6	17.8	4.0	0.01
	'15	0.00	19.7	0.20	8.9	69.9	22.2	1.1	0.02
최 대	'13	0.16	90.0	1.11	90.8	327.2	100.4	20.6	0.30
	'14	0.00	84.0	1.18	130.5	187.2	81.8	11.5	0.02
	'15	0.00	72.9	2.23	41.00	259.3	136.6	10.6	0.19
최 소	'13	0.00	0.00	0.00	0.0	26.8	0.0	0.1	0.01
	'14	0.00	0.61	0.00	0.0	27.5	0.0	0.0	0.01
	'15	0.00	0.42	0.00	0.0	9.9	0.53	0.0	0.01
토양오염우려기준	<5	<100	<4	<200	<300	<150	<25	<4	
토양오염대책기준	<15	<300	<12	<600	<900	<450	<75	<12	

### (시험 2) 유기성비료 민원분석 및 품질평가

부산물비료 등록을 하기위해서 부산물비료 생산업자는 행정절차로 부산물비료 성적서를 필요로 한다. '13년 총 20건의 의뢰건 중 2건, '14년 50건 중 5건, '15년 6건 중 3건이 부속도 미달로 불합격 처리되었다. 부속도는 솔비타, 콤팩, 유식물 발아시험으로 구분되며, 생산업자의 선택에 의해 시험방법을 지정 할 수 있다. 부속도 미달은 대부분 솔비타법으로 수행한 실험에서 이루어 졌으며, 그밖에 유기물, 유기물대질소비, 수분, 염분, O157, 살모넬라, 중금속 8항목에 적합하지 않은 비료는 없었다(표 3, 4).

표 3. 연도별 부산물비료 분석결과

구 분	유기물 (%)	유기물대 질소비	수분 (%)	염분 (%)	부속도	O157	살모넬라	건수	
평균	'13	51	20	22	0.8	3.6	불검출	불검출	20건(2)
	'14	54	20	22	0.9	6	불검출	불검출	50건(5)
	'15	45	25	28	0.8	5	불검출	불검출	6건(3)
기준※	>30	<45	<55	<2	>4	불검출	불검출	-	

※ : 비료공정규격, 건수 괄호는 불합격 건수

표 4. 부산물비료 법정기준 중금속 분석결과

구 분	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Cu	Ni	Zn	
	-----mg/kg-----								
평균	'13	1.7	0.1	0.1	1.9	34.5	89	14.3	394
	'14	2.3	0.5	0.2	1.9	9.4	180	8.4	517
	'15	2.8	0.7	0.2	2.0	10.2	71	6.0	170
기준*	<45	<5	<2	<130	<200	<360	<45	<900	

※ : 비료공정규격

표 5는 퇴비원료 분석결과를 보여주고 있다. Al을 제외한 10항목중 기준을 초과한 항목은 없었다. Al은 2014년부터 새로이 추가되어 분석하고 있으며 총 13건 중 Al 초과로 인한 불합격이 1건 이었다.

표 5. 퇴비원료 법정기준 분석결과(평균)

구 분	유기물 (%)	수분 (%)	Al (%)	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Cu	Ni	Zn
	-----mg/kg-----										
평균 (13점)	14	79	1.6	3.6	0.7	0.6	2.3	58.5	141	15.7	324
기준*	>12	<85	<1.2	<45	<5	<2	<130	<200	<360	<45	<900

※ : 비료공정규격

### (시험 3) 민원인 토양검정 현장 실시간 진단기술 확립

본 시험은 농작물 재배 중 발생하는 농가 이상증상에 대한 민원을 보다 적극적으로 대처하기 위해 수행하였으며, 대표적 결과를 보고하고자 한다. 토양으로 야기된 이상증상 39건 중 pH문제가 60%, EC 23%, 기타 17% 순으로 pH 이상에 의한 문제가 가장 심각한 것으로 나타났다.(그림 1)

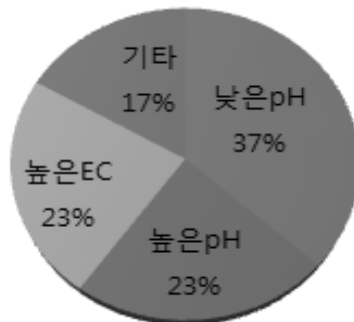


그림 1 토양 이상증상 중 주 원인

표 6은 토마토 활착지연에 대한 민원사항이다. 현장에서 수용성 양분 등을 진단한 결과 수용성 질소, 인산, 칼리는 정상범위에 있었으나 pH는 5.3으로 낮아 아질산가스가 발생되고, 이로 인한 영양성분의 부조화와 높은EC(4.2)로 인한 삼투압 장애로 추정되어 석회포화액 사용을 권장하고 비료사용처방서를 발부하였다.

표 6. 토마토 활착지연 등 생육이상 농가(원주시 문막읍) 현장진단 결과(수용성)

비고	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>
			-----ppm-----		
결과값	5.3	4.2	75	20	0.7
적정범위	5.6~7.0	< 2	75~200	25~200	0.7~0.8

표 7은 산마늘과 곰취의 생육이상 농가 현장진단 결과이다. 수용성 질산태질소는 약간 적었고, 인산은 적정, 칼리는 약간 높은 경향이였다. pH가 7.7(산마늘)과 8.4(곰취)로 높았는데, 기존 석회사용량이 많았고, 미 부숙퇴비 시용으로 영양불균형과 암모니아가스에 의한 것으로 생각되며, 주기적인 토양검정과 비료사용처방서를 발부하였다.

표 7. 산마늘, 곰취, 황화 등 이상증상 농가(태백) 현장진단 결과(수용성)

비고	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>
			-----ppm-----		
산마늘(노지)	7.7	1.4	65	100	1.0
곰취(시설)	8.4	1.7	70	150	1.1
적정범위	5.6~7.0	< 2	75~200	25~200	0.7~0.8

표 8은 오미자 조성지 활착지연, 엽 황화 등 생육장해 포장의 현장진단 결과이다. pH가 8.3으로 높았고, EC도 노지를 감안하면 높은 수치를 나타내었다. 진단 후 농업인과 상담 시 퇴비를 300평당 20톤을 사용 하였다고 하여, 너무 많은 양의 퇴비에 의한 pH 급격상승과 이에 따른 암모니아가스 피해로 추정되며, 토양관리에 대한 전반적인 컨설팅을 수행하였다.

표 8. 오미자 활착지연, 엽 황화 등 생육장해(인제) 현장진단 결과(수용성)

비고	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>
			-----ppm-----		
결과	8.3	3.0	25	215	1.2
적정범위	5.6~7.0	< 2	75~200	25~200	0.7~0.8

표 9는 토마토의 지제부 손상, 뿌리발육 및 생육장해 농가포장의 현장진단 결과이다. 농가에서는 불량퇴비 때문이라 했지만 현장진단 결과 낮은 pH, 높은 EC 문제, 또한 정식 시 토마토 묘를 너무 깊게 묻어 높은 EC로 인한 지제부 무름증상 발생 등 여러 가지 복합적인 문제로 결론을 내렸으며, 주기적인 토양검정을 권장하였다.

표 9. 토마토 지제부 손상 등 생육장애(홍천) 현장진단 결과(수용성)

비고	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>
			-----ppm-----		
결과값	4.0	4.2	250	220	0.5
적정범위	5.6~7.0	< 2	75~200	25~200	0.7~0.8

표 10은 도라지 발아불량 및 생육장애가 발생된 농가포장의 현장진단 결과이다. 전체적으로 양분함량이 낮았고, pH도 비정상적으로 도라지가 생육하기 어려운 상황이었다. 이 포장은 인삼 후작으로 토양의 영양성분을 고려하지 않은 것으로 생각되며, 주변에 그러한 농경지가 많은 것으로 보아 인삼 재배 후 토양관리에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

표 10. 도라지 생육불량(춘천) 현장진단 결과(수용성)

비고	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>
			-----ppm-----		
결과값	5.3	0.02	15	10	0.3
적정범위	5.6~7.0	< 2	75~200	25~200	0.7~0.8

#### (시험 4) 토양산도(<5.5, >7.5) 교정 실증시험

##### 가. 토양산도 <5.5 농가토양 교정

농가토양의 pH는 4.6~5.2까지 분포되어 있었으며, 수용성 질산, 인산은 기준값(2014. 농촌진흥청) 보다 낮은 수준이었다. 낮은 pH를 정상으로 하기위해 1처리로 고토석회 400kg/10a를 사용하였고, 작기 중 pH를 교정하기위해 석회포화액을 1주일 간격으로 사용하였다. 석회포화액은 소석회를 농가가 사용한 물과 섞고 그 상등액과 물을 1:5로 한 후 농가에서 관수하는 양으로 동일하게 사용하였다. 상세처리 내용은 표 12에 자세히 표기 하였다.

표 11. 시험전 현장진단 결과(수용성)

비고	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>
			-----ppm-----		
정상	5.2	0.71	40	25	0.4
비정상	4.6	0.72	30	25	0.6
정상범위	5.6~7.0	< 2	75~200	25~200	0.7~0.8



시기에 따른 처리별 pH의 변화는 표 12와 같다. 고토석회를 사용한 1처리는 석회사용에 따라 pH가 6.7로 교정되어 작물을 생산할 수 있는 적합한 토양으로 교정 되었으며, 석회포화액을 관주한 3번처리의 pH는 처음 4.6에서 4.9→5.2→5.8로 교정되어 임계값인 5.5를 넘었으나, pH를 고려하지 않은 관행처리구와 무시비구는 4.7과 4.4로 다음 작기에도 문제를 발생시킬 것으로 예상된다. 수용성 질산태질소의 함량은 석회고토를 사용한 1번처리, 석회포화액을 관주한 2번

처리는 정상범위에 있었으며, 관행시비의 경우 사용된 질소가 아질산가스로 소비되어 토양에 남은량도 적었다.

표 12. 시기별 주요 화학성 변화(수용성) (ppm)

시기	처리	pH	EC(dS/m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>
7월 9일	시험전	4.6	0.7	30	25	0.6
7월 23일	1처리	6.7	1.3	124	102	0.7
	2처리	4.9	1.3	120	99	0.7
	3처리	4.7	0.9	65	58	0.7
	4처리	4.6	0.7	25	25	0.6
8월 6일	1처리	6.5	1.2	120	99	0.7
	2처리	5.2	1.3	111	85	0.7
	3처리	4.7	0.9	55	75	0.6
	4처리	4.5	0.7	20	20	0.5
8월 20일	1처리	6.4	1.2	120	95	0.6
	2처리	5.8	1.2	75	65	0.6
	3처리	4.7	1.4	45	95	0.7
	4처리	4.4	0.7	15	10	0.5
정상범위		5.6~7.0	< 2	75~200	25~200	0.7~0.8

- ① 검정시비+고토석회 400kg/10a+퇴비(1톤/10a). ② 검정시비+퇴비(1톤/10a)+석회포화액 관주(1주간격)  
 ③ 관행시비(기비는 검정시비, 추비는 2주 간격 요소 500+칼리 500g) + 퇴비(1톤/10a). ④ 무시비

그림 2는 처리별 오이수량을 보여주고 있다. 앞에서 언급한 토양 pH 및 수용성 양분함량의 평가와 마찬가지로 고토석회를 사용한 처리구에서 840kg/10a로 가장 많았으며, 선행연구(이 등, 2001; 이 등, 2011; 임 등 2010)의 결과와 마찬가지로 pH가 정상이고, 질산태질소가 75~200ppm 일 때 작물의 수량이 가장 좋았다는 결과와 일치 한다. 석회포화액을 관주한 처리구에서 610kg, 그 다음 관행시비, 무시비 순으로 작물재배전 토양검정이 중요하다는 것을 다시 한번 강조하며, 어떠한 이유로 pH가 낮을 경우 작기 중에도 진단·처방으로 목표 수량에 근접할 수 있음이 확인되었다.

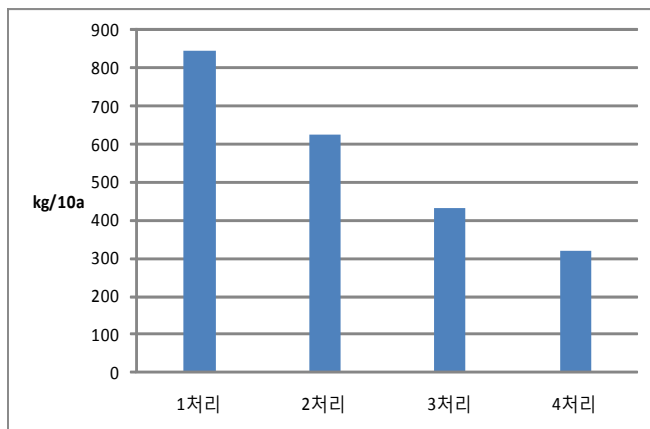


그림 2. 처리별 오이수량

#### 나. 토양산도 >7.5 농가토양 교정

표 13은 시험 전 농가토양의 pH, EC, 수용성 양분함량을 나타내고 있다. pH는 7.3~7.6으로 암모니아가스가 발생 될 수 있는 조건이었고, 수용성 양분함량은 전체적으로 낮았다. pH를 낮추기 위해 질산과 목초액(2, 3 처리)을, 그 외 농가관행시비 등 처리를 두었다. 상세 처리내용은 표 14 밑에 표기하였다.

표 13. 시험전 현장진단 결과(수용성) (ppm)

비고	pH	EC(dS/m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>
정상	7.3	1.1	35	25	0.6
비정상	7.6	1.2	15	25	0.6
정상범위	5.6~7.0	< 2	75~200	25~200	0.7~0.8

시기별 pH를 비롯한 수용성 양분함량의 변화는 표 14와 같다. 2 처리의 pH는 7.3(8월 20일), 7.1(9월 21일), 6.9(10월 20일)로 낮아져 정상수준으로 교정되었고, 3 처리는 7.4→7.2→7.1로 2처리보다 회복은 더디었으나 농가에서 사용하기 쉬운 목초액을 처리 한 것으로 위험성이 있는 질산을 대체할 수 있는 물질로 생각되나, 가장 좋은 방법은 토양검정을 주기적으로 실시하여 내 땅의 상태를 미리 점검하고 위험요소를 사전에 제거하는 것이 가장 바람직한 것이라 생각된다.

표 14. 시기별 주요 화학성 변화(수용성) (ppm)

시 기	처 리	pH	EC(dS/m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>
7월 20일	시험전	7.6	1.2	30	25	0.6
	1처리	7.4	1.5	144	102	0.7
	2처리	7.3	1.4	152	90	0.7
8월 20일	3처리	7.4	1.4	95	85	0.6
	4처리	7.5	1.6	102	85	0.7
	5처리	7.7	0.9	20	20	0.6
9월 21일	1처리	7.6	1.4	95	65	0.5
	2처리	7.1	1.4	145	75	0.7
	3처리	7.2	1.2	95	85	0.7
	4처리	7.5	1.6	65	75	0.7
	5처리	7.7	0.8	20	10	0.6
10월 20일	1처리	7.6	1.2	60	55	0.6
	2처리	6.9	1.2	120	50	0.6
	3처리	7.1	1.2	80	90	0.7
	4처리	7.4	1.1	40	40	0.7
	5처리	7.5	0.8	20	10	0.6
정상범위	5.6~7.0	< 2	75~200	25~200	0.7~0.8	

① 검정시비 + 부숙퇴비(1톤/10a). ② 검정시비 + 부숙퇴비(1톤/10a) + 질산 1,000배액 관주(2주간격). ③ 검정시비 + 부숙퇴비(1톤/10a) + 목초액 400배액 관주(1주간격). ④ 관행시비(기비는 검정시비, 추비는 2주간격 테나사(15-5-35) 5kg/10a ) + 자가퇴비(1톤/10a). ⑤ 무시비

그림 3은 처리별 토마토 수량을 보여주고 있다. pH 정상화와 양분의 이용을 향상으로 예상했던 것과 같이 2처리(4,115kg/10a)→3처리 → 1처리 → 4처리 → 5처리 순이었다. 따라서 토양의 pH를 정상범위인 6~7로 유지하는 것이 무엇보다 중요하며, 농가에서는 토양검정을 주기적으로 실시하여 토양에 문제가 발생되지 않도록 하여야 할 것이다.

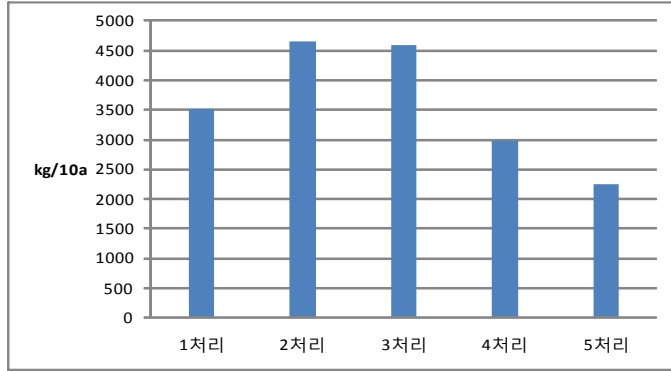


그림 3. 처리별 토마토 수량

#### 4. 적 요

##### <제1세부과제 : 농업인 토양 현장진단 및 유기성 비료 민원분석>

##### (시험 1) 친환경인증 민원분석

가. '13~'15년간의 토양 중금속 민원분석 실적은 총 916건 이었으며, '13년 1지점의 아연 초과를 제외하고는 전체적으로 낮아 기준에 부합하였다.

##### (시험 2) 유기성비료 민원분석 및 품질평가

가. 부산물비료 등록을 위한 민원은 '13년 총 20건의 의뢰건 중 2건, '14년 50건 중 5건, '15년 6건중 3건이 불합격 처리되었으며, 불합격 요인은 모두 부숙도 미달이었다.

##### (시험 3) 민원인 토양검정 현장 실시간 진단기술 확립

가. 토양으로 야기된 이상증상 39건 중 pH문제가 60%, EC 23%, 기타 17% 순으로 pH 이상에 의한 문제가 가장 심각한 것으로 나타났으며, 이상증상 진단·처방을 실시하였다.

##### (시험 4) 토양산도(<5.5, >7.5) 교정 실증시험

가. pH가 <5.5 인 토양에 검정시비 + 고토석회 400kg/10a + 퇴비(1톤/10a)를 처리하였을 때 pH가 6.7로 교정되어 작물을 생산할 수 있는 적합한 토양으로 교정되었으며, 오이의 수량도 840kg/10a로 가장 많았다.

나. 석회포화액을 관주한 3처리의 pH는 처음 4.6에서 4.9→5.2→5.8로 교정되어 임계값인 5.5를 넘었으나, pH를 고려하지 않은 관행처리구와 무시비구는 4.7과 4.4로 다음 작기에도 문제를 발생시킬 것으로 예상된다.

다. pH가 >7.5 이상인 토양에 검정시비 + 부숙퇴비(1톤/10a) + 질산 1,000배액 관주(2주간격) 처리하였을 때 pH는 7.3(8월 20일), 7.1(9월 21일), 6.9(10월 20일)로 낮아져 정상수준으로 교정되었고, 토마토의 수량도 4,115kg/10a로 가장 많았다. 종합적으로 판단해보면 토양검정을 주기적으로 실시하여 내 땅의 상태를 미리 점검하고 위험요소를 사전에 제거하는 것이 가장 바람직한 것이라 생각된다.

## 5. 인용문헌

- 농진청. 2013. 비료의 품질검사방법 및 시료채취 기준.  
 이경자. 강보구. 김현주. 박성규. 민경범. 2001. 질소비종이 pH, EC, NO<sub>3</sub>-N 함량 및 상추 생육에 미치는 영향. 한토비비 34(2): 122~128  
 이주영. 성좌경. 이주연. 장병춘. 김록영. 강성수. 2011. 시설재배 오이의 생육시기별 엽중 다량요소와 미량요소 함량. 한토비비 44(2): 215~220  
 임수정. 김유학. 안문섭. 최승출. 김세원. 강안석. 2010. 시설배추 재배시 토양 간이진단에 의한 질소비료 감비효과. 한국토양비료학회 춘계학술대회 논문초록집. p. 215  
 환경부. 2009. 토양오염공정시험기준.

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2013(1년)	정책제안	담 부유물질(초목류) 활용방안 건의
2014(2년)	기 타	'14 친환경인증 농가토양 중금속 시험성적서 발급(436건)
	정책제안	배지류(버섯, 양액 등) Cr 분석방법 개선
	정책제안	친환경인증 토양중금속 분석 갱신연한 개선
2015(3년)	영농활용	친환경인증 농가토양 중금속 분포경향
	영농활용	토양검정 후 pH이상 농가토양 중점관리
	논문발표	담 부유물질(초목류)의 퇴비화 가능성에 관한 연구
	기 타	'15 친환경인증 농가토양 중금속 시험성적서 발급(198건)
	기 타	농가 현장민원 해결 컨설팅

## 7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'13	'14	'15
과제책임자	환경농업연구과	농업연구사	임수정	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	임수정	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	환경농업연구과	농업연구사	허수정	접수 및 성적통보	○	○	○
	환경농업연구과	농업연구사	최승출	접 수	○	○	○
	환경농업연구과	농업연구관	최준근	시험자문	○	○	-
	환경농업연구과	연구 원	이은경	시험분석	-	-	○
	환경농업연구과	농업연구관	김재록	시험자문	○	○	○
환경농업연구과	농업연구관	김인중	시험자문	-	-	○	