

배추 무사마귀병 방제약제의 처리방법 개선을 통한 방제효과 제고

장석원* · 홍순성¹ · 김성기¹ · 김희동 · 이은섭
경기도농업기술원 북부농업시험장, 경기도농업기술원 환경농업연구과¹

Improvement of Control Effect by Change of Chemical Application Method on Clubroot Disease of Chinese Cabbage Caused by *Plasmodiophora brassicae* in Field

Seog Won Chang*, Sun Sung Hong¹, Sung Kee Kim¹,
Hee Dong Kim and Eun Sup Yi

Northern Agriculture Research Station, Kyonggi -do Agricultural Research and Services, Yonchon 486-830, Korea,
Environmental Agriculture Research Division, Kyonggi -do Agricultural Research and Services, Hwasong 445-970, Korea¹

This study was conducted to improvement of control efficiency on clubroot disease. To improve the control efficiency on clubroot disease of chinese cabbage by chemical persistent effect, Flusulfamide DP was examined with soil mixed treatment. When Flusulfamide DP was applied, the more application times, the higher control value. The control value and marketable yield per 10a of the untreated cultivation plot after two application of Flusulfamide DP were 53.9%, 4,822kg and three applied cultivation plot 88.6%, 5,219kg, respectively. However, based on marketability and marketable yield, untreated cultivation plot after two application of Flusulfamide DP has been thought as economic application times compared to three times application. On the other hand, the combination of soil mixing and bed soil mixing treatment of Flusulfamide DP was more effective than each treatment. The control value and marketable yield of the combination treatment was 73.3~88.9%, 5,633~5,770kg, those of soil mixig 66.7~70.0%, 2,847~3,167kg, respectively.

Keywords : Chinese cabbage, chemical control, clubroot.

배추는 국내에서 가장 많이 재배되는(농림부, 1999) 김장채 소로 중요한 소득작물의 하나로 되어 있으나 최근 경기도 연천, 강원도 평창 등 대규모 주산단지에서 배추 무사마귀병 발생이 급격히 늘어나 시급히 해결해야 할 과제로 부각되고 있다(Kim과 Oh, 1997; Kim 등, 1999a).

배추 무사마귀병(*Plasmodiophora brassicae* Woronin)은 1877년 Woronin에 의해 처음 보고되어 유럽, 아시아 지역에 널리 분포하고 있으며(CAB, 1979) 발생생태, 방제방법 그리고 저항성 품종육종에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다(Takahashi, 1994; Tanaka 등, 1999; Wallenhammar, 1996). 우

리나라에서는 1928년 9월 수원과 서울에서 최초로 발병했다는 기록이 보고(朝鮮總督府 權業模範場, 1928)된 이후 크게 문제시되지 않았으나, 최근 주산단지의 피해확산으로 발생생태, 품종 저항성검정, 방제에 관한 연구(Kim과 Oh, 1997; Oh 등, 1997; Shim 등, 1998) 등이 다양하게 보고되고 있다.

배추무사마귀병균은 토양내에서 생존년수가 길며 빗물 또는 관개수, 수송차량, 농작업도구 또는 농기계 등 다양한 경로로 전파가 가능하여 방제가 매우 어려운 병으로 알려져 있다(Katling, 1968). 또한 배추 출하 방법이 대부분 포전매매를 통하여 거래되고 있어 수확작업과 운반 등을 감안, 차량이 직접 밭에서 이동하며 수확·운반하기때문에 포장간, 지역간 병원균의 전파가 용이하여 피해면적 확대의 단초가 되고 있다. 또한 배추무사마귀병 방제용으로 등록된 약제가 매우 고가(150,000원내외/10a)로 농가에서 작기마다 사용하기에 부담스

* Corresponding author

Phone) +82-31-834-3106, Fax) +82-31-834-3106
E-mail) JI209@chollian.net

Table 1. Control effects on clubroot disease of chinese cabbage by persistence of Flusulfamide DP

Treatments	Application time			Disease severity (%)	Control value (%)	Mean Weight (kg/plant)	Marketability (%)	Marketable yield (kg/10a)
	Spring 1998	Autumn 1998	Spring 1999					
Flusulfamide DP	A ^a	-	-	75.3a ^c	24.7	2.3	64.8	4,968
Untreated	N ^b	-	-	100 a	-	0.1	0	0
Flusulfamide DP	A	N	-	98.7b ^c	1.3	0.5	10.0	167
"	A	A	-	16.0a	84.0	2.0	86.7	5,779
Untreated	N	N	-	100 b	-	0.1	0	0
Flusulfamide DP	A	N	N	86.4a ^c	12.6	0.9	5.6	77
"	A	A	N	45.6b	53.9	2.3	84.4	4,822
"	A	A	A	11.3c	88.6	2.7	93.4	5,219
Untreated	N	N	N	98.7a	-	0.6	0	0

^aApplied. ^bNot applied.

^cMeans with the same letters in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test. The means were analysed on each cultivation time.

러운 실정이고, 사용하더라도 여러 환경요인의 작용으로 방제 효과가 다양하기 때문에 방제가 어려워 기록된 약제의 처리방법 개선을 통해 방제효율을 높이는 방법이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 1998년부터 1999년까지 배추무사마귀병 방제약제의 효과를 증진시키기 위해 처리방법을 개선하고자 수행한 연구결과이다.

재료 및 방법

배추무사마귀병 방제약제 연용횟수에 따른 방제효과. 본 시험은 경기도 연천에서 1998년 봄작기부터 1999년까지 봄작기까지 3작기에 걸쳐 동일포장에서 실시하였으며, 시험약제는 후루설파마이드분제(Flusulfamide DP 0.3%)를 사용하였다. 처리내용은 작기별로 Table 1과 같이 단용, 연용, 연용후 약제를 살포하지 않았을 경우의 발병도를 매작기 무처리 대조로 조사하였다. 약제처리구의 약제 처리방법은 후루설파마이드분제 20kg을 정식 1일전 토양혼화처리 후 정식하였다.

봄재배는 노랑봄배추를 128공 프러그묘판에서 30일간 육묘 후 노지에 4월25일 정식하였고, 가을재배는 조생추석배추를 128공 프러그묘판에서 20일간 육묘후 8월 26일 노지에 정식하였다.

재식거리는 90×45cm로 하였으며, 10a당 시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 32-9-21.8kg수준으로 하여 요소는 기비 : 추비비율을 60 : 40, 인산은 전량 기비, 가리는 기비 : 추비비율을 55 : 45로 8엽 전개시에 시비하였다. 잡초방제는 3회에 걸쳐 인력제

초하였고, 병·해충 방제는 노균병 2회, 파밤나방 2회 경엽 살포하였고 벼룩잎벌레 방제는 파단입제를 정식전 묘상 및 정식후 본포에 10a당 3kg를 살포하였다. 상기 재배방법은 봄재배와 가을재배 동일하게 하였다.

병 발생 정도는 정식후 60일에 반복당 30주를 조사하였으며, 조사 요령은 이병정도를 0=뿌리혹 또는 균류 형성되지 않음, 1=개체당 1-10%의 뿌리에 뿌리혹 또는 균류가 형성되고 뿌리혹 또는 균류는 직경 1mm로 독립적임(가중치 10), 2=11~30% 뿌리에 뿌리혹 또는 균류가 형성되고 뿌리혹 또는 균류는 부풀고 때로는 융합됨(가중치 30), 3=31~60% 뿌리에 뿌리혹 또는 균류가 형성되고 측근과 직근에도 형성됨(가중치 60), 4=60% 이상의 뿌리에 심하게 발병(가중치 100)으로 구분하였으며, 발병도(%)는(각 등급치에 해당되는 개체수 × 가중치수)/공시 개체수로 산출하였다.

기타 재배법은 경기도농업기술원 표준재배법에 준하였으며, 조사요령은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 의거 조사하였다.

배추무사마귀병 방제약제 처리방법 개선효과. 본 시험은 경기도 연천에서 1999년에 봄재배와 가을재배 2회 실시하였으며, 시험약제로 후루설파마이드분제(Flusulfamide DP 0.3%)를 사용하였다. 약제처리방법으로 파종전 육묘상토에 처리하는 방법, 정식전 토양에 혼화하는 방법, 파종전 육묘상토 + 정식전 토양혼화 처리, 무처리 등 4처리를 두었다. 약제처리방법은 육묘상토혼화는 128공 프러그묘판 상토에 5g, 포장 토양혼화는 10a당 20kg을 처리하였고 이를 조합한 육묘상토 혼화 5g + 토양혼화 20kg/10a 처리와 무처리 등 4처리를 두었

Table 2. Control effects on clubroot disease of chinese cabbage by different application methods of Flusulfamide DP

Treatments	Disease severity (%)	Control value (%)	Mean Weight (kg/plant)	Marketability (%)	Marketable yield (kg/10a)
Spring 1999					
Soil mixing	35.6b ^a	61.5	1.8	70.0	3,167
Bed soil mixing	62.8c	32.1	1.1	25.6	508
Combination	24.4c	73.6	2.4	88.9	5,770
Untreated	92.5a	-	1.0	17.8	639
Autumn 1999					
Soil mixing	50.6b ^a	48.9	1.7	66.7	2,847
Bed soil mixing	87.1c	12.0	1.1	10.0	296
Combination	35.3b	64.4	2.4	73.3	5,633
Untreated	99.0a	-	1.0	2.2	44

^aMeans with the same letters in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test. The means were analysed on each cultivation time.

으며, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 수행하였다. 기타 재배법과 조사방법은 방제약제 연용횟수에 따른 방제효과시험과 동일한 방법으로 처리, 조사하였다.

결과 및 고찰

배추무사마귀병 방제약제 연용횟수에 따른 방제효과. 배추 무사마귀병 방제약제인 후루설파마이드 분제의 연용횟수에 따른 결과는 Table 1과 같다.

배추무사마귀병 발생은 각 재배시기 모두 심하였으며, 방제가는 후루설파마이드분제 처리구는 1회 단용 24.7%, 2회 연용 84.0%, 3회 연용 88.6%로 약제 사용횟수가 증가할수록 높아졌으며, 10a당 상품수량은 각각 4,968 ~ 5,779kg으로 모두 높았다. 그러나 후루설파마이드분제 2회 연용후 3회 무시용재배시 방제효과가 53.9%로 3회 연용보다 34.7% 낮았고, 10a당 상품수량은 4,822kg으로 3회 연용재배에 비해 8% 낮았으나 약제살포에 따른 농약비, 노동력 등을 고려할 때 경제적 방제수준으로 여겨진다. 후루설파마이드분제 연용시 방제효과가 높고 수량이 많았던 것은 Tanaka 등(1999)이 실내검정에서 후루설파마이드분제가 배추무사마귀병 휴면포자의 사멸효과 및 포자발아 억제능력이 뛰어났다고 보고한 대로 약제가 포장에서 병원균 밀도를 저하시켰기때문으로 여겨진다.

배추무사마귀병 방제약제 처리방법 개선효과. 배추무사마귀병에 대한 약제효과는 처리방법에 따라 상당히 차이가 있었다(Table 2).

배추무사마귀병 발생정도는 봄, 가을 모두 92%이상으로 심

하였는데 봄재배에 있어 방제가는 관행인 토양혼화처리 61.5%에 비하여 상토혼화는 32.1%로 낮은 반면 상토혼화+토양혼화 처리시 73.6%로 관행에 비하여 12.1% 높았다. 10a당 상품수량도 토양혼화 3,187kg에 비하여 상토혼화+토양혼화 처리시 82% 증수하였으나 상토혼화는 방제가가 낮았던 관개로 토양혼화에 비해 16% 수준에 불과하였다. 가을재배도 봄재배와 같은 경향으로 방제가는 농가 관행인 토양혼화처리 48.9%에 비하여 상토혼화+토양혼화 처리시 64.4%로 높았으나 상토혼화는 12.0%로 낮았고, 10a당 상품수량도 토양혼화 2,847kg에 비하여 상토혼화+토양혼화 처리구가 98% 증수하였다.

이러한 결과는 清水寬二(1986)가 PCNB 분제를 단용처리하는 것보다 중자분외와 뿌리부근에 토양처리를 병용하는 것이 효과적이라는 보고, Oh 등(1997)이 후루설파마이드 0.5% 분제를 토양살포나 중자분의 단용처리보다는 병용처리하는 것이 효과적이라는 보고와 비슷한 결과를 나타냈다. 농가에서는 관행적으로 정식 1 ~ 2일전 정식 후 용이한 활착을 위하여 풋트밖으로 나온 뿌리를 제거한 후 정식하는데, 이 때 뿌리의 상처가 초기감염의 주요 원인으로 생각된다. 이처럼 상토혼화 처리에서도 약간의 방제효과를 보이고, 토양혼화와 병용시 상승효과를 보였던 것은 Tanaka 등(1999)의 보고에서처럼 정식후 무사마귀병균에 의한 감염전 약제의 작용으로 방제효과를 보였던 것으로 생각된다. 또한 봄재배에 비해서 가을재배의 병발생이 높았던 것은 Katling(1968)의 고온보다는 냉랭한 기후지역에서 발병율이 높다는 보고에 비추어 재배기간의 기온차이에 의한 것으로 생각되며 Kim과 Oh(1997)의 조사결과와도 일치한다. 또한 토양수분도 병발생에 매우 중요한 요인으로 작용하는데(Kim 등, 1999b), 봄재배에 비해 가

을재배에 방제가가 낮은 이유는 관수조건의 인위적인 관리가 어려운 노지에서 초기의 잦은 강우에 의한 조기 감염과 강우에 의한 병원균의 전반으로 봄 하우스재배보다 가을 노지재배에서 병발생이 많았기 때문으로 여겨지는데, Takahashi (1994)가 정식후 초기수분이 무사마귀병 발생에 매우 중요하다고 보고한 바 있다.

이상의 결과로 볼 때, 배추무사마귀병 방제를 위하여 후루설파마이드분제를 사용할 때 기존의 토양훈화 단용처리보다 상토훈화 처리를 혼용하는 것이 방제가 및 상품수량이 높았으며, 2회이상 연용후 다음 작기에서 약제처리를 하지 않아도 높은 상품화율을 보이는 경제적 방제수준을 보임으로서 농가에서 활용할 경우 약제비 및 노동력을 절감할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

배추무사마귀병 방제약제의 연용횟수에 따른 방제효과를 조사하기 위해 후루설파마이드분제 처리시 방제가는 1회 단용 24.7%, 2회 연용 84.0%, 3회 연용 88.6%로 약제를 연용할수록 높아졌으며, 10a당 상품수량도 각각 4,968 ~ 5,779kg으로 높았다. 후루설파마이드분제 2회 연용 후 3회 재배시 방제가는 53.9%로 다소 낮았으나 10a당 상품수량은 4,822kg으로 약제비, 노동력 투여 등을 고려할 때 3회 연용 재배보다 2회연용 후 3회재배가 경제적 방제수준으로 여겨진다. 방제약제 처리방법 개선시험에서는 후루설파마이드분제 사용시 농가관행인 토양훈화 처리의 방제가는 봄재배 61.5%, 가을재배 48.9%에 비하여 상토훈화+재배지토양훈화 처리시 각각 73.6%, 64.4%로 높았으며, 10a당 상품수량도 토양훈화처리구 봄재배 3,167kg, 가을 재배 2,847kg에 비하여 82 ~98% 증수하여 효과적인 처리방법이었다.

참고문헌

- 농림부. 1999. 농림수산물통계년보. 354 pp.
- 朝鮮總督府. 1928. 朝鮮作物病害目錄. 權業模範場權業模範場研究報告. 15: 77-78.
- Commonwealth Agricultural Bureau(CAB). 1979. CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacteria. 621pp.
- Katling, J. S. 1968. The plasmodiophorales. Hafner Publishing company. N. Y. USA. 256pp.
- Kim, C. H, Cho, W. D and Yang, J. M. 1999a. Survey of field conditions of clubroot disease incidence of chinese cabbage in major production areas and ecology of root gall development. *Plant Dis. Agric.* 5: 77-83
- Kim, C. H, Cho, W. D and Yang, J. M. 1999b. Effects of temperatures, soil moisture, soil pH and light on root gall development of chinese cabbage by *Plasmodiophora brassicae*. *Plant Dis. Agric.* 5: 84-89
- 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, Hwang, 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. Pl. Path.* 13: 244-247
- 清水寛二. 1986. 藥劑のうお全面地用と定植時の根部の並用によるブコリ根こぶ病防除. 關西病蟲害研究會報 28: 45.
- Takahashi K. 1994. Influences of some environmental factors on viability of resting spores of *Plasmodiophore brassicae* Wor. incubated in sterile soil. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 60: 658-666
- Shim, H. S., Park, J. W., Lee, J. W. and Sung, J. M. 1998. Studies on the occurrence and control efficiency of clubroot disease (*Plasmodiophora brassicae*) in chinese cabbage. *RDA. J. Crop Protec.* 40(1): 23~28
- Tanaka, S., Kochi, S.-I., Kunita, H., Ito, S.-I. and Mitsuro, K.-I. 1999. Biological mode of action of the fungicide, flusulfamide, against *Plasmodiophora brassicae* (clubroot). *European J. Plant Pathology* 105: 577-584
- Wallenhammar. A -C. 1996. Prevalence of *Plasmodiophora brassicae* in a spring oilseed rape growing area in central Sweden and factors influencing soil infestation levels. *Plant Pathology* 45: 710-719