

어젠다코드	9 - 23 - 56		구 분	과제완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C04	작목구분코드	VC-04-1215
과제종류	공동연구		세세부사업	지역특화작목개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
고추냉이 쌈채소 주년생산체계 확립방안 연구			'11~'13	특화작물연구소 고원농업연구분소	김경대
1) 밭고추냉이 지대별 현장실증 시험			'11~'13	특화작물연구소 고원농업연구분소	김경대
2) 고추냉이 병해충 방제체계 확립방안 연구			'11~'13	특화작물연구소 고원농업연구분소	박영학
색인용어	고추냉이, 밭재배, 주년생산, 지대별, 현장실증, 병해충				

ABSTRACT

1. Field demonstration in according to the altitude of cultivation region of wasabi, *Wasabia japonica* MATSUM

This study was carried out to test the Field demonstration in according to the different altitude of cultivation regions of wasabi, *Wasabia japonica* MATSUM in Gangwon province. Production time, management techniques for the winter, marketing ability of the yield were investigated and the possibility of the expansion cultivaton was confirmed. In addition, in order to increase the yield in the appropriate temperature and to extend the harvest time, the effect of the insulating facilities for winter and air-conditioning facilities for summer according to the different altitude of cultivation regions of wasabi were studied. As a results of these research, all the year round production system according to the different altitude of cultivation regions of wasabi was established

2. Study on the establishment for the control system of major diseases and pests in the soil cultivation fields of wasabi, *Wasabia japonica* MATSUM

This study was carried out to survey the variety and seasonal occurrence rate of major plant diseases and pests in wasabi fields by agroclimatic zones in Gangwon province. Survey of the variety and seasonal occurrence rate and of major plant diseases and pest was carried out about 15 days at intervals for 5 months from May to October. The diamondback moth, *Plutella xylostella*, occurred in large quantity from the latter 10 days of May to the first 10 days of August in the east coast area, aphid *Myzus persicae* occurred in large quantity from the latter 10 days of May to the first 10 days of June in the middle mountainous area, slug, *Deroceras varians* occurred in large quantity at the

latter 10 days of May in the east coast area. The black rot disease, *Phoma wasabiae*, occurred in large quantity from the middle 10 days of June to the first 10 days of August in the east coast area and from the latter 10 days of May to the latter 10 days in the middle mountainous area. The soft rot disease, *Erwinia carotovora* subsp. *wasabiae*, occurred in large quantity at the middle 10 days of June in the east coast area and at the first 10 days of August in the middle mountainous area, the virus disease including TMV, TuMV and CMV occurred in large quantity from the latter 10 days of May to the first 10 days of July in the middle mountainous area.

This experiment was carried out to select the effective fungicide on the black rot disease of Wasabi leaves caused by *Phoma wasabiae* on Taebaek city and Pyoungchang county in Gangwon province. The protective values of the two thousandfold diluted solution of triflumizole water dispersible powder in in-vitro test by the solid medium dilution method, pot test in green house and field test were highest appeared as 87.4, 70.8 and 67.7% 30.0% compared to control, respectively. The damages from the triflumizole water dispersible powder on the wasabi leaves were not appeared on Taebaek city and Pyoungchang county.

This experiment was carried out to find the killing effects for the slug, *Deroceras reticulatum* Müller, damaging Wasabi leaves in Taebaek city in Gangwon province. The slug may be effectively managed in the wasabi cultivation field by the mixed solution added ethoprophos 0.92g to a chinese cabbage juice 50ml per 0.82m² as eating attractant. The damages on the wasabi leaves by the mixed solution added ethoprophos 0.92g to a chinese cabbage juice 50ml per 0.82m² were not appeared.

This experiment was carried out to find the killing effects for the stripped flea beetle, *Phyllotreta striolata*, on wasabi field in Taebaek city and Pyoungchang county in Gangwon province. This beetle feeds on stems and leaves of many economically important crops, especially Brassica vegetables such as cabbage, wasabi, radish. After planting, when the entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* was treated with 4×10⁷ nematodes per 1,000m² three times at sunset at intervals of ten days, the control value was higher than the plant extract and agricultural chemicals. The damages on the wasabi leaves by the entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* solution added ethoprophos 0.92g to a chinese cabbage juice 50ml per 0.82m² were not appeared.

1. 연구목표

1990년대 초 국내에 발재배용 고추냉이가 도입되어 시험재배 되었으며, 2000년대 이후 고추냉이 생육특성상 고랭지대가 적합하다고 판단되어 특화작물시험장 태백분소에서 발 재배 고추냉이의 짬 채소 소득화 방안으로 다양한 연구과제를 수행하였다. 수행 결과 고추냉이 고랭지 고품질 생산을 위한 재배환경 구명, 발 재배 적합 품종 선발, 생산성 제고를 위한 재배방

법 설정 연구와 종자 채종을 위한 최적 개화결실 환경 조건 구명 및 받아들 향상 시험을 수행하였고, 태백분소 자체에서 종자 채종 후 년 20만주를 생산할 수 있는 종묘 생산 보급 체계를 구축하여 농가에 보급하고 종자 채종기술을 농가에 이전하는 중에 있다.

고추냉이 싹 채소 유통현황은 재배면적이 작아 규모화 되지 못하고, 지역농협 및 대형 마트 및 음식점 등을 통하여 계약 후 출하되고 있으나, 출하물량 부족 및 납품시기 일실 등으로 계약 해지 및 출하중단 등이 발생하고 있어 생산의 규모화가 절실한 형편이며 해발 750m 고랭지에서 연구를 수행하여 인근 시군에 기술보급을 수행하고 있던 중 고랭지 이외의 중산간지 및 평산지 농가에서도 재배를 희망하고 있다. 신작목인 고추냉이 재배 시 가장 어려운 과제가 묵입병(떡들이병), 민달팽이, 벼룩잎벌레 등의 병해충 방제이며 고추냉이는 발재배 시 차광 및 방충망이 설치된 비닐 하우스 내에서 정식한 해를 포함하여 4년 정도 재배하게 되므로 병충해 발생량이 비교적 많은 편이다. 본 연구는 싹채소용 고추냉이를 강원도 내 지대별 현장실증 시험을 통하여 지대별 재배기술 개발 및 연중 생산체계 구축하고 발재배 시 고추냉이 병해충 방제체계를 확립하기 위하여 주요 병충해로서 묵입병, 민달팽이 및 벼룩잎벌레 등의 발생시기 및 발생량을 조사하고, 방제 약제를 선별하고자 실시하였다.

2. 재료 및 방법

<제1세부과제 : 고추냉이 지대별 현장 실증 시험>

고추냉이를 강원도 내 지대별 재배기술을 개발하기 위해 지대별 현장실증시험을 수행하였다. 조사지역은 태백, 정선을 고랭지대로, 양구, 화천을 중산간지대로, 삼척과 동해를 해안지역으로 설정하고, 지역별로 고추냉이 종묘를 분양한 농가를 대상으로 재배 및 생육특성, 상품율, 경제성을 분석하였다.

<제2세부과제 : 고추냉이 병해충 방제체계 확립방안 연구>

가. 고추냉이 지대별 주요 병해충 발생조사

2011년 강원도 내 고추냉이를 차광 및 비가림 비닐하우스내에서 발재배를 하는 농가중 동해안지역의 삼척 2농가(삼척시 조비동, 삼척시 미로면), 중산간지역의 3농가(화천군 사내면 용담리, 양구읍 죽곡리, 평창군 미탄면 평안리), 고랭지지역의 3농가(태백시 금천동 2농가, 정선군 사북읍 직전리)를 선정하여 5월 하순부터 10월 하순까지 약 15일 간격으로 발생하는 주요 병해충의 분류학적 특징을 작물 병해충 방제도감(2010) 등을 참고하여 조사하였다. 주요 해충으로서 배추좀나방은 유충을 15주씩 조사하여 주당 마리수, 진딧물은 30엽씩 조사하여 엽당 마리수, 벼룩잎벌레는 30엽씩 조사하여 엽당 병반 면적율, 민달팽이는 15주씩 조사하여 주당 마리수를 조사하였으며 주요 병해로서 묵입병은 10주씩 조사하여 발병엽율, 무름병(연부병)과 바이러스병은 10주씩 조사하여 발병주율을 나타내었다.

나. 고추냉이 묵입병 방제약제 선발

1) 묵입병 병원균의 배지종류 및 배양온도별 균사생장속도 조사

2012년 9월 태백시 머리골길 소재 강원도농업기술원 특화작물연구소 고원농업연구분소에 서 재배되고 있는 고추냉이 품종 “달마종”을 공시식물로 사용하였다. 병징이 뚜렷한 발병 식물을 채집 후 1% sodium hypochlorite 수용액에 10분간 침지소독 후 멸균수로 수세하고 표면에 있는 습기를 여과지로 흡습, 제거한 후 조직을 2×2mm의 크기로 무균적으로 절편하여 1.5% 한천배지에 치상한 후 생장 균사의 선단을 취하여 페트리디쉬내 PDA배지에 옮겨 배양하면서 김 등(1998)의 분류방법에 따라 배지상에서의 배양적 특성, 병자각(柄子殼) 및 병포자(柄孢子)의 형태, 병원성, 병징 등을 관찰하여 동정하였다. 병원균의 증식에 적합한 배지종류 및 배양온도별 균사생장속도 조사를 위하여 감자한천배지(PDA : Potato dextrose agar) 및 귀리한천배지(OMA : Oatmeal agar)배지를 사용하여 15℃, 20℃, 25℃, 30℃로 조절된 항온기에서 7일 동안 배양한 상태의 균사생장을 측정하였다.

2) 묵입병 기내 및 포트 약효, 약해시험 처리

묵입병 방제 약제를 선발하기 위하여 기내 및 비닐포트시험으로 약효검정을 하였다. 묵입병 병반에서 분리한 균을 PDA배지에서 7일간 배양하여 공시균으로 사용하고 방제약제는 표 1의 약제를 PDA배지에 첨가하여 60℃에서 혼합 후 페트리디쉬에 분주하여 식힌 후 공시균을 접종, 25℃의 항온기에서 10일간 배양한 후 성장한 균총길이를 측정하였다. 묵입병의 병원성을 검정하기 위하여 묵입병 병원균을 PDA배지에서 2주간 배양하여 얻어진 포자를 살균 증류수로 포자현탁액을 만들었으며 2012년 10월 9일 고원농업연구분소 내 유리온실에서 고추냉이를 생육시켜 본 엽이 6~7매가 되는 비닐포트를 4포트씩 비닐포트당 아래 잎 3개를 선택하여 엽당 5개의 바늘로 표피를 찢어 상처를 낸 후 포자현탁액을 분무접종(噴霧接種)한 후 상대습도를 포화상태로서 1일간 20~25℃에서 유지한 후 15일까지 관리하면서 병원성을 확인하였다. 묵입병 병원성이 확인된 비닐포트를 대상으로 실내에서 묵입병 약효시험을 위하여 4개 비닐포트를 3반복으로 구분하여 표 1의 약제를 500ml 소형 손분무기에 넣고 약액이 흐를 정도로 잎의 앞면과 뒷면에 살포하였다. 약효는 조사엽수에 대한 발병엽수의 백분비로 산출하여 발병엽율로 표시하였으며 약해 시험은 표 1의 배양약제별로 살포 후 3일, 5일, 7일 후에 농촌진흥청의 조사기준(농촌진흥청, 2010)에 따라 반점, 황화, 위조 등 생육상태를 달관으로 조사하였다.

방제가는((무방제구의 발병엽율 - 방제구의 발병엽율)/무방제구의 발병엽율) × 100 으로 계산하였다.

표 1. 고추냉이 묵입병 약효시험 약제처리 내용

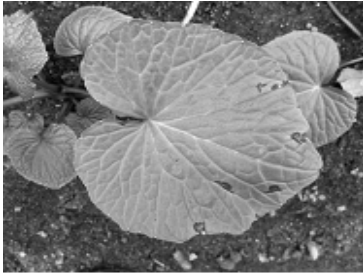
성분명(품목명)	주성분 함량(%)	희석배율(배액)		특 성
		기준량	배량	
현미식초	초산제거 후 여과	50	25	-
TDS (Thiamine Di-lauryl Sulfate)	-	500	250	비타민 B1유도체
바실루스 서브틸리스 이더블유 42-1액상현탁제	1.0×10 ⁷ cfu/ml, 93.8	100	50	미생물 농약
바실루스 서브틸리스 시제이-9 액상현탁제	1.0×10 ⁷ cfu/g, 80	100	50	"
베노밀수화제	50	1,000	500	저독성
트리플루미졸 수화제	30	2,000	1,000	저독성, 생물독성 II급
마이클로뷰타닐 수화제	6	1,500	750	저독성
무처리	-	-	-	-

3) 고추냉이 종자의 묵입병 병원균 방제약제 선발시험

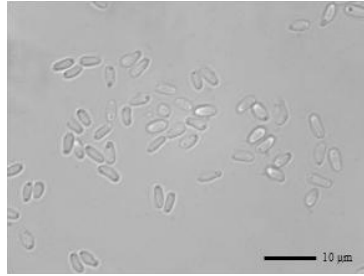
삼척지역 농가에서 수집한 고추냉이 달마종의 종자를 표 1의 기준량 희석배율 약제에 4일간 침지 후 건져 표면의 약액을 제거한 후 한천배지(Water agar)넣어 균히 직경 9cm 페트리 디쉬에 종자를 25개씩 4반복으로 넣고 25°C의 incubater에 7일간 배양 후 50배 해부현미경 하에서 종피의 변색 유무 및 병원균 균사생장을 관찰하여 무처리 대비 방제가를 조사하였다. 방제가는((약제무처리구의 종자발병율 - 약제처리구의 종자발병율)/무방제구의 발병율)×100으로 계산하였다.

4) 고추냉이 묵입병 포장 약효시험

고원농업연구분소에서 2012년 5월 2일 재식거리를 30×30cm로 정식하여 무멀칭 차광비가림 비닐하우스 내에서 3년간 재배한 포장에서 타 약제처리가 없고 약효를 검토하기에 충분한 병해가 발생하였음을 확인한 후(그림 1) 8월 17일 시험구를 난괴법 3반복으로 배치하고 10일간격으로 표 1의 약제를 3회 경엽 처리를 하였으며, 평창지역은 봉평면 흥정리 강원도농업기술원 특화작물연구소 산채연구분소에서 2013년 8월 20일 차광된 비닐하우스 내 포장에 재식거리 30×30cm 간격으로 1년생 묘를 정식한 후 주당 3엽 및 엽당 5개소에 바늘로 상처를 낸 후 묵입병 병원균 포자현탁액을 9월 15일 오후 5시에 분무한 후 5일 간 비닐 피복하여 온·습도를 발병조건으로 유지시켜 약효검토가 충분한 병해를 발생시켰으며(그림 2), 공시 약제를 10월 1일부터 태백지역과 동일한 방법으로 처리하였으며 방제가는 포트시험과 동일한 방법으로 산출하였다.



고추냉이잎 목입병 증상



고추냉이 목입병 병포자



태백지역 포장 억제살포

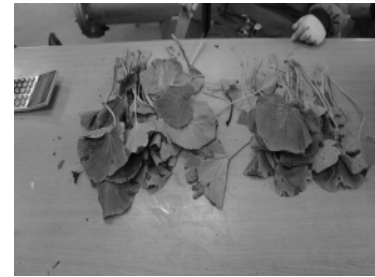
그림 1. 고추냉이잎 목입병 증상 및 태백지역포장 공시약제 살포



목입병 포자현탁액 접종



공시약제 살포 포장



발병엽을 조사

그림 2. 평창지역 고추냉이 목입병 접종 및 실내 발병엽을 조사

다. 고추냉이 민달팽이 방제약제 선발

달팽이류는 토양 속에 서식하고 주로 야간에 활동하며, 몸이 단단한 패각 속이나 두꺼운 표피로 둘러싸여 있어서 약제 방제에 의한 효과를 기대하기가 어렵다(Yoon et al., 2007). 달팽이류를 방제하는 방법으로는 유인트랩을 이용하는 방법(Yoon et al., 2007), 식물추출물이나 구리 테이프 등 달팽이류에 대한 기피 효과를 이용한 방법(Hollingsworth et al., 2002, 2003), 포식성 천적을 이용한 생물적 방제법(Ester et al., 2003) 등이 있다.



그림 3. 고추냉이 지체부 민달팽이



그림 4. 민달팽이 사육(25°C, 습사+고추냉이잎)

대체로 국내에서는 유인제를 이용하여 달팽이류를 방제하고 있으나, 유인제의 약효가 재배환경에 따라 많은 차이가 난다(Webley, 1966). 예를 들면, 메타알데히드 유인제는 대상 달팽이 뿐 아니라 비표적 동물이나 천적에게도 피해를 주며(Bieri, 2003), 강우나 관수 등에 의해 수분과 접촉하면 약효가 급격히 떨어지는 단점이 있다.(Thomas, 1948). 따라서 본 연구는 민달팽이에 대한 식물추출물 및 유인제를 이용한 방제효과를 구명하여 고추냉이 밭 재배시 피해를 줄이기 위하여 수행하였다.

1) 고추냉이 민달팽이 방제약제 기내시험

고추냉이 민달팽이 방제약제 선발을 위한 기내시험으로서 민달팽이(*Deroceras reticulatum*)를 고원농업연구분소 고추냉이 포장에서 채집하여 실내에서 플라스틱 사육상자에 습사 및 고추냉이 잎을 넣고 25℃를 유지하며 사육하여 공시재료로 사용 하였다(그림 3). 2012년 9월 3일 실내에서 직경 9cm되는 1회용 페트리디쉬 내에 고추냉이 잎을 7.0±0.1g 넣고 표 2의 방제약제를 500ml되는 손분무기에 넣고 약액이 흐를 정도로 분무 또는 유인제를 넣은 후 60분 경과 후 체중이 0.11±0.02g인 민달팽이를 9마리씩 접종하고 접종 후 7일까지 매일 뚜껑을 잠시 열었다가 닫아 환기를 하며 생충수를 조사하였다.

표 2. 고추냉이 민달팽이 방제약제 기내시험 처리내용

방제약제 성분	방제약제 조제 및 처리내용
카페인 1%+5%에탄올	5%에탄올 500ml에 카페인(C8960:SIGMA-ARDRICH제) 5g 용해, 분무
카페인 0.5%+ 5%에탄올	5%에탄올 500ml에 카페인(C8960:SIGMA-ARDRICH제) 2.5g 용해, 분무
카페인 0.1%+ 5%에탄올	5%에탄올 500ml에 카페인(C8960:SIGMA-ARDRICH제) 0.5g 용해, 분무
식용원두커피 2%액	물 500ml에 식용원두커피(인스턴트) 10g을 용해, 분무
식용원두커피 1%액	물 500ml에 식용원두커피(인스턴트) 5g을 용해, 분무
식용원두커피 0.5%액	물 500ml에 식용원두커피(인스턴트) 2.5g을 용해, 분무
자판기커피 100%	물 85ml에 커피믹스(커피10.8%+백설탕+식물성크림) 11g을 용해, 분무
자판기커피1+물4(V:V)	자판기 커피를 물과 부피비율 1:4로 혼합
차나무추출물 0.5%	물 500ml에 천연식물발효액 2.5ml을 희석, 분무
차나무추출물 0.5%	물 500ml에 천연식물발효액 5ml을 희석, 분무
메타알데히드 0.25g	페트리디쉬내에 유인제를 넣어 유살
무처리	-

2) 고추냉이 민달팽이 방제약제 포장시험

고추냉이 민달팽이 방제약제 선발을 위한 포장시험용 민달팽이(*Deroceras reticulatum*)는 가와 같이 준비하였으며 방제약제는 표 3과 같이 처리하였다. 2011년 5월 차광 및 비가림 비닐하우스내에 30×30cm 간격으로 정식한 고추냉이 밭재배 포장에 2012년 9월 12일 반복당 2주씩 0.18㎡당 표 3의 방제약제를 500ml되는 손분무기에 넣고 약액이 흐를 정도로 분무 또

는 유인제를 넣은 후 60분 경과 후 체중이 $0.11 \pm 0.02\text{g}$ 인 민달팽이를 반복당 12마리씩 3반복으로 접종하고 포기 전체를 소형 아치형 카본활대를 꽂고 백망사를 씌워 민달팽이가 외부로 나가거나 외부에서 들어오지 못하도록 격리하며 접종 후 7일까지 매일 생충수 및 주당 민달팽이가 식해한 고추냉이 잎의 구멍수를 조사하였다.

가. 고추냉이 벼룩잎벌레 방제약제 선발

태백시 고원농업연구분소에서 2013년 8월 10일 재식거리 $30 \times 30\text{cm}$ 간격으로 정식하여 타 약제처리가 없는 무멸칭 차광비가림 비닐하우스내에서 8월 17일 시험구를 난괴법 3반복으로 배치하고 벼룩잎벌레 성충이 발생하기 시작한 것을 확인한 후 표 3의 방제약제를 10일 간격으로 3회 경엽처리를 하였으며 최종 처리 후 10일 및 15일 차에 반복당 5주씩 생충수를 조사하여 방제가를 산출하였으며 약해시험은 6포트씩 4반복으로 방제약제의 배량을 처리 후 3일, 5일, 7일 간격으로 농촌진흥청 조사기준(농촌진흥청, 2010)에 따라 잎에 나타나는 반점, 황화, 위조 등 생육상태를 달관으로 조사하였다. 평창지역은 산채연구분소에 2013년 4월 20일 무멸칭 차광 비가림 비닐하우스 내 포장에 재식거리 $30 \times 30\text{cm}$ 간격으로 1년생 묘를 정식한 후 6월 10일 벼룩잎벌레 성충이 발생하기 시작한 때에 태백지역과 같이 방제약제를 처리하고 생충수를 조사하였다.

방제가는((약제무처리구의 생충률 - 약제처리구의 생충률)/약제처리구의 생충률) $\times 100$ 으로 계산하였다.

표 3. 고추냉이 벼룩잎벌레 방제약제 선발 약효 및 약해시험 처리내용

성분명(품목명)	주성분 함량 (%)	희석배율 (배액)		특 성
		기준량	배량	
<i>Steinernema carpocapsae</i>	2×10^7 마리/1팩	물150ℓ/1팩, 2팩/10a	물150ℓ/1팩, 4팩/10a	곤충병원성 선충
식물추출물	-	500	250	저독성
에토펜프록스 유제	20	100	50	저독성
스피네토람입상수화제	5	100	50	"
메타플루미존유제	20	1,000	500	"
클로란트라닐리프롤.티아메톡삼 액상수화제	24.5(8+16.5)	2,000	1,000	"
무처리	-	-	-	-

3. 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 고추냉이 지대별 현장 실증 시험>

가. 1년차 현장실증 시험 결과

표 4. 추계정식 후 활착율 및 월동관리 후 생육 상태

구 분	고랭지	중산간지	동해안지
활 착 율	95%	95%	98%
생 존 율	87%	75%	98%

고추냉이 종묘를 2010년 가을 정식(9월 중순~10월 중순)후 정식 후 30일의 활착율 및 2011년 3월 하순 봄 생존율을 조사한 결과는 표 1과 같았으며, 지역별 활착율은 비슷하였으나, 월동 생존율은 지역별 월동관리 기술에 따라 차이를 나타내었으며, 고랭지 지대는 기 재 배지역으로 월동 관리 기술을 보유하고 있었으나, 중산간지의 경우 신규로 도입되어 기술의 정착이 필요하며, 동해안지의 경우, 겨울철 온도가 비교적 높아 월동에 유리하였던 것으로 판단 되었다.

나. 2011년도 지대별·계절별 주요 생육특성

지대별 정식 후 첫해(2011년) 봄, 여름 그리고 가을 계절별 기상 여건 및 주요 생육 특성을 조사하였다. 지대별 주요 생육 특성은 표 2와 같았다.

표 5. 지대별 고랭지 계절별 온도 및 주요 생육 특성

지대별	계절	온도(°C)			생육 특성					비고
		최고	최저	평균	초장 (cm)	엽폭 (cm)	엽장 (cm)	엽병장 (cm)	엽수 (매/주)	
고랭지	봄	29.8	14.8	22.3	36.1	13.3	11.5	24.5	21.2	※ 여름철 하고 및 장마로 생육저조 (8상 ~ 9상)
	여름	31.4	18.0	24.7	21.1	10.1	8.4	12.7	17.5	
	가을	22.2	3.5	12.8	27.9	10.1	8.6	17.7	74.4	
중산간지	봄	29.9	8.7	19.3	32.8	13.1	10.6	21.5	28.9	※ 주당 엽수 가을 철 최성기 : 83.2매
	여름	34.3	19.9	27.2	24.3	10.9	8.6	15.5	18.7	
	가을	30.9	2.9	15.5	31.7	12.0	9.5	22.0	83.2	
동해안지	봄	24.7	11.9	18.3	31.0	11.8	9.8	15.4	21.2	※ 배추좀나방, 먹들이병 발생(5초) → 가을 재 식재
	여름	32.9	20.9	26.9	28.5	11.4	9.0	19.5	20.9	
	가을	27.0	9.3	18.1	-	-	-	-	-	

고랭지 평균온도는 봄(3~5월) 22.3℃, 여름(6~8월) 24.7℃, 가을(9~11월) 12.8℃였으며, 생육사향은 봄 > 가을 > 여름의 순으로 좋았으며, 여름은 고온에 의한 하고와 장마로 생육이 저조하였으며, 가을은 분지가 많아 엽수가 가장 많았으나, 상품성이 낮았으며, 중산간지 평균온도는 봄(3~5월) 19.3℃, 여름(6~8월) 27.2℃, 가을(9~11월) 15.5℃였으며, 생육사향은 봄 > 가을 > 여름의 순으로 좋았으며, 여름은 고온에 의한 하고와 장마로 생육이 저조하였으며, 가을철 엽수가 가장 많았고, 동해안지 평균온도는 봄(3~5월) 18.3℃, 여름(6~8월) 26.9℃, 가을(9~11월) 18.1℃였으며, 생육사향은 봄 > 여름 순으로 좋았으나, 관리 기술의 미흡으로 배추 쫄나방 및 목입병이 발생하여 가을에 다시 식재 하였다.

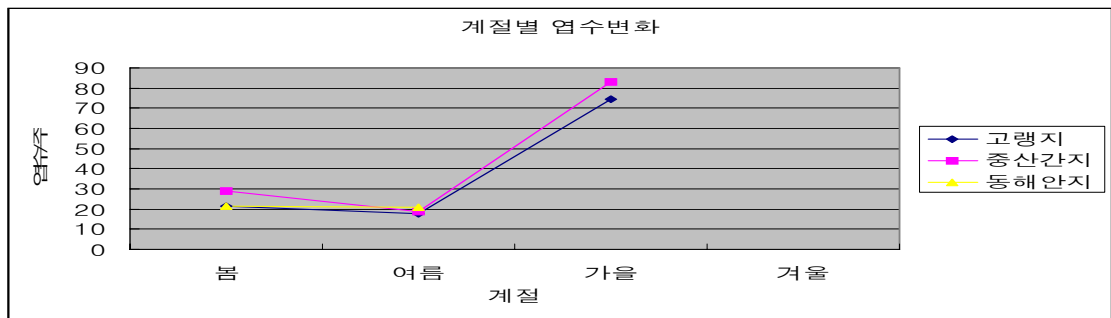


그림 5. 계절 및 지대별 엽수 변화

계절별로 엽수는 가을 > 봄 > 여름의 순으로 많았으나, 엽의 상품성은 낮았다. 엽수와 함께 엽의 상품성 제고 기술 개발이 필요하였다.

다. 밭 고추냉이 최적재배 여건

고추냉이의 온도별 생육특성은 표 3과 같으며, 최적생육온도는 18℃로 나타났으며, 영하 3℃이하에서는 동해가 발생하고, 5℃ 이하에서 생육이 정지하며, 5 ~ 20℃에서 정상 생육상태를 나타내었으며, 20℃이상에서 생육이 정지하였으며, 25℃이상에서 병해 및 하고현상이 발생하였다.

표 6. 고추냉이 온도별 생육 특성

-3℃이하	-3~5℃	5~20℃	20~25℃	25℃이상
동해발생	생육정지	생육온도범위	생육정지	병해발생

※ 최적 생육온도 : 18℃

고추냉이의 적정 생육 온도조절을 위한 차광 비율 시험결과 년중 캐시미론 차광으로 직사광선을 피하여 산광형태로 만들고, 차광율을 봄과 가을 30%, 여름 70% 차광하였을 때 적정 온도유지에 유리하였다. 계절별 차광비율은 표 4와 같았다.

표 7. 고추냉이 시설하우스 계절별 적정 차광비율

봄	여름	가을	겨울	비 고
30%	70%	30%	무차광	캐시미론(년중)

라. 2012년도 지대별·계절별 온도 및 주요 생육 특성

지대별 고추냉이 재배 시설하우스내의 온도를 조사하였다. 각 지대별 농업절기별 온도 분포는 표 8와 같았으며, 고랭지의 최고온도는 춘분에 나타났으며, 최저기온이 영하 7℃를 나타난 것을 고려할 때, 이는 외부기온이 낮아 환기를 시키지 않은 상태에서 일사의 영향으로 나타난 것으로 판단된다. 중산간지 및 동해안지 역시 입춘, 우수, 춘분의 절기에 최고온도와 일교차가 커 환기 관리의 필요성을 나타내고 있었다.

표 8. 지대별 계절별 시설하우스 내 온도 특성(2012년)

지대	온도 (°C)	대한 1.21	입춘 2.4	우수 2.19	춘분 3.20	청명 4.4	입하 5.5	망종 6.5	단오 6.24	소서 7.7	대서 7.22	처서 8.23	추분 9.22
고랭지	최고	8.7	24.8	31.4	42.0	35.3	27.8	33.9	28.7	31.9	30.5	20.2	24.1
	최저	1.9	-9.1	-11.7	-7	-0.5	9.5	14.0	11.4	13.8	18.1	17.0	8.5
	일교차	6.8	33.9	43.1	49.0	35.8	18.3	19.9	17.3	18.2	12.4	3.1	15.0
	평균	4.8	0.6	0.8	9.0	11.5	16.7	21.5	19.7	20.9	22.9	18.3	15.5
중산간지	최고	15.7	26.5	34.2	22.9	32.0	29.3	31.5	34.8	35.6	24.4	27.9	29.9
	최저	1.4	-2.7	-6.0	-4.9	-2.5	8.2	15.1	16.9	16.1	22.2	16.8	12.4
	일교차	14.3	29.2	40.2	27.7	34.5	21.0	16.5	17.9	19.5	4.3	11.1	17.4
	평균	5.1	4.4	5.8	6.3	12.1	17.6	21.7	24.7	24.6	22.3	21.2	18.3
동해안지	최고	8.6	34.1	37.8	35.1	36.3	32.4	38.6	24.5	29.1	23.4	22.1	33.7
	최저	1.8	1.5	0.7	0.7	1.3	11.5	16.2	17.9	18.3	19.4	19.6	13.6
	일교차	6.8	32.6	37.1	34.4	35.0	20.9	22.4	6.6	3.5	3.9	2.5	20.1
	평균	4.9	10.8	12.2	12.4	14.7	21.0	26.6	20.5	21.8	21.5	20.4	20.8

고추냉이 지대별 생육특성 결과는 표 9과 같다. 쌈채소용으로 이용 가능한 상품성 있는 고추냉이 잎의 생산 시기는 고랭지에서는 5월, 중산간지와 동해안지에서는 3월부터 가능하였으며, 여름과 가을철 생산은 고랭지가 가능하였으며, 중산간지와 동해안지는 상품성이 다소 낮아지는 경향을 나타내었다. 고추냉이 잎의 상품성은 옆폭이 10cm이상에서 쌈채소용으로 가능하였다.

지대별 경영사례를 분석한 결과는 표 10과 같았으며, 지대별 평균 생산량은 동해안지 > 중산간지 > 고랭지의 순으로 많았으며, 이는 생산가능 기간이 영향을 미쳐 재배 가능기간이 길수록 생산량이 많은 것을 알 수 있었다. 이는 일반적인 쌈채소류의 경우에도 같은 것을 알 수 있어, 고랭지의 경우, 타 지역에서 생산되지 않을 때 생산하여 고가로 판매하는 경영 전략이 필요할 것으로 판단되었다.

표 9. 지대별 고추냉이 생육 특성(단위 : cm)

지대별	구분	3월	5월	7월	9월	11월
고랭지	초 장	27.4	39.0	41.8	37.1	43.1
	엽 폭	6.0	12.6	15.4	12.2	13.2
	엽 장	5.6	11.1	14.7	10.1	11.6
중산간지	초 장	24.5	29.9	25.9	23.7	23.1
	엽 폭	10.1	11.4	12.0	10.2	10.5
	엽 장	8.4	8.8	9.3	8.0	7.7
동해안지	초 장	31.4	36.4	28.6	22.6	22.1
	엽 폭	11.8	13.6	12.8	10.1	9.9
	엽 장	10.5	13.2	10.5	8.2	7.9

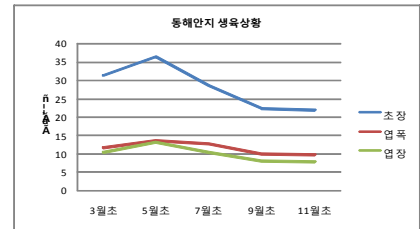
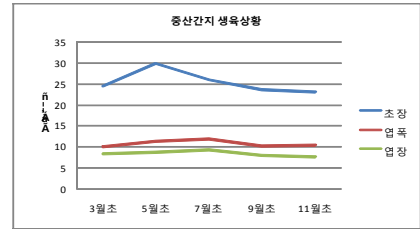
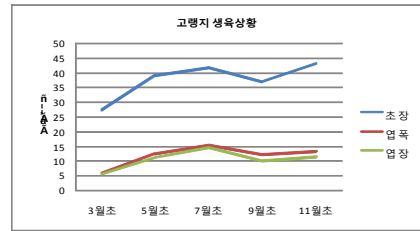


표 10. 지대별 경영사례 분석

지대	시·군	규모 (평)	정식기 (년,월)	생산량 (kg)	판매량 (kg)	매출액 (천원)	주 출하처	하고 피해율	비 고
고랭지	태백	600	'9. 5	5,200	4,800	43,200	홈플러스	30%	가격(원/kg) : 8,000~12,000
	정선	300	'10. 5	2,500	1,600	13,600	개인판매	5%	
중산간지	양구	300	'11. 10	2,700	1,900	22,800	서울청과	15%	12천원/kg, 겨울난방
	화천	200	'11. 10	1,600	1,100	9,900	개인판매	20%	
동해안지	삼척 동해	600 (4호)	'11. 10	5,200	3,900	35,100	산들메 (가공회사)	30%	산들메 가공공장 : 고추냉이 장아찌 제조업체,

판매량은 10a당 판매량은 고랭지 > 동해안지 > 중산간지의 순이었으나, 매출액은 중산간지 > 고랭지 > 동해안지의 순으로 중산간지의 농가들이 적은 양으로 높은 단가를 받은 것으로 나타났으며, 이는 마케팅력이 높은 것으로 판단되었다.

마. 지대별 시설에 따른 온도 환경 제어 구명

고추냉이를 분양 받아 재배하고 있는 강원도 내 고추냉이 재배농가의 지대별 해발고도를 <그림 6>과 같이 표시하였다. 동해안지의 해발 100m 이하에서 재배하고 있는 농가도 있으며, 화천, 양구 영월의 경우는 해발 200~300m지대이며, 정선, 태백, 평창의 경우 650m이상의 고랭지에서 재배 되고 있는 것을 알 수 있다. 지대별 재배의 경우, 계절별 온도분포가 달라지며, 특히 재배시설의 종류 및 조합에 따라 같은 지역이라 할지라도 서로 다른 재배환경을 제공하게 되어, 다양한 재배 환경에 알맞은 맞춤형 재배 시설 설치 매뉴얼 및 맞춤형 재배 기술이 필요하게 되었다.

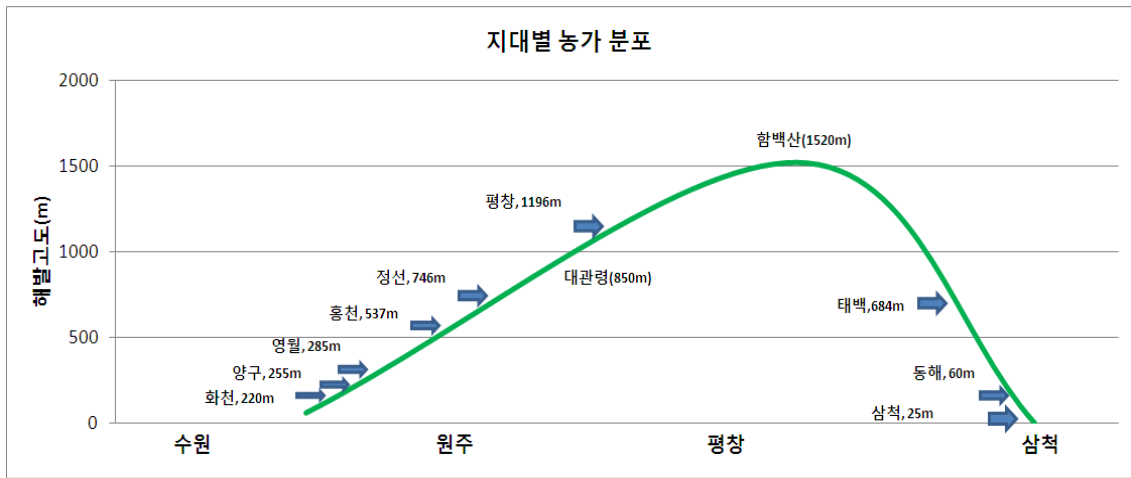


그림 6. 고추냉이 재배 농가의 해발 고도 분포

고추냉이 재배 농가 요구시 필요한 지대별 적정 재배시설 제안을 위해 지대별 대표 지역을 선정하고, 지역별 시설 설치 현황 및 시설 내 온도변화 조사를 실시하고, 그 결과는 표 11과 같았으며, 고추냉이 재배농가의 서늘 내부 온도와 적용기상대의 온도 변화 분포는 그림 7과 같았으며, 각 시설별 월동 현황은 그림 8과 같았다.

표 11. 고추냉이 재배 농가의 시설내부 온도 변화

농가 지역명	해발 고도	설치 시설	측정기간	온도비교(℃)		
				1월 평균	8월 평균	적용 기상대
삼척	25m	2중비가림+차광망+수막시설	12.3.30~13.7.17.	10.1	0.8(6월)	동해
동해	60m	2중비가림+캐시미론차광	12.4.3~13.10.10.	3.4	1.1	동해
화천	220m	2중비가림+캐시미론차광 ※ 하우스내부에 머루 재배	12.1.2~13.10.10.	7.4	-3.17	춘천
양구	255m	2중비가림+알루미늄차광+전열 ※ 하우스내무 환풍시설	12.4.2~13.10.10.	12.9	-1.45	춘천

각 지역별 해발고도는 삼척 25m, 동해 60m, 화천 220m, 양구 255m로 동해안지와 중산간지를 대상으로 조사하였으며, 삼척 지역 농가는 2중비가림 하우스에 외부에는 차광망이 설치되어 있었으며, 수막시설을 이용하여 여름철 냉방과 겨울철 보온에 이용하고 있었고, 동해 지역 농가는 가장 일반적으로 2중 비가림하우스에 외부에 캐시미론으로 차광하여 고추냉이를 재배하고 있었으며, 화천지역 농가도 2중 비가림하우스에 캐시미론으로 차광하여 고추냉이를 재배하고 있었으며, 특히 친환경 농법을 위해 하우스 내부에 머루를 재배하여 여름철 차광효과를 더욱 높였다. 그리고 양구지역 농가는 시설이 가장 잘되어 있는 곳으로 2중 비가림하우스에 알루미늄 차광시설과 전열시설이 설치되어 있으며, 내부 환기를 위해 공기순환 환풍기가 설치되어 있었다.

각 지역별 시설내부 온도와 기상대 온도를 비교한 결과 겨울철 보온효과는 수막을 이용한 삼척은 10.1℃, 일반적인 2중 비가림하우스에 캐시미론 처리한 동해는 3.4℃, 화천은 7.4℃의 보온효과를 나타내었으며, 전열을 사용하고 있는 양구는 12.9℃의 보온효과를 나타내었으며, 보온효과에 따른 월동 후 생존율은 그림 8과 같이 확인할 수 있었다.

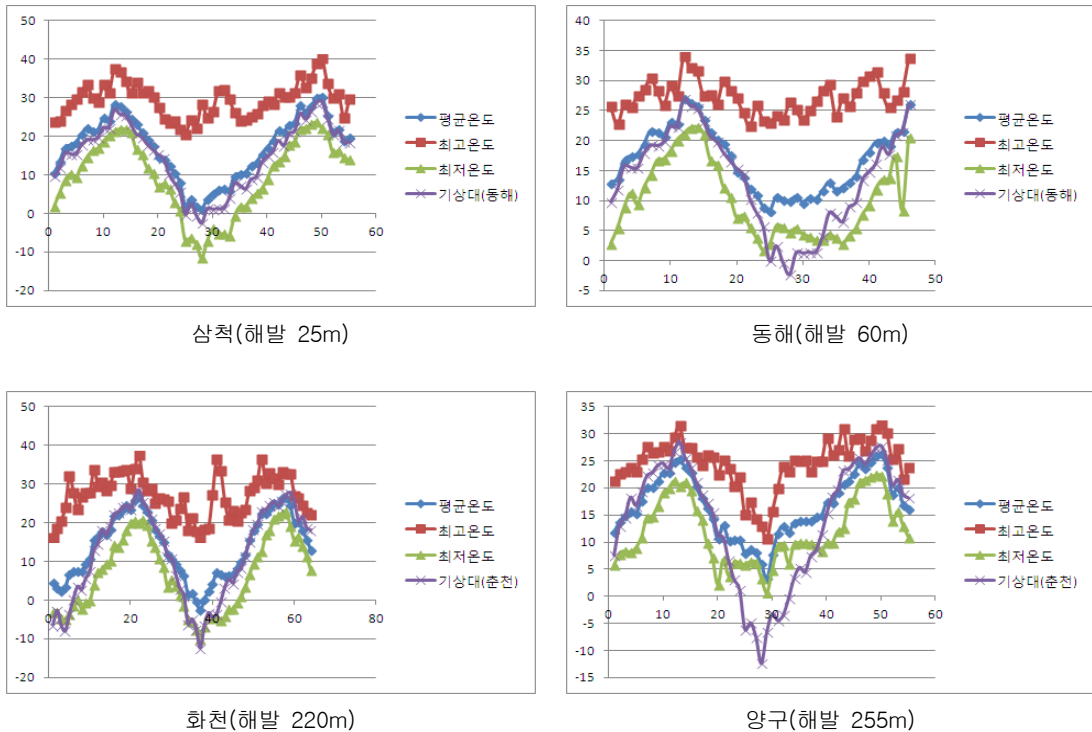


그림 7. 고추냉이 재배농가의 시설내부 온도 변화



그림 8. 재배농가 시설 차이에 따른 월동 생존율 현황(3월 19~21일)

이러한 결과에서 보온시설, 즉 2중 비가림하우스에 캐시미론 처리만으로도 3℃의 보온효과를, 추가적으로 전열시설을 이용할 경우 평균 10℃정도의 보온효과를 가지는 것으로 판단되어 이를 이용하여 전국 및 강원도의 1월 평균온도 분포에서 보온시설 설치, 즉 3℃ 보온되었을 때 1월 평균 5℃ 이상인 지역, 추가로 전열 시설 설치, 즉 10℃ 보온되었을 때 1월 평균온도가 5℃이상인 지역을 구분하여 겨울철 보온자재 및 시설을 이용한 고추냉이 겨울철 생산가능지역을 설정하였다.

먼저 비가림하우스 만으로 고추냉이를 재배 가능한 지역은 그림 9와 같으며, 제주도 해안지역과 남해안 일부지역이 가능하였으며, 강원도에는 분포하지 않았다.

두 번째로 2중 비가림하우스와 캐시미론 차광정도의 보온시설 설치 시 고추냉이 재배가 가능한 지역은 그림 10와 같았으며, 제주도와 남부지방일부 그리고 강원도에서는 동해안 일부지역이 해당되었다.

세 번째로 보온시설에 추가로 전열시설을 설치할 경우 고추냉이 재배가 가능한 지역은 그림 11과 같았으며, 남부지방 대부분과 중부의 서해안 일부지역이 해당되었으며, 강원도에서는 동해안지 대부분이 가능지역으로 나타났다.

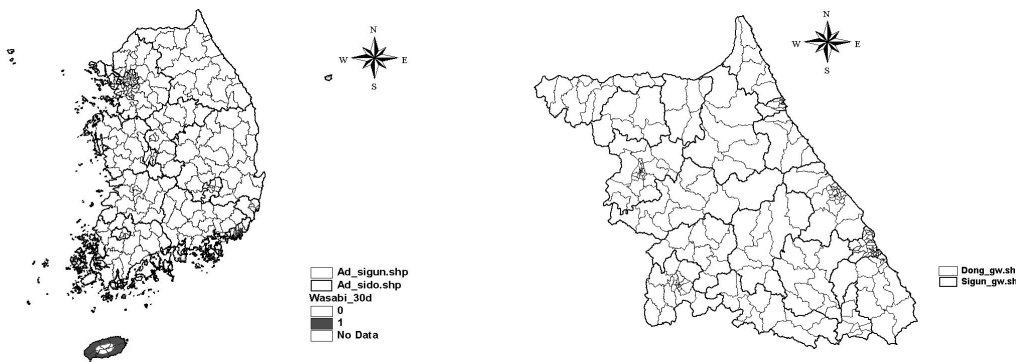


그림 9. 겨울철 고추냉이 재배 가능 지역(보온시설 불필요)

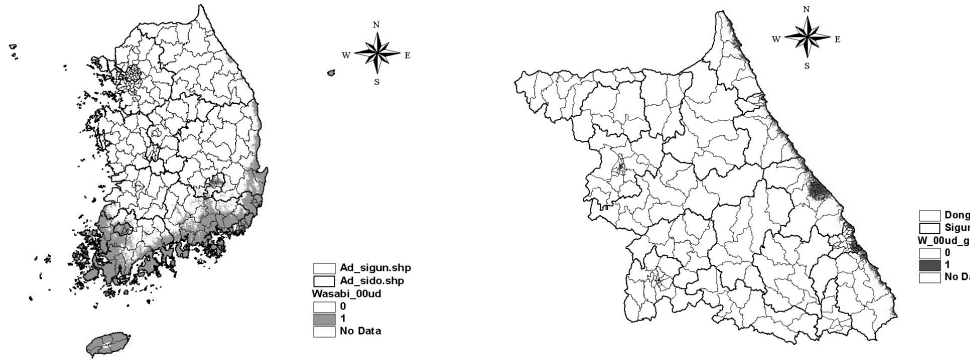


그림 10. 보온시설 설치시 겨울철 고추냉이 재배 가능 지역

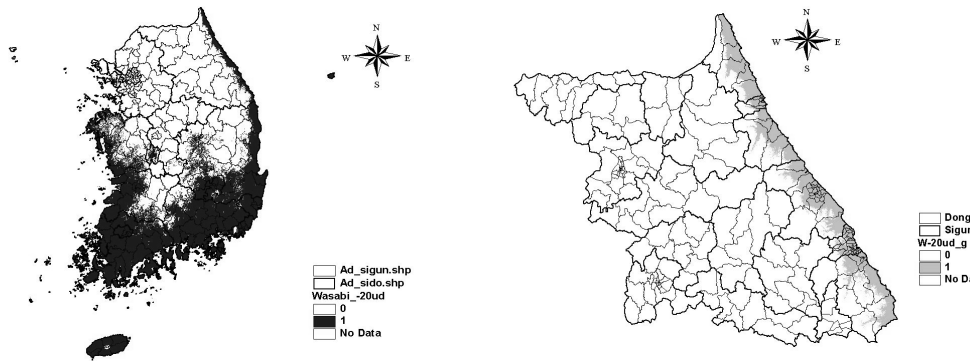


그림 11. 전열시설 추가 설치시 겨울철 고추냉이 재배 가능 지역

고추냉이의 여름철 생산을 위한 온도 강하에 따른 냉방효과에 대한 결과는 동해안지역은 냉방효과가 나타나지 않았으며, 화천에서는 3.17℃, 양구에서는 1.45℃의 냉방효과를 나타내었다. 이는 동해안지역은 하고 피해가 크지 않아 여름철 차광 및 온도 처리를 하지 않았으나, 화천에서는 상층부에 머무를 식재하여 차광율을 높였으며, 여름철 약 2~3시간 동안 10분 간격으로 미스트를 이용한 온도 강하 시설을 운영하여, 3.17℃의 냉방효과를 보였으며, 양구의 경우도 하우스 내부 환기와 천창을 통한 환기를 지속적으로 운영하여 1.45℃의 냉방효과를 나타내었으나, 그림 7에서 나타난 것과 같이 여름철 시설내부의 온도가 25℃를 넘어 하고현상을 보였으나, 냉방효과에 따른 가을철 생육에 영향을 미치는지에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

여름철 안전생산 및 고랭지의 고추냉이 재배농가의 소득 제고를 위해 온도 저감시설을 이용한 냉방효과를 구명하기 위해 온도 저감 시설을 표 12와 같이 설치하여 온도변화를 조사하였다. 처리내용은 2중 비가림하우스에 캐시미론 차광을 기본으로 처리하고, 환풍기 추가 처리와 알루미늄 차광 추가 처리를 하여 환풍기를 이용하여 강제 환기시의 온도 저감 효과와 알루미늄 차광처리에 의한 차광율을 높여 온도를 저감하는 효과를 검토하였다.

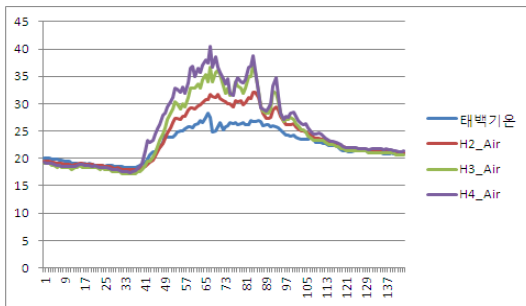
표 12. 고온기 온도 저감효과 구멍을 위한 시설 설치

구분	온도 저감 시설	비고
H2	2중하우스+카시미론차광+알루미늄차광+환풍기	고원농업연구분소
H3	2중하우스+카시미론차광+환풍기	(태백, 해발 684m)
H4	2중하우스+카시미론차광	2중 육묘하우스 2013년 8월중 시험

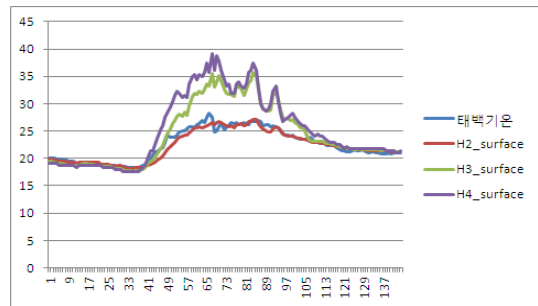
※ 온도기록장치 위치 : Surface(토양 5cm), Air(토양 180cm).
 ※ 태백기온은 태백기상대의 10분 단위 온도자료를 적용하였음.

2013년 8월 2일 측정된 결과 시설 하우스 내의 온도변화를 그림 12과 같이 나타냈으며, 시설 하우스 상부의 온도와 시설하우스 하부의 온도가 약 5°C이상의 차이를 나타내고 있는 것을 확인 하였으며, 토양표면의 온도는 태백의 대기온도와 같은 것으로 나타났으며, 이는 고추냉이의 초장이 30cm인 것을 고려할 때 온도저감 효과를 볼 수 있을 것으로 판단되었다.

추가적인 온도 변화조사를 실시하여 2013년 8월 11일에서 14일까지의 온도변화를 조사한 결과는 그림 13와 표 13과 같이 나타났으며, 태백지역 기상자료와 2중 비가림하우스, 알루미늄 차광처리, 그리고 환풍기를 복합하여 처리할 경우 평균온도는 2.0 ~ 3.0°C, 최고온도는 2.2 ~ 4.9°C, 최저온도는 0.4 ~ 1.4°C 의 온도저감 효과를 나타내었다.



시설하우스내 대기온도 변화(2013.8.2.)



시설하우스내 표면온도 변화(2013.8.2.)

그림 12. 온도 저감을 위한 시설하우스내 온도 변화(2013. 8. 2.)

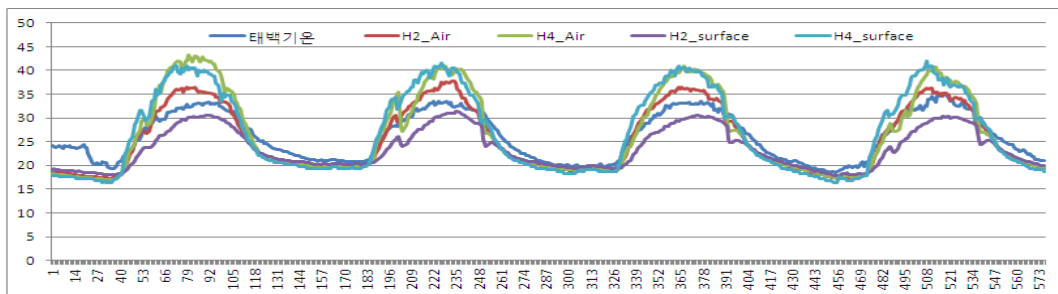


그림 13. 온도 저감을 위한 시설하우스 내 온도 변화(2013. 8. 11. ~ 14.)

표 13. 온도 저감을 위한 시설하우스 내 온도 분포

구 분	8.11			8.12			8.13			8.14		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
태백기온	26.5	33.4	19.4	26.2	33.6	20.5	25.8	33.5	19.7	25.9	35.3	18.5
H2_Air	25.5	36.6	17.3	26.1	37.8	19.7	26.0	36.4	18.8	25.2	36.3	17.3
H4_Air	27.4	43.2	16.9	27.2	41.0	19.8	26.9	40.9	18.9	25.9	40.6	17.3
H2_surface	23.5	30.5	18.0	24.0	31.4	20.1	23.8	30.5	19.3	23.2	30.4	17.8
H4_surface	26.9	41.1	16.4	27.5	41.5	19.0	27.2	41.1	18.3	26.5	42.0	16.4

이러한 결과에서 온도저감 시설, 즉 2중 비가림하우스에 캐시미론 차광에 알루미늄 차광처리와 환풍기를 같이 설치 운영할 경우 일 최고 온도를 3℃정도 저감할 수 있는 온도저감 효과가 있어, 일평균온도가 23℃ 정도인 지역을 구분하여, 고추냉이 잎의 단경기생산을 통해 농가소득을 증대할 수 있는 고추냉이 생산가능 지역으로 설정하였다.

먼저 비가림하우스만으로 고추냉이를 재배 가능한 지역은 그림 14과 같으며, 강원도 고랭지대가 가능하였으며, 다른 지역은 불가능하였다.

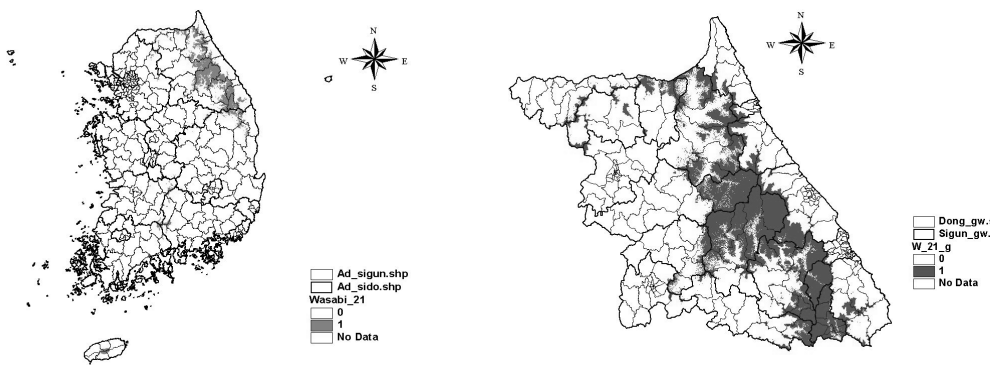


그림 14. 여름철 고추냉이 재배 가능지역

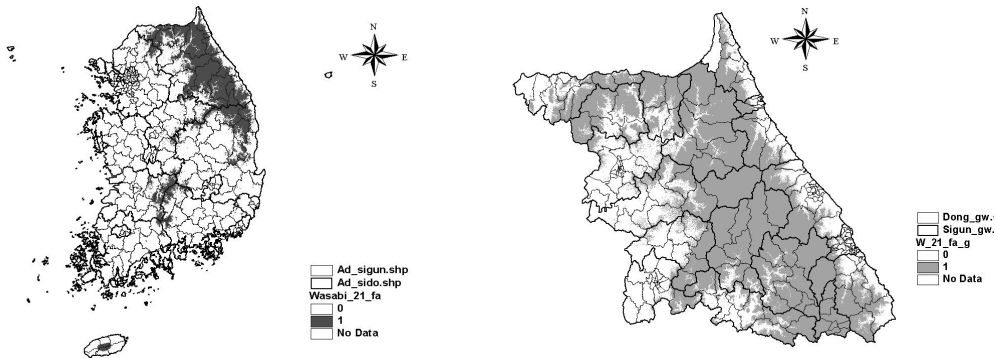


그림 15. 여름철 온도 저감 시설 이용시 고추냉이 재배 가능지역

두번째로 알루미늄 차광망 및 환풍시설을 추가한 온도 저감 시설 이용 시 여름철 고추냉이 재배가능 지역은 그림 15와 같으며, 전국의 400m 이상의 준고랭지가 해당되었으며, 대부분 강원도에 분포하고 있었다.

이상의 결과를 통해, 고랭지에 한정되어 재배되던 쌈채소용 고추냉이를 중산간지 및 동해안지에서의 재배 가능성을 검토하여 각 지대별 적정 생산시기에 대하여 검토하였으며, 각 지대별 월동 관리 기술의 숙련도, 생산량 및 판매량 검토를 통해 마케팅력 보유 정도를 검토하여 확대재배시의 가능성을 확인하였다. 또한 생산량 증대를 위해서는 적정 온도 조건의 재배기간 연장을 필요로 하는데 이를 위한 보온시설 및 냉방시설의 효과에 대한 검토를 통해 지역별 필요시설 정보를 확보할 수 있었으며, 이러한 연구 결과를 활용한 주년생산을 위한 지대별 작부체계 구축 및 현장 애로 기술 해결이 지속적으로 이루어져야 할 것을 판단되었다.

<제2세부과제 : 고추냉이 병해충 방제체계 확립방안 연구>

가. 고추냉이 지대별 주요 병해충 발생조사

2011년 강원도 내 차광 및 비가림비닐하우스 내에서 고추냉이 밭 재배를 하는 농가 포장을 대상으로 동해안지역, 중산간지역, 고랭지 지역별로 발생한 주요 병해충의 분류학적 특징을 조사하였다. 해충에는 배추좀나방 *Plutella xylostella*이 잎을 식해하며, 진딧물은 목화혹진딧물 *Myzus persicae*이 주로 발생하여 어린 잎 뒷면에 군생하여 흡즙하고 벼룩잎벌레 *Phyllotreta striolata*는 성충이 되어 다니며 잎에 둥글고 작은 구멍을 뚫어 상품성을 저하시키고 특히 어린 신초를 식해 시 잎의 생육에 기형 및 왜소현상을 가져왔으며 민달팽이 *Deroceras varians*는 잎을 부정형으로 크게 구멍을 내며 식해하였다.

표 14. 밭고추냉이 주요 병해충의 분류학적 특징

구분	병해충명	병원균·해충 학명	가해증상
해충	배추좀나방	<i>Plutella xylostella</i>	식엽
	진딧물	<i>Myzus persicae</i>	잎 흡즙, 위축
	벼룩잎벌레	<i>Phyllotreta striolata</i>	식엽
	민달팽이	<i>Deroceras varians</i>	식엽
병해	목입병	<i>Phoma wasabiae</i>	전신감염, 잎 및 잎줄기 흑반
	무름병	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>wasabiae</i>	잎 황화, 위조, 근경부패 악취
	바이러스	TMV, TuMV, CMV	위축, 기형, 퇴록

병해로서는 목입병 *Phoma wasabiae*이 잎 및 잎줄기에 흑반을 나타 내었으며 무름병 *Erwinia carotovora* subsp.*wasabiae*은 7~8월 고온기에 잎의 황화 및 위조를 가져오며 근경부위가 부패하여 악취를 발생시키고 생리적인 하고 현상 외에 고온기 결주를 나타내었으며 바이러스병은 TMV(tobacco mosaic virus), TuMV(Turnip mosaic virus), CMV(Cucumber mosaic virus)가 복합감염되어 위축, 기형, 퇴록 증상을 나타내었다(표 14).

강원도 내 쌈채소용 고추냉이 밭 재배 농가에서 지대별 주요 병해충 발생시기 및 발생량을 조사한 결과, 동해안 지역에서 배추좀나방 유충은 5월 하순부터 8월 상순까지 주당 4.30~5.90 마리로 많았는데 배추좀나방 특성상 겨울(12~2월)의 월 평균기온이 0℃ 이상이 되는 지역에서 월동하며 7℃ 이상의 온도에서 발육 및 성장이 되어 연간 발생 세대수가 8세대 정도 되고 동해안 지역의 고추냉이 밭 재배는 겨울에도 2중 비닐하우스 및 3중 소형 터널 내에서는 고추냉이 생육이 가능하므로 다른 지역에 비하여 발생시기가 빠르고 발생량이 많은 것으로 보인다. 벼룩잎벌레는 병반면적율이 8월 상순에 급격히 증가 하고 묵입병은 7월 상순부터 발병엽율이 증가하여 8월 상순에 가장 많이 나타났다. 무름병은 발병주율이 6월 중순에 3.5%로 나타났으며 9월 중순 이후에는 하고현상으로 식물체가 고사하여 병해충 조사가 불가능하였다(표 15).

표 15. 동해안지 고추냉이 병해충 발생 양상(삼척시 조비동, 미로면)

조사 병해충 (조사기준)	조사시기 (월.순)							
	5하	6중	7상	7중	8상	8하	9중	
배추좀나방유충 (주당 마리수)	5.90	5.60	5.80	4.50	4.30	0.87		
진딧물 (엽당 마리수)	0.00	0.60	0.10	0.03	0.06	0.00		
벼룩잎벌레 (병반면적율)	0.00	0.00	0.00	0.20	6.70	4.50	하고로	
민달팽이 (주당 마리수)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	조사	
묵입병 (발병엽율)	0.00	7.20	9.95	5.90	23.0	0.00	불가	
무름병 (발병주율)	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00		
바이러스 (발병주율)	0.00	5.00	0.00	10.00	0.00	15.0		

표 16. 중산간지 고추냉이 병해충 발생양상(화천군 용담리, 양구읍 죽곡리, 평창군 미탄면)

조사 병해충 (조사기준)	조사시기 (월.순)									
	5하	6상	6하	7상	7하	8상	8하	9중	10중	10하
배추좀나방유충 (주당 마리수)	0.08	0.60	0.57	0.07	0.04	0.06	0.04	1.10	0.03	0.02
진딧물 (엽당 마리수)	1.93	2.13	0.12	0.20	0.09	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00
벼룩잎벌레 (병반면적율)	0.00	0.57	0.04	0.00	1.58	3.40	25.0	3.59	1.56	0.09
민달팽이 (주당 마리수)	0.13	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.07	0.87
묵입병 (발병엽율)	10.53	14.30	4.20	0.00	3.91	8.47	1.61	5.75	6.44	6.41
무름병 (발병주율)	0.00	0.00	5.67	0.00	0.00	7.77	0.00	0.00	0.00	0.00
바이러스 (발병주율)	6.57	20.00	9.00	6.70	3.33	1.10	2.40	15.00	4.50	5.00

중산간지역에서 배추좀나방 유충은 6월 상순부터 6월 하순까지 주당 0.60~0.57 마리로 다소 많았으며 진딧물 밀도가 5월 하순부터 6월 상순에 걸쳐 주당 1.93~2.13마리로 많이 나타났으며 벼룩잎벌레는 병반면적율이 7월 하순부터 증가하여 8월 하순에 가장 많이 나타났으며 민달팽이는 10월 중순부터 주당 1.07마리로 많이 나타났다. 목입병 발병엽율은 5월 하순부터 6월 상순에 10.53~14.3%로 많았으며 무름병은 6월 하순부터 발생하여 8월 상순에 7.77%의 발병주율을 나타내었다(표 16).

고랭지지역에서 배추좀나방 유충은 7월 하순에 주당 0.93마리, 진딧물은 6월 하순에 주당 1.07마리로 나타났으며 벼룩잎벌레는 10월 중순에 병반면적율이 1.58로 많이 나타났다. 무름병은 8월 하순에 다소 발생하였으나 대체로 동해안지 및 중산간지에 비하여 병해충 발생이 적었다(표 17).

표 17. 고랭지 고추냉이 병해충 발생 양상(태백시 금천동, 정선군 사북읍)

조사 병해충 (조사기준)	조사시기 (월.순)									
	5하	6상	6하	7상	7하	8상	8하	9중	10중	10하
배추좀나방유충 (주당 마리수)	0.01	0.05	0.09	0.05	0.93	0.02	0.21	0.02	0.01	0.00
진딧물 (엽당 마리수)	0.39	0.08	1.07	0.47	0.01	0.12	0.20	0.00	0.47	0.38
벼룩잎벌레 (병반면적율)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.28	0.20	0.56	1.58	0.00
민달팽이 (주당 마리수)	0.01	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07	0.20	0.09	0.04	0.01
목입병 (발병엽율)	11.63	3.20	5.70	4.60	7.30	0.00	1.83	3.50	4.36	2.60
무름병 (발병주율)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	0.00	0.00
바이러스 (발병주율)	0.00	3.33	0.00	0.00	6.70	0.00	1.10	0.00	4.45	2.20

강원도 내 쌈채소용 고추냉이 발재배시 지대별 주요 병해충 조사 결과, 대체로 배추좀나방은 동해안지역이 5월 하순부터 8월 상순까지 중산간지역이나 고랭지 지역에 비하여 발생시기가 빠르고 발생량이 매우 많았다. 동해안지역은 겨울 및 봄 기후가 온난하여 2중 비닐하우스 및 3중 소형터널 내 고추냉이 재배 시 기온이 영상을 유지하여 배추좀나방 성충의 월동이 가능한 결과로 보이며 진딧물은 중산간지역에는 5월 하순부터 6월 상순에 많이 발생하였는데 대체로 이 시기는 고온건조한 시기로서 진딧물이 발생하기 용이하였기 때문으로 생각되며 민달팽이 주당 마리수는 동해안지역에는 5월 하순 및 중산간지역에는 10월 중·하순에 많았다. 목입병 발병엽율은 동해안지역에는 6월 중순부터 8월 상순, 중산간지역에는 5월 하순부터 6월 하순에 높게 나타났으며 고랭지에서는 발병엽율이 낮았다. 송본(松本) 등(77)은 5~6월부터 발병이 증가하기 시작하여 고온기인 7~8월에는 발병이 억제되고 다시 10월부터 발병되기 시작하여 60%의 최대 발생율을 나타낸다고 보고하였다. 본 연구에서는 중산간지역에서는 발병율이 5~6월 및 10월에 10% 이상 높았으며 동해안지역에서는 7~8월에 10% 이상 높게 나타났으며 고랭지 지역에서는 발병율이 5월부터 10월까지 5% 미만으로 낮았는데 목

입병원균의 발육온도 범위는 4~34℃, 최적온도는 26℃내외라는 보고(전라북도농업기술원, 2003)를 고려할 때 고랭지 지역은 지온이 낮기 때문에 목입병 발병염율이 낮은 것으로 보인다. 무름병은 동해안지역에서 발병율이 8월 상순에 높았으나 9월 이후에는 발병율이 나타나지 않았으며 바이스병은 중산간지역에는 5월 하순부터 7월 상순에 많이 발생하였다.

나. 고추냉이 목입병 방제약제 선발

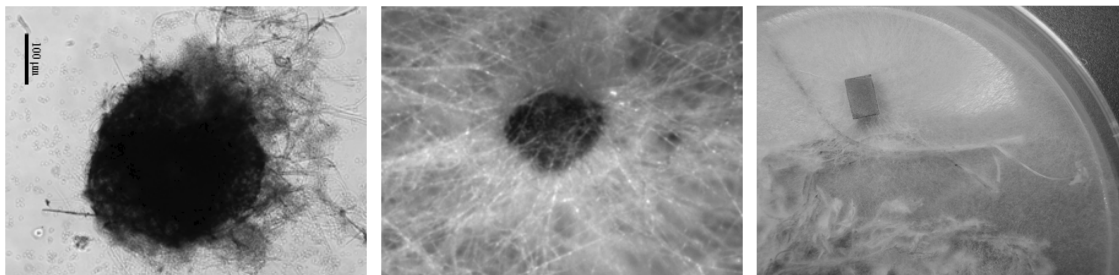
1) 목입병 병원균의 배지종류 및 배양온도별 균사생장속도 조사

목입병 병원균의 배지종류 및 배양온도별 균사생장속도를 조사한 결과, OMA 배지에서 균사의 생장이 균사배양 온도별 모두 PDA배지에서 자란 균사의 성장보다 매우 빨랐으며 온도별로는 25℃에서 균사 생장이 가장 활발하여 배양 7일간 균총의 직경이 59.9mm 였으며, 20℃에서는 43.9mm 였다(표 18). OMA 배지에서 균총은 초기에는 가장자리가 약한 노란색을 띠다가 생장이 진행되면서 황갈색으로 변하고 중앙부위는 진한 회갈색을 띄었다. 병자각(柄子殼)은 흑갈색의 구형이며 병포자(柄孢子)는 격막이 없는 무색의 단세포로 부착사는 없었다 병자각(柄子殼)의 크기는 44~120 × 28~ 170 μ m이었으며 병포자는 4.0~6.1 × 1.2~2.3 μ m의 크기였다(그림 16).

표 18. 목입병 병원균 배지종류 및 배양온도별 균사생장속도

배지종류	균사배양온도(직경 mm/7일)			
	15℃	20℃	25℃	30℃
PDA	14.7	21.1	22.4	6.1
OMA	31.8	43.9	59.9	9.1

* PDA : Potato dextrose agar, OMA : Oatmeal agar



목입병 병원균 병자각 (현미경)

목입병 병원균 병자각 (OMA배지)

목입병 병원균 병자각배양 (OMA배지위 마른 당근잎)

그림 16. 목입병 병원균 병자각 및 병포자형태

2) 고추냉이 목입병 방제약제 선발 기내 및 포트시험

고추냉이 목입병을 기내 및 실내 비닐포트에서 방제 약제별 약효시험을 한 결과(표 19), 기내시험에서는 바실루스 서브틸리스 이더블유42-1액상현탁제, 트리플루미줄수화제, 베노밀수화제, 마이클로부타닐 수화제 순으로 방제가가 우수하였다. 비닐포트약효시험에서는 바실루스 서브틸리스 이더블유 42-1액상현탁제, 트리플루미줄 수화제, 마이클로부타닐 수화제 순

으로 방제가가 양호하였다. 베노밀수화제가 묵입병 균에 대한 방제효과가 있다는 보고(은 등, 1997)는 기내시험 결과에서는 같은 경향이나 비닐포트시험에서는 다르게 나타났다. 기내 및 비닐포트약효시험 모두 방제가가 우수한 방제약제는 미생물제재인 바실루스서브틸리스 이더블유42-1액상현탁제와 트리아졸계 화학농약인 트리플루미졸 수화제였다.

표 19. 묵입병 기내 및 포트시험 방제가

성분명 (품목명)	색소 생성 [↓]	균사 밀도 [↓]	기내시험		포트시험	
			균사생장속도 (직경 mm/25℃,10일)	기내 방제가	이병엽율 (%)	방제가
현미식초	++	+	23.7	10.5	7.0	70.8
TDA(Thiamine Di-lauryl Sulfate)	++	+	14.9	56.4	24.0	0.0
바실루스 서브틸리스 이더블유 42-1액상현탁제	-	-	4.0	88.4	7.0	70.8
바실루스 서브틸리스 시제이-9 액상현탁제	-	+	6.5	81.0	14.0	41.6
베노밀수화제	-	-	4.5	86.8	29.0	-20.8
트리플루미졸 수화제	-	-	4.3	87.4	7.0	70.8
마이클로뷰타닐 수화제	+	+	6.2	81.8	9.0	62.5
무처리	++	+	34.2	0.0	24.0	0.0

↓ 색소생성 및 균사밀도 : +++ (매우심) ~ - (매우 약함)

표 20. 고추냉이 종자의 묵입병 병원균 방제약제 선발 처리내용

성분명 (품목명)	묵입병 병원균 이병종자 검정	
	발병율(%)	방제가
현미식초	76.0	18.1
TDA(Thiamine Di-lauryl Sulfate)	3.0	96.8
바실루스 서브틸리스 이더블유 42-1액상현탁제	93.0	0.0
바실루스 서브틸리스 시제이-9 액상현탁제	94.0	0.0
베노밀수화제	77.0	17.0
트리플루미졸 수화제	17.0	81.7
마이클로뷰타닐 수화제	50.0	46.1
무처리	92.8	0.0

3) 종자의 묵입병 병원균 방제약제 선발 시험

고추냉이 종자를 묵입병 병원균을 대상으로 방제 약제별 약효시험을 한 결과, 무처리는 종자 종피에 묵입병 병원균이 92%가 감염되었으며 방제 약제별 효과는 TDS(Thiamine Di-lauryl Sulfate), 트리플루미졸 수화제, 마이클로뷰타닐 수화제 순으로 양호하였다. TDS는 비타민 B1 유도체로서 고압균질공정을 통하여 생성된 나노파티클이 고추탄저병 균사 세포막을 침투하여 세포를 파괴함으로써 항진균제로서의 효과를 보고하였는데(서 등, 2011), 본 시험에서도 종피에 감염된 진균을 억제하는 효과가 있는 것으로 보였다. 본 시험 결과 고추냉이 종자의 묵입병 병원균 방제약제로서 TDS 및 트리플루미졸 수화제가 유효한 약제로 선발되었다(표 20).

4) 고추냉이 묵입병 포장 약효시험

고추냉이 묵입병 방제약제 선발을 위하여 발병포장에 경엽처리 시, 트리플루미졸 수화제가 태백 및 평창지역 모두 다른 방제약제에 비하여 방제가가 우수하였으며 평균 방제가는 67.6%였다(표 21). 트리플루미졸 수화제는 트리아졸계 화학농약으로 채소, 과수, 약용작물, 잔디 등 26작목에 사용되고 있는 살균제로 등록되어있으며(한국작물보호협회, 2012) 본 연구 결과 기내시험, 묵입병 병원균 이병중자 검정시험, 비닐포트시험, 포장시험에서 방제가가 우수하여 금후 고추냉이 묵입병 방제용 농약등록시험을 하여 묵입병 방제 약제로 사용할 수 있을 것으로 판단되었다. 고추냉이 묵입병 방제약제 선발을 위한 약해 시험 결과, 방제약제를 배량 처리 시 경엽 처리 후 7일차에 TDA 약제에서 황변, 위조되는 피해가 50%정도 나타나 약해정도가 3에 해당되었다(표 22).

표 21. 고추냉이 묵입병 방제약제 선발 포장시험 방제가

성분명 (품목명)	약 효					
	태백지역		평창지역		평균	
	이병엽을 방제가 (%)	이병엽을 방제가 (%)	이병엽을 방제가 (%)	이병엽을 방제가 (%)	이병엽을 방제가 (%)	이병엽을 방제가 (%)
현미식초	63.0	0.0	36.0	0.0	49.5	0.0
TDA(Thiamine Di-lauryl Sulfate)	26.0	10.3	35.0	14.3	30.5	14.1
바실루스 서브틸리스 이더블유 42-1액상 현탁제	32.0	0.0	35.0	0.0	33.5	5.6
바실루스 서브틸리스 시제이-9 액상현탁제	22.0	24.1	36.0	14.3	29.0	18.3
베노밀수화제	24.0	17.2	23.0	45.2	23.5	33.8
트리플루미졸 수화제	7.0	75.9	16.0	61.9	11.5	67.6
마이클로뷰타닐 수화제	15.0	48.3	22.0	47.6	18.5	47.9
무처리	29.0	0.0	42.0	0.0	35.5	0.0

표 22. 고추냉이 묵입병 약제 약해 시험 결과

성분명 (품목명)	경엽처리 후 3일차		경엽처리 후 5일차		경엽처리 후 7일차	
	기준량	배 량	기준량	배 량	기준량	배 량
	현미식초	0	0	0	0	0
TDA(Thiamine Di-lauryl Sulfate)	0	0	0	1	0	3
바실루스 서브틸리스 이더블유 42-1액상 현탁제	0	0	0	0	0	0
바실루스 서브틸리스 시제이-9 액상현탁제	0	0	0	0	0	0
베노밀수화제	0	0	0	0	0	0
트리플루미졸 수화제	0	0	0	0	0	1
마이클로뷰타닐 수화제	0	0	0	0	0	0
무처리	0	0	0	0	0	0

다. 고추냉이 민달팽이 방제약제 선발

1) 고추냉이 민달팽이 방제약제 기내시험

기내(페트리디쉬)에서 고추냉이 민달팽이 방제 약제 처리 후 민달팽이를 접종하여 경과일별 사충율 조사 결과, 5% 에탄올에 혼합한 카페인 1%액으로 고추냉이 잎에 분무 후 민달팽이를 접종하여 3일 경과시 96%의 살충효과를 나타내었으며 차나무추출물 0.5% 및 1.0%액이 4일 경과시 100%의 효과를 나타내어 민달팽이 유인 살충제로 많이 쓰이는 메타알데히드 6% 함유 농약에 비하여 양호하였다. 차나무추출물에는 카페인 성분이 있어 살충효과를 나타낸 것으로 보였다. 카페인은 10배와 100배에서도 살와율이 0~16.7%로 매우 낮았으며, 특히 10배액도 처리 후 5일차까지 17% 이하의 살와율을 나타내었고, 100배와 500배는 6.7%와 3.3%의 살와율을 나타내어 달팽이에 대한 효과가 전혀 없었다는 보고(김, 2012)와는 다른 결과를 나타내었다. 녹차에는 재배조건에 따라 차이는 있지만 평균 2~4%의 카페인이 함유되어 있다. 카페인 1% 용액을 토양에 관주하면 토양 속에 있는 민달팽이류(*Veronicella cubensis*)는 100% 살와되었고, 2%의 카페인 용액은 포트재배 난에 발생하는 달팽이류(*Zonitoides arboreus*)에 대해 95% 방제효과가 있으며 0.1% 농도 이상의 카페인을 배추에 살포하면 달팽이에 의한 섭식기피 효과가 있다는 보고(Hollingsworth *et al.*, 2002, 2003)를 고려할 때 본 연구에 사용된 차나무추출물의 정확한 카페인 함량은 알 수 없지만 달팽이에 대한 살충효과는 인정되어 향후 녹차추출물에 대한 세밀한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각되었다(표 23).

표 23. 고추냉이 민달팽이 방제약제 기내 접종 후 경과일별 사충율

처리내용	처리 방법	기내 접종 후 경과일별 사충율(%)						
		1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일
카페인 1%+5%에탄올	분무	11	52	96	100	-	-	-
카페인 0.5%+5%에탄올	분무	0	19	26	81	100	-	-
카페인 0.1%+5%에탄올	분무	4	7	15	44	93	100	-
식용원두커피 2%액	분무	0	11	15	30	48	67	78
식용원두커피 1%액	분무	11	19	48	81	81	85	85
커피 0.5%액	분무	7	19	41	44	52	52	63
자판기커피 100%	분무	0	4	4	11	11	19	22
자판기커피 1 : 물 4(V:V)	분무	0	4	11	15	30	30	33
차나무추출물 0.5%	분무	7	11	85	100	-	-	-
차나무추출물 1.0%	분무	11	44	89	100	-	-	-
메타알데히드 0.25g	유인	37	56	70	85	96	100	-
무처리		0	0	11	56	100	-	-

2) 고추냉이 민달팽이 방제약제 선발 포장시험

고추냉이 민달팽이 방제약제 선발을 위한 고추냉이 포장시험 결과, 직경 10cm 접시에 전 기녹즙기로 착즙하여 섬유질을 제거한 배추착즙액 50ml와 농약 에토프로포스입제 0.92g을 0.18m²당 1개씩 놓고 민달팽이를 접종하여 2일 경과 및 5% 에탄올에 혼합한 카페인 0.5%액 및 카페인 1%액으로 분무 후 민달팽이를 접종하여 3일 경과시 94% 이상 살충효과를 나타내

었으며 7일 경과 후 민달팽이에 의한 주당 식해 구멍수는 무처리에 비하여 적게 나타났다(표 24). 배추와 인삼에 발생하는 민달팽이 방제 약제로서 메타알데히드 6%농약이 등록되어 있으나 높은 습도 조건에서는 약효가 떨어지며 메타알데히드 성분을 함유한 제품은 유기농업에서는 사용이 제한되어 있다. 민달팽이에 대한 친환경 자재의 살와율이 낮았던 원인은 달팽이의 몸체는 두꺼운 표피로 되어있고 또 분비되는 점질액이 몸체를 보호하여 살포된 약액이 달팽이 속으로 침입하지 못하며 식물추출물에 대한 달팽이의 섭식 기피효과를 조사한 결과 협죽도와 목초액이 30% 내외의 기피율로 효과가 거의 없었으며 대조구인 에토펜프록스 유제의 달팽이에 대한 기피율은 7.6%로 매우 낮았기 때문에 달팽이에 대한 기피효과가 전혀 없었다고 하였는데(김, 2012), 본 연구에서는 배추착즙액이 특유의 냄새로 민달팽이를 유인한 후 에토프로포스입제에 의하여 살충효과가 높게 나타난 것으로 생각되었다.

표 24. 고추냉이 민달팽이 방제약제 포장 접종 후 경과일별 사충율

처리내용	처리 방법	접종 후 경과일별 사충율							접종 7일 후 피해 구멍 수(개/주)
		1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일	
카페인 2%+5%에탄올	분무	78	83	86	89	92	-	-	71.3
카페인 1%+5%에탄올	분무	61	86	94	94	94	97	-	56.3
카페인0.5%+5%에탄올	분무	33	89	97	97	100	-	-	78.0
카페인 0.1%+5%에탄올	분무	8	19	33	33	36	42	-	66.0
배추착즙액50ml+담배 1개피 / ϕ 10cm접시접시	유인	25	56	64	58	69	72	81	124.3
메타알데히드 0.90g / ϕ 10cm접시접시	유인	69	86	89	-	-	-	-	95.0
배추착즙액50ml+에토프로포스입제0.92g / ϕ 10cm접시	유인	67	92	94	100	-	-	-	59.3
무처리	-	0	0	0	0	0	0	0	86.3

라. 고추냉이 벼룩잎벌레 방제약제 선발

벼룩잎벌레는 배추과 채소의 유묘단계부터 잎을 가해하여 생육 억제 및 품질을 악화시켜 상품성을 저하시키며 최근 순무황화모자이크바이러스병에 걸린 배추과 식물체의 즙액을 빨아 먹은 성충과 약충이 다른 건전한 식물체를 식해하여 순무황화모자이크바이러스병을 매개하는 심각한 해충으로 보고되고 있다(농촌진흥청, 2012). 고추냉이는 배추과 작물로서 비닐하우스 내 밭 재배로 쌈채용 잎을 생산하나 고추냉이 농가에서는 지대별 모두 봄철을 중심으로 가을까지 벼룩잎벌레가 고추냉이 잎을 식해 하므로 친환경적 방제가 요구되고 있다. 고추냉이 재배 포장에 방제약제별 약효시험 결과, 곤충병원성 선충인 *Steinernema carpocapsae* 약제의 방제가는 평창 및 태백지역에서 3차 약제처리 후 15일 차에 평균 83.3% 로서 클로란트라닐리프롤·티아메톡삼 액상수화제나 메타플루미존유제에 비하여 우수하게 나타났다(표 25). 곤충병원성 선충 *Steinernema carpocapsae*은 국내 토양에서 분리하여 농촌진흥청에 유기농자재로 목록 공시되었으며 배추 작물에서 벼룩잎벌레 발생 초기에 사용할 수 있는 친환경 천적제 품이다. 약해 시험 결과, 식물추출물을 배양으로 경영처리 후 7일차 차에 잎의 약 50%에서 약해

가 나타나 약해정도가 3이었으며 에토펜프록스 유제 배량 처리 시 아주 가벼운 약해로서 작은 약반이 약간 인정되어 약해정도가 1로 나타났다(표 26).

표 25. 고추냉이 벼룩잎벌레 약효시험 처리 결과

성분명 (품목명)	평창지역				태백지역			
	10일차		15일차		10일차		15일차	
	발생수준 (마리/주)	방제 가	발생수준 (마리/주)	방제 가	발생수준 (마리/주)	방제 가	발생수준 (마리/주)	방제 가
<i>Steinernema carpocapsae</i> (선충)	0.33	0.0	0.33	85.8	0.07	30.0	0.07	0.0
식물추출물	0.67	0.0	1.33	42.9	0.20	0.0	0.03	57.1
에토펜프록스 유제	0.33	0.0	2.00	14.2	0.1	0.0	0.07	0.0
스피네토람입상수화제	0.33	0.0	2.00	14.2	0.07	30.0	0.07	0.0
메타플루미존유제	0.00	100.0	0.67	71.2	0.2	0.0	0.07	0.0
클로란트라닐리프롤.티아메톡삼 액상수화제	0.33	0.0	0.67	71.2	0.2	0.0	0.03	57.1
무처리	0.33	0.0	2.33	0.0	0.1	0.0	0.07	0.0

성분명 (품목명)	약 효			
	10일차		15일차	
	발생수준 (마리/주)	방제 가	발생수준 (마리/주)	방제 가
<i>Steinernema carpocapsae</i> (선충)	0.20	9.1	0.20	83.3
식물추출물	0.44	0.0	0.68	43.3
에토펜프록스 유제	0.22	0.0	1.04	13.3
스피네토람입상수화제	0.20	9.1	1.04	13.3
메타플루미존유제	0.10	54.5	0.37	69.2
클로란트라닐리프롤.티아메톡삼 액상수화제	0.27	0.0	0.35	70.8
무처리	0.22	0.0	1.20	0.0

표 26. 고추냉이 벼룩잎벌레 약효시험 처리 결과

성분명 (품목명)	경엽처리 후 3일차		경엽처리 후 5일차		경엽처리 후 7일차	
	기준량	배 량	기준량	배 량	기준량	배 량
<i>Steinernema carpocapsae</i> (선충)	0	0	0	0	0	0
식물추출물	0	0	0	0	0	3
에토펜프록스 유제	0	0	0	0	0	1
스피네토람입상수화제	0	0	0	0	0	0
메타플루미존유제	0	0	0	0	0	0
클로란트라닐리프롤.티아메톡삼 액상수화제	0	0	0	0	0	0
무처리	0	0	0	0	0	0

4. 적 요

<제1세부과제 : 고추냉이 지대별 현장 실증 시험>

고랭지에 한정되어 재배되던 쌈채소용 고추냉이를 중산간지 및 동해안지에서의 재배 가능성을 검토하여 각 지대별 적정 생산시기를 검토하였으며, 각 지대별 월동 관리 기술의 숙련도, 생산량 및 판매량 검토를 통하여 마케팅력 보유 정도에 따른 확대재배시의 가능성을 확인하였다. 또한 생산량 증대를 위해서는 적정 온도 조건에서의 재배기간 연장이 필요한데 이를 위한 보온시설 및 냉방시설의 효과에 대한 검토를 통해 지역별 필요시설 정보를 확보할 수 있었으며, 이러한 연구 결과를 활용한 주년생산을 위한 지대별 작부체계 구축하였으며 금후 현장 애로기술 해결이 지속적으로 이루어져야 할 것을 판단되었다.

<제2세부과제 : 고추냉이 병해충 방제체계 확립방안 연구>

고추냉이 병충해 방제 기술 개발을 위해, 목입병, 민달팽이, 벼룩잎벌레에 대한 방제약제 선발결과, 목입병 방제약제로 트리플루미졸을 선발하였고, 민달팽이 방제제로 배추착즙액 50ml + 모캡 0.92g 유인제를, 벼룩잎벌레에 대하여 곤충병원성 선충인 *Steinernema carpocapsae*를 친환경 방제제로 선발하였다.

5. 인용문헌

- 강원도농업기술원. 1997. 고추냉이 병해충 발생 조사. 강원도농업기술원 시험연구보고서. p520-522
- 강원도농업기술원. 1998. 고추냉이 물재배 기술확립 시험. 강원도농업기술원 시험연구보고서. p277-289
- 강원도농업기술원. 2010. 고랭지 밭고추냉이 재배기술 연구. 강원도농업기술원 시험연구보고서. p798-804
- 경기도농업기술원. 2010. 시설배추 벼룩잎벌레 경제적 피해허용 수준 설정. 경기도농업기술원 시험연구보고서. p325-330
- 김남신. 2005. GIS 실습 : 아크뷰를 활용한 지도제작과 공간분석. 한울아카데미.
- 김현주. 2012. 엽채류를 가해하는 달팽이류의 생태와 관리방법에 관한 연구. 경상대학교대학원 박사학위논문. p77-118
- 김형무, 송완엽, 정성수. 1998. 고추냉이의 주요 병해에 대한 약제의 방제 효과. 전북대학교 농대논문집 29: 53-595
- 농촌진흥청. 2010. 농약등록·시험 담당자 교육교재. p345-349
- 농촌진흥청. 2012. 농업기술길잡이 채소병해충
- 多久田達雄, 廣尺敬之. 1975. ワサビ 墨入病菌病斑上における柄子殻形成について. 近畿中國農研 50: 53-57
- 문정섭, 김형무, 최동철, 홍윤기, 성문호, 장영직, 고복래, 오남기, 최영근. 2003. 고추냉이 목입병(*Phoma wasabiae*)의 종자소독 효과. 생물환경조절학회지 12(4): 180-183

- 문정섭, 장영직, 최동철, 최정식, 김형무, 최영근. 2004. 고추냉이 재배에서 근경의 상품성 향상을 위한 재배체계. 한국약용작물학회지 12(6): 473-477
- 서용창, 조정섭, 정해운, 임태빈, 조경숙, 이태우, 정명훈, 이강형, 김성일, 윤원병, 이현용. 2011. 비타민 B1 유도체(Thiamine Di-lauryl Sulfate:TDS)의 나노입자화를 통한 고추탄저병균의 항진균 활성 증진. 韓國藥用作物學會誌 19(3): 198-204
- 星谷佳功. 2010. 新特産 シソ-ズ ワサビ 栽培 から 加工・賣り方まで. 사단법인 농산어촌 문화협회.
- 松本邦彦, 中田榮一郎, 杉山正樹. 1977. *Corynebacterium* sp.によるワサビの新病害について. 日本植物病理學會誌. 43: 86-87.
- 은종선, 신동화, 김형무, 고정애, 김영선, 김미중, 김명준. 1997. 고추냉이 재배체계 확립 및 고품질 생산. 농림부 보고서. p148-155
- 이성우, 안병욱. 1995. 고추냉이(와사비)재배법. 農振會. p6-44
- 작물 병해충 방제도감. 2010. 학술편수관. p201, p415-416
- 전라북도농업기술원. 2003. 고추냉이 재배기술. p12-15
- 한국작물보호협회. 2012. 작물보호제 지침서. p312
- Barker, G.M. 2001a. The biology of terrestrial molluscs. Cabi Publishing. London. p558
- Behnam, A.B.. 2009. Toxicity appraisalment of metaldehyde, Ferricol®, Snail repellent tape ® an Sabzarang ® (snail repellent paint) on land snails(*Xeropicta derbentina*), (*Xeropicta krynickii*). African J. Biotechnol. 8(20): 5337-5342
- Bieri, M. 2003. The environmental profile of metaldehyde. 2003 BCPC Symposium proceeding No. 80- Slugs and Snails; Agricultural, Veterinary and Environmental Perspectives. p255-260
- Broadhurst, P. G. and P. J. Wright. 1998. *Phoma* disease of wasabi in new zealand. New Zealand Plant Protection Society. p260
- Chen C.C., W.H. Ko, and C.L. Lee. 1990. Studies on the ecology and control of *Phyllotreta striolata* (Fab.) (morphology, rearing method, behaviors and host plants). Bull. Taichung Dist. Agric. Improve. Stat. 27:37-48
- Choi, Y.S. 2007. Pest control for environmental friendly green perilla leaves in polyvinyl house. Department of Agricultural Biology, Graduate School, Chungnam National University, Dajeon, Korea. p123
- Ester, A., H.F. Huiting, L.P.G. Molendijk and M.E.T. Vlaskwingkel. 2003. The rhabditid nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* schneider as a potential biological agent control field slugs *Deroceras reticulatum* (Muller) in brussels sprouts. 2003 BCPC symposium proceeding No. 80. Slugs and Snails; Agricultural, Veterinary and Environmental Perspectives. p313-318
- Glen, D.M., C.W Wiltshire and N.F Milsom. 1992. Some aspects of forecasting slug damage in arable crops. J. Med. Appl. Mal. 4: 147-152

- Hollingsworth, R.G., J.W. Armstrong and E. Campbell. 2002. Caffeine as a repellent for slugs and snails. *Nature*. 417: 915-916
- Hollingsworth, R.G., J.W. Armstrong and E. Campbell. 2003. Caffeine as a novel toxicant for slugs and snails. *Ann. Appl. Biol.* 142: 91-97
- Jolivet P., and T.J. Hawkewood. 1995. Host-plants of Chrysomelidae of the world: an essay about the relationships between the leaf beetles and their host-plants. Leiden, the Netherlands: Backhuys Publishers, p281
- Konstantinov A. S., and N.J. Vandenberg. 1996. Handbook of Palearctic flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae). *Contr. Entomol. Int.* 1: 236-439
- Lee, J.S. and O.K. Kwon. 1993b. Morphological analyses of 15 species of Bradybaenidae in Korea. *Kor. J. Malacol.* 9(2): 44-56
- Lo, C.T. and K.M. Wang. 2000a. Survey of fungal diseases on aboveground parts of wasabi in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 9: 17-22
- Lo, C.T. and K.M. Wang. 2000b. Factors affecting pycnidial production and pycnidiospore germination of *Phoma wasabia*, the causal agent of wasabi. *Plant Pathol. Bull.* 9: 99-106
- Lo, C.T. and K.M. Wang. 2001. Inoculum sources of black rot of wasabi, caused by *Phoma wasabiae*. *Plant Pathol. Bull.* 10: 88-92
- Lo, C.T., K.M. Wang, C.C. Tu, and W.H. Tsai. 1990. Studies on streak disease of wasabi. *Plant Prot. Bull.* 32: 345-346
- Lo, C.T., K.M. Wang, C.C. Tu, and W.H. Tsai. 1991. Inoculum sources of wasabi streak disease and its control. *Plant Prot. Bull.* 33:434
- Lo, C.T., K.M. Wang, M.F. Hu, and C.H. Wang. 2002. Integrated control of black rot disease of wasabi, caused by *Phoma wasabiae*. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 43: 219-225
- Masao, G. T. and M. Kuniyoshi. 1987. *Erwinia carotovora* subsp. *wasabiae* isolated from diseased rhizomes and fibrous roots of Japanese horse radish(*Eutrema wasabi* Maxim.). *Int. Syst. Bacteriol.* 37: 130-135
- Schuder, I., G. Port and J. Bennison. 2003. Barriers, repellents and antifeedants for slug and snail control. *Crop Protec.* 22: 1033-1038
- Sparrow A. 2001. Evaluation and development of wasabi production for the east asian market. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. p22
- The Wasabi Maestros(Michel and Jenny). 2013. Wasabi Growing Primer. Natural Care Medicine Inc.
- Thomas, R.S., D.M. Glen and W.O.C. Symondson. 2008. Prey detection through olfaction by the soil-dwelling larvae of the carabid predator *Pterostichus melanarius*. *Soil Biol. Biochem.* 40: 207-216
- Wang, K.M., C.T. Lo, C.C. Tu, and W.H. Tsai. 1992. Effect of temperature and humidity on the development of wasabi streak disease caused by *Phoma wasabiae*. *Plant Pathol. Bull.* 1: 96-103

Webley, D. 1966. Waterproofing of metaldehyde on bran baits for slug control. Nature, Lond. 212: 320-321

Wilson, M.J., D.M. Glen, G.M. Hamacher and J.U. Smith. 2004. A model to optimise biological control of slugs using nematode parasites. Appl. Soil. Ecol. 26: 179-191

Yoon, J.C., J.H. Park, C.K. Shim, K.Y. Ryu and H.J. Lee. 2007. Control of slug by using beer and cigarette mixture. Kor. J. Appl. Entomol. 46(2): 325-330

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2011(1년)	영농활용	밭고추냉이 적정 정식시기에 따른 생존율 및 경제적 효과(중양)
	영농활용	밭고추냉이 주요 병해충의 발생시기(중양)
2012(2년)	영농활용	동해안 지역 고추냉이 무가온 채종기술
	홍보자료	고추냉이 홍보자료 팜플렛 제작
2013(3년)	논 문	황 함유 비료의 추비시용에 따른 쌈채소용 고추냉이 잎의 Sinigrin 함량(비SCI)
	영농활용	쌈채소용 고추냉이의 주년생산체계 구축을 위한 고온기(7,8월) 재배 가능지역(중양)
	영농활용	쌈채소용 고추냉이의 주년생산체계 구축을 위한 흑한기(1,2월) 재배 가능지역(중양)
	영농활용	고추냉이 벼룩잎벌레 방제용 곤충원성 선충제 선발(중양)
	정책제안	산간 고랭지와 해안지를 연계한 쌈채소용 고추냉이 주년생산 체계 구축지원

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'11	'12	'13
과제책임자	작물연구과	농업연구사	채영길	과제 총괄	○	○	-
"	특화작물연구소	"	김경대	"	-	-	○
1세부책임자	작물연구과	"	채영길	주관수행	○	○	-
"	특화작물연구소	"	김경대	"	-	-	○
2세부책임자	"	"	박영학	"	○	○	○
공동연구자	"	농업연구관	김인종	과제 방향 선정	-	○	○
"	"	기계운영서기보	이기옥	조사업무 수행	○	○	○
"	"	운전서기보	이정윤	"	○	○	○
"	"	공무직	장세숙	"	○	○	○