

2014–2015년 국내 콩 들불병 발생 상황

Incidence of Wildfire Disease on Soybean of Korea during 2014–2015

강인정^{1*} · 김승한² · 심형권¹ · 서민정³ · 신동범¹ · 노재환¹ · 허성기¹¹농촌진흥청 국립식량과학원 재배환경과, ²경상북도농업기술원 농업환경연구과, ³농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물과In Jeong Kang^{1*}, Seung-Han Kim², Hyeong Kwon Shim¹, Min Jeong Seo³, Dong Bum Shin¹, Jae Hwan Roh¹, and Sunggi Heu¹¹Crop Cultivation and Environment Research Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea²Department of Agriculture Environment Research, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Daegu 41404, Korea³Central Area Crop Breeding Research Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea

*Corresponding author

Tel: +82-31-695-0668

Fax: +82-31-695-0095

E-mail: fairjung@korea.kr

Wildfire caused by *Pseudomonas amygdali* pv. *tabaci* has been seen a steady increase in the incidence and prevalence on soybean in Korea. But up to know there is no official report on the prevalence of the disease in Korea. The nationwide survey of the occurrence of soybean wildfire showed that 19 out of 30 regions in 2014 and 9 out of 28 regions in 2015 had been infected with *P. amygdali* pv. *tabaci*. The severity of wildfire varied according to the cultivar, cultivation regions and climates. However, cultivar *seeitae* was susceptible in both 2014 and 2015. The disease severity of 2014 was twice that of 2015. Since the temperature of 2014 and 2015 were very similar but the precipitation of 2014 was more than twice that of 2015, the precipitation of 2014 had a great impact on the wildfire disease severity.

Keywords: Distribution, Korea, Soybean, Wildfire

Received September 28, 2015

Revised March 5, 2016

Accepted March 10, 2016

콩(*Glycin max* L. Merr)은 세계적으로 중요한 식량작물 중 하나이며, 특히 우리나라를 비롯한 동북아시아 지역은 콩의 원산지로서 식량안보차원에서 안전한 생산기반 확충이 필요하다. 콩 생산에는 다양한 요인들이 영향을 미치지만, 병 발생에 의한 콩 생산량의 감소와 품질 저하는 수량의 주요 제한요인이 되어왔으며 기후변화에 따른 봄 기온 상승, 강우량의 증가 및 감소 등은 세균병 발생 증가에 직접적인 영향을 미치고 있다(Schaad, 2008).

콩 들불병은 담배들불병과 같은 병원균인 *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*에 의한 것으로 국내에는 2009년 콩에 처음으로 보고되었고(Myung 등, 2009), 최근 계놈 시퀀스 및 분자분류학적 분석을 통해 *Pseudomonas amygdali* pv. *tabaci*로 재분류되었다(Jeong 등, 2015). 특히 병원균이 내는 tabtoxin이라는 독소로 인해 주위에 노란색 둘레무리가 생기는데(Turner와 Taha, 1984), 이 독소를 분비하지 못하는 변종은 모무늬병(angular leaf spot)으로 구분되며 국내에서는 잎담배에 그 발생이 보고되어진 바 있다(Yi 등, 1990).

지금까지 국내 콩 포장에서 잎마름병(Kim 등, 2005), 검은 뿌리썩음병(Park 등, 2006), 콩 위축바이러스병(Kim 등, 2006) 등 신규 병 발생이 지속적으로 보고되고, 콩 불마름병의 경

Research in Plant Disease

©The Korean Society of Plant Pathology

pISSN 1598-2262, eISSN 2233-9191

우 발생 소장 조사(Hong 등, 2010), 수량에 미치는 영향(Hong 등, 2011), 방제를 위한 살균제 선발(Hong 등, 2010) 등 기존에 많은 선행 연구가 있었던 것에 비해 콩에 발생하는 들불병 발생 정보에 관한 기초 자료는 거의 없다. 따라서 2014–2015년 전국 콩 주요 재배지역의 들불병 조사를 실시하였고, 그 결과 일부 지역의 특정품종에서 들불병 발생이 문제가 되고 있음을 확인하였다. 이 국내 발생실태 조사로 지역에 따른 병 발생양상을 파악하고 병 발생생태 등을 파악함으로써 들불병 관리 기초자료 및 방제자료로 활용하고자 한다.

병징 및 병원균 분리·동정. 2012년 통계청 조사결과를 기준으로 콩 재배면적을 고려하여 경기(연천, 파주, 수원), 강원(영월, 평창, 횡성, 원주), 충남(태안, 아산, 서산, 청양, 공주, 부여), 충북(괴산, 단양, 제천, 청주, 충주), 전북(김제, 순창, 고창), 전남(무안, 장흥), 경북(안동, 청도, 예천, 경주, 칠곡, 경산 등), 경남(합천, 거창, 창녕)의 조사지를 선정하였으며 8월 20일에서 9월 20일까지 한 달 동안 들불병 발생 정도를 조사하였다. 농가 포장 면적이 약 1,000 m² 이상 포장 위주로 조사를 하였고, 콩 잎에 진한 갈색의 불규칙한 괴사 현상이 보이며 괴사 주위로 노란색 달무리가 형성되는 병징을 주로 관찰하였다. 들불병 병징은 시간이 지나면서 콩의 잎에 불규칙적인 갈색 반점을 형성한다(Hartman 등, 1999). 그 반점의 경계가 불규칙적으로 변하면서 이러한 반점들이 합쳐져 부정형의 커다란 죽은 부위를 만드는 것이 특징으로, 콩 잎 뒷면에 pustule을 생성하는 콩 불마름병과는 구별된다(Fig. 1A, B). 이러한 병징을 보이는 잎의 뒷면을 살펴보면 괴사한 부분의 잎 뒷면에 두들두들한 돌기가 형성되는 불마름병과 분리하여 병 발생을 조사하였으며, 들불병 병징을 보이는 잎을 채취하여 노란 달무리 병징의 황화된 부분의 조직에서 병원균을 분리하였다. 채집된 이병 잎의 병징을 중심으로 5 mm 정도로 자른 뒤 1% sodium hypochlorite solution (NaOCl)에서 30초간 표면 소독하고 증류수에 30초씩 3번 세척하였다. 표면 소독된 조직

을 filter paper로 물기를 제거하고 멸균수 20 µl를 떨어뜨린 뒤, loop를 이용하여 세균을 용출시켜 세균이 포함된 용액을 TSA (Tryptic Soy Agar; Difco, Paris, France) 배지에 도말하여 30°C에서 2일간 배양한 뒤 상아색 colony를 얻었다. 들불병원균으로 추정되는 균을 순수 분리하여 Genomic DNA extraction kit (iNtRON, Seoul, Korea)의 protocol에 따라 DNA를 추출한 후 16S rDNA 분석을 통하여 *P. amygdali* pv. *tabaci*임을 확인하였으며 담배(*Nicotiana tabacum* Havana 503)에 접종하여 과민반응(hypersensitive response)을 확인하였다(Fig. 1C). 또한 위와 같은 방법으로 분리된 병원균의 DNA를 tabtoxin biosynthetic gene (National Center for Biotechnology Information accession No.: DQ187985) 시퀀스를 이용하여 설계된 프라이머 세트인 Pt2-F (5'-CCTTCGCTTTGCCATTGCT-3')와 Pt2-R (5'-CGGCATCGTCTACAGGTGTG-3')을 이용하여 94°C에서 10분간 처리 후, 94°C에서 30초, 58°C에서 45초, 72°C에서 45초의 조건으로 40 cycle을 수행한 뒤 72°C에서 10분간 반응시켰다. PCR로 증폭된 생산물은 0.5× TBE buffer를 이용하여 1.5% 아가로즈 겔에서 loading star (Dyne Bio, Seongnam, Korea)를 이용하여 전기영동한 후 tab toxin 유전자의 유무를 확인하였다. 본 실험에서 분리된 모든 *P. amygdali* pv. *tabaci* 균들은 tabtoxin을 가지고 있었다(Fig. 2).

들불병 발생과 품종. 2014년과 2015년 2년간 전국의 주요 콩 재배지역에서의 들불병 발생 정도를 조사하였으며 농업조사분석기준(Rural Development Administration, 2012)에 따라 콩 개화기 이후에 들불병 발생포장 선정, 포장에서의 발생률(%), 발생 개체의 병반면적률(%) 및 재배품종 등을 조사하였다.

2014년 전국 조사에서는 조사한 30지역 중 19지역(수원, 영월, 괴산, 단양, 태안, 공주, 부여, 김제, 순창, 고창, 무안, 장흥, 안동, 청도, 칠곡, 경주, 예천, 영천, 합천)에서 들불병 발생을 확인하였으며(Fig. 3), 들불병 발생포장 내 발병주율은 안동 <1.0%에서 무안 55.0% 등이었다(Table 1). 주요 발병 품종

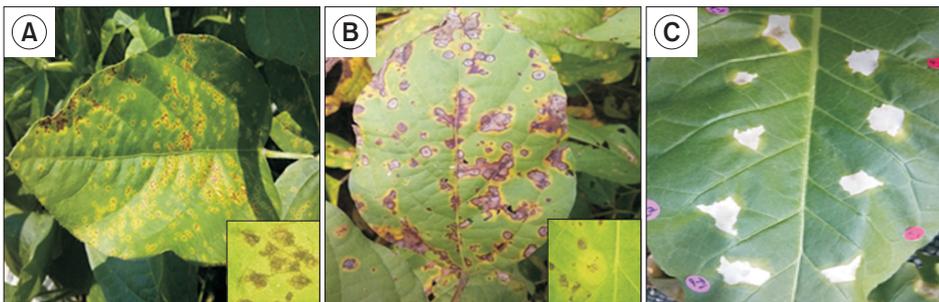


Fig. 1. (A) Bacterial pustule symptoms caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* on soybean and magnified image of the spot. (B) Wildfire symptoms caused by *Pseudomonas amygdali* pv. *tabaci* on soybean and magnified image of the spot. (C) Hyper sensitivity reactions of the isolates of *P. amygdali* pv. *tabaci* on *Nicotiana tabacum* Havana 503.

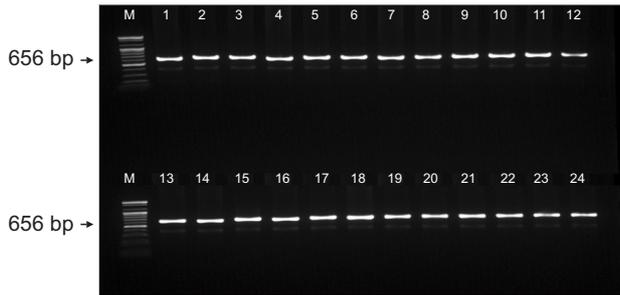


Fig. 2. PCR analysis of wildfire infected soybean leaves collected different regions. M, 100 bp DNA ladder; 1, Suwon (2014); 2, Andong (2014); 3, Yeongwol (2014); 4, Sunchang; 5, Gongju; 6, Gimje; 7, Buyeo; 8, Yecheon; 9, Gochang; 10, Muan (2014); 11, Taean; 12, Hapcheon; 13, Chilgok; 14, Danyang (2014); 15, Jangheung; 16, Goesan (2014); 17, Suwon (2015); 18, Yeongwol (2015); 19, Inje; 20, Muan (2015); 21, Pyeongchang; 22, Andong (2015); 23, Goesan; 24, Chungju.

은 보급종인 태광, 대원 및 재래종(서리태, 서목태 등) 등이었고 최근 육성된 품종보다는 1991년에 육성된 태광콩이나 재래종에 주로 발병하였다. 특히 무안지역에서는 태광콩, 풍산나물콩, 풍원나물콩 등이 주로 재배되는데, 조사한 태광콩 재배포장 전부에 들불병이 발생했고 병반면적률 또한 51% 이상이었다. 하지만 그에 비해 풍산나물콩에는 들불병 발생이 없었고 풍원나물콩 재배포장 한 곳에서 들불병 발생을 확인하였다.

2015년 전국 조사에서는 조사한 28지역 중 9지역(수원, 영월, 평창, 인제, 괴산, 단양, 충주, 무안, 안동)에서 들불병 발생을 확인하였으며(Fig. 3) 들불병 발생포장 내 발병주율은 안동 <math><1.0\%</math>에서 평창 40.0% 등이었다(Table 2). 주요 발병 품종은 보급종인 재래종인 서리태, 서목태 등이었고 2014년에 비해 들불병 발생이 줄어들었지만 일부 지역의 서리태 등 재래종 품종에서는 여전히 들불병 발생이 심했다. 하지만 서리태 중에서도 지역별로 재배되고 있는 고유의 서리태마다 들불병 발병 정도가 상이함을 확인하였다. Kim 등(2010)에 의하면 들불병의 발생은 지역 간 차이, 품종과 파종시기에 따라 병이 유의적으로 다르게 발생하며 재배기간 중 병 평가 시기 역시 발병 평가 시 고려해야 할 것으로 보고하였다. 2년간의 조사에서도 들불병 발생이 보급종 품종에서는 태광콩이나 대원콩에서, 서리태 등 재래종에 병 발생이 심한 것으로 보아 품종에 따른 발병 차이를 뚜렷이 확인할 수 있었다. 대원콩과 태광콩의 경우에는 전국의 거의 대부분 콩 재배지역에서 모두 재배되고 있음에도 불구하고, 2014년 남부 지역인 무안 지역의 태광콩에서 특히 병 발병도가 높았던 것으로 보아 지역에 따른 차이 또한 확인할 수 있었다.

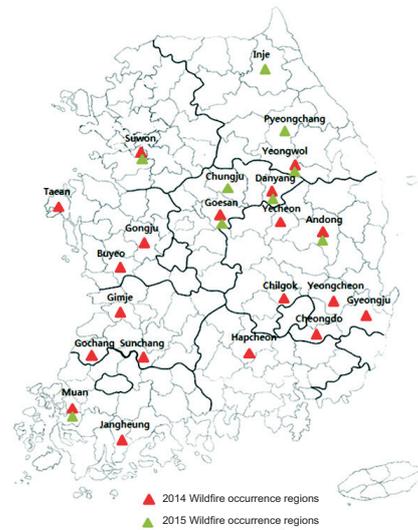


Fig. 3. Geographic location of the soybean fields infected wildfire in 2014–2015.

연차 간 들불병 발생. 전국적으로 들불병을 조사한 2014년과 2015년의 들불병 발생 정도가 매우 달랐다. 2014년 조사에서는 63%의 조사 지역에서 들불병이 관찰되었으나 2015년도에는 그 절반 수준인 32%의 지역에서 들불병이 관찰되었다. 2014년도의 경우 전국 거의 모든 지역에서 들불병이 관찰되었으며 특히 중부 이남 지역에서의 병 발생이 심하였다. 반면 2015년에는 중부 이남 지역에서 들불병이 거의 관찰되지 않았다. 수원, 영월, 괴산, 단양, 무안, 안동의 6개 지역은 지속적으로 들불병 발생이 관찰되었다.

Deall과 Cole (1986)에 의하면 들불병은 vapour pressure deficit, 즉 대기포차가 적고 온도가 27°C 이하 및 일사량이 $27.2 \text{ MJ/m}^2\text{day}^{-1}$ 이하일 때 심해진다고 하였다. 즉 습도가 높고 온도가 많이 높지 않을 때 병 진전이 급속히 진행되는 것으로, 우리나라의 여름 이후 초가을에 들불병 발생이 심해지는 것과 연관이 있을 것으로 여겨진다. 들불병균의 생육 적온은 24°C – 28°C 로, 실제 남부 지역인 무안 지역이 8월 초순부터 병이 발생하기 시작하여 9월에 병 발생이 심했음을 확인할 수 있었던 것으로 보아 이는 들불병 발생 조사 시기 또한 콩의 개화기 이후가 바람직할 것으로 여겨진다. 2014년도와 2015년도의 중부 이남과 중부 이북의 온도 차이는 심하지 않았다(Fig. 4A). 대표로 전남 지역의 목포와 중부 지역의 수원의 온도를 비교해 본 결과 2015년과 2014년 5–10월의 온도는 큰 차이가 없었다. 그러나 강수량의 차이는 매우 심하였다(Fig. 4B). 들불병 발생에 영향을 줄 것으로 여겨지는 8–9월의 습도를 비교해 볼 때, 전체적으로 중부 이남의 강수량과 중부 이북의 강수량은 많은 차이가 없었지만 2015년의

Table 1. Legend of the occurrence of wildfire in nationwide survey in 2014

Province	Region of fields	Infection			
		No. of fields	No. of infected fields* (%) [†]	Infected leaf area (%)	Infected varieties (n)
Gyeonggi	Yeoncheon	18	-	-	-
	Suwon	10	2 (10)	31-50	Taekwang, Daewon
	Paju	12	-	-	-
Gangwon	Yeongwol	10	2 (18.5)	31-50	Balckbeans (Seoritae etc.), Daewon
	Pyeongchang	15	-	-	Blackbean (Seoritae)
	Hoengseong	5	-	-	-
	Wonju	5	-	-	-
Chungbuk	Goesan	10	1 (<1.0)	31-50	Blackbean (Seoritae)
	Danyang	13	1 (25.0)	31-50	Daewon
	Jecheon	15	-	-	-
	Cheongju	2	-	-	-
Chungnam	Asan	5	-	-	-
	Taeon	20	1 (<1.0)	11-30	Blackbean (Seoritae)
	Gongju	20	1 (1.0)	11-30	Blackbean (Seoritae)
	Buyeo	5	1 (<1.0)	11-30	Blackbean (Seomoktae)
Jeonbuk	Gimje	10	1 (35.0)	31-50	Balckbeans (Seoritae etc.)
	Sunchang	15	2 (22.5)	31-50	Daewon
	Gochang	10	1 (<1.0)	11-30	Blackbean (Seoritae)
Jeonnam	Muan	30	15 (55.0)	>51	Taekwang (14), Pungwonnamul (1)
	Jangheung	5	1 (<1.0)	11-30	Blackbean (Seoritae)
Gyeongbuk	Andong	16	1 (<1.0)	31-50	Blackbean (Seoritae)
	Cheongdo	18	5 (11.4)	>51	Daewon
	Chilgok	6	2 (30.0)	>51	Daewon
	Gyeongju	4	2 (10.5)	31-50	Daewon
	Yecheon	4	1 (5.0)	11-30	Blackbean (Seoritae)
	Pohang	4	-	-	-
	Yeongcheon	5	1 (5.0)	11-30	-
	Sangju	10	-	-	-
	Gyeongnam	Hapcheon	10	1 (1.0)	31-50
	Geochang	5	-	-	-

*Number of fields with wildfire infection. [†]Percent of wildfire infection rate in infected fields.

강수량은 2014년 강수량의 반도 못 미쳤다.

전 세계적으로 콩 주요 생산국에서 세균병(불마름병, 들불병, 세균성점무늬병 등)으로 인한 수량 감소는 약 84만 톤 정도이다(Wrathier와 Koenning, 2009). 이는 우리나라 2009년 콩의 총 생산량인 13.9만 톤을 넘는 수준이다. 특히 콩의 또 다른 세균병해인 불마름병은 보통 7월에서 9월까지 우리나라 콩 재배포장에서 흔히 볼 수 있는데, 2005년과 2006년 영남 지역의 콩 불마름병 발생을 조사한 결과 78개 포장 중 89.7%인 70개 포장에서 불마름병 발생이 확인되었다(Hong 등, 2010). 이는 우리나라의 경우 콩 생산에 불마름병이나 들불병 등 세균성 병해에 의한 피해가 콩 수량 감소에 영향을 준다고 볼 수 있다. 들불병의 경우 국내에서 담배에 1970년

에 처음으로 보고된 이후 담배에서는 지속적인 발생 보고가 있었음에도 불구하고 콩에서는 연구가 거의 진행되지 않았다. 외국과 달리 우리나라는 서리태 같은 재래종 콩을 예로부터 재배해 오고 있으며, 현재 국내에 가장 많이 보급된 태광이나 대원 같은 품종들과 재래종이 들불병에 매우 취약함을 2년간의 조사 결과로 확인되었다. 따라서 들불병의 저항성 평가 및 발병 정도에 따른 수량에 미치는 영향 등의 추가적인 연구가 반드시 수반되어야 할 것이다.

요 약

들불병은 콩의 주요 세균병 중 하나로 국내 콩 주요 재배

Table 2. Legend of the occurrence of wildfire in nationwide survey in 2015

Province	Region of fields	Infection			
		No. of fields	No. of infected fields* (%) [†]	Infected leaf area (%)	Infected varieties (n)
Gyeonggi	Yeoncheon	15	-	-	-
	Suwon	12	1 (5.0)	31–50	Blackbean (Seoritae)
	Paju	10	-	-	-
Gangwon	Yeongwol	15	2 (18.5)	31–50	Blackbeans (Seoritae)
	Pyeongchang	17	2 (40)	>51	Blackbean (Seoritae)
	Hoengseong	5	-	-	-
	Inje	10	1 (80)	>51	Daewon
Chungbuk	Goesan	10	1 (<1.0)	31–50	Blackbean (Seoritae)
	Danyang	20	1 (5.0)	11–30	Blackbean (Seoritae)
	Jecheon	20	-	-	-
	Chungju	3	1 (5.0)	>51	Blackbean (Seoritae)
Chungnam	Seosan	10	-	-	-
	Taeon	20	-	-	-
	Gongju	20	-	-	-
	Cheongyang	10	-	-	-
Jeonbuk	Gimje	10	-	-	-
	Sunchang	10	-	-	-
	Gochang	10	-	-	-
Jeonnam	Muan	58	4 (20.0)	11–30	Taekwang (3), Pungwonnamul (1)
	Jangheung	5	-	-	-
Gyeongbuk	Andong	20	1 (<1.0)	31–50	Blackbean (Seoritae)
	Cheongdo	10	-	-	-
	Chilgok	6	-	-	-
	Yecheon	10	-	-	-
	Gyeongsan	5	-	-	-
	Gyeongnam	Hapcheon	10	-	-
	Geochang	5	-	-	-
	Changnyeong	6	-	-	-

*Number of fields with wildfire infection. [†]Percent of wildfire infection rate in infected fields.

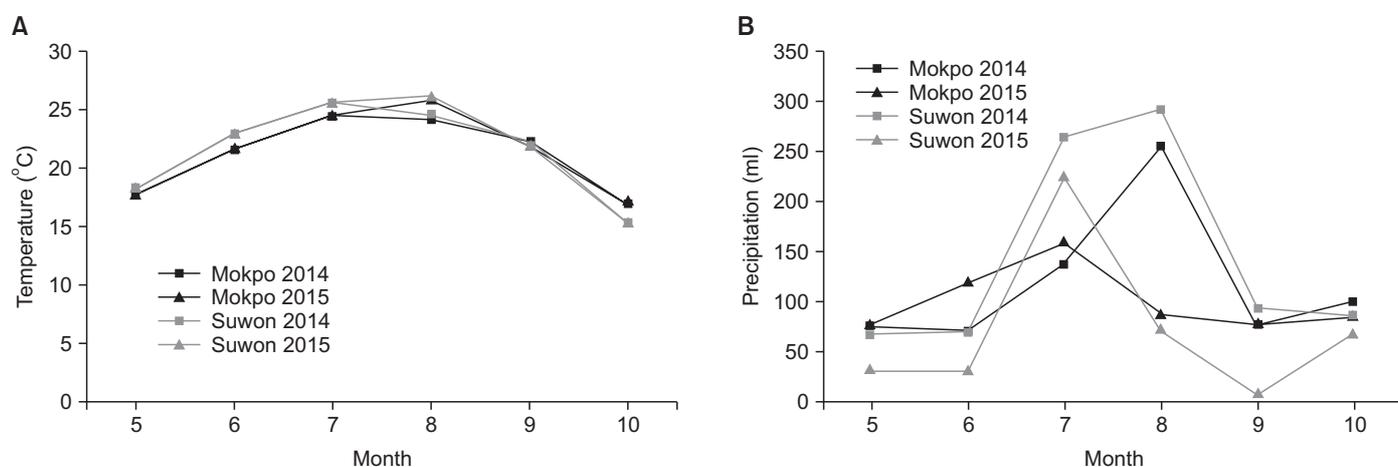


Fig. 4. The climatic data (temperature [A] and precipitation [B]) between the middle region (Suwon) and the southern region (Mokpo) for 2014–2015 in the Korea Meteorological Administration.

지에서 꾸준히 발생되고 있지만 지금까지 발생 정도에 대한 보고가 없었다. 국내 콩 주요 재배지에서 들불병 발병 정도를 2014년과 2015년 2년간 조사하였다. 2014년 전국 조사에서는 조사한 30지역 중 19지역(수원, 영월, 괴산, 단양, 태안, 공주, 부여, 김제, 순창, 고창, 무안, 장흥, 안동, 청도, 칠곡, 경주, 예천, 영천, 합천)에서 들불병 발생을 확인하였으며, 2015년 전국 조사에서는 조사한 28지역 중 9지역(수원, 영월, 평창, 인제, 괴산, 단양, 충주, 무안, 안동)에서 들불병 발생을 확인하였다. 재배되고 있는 품종, 지역, 기후 조건에 따라 들불병 발병 차이가 났다. 서리태는 2014년과 2015년 모두 감수성을 보였으며 강수량이 많았던 2014년에 들불병의 발생이 2배 이상 증가하였음을 관찰할 수 있었다. 본 실험 결과 우리나라는 전국적으로 들불병균이 잠재해 있으며 비슷한 온도에서는 강수량이 들불병의 발생에 절대적인 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.

Acknowledgement

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project title: Monitoring and Development of Management Techniques on Fungal and Bacterial diseases of Soybean in Korea, Project No. PJ01119404)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Deall, M. W. and Cole, J. S. 1986. A comparative study of the pathogenicity and epidemiology of strains of *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* that cause wildfire and angular leaf spot diseases of tobacco in Zimbabwe. *Plant Pathol.* 35: 74-78.
- Hartman, G. L., Sinclair, J. B. and Rupe, J. C. 1999. Compendium of Soybean Diseases. APS Press, St. Paul, MN, USA.
- Hong, S. J., Kim, Y. K., Jee, H. J., Lee, B. C., Yoon, Y. N. and Park, S. T. 2010. Selection of bactericides for controlling soybean bacterial pustule. *Res. Plant Dis.* 16: 266-273. (In Korean)
- Hong, S. J., Kim, Y. K., Jee, H. J., Shim, C. K., Kim, M. J., Park, J. H. and Lee, B. C. 2011. Influence of disease severity of bacterial pustule caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* on soybean yield. *Res. Plant Dis.* 17: 317-325. (In Korean)
- Jeong, H. Y., Kloepper, J. W. and Ryu, C. M. 2015. Genome sequences of *Pseudomonas amygdali* pv. *tabaci* strain ATCC 11528 and pv. *lachrymans* strain 98A-744. *Genome Announc.* 3: e00683-15.
- Kim, H. J., Oh, J. Y., Kim, D. K., Yun, H. T., Jung, W. S., Hong, J. K. and Kim, K. D. 2010. Evaluation of disease occurrence by cultivar, sowing date and locational difference in Korean soybean fields. *Res. Plant Dis.* 16: 176-182. (In Korean)
- 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. (In Korean)
- 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.
- Myung, I. S., Kim, J. W., An, S. H., Lee, J. H., Kim, S. K., Lee, Y. K. and Kim, W. G. 2009. Wildfire of soybean caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, a new disease in Korea. *Plant Dis.* 93: 1214.
- 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. (In Korean)
- Rural Development Administration (RDA). 2012. Soybean. In: The Index of Grading System. 5th ed., ed. by H. C. Park, pp. 424-425. RDA, Suwon, Korea. (In Korean)
- Schaad, N. W. 2008. Emerging plant pathogenic bacteria and global warming. In: *Pseudomonas syringae* Pathovars and Related Pathogens—Identification, Epidemiology and Genomics, eds. by M. Fatmi, A. Collmer, N. S. Lacobellis, J. Mansfield, J. Murillo, N. W. Schaad and M. Ullrich, pp. 369-379. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Turner, J. G. and Taha, R. R. 1984. Contribution of tabtoxin to the pathogenicity of *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*. *Physiol. Plant Pathol.* 25: 55-69.
- Wrather, A. and Koenning, S. 2009. Effects of diseases on soybean yields in the United States 1996 to 2007. *Plant Health Prog.* Online publication. doi: 10.1094/PHP-2009-0401-01-RS.
- Yi, Y. K., Park, E. K. and Kim, J. H. 1990. Occurrence of angular leaf spot symptom on tobacco plants caused by non-toxin-forming mutant of wild fire pathogen, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 6: 81-85. (In Korean)