

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
중장기 Code	G	RIMS Code		20071390608000001	
연구과제 및 세부과제		연구분야 (code)	수행 기간	연구실	책임자
주요 병해 요방제수준 설정 연구		작물보호 LS0603	'06~'10	농과원 식물병리과	예원혜
1) 콩 탄저병 요방제수준 설정 연구		작물보호 LS0603	'06~'07	강원도농업기술원 환경농업연구과	문윤기
색인용어	콩, 탄저병, 요방제수준, 경제적 피해 수준, 경제적 방제수준				

ABSTRACT

The influences of anthracnose caused by *Colletotrichum dematium*(Pres. ex Fr.) Grove var. *truncatum*(Schw.) Arx on soybean(*Glycine max*) were assessed to verify the economic injury level and seed yield response. Based on the relationship of infected pod rate and yield response, the economic thresholds was determined infection degree of anthracnose. The soybean yield was reduced by increase of infected pod rate. The regression equation between infected pod rate and seed yield was showed as $Y=-1.7781X + 164.22$, ($R^2=0.81$). Control thresholds for soybean anthracnose was below 6.9%, the economic thresholds for anthracnose was below 9.5% pod infection rate per plant in field.

Key Words : Soybean, *Glycine max* Anthracnose, Control threshold, Economic injury level, Economic threshold,

1. 연구목표

콩에 발생하는 병해는 25종이 기록 되어 있으며, 그 중 주요 병해는 모자이크병, 탄저병, 불마름병, 역병, 시들음병, 흰가루병, 점무늬병, 미이라병 등이 있다(한국식물병명목록, 1998).

콩 탄저병은 콩의 전 생육기간 동안 발생하는데 병징은 주로 꼬투리, 줄기, 잎자루에 불규칙한 모양의 갈색 무늬가 생기며 미이라병과 유사하다. 탄저병에 감염되면 조기 낙엽으로 인하여 심각한 수량 감소가 초래될 수 있는데 특히 장마철에 그늘진 가지들과 잎들이 죽는다. 콩 꼬투리와 소화경이 초기에 감염되면 아예 종실을 형성하지 않거나 꼬투리 당 종자의 수가 적어지고 크기도 작게 된다(콩 병해충 잡초도감, 2001). 탄저병균은 포자나 균사의 형태로 종자나 이병식물에 부착해서 월동하여 전파되는 것으로 파종 전 종자를 소독하는 것은 이 병 방제에 대한 기본이며(안 등, 1970), 탄저병균의 균사가 기주의 표면에 닿았을 때 부착기가 형성되며, 그 하부표면에서 침입균사가 형성되어 각피층과 세포벽을 통해 직접 침입하고, 침입균사에서 균사체가 점차 기주세포 안으로 퍼져간다(Tiffany, 1951).

한편, 작물의 친환경 안전농산물 생산을 위해서는 적기에 적량의 농약을 살포하는 등의 요방제수준 같은 해충방제 의사결정 기준 마련이 해충종합관리프로그램의 기본적인 과정이며(Pedigo 등, 1986), 이를 응용하여 주요 작물병해에 대한 같은 합리적인 방제기준 마련이 필수적이라 할 수 있다. 본 연구는 콩 재배에 있어서 콩 탄저병 발병협률이 수량 등에 미치는 영향을 구명하고, 적기의 방제 시점을 결정할 수 있도록 경제적 방제수준 등을 설정하고자 본 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험재료 및 시험포장

본 시험의 재료는 다음콩 품종을 대상으로 하였고, 시험수행은 강원도농업기술원 시험포장에 6월 5일에 파종하였으며, 재식거리는 40×25cm, 기타 재배방법은 표준재배법(농촌진흥청, 2001)에 준 하였다.

나. 콩 탄저병 초기발병수준

콩 탄저병 발병정도는 발병협률 0, 5, 16, 30%의 4수준으로 조절하였고, 초기발병수준은 병원균을 접종(분생포자 10^5 개/ml)하였고, 발병 초부터 베노밀 수화제를 7일 간격으로 살포하여 발병수준을 조절하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

다. 콩 수량 및 특성조사

콩 탄저병 발병협률이 콩 수량 및 수량요소에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 시험구에서 수확된 줄기, 꼬투리, 종실을 대상으로 경중, 협수, 완전립수, 불완전립수, 불완전립률, 100립중 등 수량구성요소를 조사하였다(농촌진흥청, 2003).

라. 콩 탄저병 발생정도 조사

초기발병수준별 콩 탄저병 발생정도 조사는 방제 후 5일 간격으로 발생소장을 조사하였으며, 조사방법은 농업과학기술 연구조사 분석기준(농촌진흥청, 2003)을 참고로 하여 조사협수에 대한 발병협수를 조사하여 발병협률(%)을 판단하였다.

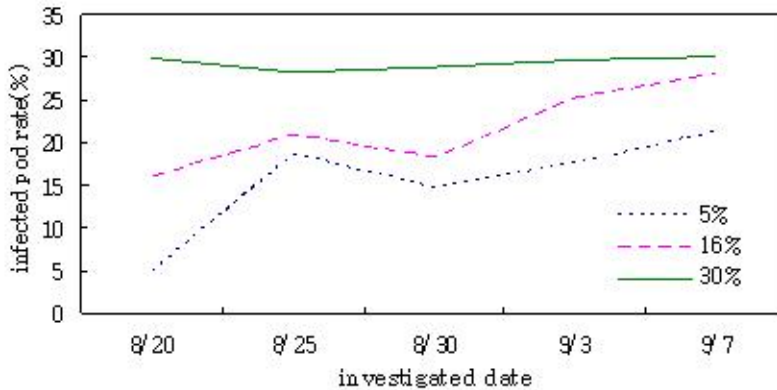
마. 경제적 피해 수준 설정

콩 탄저병 발병협률과 경중, 협수, 완전립수, 불완전립수, 불완전립률, 100립중 등의 수량구성요소를 SAS로 통계프로그램을 이용하여 DMRT, 상관분석, 회귀분석을 통하여 유의성 검정, 상관관계, 회귀식을 산출하였다. 도출된 회귀식을 통하여 수량이 전혀 감소하지 않는 범위의 요방제 수준과 경제적 개념을 고려하여 콩 탄저병의 경제적 방제수준은 Pedigo 등(1986)이 제시한 식을 이용하여 도출하였다.

3. 결과 및 고찰

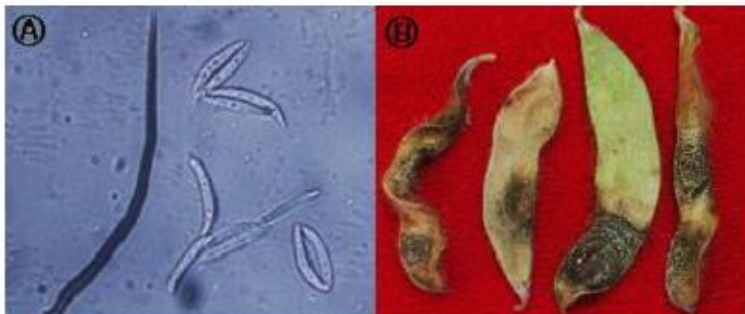
1) 콩 탄저병 발생정도

Fig. 1은 조사시기에 따른 발병협률의 변화를 나타낸 것이다. 이병정도에 따라 생식생장 초기(착협시)보다는 중기(종실 비대시) 이후에 발병협률이 증가되는 경향을 보이는데 이는 8~9월 사이에 고온과 지속적인 강우로 상대습도가 매우 높게 유지가 되었기 때문인 것으로 판단되었고, 탄저병이 다습한 날씨 동안 심각한 수량감소의 원인이 되며, 20~25℃의 따뜻한 온도와 12시간 이상의 습도가 높게 유지되면 급격히 감염되기 쉽다(J.A. Bailey & M.J. Jeger, 1992)는 것과 같은 결과를 확인하였다.



<Fig. 1> Change on soybean anthracnose infected pod rate and investigated date

콩 탄저병의 병징은 생식생장 초기(착협기)부터 나타나기 시작하였고, 주로 꼬투리, 줄기, 잎자루에 불규칙한 모양의 흑갈색 무늬가 생겼다. 꼬투리가 심하게 감염될 경우, 종실을 형성하지 못하거나 꼬투리당 종실의 수가 적고, 크기도 작으며, 찌그러진 모양이 되었다. *C. dematium* var. *truncatum*은 잘 발달된 자좌에 분생자충을 형성하며 흑갈색~흑색, 바늘모양의 강모를 형성하였다. 분생포자는 무색, 단포의 낫모양(한 등, 1995), 끝이 가늘어지는 굽은 모양인 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2).



<Fig. 2> Symptoms of soybean anthracnose caused by *C. dematium* var. *truncatum*
(A) a seta, conidia (B) and infected pods

2) 콩 탄저병 발병협률에 따른 수량요소의 특성

콩 탄저병 발병협률에 따른 수량요소를 통계 분석하여 본 결과 협수, 완전립수, 불완전립률, 수량에서 유의성이 인정되었다(Table 1).

Table 1. Yield component with infection rate of pods by soybean anthracnose in field

Infected pod rate (%)	Stem wt.(g)	No. of pods per plant	No. of normal seeds per plant	No. of abnormal seeds per plant	Abnormal seed rate(%)	100seeds wt.(g)	Seed yield (kg/10a)
0	36.7a ^b	31.7a	44.0a	7.6a	0.15a	33.0a	176.4a
5	40.8a	28.2a	34.5ab	7.9a	0.16ab	35.8a	146.9b
16	40.5a	26.8ab	28.7b	9.3a	0.17ab	36.1a	124.7c
30	41.8a	23.5b	24.8b	8.5a	0.19c	38.5a	118.2c

▷ : Duncan's multiple range test, p<0.05

3) 콩 탄저병 발병협률에 따른 수량요소와의 상관분석

발병협률별 조사된 요인들 간의 상관관계는 발병협률과 협수는 $r=-0.64^*$ 로 5% 수준에서, 완전립수, 불완전립률, 수량 간에는 각각 $r=-0.78^{**}$, $r=0.80^{**}$, $r=-0.85^{**}$ 로 1% 수준에서 고도의 유의한 상관관계가 있었다. 또한, 협수와 완전립수는 $r=0.90^{**}$ 으로 1% 수준에서, 불완전립률과 수량은 $r=-0.80^{**}$ 으로 1% 수준에서 고도의 유의한 상관관계를 보였다(Table 2).

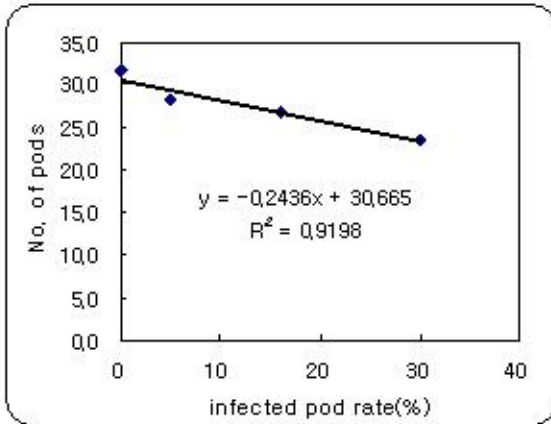
Table 2. Correlation analysis of infected pod rate, yield component of soybean

	Stem wt.(g)	No. of pods per plant	No. of normal seeds per plant	No. of abnormal seeds per plant	Abnormal seed rate(%)	100seeds wt.(g)	Seed yield (kg/10a)
Infected pod rate(%)	0.22 ^{ns}	-0.64 [*]	-0.78 ^{**}	0.17 ^{ns}	0.80 ^{**}	0.40 ^{ns}	-0.85 ^{**}
Stem wt.(g)		0.40 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.61 [*]	0.35 ^{ns}	-0.19 ^{ns}	-0.23 ^{ns}
No. of pods per plant			0.90 ^{**}	0.46 ^{ns}	-0.36 ^{ns}	-0.26 ^{ns}	0.52 ^{ns}
No. of normal seeds per plant				0.27 ^{ns}	-0.60 [*]	-0.42 ^{ns}	0.76 ^{ns}
No. of abnormal seeds per plant					0.58 [*]	0.09 ^{ns}	-0.25 ^{ns}
Abnormal seed rate(%)						0.54 ^{ns}	-0.80 ^{**}
100seeds wt.(g)							-0.48 ^{ns}

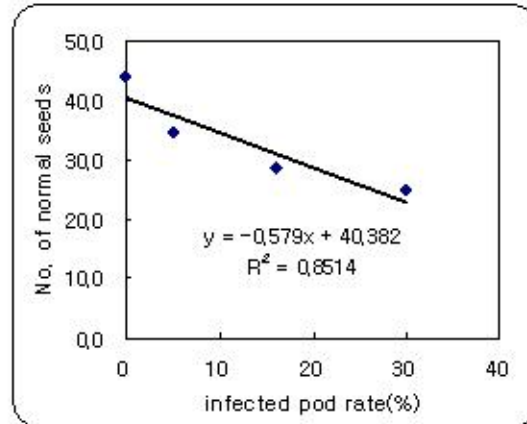
*: significant at 5% level, **: significant at 1% level, ns : not significant

4) 콩 탄저병 발생 정도가 수량에 미치는 영향

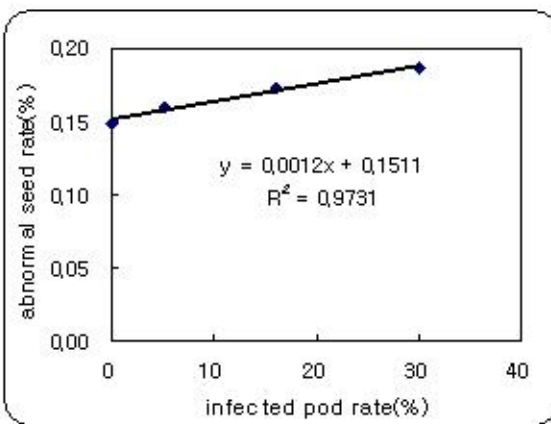
발병협률별 협수, 완전립수, 불완전립률, 수량을 각각 회귀 분석해 본 결과, 발병협률이 증가함에 따라 협수, 완전립수, 수량은 감소하는 경향을, 불완전립률은 증가하는 경향을 보여 각각 $Y = -0.2436X + 30.665$ ($R^2 = 0.92$), $Y = -0.579X + 40.382$ ($R^2 = 0.85$), $Y = 0.0012X + 0.1511$ ($R^2 = 0.97$) $Y = -1.7781X + 164.22$ ($R^2 = 0.81$)의 회귀식을 얻었다.(Fig 3, 4, 5, 6)



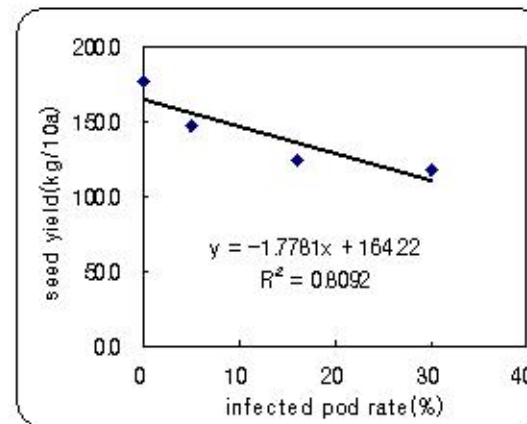
<Fig 3> Relationship between infected pod rate and No. of pods



<Fig 4> Relationship between infected pod rate and No. of normal seeds



<Fig 5> Relationship between infected pod rate and abnormal seed rate



<Fig 6> Relationship between infected pod rate and seed yield

5) 콩 탄저병 요방계수준 및 경제적 피해수준 설정

발병협률을 처리수준에 따른 수량을 분석해서 얻은 회귀식을 통해 경제적 개념을 고려하지 않고, 수량이 전혀 감소하지 않는 범위의 요방계수준은 6.9%로 설정되었다. 따라서 방제비

용과 시장가격은 2006 지역별 농산물 소득 자료(농촌진흥청, 2007)를 근거로 하여 산출하였으며, 방제비용의 병 방제에 투입되는 농약비, 인건비, 대농구 상각비의 합으로 구하였다. 면적당 방제비용 동가수량을 조사한 결과 면적당 방제비용 동가수량은 21.1(kg/10a)로 산출되었다. 따라서 경제적 개념이 고려된 경제적 피해 수준을 산출하기 위하여 발병협률 증가에 따른 수량을 회귀 분석하여 본 결과 $Y=1.7781X+164.22$ ($R^2=0.81$) 얻어진 회귀식을 통해 면적당 방제비용 동가수량을 피해계수 1.7781로 나누면 11.9(kg/10a)로 경제적 피해를 일으킬 수 있는 최저 수준의 발병협률인 경제적 피해 수준이 설정되었다. 그러므로 경제적 방제수준은 경제적 피해수준의 80%일 때 이므로(농업해충과, 2003) 9.5%로 설정되었다(table 3). 이러한 결과를 활용하여 적기 방제를 통하여 농약사용량 및 농가 경영비 등을 줄이면서 친환경농업을 실천하는 또 하나의 방안이 될 것으로 생각된다.

<Table 3> Economic threshold of the soybean anthracnose

Control cost ^a (won/10a)	price (won/kg)	Gain threshold (GT)(kg/10a) =control cost/price	Economic injury level, (EIL)(kg/10a)=GT/a(coe fficient of damage)	Economic threshold, (ET)(%)= EIL(GT/a)×0.8
70,801	3,356	70,801/3,356=21.1	GT/a=21.1/1.7781=11.9	EIL×0.8=9.5

* control cost(total 70,801won) = Agricultural chemicals cost(9,723won × 3times=29,169won) + labor cost(10,613won × 1.7hr=18,042won) + depreciation for a farm machinery(23,590won), labor cost(men: 6,149 + women: 4,464=10,613won), damages by disease and harmful insects control hour=1.7hr, depreciation for a farm machinery(56,622won/12month)×5month=23,590won(2006 Regional income data of agricultural product (R. D. A. 2007))

4. 적 요

콩 탄저병이 수량에 미치는 영향을 조사하여 경제적 방제수준을 설정하고자 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

- 가. 콩 수량에 영향을 주지 않는 수준의 탄저병 방제적기는 발병협률이 6.9%이하였다.
- 나. 발병협률별 조사된 요인들 간의 상관관계는 발병협률과 협수는 $r=-0.64^*$ 로 5% 수준에서, 완전립수, 불완전립수, 수량 간에는 각각 $r=0.78^{**}$, $r=0.80^{**}$, $r=0.85^{**}$ 로 1% 수준에서 고도의 유의한 상관관계가 있었다.
- 다. 콩 탄저병 발병협률과 수량과의 회귀식은 $Y=-1.7781X+164.22$ ($R^2=0.81$)을 얻었다.
- 라. 콩 탄저병의 경제적 방제수준은 콩 탄저병 발병협률이 9.5%이하 인 것으로 설정되었으며, 이 때 방제를 시작하는 것이 효율적인 방제가 될 수 있을 것으로 판단되었다.

5. 인용문헌

J.A. Bailey and M.J. Jeger. 1992. COLLETOTRICHUM : Biology, Pathology and Control. CAB Internatonl. pp. 21pp, pp.146-147,

Pedigo, L.P. 1996. General models of economic thresholds, pp. 41-57. In L.G. Higley and L.P. Pedigo (eds.), Economic thresholds for integrated pest management. University of Nebraska Press, Lincoln.

Tiffany, L. H. 1951. Delayed sporulation of *Colletotrichum* on soybean. *Phytopathology*. 41:975-985

김진영 등. 2006. 오이 흰가루병의 경제적 피해 허용수준 설정. *식물병연구*. 12(3):231-234.

농업과학기술원. 2003. 경제적 피해수준 설정 workshop. pp. 39

농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사 분석기준. 제4판.

농촌진흥청 호남농업시험장. 2001. 콩 병해충 잡초 도감. pp. 24-26.

농촌진흥청 농업과학기술원. 2006. 2006년도 주요 병해충·잡초 요방계수준설정 연구사업 보고서. pp. 16-20, 42-50.

농촌진흥청. 2007. 2006 지역별 농산물 소득자료. pp. 57

도은수 등. 1987. 환경조건이 대두 탄저병균의 부착기형성에 미치는 영향. *한국균학회지* 제 15권 제3호

안경광 등. 1970. 콩 탄저병에 대한 종자소득계의 효과. *한국식물보호학회지* 제9권 제 1호

한경숙, 이두형. 1995. 콩, 팥, 녹두에서 분리한 탄저병균류의 동정과 병원학적 특징. *한국식물병리학회지* 11(1):30-38

한국식물병리학회. 1988. *한국식물병명목록*. 제3판. pp. 31-35.

6. 연구결과 활용

연도 (원차)	활용구분	계 목
2007년도(2년차)	영농활용	콩 탄저병 경제적 피해허용 수준

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					06	07
책임자	강원도농업기술원 환경농업연구과	농업연구사	문윤기	세부과제 총괄		○
공동 연구자	"	"	정태성	연구조사 검토 및 협조	○	○
공동 연구자	"	"	이재홍	연구자료 검토 및 협조	○	
공동 연구자	"	"	김성일	연구협조	○	○
공동 연구자	강원도농업기술원 작물경영연구과	"	최재근	연구협조		○
공동 연구자	강원도농업기술원 환경농업연구과	농업연구관	강안석	연구방향 설정 및 자문		○