

사업구분 : 기본연구	Code 구분 : ES0102	농업환경(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
시설재배지 토양염류 경감 연구	'04~'06	경기도원 환경농업연구과 강창성(229-5821)
토양염류 수준별 시설채소류 생육반응 시험	'04~'06	경기도원 환경농업연구과 노안성(229-5826) (참여연구원) 강창성, 조광래
색인용어	시설재배지, 토양염류, 유기물.	

ABSTRACT

To get information about the relationship between soil EC level and aspect of crop growth, emergence rate of 15 vegetable crop and growth characteristics of 5 vegetable crops by different soil EC levels were investigated. Experiment I was conducted by pot experiment with soil of EC 2, 4, 6, 8 dS m⁻¹ to investigate the emergence rate of seeds of vegetables crop and the critical soil EC value of direct seeding vegetables cultivation was in the order of young radish 4.15 > radish 3.59 > swiss chard 2.93 > spinach 1.96 > “ulgari” chinese cabbage 1.66 > welsh onion 1.62 > edile chrysanthemum 1.35 and the critical soil EC of transplanting by vegetables cultivation was in the order of squash 6.02 > cucumber 3.36 > pepper 3.17 > chinese cabbage 2.20 > eggplant 2.18 > sweet pepper 2.07 > tomato 1.68 > lettuce 0.62.

Experiment II was conducted in plastic film house with different soil EC 2, 4, 6, 8 dS m⁻¹ to investigate the growth and yield response of green vegetables and the reduction rate of yields was in the order of edile chrysanthemum > lettuce > spinach > “ulgari” chinese cabbage > young radish and the reduction rate of Young radish(Yra) was the lowest among the five vegetables.

Key words : Soil salts, Emergence rate, Lettuce, Young radish, Spinach, Chinese cabbage, Edible chrysanthemum

1. 연구목표

시설재배지는 노지에 비하여 증발산량은 적지만 강우가 차단되고 지하수 관개에만 의존하기 때문에 염류집적이 심하다. 도시근교에서 연중 신선한 채소를 공급하는 시설재배지는 다기작에도 불구하고 표준시비를 하거나 작물 수량을 증가시키는 가축분 퇴비 등 양분을 관행적으로 다량 사용하여 토양의 염류를 증가시키는 가장 큰 요인이 되었다.(정 등,

1998). 토양중 염류가 집적되면 삼투압이 높아져 뿌리로 부터 양수분의 흡수와 생육이 저해되고 수량감소와 병해를 초래하기도 한다. 이러한 과잉 염류의 축적을 억제하고 작물생육 촉진과 품질향상을 위하여 관수, 담수(황 등, 1993), 심토반전(김 등, 1996), 심토파쇄와 암거배수(김 등, 2001), 유기물 시용(조 등, 2003), Zeolite 시용(박 등, 1987) 등 다양한 방법을 사용하고 있고 이에 대한 연구가 진행되고 있다. 담수제염은 축적 염류제거에 효과는 가장 우수하지만 투수량이 증가됨에 따라 Ca와 Mg 염과 같은 유효성분의 유실과 지하수 오염의 원인이 되기도 한다. 휴한기에 비닐을 제거하거나 벼를 재배하게 되면 가장 바람직한 제염방법이긴 하지만 시설의 고정화 및 대형화로 고소득을 추구하는 농가에서 실시하기에는 실제로 많은 문제점을 가지고 있으며 유기물 시용과 흡비작물을 재배하는 방법 등이 현실적으로 용이한 방법으로 요구되는 실정이다.

경기도의 시설재배지 표토의 전기전도도는 평균 4.19 dS m^{-1} 로써 전국 평균 3.5 dS m^{-1} 와 장해기준인 2.0 dS m^{-1} 를 초과하였으며 계속 증가되는 추세이다.(농진청, 2004). 시설재배지에서의 전기전도도는 주로 $\text{NO}_3\text{-N}$ 와 Cl 함량과 고도의 정의상관이 인정되며 특히 토양내 초과되는 질산태질소 함량은 염류집적의 주원인이라 할 수 있다(이 등, 1987).

따라서 본 시험에서는 염류집적 재배지에 시설채소 재배시 토양염농도별 시설채소의 수량성 판단 기준을 제시하여 염류집적지에서의 적절한 작물 선택 등의 경종적 대책을 제공하고자 본 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

<시험 1> 토양염류 수준별 시설채소류 재배 한계농도 시험(pot)

본 시험은 시설재배지에서 주로 직파재배되는 열무, 시금치, 파, 무, 얼갈이배추, 근대, 쑥갓과 이식작물인 가지, 토마토, 풋고추, 착색단고추, 오이, 호박, 상추를 시험작물로 하여 약 2ℓ 크기의 유공포트 바닥에 망을 깔고 자갈을 2cm 두께로 충전한 후 시험토양 EC 수준을 0.92, 2.33, 3.86, 6.02, 7.64 dS m^{-1} 의 5수준으로 조제하여 1.5kg 충전하고 시험작물을 10립씩 파종한 후 저면관개를 실시하였다. 열무, 근대, 파, 무, 얼갈이배추, 가지, 토마토, 풋고추, 착색단고추, 오이, 호박, 배추 등 12작물은 2004년 9월 10일~9월 25일, 쑥갓, 시금치, 상추 등 3작물은 2004년 10월 2일~10월 19일 재배하여 출현율을 조사하였다. 시험구는 비닐하우스내에서 5반복으로 완전임의배치 하였다. 토양 및 식물체 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(농촌진흥청, 2000)에 준하였으며 토양 시료는 음건시킨 후 2mm 체를 통과시킨 것을 분석시료로 하였다. EC(Electrical conductivity) 측정은 시료와 증류수를 1 : 5(w/v) 비율로 혼합하여 30분간 진탕한후 여액을 EC meter(Orion ATI 170)로 측정하였다.

〈시험 2〉 토양염류 수준별 시설채소류 생육반응 구명 시험

본 시험은 시설재배지에서 주로 재배되는 엽채류 중 재배기간이 비교적 짧은 열무, 쑥갓, 상추, 얼갈이배추, 시금치를 시험작물로 하여 2005년에는 열무, 쑥갓, 상추에 대하여 9월 14일 파종 및 정식하여 10월 12일에 수확하였으며, 2006년에는 얼갈이배추, 시금치에 대하여 8월 30일에 파종하여 9월 29일에 수확하였다. 시험구면적은 $3.9 \times 2.1 = 8.2 \text{ m}^2$ 로 난괴법 3반복으로 하였으며, 화학비료는 기비 및 추비 모두 사용하지 않았으며, 시험전 토양화학적성은 표 1, 2에서와 같다.

표 1. 시험전 토양 화학성(2005)

목표 염농도	pH (1 : 5)	OM (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex.Cations(cmol kg ⁻¹)			EC (dS m ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	Cl (mg kg ⁻¹)	Av.SO ₄ (mg kg ⁻¹)
				K	Ca	Mg				
EC 2	5.3	28.9	1,037	1.26	6.21	1.46	1.92	137	216	276
EC 4	5.9	36.6	1,514	2.83	8.17	3.20	4.94	274	662	504
EC 6	5.7	31.9	1,380	2.46	8.44	3.08	6.20	243	533	392
EC 8	5.9	28.8	1,277	2.26	8.54	3.21	7.15	368	667	323

표 2. 시험전 토양 화학성(2006)

목표 염농도	pH (1 : 5)	OM (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex.Cations(cmol kg ⁻¹)			EC (dS m ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	Cl (mg kg ⁻¹)	Av.SO ₄ (mg kg ⁻¹)
				K	Ca	Mg				
EC 2	6.1	22.1	1,059	0.94	6.02	1.46	1.36	55	149	212
EC 4	6.1	25.8	1,708	2.22	8.71	1.96	5.07	199	275	274
EC 6	5.9	32.0	2,348	2.97	10.43	2.71	6.10	271	234	397
EC 8	6.1	33.6	3,222	3.37	13.38	3.84	8.50	351	278	471

시험에 사용된 상추는 적측면 상추로 재식거리 20×25 cm 이었으며 열무, 쑥갓, 시금치, 얼갈이배추는 25cm 간격으로 표준재배 파종량을 줄뿌림하여 복토하고 출아 후 2주까지 2차 솟기를 실시하였다. 작물별 재배방법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다. 관수방법은 시험구의 중앙에 수분장력계(Tensiometer, Daiki-3161)를 토심 15 cm 지점에 묻고 토양수분장력이 -33 kPa시 관개를 시작하여 -10 kPa시 종료하였다.

토양 및 식물체 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(농촌진흥청, 2000)에 준하였다. 토양은 시료를 음건시킨 후 2mm 체를 통과시킨 것을 분석시료로 하였다. 분석방법으로 EC(Electrical conductivity)는 시료와 증류수를 1 : 5(w/v) 비율로 혼합하여 30분간 진탕

한후 여액을 EC meter(Orion ATI 170)로 측정하였으며, NO₃-N는 시료를 2M KCl 용액으로 침출하여 Kjeldahl법으로, pH는 시료와 증류수를 1 : 5(w/v) 비율로 혼합하여 pH meter(ATI orion 370)로 측정하였으며, Av.P₂O₅ 함량은 Lancaster법에 따라 분광분석기(GBC Cintra 40)로 비색 정량하였고, Exchangeable Cations는 1N-NH₄OAC(pH 7.0) 완충용액으로 침출하여 ICP(GBC Integra XMP)로 정량하였다. Cl은 EC를 조사한 후 0.01 N-AgNO₃로 적정하였으며, Av.SO₄는 비탁법으로 정량하였다. 식물체 전질소는 시료를 습식분해하여 Kjeldahl법으로 분석하였고, 생체중 질산태질소 함량은 간이측정장치(MERCK RQflex plus)로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

<시험1> 토양염류 수준별 시설채소류 재배 한계농도 시험(pot)

가. 토양염농도별 출현율

작물별 평균 출현율을 조사한 결과는 표 3, 4와 같다. 직파작물에서는 열무가 토양염농도 증가에 따른 출현율이 가장 높았으며 가장 출현율이 낮은 작물은 파로써 토양염농도 4 dS m⁻¹ 수준에서 22%까지 감소하였다.

표 3. 토양염농도별 직파작물 출현율(%)

EC(dS m ⁻¹) 수준	열무	무	근대	시금치	얼갈이배추	파	썩갓
1.0(0.92)	98	96	88	83	88	88	80
2.0(2.33)	96	84	60	57	66	52	47
4.0(3.86)	86	68	52	40	48	22	40
6.0(6.02)	36	40	48	30	26	12	33
8.0(7.64)	34	34	38	23	20	10	23

토양염농도 4 dS m⁻¹ 수준에서의 출현율 조사결과 열무 86%, 무 68%, 근대 52%, 얼갈이배추 48%, 시금치 40%, 썩갓 40%, 파 22% 로 각각 조사되었다.

이와 같은 결과는 종자 발아초기에 토양수분 영향보다는 초기 활착까지 작물별로 토양염류 장애의 특성을 잘 나타낸 것으로 생각된다.

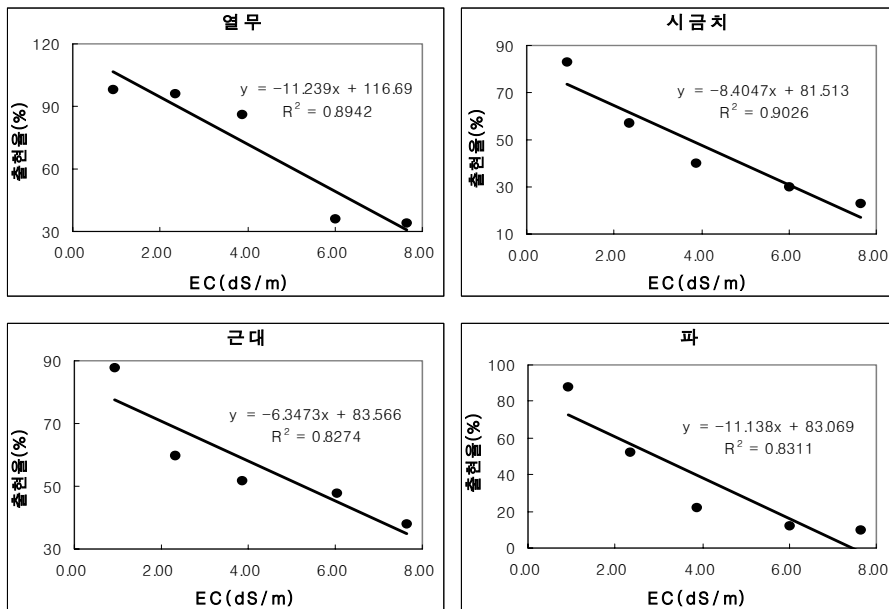
이식작물에서는 호박이 토양염농도 증가에 따른 출현율이 가장 높았으며 가장 출현율이 낮은 작물은 토마토로써 토양염농도 4 dS m⁻¹ 수준에서 14%까지 감소하였다. 토양염농도 4 dS m⁻¹ 수준에서의 출현율 조사결과 호박 86%, 오이 76%, 풋고추 52%, 배추 48%, 상추 33%, 착색단고추 28%, 가지 26% 토마토 14% 순으로 조사되었다.

표 4. 토양염농도별 이식작물 출현율(%)

EC(dS m ⁻¹) 수준	호박	오이	풋고추	가지	배추	착색단고추	토마토	상추
1.0(0.92)	100	98	94	88	98	90	98	87
2.0(2.33)	96	96	78	66	68	60	58	47
4.0(3.86)	86	76	52	26	48	28	14	33
6.0(6.02)	78	50	24	20	40	12	4	30
8.0(7.64)	64	44	18	4	32	6	0	13

나. 토양염농도와 출현율과의 관계

이식작물과 직파작물의 토양염농도와 출현율과의 관계는 그림 1과 같이 부(負)의 상관관계를 나타냈으며 특히 직파작물에서의 무와 얼갈이배추, 이식작물에서는 호박, 오이, 풋고추에서 고도의 상관관계를 나타냈다. 작물별 EC 추정한계농도는 종자산업법 종자관리요강의 종자 발아율에 근거하여 염농도 추정 한계농도를 계산하였으며 최저 발아율이 표시되지 않은 작물에 대해서는 유사 작물의 최저 발아율을 근거하여 한계농도를 산출하였다. 따라서 직파작물중 EC 추정 한계농도는 열무 4.15 > 무 3.59 > 근대 2.93 > 시금치 1.96 > 얼갈이배추 1.66 > 파 1.62 > 썩갯 1.35 dS m⁻¹ 순 이었으며 이식작물 EC 추정 한계농도는 호박 6.02 > 오이 3.36 > 풋고추 3.17 > 배추 2.20 > 가지 2.18 > 착색단고추 2.07 > 토마토 1.68 > 상추 0.62 dS m⁻¹ 순 이었다.



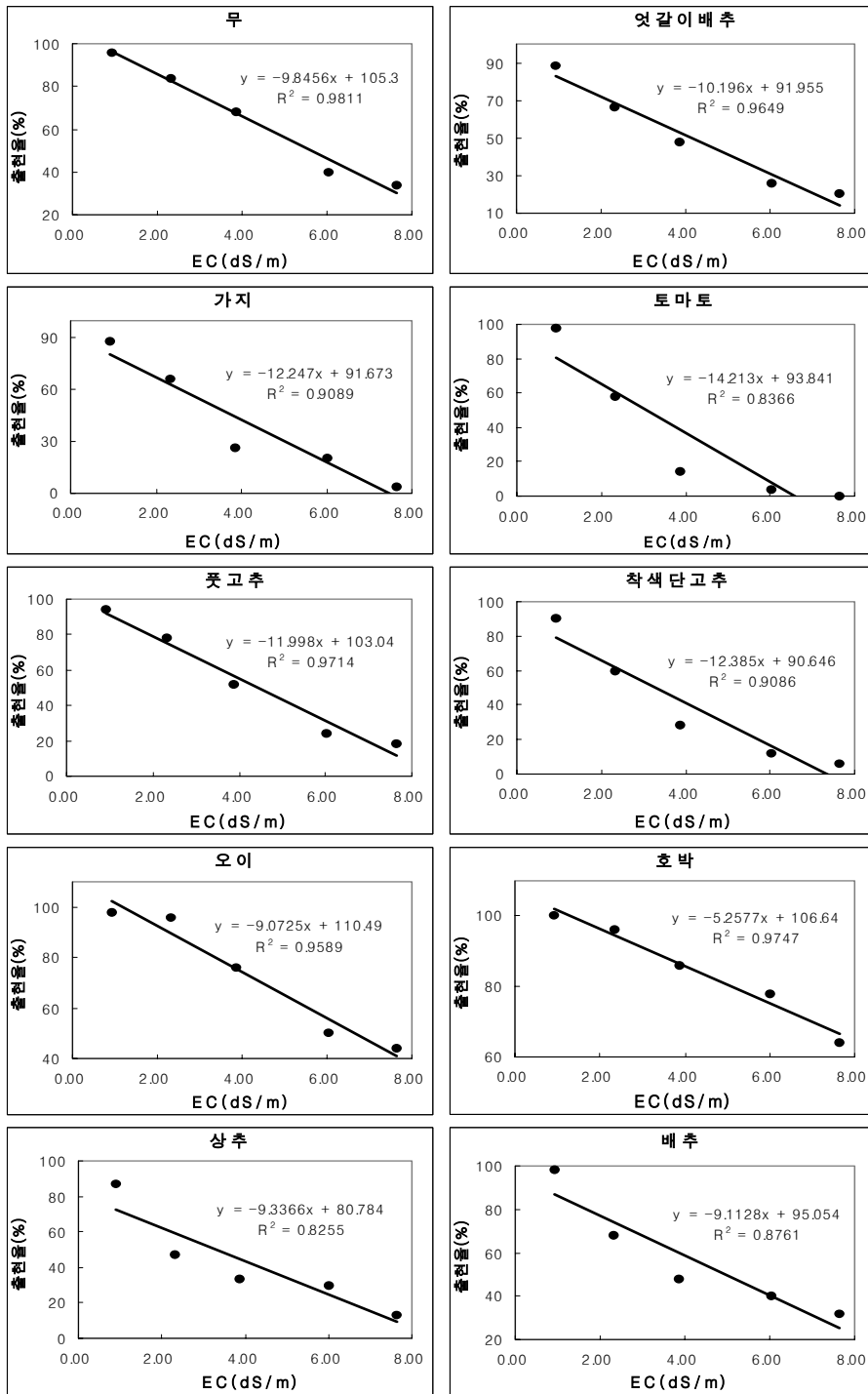


그림 1. 토양염농도와 작물 출현율과의 관계

표 5. 직파작물 EC(dS m⁻¹) 추정 한계농도

작물	EC와 출현율과의 상관회귀식	EC 추정 한계농도	최저 발아율* (%)	비고
열무	$Y = -11.239\chi + 116.69$ ($r = 0.9456^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	4.15	-	무에 적용
시금치	$Y = -8.4047\chi + 81.513$ ($r = 0.9501^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	1.96	65	
근대	$Y = -6.3473\chi + 83.566$ ($r = 0.9096^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	2.93	-	시금치에 적용
파	$Y = -11.138\chi + 83.069$ ($r = 0.9116^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	1.62	65	
숙갓	$Y = -7.268\chi + 74.791$ ($r = 0.9102^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	1.35	-	시금치에 적용
무	$Y = -9.8456\chi + 105.3$ ($r = 0.9905^{**}$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	3.59	70	
얼갈이배추	$Y = -10.196\chi + 91.955$ ($r = 0.9823^{**}$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	1.66	-	배추에 적용

표 6. 이식작물 EC(dS m⁻¹) 추정 한계농도

작물	EC와 출현율과의 상관회귀식	EC 추정 한계농도	최저 발아율* (%)	비고
가지	$Y = -12.247\chi + 91.673$ ($r = 0.9534^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	2.18	65	
토마토	$Y = -14.213\chi + 93.841$ ($r = 0.9147^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	1.68	70	
풋고추	$Y = -11.998\chi + 103.04$ ($r = 0.9856^{**}$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	3.17	-	고추(65)에 적용
착색단고추	$Y = -12.385\chi + 90.646$ ($r = 0.9532^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	2.07	-	고추(65)에 적용
오이	$Y = -9.0725\chi + 110.49$ ($r = 0.9792^{**}$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	3.36	80	
호박	$Y = -5.2577\chi + 106.64$ ($r = 0.9873^{**}$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	6.02	75	
상추	$Y = -9.3366\chi + 80.784$ ($r = 0.9086^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	0.62	75	
배추	$Y = -9.1128\chi + 95.054$ ($r = 0.9360^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	2.20	75	

* 관련법령 : 종자산업법 종자관리요강 [별표 3] (농림부 고시 제2004-1호) 종자시료량의 발아율에 근거 EC 추정 한계농도를 계산

〈시험 2〉 토양염류 수준별 시설채소류 생육반응 구명 시험

가. 토양염농도 수준별 생육상황 및 무기성분 함량

얼갈이배추, 시금치, 열무, 쑥갓, 시금치에 대한 토양염농도 수분별 생육조사 결과는 표 7, 8과 같다. 토양염농도가 증가됨에 따라 개체간의 엽장, 엽수, 생체중 은 감소하는 경향이였다. 염농도 2 dS m^{-1} 이하의 정상 수준에 비하여 5 dS m^{-1} 토양에서 시금치=상추 > 쑥갓 > 얼갈이배추 > 열무 순으로 생체중 감소율이 많았다. 얼갈이배추, 시금치, 열무, 쑥갓은 토양염농도가 증가됨에 따라 총질소 함량이 증가하는 경향이였으나 상추의 경우에는 염농도가 낮은 토양에서 높게 조사되였다. 생체중 질산태질소 함량을 조사한 결과 얼갈이배추, 시금치, 열무는 정상 토양보다 염류집적 토양에서 높았으나 EC 6.0 수준 이상에서는 감소하는 경향이였고 쑥갓에서는 EC 2.0 수준의 토양에서 가장 높게 조사되였다. 대부분 작물은 재배 토양의 염농도가 증가됨에 따라 질산태질소의 흡수량도 어느정도 증가되나 뿌리의 염류장애에 의한 생육억제에 따라 질산태질소의 흡수량이 감소되는 것으로 생각된다.

표 7. 토양염농도 수준별 생육상황

처리내용 (dS m^{-1})	얼갈이배추			시금치		
	엽장 (cm)	엽수 (매)	생체중 (g)	엽장 (cm)	엽수 (매)	생체중 (g)
1.36	28.2	14.0	108.3(100)	19.1	10.2	29.7(100)
5.07	24.1	10.8	47.8(44)	12.8	8.4	10.2(34)
6.10	22.8	10.6	35.0(32)	12.4	8.6	10.3(35)
8.50	21.4	10.8	37.6(35)	9.1	6.2	4.4(15)

표 8. 토양염농도 수준별 생육상황

처리내용 (dS m^{-1})	열무			쑥갓			상추		
	엽장 (cm)	엽수 (매)	생체중 (g)	초장 (cm)	엽수 (매)	생체중 (g)	엽장 (cm)	엽수 (매)	생체중 (g)
1.92	35.6	6.4	23.5(100)	28.5	9.5	4.3(100)	11.4	5.1	9.2(100)
4.94	31.4	6.1	19.0(81)	14.1	6.9	1.5(35)	9.0	4.4	3.1(34)
6.20	28.2	5.3	11.6(49)	15.4	6.9	1.7(40)	8.6	3.9	3.3(36)
7.15	16.0	4.0	5.1(22)	7.57	2.6	0.3(7)	8.1	4.2	2.8(30)

표 9. 식물체 무기성분 함량

처리내용 (dS m ⁻¹)	얼갈이배추				시금치			
	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	NO ₃ (mg kg ⁻¹)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	NO ₃ (mg kg ⁻¹)
1.36	3.3	1.8	11.4	4,080	3.62	1.56	7.26	1,744
5.07	3.3	1.3	9.9	5,480	3.78	1.74	9.32	2,448
6.10	3.7	1.4	9.9	6,080	3.89	1.95	10.38	2,848
8.50	4.2	1.6	9.0	5,080	4.24	1.80	7.49	2,352

표 10. 식물체 무기성분 함량

처리 내용 (dS m ⁻¹)	열무				썩갓				상추			
	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	NO ₃ (mg kg ⁻¹)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	NO ₃ (mg kg ⁻¹)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	NO ₃ (mg kg ⁻¹)
1.92	3.28	1.54	9.36	5,353	3.66	1.25	8.75	5,284	4.15	1.73	7.11	2,400
4.94	3.59	1.64	9.30	6,053	4.13	1.33	8.19	4,383	4.10	1.72	7.26	2,393
6.20	3.57	1.62	8.90	6,343	4.01	1.36	8.98	4,650	4.07	1.72	6.87	2,100
7.15	4.29	1.46	8.13	6,330	4.02	1.35	7.65	4,304	4.09	1.71	6.31	2,527

나. 토양염농도 수준별 작물 수량

염농도 증가에 따라 수량 감소율은 증가하는 경향이였다. 얼갈이배추의 수량은 EC 5.07에서 59%, EC 6.1에서 39%, EC 8.5 수준에서 34%로 감소하였으며 썩갓은 EC 4.94에서 27%, EC 6.2에서 13%, EC 7.15에서 4% 수준으로 감소하였다. 5가지 엽채류의 수량감소율을 비교한 결과 썩갓 > 상추 > 시금치 > 얼갈이배추 > 열무 순으로 감소율이 증가하였으며 열무가 수량감소율이 가장 적은 작물이였다. 열무는 포트시험의 출현율 조사 결과에서도 수량감소율이 적어 염류장해를 가장 적게 받는 작물로 추정되였다. 하지만 얼갈이배추, 시금치, 썩갓 등의 출현율과 수량 감소율과는 일치하지 않았다.

표 11. 토양염농도 수준별 작물 수량

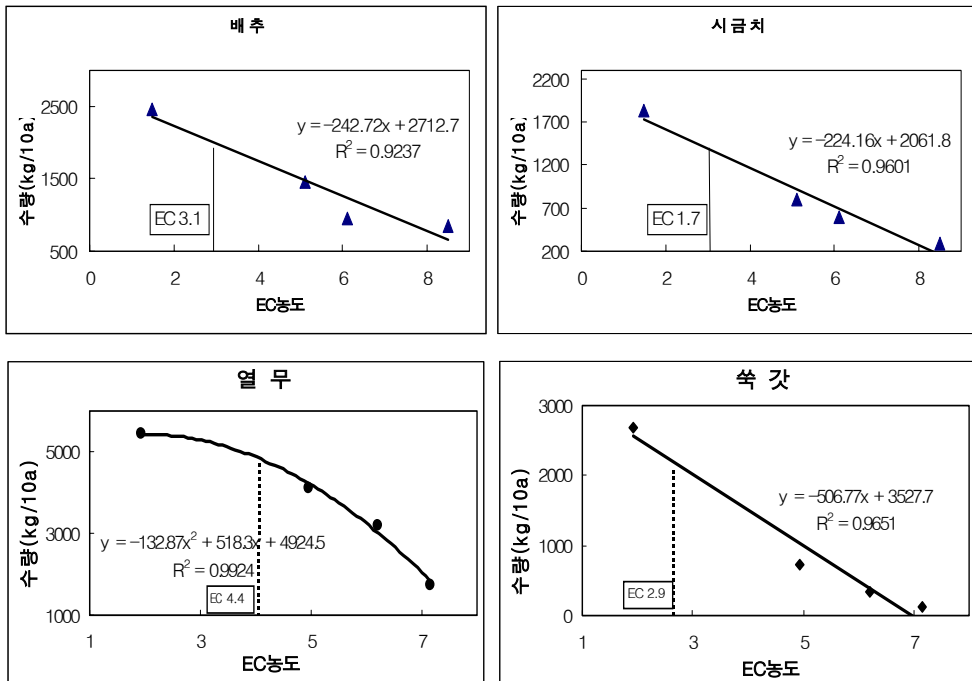
처리내용 (dS m ⁻¹)	수량(kg 10a ⁻¹)	
	얼갈이배추	시금치
1.36	2,460(100)	1,828(100)
5.07	1,452(59)	792(43)
6.10	956(39)	589(32)
8.50	842(34)	290(16)
LSD(0.05)	498.27	139.57
CV(%)	12.30	5.63

표 12. 토양염농도 수준별 작물 수량

처리내용 (dS m ⁻¹)	수량(kg 10a ⁻¹)		
	열무	썩갓	상추
1.92	5,444(100)	2,685(100)	971(100)
4.94	4,129(76)	736(27)	398(41)
6.20	3,217(59)	339(13)	230(24)
7.15	1,751(32)	109(4)	179(18)
LSD(0.05)	798.94	617.68	94.48
CV(%)	11.99	31.96	10.64

다. 토양염농도와 작물 수량과의 관계

토양염농도와 작물 수량과의 관계식은 그림 2와 같다. EC 2 dS m⁻¹ 이하 토양에서의 작물수량을 기준으로 통계적 유의차를 차감한 수량의 염농도를 염류피해농도라고 추정하여 산출한 결과 열무 4.4 dS m⁻¹, 얼갈이배추 3.1 dS m⁻¹, 썩갓 2.9 dS m⁻¹, 상추 2.3 dS m⁻¹, 시금치 1.7 dS m⁻¹ 이었다. 상관회귀식에 따른 작물별 10%에서 50%까지 수량감소를 나타내는 토양염농도를 산출한 결과는 표 12와 같다.



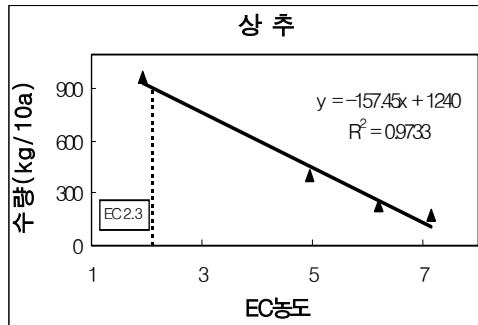


그림 2. 토양염농도와 작물 수량과의 관계

표 12. 토양염농도 수준별 예상 수량 감소율

작 물	EC와 수량과의 상관회귀식	예측 수량 감소율별 EC 농도(dS m ⁻¹)				
		10% 감소율	20% 감소율	30% 감소율	40% 감소율	50% 감소율
배 추	$Y = -242.72\chi + 2712.7$ ($r = 0.9237^*$, $Y = \text{수량}$, $\chi = \text{EC}$)	2.4	3.4	4.4	5.3	6.3
시금치	$Y = -224.16\chi + 2061.8$ ($r = 0.9601^{**}$, $Y = \text{수량}$, $\chi = \text{EC}$)	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3
열 무	$Y = -132.87\chi^2 + 518.3\chi + 4924.5$ ($r = 0.9962^{**}$, $Y = \text{수량}$, $\chi = \text{EC}$)	3.8	4.8	5.5	6.0	6.6
쭈갓	$Y = -506.77\chi + 3527.7$ ($r = 0.9824^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	2.2	2.7	3.2	3.8	4.3
상 추	$Y = -157.45\chi + 1240$ ($r = 0.9866^*$, $Y = \text{출현율}$, $\chi = \text{EC}$)	2.3	2.9	3.5	4.2	4.8

4. 적 요

염류가 집적된 시설재배지에서 시설채소의 수량성 판단 기준을 제시하고 적절한 작물선택의 경종적 대책을 제공하고자 토양염농도별 15작물에 대한 출아율 조사를 위한 포트시험 결과와 열갈이배추, 시금치, 열무, 쭈갓, 상추에 대한 생육반응 포장시험 결과는 다음과 같다.

〈시험1〉 토양염류 수준별 시설채소류 재배 한계농도 시험

가. 토양염농도 4 dS m⁻¹ 수준에서 직파작물 출현율 조사결과 열무 86%, 무 68%, 근대 52%, 열갈이배추 48%, 시금치 40%, 쭈갓 40%, 파 22% 로 각각 조사되었으며 이식

작물은 호박 86%, 오이 76%, 풋고추 52%, 배추 48%, 상추 33%, 착색단고추 28%, 가지 26% 토마토 14% 이었다.

나. 직파작물중 EC 추정 한계농도는 열무 4.15 > 무 3.59 > 근대 2.93 > 시금치 1.96 > 열갈이배추 1.66 > 파 1.62 > 썩갓 1.35 dS m⁻¹ 순 이었으며 이식작물 은 호박 6.02 > 오이 3.36 > 풋고추 3.17 > 배추 2.20 > 가지 2.18 > 착색단고추 2.07 > 토마토 1.68 > 상추 0.62dS m⁻¹ 이었다.

<시험 2> 토양염류 수준별 시설채소류 생육반응 구명 시험

가. 토양염농도가 증가됨에 따라 엽장, 엽수, 생체중은 감소하는 경향이었으며 염농도 2 dS m⁻¹ 이하의 정상 수준에 비하여 5 dS m⁻¹ 토양에서 시금치=상추 > 썩갓 > 열갈이배추 > 열무 순으로 생체중 감소율이 많았다.

나. 열갈이배추, 시금치, 열무, 썩갓은 토양염농도가 증가됨에 따라 총질소 함량이 증가하는 경향이었으나 상추의 경우에는 염농도가 낮은 토양에서 높게 조사되었다.

다. 5가지 엽채류의 수량감소율을 비교한 결과 썩갓 > 상추 > 시금치> 열갈이배추 > 열무 순으로 감소율이 증가하였으며 열무의 수량감소율이 가장 적었다.

5. 인용문헌

김종균, 이춘희, 이한생, 조재규, 이영한. 1996. 시설 엽류장해지의 심토반전 깊이와 시비량 구명 . 농시연보 38(1) : 370-375

김이열, 조현준, 현병근, 박우풍. 2001. 시설재배 토양의 물리성 개선을 위한 처리방법별 효과 비교. 한토비지 34(2) : 92-97

농촌진흥청. 농업과학기술원. 2004. 2004년도 농업환경변동조사사업 보고서.

박은호, 노영팔, 정연태. 1987. 비닐하우스의 풋고추 연작토양에 대한 토양개량제 처리효과. 농사시험연구논문집 29(1) : 160-165

정병간, 최정원, 윤을수, 윤정희, 김유학, 정구복. 1998. 우리나라 시설원에 재배지 토양화학성 특성. 한토비지 31(1) : 9-15

이상은, 박준규, 윤정희, 김만수. 1987. 비닐하우스 토양의 화학적 특성에 관한 연구. 농시 논문집. 29(1) : 166-171

황선웅, 김유섭, 연병열, 이용재, 박영대. 1993. 몇가지 제염방법에 의한 비닐하우스내 토양의 염류제거 효과. 농업논문집 35(1) : 276-280

6. 연구결과 활용제목

- 토양염농도별 시설채소의 초기생육 억제정도 판단 기준(2006, 영농활용)