

포장위생 관리가 콩 미이라병의 발생에 미치는 영향

오 정 행

단국대학교 농과대학 식물자원학부

Effect of Field Sanitation on the Pod and Stem Blight Caused by *Phomopsis* spp. in Soybean

Jeung Haing Oh

Division of Plant Resources, College of Agriculture, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

ABSTRACT: The effect of field sanitation using ecological characters of the pathogen was investigated for controlling *Phomopsis* seed decay in soybean. Field sanitation which was eliminated the inoculum by removing host debris, abscised petioles and cotyledones out of field, reduced remarkably infection percentage of pods and seeds by *Phomopsis* spp. as compared to the inoculated field. Nevertheless, seed infection was 28.7% in the sanitized field. The fields sanitized by benlate application around the soybean plants also decreased seed infection with *Phomopsis* spp. Total seed infection including that with miscellaneous pathogens occurred as much as 75~79% to the no application and their control values were 34~42% over the routine application schedule. Even though it was not satisfactory, field sanitation seemed to be effective in controlling *Phomopsis* seed decay when infection pressure was low level. *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*, *D. phaseolorum* var. *caulivora* and *Phomopsis longicolla* were mostly identified from soybean seeds and *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchiana* were also isolated in sequence. Field sanitation did not significantly increase in soybean yield over the no application, while routine application schedule did in field.

Key words: Field sanitation, *Phomopsis* spp., Soybean.

콩(*Glycine max* L. Merrill)은 발작물의 작부체계상 기간작목으로 구분되며, 최근에는 풋콩 등 채소식품으로서도 그 수요가 점차 증가하고 있는 고소득 작물이다. 국내의 풋콩생산은 250 ha 내외의 재배면적에서 가지풋콩으로 약 2500톤에 이르며, 그 일부는 가공풋콩으로 수출되고 있다. 풋콩을 비롯한 조속계통 콩에서는 미이라병의 종자감염으로 수량감소는 물론 종자콩의 확보가 매우 어려워, 일부 조속계통을 국내에서 선발하여 풋콩종자로 이용하기도 하나, 대부분은 일본에서 종자를 도입하여 사용한다.

콩 미이라병의 종자감염율은 최고 89.9%로 알려져 있고(10), 이병종자, 수확후의 식물체 잔재는 미이라병의 중요한 제1차 전염원이 된다(1, 14). 콩 미이라 병원균은 식물체에 감염되어도 생활조직에서는 균사의 생장이 극히 제한적이어서, 잠재감염 상태로 존재할 뿐 분생포자를 거의 형성하지 않는다(5, 7, 15). 드물게는 도관을 통한 전신감염을 보이기도 하나, 주로 협에 감염된 병원균이 종실감염으로 이어진다(5, 8). 그리고 당년의 이병식물체에서 낙엽된 엽병, 노화된 떡잎 등의 조직에서 병자

각을 형성하여 제2차 전염원이 되므로, 콩 미이라병의 방제는 포장위생이 중요하다(4, 9, 20).

미이라병의 방제는 윤작과 파종기 지연 및 저항성품종의 재배가 효과적이긴 하나(3, 14, 19, 22), 실제로 윤작이 여의치 않고 파종기를 늦출 경우 생식생장기간이 단축되어 수량감소를 초래한다. 벤레이트가 효과적인 방제약제이긴 하나(6, 11, 21), 협의 생리적 성숙기에 협채로 수확하여 식용하는 풋콩에서의 농약방제는 상품가치면에서 금기시 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 콩 미이라병의 발생특성을 이용하여 포장위생관리에 의한 콩 미이라병의 방제가능성을 탐색하고자 하였다.

재료 및 방법

콩의 재배관리. 공시품종 석랑풋콩을 1/20,000 와그너 풋트에 1주 1본으로 풋트당 2주씩 재식하여, 바닥에 비닐을 깔 하우스내에서 완전임의배치 5반복으로 재배하였다. 풋트의 시비량은 성분량으로 N-P-K=4-7-6 kg/10 a을 전량 기비로 하고, 퇴비 200 kg/10 a을 함께 사용하였다. 풋트 주변의 낙엽이나 떡잎 등을 수시로 제거하여 재배지를 최대한 위생적으로 관리하여 미이라병의 전염

*Corresponding author.

원을 배제하였다. 이병종자에서 분리, 배양한 병원균 (*Phomopsis* spp.)을 혼합하여 결협기 식물체에 분무접종 및 줄기접종을 시켰고, 종자가 형성된 꼬투리에 협접종을 하였다. 식물체 분무접종은 병원균을 감자한천배지에 배양하여 증류수로 약 10⁵포자/ml 농도의 포자현탁액을 만들고, 0.01% tween 20을 혼합하여 분무접종하였다. 줄기접종 및 협접종은 이쑤시개 접종법(2, 11)을 이용하였으며, 접종후에는 25°C, 80% RH로 48시간 동안 유지한 다음 비닐하우스에서 재배하였다.

벤레이트 살포에 의한 포장위생관리는 포장에서 석랑 풋콩을 구당 30주씩 난피법 3반복으로 배치하여 관행재배 하였으며, 벤레이트를 초생단엽기(V₁)부터 결협초기(R₃), 결협초기부터 협 최대비대기(R₆)까지 식물체 주위 지표면에만 10일간격 3회 살포하여, 결협초기부터 성숙기(R₇)까지 살포하는 관행방제법과 비교하였다.

병원균 동정 및 이병율 조사. 각 처리구에서 수확한 풋콩 종자 150립을 1% NaOCl로 표면소독하고 감자한천배지에 치상하여 병원균을 순수분리한 다음 Sinclair 등(17, 18)의 방법으로 병원균의 특성을 조사하여 동정하였다. 협 이병율은 달관적으로 미이라병 이병협을 조사하였고, 종실 감염율은 수확한 종실 150립을 무작위로 취하여 McGee(11)의 방법으로 조사하였다. 생육특성은 농촌진흥청 시험조사기준(13)에 준하였고, 방제가는 농약시험법(12)에 따랐다.

결 과

풋콩 장려품종에서 종자에 발생하는 *Phomopsis* spp.를 동정한 결과(Table 1), 공시품종 모두에서 *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*가 가장 많이 분리되었으며, 다음이 *Phomopsis longicolla*, *D. phaseolorum* var. *caulivora* 순으로 분리 되었다. 추대두인 대비품종 황금콩에서는 일반 풋콩품종의 종자감염율에 비해 현저히 낮았다. 풋콩 종자에 감염된 *Phomopsis* spp.는 가시적으로 구별하기가 어려우므로, 본 실험에서는 3종을 포함하여 콩 미이라 병원균을 *Phomopsis* spp.로 하였다.

풋콩의 품질은 협의 오반이 크게 영향하므로, 콩 미이

Table 1. Incidence percent of *Phomopsis* spp. in soybean seeds

Cultivar	<i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>sojae</i>	<i>Phomopsis longicolla</i>	<i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>caulivora</i>	Total
Seokryang	10	5	2	17
Miwon	14	4	1	19
Olkong	17	8	0	25
Native var.	18	9	0	27
Hwanggumkong	1	2	0	3

라병의 협 이병율을 달관적으로 조사하였다. 그 결과 (Table 2), 병원균을 접종한 경우 포자현탁액을 식물체에 분무접종했을 때 평균 28.0%, 줄기접종했을때 15.7%였으며, 포장을 위생관리한 상태에서는 풋콩 수확기인 생리적 성숙기(R₆)에 1.3%였고 생육기가 진전됨에 따라 점차 증가하여 평균 6.9%의 협 이병율을 보였다.

수확한 종실의 가시적 불량종자율은 병 접종구에서는 접종방법에 따라 46.4%~71.1%였으나 포장위생처리시에는 22.1%였으며, 가시적 이병률은 병 접종구에서는 5.9%~31.1%, 포장위생처리에서는 2.0%의 이병율을 보였다. 종실의 콩 미이라병 감염율은 줄기 접종구에서는 36.0%, 식물체 접종 및 협 접종에서는 각각 43.3%, 64.0%였으며, 포장위생처리에서도 28.7%의 비교적 높은 종실 감염율을 보였다(Table 3).

포장위생을 위한 벤레이트의 살포방법에서는 초생단엽기부터 결협초기까지 식물체 주변 지표면에 살포한 GSV₁R₃의 경우, 콩 미이라병은 33%, 기타 종자병은 17%의 종실 감염율을 보였다. 결협초기부터 생리적 성숙기까지 지표면에 살포한 GSR₃R₆의 경우는 34%의 콩 미이라병 감염율과, 19%의 기타 종자병 감염율을 보여 무살포구의 45%, 22%에 비하여 크게 낮았다(Table 4). 그러

Table 2. Visible pod infection by *Phomopsis* spp. inoculated by different methods under sanitized field condition in soybean cv. Seokryang

Treatment ¹⁾	No. of pods investigated	% of infected pods at the growth stage			
		R6	R7	R8	Mean
Plant spraying	263	9.5	32.3	42.2	28.0a ²⁾
Pod insertion	274	6.9	21.2	32.8	20.3a
Stem pricking	201	1.5	16.5	29.1	15.7b
No inoculation	151	1.3	8.6	10.9	6.9c

¹⁾Indicates whole plant inoculation by spraying the spore suspension (plant inoculation), pod inoculation by inserting tooth-pick with mycelium (pod inoculation) and stem inoculation by pricking tooth-pick with mycelium (stem pricking).

²⁾Means within a column followed by the same letters are not significantly different by DMRT at 0.05 level.

Table 3. Seed infection percent by *Phomopsis* spp. inoculated by different methods under sanitized field condition in soybean cv. Seokryang

Treatment	Poor quality ¹⁾	Diseased seed ²⁾	Infected seed
Leaf spraying	46.4b	5.9c	43.3bc ²⁾
Pod insertion	71.1a	31.1a	64.0a
Stem pricking	48.8b	11.3b	36.0b
No inoculation	22.1c	2.0d	28.7c

¹⁾Visibly unhealthy and immature seeds.

²⁾Seeds with symptom caused by *Phomopsis* spp.

²⁾Means within a column followed by the same letters are not significantly different by DMRT at 0.05 level.

Table 4. *Phomopsis* spp. seed infection and control value of field sanitation by benlate application at different growth stages of soybean cv. Seokryang

Treatment ^a	% of infected seed			Control value		
	<i>Phomopsis</i> spp.	Other seed ^b pathogens	Total (Ratio)	<i>Phomopsis</i> spp.	Other seed pathogens	Total (Ratio)
GSV ₁ R ₃	33a	17b	50b(75)	26.7a	22.7	25.4a ^c (42)
GSR ₃ R ₆	34a	19b	53b(79)	24.4a	13.6	20.9a (34)
WPR ₃ R ₇	12b	14a	26c(39)	73.3b	36.4	61.2b (100)
No-spray	45a	22a	67a(100)	-	-	-

^aIndicates benlate application from V₁ to R₃ growth stage on the ground surface around plants (GSV₁R₃), from R₃ to R₆ on the ground surface around plants (GSR₃R₆), from R₃ to R₇ on the whole plants (WPR₃R₇) 3 times with 10 day intervals, respectively.

^bOther seed pathogens include *Colletotrichum truncatum* and *Cercospora kikuchiana* etc.

^cMeans within a column followed by the same letters are not significantly different by DMRT at 0.05 level.

나 관행방제인 WPR₃R₇의 종실 감염율 12%, 14%에 비해서는 높았다. 한편, 벤레이트를 이용한 포장위생 처리의 콩 미이라병 방제효과는 GSV₁R₃에서 26.7%, GSR₃R₆에서 24.4%였다. 이는 관행방제 73.3%의 33~36%로 낮은 편이었고, 기타 종자병을 포함한 전체 방제가에서도 관행방제 61.2%의 34~42%에 불과하였다.

이들 종실에 발생한 병원균을 분리 동정한 결과 (Table 5), *Phomopsis* spp.의 분리빈도가 가장 높았고 그 다음이 *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchiana* 순이었다.

포장위생의 콩 생육 및 수량에 대한 영향은 처리간에 큰 차이는 없었으나, 포장위생 처리는 종실 감염율을 크게 감소시켰다(Table 6). 벤레이트를 지표면에 살포하여 포장위생 처리한 GSV₁R₃, GSR₃R₆에서는 초장, 분지수, 협수, 입수, 100립중, 수량 등 모든 조사형질이 무처리에 비해 좋았으나, 관행방제인 WPR₃R₇에는 미치지 못하였다. 30주당 입중으로 나타낸 수량은 관행방제가 561.3g으로 가장 높았고 벤레이트 지표면 살포에 의한 포장위생처리구는 각각 359.3g 및 460g으로 무처리구 355.7g과 통계적 유의차가 없었다.

Table 5. Distribution frequency of pathogens isolated from the seeds of soybean cv. Seokryang sanitized by benlate application at different growth stages

Pathogen	% of isolation in the treatment of ^a			
	GSV ₁ R ₃	GSR ₃ R ₆	WPR ₃ R ₇	No-spray
<i>Phomopsis</i> spp.	33	34	12	45
<i>Colletotrichum truncatum</i>	9	13	11	12
<i>Cercospora kikuchiana</i>	3	5	2	3
<i>Alternaria</i> spp.	2	3	0	6
<i>Penicillium</i> spp.	3	4	1	0

^aIndicates benlate application from V₁ to R₃ growth stage on the ground surface around plants (GSV₁R₃), from R₃ to R₆ on the ground surface around plants (GSR₃R₆), from R₃ to R₇ on the whole plants (WPR₃R₇) 3 times with 10 day intervals, respectively.

Table 6. Agronomic characters of soybean cv. Seokryang sanitized by benlate application at different growth stages

Treatment ^a	Plant height (cm)	No. of branches /plant	No. of pods/ plant	No. of seeds/ pod	100-seed wt. (g)	Seed wt. 30 plants (g)
GSV ₁ R ₃	22.8	5.5	34.4	1.7	29.5	460.0ab ^b
GSR ₃ R ₆	23.5	5.1	27.0	1.6	30.6	359.3b
WPR ₃ R ₇	22.7	5.3	36.4	1.7	30.9	561.3a
No-spray	21.2	5.7	28.5	1.6	29.7	355.7b

^aIndicates benlate application from V₁ to R₃ growth stage on the ground surface around plants (GSV₁R₃), from R₃ to R₆ on the ground surface around plants (GSR₃R₆), from R₃ to R₇ on the whole plants (WPR₃R₇) 3 times with 10 day intervals, respectively.

^bMeans within a column followed by the same letters are not significantly different by DMRT at 0.05 level.

고 찰

조숙성 콩 품종을 이용하는 풋콩에서는 콩 미이라병을 비롯한 협 및 종자감염 병해가 수량성은 물론 협 품질과 종자콩 확보에 큰 장애가 되고 있다. 현재 조숙품종의 종자병해 방제법으로 파종기조절, 윤작등이 이용되나(3, 14, 22), 나름대로의 문제점이 있으며 더욱이 풋콩에서의 농약방제는 금기시 되고 있다. 본 연구에서 공시종자의 콩 미이라병 종자감염율은 17~27%로 이 등(10)이 보고한 89.9%와는 큰 차이를 보였는데 이는 공시종자가 이미 종자용으로 선별된 것이기 때문으로 보였다. 공시종자에서는 *Phomopsis* spp.로 *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*, *Phomopsis longicolla* 및 *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*가 분리되었는데, Sinclair 등(17, 18)도 이들을 동정하였으며 그중 *D. phaseolorum* var. *sojae*와 *P. longicolla*가 주로 종자감염을 일으킨다고 하였다. 콩 미이라병의 제 1차전염원은 주로 이병종자, 이병식물의 잔재이며, 당년의 유식물의 줄기에 감염된 균사는 생활조직에서는 병자각을 형성하지 않고 침입부위로부터 2 cm

범위로 자라 잠재감염을 한다(5). 따라서 당년의 종실감염을 일으키는 전염원은 되지 못하며, 다만, 낙엽한 엽병, 노화 떡잎등에서 병자각을 형성하여 뿌리치는 빗방울에 의해 포자가 전파되어 협을 감염한다(18). 따라서 이들 전염원을 제거하는 포장위생처리는 협 이병을 및 종실감염을 현저히 감소시킬것으로 예상하였으나, 본 연구에서는 28.7%의 비교적 높은 종자 감염율을 보였다. 이는 포장위생처리 과정에서 일부 제거되지 않고 식물체에 부착되어 있던 이병 노화조직 및 초기에 발육정지된 마른 협 등에서 병자각이 형성되어 전염원을 제공한 것으로 보인다. Kulik(9), Sinclair(16)도 식물조직의 노화 및 스트레스는 균사의 생육을 촉진하여 침입부위로부터 5 cm 범위까지 진전되었으며, 병자각도 형성하여 병징을 나타낸다고 하였다. 그러나 포장위생에 의한 콩 미이라병의 방제를 위해서는, 포장위생처리에서도 이처럼 높은 종실 감염율을 나타낸 정확한 원인구명이 있어야 할것으로 보였다. McGee(11)에 의하면 콩 미이라병은 개화기부터 감염되기 시작하여 감염협을 통해 종실감염을 일으키며, 잠재감염상태의 이병협은 R₆ 이후부터 병자각을 형성하고 생육이 진전됨에 따라 급속히 증가하며 종실감염은 R₆ 이후에 이루어진다(20). 본 연구에서도 R₆ 기의 협 이병율은 낮았고 이때 종실 감염은 거의 없었으나, 수확후 종실(R₆)의 감염율은 높았다. 벤레이트 살포에 의한 포장위생처리는 관행방제에 비해 33~36%의 미이라병 방제효과가 있었고, 기타 종자병을 포함한 전체 방제가에서도 관행방제의 방제가 61.2%의 34~42% 방제효과를 보였다. 이것은 비록 콩 미이라병의 방제를 포장위생에만 의존할 수 없는 정도의 낮은 방제가이긴 하나, 포장의 발병압이 낮은 경우에는 풋콩 협의 농약오염을 배제하고 종자의 콩미이라병을 경감시키는 효과가 있을것으로 보였다.

요 약

콩 미이라병의 발생특성을 이용하여 포장위생처리에 의한 병 방제 가능성을 탐색하였다. 콩 재배포장 지면의 낙엽, 떡잎 등, 전염원을 제거하는 포장위생처리에서는 병 접종구에 비해 협 이병율, 종실감염율이 크게 낮았으나, 포장위생처리에서도 28.7%의 종실감염율을 보였다. 벤레이트의 지표면살포에 의한 포장위생처리는 콩 미이라병 종실감염율을 감소시켰고, 기타 병원균을 포함한 전체 종자병의 종실감염율은 무처리의 75~79%였다. 포장위생처리의 방제가는 관행방제의 34~42%였으며, 충분하지는 못하나 콩 미이라병의 발병압이 낮은 경우 병 방제 효과가 있을것으로 보였다. 종실감염균은 *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*, *D. phaseolorum* var. *caulivora*, *Phomopsis longicolla*가 주로 분리되었으며 *Colletotrichum*

truncatum, *Cercospora kikuchiana*도 다수 분리되었다. 콩 수량은 관행방제에서 가장 높았고, 포장위생처리에서는 무처리와 통계적 유의성이 없었다.

감사의 말씀

이 연구는 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었습니다.

참고문헌

1. Cerkauskas, R. F., Dhingra, O. D. and Sinclair, J. B. 1983. Effect of three deccicant-type herbicides on fruiting structures of *Colletotrichum truncatum* and *Phomopsis* spp. on soybean stems. *Plant Dis.* 67: 620-622.
2. Dhingra, O. D. and Sinclair, J. B. 1985. Basic plant pathology methods. Florida, CRC Press p.165.
3. Garziano, D. M. and McGee, D. C. 1983. Comparison of seeds and crop residues as sources of inoculum for pod and stem blight of soybeans. *Plant Dis.* 7: 1374-1376.
4. Hepperly, P. R. and Sinclair, J. B. 1980. Association of plant symptoms and pod position with *Phomopsis sojae* seed infection and damage in soybean. *Crop Science* 20: 379-381.
5. Hill, H. C., Horn, N. L. and Steffens, W. L. 1981. Mycelial development and control of *Phomopsis sojae* in artificially inoculated soybean stems. *Plant Dis.* 65: 132-134.
6. Jeffers, D. L., Schmitthenner, A. F. and Reichard, D. L. 1982. Seed borne fungi, quality and yield of soybeans treated with Benomyl fungicide by various application methods. *Agron. J.* 74: 589-593.
7. Kmetz, K. T., Ellett, C. W. and Schmitthenner, A. F. 1979. Soybean seed decay: Sources of inoculum and nature of infection. *Phytopathology* 69: 798-801.
8. Kmetz, K. T., Schmitthenner, A. F. and Ellett, C. W. 1978. Soybean seed decay: Prevalence of infection and symptom expression caused by *Phomopsis* sp., *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* and *D. phaseolorum* var. *caulivora*. *Phytopathology* 71: 544-547.
9. Kulik, M. M. 1984. Symptomless infection, persistence and production of pycnidia in host and non-host plants by *Phomopsis batatata*, *Phomopsis phaseoli*, and *Phomopsis sojae*, and the taxonomic implications. *Mycologia* 76: 274-292.
10. Lee, C. S., Park, E. W., Hong, E. H., Kim, S. D. and Kim, Y. J. 1992. Effects of early maturing soybean cultivars and planting dates on the development of pod and stem blight. *Kor. J. Plant Path.* 8: 47-56.
11. McGee, D. C. 1986. Prediction of *Phomopsis* seed decay by measuring soybean pod infection. *Plant Dis.* 70: 329-333.
12. 농약공업협회. 1988. 약제시험 기준과 방법. 농약등록시험 교육교재 p.55.
13. 농촌진흥청. 1983. 농사시험연구 조사기준(개정판). 농촌진흥청 p.140.

14. Park, E. W., Lee, C. S. and Hong, E. H. 1992. Forecasting *Phomopsis* seed decay by the soybean pod infection test. *Kor. J. Plant Path.* 8:96-100.
15. Rupe, J. C. and Ferriss, R. S. 1987. A model for predicting the effects of microclimate on infection of soybean by *Phomopsis longicolla*. *Phytopathology* 77:1162-1166.
16. Sinclair, J. B. 1991. Latent infection of soybean plants and seeds by fungi. *Plant Dis.* 75:220-224.
17. Sinclair, J. B. 1993. *Phomopsis* seed decay of soybeans; A prototype for studying seed disease. *Plant Dis.* 77:329-334.
18. Sinclair, J. B. and Backman, P. A. 1989. Compendium of soybean diseases(3rd ed.). APS Press pp. 38-42.
19. Spilker, D. A., Schmitthenner, A. F. and Ellett, C. W. 1981. Effects of humidity, temperature, fertility and cultivar on the reduction of soybean seed quality by *Phomopsis* sp. *Phytopathology* 71:1027-1029.
20. TeKrony, D. M., Egli, D. B., Balles, J. Tomes, L and Stuckey, R. E. 1984. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis* sp. seed infection. *Crop Science* 24:189-193.
21. Tekrony, D. M., Stuckey, R. E., Egli, D. B. and Tomes, L. 1985. Effectiveness of a point system for scheduling foliar fungicides in soybean seed fields. *Plant Dis.* 69:962-965.
22. Wrather, J. A., Kendig, S. R., Wiebold, W. J. and Riggs, R. D. 1996. Cultivar and planting date effects on soybean stand, yield, and *Phomopsis* sp. seed infection. *Plant Dis.* 80:622-624.

(Received October 2, 1998)