

콩의 품종, 파종시기 및 지역적 차이에 대한 병 발생 평가

김홍조 · 오지연 · 김동관² · 윤홍태³ · 정우석⁴ · 홍점규^{1*} · 김기덕^{**}

고려대학교 생명과학대학, ¹진주산업대학교 원예학과, ²전남농업기술원 미래농업연구소,

³국립식량과학원 전작과, ⁴건국대학교 응용생명과학과

Evaluation of Disease Occurrence by Cultivar, Sowing Date and Locational Difference in Korean Soybean Fields

Hong Joe Kim, Ji Yeon Oh, Dong Kwan Kim², Hong Tai Yun³, Woosuk Jung⁴,
Jeum Kyu Hong^{1*} and Ki Deok Kim^{**}

College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Seoul 136-713, Korea

¹Department of Horticultural Sciences, Jinju National University, Jinju, Kyungnam 660-758, Korea

²Jeonnam Agricultural Research & Extension Service, Naju 520-715, Korea

³National Institute of Crop Science, Suwon 441-857, Korea

⁴Department of Applied Biosciences, Kunkuk University, Seoul 143-701, Korea

(Received on February 17, 2010; Accepted on July 25, 2010)

Occurrence of plant diseases is dependent on various factors in the agricultural system. Due to recent extensive environmental climate changes, i.e. global warming, agricultural systems such as planting dates and cultivars are being affected. Gradual transition in disease occurrence and incidence in the agricultural fields can also be affected by direct and/or indirect environmental changes. In this study, we evaluated disease occurrence and incidence in soybean plants to investigate whether it could be related with cultivars, planting dates and geographical differences in Korea in 2008. Soybean cultivars including 'Taekwang', 'Pungsan', 'Cheongja 3', 'Saeol', and 'Dawon' were planted in four different dates, May 15, June 1, June 15, and June 30, in two locations, Suwon, and Naju. Soybean diseases such as wild fire and bacterial pustule were mainly found depending on cultivars, planting dates, and areas. Wild fire occurred severely on cv. 'Taekwang' while bacterial blight did on cv. 'Dawon' among tested cultivars. Disease developments of wild fire and bacterial blight generally decreased in delayed planting regardless of cultivars.

Keywords : Bacterial pustule, Cultivar, Sowing date, Soybean disease, Wild fire

세계적인 기후 온난화에 따라 한 지역에서의 기온의 상승과 사막화의 진행과 더불어 다른 지역에서는 강풍을 동반한 홍수가 나타나고 있다. 작물생산은 세계적인 기후 온난화의 영향을 받고 있다(Garrett 등, 2006; Gregory 등, 2009). 농작물에 식물병해충의 발생은 작물 생산의 주요 수량 감소 원인 중의 하나이며, 역사적으로 돌발

적인 병 발생에 의한 작물 수량 감소 피해들이 보고되어 왔다.

콩은 벼, 밀과 함께 세계적으로 주요 식량 작물의 하나이다. 유류작물 및 사료 작물로서도 콩은 그 중요성이 인정되며(Clemente와 Cahoon, 2009), 최근 콩 수확 후의 남은 식물체의 바이오 에너지를 위한 섬유소 공급원으로 가능성이 추고되고 있다(Reddy와 Yang, 2009). 따라서 안정적인 콩 생산은 다양한 산업적인 면에서 매우 중요하다. 특히 최근의 급격하게 상승하고 있는 국제 곡물 가격은 콩을 비롯한 주요 식량 작물의 생산 기술 향상을 절실히 요구하고 있다. 콩 생산량에 다양한 요인들이 영향을 미치지만, 병 발생에 의한 콩 생산량의 감소는 항상

*Corresponding authors

Phone) +82-55-751-3251, Fax) +82-55-751-3251

Email) jkhong@jinju.ac.kr

**Corresponding authors

Phone) +82-2-3290-3065, Fax) +82-2-925-1970

Email) kidkim@korea.ac.kr

주요한 제한 요인이 되어 왔다. 콩 재배 중의 주요 식물 병으로는 세균병으로 *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*에 의한 불마름병, *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycines*에 의한 갈색무늬병, *P. syringae* pv. *tabaci*에 의한 들불병 등이 있으며, 진균에 의한 병으로는 *Septoria glycines*에 의한 갈색무늬병, 바이러스 병으로 콩 모자이크 바이러스 (soybean mosaic virus)병 등이 알려져 있다. 최근까지도 세계적으로 콩 병해를 일으켜서 수량 감소를 초래하는 대부분의 다양한 종류의 병원균들이 국내에서도 보고되었다(한국식물병리학회, 2009). 세계 각 지역에서 새로운 콩의 병해 발생이 지속적으로 보고되고 있는데, 이는 타 지역의 병원균이 병 발생이 없었던 지역으로 도입되거나, 병원성 변이 균주의 출현에 따른 것으로 생각된다(Hokawat와 Rudolph, 1991; Hwang과 Lim, 1998; Kim 등, 2006). Hwang과 Lim(1998)에 의한 불마름병 균주 분석 결과, 11개 콩 품종에 대하여 미국의 각 지역과 영국 NCPPB에서 유래한 63개의 균주들이 5개의 레이스로 구분되었다. 이는 콩 불마름병 효과적인 방제를 위하여 각 지역 균주의 레이스 분화에 대한 분석의 필요성을 시사하였다. 이러한 병원균 레이스의 지역적 분포는 병 저항성 콩 품종의 선택에 중요한 정보가 된다. 병 발생에 의한 콩 수량 감소를 억제하려는 다양한 시도들이 이루어져 왔다. 파종 전 콩 종자에서 월동하는 병원균을 PCR을 이용하여 신속하게 검출하여 건전한 종자를 확보한다(Lee 등, 2009). 주요 콩 병의 수년간의 발생 동태와 이에 따른 손실량을 주기적으로 조사하여 병 피해를 예측하며(Park과 Lim, 1986; Wrather 등, 1997; Yorinori 등, 2005; Wrather와 Koenning, 2006), 병 발생에 영향을 줄 수 있는 다양한 작물 환경 요인들에 대하여 연구하여 병 관리의 최적 시기와 빈도를 선택한다(Laurence와 Wood, 1978; Dorrance 등, 2003; Oh와 Kim, 2003).

기후 변화에 따른 병해충의 발생 변동이 예상되는 가운데 결과적인 작물의 생산량의 증감을 예측하여야 한다. 기후 변화에 따른 식물 병 발생 양상의 변화에 대한 관심은 이미 10여 년 전부터 대두되었다(Manning과 Tiedemann, 1995; Coakley 등, 1999). 대표적인 기후 변화의 요인인 대기 중 이산화탄소(CO₂), 오존(O₃), 자외선 양의 증가는 병원균의 감염 생리에 따라 작물 생산에 유리하게도 혹은 불리하게도 작용할 수 있음을 시사하였다(Manning과 Tiedemann, 1995, Bilgin 등, 2008). 오존 농도가 증가함에 따라 콩 모자이크 바이러스의 전신적인 감염과 병 진전은 지연되었다(Bilgin 등, 2008). 그러나, 오존 처리와 콩 시들음병의 원인 진균인 *Fusarium oxysporum*의 감염이 동시에 이루어진 콩 식물은 오존에만 노출된

콩 식물보다 성장량과 순동화율의 상당한 감소가 일어났다(Damicone 등, 1987). 따라서 세계적인 기후 변화로 인한 각 지역의 주요 콩 병해 발생 변동이 콩 작부 체계와 생산량에 미칠 수 있는 영향에 대하여 예측하고 이에 대응 할 필요성이 요구되고 있다.

국내 콩 포장에서 잎마름병(Kim 등, 2005), 검은뿌리썩음병(Park 등, 2006), 콩 위축바이러스병(Kim 등, 2006) 등 신규 병 발생이 지속적으로 보고되고, 이들 병원균에 대한 형태적, 분자적 동정이 이루어지고 있다. 주요 콩 병해에 대하여 온도, 수분, 재배법을 포함하는 콩 병해 발생의 다양한 요인 분석들이 온실 수준에서 수행되었다(Oh와 Kim, 2001; 2003). 국산 품종의 콩 생산이 재배 지역과 파종 시기 등 변화하는 기후 변화에 영향을 받을 가능성이 있음에도 포장 규모에서의 분석은 미미한 실정이다. 본 연구에서는 콩의 주요 병 발생에 미치는 품종, 파종 시기 및 생육 지역의 영향을 조사하여, 이를 바탕으로 기후 변화에 따른 향후 콩의 안정된 수량 확보를 위한 기초 자료를 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

시험 포장, 품종 및 파종 시기. 본 연구는 2008년 경기도 수원(위도 37°29', 경도 127°04') 소재 국립식량과학원과 전라남도 나주(위도 34°58', 경도 126°52') 소재 전남 농업기술원의 콩 포장에서 실시하였다. 두 지역에서 각 시험구의 크기를 가로 2.4 m×세로 2.4 m로 만들고, 60 cm×15 cm의 재식 거리로 3립씩 점파하였다. 시험구의 반복은 각 콩 품종 당 3 반복으로 실시 하였으며, 임의 배치법으로 실시하였다.

수원에는 '새울', '태광', '풍산', '청자3호' 콩의 4 품종을, 나주에는 동일한 4 품종과 '다원' 품종을 파종하였다. 각각의 콩 품종을 두 지역의 포장에 5월 15일, 6월 1일, 6월 15일, 7월 1일의 4회에 걸쳐 관행 콩 재배법에 근거하여 재배하였다.

발병 평가. 지역별 각 시험구에서 콩 식물에 보이는 병징을 관찰하고, 주요 병인 불마름병과 들불병 2종의 병에 대하여 조사하였다. 발병에 대한 피해도의 평가는 한 시험구 내의 총 식물 중 전형적인 잎의 불마름병과 들불병의 병징을 나타내는 이병 식물의 발생 빈도를 백분율(%)로 표현하였다(American Phytopathological Society, 1984). 병 평가는 2008년 8월 30일과 9월 29일 2회에 걸쳐서 실시하였다.

통계 분석. 콩 병발생에 미치는 품종, 파종기 및 지역의 영향과 서로간의 상관 관계에 대한 유의성 분석을 위

하여 통계 분석 프로그램인 SAS(Statistical Analysis System, Cary, NC, USA) Program package를 이용하였다.

결 과

2008년도 경기도 수원과 전라남도 나주에서의 콩 포장에 발생한 병해의 종류와 발생 빈도를 조사한 결과, 들불병(*P. syringae* pv. *tabaci*), 불마름병(*X. axonopodis* pv. *glycines*), 뿌리썩음병(*Fusarium oxysporum* f.sp. *tracheiphilum*), 자반병(*Cercospora kikuchii*), 검은뿌리썩음병(*Calonectria ilicicola*), 녹병(*Phakopsora pachyrhizi*), 콩 모자이크병 등이 발생하였다(Fig. 1). 그러나 들불병과 불마름병을 제외하고 나머지 병 발생은 매우 미미한 관

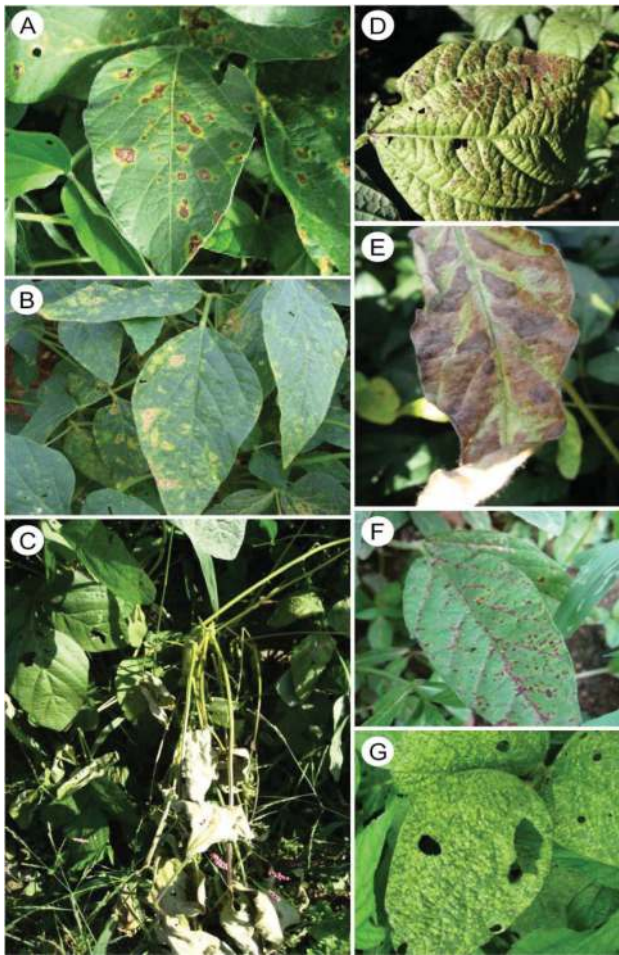


Fig. 1. Symptoms of various diseases occurred in Korean soybean fields in 2008. (A) Wildfire (*Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*), (B) Bacterial pustule (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*), (C) Fusarium root rot (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*), (D) Purple seed stain (*Cercospora kikuchii*), (E) Red crown rot (*Calonectria ilicicola*), (F) Rust (*Phakopsora pachyrhizi*), and (G) Soybean Mosaic.

계로 위의 두 가지 세균병에 대한 발생과 병 피해를 중심으로 평가하였다.

수원 포장에서의 병 발생. 수원 콩 포장에서는 주로 들불병(wild fire)과 불마름병(bacterial pustule)이 나타났으며, 병 심각성은 Fig. 2와 같다. 8월 30일에 1차 병 심각성 조사 결과, ‘청자3호’와 ‘풍산’ 품종에서는 전혀 들불병 발생이 없었다. 그러나 5월 15일과 6월 1일 파종한 ‘새울’과 ‘태광’ 품종에 상당한 병 발생이 관찰되었다. 두 품종 모두 5월 15일에 파종한 시험구에서 더욱 뚜렷한 병 발생량을 보였으며, 상대적으로 6월 1일 파종한 ‘태광’ 품종에서는 병 발생이 적었다(Fig. 2A). 불마름병의 경우 ‘새울’ 품종에서만 발병 하였으며, 6월 15일과 6월 1일에 파종한 처리구에서 발병이 되었으나 병 발생량의 차이는 없었다(Fig. 2C).

9월 29일 2차 발병 조사에서는 들불병은 5월 15일 파종한 ‘청자3호’ 품종은 8% 정도의 들불병 발생이 나타났으며, ‘태광’ 품종에서는 5월 15일부터 6월 30일까지의 전체 파종기에 모두 발병되었다(Fig. 2B). 그러나 그 이후 파종한 시험구에서 병 발생은 볼 수 없었다. ‘풍산’ 품종에서는 1차와 2차에 걸친 병 평가 조사에서 전혀 들불병 증상이 나타나지 않았다. ‘새울’ 품종은 수확 관계로 병 증상을 관찰 할 수 없었다. ‘태광’ 품종에서의 들불병 발생은 상대적으로 조기 파종한 경우(5월 15일과 6월 1일) 1차 병 평가 시기의 병 발생 정도와 비슷한 정도에서 더

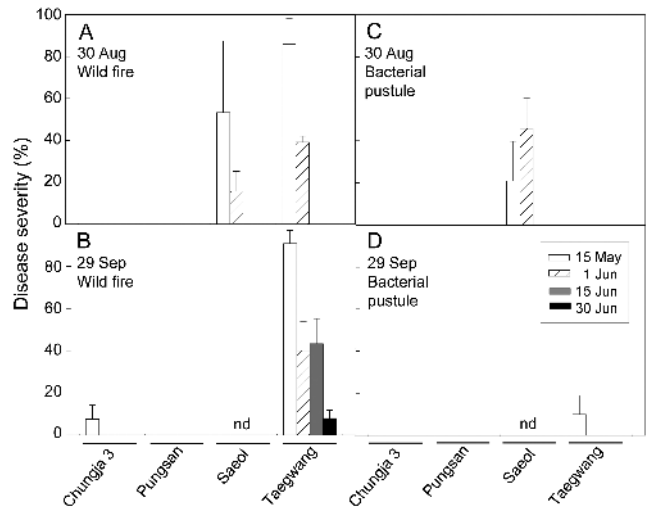


Fig. 2. Disease severity (%) of wild fire (A and B) caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* and bacterial pustule (C and D) caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* in four soybean cultivars (‘Chungja 3’, ‘Pungsan’, ‘Saeol’, and ‘Taegwang’) with four different sowing dates (15 May, 1 June, 15 June and 30 June) in Suwon in 2008. Disease severity was evaluated on August 30 (A and C) and September 29 (B and D), 2008. Data are presented as means and standard errors of three replication blocks.

이상 증가하지 않았으나, 그 이후 파종한(6월 1일과 6월 30일) 시험구에서 새롭게 들불병 증상이 나타났다(Fig. 2B). 6월 1일에 파종한 ‘태광’에서의 들불병 발생은 5월 15일 파종한 식물에서의 병 발생과 큰 차이를 보이지 않았으며, 6월 30일 파종한 식물에서는 약 8% 정도의 병 발생만이 관찰되었다.

두 차례 병 평가에 걸쳐서 불마름병의 증상은 뚜렷하지 않았으나, 다만 5월 15일과 6월 1일 파종한 ‘새울’ 품종에 1차 병 평가 결과 불마름병이 발생하였다(Fig. 2C). 5월 15일에 파종한 ‘태광’ 품종의 시험구에서 낮은 수준의 불마름병의 발생이 있었다(Fig. 2D).

나주 포장에서의 병 발생. 수원 포장에서의 병 발생과 같이 전 콩 생육 동안에 들불병과 불마름병이 주로 발생하였다. 1차 병 평가 결과, 6월 1일에 파종한 ‘다원’ 품종 시험구에서 들불병이 58% 가량 발병하였으며, 6월 15일에 파종한 ‘태광’ 품종 시험구에서 17% 가량의 들불병이 발생하였다(Fig. 3A). 그러나 ‘청자3호’, ‘풍산’, ‘새울’ 품종에서는 들불병 발생이 전혀 나타나지 않았다. 한달 후의 2차 병 조사에서도 ‘청자3호’, ‘풍산’ 품종에서는 여전히 들불병이 발생하지 않았으나, ‘다원’, ‘새울’, ‘태광’ 품종은 수확 관계로 병 발생 평가를 하지 못하였다(Fig. 3B).

나주 포장에서 불마름병 발생은 들불병 발생보다 뚜렷하였다. 1차 병 조사 결과, ‘다원’ 품종은 4회에 걸친 전 파종기에 걸쳐 들불병이 발생하였고, 특히 파종 시

기가 빠른 5월 15일과 6월 1일 파종 분의 콩 식물에서 가장 많은 병 발생이 나타났으며, 두 파종기 사이에 병 발생에 유의한 차이는 없었다. 파종 시기가 뒤로 늦추어질수록 병 발생이 감소하여 6월 15일과 6월 30일 파종한 ‘다원’ 콩에서 모두 약 6.7% 가량의 불마름병 발생을 나타내었다(Fig. 3C). ‘새울’ 품종과 ‘태광’ 품종에서도 불마름병 발생을 관찰할 수 있었다. 이 두 품종에서는 5월 15일 파종 식물에서 병 발생이 뚜렷하였으나, 병 발생은 파종 시기가 늦추어 질수록 뚜렷하게 감소하여 6월 1일 파종한 ‘새울’과 ‘태광’에서 각각 20.0, 16.7% 가량의 불마름병이 발생하였다. 6월 30일에 파종한 두 품종의 시험구에서는 전혀 병 발생이 나타나지 않았다. 2차 병 평가 결과, ‘청자3호’에서는 모든 파종기의 시험구에서 여전히 불마름병 증상이 발생하지 않았으나, ‘풍산’ 품종에서는 1차 병 평가 시기에 관찰되지 않았던 불마름병 증상이 나타났다(Fig. 3D). ‘풍산’ 품종에서 파종 시기가 빠른 5월 15일과 6월 1일 파종 시험구에서 병 발생이 약 36.0과 32.0% 가량 나타났다. 6월 15일에 파종한 ‘풍산’은 10%의 불마름병 발생을 보였으며, 6월 30일 파종한 시험구에서는 전혀 병 발생을 관찰할 수 없었다.

위의 병 평가 자료를 근거하여 통계 분석한 결과는 Table 1과 같다. 들불병의 발생은 수원과 나주의 지역간 차이에 영향을 받으며($P=0.0236$), 품종($P<0.0001$)과 파종 시기($P<0.0001$)에 따라 병이 유의적으로 다르게 발생하였다. 또한 재배 기간 중 병 평가 시기와 품종간의 상호작용($P=0.0004$)과 지역과 파종 시기에 따른 상호작용($P=0.0015$)도 병 발생에 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 품종과 파종 시기($P<0.0001$), 지역, 품종, 파종 시기($P<0.0001$)와 평가 시기, 품종과 파종 시기의 상호작용($P=0.0014$)에 따라 병 발생이 영향을 받았다. 불마름병 발생의 경우에는 수원과 나주의 지역간 차이($P<0.0001$), 재배 기간에 따른 병 평가 시기($P=0.0009$), 품종($P<0.0001$), 파종 시기($P<0.0001$)에 병 발생이 영향을 받으며, 이들간 상호 작용도 영향을 주고 있다. 단, 병 평가 시기와 파종 시기($P=0.3330$), 지역, 평가 시기, 파종 시기에 따른 상호작용($P=0.5398$)이나, 평가 시기, 품종과 파종 시기($P=0.7220$)나 지역, 평가 시기, 품종과 파종 시기에 따른 상호작용($P=0.2908$)이 병 발생에 영향을 주지는 않았다.

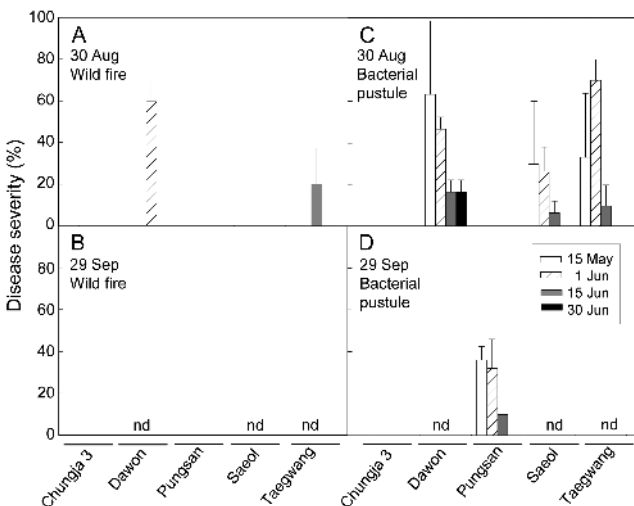


Fig. 3. Disease severity (%) of wild fire (A and B) caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* and bacterial pustule (C and D) caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* in five soybean cultivars (‘Chungja 3’, ‘Pungsan’, ‘Saeol’, and ‘Taegwang’) with four different sowing dates (15 May, 1 June, 15 June and 30 June) in Naju in 2008. Disease severity was evaluated on August 30 (A and C) and September 29 (B and D), 2008. Data are presented as means and standard errors of three replication blocks.

고찰

본 연구를 통하여 기후 변화에 따른 최근 우리나라에서의 콩의 병해충 발생 동태를 3개년간 조사 예정이며,

Table 1. Analysis of various factors on the occurrence of wild fire and bacterial pustule in Korean soybean fields in 2008

Source of variation	Wild fire				Bacterial pustule			
	df	SS ^a	F value	P value	df	SS	F value	P value
Region ^b	1	982.04	5.17	0.0236	1	4836.75	47.67	<0.0001
Time ^c	1	340.26	1.79	0.1818	1	1143.17	11.27	0.0009
Cultivar ^d	4	42347.25	55.69	<0.0001	4	15488.65	38.17	<0.0001
Date ^e	3	14883.04	26.10	<0.0001	3	11831.14	38.87	<0.0001
Region × Time	1	11.67	0.06	0.8044	1	1253.87	12.36	0.0005
Region × Cultivar	3	736.90	1.29	0.2768	3	6551.57	21.53	<0.0001
Time × Cultivar	3	3590.30	6.30	0.0004	3	1272.65	4.18	0.0063
Region × Time × Cultivar	1	2.22	0.01	0.9140	1	1190.93	11.74	0.0007
Region × Date	3	2974.77	5.22	0.0015	3	1484.92	4.88	0.0024
Time × Date	3	856.91	1.50	0.2135	3	346.83	1.14	0.3330
Region × Time × Date	3	8.40	0.01	0.9976	3	219.54	0.72	0.5398
Cultivar × Date	12	43171.64	18.93	<0.0001	12	11612.36	9.54	<0.0001
Region × Cultivar × Date	9	6943.71	4.06	<0.0001	9	6636.47	7.27	<0.0001
Time × Cultivar × Date	6	4224.96	3.70	0.0014	6	371.56	0.61	0.7220
Region × Time × Cultivar × Date	2	31.11	0.08	0.9214	2	251.47	1.24	0.2908

^aSS = sum of squares, ^bRegion is Suwon and Naju field in 2008, ^cEach data were assessed disease incidence at August and September in 2008,

^dDifferent soybean cultivars as follows: Taekwang, Pungsan, Cheongja 3, Saoul, and Dawon, ^eSoybean cultivars were sown in four different dates, May 15, June 1, June 15, and June 30.

그 첫 해 2008년의 주요 콩 병해 발생 상황을 보고하고자 한다.

품종에 따른 콩 병 발생. 수원과 나주 두 지역에 각각 4 품종(‘청자3호’, ‘풍산’, ‘새울’, ‘태광’)과 5 품종(‘청자3호’, ‘다원’, ‘풍산’, ‘새울’, ‘태광’)의 콩을 파종하여 일년간의 병 발생 양상을 조사하였다. 들불병에 대하여 나주에서는 ‘다원’, ‘태광’ 품종이 가장 감수성이었으며, 다른 품종에서는 병 발생이 나타나지 않았다. 수원에서는 ‘새울’과 ‘태광’ 품종에서의 들불병 발생이 가장 뚜렷하였다. 이 결과, 나주와 수원 콩 포장에서 공통적으로 ‘태광’ 품종에서 감수성을 관찰할 수 있었다. 대조적으로 나주에서는 ‘새울’에서 발병하지 않았고, 수원에서는 ‘다원’ 품종을 파종하지 않은 관계로 병 감수성의 여부를 알 수 없었다. 불마름병 발생은 나주에서 ‘다원’, ‘풍산’, ‘새울’, ‘태광’ 품종에서 비슷하게 병이 발생했고, ‘청자3호’에서는 병 발생이 나타나지 않았다. 이에 반해, 수원에서는 단지 ‘새울’ 품종에서만 불마름병 발생을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과는 콩 품종에 따라 들불병과 불마름병 발생의 감수성이 다를 수 있다. 전반적으로 ‘청자3호’와 ‘풍산’ 품종은 두 지역에서 두 종류의 세균병에 대해 저항성 품종으로 말할 수 있다. 수원과 나주에서 ‘풍산’ 품종은 들불병과 불마름병에 대하여 모두 저항성 품종으로 나타났다.

파종 시기에 따른 콩 병 발생. 기후의 변화로 콩 파

종 시기를 조절해야 할 수 있기 때문에 본 연구를 통하여 콩 파종기 이동에 따른 병 발생 양상을 조사하였다. 수원에서 들불병 발생이 가장 심하였던 ‘새울’과 ‘태광’ 콩 품종을 보았을 때, 가장 먼저 5월 15일에 파종한 포장에서 병이 가장 많이 발생 하였으며, 이후 파종 시기가 늦어질수록 병이 줄어들을 알 수 있었다. 나주 포장에서는 병 발생이 관찰된 1차 병 평가 시기를 보았을 때, ‘다원’ 품종에서는 6월 1일 파종 식물, ‘태광’은 6월 15일 파종 식물이 병 발생이 발생하였다. 그러나 전반적인 병 발생이 뚜렷하지 않은 관계로 파종기별 병 발생의 차이를 판단하기 어려웠다. 들불병 발생과 같이 불마름병의 발생도 파종 시기가 빠를수록 높게 나타났다. ‘Wells II’와 ‘Williams 79’ 두 콩 품종에 발생한 콩 세균성 점무늬 병균(*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*)의 감염에 의해 두 해 동안의 병 발생은 모두 식물생육 정도에 따라 상이한 병 진전을 보였다(Park과 Lim, 1986). 그러나, 2000년부터 2002년까지 시험된 미국 아이오와 주의 콩 포장에서 bean pod mottle virus(BPMV)에 의한 병 발생은 콩 파종 시기와 밀접한 관계를 발견할 수 없었다(Krell 등, 2005). 미국 미주리 주에서 *Phomopsis* sp.에 의한 콩 종자 감염률은 1992년부터 1994년까지 품종별로 차이가 있었으나, 파종 시기에 따라 달라지지는 않았다(Wrathter 등, 1996). 미국 켄터키 주에서 콩 시스트 선충 *Heterodera glycines*에 저항성 콩 품종에서는 파종 시기에 따라 발병

를 차이가 거의 나타나지 않는 것에 반해, 감수성 품종에서는 파종기에 따라 상대적인 병 진전 차이가 나타났다(Hersmann 등, 1990). 이러한 연구 결과들은 콩의 파종기 변동에 따른 병해 발생 양상이 병원균의 종류와 콩의 품종에 따라 상이함을 시사하였다. 본 연구 결과에서는, 들불병과 불마름병에 대한 콩 파종 시기에 따른 상이한 병 진전을 국내외적으로 최초로 보고하였다. 시스트 선충에서의 감염률에서 보는 바와 같이 본 연구에서 시험한 국내 콩 품종 중 '새울'과 '태광' 등의 감수성 품종이 들불병과 불마름병 발생에 파종기의 영향을 받았다. 이들 콩에서의 들불병과 불마름병에 대한 생육기별 병 발생량의 차이는 기주 식물의 생육에 따른 병 감수성 증가와 관련이 있을 수 있다. 국내에서 관행적으로 5월 15일에 콩의 파종이 이루어지고 있으나, 본 연구를 통하여 가능하면 파종 시기를 늦추는 것이 세균 병 발생을 지연시키는 방법임을 알 수 있다.

지역에 따른 콩 병 발생. 중부 지방인 수원과 남부 지방인 나주에서의 병 발생의 차이를 비교하였다. 수원과 나주에 공통적으로 파종된 '태광' 품종에서의 들불병의 발생을 비교하였을 때, 수원에서의 병 발생량이 월등히 높았다. 이와 반대로 불마름병의 발생에 있어서는 나주에서의 병 발생량이 수원에서의 병 발생량보다 많았다. 따라서 두 지역간에 불마름병의 병 발생에 차이가 있음을 알 수 있었다. 들불병의 생육 적온이 24-28°C, 불마름병의 생육 적온이 30-33°C라는 사실은(American Phytopathological Society, 1984), 중부 지방인 수원에서 들불병이, 남부 지방인 나주에서의 불마름병의 발생이 상대적으로 높았던 점과 연관 될 수 있겠다.

기후 변화에 따른 병 발생 변동 양상이 기존의 작부 체계에 영향을 줄 수 있음에 근거하여 본 연구를 수행하였다. 본 연구의 결과는 2008년도의 결과로 향후 2009년도와 2010년도의 연구 결과와 종합하여 고찰 한다면 우리나라 기후 변화에 대하여 콩 재배 방식의 능동적 대응으로 효과적인 병해 관리체계를 수립할 수 있을 것으로 예상된다.

요 약

식물병발생은 농업 체계에서 다양한 요인에 의해 좌우된다. 최근의 광범위한 환경적인 기후 변화로 인하여 기후 온난화, 파종 시기와 품종의 선택 같은 농업 체계가 영향을 받고 있다. 포장에서의 점차적인 병 발생 양상은 직, 간접적인 환경 변화에 영향을 받을 수 있다. 본 연구에서, 콩 품종, 파종 시기, 재배의 지역적인 차이가 우리

나라의 콩 병 발생에 미치는 영향을 조사하기 위하여 병 발생 빈도를 평가하였다. '태광', '풍산', '청자3호', '새울', '다원' 품종을 5월 15일, 6월 1일, 6월 15일, 6월 30일 4회에, 수원, 나주 두 지역에 파종하였을 때, 콩 들불병과 불마름병 등이 주요 병으로 발견되었다. 들불병이 '태광' 품종에서 주로 심각하게 발생한 반면, '다원' 품종은 불마름병에 대해 특히 감수성이었다. 들불병과 불마름병의 병 진전은 품종과 관계없이 파종 시기가 지연 될수록 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 2008년 농촌진흥청 FTA 대응기술개발사업(콩연구사업단)(과제번호: 200909090810510010300)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- American Phytopathological Society. 1984. Compendium of soybean diseases. 4th edition. pp. 6-8.
- Bilgin, D. D., Aldea, M., O'Neill, B. F., Benitez, M., Li, M., Clough, S. J. and DeLucia, E. H. 2008. Elevated ozone alters soybean-virus interaction. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 21: 1297-1308.
- Clemente, T. E. and Cahoon, E. B. 2009. Soybean oil: Genetic approaches for modification of functionality and total content. *Plant Physiol.* 151: 1030-1040.
- Coakley, S. M., Scherm, H. and Chakraborty, S. 1999. Climate change and plant disease management. *Annu. Rev. Phytopathol.* 37: 399-426.
- Damicone, J. P., Manning, W. J., Herbert, S. J. and Feder, W. A. 1987. Growth and disease response of soybeans from early maturity groups to ozone and *Fusarium oxysporum*. *Environ. Poll.* 48: 117-130.
- Dorrance, A. E., Kleinhenz, M. D., McClure, S. A. and Tuttle, N. T. 2003. Temperature, moisture, and seed treatment effects on *Rhizoctonia solani* root rot of soybean. *Plant Dis.* 87: 533-538.
- Garrett, K. A., Dendy, S. P., Frank, E. E., Rouse, M. N. and Travers, S. E. 2006. Climate change effects on plant disease: Genomes to ecosystems. *Annu. Rev. Phytopathol.* 44: 489-509.
- Gregory, P. J., Johnson, S. N., Newton, A. C. and Ingram, J. S. I. 2009. Integrating pests and pathogens into the climate change/food security debate. *J. Exp. Bot.* 60: 2827-2838.
- Hersmann, D. E., Hendrix, J. W., Stuckey, R. E., Bachi, P. R. and Henson, G. 1990. Influence of planting date and cultivar on soybean sudden death syndrome in Kentucky. *Plant Dis.* 74: 761-766.
- Hokawat, S. and Rudolf, K. 1991. Variation in pathogenicity and

- virulence of strains of *Xanthomonas campestris* pv. *glycines*, the incitant of bacterial pustule of soybean. *J. Phytopathol.* 131: 73-83.
- Hwang, I. and Lim, S. M. 1998. Pathogenic variability in isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *glycines*. *Kor. J. Plant Pathol.* 14: 19-22.
- Kim, S. M., Lee, J. B., Lee, Y. H., Choi, S. H., Choi, H. S., Park, J. W., Lee, J. S., Lee, G. S., Moon, J. K., Moon, J. S., Lee, K. W. and Lee, S. H. 2006. First report of *Soybean Dwarf Virus* on soybean (*Glycine max*) in Korea. *Res. Plant Dis.* 12: 213-220.
- Kim, W. G., Hong, S. K. and Han, S. S. 2005. Occurrence of web blight in soybean caused by *Rhizoctonia solani* AG-1(IA) in Korea. *Plant Pathol. J.* 21: 406-408.
- 한국식물병리학회. 2009. 한국식물병명록. 수원, 한국, 853 pp.
- Krell, R. K., Pedigo, L. P., Rice, M. E., Westgate, M. E. and Hill, J. H. 2005. Using planting date to manage bean pod mottle virus in soybean. *Crop Protect.* 24: 909-914.
- Laurence, J. A. and Wood, F. A. 1978. Effects of ozone on infection of soybean by *Pseudomonas glycinea*. *Phytopathology* 68: 441-445.
- Lee, Y. J., Kang, M. H., Noh, T. H., Lee, D. K., Lee, G. H. and Kim, S. J. 2009. Direct PCR detection of the causal agents, soybean bacterial pustule, *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* in soybean seeds. *Res. Plant Dis.* 15: 83-87.
- Manning, W. J. and Tiedemann, A. V. 1995. Climate change: potential effects of increased atmospheric carbon dioxide (CO₂), ozone (O₃), and ultraviolet-B (UV-B) radiation on plant diseases. *Environ. Pollut.* 88: 219-245.
- Oh, J. H. and Kim, D. Y. 2001. Effect of cultural practices on the occurrence of pod and stem blight and purple blotch, and on soybean growth. *Res. Plant Dis.* 7: 107-111.
- Oh, J. H. and Kim, K. H. 2003. Influence of temperature, wetness duration and fungicides on fungal growth and disease progress of soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* spp. *Res. Plant Dis.* 9: 131-136.
- Park, E. W. and Lim, S. M. 1986. Effect of bacterial blight on soybean yield. *Plant Dis.* 70: 214-217.
- Park, S. W., Kim, H. S., Woo, S. H., Shim, H. K. and Kim, H. T. 2006. Morphological characteristics and molecular identification of *Calonectria ilicicola* causing soybean red crown rot. *Res. Plant Dis.* 12: 178-184.
- Reddy, N. and Yang, Y. 2009. Natural cellulose fibers from soybean straw. *Bioresource Technol.* 100: 3593-3598.
- Wrather, J. A. and Koenning, S. R. 2006. Estimates of disease effects on soybean yields in the United States 2003 to 2005. *J. Nematol.* 38: 173-180.
- Wrather, J. A., Anderson, T. R., Arsyad, D. M., Gai, J., Ploper, L. D., Porta-Puglia, A., Ram, H., H. and Yorinori, J. T. 1997. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. *Plant Dis.* 81: 107-110.
- 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.
- Yorinori, J. T., Paiva, W. M., Frederick, R. D., Costamilan, L. M., Bertagnolli, P. F., Hartman, G. E., Godoy, C. V. and Nunes, J. Jr. 2005. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. *Plant Dis.* 89: 675-677.