

과제구분	기관프로젝트	LS 0602	수행시기	전반기	연구기간	'00 ~ '01(완결)
연구과제명	고랭지농업 안정생산기술 개발				연구책임자	김승경
세부과제명	고랭지 무, 배추 무사마귀병 방제 시험					
연구원별임무						
구분	소속	성명	전화번호	담당임무		
세부과제책임자	고원농업시험장	조수현	(033)582-9994	시험설계 및 총괄		
공동연구자	"	김경대	"	생육 및 발병을 조사		
	"	이성열	"	사업수행 협의및 자문		
	환경농업연구과	이재홍	(033)258-5724	저항성 품종 제시		
색인 용어	무, 배추, 무사마귀병, 저항성					

## 1.연구배경

배추는 무와 함께 김치의 주재료로 옛날부터 많이 재배되어 왔으며 1970년대 초반까지는 그 재배면적이 채소 전체면적의 30%를 차지하였다. 1999년도의 재배 작형을 살펴보면 봄재배가 22천ha, 여름재배 10천ha 가을재배 13천ha를 차지하여 점차 증가 추세이며, 육종, 재배, 병해충 방제 등의 기술 향상으로 소득작물의 하나로 정착되고 있으나, 최근 경기(연천) 강원(평창·태백) 등 대규모 주산단지에서 무사마귀병 발생이 급격하게 증가되고 있어 채소 재배에 중요한 문제점으로 대두되고 있다.

배추무사마귀병(*Plasmodiophora brassicae* Woron.)은 1877년 Woronin에 의해 처음 보고되었으며 세계각지에 널리 분포되어 있어 발생생태, 방제방법과 그리고 저항성 품종육종에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 우리나라에서는 1926년 발생이 최초로 보고된 이래 해마다 조금씩 발병이 관찰되었으나, 1997년 경기도 연천 지역의 집중호우로 인한 침수로 인근 배추밭이 모두 오염된 후 무사마귀병이 집단적으로 발생되었으나, 무사마귀병에 대한 발생생태, 품종 저항성 검정, 방제체계에 관한 일부 보고(Kim & Oh 1997. Oh et al 1997)가 있으며 지금까지 간헐적인 연구가 이루어 졌다.

병원균은 *Plasmodiophora brassicae*라는 끈적균(공팡이)의 일종으로 토양에서 십수년간 살 수 있는 토양 서식균이다. 토양에서는 주로 기주 작물인, 배추, 무의 이병조직에서 휴면 포자의 형태로 월동하여 토양에 잔존하며 토양내 온도와 수분이 적합하면 발아하여 운동성이 있는 유주자를 토양에 방출하게 된다. 이러한 유주자들은 수분을 따라 이동하여 배추, 무 뿌리의 뿌리털로 침입하게 된다. 또한 빗물, 관개수, 수송차량, 농작업도구, 상토, 각종농기계 등 다양한 경로로 전파가 가능하여 방제가 어려우며 그 속도도 매우 빠르고 광범위하게 이루어지는 것으로 알려져 있다.(Kaltling 1968)

본 연구는 무사마귀병으로 등록된 약제가 적고 그 방제방법도 여러 가지 환경요인에 의하여 방제효과가 다양하기 때문에 기 등록된 약제의 효율성을 기하고 저항성 품종의 선발, 작부체계 등에 의한 종합적인 방법을 구명하기 위하여 수행한 연구결과를 보고하는 바이다.

## 2. 재료 및 방법

시험장소는 태백시 원동(해발800m)에서 수행하였으며, 정식전에 석회200kg/10a, 붕사 3kg/10a, 퇴비 2000kg/10a과 토양살충제를 살포 후 경운하여 무, 배추를 정식 하였다. 배추 육묘는 128공 트레이에 20일간 육묘한 후 1년차는 5월 20일, 2년차는 6월8일에 재식거리 60x30cm으로 정식 하였다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 32-7.8-19.8kg/10a수준으로 기비:추비 비율은 질소 60:40, 인산 100:0, 칼리 55:45로 시비하였다. 무는 5월 20일에 재식거리 60x20Cm

로 직파 하였다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 16-12-16kg/10a수준으로 기비:추비 질소 36:64, 인산 100:0, 칼리 50:50로 시비하였다.

시험구 배치는 난괴법 3반복으로 수행하였으며, 병 발생정도는 정식후 60일에 반복당 30주를 조사하였으며, 조사요령은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 1998)에 준하였다.

### (시험1) 지대별 배추의 무사마귀병 발병조사(위조율)

고랭지 배추 재배지의 무사마귀병 발생정도를 조사하기 위해 정선군 임계면(해발600m), 태백(750m), 매봉산(1200m) 3개 지역을 2000년 6월, 7월, 8월에 각각 현지포장에서 위조율을 조사하였으며, 조사방법은 맑은 날 임의의 포장을 선정하여 100포기 중 위조된 배추를 3반복으로 조사하였고 조사 포장수는 임계 9, 태백 9, 매봉산 10개소이다.

### (시험2) 무, 배추 저항성 품종 선발

1년차 시험에는 배추 12, 무 21, 2년 차에는 배추 8 품종을 시험하였다.

### (시험3) 육묘방법에 의한 무사마귀병 경감효과 시험

본시험은 128공 트레이를 이용하여, 육묘시 약제처리에 의한 효과를 검증하기 위하여 실시하였다. 관행재배는 일반적인 육묘 방법이며, 목초액은 육묘시 파종 후 6일부터 3일간격 5회에 200배액을 살포하였으며, 4종복비(알파그린)는 1000배액을 5회, 미생물제(바이오스마트PD)는 50배액에 24시간 종자 침지와 육묘시 3회 살포하였다. 미생물제+목초액과 미생물제+4종복비 처리는 상기 방법을 복합 처리하여 육묘 하였으며, 6월 8일에 시험포장에 정식 하였다.

### (시험4) 윤작에 의한 방제효과 시험

윤작작물로 당귀, 옥수수, 콩, 호맥을 2000년에 심었으며 호맥은 동년 가을에 파종하였다. 시험구 면적은 처리당 60m<sup>2</sup>으로 하여 재배방법은 농촌진흥청 표준영농법에 준하여 재배하여 6월 8일에 배추를 정식 하였다.

### (시험5) 무사마귀병 종합방제 효과 구명 시험

전년도 시험에서 석회 시용구는 300kg/10a를 토양훈화 처리를 하였으며, 흑안나분제(20kg/10a), 후루지아남분제(40kg/10a)를 배추 정식 전에 토양훈화 처리를 하였고, 후루지아남 수화제와, 아족시스트로빈 액상 수화제는 배추 정식시 관주(1000배액 : 150ml/주)하였다. 본년에는 관행재배(흑안나분제 20kg/10a), 광산부산물은 정선군 남면 증산의 철광 부산물을 사용하였는데 황화철을 많이 함유하고 있고 pH가 4.5의 강산성의 광산부산물을, 300kg/10a를 정식 전 토양 훈화처리 하였다. 미생물제인 바이오스마트PD는 50배액에 24시간 침지하여 종자를 소독하였으며, 정식시 100배액에 풋트를 침지하였고 정식후 1주일간격 3

회 살포하였다. 그리고 바이오닥터는 원액에 12시간 침지하여 종자를 소독하였고 정식시 100배액을 주당 150ml를 관주 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### (시험 1) 지대별 배추의 무사마귀병 발병조사

고랭지 배추 주산단지의 배추 무사마귀병 발생을 조사하기 위해 임계, 태백, 매봉산 3개 지역을 조사한 결과(표 1) 위조율이 10%미만으로 나타났으며, 6월과 7월의 매봉산은 기온이 낮은 관계로 위조율이 낮게 조사되었으며 해발이 낮을수록 초기 기온이 높아 무사마귀병 발생도 증가하는 경향을 보이고 있다. 이는 무사마귀병균의 발병적온이 20℃ ~ 25℃이며 비교적 서늘한 시기에 많이 발병하며 고온에서는 발병이 억제된다는 보고와 일치된다.(Karling, 1968, 김과 오, 1997)

표 1. 지대별 배추의 무사마귀병 발병조사(2000)

지대별	조사포장수	위조율(%)		
		6월	7월	8월
임계(600m)	9	3.6	8.6	7.4
태백(750m)	9	1.3	4.2	9.3
매봉산(1200m)	10	0	0	6.8

#### (시험 2) 배추 저항성 품종 선발

무사마귀병 저항성 품종을 선발하기 위해 상습적으로 무사마귀병이 발생하는 포장을 선정하여 배추 품종 및 계통을 공시한 결과(표2, 3) 저항성인 CR계통은 감수성을 나타내지 않았으나 CR새로나는 9.3의 발병도를 나타내었다. 기존에 시판되던 대부분의 배추 품종들은 감수성 반응을 나타내고 있었으며, CR안심 등 일부 품종들은 성장기에 저온에 감응되어 추대가 된 것으로 생각된다. 배추 수확에 영향을 주지 않는 정도의 저항성을 보인 것은 배추 14품종 중 CR새로나를 포함하여 7품종이었으며, 김(2000)의 CH208은 저항성이고 CR그린 등 5개품종은 중도 저항성을 나타내었다는 결과와 비슷한 경향이었다.

무에 대한 무사마귀병 저항성 품종을 선발하고자 21품종을 시험한 결과(표 4) 청옥, 토광, 백단, 백운, 백옥, 서광다발, 서호, 장성, 청학, 하청무 등 10품종은 전혀 발병되지 않았으며, 송백무와 신진주무는 발병주율이 25%미만으로 나타났다. 일부 품종에서 추대율이 높게 나타난 것은 고랭지에서 파종시기가 5월 20일로 성장기에 저온에 감응된 것으로 생각된다.

송백무, 신진주무는 무사마귀병에 대하여 중정도의 감응성을 나타냈고 동치미, 하추, 한농여름, 보람알타리, 새로운대형무, 소춘, 수지무는 무사마귀병 감응성이 높게 나타났다.

표 2. 배추 품종별 무사마귀병 저항성 비교(2000)

구분	품종(계통)명	발병주율 (%)	추대율 (%)	발병도	수 량 (g/주)	비 고
1	CR안심	0	73.3	0	1347	고랭지여름
2	CR파워	0	0	0	1079	가을배추
3	TB-801	86.7	0	43.7	1021	-
4	CR그린	0	0	0	1212	고랭지후기
5	CR하계	0	0	0	1208	가을배추
6	DH-001	100	0	89.0	720	-
7	DH-002	100	0	90	408	-
8	DH-003	0	0	0	1380	-
9	산 촌	100	0	90	529	-
10	CR새로나	13.3	93.3	9.3	1493	고랭지여름
11	중국배추	100	26.7	90	566	-
12	CH-208	0	60.0	0	1162	-

표 3. 배추 품종별 무사마귀병 저항성 비교(2001)

구분	품종명	발병주율 (%)	추대율 (%)	발병도	수 량 (g/주)	비 고
1	CR안심	0	0	0	1567	고랭지여름
2	CR파워	0	0	0	1382	가을배추
4	CR그린	0	0	0	1361	고랭지후기
5	CR하계	0	0	0	1412	가을배추
6	노랑만점	100	0	87	750	고랭지여름
7	산촌	100	0	90	580	고랭지여름
8	노랑여름	100	0	90	604	고랭지여름

표 4. 무 품종별 무사마귀병 저항성 비교(2000)

구분	품종(계통)명	발병주율(%)	추대율(%)	수량(g/주)	비고
1	동치미무	80.0	100	262	김장무
2	송백무	3.0	100	543	"
3	청옥무	0	0	589	하우스봄무
4	토광무	0	100	602	김장무
5	하추무	96.7	0	675	여름무
6	한농여름무	70.0	0	658	"
7	초봄알타리	0	100	324	봄알타리
8	신진주	23.4	0	108	-
9	백단무	0	83.3	611	여름무
10	백운무	0	100	81	가을무
11	백옥무	0	0	543	고랭지봄무
12	보람알타리무	36.7	0	270	봄무
13	새로운대형무	36.7	0	704	고랭지봄무
14	서광다발무	0	0	743	여름무
15	서호무	0	0	318	가을무
16	소담알타리무	50.0	0	202	"
17	소춘무	80.0	0	282	소형봄무
18	수지무	80.0	56.7	233	소형여름무
19	장성무	0	100	126	가을무
20	청학무	0	100	228	"
21	하청무	0	100	122	여름무

(시험3) 육묘방법에 의한 무사마귀병 경감효과 시험

배추육묘에 의한 무사마귀병 감응성을 검토코자 시험한 결과(표 5) 미생물제, 목초액, 4종복비의 단용 또는 혼용하여 육묘한 다음 포장에 정식 하였으나 처리간에 차이가 없었으며, 정식후 30일에 위조율이 74~90%로 나타나 토양처리에 의한 무사마귀병균의 밀도를 저하시키지 못하는 것으로 생각된다.

표 5. 육묘방법에 따른 배추 생육상황(정식후 30일)

구분	엽장(cm)	엽폭(cm)	위조율(%)
바이오스마트PD+목초액	22.1	18.6	77
바이오스마트PD+알파그린	23.1	19.2	74
목초액	24.6	20.9	76
바이오스마트PD	21.9	18.4	89
트레이200구	19.8	16.3	90
알파그린	23.6	18.8	82

**(시험4) 윤작에 의한 방제효과 시험**

무사마귀병 상습 발생포장에서 작부체계를 도입하여 무사마귀병 발생을 감소시키려고 당귀, 옥수수, 콩, 호맥을 배추와 윤작한 결과(표 6) 배추정식 후 30일에 위조율이 75~86%로 나타나 효과를 인정하기 어려웠다. 이는 배추-당귀 작부체계에서 휴면포자의 밀도를 감소시켰다는 결과와 상충되나(김, 2000) 무사마귀병균의 이동성이 높고 시험구 면적이 60m<sup>2</sup>으로 작아서 처리간 격리가 이루어지지 않은 것으로 사료되며, 또한 상대적으로 병원균의 밀도가 높은 포장에서 1회 윤작으로 병 발생 이하의 병원균 밀도로 낮추지 못한 것으로 사료된다.

표 6. 윤작에 따른 배추 생육상황(정식후 30일)

구	분	엽장(cm)	엽폭(cm)	위조율(%)
당귀 + 배추		24.3	19.7	76
옥수수 + 배추		21.8	18.2	86
콩 + 배추		23.7	18.9	80
호맥 + 배추		21.6	16.4	75

표 7. 약제처리별 무사마귀병 방제효과(2000)

구분	약 제 처 리	위조율 (%)	약해 (%)	발병도	방제가 (%)
	무처리	35	0	90	0
석회무시용	흑안나분제 토양혼화 (20kg/10a)	0	0	62.0	31.1
	후루지아남분제 토양혼화 (40kg/10a)	0	0	51.3	43.0
	후루지아남 수화제 관주 (1000배액 : 150ml/주)	0	80	47.6	47.1
	아족시스트로빈 액상수화제 관주 (1000배액 : 150ml/주)	0	0	43.2	48.0
	무처리	0	0	90	0
석회시용	흑안나분제 토양혼화 (20kg/10a)	0	0	58.6	34.9
	후루지아남분제 토양혼화 (40kg/10a)	0	0	54.9	42.0
	후루지아남 수화제 관주 (1000배액 : 150ml/주)	0	80	48.3	46.3
	아족시스트로빈 액상수화제 관주 (1000배액 : 150ml/주)	0	0	39.7	55.9

**(시험5) 무사마귀병 종합방제 효과 구명 시험**

무사마귀병에 대한 약제 방제시험 결과(표 7)는 석회무시용구보다 석회 시용구에서 다소 높은 것으로 나타나 단용처리보다 혼용처리가 유리하였다. 오와 조(1997), 장(1999)은 묘상 처리+토양혼화처리의 복합처리가 방제 효율이 높다고 하였다. 후루지아남 수화제 관주 처

리는 석회시용에 의한 효과는 인정할 수 없으나 아족시스트로빈 수화제 관주 처리는 석회 시용구에서 방제가가 55.9%로 석회 무시용구보다 8%정도 높았다. 아족시스트로빈 수화제는 대조구인 흑안나분제 보다 석회 시용에 관계없이 방제가가 16.9~21% 높아 경제적인 방제 방법이 될 것으로 생각된다. 현재 흑안나 분제나 후루지아남 분제의 시용방법은 포장 전면에 골고루 토양혼화 처리하고 있으나 살포시 바람에 날리는 문제점이 있으나, 수화제 관주 처리는 이러한 문제점이 해결되고 고랭지대에서는 정식시 물을 관주하기 때문에 수화제 관주 처리가 경제적인 무사마귀 방제법이 될 것으로 사료된다. 표8은 미생물제와 광산부산물을 포장에 처리한 결과 정식후 30일에 위조율이 73~87%로 방제 효과가 없었다.

표 8. 처리별 배추 생육상황(정식후 30일)

구	분	엽장(cm)	엽폭(cm)	위조율(%)
광산부산물		25.0	20.0	74
광산부산물2배량		24.6	20.5	73
광산부산물+바이오스마트PD		24.9	20.4	87
바이오스마트PD		24.9	19.4	80
바이오닥터		23.7	17.8	77
관행재배(흑안나)		27.5	23.7	0

#### 4. 적 요

무사마귀병 저항성 품종 선발과 종합적인 방제 방법을 개선하고자 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 배추의 무사마귀병 발생(위조율)은 조사지역 공히 10%미만으로 나타났으며 표고가 높을수록 발병율이 낮아지는 경향이였다..

나. 저항성 품종인 CR안심, CR그린, CR하계, CR파워, DH-003, CR새로나가 무사마귀병에 대한 저항성 품종으로 사료되었고,

다. 무는 청옥무, 백옥무, 서광다발무, 서호무가 무사마귀병에 대한 저항성과 내추대성이 있었으며, 토광무, 초봄알타리, 백단무, 백운무, 장성무, 청학무, 하청무는 저항성이 있으나 추대율이 높았다.

라. 무사마귀병의 약제처리 효과는 분제를 토양혼화 처리하는 것 보다 수화제 관주시 무사마귀병 방제가가 다소 높은 것으로 나타났다. 또한 석회 시용이 무시용보다 무사마귀병 발병율이 감소 되었으며, 석회+ 아족시스트로빈 수화제 처리의 방제가가 55.9%로 타처리에 비해 높은 것으로 나타났다.

마. 윤작, 육묘방법, 미생물제 및 기타 제재들에 의한 무사마귀병 경감효과는 나타나지 않았다.

## 5. 인용문헌

- Kim, D.W. and Oh, J.H. 1997. Pathogenicity, host range and varietal resistance of the clubroot disease in chinese cabbage. Korean J. of Pl. Path. 17:21-25
- Oh, J.H, Cho, J.H, Kim, B.G, Choe, J.C, Chung, G.U, Hwarg, C.H and Kim, D.W. 1997. Environmental factors favoring the disease development and chemical control of Clubroot(*Plasmodiophora brassicae*) in chinese cabbage. Korean J. of Pl. Path. 13(4):244-247
- Katling, J.S. 1968. The Plasmodiophorales. Hafner Publishing Company. New York. 1-256
- 김두욱, 오정행. 1997. 배추 무사마귀병의 발생상황과 병원균의 병원성 및 배추품종의 병 저항성. 한국식물병리학회지. 13(2):95-99
- 김충희. 2000. 고랭지배추 무사마귀병의 발생 생태와 효과적 방제 대책. 강원농업 발전방안 심포지움. 31-34
- 장석원. 1999. 배추 무사마귀병 약제 방제효과 구명시험. 시험연구보고서. 경기도농업기술원. 510-518
- 梁桓承, 李斗珩, 李升燦. 1995. 三訂 新農藥. 향문사. 228
- 權業模範場研究報告. 1928. 朝鮮作物病害目錄. 朝鮮總督府權業模範場. 15:77-78
- 농림부. 1999. 농림수산통계연보. 354

## 6. 연구결과 활용계획

무사마귀병 방제를 위한 저항성품종 및 약제선발 영농자료 활용