

콩 재배방법이 미이라병과 자주무늬병의 발생 및 식물생육에 미치는 영향

오정행* · 김동윤

단국대학교 생명자원과학부

Effect of Cultural Practices on the Occurrence of Pod and Stem Blight and Purple Blotch, and on Soybean Growth

Jeung-Haing Oh* and Dong-Yoon Kim

School of Bio-resource Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

(Received on February 20, 2001)

Deterioration of pod and seed quality by pod and stem blight and purple blotch is a serious problem in the production of vegetable soybean. Major inoculum sources for the causal pathogens, *Phomopsis* spp. and *Cercospora kikuchii*, are soybean straw and debris. *Phomopsis* spp. have been known to be either limited for hyphal growth or latent in immature soybean tissues. In this experiment, cultural practices using these ecological traits of the pathogens were applied as a control measure. In plastic mulching, seed infection was remarkably reduced by drip irrigation as compared to overhead sprinkling, but not reduced in no mulching cultivation. Control value of plastic mulching was 28.0% for pod and stem blight and 29.3% for purple blotch, which was lower than that of benomyl application. By the first week in June, 78% of overwintered soybean straw examined contained matured alpha spores in pycnidia, acting as primary inoculum. Secondary inoculum of *Phomopsis* spp. was observed abundantly throughout from mid June to September on fallen cotyledons from current crops and subsequently was found on petiole debris. Consequently, both plastic mulching and drip irrigation were effective to some extent for controlling pod and stem blight and purple blotch without significant reduction in soybean yield, and the cultural practices in combination with field sanitation resulted in removing more the secondary inoculum.

Keywords : *Cercospora kikuchii*, dripping, mulching, *Phomopsis* spp., soybean

콩(*Glycine max* L. Merrill)은 우리 나라에서 수천년 동안 재배되어 우리의 전통식품으로 이용되어 왔고, 최근 새로운 생리활성 기능이 밝혀지면서 영양적, 경제적으로 일반의 관심도가 더욱 높아진 중요작물이다. 근래에는 풋콩 등 채소식품으로서도 그 수요가 증가하여 250 ha 내외의 재배면적에서 2500톤 정도의 가지풋콩이 생산되며 그 일부는 가공풋콩으로 수출되고 있다. 그러나 콩 미이라병(*Phomopsis sojae* - teleomorph *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*; *P. longicolla*), 자주무늬병(*Cercospora kikuchii*), 탄저병(*Colletotrichum truncatum*) 등의 종자감염으로 수량감소는 물론, 종자 발아력 감퇴로 인하여 종자콩의 확보가 어려운 것이 풋콩 생산의 가장 큰 문제점이며(Park 등, 1992; Wrather 등, 1996), 현재는 일부 조숙계통을 국

내에서 선발하여 풋콩종자로 이용하기도 하나 대부분은 일본에서 종자를 도입하여 사용하고 있다.

콩 종자병의 방제는 베노밀 살포가 효과적이긴 하나 (Jeffers 등, 1982; McGee, 1986; Sinclair, 1993), 꼬투리의 생리적 성숙기에 꼬투리 채로 수확하여 식용하는 풋콩에서의 농약방제는 바람직하지 못하다. 콩 종자병의 자연감염율은 미이라병이 최고 89.9%(Lee 등, 1992), 자주무늬병이 50%(Oh와 Kwon, 1981)로 알려져 있고, 병든 종자 및 수확후의 식물체 잔재는 중요한 제1차 전염원이 된다. 또한, 당년의 병든 식물체에서 탈락한 엽병, 노화된 떡잎 등에서 병자각을 형성하여 제 2차 전염원이 되므로 콩 미이라병과 자주무늬병의 방제에는 포장위생이 중요하다 (Sinclair, 1993; Oh, 1998). 따라서 이 연구에서는 콩 종자병의 전염특성을 고려하여 풋콩의 채종을 위한 시설재배시 적절한 비닐피복과 관수 처리가 이들 종자병의 감염에 미치는 영향을 구명함으로써 재배방법에 의한 풋콩

*Corresponding author

Phone) +82-41-550-3625, Fax) +82-41-553-1618

E-mail) jhoh@anseo.dankook.ac.kr

종자병의 방제 가능성을 검정하고자 하였다.

재료 및 방법

콩의 재배 및 병원균 접종. 풋콩 품종 석량을 비닐하우스에 60 cm×20 cm 재식거리로 3립씩 점파하고 초생단엽 전개 후에 1주 1분을 세워 시험구당 60주로 하였으며 시비는 성분량으로 N:P₂O₅:K₂O=4:7:6 kg/10 a을 전량 기비로 하고 기타 재배관리는 관행재배법에 준하였다. 시험은 비닐피복을 주구로, 관수방법을 세구로 하여 4반복 난피법으로 배치하였으며, 비닐피복은 재식이랑 전체를 흑색비닐로 피복하였고, 개화기부터 10일 간격으로 베노밀 1,000배액을 3회 살포하는 약제방제구를 두어 비교하였다. 점적관수처리는 점적관수장치를 이용하였고 분무관수는 자연강우와 유사하도록 스프링클러를 설치하여 적시에 관수하였다. 전염원의 접종은 전년도의 병든 식물체를 야적상태로 월동시킨 후 10 cm 내외로 절단하여 피복전포장에 고르게 살포하여 자연감염을 유도하였다.

콩 감염율 및 생육 조사. 시험구의 꼬투리 감염율을 결협기에 나타난 가시적 병든 꼬투리로 조사하였으며, 종자 감염율은 수확한 종실 150립을 무작위로 취하여 McGee (1986)의 방법으로 조사하였다. 무피복 분무관수처리를 대조로 하여 농약시험법(1998)에 따라 방제가를 구하였으며, 콩의 생육형질 조사는 농촌진흥청 시험조사기준(1983)에 따랐다.

포장의 전염원 밀도 조사. 제1차 전염원의 수준을 조사하기 위하여 포장에서 야적상태로 월동한 병든 식물 30개체의 줄기를 10 cm씩 취하여 해부현미경 하에서 병자각 및 자낭각을 적출한 다음 광학현미경을 이용하여 분생포자 및 자낭포자 유무를 조사하였고 Acidified potato-

dextrose agar(APDA)에 치상하여 균총 형성여부를 관찰함으로써 병포자의 성숙도를 검정하였다. 노화 떡잎 및 엽병에 형성된 제2차 전염원의 양은 노화 탈락한 엽병 및 떡잎 25개를 취하여 흡습지를 간 샐레에 치상하고 25°C 습실에서 1개월 유지한 후에 동일한 방법으로 포자 유무를 조사하였다.

결 과

풋콩의 재배방법이 콩 미이라병과 자주무늬병의 감염에 미치는 영향을 구명하기 위하여 비닐피복과 관수방법에 따른 꼬투리 감염율을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 병든 꼬투리는 종자형성기(R5)에 작은 흑색 반점으로 나타나기 시작하여 꼬투리가 성숙함에 따라 증가하였다. 비닐피복구의 꼬투리 감염율은 14.8%로서 무피복구의 16.9%에 비해 낮았으나, 베노밀 살포구의 12.4%에 비해서는 높았다. 점적관수와 분무관수에 의한 꼬투리 감염율에는 큰 차이는 없었다. 다만, 비닐피복을 하고 재배하는 경우 꼬투리 형성기인 R5와 R6기에는 분무관수에서 병 발생이 높았다.

재배방법에 따른 콩 미이라병과 자주무늬병의 종자감염율을 수확한 종자에서 조사한 결과는 Table 2와 같다. 콩 미이라병 종자감염율은 피복재배에서 18.0%로 무피복재배의 22.5%에 비해 낮았으나 베노밀 살포구의 11.5%에 비해서는 높았다. 자주무늬병의 종자감염율은 피복재배에서 10.5%로 무피복재배 12.3%에 비해 다소 낮았으나 베노밀 살포의 1.4%와는 큰 차이를 보였다. 그리고 피복재배의 경우 점적관수는 분무관수에 비해 콩 미이라병과 자주무늬병의 종자감염율에 큰 차이가 없었으나, 무피복재배에서는 미이라병이 각각 19.0%와 25.0%, 자주무늬

Table 1. Effect of the type of cultural practices on the infection percentage of pods caused by *Phomopsis* spp. and *Cercospora kikuchii* in soybean cv. Seokryang

Treatment	Irrigation	No. of pods investigated	Pod infection (%) at growth stages ^a			
			R5	R6	R7	Mean
Benomyl	Dripping	3622	4.9	9.6	21.9	12.1
	Sprinkling	2692	4.2	11.4	22.2	12.6
	Mean	3157	4.6	10.5	22.1	12.4
Mulching	Dripping	2984	1.7	4.3	37.0	14.3
	Sprinkling	3902	5.9	8.6	31.3	15.3
	Mean	3443	3.8	6.5	34.2	14.8
No mulching	Dripping	3590	5.3	10.3	34.7	16.6
	Sprinkling	4548	5.8	9.2	36.0	17.0
	Mean	4069	5.6	9.8	35.4	16.9

^aGrowth stages based on the key by Fehr *et al.*(1971), in which R5 = beginning seed in the pod, R6 = full seed in the pod, and R7 = pods yellowing, physiological maturity.

Table 2. Infection and control value of seed pathogens as affected by different cultural practices in soybean cv. Seokryang

Treatment	Irrigation	Seed infection (%)		Control value (%)	
		<i>Phomopsis</i>	<i>Cercospora</i>	<i>Phomopsis</i>	<i>Cercospora</i>
Benomyl	Dripping	11.0X ^a	1.5X	56.0	89.9
	Sprinkling	12.0X	1.3X	52.0	91.2
	Mean	11.5	1.4	54.0	90.6
Mulching	Dripping	17.0Y	9.3Y	32.0	37.2
	Sprinkling	19.0Y	11.6Y	24.0	1.4
	Mean	18.0	10.5	28.0	29.3
No mulching	Dripping	19.0Y	9.6Y	24.0	35.1
	Sprinkling	25.0Z	14.8Z	-	-
	Mean	22.5	12.3	-	-

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

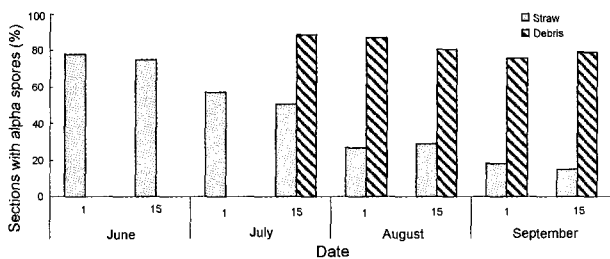


Fig. 1. Pycnidia with alpha spores of *Phomopsis* spp. on soybean straw and debris during soybean-growing season. Data are means of 30 straw samples (stem sections from the previous year) or 25 debris (petioles and cotyledons from current crops).

병이 9.6%와 14.8%로서 차이를 보여, 무피복재배에서의 점적관수는 미약하나마 미이라병과 자주무늬병의 종자감염을 억제하였다. 무피복 분무관수를 대비로 산출한 방제가는 콩 미이라병의 경우 피복재배가 28.0%, 베노밀 살포는 54.0%였으며, 자주무늬병의 경우 피복재배는 29.3%, 베노밀 살포는 90.6%로 피복재배는 상당한 방제효과가 있으나 베노밀 효과에는 미치지 못하였다.

포장에서 콩 미이라병 전염원의 밀도를 조사한 결과는

Fig. 1과 같다. 식물체 잔사물 줄기에서 월동한 병자각에는 많은 병포자가 형성되어 있었으나 성숙한 병포자는 대략 7월부터 나타났으며 조사한 식물체의 78%에서 관찰되었다. 병포자를 가진 병자각의 수는 여름이 지나면서 서서히 감소하였으나 결협기인 8월경까지도 27-29%의 충분한 전염원을 유지하였다. 한편, 탈락한 노화 떡잎과 엽병을 수거하여 습실에 치상한 경우 89%가 7월 중순부터 병포자를 형성하였으며, 9월 이후에는 병자각의 수는 크게 감소하지 않았으나 형성된 병포자의 수는 현저히 감소하였다. 엽병의 경우 낙엽 1주일 후부터 병자각이 관찰되었으나 낙엽조직에서는 관찰되지 않았다.

재배방법에 따른 콩의 생육형질(Table 3) 및 수량(Table 4)을 보면 발아율, 발아세, 발아기간은 피복재배에서 다소 좋았고, 개화일수와 성숙일수도 피복재배에서 단축되었으나, 관수방법에 따른 차이는 거의 없었다. 초장, 분지수, 협수는 피복재배가 무피복에 비해 다소 증가하는 경향을 보였고, 백립중과 수량도 다소 증가하였으나 유의차는 없었다. 관수방법에 따른 각종 생육형질의 차이는 거의 없었고, 수량에서도 피복재배에서 약간 높았으

Table 3. Agronomic characteristics of soybean cv. Seokryang as affected by different cultural practices

Treatment	Irrigation	Emergence rate (%)	Speed of emergence (%)	Days to emergence (days)	Days to flowering (days)	Flowering period (days)	Maturing period (days)
Benomyl	Dripping	76.4	54.9	7.0	41	16	39
	Sprinkling	66.4	45.8	7.6	42	16	38
	Mean	71.4	50.4	7.3	41.5	16.0	38.5
Mulching	Dripping	74.5	56.7	6.5	41	16	37
	Sprinkling	75.6	63.1	6.2	39	16	39
	Mean	75.1	59.9	6.4	40.0	16.0	38.0
No mulching	Dripping	74.5	51.9	6.6	41	15	39
	Sprinkling	62.23	5.8	6.8	42	16	39
	Mean	68.4	43.9	6.7	41.5	15.5	39.0

Table 4. Yield characteristics of soybean cv. Seokryang as affected by different cultural practices

Treatment	Irrigation	Plant height (cm)	No. of branches /plant	No. of pods /plant	No. of seeds /pod	100-seed wt. (g)	Seed wt. /plant (g)
Benomyl	Dripping	27.0	5.7	37.3	2.9	38.1	28.6X ^a
	Sprinkling	25.2	5.7	39.5	2.9	37.7	28.8X
	Mean	26.1	5.7	38.4	2.9	37.9	28.7
Mulching	Dripping	26.7	5.6	35.3	3.1	39.4	29.8X
	Sprinkling	25.1	6.0	42.5	2.9	38.8	32.9X
	Mean	25.9	5.8	38.9	3.0	39.1	31.4
No mulching	Dripping	26.5	5.6	35.4	3.0	38.2	26.8X
	Sprinkling	23.7	5.2	33.1	3.0	36.9	23.8X
	Mean	25.1	5.4	34.3	3.0	37.6	25.3

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

나 유의차는 없었다.

고 찰

콩 미이라병은 식물체에 감염되어도 생활조직에서는 균사의 생육이 극히 제한적이며 잠재감염 상태로 존재할 뿐 병포자를 거의 형성하지 않으므로(Wrathner, 1996) 이들 제1차 전염원 제거는 풋콩 종자병의 효과적인 방제법이 될 수 있다(Oh, 1998). 이 연구에서 비닐피복은 콩 미이라병에서 28.0%, 자주무늬병에서 29.3%의 방제효과를 보여 무피복 재배에 비해 상당한 방제효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 베노밀을 처리하였을 때 병 발생이 억제되는 정도에는 미치지 못하였다. 즉, 비닐피복에 의한 제1차 전염원의 차단으로 이들 종자병의 발생이 상당히 감소하였으나, 제1차 전염원 외에도 당년의 병든 식물체에서 탈락한 노화 떡잎과 엽병에서 병자각을 형성하고 뿌리치는 빗방울에 의해 포자가 전파되어 협을 감염하므로(Oh, 1998) 피복만으로는 완전한 방제가 어려운 것으로 나타났다. 또, Sinclair(1991)는 식물 조직의 노화 및 스트레스가 침입 부위에서의 균사 생장을 촉진하며 병자각도 형성하여 제2차 전염원이 된다고 하였다.

무피복 재배의 경우 점적관수는 분무관수에 비해 꼬투리 감염을 및 종자감염율을 현저히 감소시켰는데 이는 뿌리치는 빗방울이 전염원 전반의 중요수단이 됨을 보여 준다. Kmetz 등(1979)에 의하면 콩 미이라병은 제1차 전염원이 제1 본엽기(V2)의 식물을 침입하는 것으로부터 시작되고, 뿌리치는 빗방울이 중요 전파 수단이므로 점적관수시에는 포자의 비산을 거의 볼 수 없었다. 이 연구에서도 7월경부터 식물체 잔사물 줄기에 형성된 병포자가 성숙하여 제1차 전염원으로 작용하는 것이 관찰되었으며 당년의 식물체에서 탈락한 떡잎이나 엽병에서 충분한 제2

차 전염원이 형성되어 협과 종자를 침입하는 것으로 나타났다. McGee(1986)에 의하면 콩 미이라병의 협과 종자감염은 개화기부터 감염되기 시작하여 감염된 협을 통해 종자감염을 일으키며, 잠재감염상태의 병든 꼬투리는 꼬투리 최대비대기(R6) 이후부터 병자각을 형성하고 종자감염으로 이어진다고 하였는데(Sinclair, 1993). 이 연구에서는 종자형성기(R5)에 이미 협에 흑색반점이 나타나기 시작하여 협이 성숙함에 따라 분명한 병징으로 진전하였다.

재배방법에 의한 콩 종자병의 방제효과는 콩의 생육형질 및 수량과 분명한 상관관계를 보이지 않았는데 이는 콩 미이라병과 자주무늬병에 의한 피해는 수량감소보다는 감염종자의 품질저하 및 발아율 감소로 나타나기 때문으로 보인다(Lee 등, 1992; Oh와 Kwon, 1981). 결론적으로, 비닐피복 및 점적관수에 의한 콩 미이라병과 자주무늬병의 방제는 콩 수량성에는 영향을 미치지 않는 상태에서 베노밀의 방제효과에는 미치지 못하나 어느 정도의 방제효과는 기대할 수 있으며, 제2차 전염원을 제거하는 포장위생 관리를 병행한다면 방제효과를 더욱 제고시킬 수 있을 것으로 보였다.

요 약

조숙성 콩품종을 이용하는 풋콩 재배에서는 콩 미이라병과 자주무늬병에 의한 꼬투리 품질 저하와 종자감염의 확보문제가 큰 장애가 되고 있다. 콩 미이라병은 병든 식물의 잔사물이 중요한 제1차 전염원이며, 식물체에 감염하여도 살아 있는 조직에서는 균사의 생육이 극히 제한적이고, 잠재감염 상태로 포자형성이 거의 없으므로 이러한 병원균의 특성을 이용하는 재배적 방제의 가능성을 검토하였다. 점적관수는 분무관수에 비하여 무피복 재배에서는 종자감염율을 현저히 감소시켰으나 피복재배에서는 큰

차이가 없었다. 피복재배는 콩 미이라병 28.0%, 자주무늬병 29.3%의 방제가를 보였으나 베노밀 방제가에는 미치지 못하였다. 식물체 잔사물 줄기의 78%는 7월초에 병포자가 성숙되어 제1차 전염원으로 작용하며, 당년의 식물체에서 탈락한 노화 떡잎과 엽병에서도 7월 중순부터 9월에 걸쳐 충분한 제2차 전염원이 형성되었다. 결론적으로, 비닐피복과 점적관수는 콩 수량성에 영향을 미치지 않고 어느 정도의 콩 미이라병과 자주무늬병 방제효과가 있으며, 제2차 전염원을 제거하는 포장위생관리의 병행은 방제효과를 더욱 제고시킬 것으로 보였다.

참고문헌

- Fehr, W. R., Caviness, C. E., Bermood, D. T. and Pennington, J. S. 1971. Stage development descriptions of soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.* 11: 929-931.
- 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.
- 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.
- 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. *Korean J. Plant Pathol.* 8: 47-56.
- McGee, D. C. 1986. Prediction of *Phomopsis* seed decay by measuring soybean pod infection. *Plant Dis.* 70: 329-333.
- 농약공업협회. 1998. 약제시험 기준과 방법. 농약등록시험 교육교재 p. 55.
- 농촌진흥청. 1983. 농사시험연구 조사기준(개정판). 농촌진흥청 p. 140.
- Oh, J. H. and Kwon S. H. 1981. Evaluation of native soybean collection for resistance to purple blotch. *Korean J. Plant Prot.* 20: 131-11034.
- Oh, J. H. 1998. Effect of field sanitation on the pod and stem blight caused by *Phomopsis* spp. in soybean. *Korean J. Plant Pathol.* 14: 526-530.
- Park, E. W., Lee, C. S. and Hong, E. H. 1992. Forecasting *Phomopsis* seed decay by the soybean pod infection test. *Korean J. Plant Pathol.* 8: 96-100.
- Sinclair, J. B. 1991. Latent infection of soybean plants and seeds by fungi. *Plant Dis.* 75: 220-224.
- Sinclair, J. B. 1993. *Phomopsis* seed decay of soybeans; A prototype for studying seed disease. *Plant Dis.* 77: 329-334.
- 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.