

전략 체계	지속 - 4 - 1		구 분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	P01	작목구분코드	CP-04-CP43
과 제 종 류	공동연구		과제번호	PJ014771	
과 제 명	기후변화 대응 지역 특화작물 문제 선충 발생조사 및 방제체계 확립				
과 제 책임자	성 명		직 급	소속기관 및 부서	
	박 병 용		농업연구사	국립농업과학원 작물보호과	
연 구 기 간	2020 ~ 2022		참여연구기관	-	
세부과제명			부 서	세부책임자	연구기간
강원지역 고랭지배추 씨스트선충 발생실태조사 및 피해경감기술 개발			농업환경연구과	방경린	'20~'22
색 인 용 어	기후변화, 특화작물, 선충, 발생, 방제				

ABSTRACT

Since it takes a lot of time and effort for several years to control once cyst nematodes occur in Gangwon-do, control wrappers are cumulatively increasing every year.

Most of the spawning grounds of cyst nematodes are located in isolated basins, highlands or slopes in mountainous areas, so it is reported that they are moved by wheels or tracks of work equipment such as excavators or large trucks for transportation. It shows that it is spreading through the highlands such as Taebaek Gwinemi and the mountainous roads of Samcheok region. In Gangwon-do, it was confirmed that *Heterodera trifolii* became dominant and spread after the first occurrence of *Heterodera schachtii* in 2011.

Since the cabbage cultivation in the highlands of Gangwon-do is a field made by clearing a mountain at an altitude of 600m or higher, there are a lot of stones and gravel, a lot of wind, and a steep slope. Since mulching cannot be performed, the effective control effect of the pesticide cannot be expected. Therefore, a pesticides experiment was conducted to select pesticides registered in Chinese cabbage that can expect pest control effects only by soil admixture treatment before planting. Since most of the selected test pesticides showed pesticide effects compared to untreated pesticides, and even if they were weak, they did not appear after replacing the port, so a packaging test was conducted later to see the actual effect of the pesticide.

As a result of conducting a field test with the pesticides selected in the pilot experiment, no effective pesticides were selected.

통계청 조사결과 강원도내 고랭지배추는 2022년 재배면적 약 4,000 ha로 강원지역에서 생산되고 있는 지역 특화작물이다. 국가 간 교역 장벽 완화와 교역 물량 증가로 외래 병해충의 유입이 증가하고 있으며, 외래 유입 선충인 사탕무씨스트선충(*Heterodera schachtii*)은 2011년에 처음 발견되었으며, 클로버씨스트선충(*Heterodera trifolii*)은 2017년에 발견되었다. 사탕무씨스트선충은 배추과, 비름과 등 14과 41종의 작물을 가해하고, 클로버씨스트선충은 2017년 발견 이후 강원도 배추재배지 씨스트선충피해발생 신규포장 토양을 분석한 결과 50%가 클로버씨스트선충으로 동정된 것으로 확인됨에 따라 빠르게 우점화 되는 경향을 확인하였다. 이에 대한 씨스트선충발생 모니터링 및 대응체계 구축을 하기 위하여 강원도 씨스트선충의 정밀분포지도 작성이 필요하였다. 강원도 고랭지에 발생한 사탕무씨스트선충과 클로버씨스트선충은 최초 발생 이후 박멸되지 않고 인근지역으로 지속해서 확산하여 배추의 생육에 피해를 유발하고 안전한 수급을 위협하고 있다. 발생면적은 2011년 11.6ha, 2014년 51.9ha, 2016년 111.3ha, 2019년에는 236.3ha로 지속적으로 발생면적이 증가하고 있다.

현재 빠르게 확산되고 있는 씨스트선충의 생태적 특성과 씨스트선충 확산경로를 조사하였다. 그리고 고랭지 채소(배추)에 발생하는 씨스트선충을 방제하기 위해 등록되어 있는 약제는 훈증성 살선충제로 한정되어 있어 경사도가 심하고 돌이 많은 포장에서는 훈증성 살선충제 처리가 어려워 농가에서 올바른 사용법으로 사용하기 어렵기 때문에 비훈증성 약제를 선발하고자 하였다.

〈제3세부과제: 강원지역 고랭지배추 씨스트선충 발생실태조사 및 피해경감기술 개발〉

(시험 1) 강원지역 고랭지 배추 기생선충 발생실태 조사 및 피해분석

강원지역 태백, 삼척 등 배추재배 주산지를 중심으로 씨스트선충 피해가 의심되는 포장의 토양을 채취한 후 300cm³의 흙을 잘 섞은 후 100cm³씩 양을 나눠서 3반복으로 밀도를 조사하였다. 흙은 25, 60 mesh sieves에 물을 흘려서 씨스트를 걸러서 분리하였다. 씨스트 및 침전물은 funnel위에 90mm 필터페이퍼를 살짝 접어 funnel모양에 맞게 올려놓고 mesh sieves에서 funnel로 물을 흘려서 옮겨놓는다. 필터페이퍼를 통해 물이 빠지기를 기다린 다음 물이 빠지고 나면 부유된 씨스트는 필터페이퍼 가장자리에 퍼지게 되고, 침전물은 안쪽으로 모이게 된다. 필터페이퍼를 페트리디쉬에 올려서 실체현미경(Nikon SMZ800, Japan)을 통해 가장

자리의 씨스트 수를 조사하고, 알은 micro tube용 pestle로 씨스트를 깨서 counting dish에 넣고 알의 개수를 조사하였다. 씨스트의 종 동정은 Nematode Real-Time PCR diagnostic kit(Clear Detections, Netherlands)를 이용하여 클로버씨스트선충(*Heterodera trifolii*), 사탕무씨스트선충(*Heterodera schachtii*), 콩씨스트선충(*Heterodera glycines*)을 동정하였다.

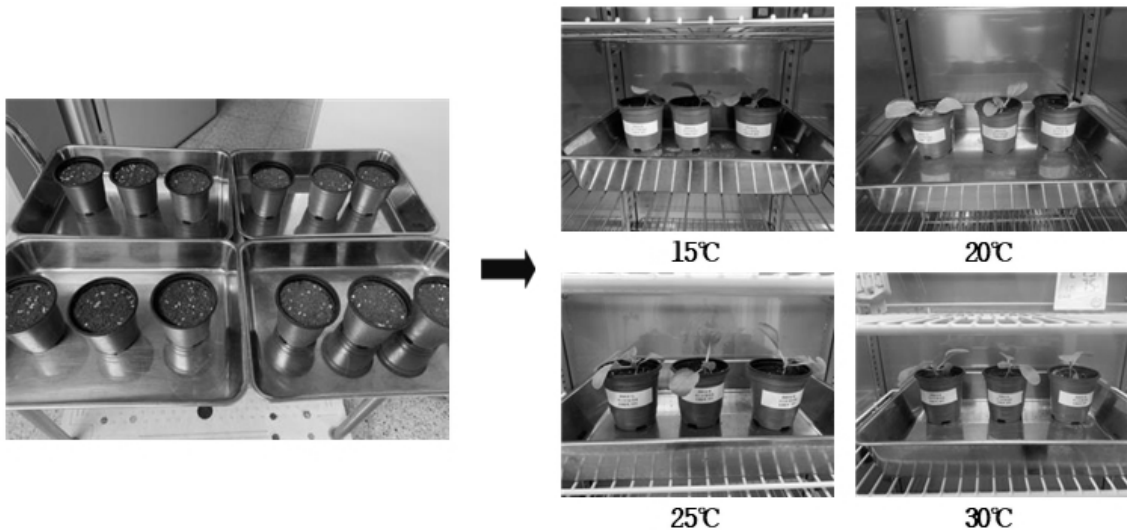
(시험 2) 씨스트선충 온도별 증식 및 부화율 조사: 기내시험

강원도내 정선, 태백에서 씨스트선충 발생이 확인된 토양의 종 동정 및 씨스트선충밀도 조사 후 (표 1) 클로버씨스트선충(*Heterodera trifolii*)과 사탕무씨스트선충(*Heterodera schachtii*) 알을 채집하여 멸균상태에 접종하여 포트에 배추를 정식하여 생장상내에서(그림 1) LD 16:8, 습도 55~60%에 맞춰 습도, 광조건은 맞추었고, 15℃, 20℃, 25℃, 30℃, 4가지 각기 다른 온도조건에서 사육하여 25일 후 암컷의 수를 조사하였다.

<표 1> 감염토양 접종용 시험선충 결과

지 번	씨스트 수 (개/500cm ³)	알 수 (개/500cm ³)	유전자분석결과		
			<i>H. trifolii</i>	<i>H. schachtii</i>	<i>H. glycines</i>
정선군 화암면 백전리 549*	1,790	112,770	-	+	-
태백시 원동 33-1	304	31,124	+	-	-

- 상토 멸균 후 씨스트선충 알 접종(1,000개/3,000개) → 배추 정식



(그림 1) 온도별 씨스트선충 증식 사진

(시험 3) 고랭지배추 씨스트선충 방제약제 효과검정: 포트시험

강원도내 정선, 태백에서 씨스트선충 발생이 확인된 토양의 선충밀도 조사 후 선충발생토양과 실험용 모래(강모래9:황토1)를 혼합하여 씨스트 수를 평균 40단위에 맞춰 포트에 배추를 정식 25일 후에 암컷 수를 조사하였다. 처리약제는 살균제 클로로탈로닐·플루아지남 세립제, 플루설파마이드 입제 2종, 살충제 카보설판 입제, 벤퓨라카브 입제, 포스티아제이트 입제, 포레이트 입제, 터부포스·포레이트 입제, 아세타미프리트 입제, 뷰프로페진·이미다클로프리트 입제 7종, 총 9가지 약제를 처리하여 기내실험을 진행하였다(표 2).

<표 2> 씨스트선충 방제 포트시험 처리약제

약제종류	약제 품목명
살균제	클로로탈로닐·플루아지남 세립제, 플루설파마이드 입제
살충제	카보설판 입제, 벤퓨라카브 입제, 포스티아제이트 입제, 포레이트 입제, 터부포스·포레이트 입제, 아세타미프리트 입제, 뷰프로페진·이미다클로프리트 입제

(시험 4) 고랭지배추 씨스트선충 방제약제 효과검정: 포장시험

기내실험을 진행 후에 효과가 기대되는 약제를 선별하여 태백·삼척에 시험포장을 조성하여 포장시험을 진행하였다. 1차 태백, 2차 삼척 포장시험에서는 포레이트 입제, 포스티아제이트 입제, 플루설파마이드 분제, 터부포스·포레이트 입제, 벤퓨라카브 입제 5가지 약제를 토양혼화 처리 후 배추를 정식하여 실험하였고, 3차 삼척 포장시험에는 삼척포장에서 벤퓨라카브 입제, 클로로탈로닐·플루아지남 세립제, 포레이트 입제, 터부포스·포레이트 입제, 뷰프로페진·이미다클로프리트 입제 5가지 약제를 대상으로 실험하였다. 1차, 2차 포장시험에 선별한 약제는 고랭지 배추주산지에서 많이 사용하는 살균살충약제를 선별하여 기내실험 결과 방제가가 높은 약제와 낮은 약제를 혼합하여 실험하였다(표 3). 약제효과는 약제처리 후 50~60일 후 씨스트 수를 조사하였고, 약해는 약제를 기준량, 배량으로 처리한 후 7일, 14일, 21일 후 외관상 달관 조사로 확인하였다.

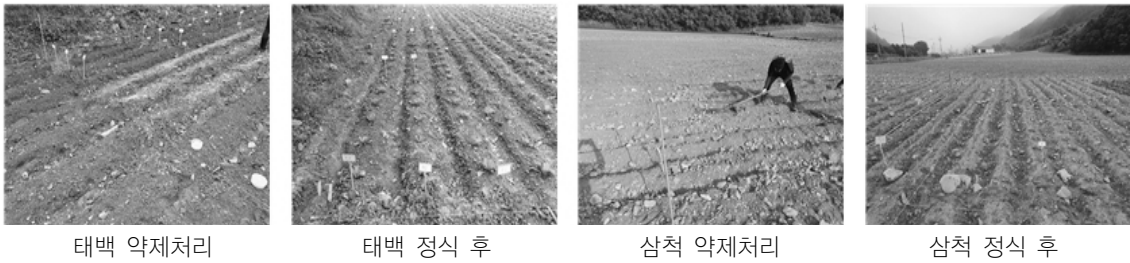
<표 3> 1차, 2차 태백, 삼척포장 실험약제명 및 처리방법

농약 품목명	주성분 함량 (%)	약 효 시 험		약 해 시 험	
		희석배수 및 사용량	처리시기 및 방법	기준량	배 량
포레이트 입제	5	4kg/10a	정식 전 토양혼화처리	4kg/10a	8kg/10a
포스티아제이트 입제	5	6kg/10a		6kg/10a	12kg/10a
플루설파마이드 분제	0.3	20kg/10a		20kg/10a	40kg/10a
터부포스·포레이트 입제	4.5(2+2.5)	6kg/10a		6kg/10a	12kg/10a
벤퓨라카브 입제	3	4kg/10a		4kg/10a	8kg/10a
무 처 리	-	-	-	-	-

약제처리 전 씨스트선충 사전밀도조사 결과(표 4) 시험에 적합하다 판단되었고, 약제를 토양 혼화처리 후 배추를 정식 하였다(그림 2).

<표 4> 태백, 삼척포장 사전밀도 조사

품목명	평균(DMRT)			
	씨스트		씨스트 알	
	태백	삼척	태백	삼척
포레이트 입제	33.7(a)	555.0(a)	308.0(ab)	12,671.7(ab)
포스티아제이트 입제	35.3(a)	805.0(a)	261.0(ab)	12,182.7(ab)
플루셀파마이드 분제	31.7(a)	425.0(a)	262.3(ab)	11,599.0(ab)
터부포스 · 포레이트 입제	35.0(a)	481.7(a)	422.0(a)	8,123.0(b)
벤퓨라카브 입제	35.0(a)	521.7(a)	344.7(ab)	12,622.3(ab)
무처리구	36.0(a)	847.0(a)	205.0(b)	13,430.7(a)



(그림 2) 태백, 삼척 약제처리 및 포장 사진

약제처리 전 씨스트선충 사전밀도조사 결과(표 5) 시험에 적합하다 판단되었고, 약제토양 혼화처리 후 배추를 정식 하였다(그림 3).

<표 5> 삼척포장 사전밀도 조사

품목명	평균(DMRT)	
	씨스트	씨스트 알
	삼척	
클로로탈로닐 · 플루아지남 세립제	162.0(A)	12,798.1(B)
벤퓨라카브 입제	147.9(A)	12,965.0(B)
포레이트 입제	154.5(A)	19,173.1(AB)
터부포스 · 포레이트 입제	175.2(A)	25,449.5(AB)
뷰프로페진 · 이미다클로프리드 입제	165.0(A)	17,590.7(AB)
무처리구	222.0(A)	29,026.3(A)



삼척 약제처리

삼척 정식 후

(그림 3) 삼척 약제처리 및 포장사진

3 결과 및 고찰

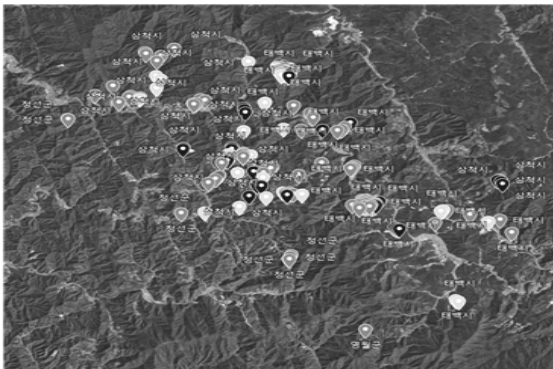
<제3세부과제: 강원지역 고랭지배추 씨스트선충 발생실태조사 및 피해경감기술 개발>

(시험 1) 강원지역 고랭지배추 기생선충 발생실태 조사 및 피해 분석

강원지역 고랭지배추 재배지의 선충피해 의심필지를 조사한 결과, 사탕무, 클로버, 콩씨스트 선충이 검출되었다(표 6). 씨스트선충의 주요 발생시군은 고랭지 배추재배지의 주산지인 태백·삼척으로 전체의 발생량의 80%이상이 두 시군에서 발생하는 것을 차지하고 있었다(그림 4). 발생된 씨스트선충중에서 우점종은 검출 빈도와 밀도가 높은 클로버씨스트선충이 우점하여 발생하고 있었고, 한 필지내 복합으로 감염된 필지도 상당수 있었다.

<표 6> 고랭지배추 주산지 씨스트선충 감염현황

년도	조사포장 수	선충 검출포장 수	씨스트선충		
			클로버	사탕무	콩
2020	76	53	44	2	7
2021	105	49	33	6	10
2022	124	98	69	11	23



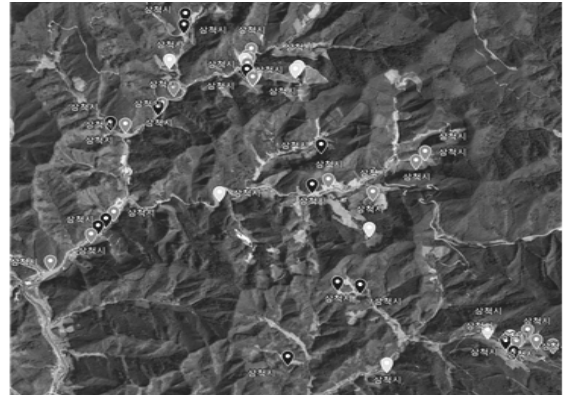
2020~2022년 씨스트선충 발생포장



태백 귀네미골



태백 매봉산



삼척 용연리, 어리 인근

■ 2020년 ■ 2021년 ■ 2022년

(그림 4) 고랭지 배추 주산지 씨스트선충 감염현황

(시험 2) 씨스트선충 온도별 증식 및 부화율 조사(기내시험)

사탕무씨스트선충은 20℃에서 1% 내외, 25℃에서 22% 내외로 암컷 발생이 증가 하였으나(표 7), 클로버씨스트선충은 20℃에서 약 40%, 25℃에서 약60% 까지의 암컷이 발생하였다(표 8).

<표 7> 사탕무씨스트선충(*Heterodera schachtii*) 온도별 증식

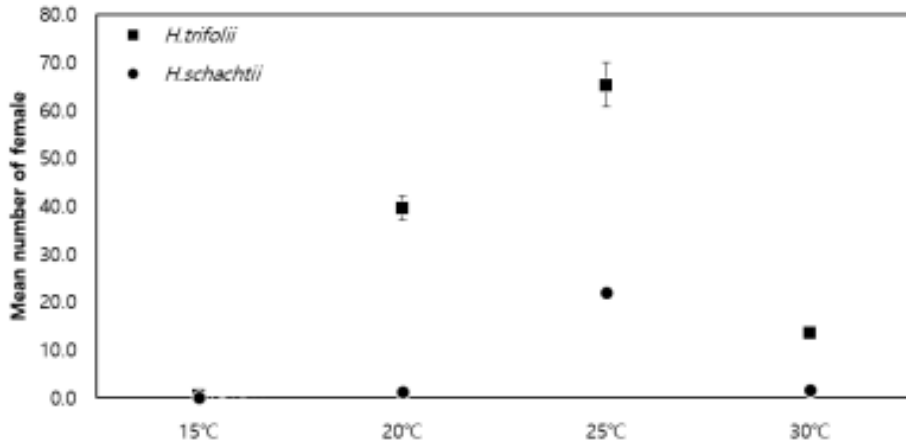
Temperature	Inoculate density (no.eggs)	Mean number of nematodes per a pot	
		female	cyst
15℃	1,000개	0±0c	0±0a
	3,000개	0±0c	0±0a
20℃	1,000개	0±0c	0±0a
	3,000개	1,3±0.33c	0±0a
25℃	1,000개	8.7±2.03b	0±0a
	3,000개	<u>22,0±0.88a</u>	2,0±0.58a
30℃	1,000개	0,7±0.33c	0±0a
	3,000개	1,7±0.88c	0±0a

* 사탕무씨스트선충 실험시 1,000개 접종밀도에서 증식 無 → 이후 클로버씨스트선충 시험시 3,000개 접종만 진행

<표 8> 클로버씨스트선충(*Heterodera trifolii*) 온도별 증식

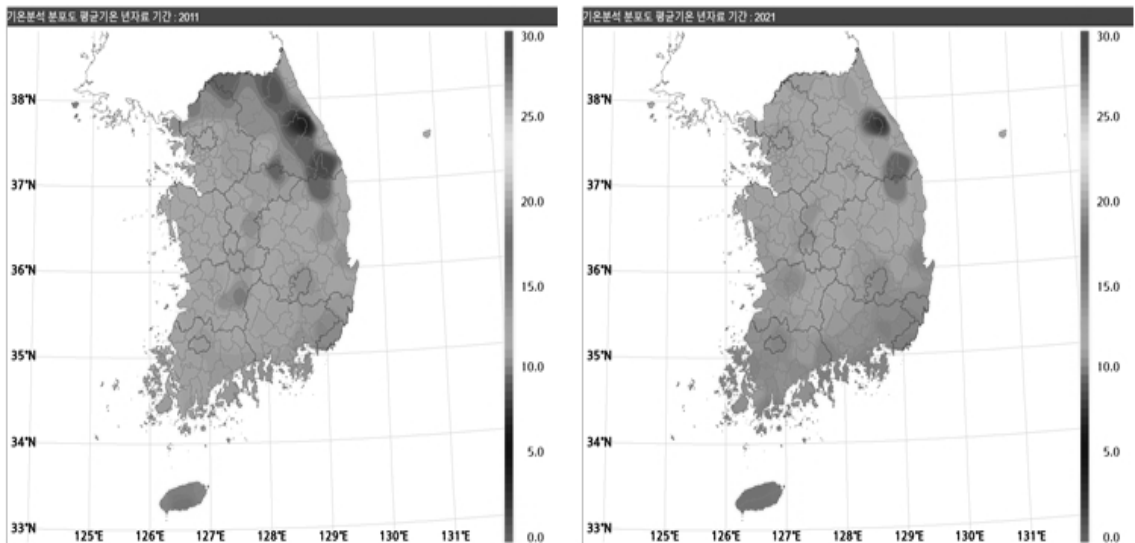
Temperature	Inoculate density* (no.eggs)	Mean number of nematodes per a pot	
		female	cyst
15℃	3,000개	0,7±0.67c	0±0a
20℃	3,000개	39,7±5.21b	0±0a
25℃	3,000개	<u>65,3±9.24a</u>	0±0a
30℃	3,000개	13,7±2.33c	1,3±1.33a

사탕무씨스트선충과 클로버씨스트선충 모두 25℃까지는 온도가 증가함에 따라 씨스트선충의 암컷 밀도가 증가하는 것을 확인할 수 있었지만, 25℃가 넘는 온도에서의 암컷증식률이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 클로버씨스트선충이 사탕무씨스트선충보다 넓은 범위의 온도에서 증식률이 더 높은 것을 확인할 수 있었고, 같은 온도에서도 큰 증식률을 보였다(그림 5).

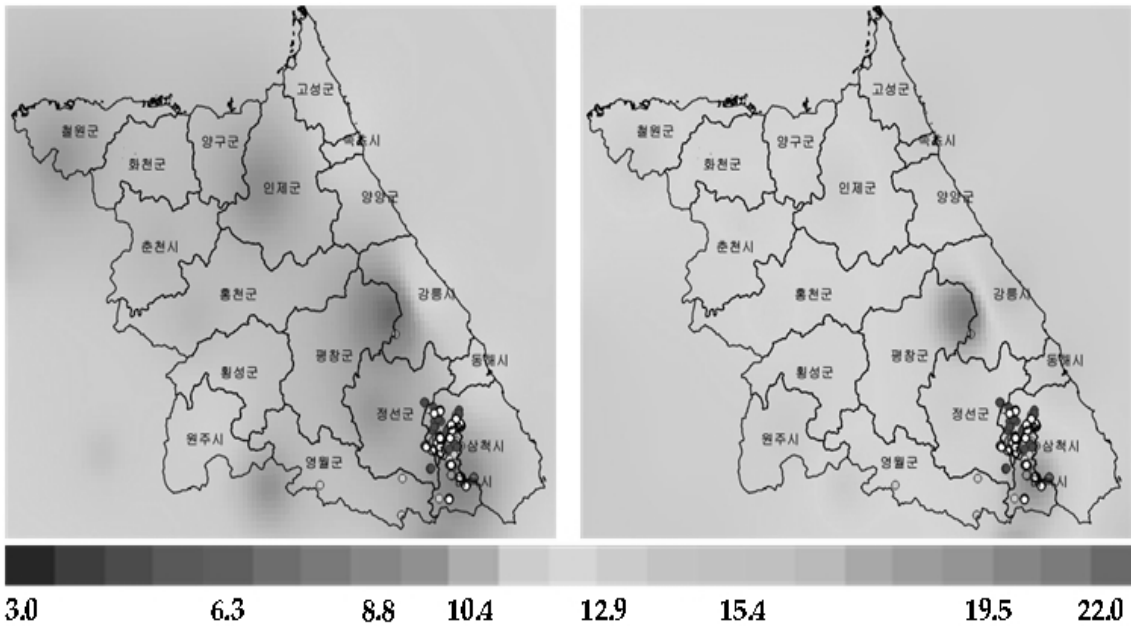


(그림 5) 온도별 씨스트선충 증식비교

최근 급속한 기후변화로 도내 고랭지 배추재배지 기온이 오르고 있는 추세이다(그림 6.).



(그림 6) 한반도 평균기온 변화(좌: 2011년, 우: 2021년)



(그림 7) 강원도 평균기온 변화(좌: 2011, 우: 2021), 2018~2022년 씨스트선충 발생지점

위 시험 결과는 현재 기후변화로 인해 매년 고랭지배추 포장지의 평균기온의 상승과 관련해서 (그림 7), 기온변화에 적응력이 좋은 클로버씨스트가 증가되는 현상과 일치한다(표 6, 그림 7).

(시험 3) 고랭지배추 씨스트선충 방제약제 효과검정: 포트

클로로탈로닐·플루아지남 세립제, 카보설펜 입제, 벤퓨라카브 입제, 포레이트 입제, 터부포스·포레이트 입제, 뷰프로페진·이미다클로프리트 입제 등이 약효가 있었다(표 9).

<표 9> 포트시험 약효조사 결과

Treatment	No. female			Average	Control value
	I	II	III		
클로로탈로닐·플루아지남 세립제	0	1	0	0.3	99.2
플루설파마이드 입제	11	9	12	10.7	74.8
카보설펜 입제	4	2	7	4.3	89.8
벤퓨라카브 입제	1	0	2	1.0	97.6
포스티아제이트 입제	9	12	8	9.7	77.2
포레이트 입제	0	0	1	0.3	99.2
터부포스·포레이트 입제	0	0	0	0.0	100
아세타미프리트 입제	7	13	6	8.7	76.4
뷰프로페진·이미다클로프리트 입제	0	0	0	0.0	100
무처리	42	36	49	42.3	-

방제약제 실험결과 대부분의 약제에서 약해가 발생하였다(그림 8). 약해 발생의 이유가 포트의 깊이가 깊지 않은 포트를 사용하여 나타난 문제점으로 생각되었다. 포장의 경우 약제살포를 한 후 20~25cm 로타리를 치면서 약제가 고르고 깊게 분포가 되지만, 포트실험의 경우 높이가 10cm 미만으로 작물 정식시 약제반응이 다르게 나올 것으로 판단하여 와그너 포트를 이용한 추가 실험을 진행하였다(그림 9).

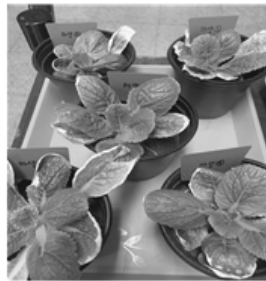
와그너포트를 사용하여 동계기간 동안 추가 실험 진행결과 약해는 없었다(그림 9). 약효와 약해 조사 결과를 종합하였을 때 벤퓨라카브 입제가 클로버씨스트선충의 방제 효과가 있는 후보약제로 판단된다.



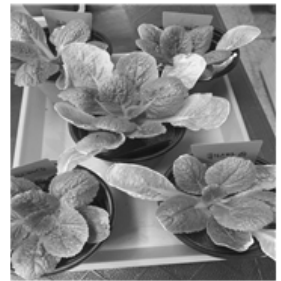
클로로탈로닐·플루아지남 세립제



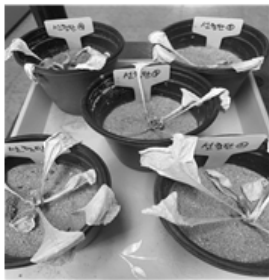
플루설파마이드 입제



카보설판 입제



벤퓨라카브 입제



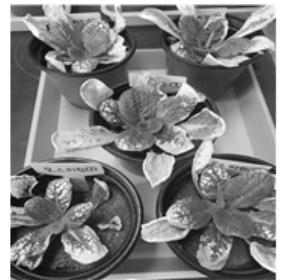
포스티아제이트 입제



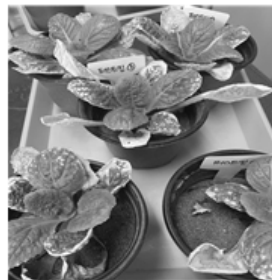
포레이트 입제



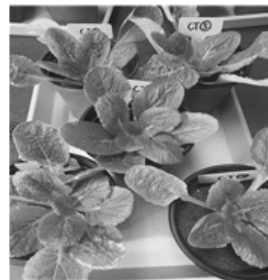
터부포스·포레이트 입제



아세타미프리드 입제

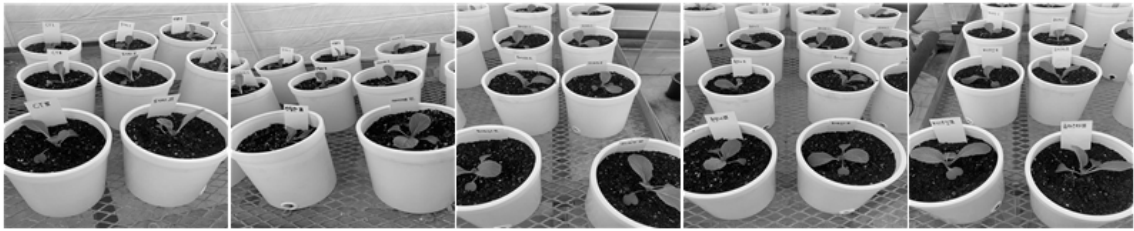


뷰프로펜진·이미다클로프리드 입제



무처리

(그림 8) 약해조사 결과



약제처리 당일



약제처리 7일 후

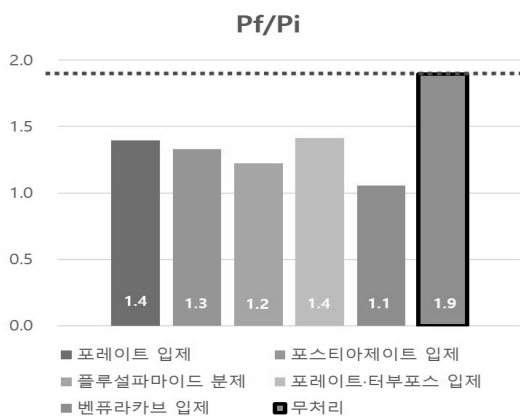


약제처리 14일 후

(그림 9) 와그너포트 약해조사 결과

(시험 4) 고랭지배추 씨스트선충 방제약제 효과검정: 포장시험

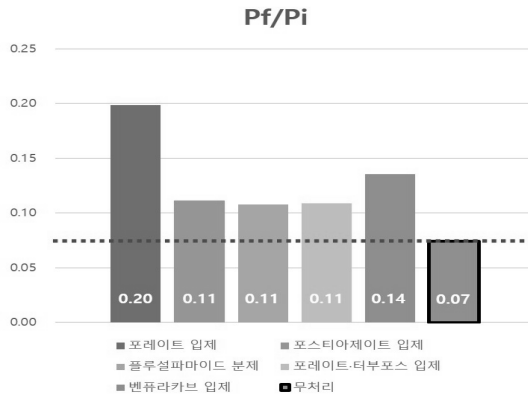
1차 태백 포장지에서 약제처리 및 정식 후 54일 차(2021.07.23.) 씨스트 수의 증식률(Pf/Pi)을 비교한 결과 무처리(1.9) 대비 5개의 약제 중 벤퓨라카브 입제(1.1)가 가장 효과가 좋은 것으로 나타났다(그림 10). 5개 시험약제 모두 약해는 나타나지 않았다.



시험약제	씨스트 수	
	사전밀도 평균(Pi)	54일 차 평균(Pf)
포레이트 입제	33.7	47.0
포스티아제이트 입제	35.4	47.0
플루셀파마이드 분제	31.7	38.8
포레이트·터부포스 입제	35.2	49.4
벤퓨라카브 입제	35.2	37.0
무처리	36.9	68.2

(그림 10) 1차 태백 포장시험 씨스트 증식률 결과

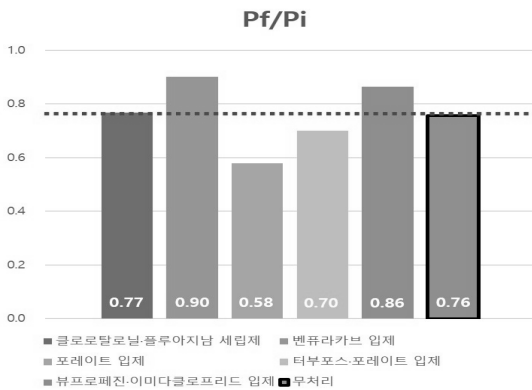
2차 삼척 포장지에서 약제처리 및 정식 후 54일 차(2021.08.26.) 씨스트 수의 증식률(Pf/Pi)을 비교한 결과 무처리(0.07) 대비 5개 약제 모두 Pf/Pi 값이 0.1 이상으로 효과가 나타나지 않았다(그림 11). 5개 시험약제 모두 약해는 나타나지 않았다.



시험약제	씨스트수	
	사전밀도 평균(Pi)	54일차 평균(Pf)
포레이트 입제	555.0	110.1
포스티아제이트 입제	805.0	89.7
플루설파마이드 분제	425.0	45.9
포레이트·터부포스 입제	481.7	52.4
벤퓨라카브 입제	521.7	70.8
무처리	845.0	63.0

(그림 11) 2차 삼척 포장시험 씨스트 증식률 결과

3차 삼척 포장지에서 약제처리 및 정식 후 56일 차(2022.10.17.) 씨스트수의 증식률(Pf/Pi)을 비교한 결과 무처리(0.76) 대비 포스테이트 입제(0.58)가 증식률이 낮아지는 효과가 있었고, 터부포스·포레이트 입제(0.70)는 무처리에 비해 Pf/Pi 값은 낮으나 차이가 미비하여 약제효과로 보기 어렵다. 나머지 3개 약제는 무처리와 증식률이 같거나 높게 나타났다(그림 12). 5개 시험약제 모두 약해는 나타나지 않았다.



시험약제	씨스트수	
	사전밀도 평균(Pi)	56일 차 평균(Pf)
클로로탈로닐·플루아지남 세립제	162.0	124.3
벤퓨라카브 입제	147.9	133.3
포레이트 입제	154.5	89.4
터부포스·포레이트 입제	175.2	122.4
뷰프로페진·이미다클로프리드 입제	165.0	142.6
무처리	222.0	168.0

(그림 12) 3차 삼척 포장시험 씨스트 증식률 결과

고랭지 배추재배지는 대부분 고도가 높은 산지에서 재배하기 때문에 지형 특성상 경사지고, 돌이 많아서 훈증성 약제를 사용하면 멀칭을 하지 못하기 때문에 토양소독을 효과적으로 하지 못한다. 본 시험연구에서 고랭지 배추재배지에서도 수월하게 처리할 수 있는 비훈증성 약제를 대상으로 약제를 선별하려고 하였으나, 선별된 약제 중 포장시험에서 효과 있는 약제를 선별하지 못했다.

〈제3세부과제: 강원지역 고랭지배추 씨스트선충 발생실태조사 및 피해경감기술 개발〉

(시험 1) 강원지역 고랭지배추 기생선충 발생실태 조사 및 피해 분석

- 가. 강원도내 씨스트선충 발생 포장은 한번 씨스트선충이 발생하면 방제하는데 몇 년의 많은 시간과 노력이 들어가기 때문에 방제 포장지는 매년 누적되어 점점 증가하고 있다.
- 나. 씨스트 선충 발생지는 대부분 산간 지역의 고립된 분지나 고원지대나 그리고, 경사면에 위치하고 있어 굴착기나 운송용 대형트럭 등 작업용 장비의 바퀴나 궤도에 의해 이동되고 있다고 보고되고 있고, 본 조사 결과 역시 태백 매봉산이나 귀네미골 등 고원지대, 삼척의 산간 도로를 통해 확산되는 것을 보여주고 있다

(시험 2) 씨스트선충 온도별 증식 및 부화율 조사: 기내시험

- 가. 실내시험 결과 20℃나 30℃에서는 1% 정도로 발생이 거의 없는 사탕무씨스트선충보다 20℃에서 30℃의 넓은 온도 범위에서 최소 10% 이상 최대 약 60%까지 발생되어 사탕무씨스트선충보다 상대적으로 클로버씨스트선충의 발생량이 많다는 것이라는 것을 확인하였다.
- 나. 강원도는 2011년 사탕무씨스트선충 첫 발생 이후로 2021년까지 기후변화로 인해 평균 기온이 약 1℃~2℃ 정도 상승하였다.
- 다. 온도별 기내시험과 기후변화 자료를 종합하여 현장 조사 결과와 비교하였을 때 강원도내 클로버씨스트선충이 점점 우점화되어 확산하고 있는 것을 확인하였다.

(시험 3) 고랭지배추 씨스트선충 방제약제 효과검정: 포트시험

- 가. 실내시험결과 배추에 바로 적용가능한 효과적인 비훈증성 약제후보를 선발하였다.
- 나. 작은포트시험에서는 약해가 나타났으나, 토양내 깊이를 고려한 와그너포트에 추가 시험을 진행한 결과 약해가 없음을 확인하였다.

(시험 4) 고랭지배추 씨스트선충 방제약제 효과검정: 포장시험

- 가. 2년차에 태백·삼척에서 포트시험 결과로 선별한 약제로 포장시험 한 결과 포장에서도 효과있는 약제를 선별하지 못하였다.
- 나. 3년차에 삼척에서 2년차 약제와 다르게 방제가 높은 약제만을 선별하여 시험을 진행했으나 포장에서도 효과를 나타내는 약제를 선별하지 못했다.

- Handoo ZA. 2005. Nematode extraction procedures. <http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=9942>.
- Ko HR, HI Kang, EH Kim, EH Park and SG Park. 2021. Incidence of plant-parasitic nematodes in perilla in Korea. *Korean Journal of Environmental Biology*, 39(2): 147-155.
- Kwon, O. G., Shin, J. H., Kabir, F. M., Lee, J. K., Lee, D. W. 2016. Dispersal of sugar beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*) by water and soil in highland Chinese cabbage fields. *korean Journal of Horticultural Science & Technology* 34, 195-205
- 통계청, 「농업면적조사」, 2022, 2023.04.01, 노지 채소 재배면적.

연도(연차)	활용방안	제 목
2020(1년)	현장건설팅	배추 해충 현장기술지원
	학술발표(국내)	강원지역 씨스트선충 발생현황
2021(2년)	현장건설팅	배추 주요 병해충 방제기술 농가 현장지원
	학술발표(국내)	온도에 따른 강원지역 고랭지배추 씨스트선충의 증식률 비교
	영농 정보	강원도 고랭지배추에 발생하는 씨스트선충(사탕무, 클로버)의 온도별 증식률
2022(3년)	영농 정보	강원도 고랭지배추에 발생하는 씨스트선충 발생현황
	현장건설팅	배추 병해 현장기술지원
	현장건설팅	2022년 농촌진흥공무원 역량강화를 위한 병해충정밀진단교육
	현장건설팅	2022년 흥천농업고등학교 현장실습교육
	현장건설팅	주요 농작물 병해충 종합교육

성과지표	연도	1년차(2020)		2년차(2021)		3년차(2022)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
학술 발표	국제								
	국내	1	1	1	1			2	2
영농 활용	기술			1	1	1	1	2	2
	정보								
현장건설팅		1	1	1	1	1	4	3	6
계		2	2	3	3	2	5	7	10

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'20	'21	'22
과제책임자	국립농업과학원	농업연구사	박병용	과제 총괄	-	○	○
세부책임자	강원도농업기술원	농업연구사	방경린	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	강원도농업기술원	농업연구관	이재홍	시험수행 및 평가	○	○	○
	강원도농업기술원	농업연구사	이광재	시험수행 지원	○	○	○
	강원도농업기술원	농업연구사	원현섭	시험수행 지원	○	○	○
	강원도농업기술원	농업연구사	황세정	시험수행 지원	○	○	-
	강원도농업기술원	공 무 직	황미란	현장조사 지원	○	○	○
	강원도농업기술원	공 무 직	강성희	현장조사 지원	○	○	○
	강원도농업기술원	공 무 직	이승제	현장조사 지원	○	○	○
	강원도농업기술원	공 무 직	이선주	현장조사 지원	○	○	○