

조생종 콩의 *Phomopsis* 종자부패에 대한 베노밀 처리효과

이충식·박은우*·김홍식¹·김석동¹·홍은희¹·고문환¹
서울대학교 농생물학과, ¹작물시험장

Effects of Benomyl Application on *Phomopsis* Seed Decay of Early Soybeans

Choong Sik Lee, Eun Woo Park*, Hong Sig Kim¹, Seok Dong Kim¹

Eun Hi Hong¹ and Moon Hwan Koh¹

Department of Agricultural Biology, Seoul National University,
Suwon 441-744, Korea

¹Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea

ABSTRACT: Effects of field applications of benomyl on *Phomopsis* seed decay of early soybeans were investigated at Suwon in 1992 and 1993. Pod and immature seed infections were markedly suppressed by benomyl application at the R6 stage whereas the spray at the R7 stage was not as effective as the spray at R6. When compared with unsprayed plots, benomyl spray at R6 resulted in decrease in *Phomopsis* seed infection by 37.1% and 73.9%, and increased in frequency of seed germination by 1.8% and 8.0% in 1992 and 1993, respectively. The results indicated that only one spray at early R6 could effectively reduce seed infection by *Phomopsis* spp. and could be adopted in a disease management program for commercial production of healthy soybean seeds.

Key words: *Glycine max*, *Phomopsis* spp., *Phomopsis* seed decay, Benomyl.

우리나라에서 풋콩은 농가 소득 증대에 유리한 작목으로서 점차 그 재배면적이 증가되고 있는 추세이다(7). 풋콩용 품종으로는 단경기 출하가 가능한 조생종이 주로 재배되며 국내에서 생산되는 조생종 종자의 발아력이 좋지 못하여 매년 일본으로부터 2톤 이상의 종자를 수입하고 있는 실정이다(7). 발아력이 낮은 주된 이유 중의 하나는 미이라병균(*Phomopsis* spp.)에 의한 종자감염이 심하기 때문이며 최고 89.9% 이상의 감염율이 보고되어 있다(10).

베노밀(Methyl-1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazolecarbamate)은 미이라병균에 의한 종자감염율을 낮추고 종자의 발아력을 증진시키는 효과가 있는 것으로 보고되어 있다(4,6). Jeffers 등은 R4~R5기에 베노밀을 살포하여 미이라병균 종자감염율을 20~67% 감소시켰고 발아율을 16~61% 증가시킬 수 있었다(8). Ellis 등은 파종 후 55일부터 2주 간격으로 베노밀을 4차례 살포하여 종자감염율을 낮출 수 있었고 발아율과 포장 출토율을 높일 수 있었다(4). TeKrony

등은 R6기에 1.12 kg/ha의 베노밀을 단한번 살포하여 종자감염율을 감소시키고 발아율을 증가시킬 수 있었으나 R7기 살포는 효과가 없었다(18). 본 연구는 우리나라에서 풋콩용 조생종 콩에 발생하는 *Phomopsis* spp.에 의한 종자감염을 줄이기 위하여 베노밀 살포효과를 검정하고, 살포시기를 결정하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

공시품종 및 처리. 경기도 수원시 농촌진흥청 작물시험장 시험포장에서 1992, 1993년 2년간 실험을 수행하였다. 1992년에는 조생종 콩품종으로서 수원 163(미가와시마), 수원167(Kegon), 수원168(Usuzumi)을 5월 19일 파종하였고, 1993년에는 수원167과 수원 168을 5월 20일 파종하였다. 1992년에는 콩 생육기간 동안 R6기에 베노밀을 단한번 살포한 시험구와 살균제를 전혀 살포하지 않은 무처리를 서로 비교하였고, 1993년에는 베노밀을 R6기 또는 R7기에 1회 살포한 시험구와, R6기와 R7기에 2회 살포한 시험구,

*Corresponding author.

그리고 무처리구로 구성된 4개 처리를 비교하였다. 각 처리를 1992년에는 3반복, 1993년에는 4반복으로 하여 분할구배치법으로 시험포장을 설계하였다. 주구로는 콩품종을 배치하였고, 살균제 처리를 세구로 배치하였다. 시험구의 크기는 시험구당 4줄이었고, 한 줄의 길이는 3m였다. 재식밀도는 줄간 거리 50 cm, 주간을 20 cm로 1주 2~3립씩 파종하여 초엽 전개시 1주 2개체씩만 남기고 솟아 주었다. 시비는 콩복비 50 kg/10a(N:P₂O₅:K₂O=4:7:6 kg/10a)를 전량기비로 사용하였으며, 기타 재배관리는 콩 표준재배법에 따라서 실시하였다. 재초작업은 수작업으로 수시로 하였다.

콩 생육단계 조사. 콩의 생육단계는 2~5일 간격으로 포장에서 시험구별로 Fehr 등(5)의 콩 생육단계 지표표를 이용하여 기록하였고, 미이라병 감염조사를 위하여 식물표본을 채집할 때에도 생육단계를 기록하였다. 생육단계를 판단할 때는 각 시험구 내의 개체들 중 50% 이상이 속한 생육단계를 그 시험구의 생육단계로 결정하였다.

콩 꼬투리 및 미숙된 종자의 미이라병 감염을 조사. 꼬투리의 미이라병 감염율의 조사는 이 등(10)이 사용한 방법으로 조사하였다. 1992년 실험에서 표본을 채집할 때는 농약을 살포하기 전에는 세구를 구분하지 않고 주구별로 개체당 1개씩 30개의 꼬투리를 무작위로 채집하였고 베노밀 처리 후에는 세구 별로 20개의 꼬투리를 채집하였다. 꼬투리 채집은 시험구의 4줄 가운데 중앙의 2줄로부터 채집하였다. 1993년 실험에서는 베노밀 처리 전부터 세구 별로 20개의 꼬투리를 채집하였다. 채집된 꼬투리는 *Phomopsis* spp.에 의한 꼬투리 껍질의 감염을 조사하였는데, 1992년에는 꼬투리 내의 미성숙 종자의 *Phomopsis* spp.의 감염율도 조사하였다. 채집된 꼬투리는 약 30분간 흐르는 수도물로 세척한 후 95% ethanol로 1분, 1% NaOCl로 4분간 표면살균하고 살균증류수로 1분간 두 세 차례 세척한 다음 살균된 여과지로 꼬투리 표면의 흐르는 물기를 제거하였다. 꼬투리 속의 미성숙 종자는 살균된 핀셋과 칼을 이용하여 따로 분리한 후 종자 표면의 물기를 살균된 여과지로 제거하였다. Lactic acid로 산성화(pH 4.5~5.0)된 potato sucrose agar(PSA) 배지에 종자를 올리고 25°C 배양기에서 형광등으로 12/12시간 광암 처리를 하면서 일주일간 배양한 후 종자로부터 출현한 균총을 Barnett 등(1), Ellis(3), Sinclair 등(16)의 분류 기준에 따라 동정하였다. 필요한 경우 일주일간 더 배양하면서 균총을 계속적으로 관찰하여 동정하였다. 종자를 분리해낸 꼬투리 껍질은 표면살균 후 11.9 mg/

ml의 paraquat(1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium dichloride) (그라목손, 한농) 용액에 5~10초간 담갔다 꺼내었다. 2장의 여과지를 petri dish(직경 9 cm)에 깔고 5 ml의 살균 증류수로 적신 다음 paraquat을 처리한 꼬투리를 4개씩 서로 떨어지게 놓았다. Paraquat 처리를 한 꼬투리를 25°C 항온실에서 형광등으로 하루 24시간 동안 계속적으로 광처리를 하면서 일주일 동안 배양하면 꼬투리 껍질에 병자각이 형성되며 *Phomopsis* spp. 병자각의 발생 빈도를 조사하였다.

베노밀 처리. 베노밀 살포는 동력 분무 살포기를 사용하여 0.56 kg(a.i.)/ha를 살포하였다. 살포시기는 1992년에는 공시된 세 품종이 모두 R6기에 이른지 13일째 되는 8월 17일이었다. 1993년에는 공시된 두 품종 모두 R6기에 이른지 6일째인 8월 5일에 R6기 살포를 하였다. 또한 R7기 살포는 수원167은 R7기에 이른지 2일째인 8월 17일, 수원168은 R7기에 이른지 4일째인 8월 27일이었다. 베노밀 살포시 스티로폼 판을 시험구 사이에 벽으로 세워 살포함으로써 다른 시험구에 살포되지 않도록 주의하였다.

종자발아율 조사. 수확된 완숙 종자의 발아율은 시험구 당 200립씩 무작위로 추출하여 1992년에는 rolling paper towel method(19)에 따라 조사하였고, 1993년에는 plastic film cabinet method를 이용하여 조사하였다. Rolling paper towel method는 다음과 같다. 종자를 95% ethanol로 1분, 1% NaOCl로 4분간 표면살균한 다음, 살균 증류수로 2차례 세척하고 살균증류수를 적신 키친타올에 종자 40립을 5립씩 8줄로 서로 떨어지게 놓아 끝에서부터 말은 뒤 양끝을 끈으로 묶어 25°C 배양기에서 암조건하에 5~6일간 배양한 후 발아율을 조사하였다. 배양하는 동안 습기가 마르지 않도록 수시로 살균 증류수를 분무하였다. 종자의 발아는 어린 뿌리의 길이가 자엽길이의 1배 이상일 때를 정상적으로 발아된 종자로 판단하였다. Plastic film cabinet method는 다음과 같다. 플라스틱 필름 통(가로 16×세로 10×높이 3.5 cm)에 4겹의 키친타올을 깔고 살균증류수로 충분히 적신 다음 위와 마찬가지로 방법으로 표면살균한 종자를 40립씩 키친타올 위에 올려놓고 공기가 통할 수 있도록 뚜껑을 약간 열어두고 앞에서와 같은 조건 하에서 배양하여 발아율을 조사하였다.

완숙 종자감염율 조사. 공시된 품종들의 속기가 차이가 있으므로 완숙된 종자의 수확일은 품종별로 차이가 있었다. 1992년 실험에서는 수원163과 수원167은 9월 1일에 수확하였고 수원168은 9월 8일 수확하였다. 1993년 실험에서는 수원167은 8월 31일

수확하였고 수원168은 9월 14일 수확하였다. 수확된 종자는 시험구당 200립씩 무작위로 추출하여 미이라병해립(Phomopsis seed decay), 자반립(Purple seed), 갈반립(Mottled seed)의 빈도를 Sinclair 등(16)의 기술에 의거하여 조사하였다. 종자가 주글주글하고 종피에 흰균사가 보이거나 종피가 균열이 되어 있는 종자를 미이라병해립으로 판단하였으며, 자반립과 갈반립은 종피에 생기는 전형적인 보라빛과 갈색빛으로 판단하였다. 눈으로 조사한 후 종자를 95% ethanol로 1분간, 1% NaOCl로 4분간 표면살균한 다음 살균 증류수로 2차례 세척하고 살균된 여과지로 종자표면의 수분을 제거한 후 APSA 배지 위에 종자를 올려 놓고 25°C 배양기에서 형광등으로 12/12 시간 광암 처리를 하면서 7일간 배양한 후 종자로부터 발생한 균총을 미생속종자 감염율 조사방법과 마찬가지로 방법으로 동정하였다. 종자감염율, 발아율, 꼬투리 감염율에 대한 분산분석은 SAS(17)의 GLM 절차를 이용하였다.

결과 및 고찰

꼬투리 감염 및 종자감염의 경시적 변화. *Phomopsis* spp.에 의한 꼬투리 감염은 R4~R5기에 시작되었다(Figs. 1A, 2). 1992년에는 R4기까지는 꼬투리 감염을 발견할 수 없었으나(Fig. 1A) 1993년에는 R4기의 꼬투리 감염율이 수원167은 3.8~16.3%, 수원168은 33.8~42.5%였다(Fig. 2). 미이라병균의 단거리 전파는 주로 빗물이 튀길 때 이루어진다(15). 수원지방의 7월 강우량과 강우일수는 1992년도에 168.2 mm와 17일이었으며, 1993년도에는 458.5 mm와 17일이었다(9). 따라서 1992년보다 1993년의 7월에 발병 환경이 더 좋았다.

1993년 R4 초기의 꼬투리 감염이 높았던 수원168은 R4 후기에는 오히려 꼬투리 감염율이 감소되었는데 이것은 개화 후 생육 초기에 형성된 하단 3개 마디의 감염된 꼬투리들이 더 이상 자라지 못하고 퇴화됨으로써 두번째 포본조사에 포함되지 못하였기 때문으로 판단된다(Fig. 2B). 한편 1992년에 수확기 직전에 조사한 최종 표본의 꼬투리 감염율은 전반적으로 감소되는 경향이 있었는데 이것은 최종 표본을 상단부에 형성된 꼬투리를 주로 채집하였기 때문이다. *Phomopsis* spp.에 의한 꼬투리 및 종자감염율은 식물체의 하단 3개 마디에서 가장 높고, 상단 3개 마디에서 가장 낮은 것으로 보고된 바 있다(6).

꼬투리 감염이 급격히 증가되는 시기는 R5~R6기 동안이었으며 이 시기에 베노밀을 살포할 경우 꼬

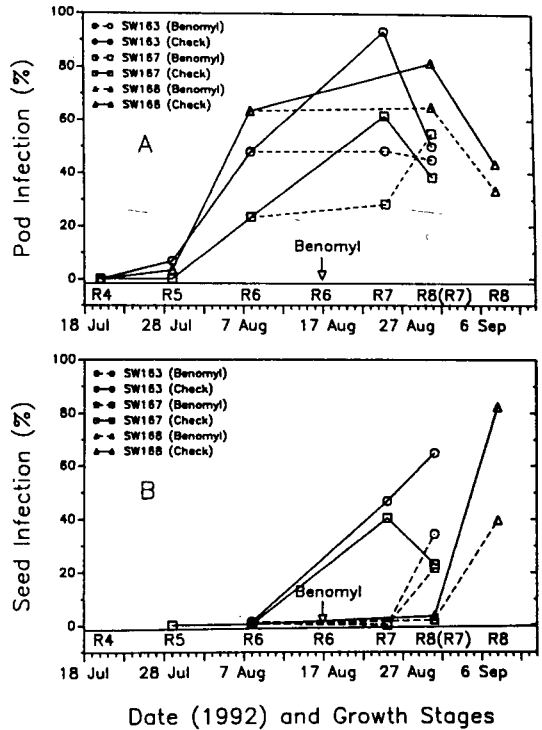


Fig. 1. Effects of benomyl application at the R6 stage of early maturing soybeans (Suwon 163, Suwon 167, Suwon 168) on pod infection (%) progress (A), and immature seed infection (%) progress (B) by *Phomopsis* spp. at Suwon in 1992. R7 in parenthesis is the growth stage of Suwon 168.

투리 감염율 증가를 현저히 감소시킬 수 있었다(Figs. 1A, 2). 또한 1993년도 실험에서 R7기에 베노밀을 살포한 수원 167 시험구에서는 꼬투리 감염이 더 이상 진전되지 않았다(Fig. 2A). 따라서 꼬투리 감염이 시작되는 R4~R5기 이후에 어느 때든지 베노밀을 살포하면 꼬투리 감염율의 증가를 억제할 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 지나치게 일찍 베노밀을 살포할 경우에는 콩 생육후기의 감염을 막기 위하여 1~2회의 추가 살포가 필요할 것으로 생각된다.

Phomopsis spp.에 의한 콩 종자감염은 주로 꼬투리를 침입한 균사가 성장하여 종자를 침입하는 것으로 알려져 있다(14). 1992년에 베노밀을 살포한 시험구에서는 R7기까지 종자가 감염되지 않았으나 무처리구에서는 R7기에 이미 종자감염율이 약 40% 이상이었다(Fig. 1B). 공시된 세 품종 중 가장 만생종인 수원168의 경우는 무처리구에서도 R7기인 8월 말까지 꼬투리 속의 종자가 거의 감염되지 않았으나 (Fig. 1B), R8기인 9월 초에는 무처리구에서는 82.2%

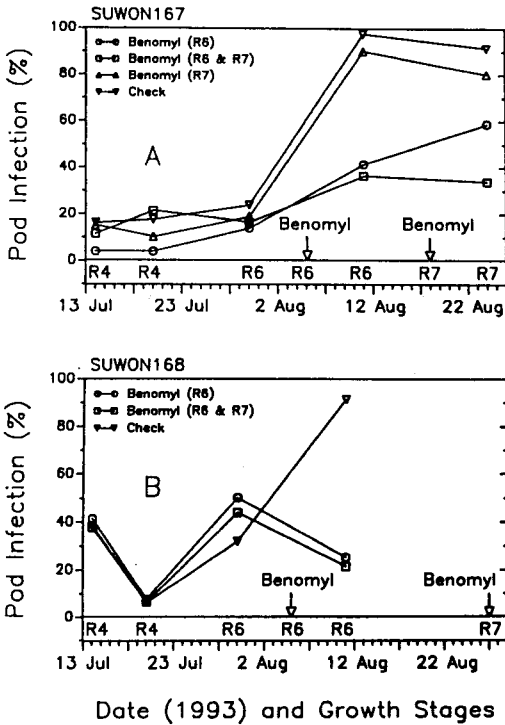


Fig. 2. Effects of benomyl application at different growth stages of early maturing soybeans (Suwon 167 (A), Suwon 168 (B)) on pod infection (%) progress by *Phomopsis* spp. at Suwon in 1993.

의 종자감염율을 확인할 수 있었으며 R6기에 베노밀을 처리한 시험구의 종자감염율은 39.4%였다(Fig. 1 B). 위의 결과들을 종합할 때 꼬투리 속에서 자라고 있는 미성숙 종자는 R6기 이후에 *Phomopsis* spp.에 감염되기 시작함을 알 수 있다. 또한 R6기에 베노밀을 살포함으로써 꼬투리에서의 병원균 성장을 억제하여 꼬투리 속의 미성숙 종자가 침입되는 것을 효과적으로 줄일 수 있다고 생각된다.

완숙 종자의 장해립 발생 및 *Phomopsis* spp.에 의한 종자감염. 수확된 완숙 종자들 가운데 육안으로 조사하여 미이라립으로 판단되는 장해립의 빈도수에 있어서 베노밀 살포효과는 1992년에는 뚜렷하지 않았으나, 1993년에는 베노밀 처리구의 장해립 발생율이 무처리구에 비하여 현저히 낮았다(Table 1). 분산분석 결과에 따르면 1992년도에는 각 시험구간의 장해립 빈도수의 변이폭이 심하여 품종 또는 베노밀 처리의 효과가 통계학적으로 유의성이 없었다($p < 0.05$). 1993년도에는 R6기 1회 처리구와 R7기 1회 처리구간에는 장해립 발생율에 차이가 없었고, 1회 처리한 시험구들과 R6, R7기 2회 처리한 시험구간에는

Table 1. Effects of benomyl applications at different growth stages of early maturing soybeans on frequency (%) of cracked and shriveled seeds

Year	Cultivar	Growth stages applied			
		R6	R6/R7	R7	Check
1992	Suwon 163	5.7	— ^a	—	3.4
	Suwon 167	8.7	—	—	4.4
	Suwon 168	4.1	—	—	10.1
1993	Suwon 167	7.0	1.8	9.5	14.0
	Suwon 168	1.3	1.0	5.0	6.0

Orthogonal contrasts ^b		Mean square	F value
1992	Cultivar	11.11	0.72
	Benomyl vs. Check	0.15	0.01
1993	Cultivar	180.50	20.43*
	Benomyl vs. Check	198.38	16.8**
	R6, R7 vs. R6/R7	99.19	8.4**
	R6 vs. R7	39.06	3.3

^aThe treatment was not included in 1992.

^bThe interaction between cultivar and benomyl treatment was not significant at $p=0.05$.

* and ** indicates statistical significance at $p=0.05$ and $p=0.01$, respectively.

유의성이 있었다($p < 0.01$) (Table 1). 또한 두 해 모두 품종과 베노밀 처리간의 상호작용 효과는 유의성이 없었다.

미이라립으로 판단되는 장해립들 가운데는 *Phomopsis* spp. 이외에 *Colletotrichum* spp. 등과 같은 다른 병원균들에 의한 장해립이 포함될 수 있으므로 종자로부터 병원균을 분리하여 *Phomopsis* spp.에 의한 종자감염율을 조사하였다. 완숙된 종자들로부터 분리된 *Phomopsis* spp.는 70% 이상이 *P. longicola*였으며 나머지는 *P. phaseoli*였다(Table 2). 이 두 종의 *Phomopsis* spp.에 의한 종자감염율의 총합은 1992년에는 무처리구에서 61.6~71.0%였으나 R6기에 베노밀을 처리한 구는 약 38~45%였다($p < 0.01$). 1993년도의 종자감염율은 무처리구가 8.4~14.2%였고, 베노밀 처리구가 0.6~10.1%였다. 따라서 두 해 모두 베노밀의 방제효과가 뚜렷하였다($p < 0.01$).

베노밀 처리구들 가운데에서도 R7기 베노밀 1회 처리구가 나머지 두 처리구에 비하여 종자감염율이 현저히 높았으며($p < 0.01$), R6기 1회 처리구와 R6기 및 R7기 2회 처리구 사이에서는 종자감염율에 차이가 없었다(Table 2). 이러한 결과는 콩의 생육단계가 R6 초기일 때 베노밀을 살포하여 *Phomopsis* spp.에 의한 꼬투리 감염을 억제시킴으로써 종자 감염을

Table 2. Effects of benomyl application at different growth stages of early maturing soybeans on seed infection (%) by *Phomopsis* spp. in 1992 and 1993

Year	Fungal isolates	Cultivar	Growth stages applied			
			R6	R6/R7	R7	Check
1992	<i>Phomopsis longicola</i>	Suwon 163	34.9	— ^a	—	54.9
		Suwon 167	28.7	—	—	50.9
		Suwon 168	31.2	—	—	63.5
	<i>Phomopsis phaseoli</i>	Suwon 163	9.6	—	—	12.9
		Suwon 167	9.6	—	—	10.7
		Suwon 168	12.2	—	—	7.5
1993	<i>Phomopsis longicola</i>	Suwon 167	4.9	2.9	9.3	12.4
		Suwon 168	0.6	1.6	5.8	8.1
	<i>Phomopsis phaseoli</i>	Suwon 167	0.4	0.6	0.8	1.8
		Suwon 168	0.0	0.1	0.5	0.3
Orthogonal contrasts ^b			Mean square	F value		
1992	Cultivar		91.19	0.36		
	Benomyl vs. Check		2760.63	36.4**		
1993	Cultivar		126.01	8.16*		
	Benomyl vs. Check		268.35	27.4**		
	R6, R6/R7 vs. R7		152.30	15.6**		
	R6 vs. R6/R7		0.39	0.04		

^aThe treatment was not included in 1992.

^bThe interaction between cultivar and benomyl treatment was not significant at p=0.05.

* and ** indicate statistical significance at p=0.05 and p=0.01, respectively.

효과적으로 줄일 수 있음을 뜻한다. 또한 베노밀을 R6기와 R7기에 2회 살포할 경우 R6기에 1회 살포하는 것보다 수확기의 꼬투리 감염율을 낮출 수는 있으나 종자 감염을 크게 줄이지는 못하였다.

종자 발아율. 베노밀 살포가 건전 종자 생산에 미치는 효과를 검정하기 위하여 종자의 발아율을 조사한 결과 1992년에는 베노밀을 처리하였을 때 품종 모두 발아율이 증가하는 경향이 있었으나 통계적으로 유의성은 없었다(Table 3). 1993에는 베노밀을 처리하였을 때 수원167과 수원168 모두 무처리구에 비하여 발아율이 현저히 증가되었다(p<0.01). 그러나 베노밀 처리구들간에는 발아율의 차이에 있어서 통계적으로 유의성은 없었다. 한편 수원167이 수원168보다 발아율이 높았으나, 품종과 베노밀 처리간의 상호작용이 종자발아율에 미치는 효과는 유의성이 없었으므로 품종간 종자발아율 차이는 병원균의 종자감염 정도 또는 베노밀의 방제효과에 의한 차이라기 보다는 품종의 차이 때문으로 판단된다.

본 실험의 결과를 종합하면 종자형성기에 베노밀 살포는 *Phomopsis* spp.에 의한 꼬투리 감염과 종자 감염을 효과적으로 줄여 건전한 풋콩 종자를 생산하는데 도움이 되었다. 이때 베노밀을 R6기 초기에

Table 3. Effects of benomyl applications at different growth stages of early maturing soybeans on seed germinatin (%)

Year	Cultivar	Growth stage applied				
		R6	R6/R7	R7	No spray	
1992	Suwon 163	81.0	—	—	73.0	
	Suwon 167	74.0	—	—	67.0	
	Suwon 168	67.5	—	—	64.0	
1993	Suwon 167	96.1	96.9	94.3	91.5	
	Suwon 168	92.5	91.5	87.5	83.1	
Orthogonal contrasts ^b		Mean square	F value			
1992	Cultivar		205.97	6.32		
	Benomyl vs. Check		96.43	1.0		
1993	Cultivar		1152.00	11.30*		
	Benomyl vs. Check		816.67	11.63**		
	R6, R6/R7 vs. R7		234.08	3.33		
	R6 vs. R6/R7		0.25	0.00		

^aThe treatment was not included in 1992.

^bThe interaction between cultivar and benomyl treatment was not significant at p=0.05.

* and ** indicate statistical significance at p=0.05 and p=0.01, respectively.

꼬투리 감염율이 높아지기 전에 살포하는 것이 효과적이며, R7기에 한번 더 살포하게 되면 꼬투리 감염을 좀 더 줄일 수 있으나 완숙된 종자의 감염율을 더 이상 감소시키지는 못하였다. 따라서 건전 종자 생산 측면에서는 R6기에 1회만 살포하는 것이 경제적이라고 생각된다. 한편 국내외의 보고(11, 13)에 따르면 Cerkauskas 등(2)이 개발한 paraquat 처리법을 이용하여 조사한 R6기의 꼬투리 감염율과 완숙된 종자감염율간에 높은 상관관계가 있으므로 paraquat 처리를 이용한 꼬투리 감염 검사를 실시한다면 베노밀 살포시기를 판단하는데 도움이 될 것이다.

요 약

조생종 콩의 *Phomopsis* 종자부패에 대한 베노밀의 효과를 수원 포장에서 1992년과 1993년에 조사하였다. R7기 베노밀 살포가 꼬투리 감염을 억제하는데 효과적이지 못하였던 반면 R6기 베노밀 살포는 꼬투리와 미성숙 종자의 감염을 크게 억제하였다. R6기 베노밀 처리는 무처리구와 비교할때 1992년과 1993년에 각각 *Phomopsis* 종자감염율을 37.1%과 73.9% 감소시켰고 종자 발아율을 1.8%와 8.0% 증가시켰다. 본 실험의 결과를 종합하면 베노밀 살포를 건전한 풋콩 종자를 상업적으로 생산하기 위한 병관리 방법으로 활용할 수 있으며, R6 초기에 베노밀을 1회 살포한다면 *Phomopsis* spp.에 의한 종자감염을 효과적으로 줄일 수 있다고 판단된다.

참고문헌

- Barnett, H. L. and Hunter, B. B. 1987. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4th ed. Macmillan Publishing Company. 218 pp.
- Cerkauskas, R. F., Dhingra, D. P. and Sinclair, J. B. 1983. Effect of three desiccant-type herbicides on fruiting structures of *Colletotrichum truncatum* and *Phomopsis* spp. on soybean stems. *Plant Dis.* 67 : 620-622.
- Ellis, M. B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 608 pp.
- Ellis, M. A. and Sinclair, J. B. 1976. Effect of benomyl field sprays on internally-borne fungi, germination, and emergence of late-harvested soybean seeds. *Phytopathology* 66 : 680-682.
- Fehr, W. R., Caviness, C. E., Burmood, D. T. and Pennington, J. S. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science* 11 : 929-931.
- Hepperly, P. B., and Sinclair, J. B. 1980. Associations of crop symptoms and pod positions with *Phomopsis sojae* seed infection and damage in soybean, *Glycine max*. *Crop Science* 20 : 379-381.
- 작물시험장. 1993. 수출 유망품목 생두 생산기술 및 유통조사 연구: 제 2차년도 보고서. 180 pp.
- Jeffers, D. L., Schmitthenner, A. F. and Reichard, D. L. 1982. Seed-borne fungi, quality and yield of soybean treated with benomyl fungicide by various application methods. *Agronomy J.* 74 : 589-592.
- 기상청. 1992~1993. 기상월보. 한국기상청.
- 이충식, 박은우, 홍은희, 김석동, 임재현, 김유진. 1992. 조생종 콩품종과 파종기가 *Phomopsis* spp.에 의한 미이라병 발생에 미치는 영향. *한식병지.* 8 : 47-56.
- McGee, D. C. 1986. Prediction of *Phomopsis* seed decay by measuring soybean pod infection. *Plant Dis.* 70 : 329-333.
- Morgan-Jones, G. The *Diaporthe/Phomopsis* complex: Taxonomic considerations. pp.1699-1706 in: Proc. World Soybean Res. Conf., 4th. A. J. Pascale, ed. Realización, Orientación Grafica Editora S. R. L., Buenos Aires, Argentina.
- 박은우, 이충식. 1992. 콩 꼬투리 감염조사를 이용한 미이라병균(*Phomopsis* spp.)의 종자감염 예측. *한식병지.* 8 : 96-100.
- Ploper, L. D. 1989. The *Diaporthe/Phomopsis* complex of soybeans. pp.1695-1698 in: see Ref. No.12.
- Rupe, J. C. 1989. Epidemiology of the *Diaporthe/Phomopsis* complex. pp.1712-1717 in: see Ref. No. 12.
- Sinclair, J. B. and Beckman, P. A. (ed.) 1989. *Compendium of soybean diseases*. APS press. 106 pp.
- Statistical Analysis System, Inc. 1985. *SAS User's Guide: Statistics*. 5th ed. SAS Institute. Carry, NC.
- TeKrony, D. M., Egli, D. B., Stuckey, R. E. and Loeffler, T. M. 1985. Effect of benomyl applications on soybean seedborne fungi, seed germination, and yield. *Plant Dis.* 69 : 763-765.
- Yaklich, R. W. and Kulik, M. M. 1979. Evaluation of vigor tests on soybean seeds: relationship of the standard germination test, seedling vigor classification, seedling length, and tetrazolium staining to field performance. *Crop Science* 19 : 247-252.