

어젠다코드	3 - 12 - 35		구 분	세부완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	P01	작목구분코드	VC-02-100102
과제종류	농업공동연구		세세부사업	핵심전략기술개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
사탕무씨스트선충 기주특성 및 방제연구			'11~'13	국립농업과학원	이재국
1)사탕무씨스트선충 방제 현장연구			'11~'13	인삼약초연구소	김성일
색인용어	씨스트, 영충, 훈증소독제, 살선충제, 공적방제				

ABSTRACT

The sugarbeet cyst nematode, *Heterodera schachtii*(HS), was isolated from the chinese cabbage growing field in taebak city. The symptoms of infested plants with HS were poor growth, early chlorosis and wilting in summer. HS is recognised as major pest of chinese cabbage and we imposed the plant quarantine regulatory action to prevent artificial spread of HS from known infested areas to uninfested areas. To decrease of HS density in infested fields, two volatile nematicide(metham sodium 42%, dazomet 98%) and one nonvolatile nematicide(fosthiazate 5%) were orderly treated for three years. The number of 2nd juvenile in nematicide treated soil decreased effectively and the seedlings transplanted in disinfested soil grew well compared to untreated soil.

To use as nematicide that can be safely translocated to the roots in sufficiently large amounts to kill HS, 4 nonvolatile nematicides(Imicyafos, Fosthiazate, Cadusafos, Cadusafos +Carbosulfan) were tested in vitro and they all effectively inhibited cyst development by soil treatment. Imicyafos WP has no phytotoxicity and effectively control the HS. and the number of cyst per plant decrease to 0 by the Imicyafos serial treatment. For serial treatment, Imicyafos(1.5% a.i.) applied to the soil surface at the rate of 300g a.i./10a and mixed well with soil and then seedlings were transplanted after dipping in 1,000 times dilute of imicyafos. The imicyafos treated plants' weight was 2.9kg per plant and untreated plant's weight less than 2.7kg.

1. 연구목표

사탕무씨스트선충은 2011년 고랭지배추에서 발견된 국제검역대상 토양해충으로 기주범위가 광범위하여 확산방지를 위한 공적방제가 필요하고, 방제 후 정상적인 배추농사를 위해 효과적인 선충방제 체계를 구축하는데 필요한 훈증소독제와 살선충제를 이용한 체계처리방법을 연구하여 농가교육자료로 활용하고자함.

2. 재료 및 방법

<제1세부과제 : 사탕무씨스트선충 방제 현장연구>

(시험 1) 훈증소독제 살선충효과

배추씨스트선충으로 수확을 포기한 농가포장(태백시 하사미동)에서 국내 시판중인 훈증제 3제품에 대한 방제효과를 조사하였다. 시험포장은 5~10%의 경사전이였으며 일부 지하수가 용출되는 자갈밭이었다. 훈증제(Roberts 등 1981) 살포를 위해 포크레인을 사용하여 경운한 후 액상훈증제 2제품은 고압분무기를 이용하여 Meta-sodium 25%(킬퍼)는 단보당 30ℓ, Meta-sodium 42%(쏘일킹)은 40ℓ씩 토양 전면에 살포하고, 입상훈증제 다조멧 98%(밧사미드)는 30kg 비료살포기로 살포한 다음 토양과 혼합한 다음 투명비닐로 밀봉하여 20일간 소독하였다. 시험구는 단구제로 처리당 495㎡씩 처리하였다.

(시험 2) 훈증소독에 의한 씨스트산란 및 2영충 밀도억제효과

훈증소독한 포장의 비닐을 제거한 후 10일간 방치하여 잔류된 가스를 제거하고 시험구 당 15곳에서 토양을 채취한 후 살선충효과를 조사하였다. 씨스트는 3ℓ 비이커에 물을 400ml 넣고 채취한 흙을 부어 500ml 눈금이 되도록한 다음 15분간 현탁하고 추가로 물을 부어 총부피가 1.8ℓ 되도록 다시 15분간 현탁한 후 20mesh와 60mesh 채를 겹친 위에 부어 60mesh에 걸러진 씨스트를 확대경으로 확인하면서 수집(Seinhorst 1974)하였다. 2영충의 살선충효과는 채집한 토양을 Baermann 펀넬법으로 추출한 후 80배 광학현미경하에서 관찰하였다. 수집한 씨스트의 활력을 조사하기 위해 생육중인 배추 근권토양에서 물로추출한 추출물을 지름 5cm 인 배양접시에 2ml씩 분주 후 씨스트 30개씩 넣고 분출된 알과 유충수를 조사하였다.

(시험 3) 훈증제 방제효과 조사

훈증소독한 토양은 20호 플라스틱화분에 1.5kg씩 넣고 충분히 관수한 후 3일간 방치하여 포습시켜 배추묘를 이식할 수있도록 준비하였다. 사탕무씨스트선충에 감수성이 있는 즉 태백시에서 주로 재배하는 품종(강력여름배추)을 128구 연결포트에 시판상토를 채운 후 파종하여 25일간 육묘하여 본엽이 4장이 될 때 화분에 옮겨심었다. 화분에 정식한 배추는 유리온실에서 관리하면서 생육상황을 체크하였다.

(시험 4) 비휘발성 살선충제 선발

밧사미드로 훈증소독한 토양에 배추를 심었을때 예상되는 배추씨스트선충을 방제하기 위해 공적방제후 농가에서 쉽게 사용 가능한 비휘발성 살선충제 선발을 위해 유기인계살충제(Methidathion), 유기인계 살선충제(imicyafos, fosthiazate, cadusafos), 혼합제(cadusafos+ Cabosulfan), 항생제(Abamectin)에 대한 살선충효과를 조사하였다. 처리 내용은 각 제품별 사용방법에 따라 수행하였다.

(시험 5) 유기인계 살선충제 체계처리 효과

비휘발성 살선충제인 유기인계는 유효성분이 지속되어 선충을 치사시킬수 있는 농도를 유지하여야 방제효과가 있다. 따라서 선충을 효과적으로 방제하기 위해서는 토양내 밀도를 감소시키고 묘를 정식할 때 뿌리부근에 충분한 량을 주입시킬 수 있는 제품이 효과적이다. 효과적인 살선충제는 토양내에서 약효성분이 오랜기간 분해되지 않고, 식물체에 해를 주지 않으며 토양생태계에 해를 주지 않아야한다(Starr 등 2007, Sturz 1999). 이를 위해 배추정식시 묘를 침지하고 혈에 관주하여 효과적인 약제를 선발하였다.

(시험 6) 토양개량효과 증진을 위한 키틴첨가 퇴비시용 효과

표 1. 퇴비종류별 시용량

발효퇴비	등겨	질산칼슘	키틴	제올라이트
1,000kg	1,000kg	300kg	100kg	200kg

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 훈증소독제 살포

시험포장은 절개지에 밭을 일군 곳으로 돌과 자갈이 많고 경사전으로 농기계작업이 어려움임 많았다. 액상 훈증제는 강한 바람으로 고압분무기 사용시 주의가 필요하였으며, 처리 후 휘산을 최소화하기 위한 신속한 피복작업이 어려웠다. 또한 작업 중 가스에 노출된 작업자는 불쾌감과 건강을 해친다는 우려 때문에 작업을 기피하였다. 입제는 이러한 액상 훈증제 보다는 사용이 수월하였다. 그러나 고랭지배추 밭은 동과 자갈이 섞여 훈증제살포 후 다지기 작업이 불가능하고 대면적으로 그림 1과 같이 전면피복으로 밀봉할 수 없어 방제효과가 불확실하였다.

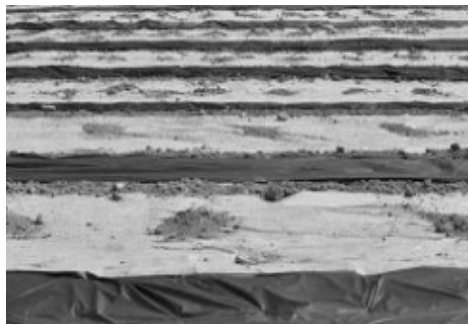


그림 1. 훈증제를 사용한 사탕무씨스트선충 방제

(시험 2) 훈증소독에 의한 씨스트산란 및 2영충 밀도억제효과

훈증처리한 시험구에서 채취한 씨스트를 30개씩 배추뿌리추출물에 10일간 담궜던 후 산란된 2영충 수를 조사한 결과(Ibekwe 2004) 모든 처리구에서 2영충이 관찰되어 완전방제가 불가능함을 확인하였으나(표 2), 토양내 2영충 수는 훈증처리구(Jorgenson 등 1960)에서 뚜렷하게 감소하였다(표 3)

표 2. 토양 혼증처리에 의한 씨스트 부화억제효과

처리구	2영충 수(마리)
Meta-sodium 25%	217 ^{ab}
Meta-sodium 42%	225 ^a
다조멧 98%	206 ^b
무처리	231 ^a

표 3. 토양 혼증처리에 의한 2영충 살선충효과

처리구	2영충 수/50ml.토양
Meta-sodium 25%	5.3 ^b
Meta-sodium 42%	2.8 ^b
다조멧 98%	3.2 ^b
무처리	26.8 ^a

DMRT<0.05

(시험 3) 혼증제 방제효과 조사

혼증제 Meta-sodium 42%로 1년차 공적방제를 실시하고 다음해 봄에 채취한 토양을 혼증제 3제품으로 2차 혼증처리를 한 다음 배추묘를 정식한 결과 Meta-sodium 25%와 42%로 토양처리 후 밀폐한 토양에서는 발병이 억제되었으나 피복하지 않은 토양에서는 조기낙엽과 생육이억제되는 선충피해 증상이 확인되었다(그림 2, 3). 다조멧 98%는 토양처리 후 일정기간 약효가 지속되어 피복하지 않은 토양에서도 발병이 억제되었다(그림 4).

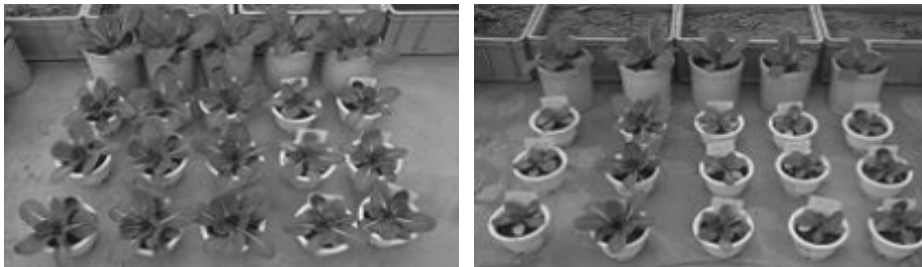


그림 2. Meta-sodium 42%(좌-피복, 우-무피복)



그림 3. Meta-sodium 25%(좌-피복, 우-무피복)

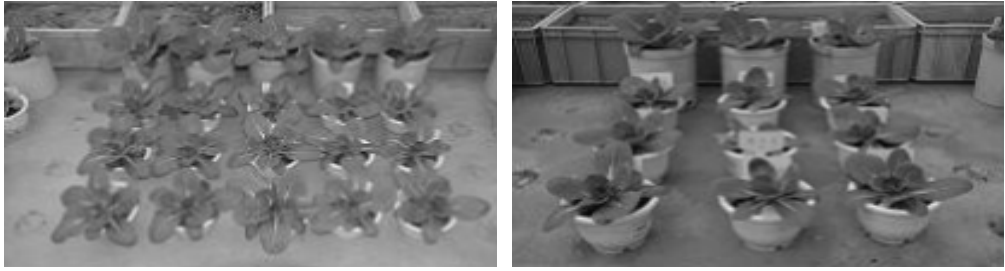


그림 4. 다조맷 98%(좌-피복, 우-무피복)

(시험 4) 비취발성 살선충제 선발

사탕무씨스트 선충방제를 위해 유기인계 살선충제 9제품(표 4)을 공시하여 각 제품의 사용법에 준하여 토양혼화처리하거나 관주처리 하였다. 공시한 제품들은 토양내에서 유효성분이 오랜기간 지속되어 처리 18일 이후까지 효과적으로 사탕무씨스트선충 밀도를 억제하였다(표 4와 5). 이러한 결과는 포트 시험에서도 확인되어(그림 5) 야간 근권온도를 19℃로 유지하면서 30일간 재배한 배추에서 사탕무씨스트에 의한 장애 현상은 관찰되지 않았다(표 7). 수확 후기까지 씨스트 형성을 억제한 제품은 4제품이었다(표 8).

표 4. 공시 유기인계 살선충제

일련 번호	약 제 명	유효성분 (%)	희석배수 및 사용량(/10a)	처리시기 및 방법
1	Methidathion GR	0.4	6kg/10a	정식전 토양혼화
2	이미시아포스 입제	5	6kg/10a	"
3	포스티아제이트 입제(대조)	5	6kg/10a	"
4	Methidathion WP	36	1,000 1 ℓ / m ²	정식전 관주처리
5	Methidathion WP	36	1,000 2 ℓ / m ²	"
6	Imicyafos SL	30	1,000 2 ℓ / m ²	"
7	Abamectin	1.68	15,000배 2 ℓ / m ²	"
8	Cadusafos	3	6kg/10a	정식전 토양혼화
9	Cadusafos Cabosulfan	2.5 6	6kg/10a	"
10	무 처 리	-	-	-

표 5. 약제 살포 7일 후 유충수 감소 효과

처 리 구	유충수/50ml. soil										평균	방제 효과
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Methidathion GR	19	17	9	9	17	7	12	11	8	14	12.3 ^{bc}	61
Imicyafos GR	21	11	14	7	21	4	8	18	9	13	12.6 ^{bc}	60
Fosthiazate GR	17	6	13	9	16	0	12	9	11	17	11.0 ^{bc}	68
Methidathion WP	19	21	10	13	31	4	10	26	3	9	14.6 ^b	53
Methidathion WP(배량)	6	9	8	14	7	6	0	13	5	3	7.1 ^c	77
Imicyafos SL	11	2	14	0	0	11	6	1	13	1	5.9 ^c	81
Control	48	26	29	17	43	16	29	37	26	42	31.3 ^a	-

※ DMRT<0.05, C.V 45.6

표 6. 약제 살포 18일 후 유충수 감소 효과

처 리 구	유충수/50ml. soil										평균	방제 효과
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Methidathion GR	21	15	7	14	21	12	4	21	24	12	15.1 ^b	54
Imicyafos GR	13	9	14	12	4	0	7	16	12	6	9.3 ^c	71
Fosthiazate GR	12	11	0	7	12	3	4	12	3	10	7.4 ^{cd}	77
Methidathion WP	4	7	3	0	12	9	1	9	7	0	5.2 ^{cd}	84
Methidathion WP(배량)	11	5	4	12	8	3	5	0	0	2	5.0 ^{cd}	85
Imicyafos SL	6	5	0	0	0	7	3	5	4	0	3.0 ^d	91
Control	37	30	36	24	37	29	23	45	29	36	32.6 ^a	-

※ DMRT<0.05, C.V 45.6



그림 5. 유기인계 살선충제 처리효과

표 7. 유기인계 살선충제 처리별 배추 생육상황

처 리 구	희석배수 및 사용량(/10a)	엽수(장)	엽장(cm)	엽폭(cm)	생체중(g)
Mthidathion GR	6kg	15.3	13.9	7.8	18.8
	12kg	13.3	13.2	7.2	17.0
Imicyafos GR	6kg	16.7	13.4	7.5	20.7
	12kg	15.7	12.4	7.5	18.7
Fosthiazate GR	6kg	17.3	14.0	7.8	24.7
	12kg	14.0	11.6	6.4	15.7
Methidathion WP	1,000배, 1 ℓ / m ²	15.3	13.5	7.7	17.6
	1,000배, 2 ℓ / m ²	15.7	13.2	7.6	17.7
Methidathion WP	1,000배, 2 ℓ / m ²	15.0	12.9	7.5	17.3
	1,000배, 4 ℓ / m ²	14.7	13.7	8.4	18.0
Imicyafos SL	4,000배, 2 ℓ / m ²	17.0	13.7	8.5	22.4
	4,000배, 4 ℓ / m ²	16.8	13.4	7.8	21.7
Abamectin WP	3.3mℓ/20 ℓ, 2 ℓ / m ²	16.3	13.4	8.2	20.4
	3.3mℓ/20 ℓ, 4 ℓ / m ²	14.3	12.7	7.6	17.3
Cadusafos GR	6kg	16.0	12.3	7.5	17.0
	12kg	16.6	12.8	7.9	19.7
Cadusafos + Carbosulfan	6kg	16.3	13.1	7.6	18.4
	12kg	16.7	12.5	7.9	19.0
Control	-	14.8	12.8	7.5	16.2

표 8. 약제처리별 배추 근권 선충밀도 및 씨스트 억제능

처 리 구	선충수(마리)/100g.soil						평균	씨스트형성
	1	2	3	4	5	6		
Mthidathion GR	241	198	211	94	124	75	157.2	+
Imicyafos GR	185	174	193	274	169	227	203.7	-
Fosthiazate GR	117	98	73	94	106	212	116.7	-
Methidathion WP	157	194	213	327	187	194	212.0	+
Methidathion WP	123	131	127	96	117	213	134.5	+
Imicyafos SL	267	205	236	169	215	224	219.3	-
Abamectin WP	214	263	187	315	275	246	250.0	+
Cadusafos GR	187	146	175	203	147	163	170.2	-
Cadusafos + Carbosulfan	206	247	168	204	192	213	205.0	-
Control	185	290	346	412	276	193	283.7	+

(시험 5) 유기인계 살선충제 체계처리 효과

배추 근권 선충밀도를 효과적으로 방제하는 유기인계 2제품 중 포스치아제이트는 약해가 발생하여 뿌리에 손상을 주어 배추묘의 초기생육에 장애를 주었으나(그림 6) imicyafos는 어린 묘에 대한 장애를 주지 않고 정상적으로 자랐다(그림 7).

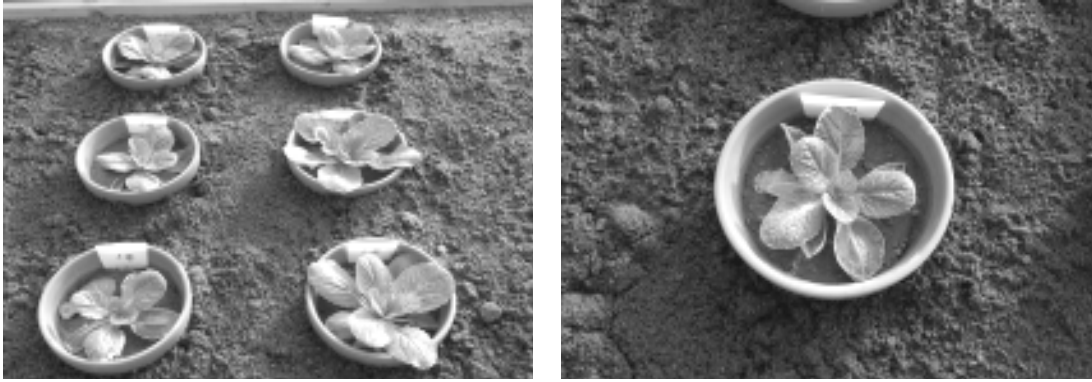


그림 6. Fosthiazate 입제 토양혼화처리구

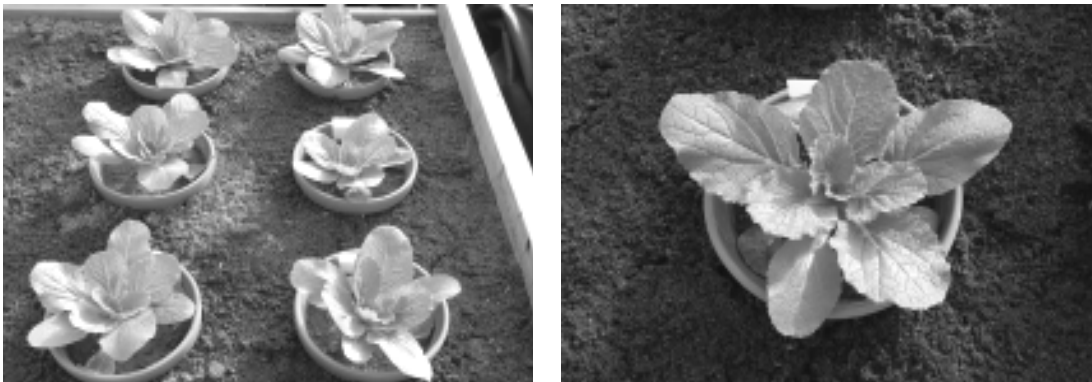


그림 7. Imicyafos 수화제 토양혼화처리구

Imicyafos를 표 9와 같이 희석한 후 정식시 묘를 침지하고, 혈당 180ml 관주하여 포트에서 약해를 시험한 결과 정식 후 초기에 하엽 끝부분이 약간 약해를 입었으나 15일 후에는 정상적으로 새잎이 자라 정상적으로 생육하였으며, 씨스트형 성이 효과적으로 방제되었다(표 10).

표 9. 씨스트선충방제를 위한 살선충제 살포량

약 제 명	유효성분 (%)	희석배수 및 사용량(/10a)	처리내용
Imicyafos 수화제	30	1,000 2 ℓ / m ²	묘침지 후 관주(180ml/주)
무 처 리	-	-	-

표 10. imicyafos체계 처리에 의한 방제효과 및 배추생육조사

처리구	약해	수량(g/주)	감염정도*	비고
Imicyafos입제	-	306.4	0.2	정상생육
Imicyafos수화제	-	316.7	0.1	"
침지+관주	±	314.2	0.0	초기약해
무처리	-	318.6	1.3	정상생육

* 1;0~10개/주, 2;11~20, 3;21~30, 4;31~50, 5;51개 이상

(시험 6) 토양개량효과 증진을 위한 키틴첨가 퇴비시용 효과

씨스트선충에 감염되지 않은 밭에서 질산칼슘과 키틴을 첨가하여 제조한 입제퇴비를 10a 당 3톤을 살포한 후 Imicyafos를 체계처리(Griffin 1973)여 배추를 정식한 결과(그림 8) 관행 재배 대비 수량이 증가하였다(표 9).



그림 8. 살선충제(Imicyafos)약해시험

표 11. 입상퇴비 및 Imicyafos 수화제 체계처리 후 배추생육조사

처리구		수량(kg/주)	비고
관행재배	무처리	2.8	정상생육
	Imicyafos체계처리	2.7	초기약해
퇴비입제살포 (3톤/10a)	무처리	3.1	정상생육
	Imicyafos체계처리	2.9	초기약해

4. 적 요

<제1세부과제 : 사탕무씨스트선충 방제 현장연구>

(시험 1) 훈증소독제 살포

- 가. 고랭지배추 재배지는 경사가심하고, 각진 자갈이 많아 비닐피복이 필요한 훈증소독제를 이용한 선충방제에 어려움이 있음
- 나. 액상훈증제는 작업자들의 휘발성물질에 대한 기피현상으로 입제형으로 제품개선필요

(시험 2) 훈증소독에 의한 씨스트산란 및 2영충 밀도억제효과

- 훈증제 2종은 모두 토양내 2영충 개체수 감소효과는 컷으나, 씨스트 내 알에는 방제효과가 낮아 정식시 추가 방제수단 필요하였다.

(시험 3) 훈증제 방제효과 조사

- 휘발성 살선충제는 토양살포 후 피복작업이 필요하였으며, 피복하지 않은 토양에서는 방제효과가 감소하여 초기 감염율이 높았다.

(시험 4) 비휘발성 살선충제 선발

- 비휘발성 살선충제인 Imicyafos액제와 Methidathion은 살충효과가 18일 이상 지속되었으며, Imicyafos는 어린묘에 약해가 없어 무처리 대비 생육이 양호하였다.

(시험 5) 유기인계 살선충제 체계처리 효과

- 사탕무씨스트선충에 감염된 토양에 Imicyafos입제를 토양혼화처리하고, 정식시 어린묘를 침지 처리하여 정식한 결과 초기생육은 억제되었으나 생육중기인 12엽기에 회복 수확량이 정상적으로 확인되었다.

(시험 6) 토양개량효과 증진을 위한 키틴첨가 퇴비시용 효과

- 발효퇴비를 살포한 배추밭에 Imicyafos를 체계처리한 결과 수량이 10%이상 증가하였으며, 상품율이 향상되어 정상적인 배추재배가 가능하였다.

5. 인용문헌

- Bell, N. L., Aalders, L. T., Cox, N. R., and Cameron, C. A. 2006. Nontarget effects of a carbamate and the proteins avidin and aprotinin on in vitro development of a bacterial feeding nematode. *Soil Biology & Biochemistry* 38:2816-2822.
- Bromilow, R. H. 1980. Behaviour of nematicides in soils and plants. in *Nematicides*. Pp. 87-116. Factors affecting the application and use of nematicides in W. Europe. Proc. Assoc. Appl. Biologists. Hapenden, Herts, UK.
- Cooke, D. A., and I. J. Thomason. 1979. The relationship between population density of *Heterodera schachtii*, soil temperature, and sugarbeet yields. *J. Nematol.* 1:124-128.
- Cooke, D. 1993. Nematodes parasites of sugarbeet. pp. 133-170 in K. Evans, D. L. Trudgill and J. M. Webster eds. *Plant Parasitic Nematodes in Temperature Agriculture*, CAB International, Wallingford, UK.

- Curi, J. 1964. Contribution on the evaluation of increasing sugar beet fields from soils contaminated with the helminth *H. schachtii* Schmidt 1871 sanitized by nematocides. *Helminthologia* 5:189-191.
- Griffin, G. D. 1987. Factors affecting the biology and control of *Heterodera schachtii* on sugarbeet. *Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol.*, Phoenix, Az p. 31.
- Griffin, G. D. 1985. Differential chemical control of *Heterodera schachtii* on sugarbeet. *Phytopathology* 75:1304 (abstract).
- Griffin, G. D. 1981. The relationship of plant age, soil temperature, and population density of *Heterodera schachtii* on the growth of sugarbeet. *J. Nematol.* 13:184-190.
- Griffin, G. D., and T. G. Gessel. 1973. Systemic nematicide control of *Heterodera schachtii* on sugarbeet. *Plant Dis. Repr.* 57:942-945.
- Jorgenson, E. C. 1969. Control of the sugar beet nematode, *Heterodera schachtii* with organophosphate and carbamate nematicides. *Plant Dis. Repr.* 53:625-628.
- Jorgenson, E. c., and G. D. Griffin. 1960. Evaluation of telone and D-D in relation to planting time and fallowing for control of sugarbeet nematode, *Heterodera schachtii* Schmidt. *J. AM. SOc. Sugar Beet Tech.* 9:515-518.
- Kontaxis, D. G., and I. J. Thomason. 1978. Chemical control of *Heterodera schachtii* and sugar beet production in Imperial Valley, California. *Plant Dis. Repr.* 62:79-82.
- Ibekwe, M. 2004. Effects of fumigants on non-target organisms in soils. *Advances in Agronomy* 83:1-35.
- Jorgenson, E. C. 1969. Control of the sugar beet nematode, *Heterodera schachtii* with organophosphate and carbamate nematicides. *Plant Dis. Repr.* 53:625-628.
- Jorgenson, E. c., and G. D. Griffin. 1960. Evaluation of telone and D-D in relation to planting time and fallowing for control of sugarbeet nematode, *Heterodera schachtii* Schmidt. *J. AM. SOc. Sugar Beet Tech.* 9:515-518.
- Kontaxis, D. G., and I. J. Thomason. 1978. Chemical control of *Heterodera schachtii* and sugar beet production in Imperial Valley, California. *Plant Dis. Repr.* 62:79-82.
- Kimpinski, J., Martin, R. A., and Sturz, A. V. 2005. Nematicides increase grain yields in spring wheat cultivars and suppress plant-parasitic and bacterial-feeding nematodes. *Journal of Nematology* 37:473-476.
- Okada, H., Harada, H., and Kadota, I. 2004. Application of diversity indices and ecological indices to evaluate nematode community changes after soil fumigation. *Japanese Journal of Nematology* 34:89-98.
- Osaki, N., and Fukuchi, T. 2010. Biological activities and characteristics of a novel nematicide, Imicyafos (NEMAKICK). *Plant Protection* 64:333-337. (in Japanese)
- Pankhurst, C. E., Blair, B. L., Magarey, R. C., Stirling, G. R., and Garside, A. L. 2005. Effects of biocides and rotation breaks on soil organisms associated with the poor early growth of sugarcane in continuous monoculture. *Plant & Soil* 268:255-269.

- Renc̃o, M. 2002. Occurrence of *Heterodera schachtii* and *Heterodera avenae* in the sugarbeet growing areas of the Slovak Republic. *Agriculture* 48:573-579.
- Roberts, P. A., and I. J. Thomason. 1981. Sugarbeet Pest Management: Nematodes. Div. Agric. Sci., Univ. Cal. Special Pub. No. 3372. 30 pp.
- Seinhorst, J. W. 1974. Separation of *Heterodera* cysts from dry organic debris using ethanol. *Nematologica* 20:367-369.
- Starr, J. L., Koenning, S. R., Eirkpatrick, T. L., Robinson, A. F., Roberts, P. A., and Nichols, R. L. 2007. The future of nematode management in cotton. *Journal of Nematology* 39:283-294.
- Sturz, A. V., and Kimpinski, J. 1999. Effects of fosthiazate and aldicarb on populations of plant-growth-promoting bacteria, root-lesion nematodes and bacteria-feeding nematodes in the root zone of potatoes. *Plant Pathology* 48:26-32.
- Wada, S., and Toyota, K. 2008. Effect of three organophosphorous nematicides on non-target nematodes and soil microbial community. *Microbes & Environments* 23:331-336.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2012(1년)	기 타	공적방제 훈증제 액제에서 입제로 교체

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'11	'12	'13
과제책임자	인삼약초연구소	농업연구관	김성일	과제 총괄	○	○	○
공동연구자	"	농업연구사	모영문	자료수집	-	-	○
"	"	"	조운상	포장관리	-	○	○
"	"	"	이광재	자료, 행정지원	-	○	○
"	"	기계운영서기보	이상규	농기계 운영	○	○	○
"	"	운전서기보	윤석원	시료채취, 운반	○	○	○