

콩 주요 세균병의 충북지역 발생현황

윤건식^{1,†} · 문혜림¹ · 김태일² · 김익제² · 김영호² · 김홍식³ · 차재순⁴

Occurrence of the Bacterial Diseases of Soybean in Chungbuk Province in 2017

Geon-sig Yun^{1,†}, Hye-Lim Moon¹, Tae-Il Kim², Ik-Jei Kim², Young-Ho Kim², Hong-Sig Kim³, and Jae-soon Cha⁴

ABSTRACT In recent years, the occurrence of bacterial diseases of soybean has been increasing due to the continuous rise in spring temperature and the humid weather as a result of rain concentrated at the middle and late stages of crop growth. The resulting severe economic damage is also a concern. Unfortunately, there are no precise data on the occurrence and damage to lay the foundation for bacterial disease control in soybean in the Chungbuk Province. Therefore, the present study investigated the occurrence of major bacterial diseases, namely bacterial pustules, bacterial blight, and wildfire, in different soybean varieties in 410 fields in the Chungbuk Province in 2017. The incidence rate of bacterial pustules in the affected fields was 76.6%, and the incidence rate of infected plants was 29.3%. The incidence rate of bacterial blight in the affected fields was 13.9%, and the incidence rate of infected plants was 4.6%. The incidence rate of wildfire in the affected fields was 23.2%, and the incidence rate of infected plants was 10.1%. The overall incidence rate of bacterial diseases in the soybean fields where the diseases originated was 37.9% for bacterial pustules, 21.0% for bacterial blight, and 25.0% for wildfire, indicating that the disease incidence rate in fields where the disease originated was generally high. Among different varieties, the incidence rate of bacterial pustules was the highest in sprout soybean (88.9%), followed by Seoritae (84.0%) and Daewon (81.2%). The incidence rate of bacterial blight was the highest in the Daewon (19.6%), followed by Seoritae (15.2%) and sprout soybean (12.5%). The incidence rate of wildfire was the highest in sprout soybean (25.0%), followed by Daewon (24.7%) and Seoritae (5.4%). Meanwhile, in Uram, the incidence rate of bacterial pustules (7.1%) was the lowest, and this variety was not affected by bacterial blight or wildfire.

Keywords : bacterial blight, bacterial pustule, occurrence, soybean, wildfire

콩(*Glycine max*(L.), Merrill)은 세계적으로 중요한 5대 식량작물 중의 하나로, 우리나라와 일본, 중국을 비롯한 대부분의 아시아 지역에서 재배되고 있다 (RDA, 2015). 용도면에서 기름, 두부, 가축사료 뿐만 아니라, 인간의 식물성 단백질과 바이오디젤의 좋은 공급원이며(Masuda & Goldsmith, 2008), isoflavone, saponin, 식물성 sterol과 식이섬유 등의 기능성 물질은(Crouse *et al.*, 1999), 혈액 내 콜레스테롤 제거, 심장병, 골다공증과 유방암 발생을 낮추는 등 다양하게 인간의 건강을 돕는 역할을 하고 있다(Barnes *et al.*, 1998; Kang *et al.*, 2012; Setchell & Cassidy, 1999).

국내에서 콩에 발생하고 있는 병으로는 바이러스 4종, 곰팡이 23종, 선충 34종 및 세균 5종이 보고되었는데, 세균병으로는 *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*에 의해 발생하는 세균점무늬병, *Pseudomonas putida*에 의한 콩나물 세균부패병, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*에 의한 세균 갈색점무늬병, *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*에 의한 불마름병과(RDA, 2019), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*에 의해 발생하는 들불병(Kang *et al.*, 2016)이 보고되었다.

불마름병의 발생은 Cho *et al.* (1977)에 의해 최초로 보고되었고, 전국 106개 포장 중에서 88%인 94개 포장에서

¹충청북도농업기술원 농업연구사 (Researcher, Chungbuk Agricultural and Extension Services, Cheongju 28130, Korea)

²충청북도농업기술원 농업연구관 (Senior Researcher, Chungbuk Agricultural and Extension Services, Cheongju 28130, Korea)

³충북대학교 식물자원학과 교수 (Professor, Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea)

⁴충북대학교 식물외과학과 교수 (Professor, Department of Plant medicine, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea)

†Corresponding author: Geon-Sig Yun; (Phone) +82-43-220-5861; (E-mail) lothmv@korea.kr

<Received 21 June, 2021; Revised 29 September, 2021; Accepted 29 September, 2021>

발생되었으며(Lee, 1999), 영남지방에서는 78개 포장 중 89.7%인 70개 포장에서 발생해 높은 발생률을 보였다(Hong *et al.*, 2010). 콩의 수량 손실은 주로 떡잎의 감염으로 인한 낙엽 발생 때문으로 알려졌으며, 2006년 19.8%, 2007년에는 16.8%의 수량이 감소되는 국내 피해사례가 있다(Hong *et al.*, 2011).

세균점무늬병은, 전세계적으로 퍼져 있는 콩의 공통적인 세균병으로, 주로 잎에서 병징이 나타나며, 줄기, 엽병, 꼬투리까지도 발생한다(Pataky & Lim, 1981). 병원균은 종자나 병든 잔재물에서 월동하고(Kent, 1945), 비·바람에 의해 전파되며(Daft & Leben, 1972), 환경이 불리한 조건에서는 식물체 표면에 병징 없이 존재하다가(Leben, 1974), 기상조건이 좋아지면 급속도로 밀도가 증가되어 콩 수량을 18~22%까지 감소 시키는 것으로 보고되었으며(Williams & Nyvall, 1980), 국내에서는 5~15%가 수량이 감수성 품종에서 감소되었다(Park *et al.*, 1986).

콩 들불병은 병원균이 *tabtoxin*이라는 독소를 분비해 병반 주위에 노란색 들레무늬를 형성하는 것이 특징으로(Turner & Taha, 1984), 우리나라에서는 2005년 보은과 문경지역에서 처음 발생한 이래(Myung *et al.*, 2009), 2014년 전국 19개 지역, 2015년에는 9개 지역에서 발병되었다(Kang *et al.*, 2016). 주로 습도가 높고, 24~28°C의 초가을에 병이 급속히 진행되어 콩에 피해를 주고 있다(Kang *et al.*, 2016).

이들 콩 세균병은 우리나라에서는 최근 봄 기온의 지속적인 상승과 콩 생육 중·후반기에 집중된 비로 인한 다습한 날씨로 콩 세균병 발생이 증가되는 추세이다(Kang *et al.*, 2016). 이와 더불어, 정부에서 추진하는 논대체 타작물 지원사업은 기존의 배수가 불량한 논을 밭으로 이용할 경우 배수가 불량해지고, 콩 지상부가 다습한 조건이 지속되어 더욱 콩 세균병 확산의 위험성이 가중되고 있다. 2019년 정부 콩 보급중 생산계획에 있어서도, 일반 장류콩 840톤 중, 콩 세균병 감수성 품종인 대원콩과 태광콩이 739톤으로 전체 보급중 물량의 88%를 차지하고 있는데(KSVS, 2019),

감수성 품종에서 세균병의 밀도가 저항성 품종보다 20~50배 증가하는 것을 볼 때(Grothe & Braun, 1986), 이병된 종자를 파종하고, 콩 생육 중에 고온 다습한 환경조건이 지속되면 세균병의 확산 가능성이 존재하며(Graham, 1953; Heitkamp *et al.*, 2014), 이와 더불어 심각한 경제적인 피해도 우려되고 있는 상황이다.

따라서 본 연구는, 이제까지 조사되지 않았던 충북지역의 콩 주요 세균병인 불마름병, 세균점무늬병, 들불병의 오염도를 품종별로 발생 양상을 파악하고, 이들 세균병의 방제를 위한 기초 정보를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

충북지역의 콩 주요 세균병 발생현황 조사

콩에서 주로 발생이 되고 있는 불마름병, 들불병, 세균점무늬병 대하여 충북의 북부권인 단양부터 남부권인 영동까지 11개 시·군을 대상으로 콩 세균병 발생상황을 조사하였다. 지역당 조사 점수는 2016년 충북 농정국 통계자료 중 농작물 재배보험 대상 면적에서 콩 재배면적을 기준으로 하여 2017년에 지역별 최소 15개소에서 최대 60개소까지 총 410개소에 대하여 발병 포장률과 발병주율을 조사하였다(Table 1). 조사시기는 콩에 세균병이 본격적으로 발생하는 개화가 끝나는 8월 7일부터 시작하였고, 성숙기에 들어서는 잎이 단풍으로 변색되어 육안으로 병을 구분하기 어렵기 때문에 성숙 직전인 10월 18일까지 조사하였다. 방법은 Kim *et al.* (2011)이 보고한 콩 불마름병 및 들불병의 간이진단법에 의거 하여 육안으로 달관조사 하였는데, 불마름병은 작고 불규칙한 반점이 엽맥과 주변에 위치해 있고, 잎 뒷면에 불마름병의 전형적인 병징인 융기된 돌기(pustule)로 구분하였고, 들불병은 잎에 원형의 갈색 괴사증상과 괴사 주위 노란색의 달무리 현상을 기준으로, 세균점무늬병은 잎의 선명한 불규칙한 반점과 천공 증상으로 판단하였다(Fig. 1).

Table 1. Area under the soybean cultivation in Chungbuk and the number of fields that were investigated for soybean bacterial diseases in the present study.

	Cheongju	Chungju	Jecheon	Boeun	Okcheon	Yeongdong	Jeungpyeong	Jincheon	Goesan	Eumseong	Danyang	Total
Cultivation area ^{a)} (ha)	295.6	1,666.0	639.0	487.0	298.7	79.7	73.7	79.5	1,298.7	440.3	791.0	6,149.2
Investigated area (ha)	2.7	19.8	22.2	4.1	3.4	2.5	1.2	7.6	27.7	11.2	8.0	110.4
Ratio of investigated area ^{b)} (%)	0.9	1.2	3.2	0.8	1.1	3.1	1.6	9.6	2.1	2.5	1.0	1.8
No. of investigated field	20	60	56	30	30	25	15	31	60	40	43	410

^{a)} The cultivation area was based on agricultural accident insurance (Agricultural Bureau of Chungbuk Province, 2016)

^{b)} Ratio of investigated area (%) : Investigated area/Cultivation area×100

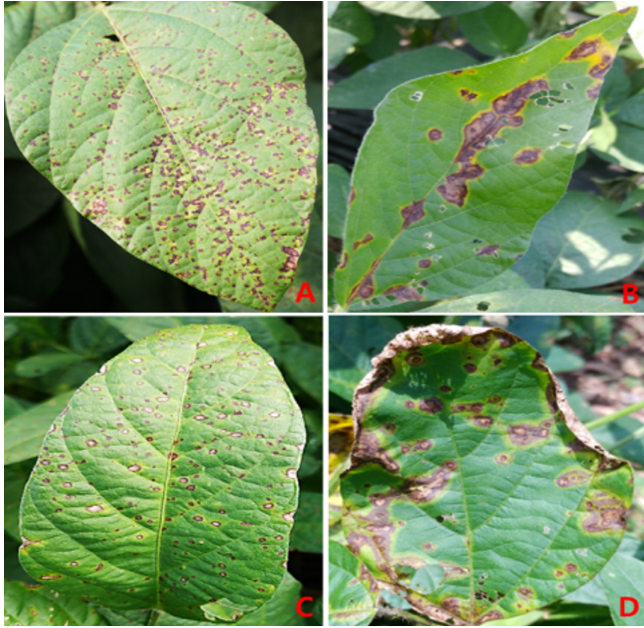


Fig. 1. Symptomatic characteristics of major soybean bacterial diseases. A: Bacterial pustule caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*. B: Wildfire caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*. C: Bacterial blight caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*. D: *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* + *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*.

발병 포장률은 조사한 총 포장의 수에서 세균병이 발생한 포장의 수로 나누어 산출하였으며, 발병주율은 한 포장 내에서 20개체를 대상으로 건전식물체 대비 세균병이 발병된 식물체의 비율을 달관 조사하였다(RDA, 2012). 또한, 세균병이 발생한 포장을 대상으로만 건전식물체 대비 발병 식물체의 비율인 평균 발병주율을 조사하여, 세균병이 발병된 포장의 병 심각도를 파악하고자 하였다.

충북지역 기상상황

충청북도 내 11개 시·군의 콩의 단작 파종이 시작되는 5월부터 수확기인 11월까지 2017년과 평년의 순기 또는 월별 평균기온과 강우량을 비교 조사하였다. 기상 자료는 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr>)을 기초로 하였으며, 이 중 청주, 충주, 제천, 보은, 영동 지역은 종관기상관측(ASOS, Automated Synoptic Observing System) 자료를 5월 하순부터 11월 상순까지 순기별로 조사 하였으며, 나머지 옥천, 증평, 진천, 괴산, 음성, 단양 지역은 종관기상관측 시설이 되어 있지 않아 자동기상관측장치(AWS, Automatic Weather System) 자료를 바탕으로 5월부터 11월 까지 월별 조사하였다. 단 종관기상관측의 평년자료는 1980년~2010년

까지 30년을, 자동기상관측장치가 설치된 지역은 2000년~2019년 까지 20년 기간의 기상을 평년자료로 활용하였다.

결과 및 고찰

충북지역 콩 주요 세균병 조사

2017년 충청북도의 콩 재배면적은 충청북도 농정국 콩 재해보험 대상 면적 기준 총 6,149 ha로, 이 중 충주 지역이 1,666 ha로 가장 많았으며, 다음 괴산 1,298 ha, 단양 791 ha, 제천 639 ha, 보은 487 ha, 음성 440 ha 순으로 대부분 충북의 중·북부권에서 콩 재배가 많았다. 세균병 조사는 충주, 괴산 각 60개소, 제천 56개소, 보은 30개소, 음성 40개소, 단양 43개소 등 도내 총 410개소에 대해서 발생 상황을 조사하였으며, 지역별 재배면적 기준으로 진천 9.6%, 제천 3.2%, 영동 3.1%, 음성 2.5%, 괴산 2.1% 등 충북 전체 콩 재배면적의 1.8%에 해당하는 110 ha에 대하여 조사 하였다(Table 1).

불마름병 발병 포장률과 발병주율

충청북도 내 불마름병은 총 410개 필지 중 313개의 포장에서 발생되어, 발병 포장률은 76.6%를, 포장 내 발병주율은 29.3%를 나타냈다. 불마름병은 보은 93.3%, 제천 83.9%, 옥천 83.3%, 괴산 81.7%, 청주 80.0% 순으로 발병 포장률이 높은 경향이었으며, 영동과 단양지역은 각각 72.0%, 65.1%로 타 지역에 비해 발병 포장률이 낮은 경향이였다. 포장 내에서 20개체씩 조사한 불마름병 발병주율은 같은 시·군에서도 발병률의 차이가 컸는데, 발병 포장률이 높았던 보은 지역에서는 발병주율도 54.3%로 가장 높았으며, 청주 41.3%, 괴산 33.8%, 영동 31.6% 순으로 발병주율이 높은 경향이였다. 발병 포장률이 낮았던 음성, 단양, 충주지역은 발병주율도 20.8%~22.1%로 낮은 경향이였다(Table 2). 불마름병 병원균은 잎이 젖었을 때 비·바람에 의한 상처나 기공을 통해 침입하고, 생육의 적온은 30~32°C의 고온에서 발생이 많다고 하였는데(Faske *et al.*, 2014), 지역마다 병 발생률이 차이는 있었지만, 전반적으로 불마름병 발생률이 높은 것은 기상 상황과 관련된 것으로, 병이 발생하기 시작하는 7월과 8월의 평균기온이 평년에 비하여 높고, 또한 그 시기에 강우가 집중됨으로써 초기 병의 발생과 확산에 기상이 영향을 주었으며, 콩의 주산지의 경우 조사 포장이 서로 인접해 있는 상황도 병이 다발생하는 원인이 되었다.

세균점무늬병 발병 포장률과 발병주율

충청북도 내 세균점무늬병의 발생은 총 410개의 포장 중

Table 2. Occurrence of soybean bacterial pustule caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* in Chungbuk in 2017.

Region of fields	No. of fields		Infection in fields ^{a)} (%)	Infection of plants ^{b)} (%)
	Surveyed	Infected		
Cheongju	20	16	80.0	41.3
Chungju	60	41	68.3	20.8
Jecheon	56	47	83.9	25.0
Boeun	30	28	93.3	54.3
Okcheon	30	25	83.3	25.8
Yeongdong	25	18	72.0	31.6
Jeungpyeong	15	10	66.7	21.7
Jincheon	31	24	77.4	25.0
Goesan	60	49	81.7	33.8
Eumseong	40	27	67.5	21.1
Danyang	43	28	65.1	22.1
Total	410	313	76.6	29.3

^{a)} Infection in fields (%) : infected fields/surveyed fields×100

^{b)} Infection of plants (%) : diseased plants/20 plants×100 (visual rating)

Table 3. Occurrence of soybean bacterial blight caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycines* in Chungbuk area in 2017.

Region of fields	No. of fields		Infection in fields ^{a)} (%)	Infection of plants ^{b)} (%)
	Surveyed	Infected		
Cheongju	20	3	15.0	4.5
Chungju	60	6	10.0	4.3
Jecheon	56	3	5.4	0.7
Boeun	30	6	20.0	4.0
Okcheon	30	9	30.0	9.0
Yeongdong	25	4	16.0	2.7
Jeungpyeong	15	2	13.3	2.7
Jincheon	31	2	6.5	0.3
Goesan	60	18	30.0	5.7
Eumseong	40	2	5.0	0.1
Danyang	43	2	4.7	16.3
Total	410	57	13.9	4.6

^{a)} Infection in fields (%) : infected fields/surveyed fields×100

^{b)} Infection of plants (%) : diseased plants/total plants×100 (visual rating)

에 57개 지점에서 발생하여 13.9%의 발병 포장률을 나타냈다. 지역적으로는 괴산과 옥천지역이 30.0%, 보은 20.0%, 청주 15.0% 순으로 발생이 많은 경향이었으며, 단양, 음성, 제천지역은 4.7~5.4%로 발병 포장률이 낮은 경향이였다. 포장 내 발병주율은 단양 16.3%, 옥천 9.0%, 괴산지역 5.7% 순으로 높은 경향이였으며, 음성, 진천, 제천지역은 0.1~0.7%

로 다른 지역에 비해 발병주율이 낮은 경향이였다(Table 3). 세균점무늬병은 불마름병이나 들불병에 비해 상대적으로 낮은 온도인 24~26°C의 시원하고 다습한 환경에 발생되며 (Faske *et al.*, 2014), Chamberlain (1973)이 보고한 바와 같이 어린 식물의 잎에 점무늬 병반을 나타내는 첫 번째 병징 중에 하나인 것을 고려할 때, 7월의 잦은 비로 인한 시원한

날씨가 다발생에 영향을 주었을 것으로 판단된다. 포장별로는 들불병이나 불마름병에 비하여 포장 내 발병주율 낮았으며, 포장 간에 발생률의 차이가 심한 경향이였다.

들불병 발병 포장률과 발병주율

충청북도 내 들불병은 총 410개의 포장 중에 95개 지점에서 발생하여 발병 포장률은 23.2%를, 발병주율은 1.1%를 나타냈다. 전반적으로 들불병의 발생은 불마름병의 발생보다 낮았는데, 지역별로는 단양 60.5%, 옥천 30.2%, 제천 26.8%, 괴산 26.7%로 높은 경향이였으며, 진천, 영동, 충주지역은 6.5~8.3%로 상대적으로 발생률이 낮은 경향이였다. 포장 내 발병주율은 단양지역 21.0%, 보은, 옥천지역 8.0%, 괴산지역 6.2%의 순으로 높은 경향이였으며, 충주, 진천 영동지역은 0.7~1.2%로 타 지역에 비하여 발병주율이 낮은 경향이였다(Table 4). 들불병은 습도가 높고, 온도가 27°C 이하로 비교적 낮을 때 발생이 많고(Deall & Cole, 1986), 우리나라는 여름 이후 초가을에서 들불병 발생이 심해지는 것을 고려할 때(Kang *et al.*, 2016), 단양, 괴산, 음성, 제천지역이 도내 북부권이면서, 상대적으로 지대가 높아, 초가을 9월 평균기온이 다른 지역에 비하여 낮은 것이 들불병 발생에 영향을 주었을 것이라 판단된다.

세균병 발병 포장에서의 병 발생률

세균병이 발생한 포장에서의 병 발생의 심각성을 알아보

고자, 발병 포장만을 대상으로 불마름병, 세균점무늬병, 들불병의 발병주율을 조사하였다. 불마름병은 조사 대상 410개소 중 313개소에서 병이 발병되었고, 포장 내 발병주율은 29.3%로 나타났지만, 발병포장 313개소에서는 포장 내 발병주율은 37.9%로 전체 필지를 조사한 결과 보다 8.6%가 높은 경향이였다. 세균점무늬병은 57개 포장에서 발병되었고, 발병주율은 4.6%로 나타났으며, 발병 포장 57개소에서 포장 내 발병주율은 21.0%로, 전체 포장의 조사 결과보다 15.4%가 높은 경향이였다. 들불병은 95개 포장에서 발병되었고, 발병주율은 10.1%의 발병 포장률을 나타냈으나, 95개소에서의 포장 내 발병주율은 25.0%로 전체 포장 조사 결과 보다 14.9%가 높아, 실제 세균병이 발생된 포장은 전체적으로 병 발생률이 높은 경향임을 알 수 있었다. 병이 발생한 포장의 콩 세균병 발병주율은 불마름병, 들불병, 세균점무늬병 순으로, 들불병의 경우 다른 병에 비하여, 병이 발생한 포장에서는 병의 발생이 상대적으로 높은 경향이였다(Table 5).

콩 품종별 세균병 발생현황

콩 품종에 따라 세균병에 대한 감수성이 다르기 때문에 발병률의 차이가 나는데(Hong *et al.*, 2014), 충북지역에서 재배되는 콩 품종별로 세균병에 대한 저항성을 알아보고자 조사된 콩 품종에 따른 세균병 발병 포장률과 포장 내 발병주율을 살펴보았다. 불마름병의 발병 포장률은 콩나물콩

Table 4. Occurrence of soybean wildfire caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tobaci* in Chungbuk in 2017.

Region of fields	No. of fields		Infection in fields ^{a)} (%)	Infection of plants ^{b)} (%)
	Surveyed	Infected		
Cheongju	20	3	15.0	5.0
Chungju	60	5	8.3	0.7
Jecheon	56	15	26.8	5.9
Boeun	30	7	23.3	8.0
Okcheon	30	9	30.0	8.0
Yeongdong	25	2	8.0	1.2
Jeungpyeong	15	2	13.3	5.3
Jincheon	31	2	6.5	0.8
Goesan	60	16	26.7	6.2
Eumseong	40	8	20.0	4.4
Danyang	43	26	60.5	21.0
Total	410	95	23.2	10.1

^{a)} Infection in fields (%) : infected fields/surveyed fields×100

^{b)} Infection of plants (%) : diseased plants/total plants×100 (visual rating)

88.9%, 서리태 84.0%, 대원콩 81.2% 순으로 높은 경향인 반면에, 우람콩은 7.1%로 다른 품종에 비하여 발병 포장률이 낮은 경향이였다(Table 6). Kang *et al.* (2014)은 용도별로 불마름병을 조사했을 때, 나물콩이 병 발생이 높았는데,

이는 개발된 나물콩이 전반적으로 감수성 품종이 많았기 때문으로, 본 연구 결과와 일치하였다. 또한, Hong *et al.* (2014)이 불마름병 6개 균주를 콩 품종별로 접종하였을 때 대원콩이 다른 9개의 품종에 비해서 이병도가 높은 결과를

Table 5. Incidence in soybean fields where the bacterial disease originated in Chungbuk in 2017.

Region of fields	Bacterial pustule		Bacterial blight		Wildfire	
	Diseased fields	Diseased plants ^{a)} (%)	Diseased fields	Diseased plants (%)	Diseased fields	Diseased plants (%)
Cheongju	16	51.6	3	22.5	3	5.0
Chungju	41	30.3	6	43.3	5	8.0
Jecheon	47	29.8	3	3.3	15	22.0
Boeun	28	58.2	6	20.0	7	34.3
Okcheon	25	31.0	9	30.0	9	26.7
Yeongdong	18	43.9	4	15.0	2	15.0
Jeungpyeong	10	32.5	2	20.0	2	40.0
Jincheon	24	32.3	2	5.0	2	12.5
Goesan	49	41.4	18	17.9	16	10.0
Eumseong	27	31.3	2	20.0	8	21.9
Danyang	28	33.9	2	35.0	26	34.8
Total	313	37.9	57	21.0	95	25.0

^{a)} Diseased plants (visual rating, %) : diseased plants/total plants (field where bacterial disease has occurred)×100

Table 6. Status of bacterial pustule outbreak in different soybean varieties in Chungbuk in 2017.

	Infection ratio (%)									
	Daewon		Uram		Seoritae		Sprout soybean		Other varieties ^{c)}	
	Fields ^{a)}	Plants ^{b)}	Fields	Plants	Fields	Plants	Fields	Plants	Fields	Plants
Cheongju	100.0	55.8	50.0	2.5	67.0	30.0	-	-	33.3	20.0
Chungju	67.0	17.2	0.0	0.0	85.0	31.2	-	-	0.0	-
Jecheon	82.6	22.3	^{d)}	-	100.0	40.7	66.7	30.0	-	-
Boeun	90.5	51.4	-	-	100.0	51.1	-	-	-	-
Okcheon	87.0	28.5	0.0	0.0	83.3	20.0	-	-	-	-
Yeongdong	93.8	45.6	0.0	0.0	100.0	20.0	-	-	0.0	0.0
Jeungpyeong	66.7	18.8	0.0	0.0	100.0	50.0	-	-	-	-
Jincheon	81.5	23.5	0.0	0.0	100.0	70.0	-	-	-	-
Goesan	93.9	38.0	0.0	0.0	100.0	42.5	0.0	0.0	-	-
Eumseong	58.6	20.0	-	-	88.9	21.7	100.0	10.0	100.0	60.0
Danyang	71.1	24.5	-	-	0.0	0.0	100.0	20.0	0.0	0.0
Total	81.2	35.0	7.1	0.4	84.0	34.6	88.9	15.0	26.7	20.0

^{a)} Fields (%) : infected fields/surveyed fields×100

^{b)} Plants (%) : diseased plants/total plants (20 plants/field)×100 (visual rating)

^{c)} Other varieties : Yeonpung, Daepung, unknown varieties

^{d)} - : Not investigated

볼 때, 농가에서 대부분 불마름병에 감수성이 높은 품종을 재배함에 따라 병 발생도 높게 나온 것으로 판단된다.

지역별로는 발병 포장률이 서리태와 대원콩에서 일부 100%를 나타내는데, 서리태는 정확한 품종명이 없이 오랜 기간 그 지역에서 재배해 왔던 자엽이 녹색이고 수확기가 늦은 재래종 콩의 총칭으로(Kim *et al.*, 2018), 병에 대한 감수성이 유전적으로 동일하거나 비슷하기 때문에 병 발생이 많은 것으로 추측된다. 한편, 우람콩은 다른 품종에 비해 발병주율이 청주지역에서만 2.5%일 뿐 나머지 지역은 발생되지 않았는데 이는 우람콩이 불마름병 저항성 품종이기 때문이다(Ko *et al.*, 2016).

세균점무늬병의 발병 포장률은 대원콩 19.6%, 서리태 15.2%, 콩나물콩 12.5% 순으로 높은 경향이었는데, 전체적으로 불마름병과 품종별 발생률의 순서가 비슷한 경향을 보였으며, 포장 내 발병주율은 서리태나 대원콩에서 6.0% 이하로 발생률이 낮은 경향이였다. 세균점무늬병은 들불병이나 불마름병에 비해 발병된 포장 수도 적고, 일부 발생된 포장도 많다 하더라도 발병주율이 적은 경향으로 병의 심각도면에서는 다른 병에 비해 낮은 것으로 판단된다. 콩 품종별로는 대원콩과 서리태에서 세균점무늬병 발생이 높고 우람콩에서 전혀 발생이 없는 것을 볼 때, 콩 품종에 따른 세균점무늬병 감수성이 들불병과 비슷한 경향임을 알 수 있었다

(Table 7).

들불병에서는 발병 포장률이 콩나물콩 25%, 대원콩 24.7%, 서리태 5.4% 순으로, 포장 내 발병주율은 대원콩 6.5%, 서리태 3.2%로 높은 경향이였다. 대원콩에서 들불병은 세균점무늬병보다 발병 포장률은 5.1%, 포장 내 발병주율은 2.1%가 높은 경향이였고, 서리태에서는 세균점무늬병 발생이 들불병보다 발병 포장률과 발병주율 각각 9.8, 2.8% 많은 경향이였다(Table 8). 이는 서리태의 파종시기가 충북지역의 경우 대부분 7월 상순 이후에 파종하여, 조사시기 8월에는 6월 중순에 파종하는 일반 장류콩에 비하여 생육단계가 어리기 때문에 상대적으로 세균점무늬병에 감수성이 높았기 때문으로 생각된다.

충북지역 기상 현황

콩 생육기의 고온다습한 환경조건은 식물체에 세균이 침입하기 전 병원체의 활성화와, 침입 후 다른 식물체로 전반되어 세균병에 대한 식물체 감수성을 증가시켜 병의 확산에 중요한 인자가 된다(Agrios, 2006).

콩 세균병이 주로 발생하는 7월부터 9월까지의 기상으로, 평균기온은 청주 0.9°C, 충주 0.8°C, 제천과 영동 0.3°C가 각각 평년에 비하여 높았으며, 강우량은 청주 507 mm, 보은 214 mm의 비가 7월에 집중되어 초기 콩 세균병이 발

Table 7. Status of bacterial blight outbreak in different soybean varieties in Chungbuk in 2017.

	Infection ratio (%)									
	Daewon		Uram		Seoritaе		Sprout soybean		Other varieties ^{c)}	
	Fields ^{a)}	Plants ^{b)}	Fields	Plants	Fields	Plants	Fields	Plants	Fields	Plants
Cheongju	33.3	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
Chungju	8.3	2.2	0.0	0.0	15.0	9.0	-	-	-	-
Jecheon	6.5	0.9	- ^{d)}	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
Boeun	23.8	3.8	-	-	11.1	4.4	-	-	-	-
Okcheon	26.1	7.4	0.0	0.0	50.0	16.7	-	-	-	-
Yeongdong	25.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
Jeungpyeong	16.7	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
Jincheon	7.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
Goesan	40.9	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	5.0	-	-
Eumseong	6.9	1.4	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Danyang	50.0	18.4	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	10.0
Total	19.6	4.4	0.0	0.0	15.2	6.0	12.5	1.3	8.3	2.5

^{a)} Fields (%) : infected fields/surveyed fields×100

^{b)} Plants (%) : diseased plants/total plants (20 plants/field)×100 (visual rating)

^{c)} Other varieties : Yeonpung, Daepung, unknown varieties

^{d)} - : Not investigated

Table 8. Status of wildfire outbreak in different soybean varieties in Chungbuk in 2017.

	Infection ratio (%)									
	Daewon		Uram		Seoritae		Sprout soybean		Other varieties ^{c)}	
	Fields ^{a)}	Plants ^{b)}	Fields	Plants	Fields	Plants	Fields	Plants	Fields	Plants
Cheongju	16.7	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
Chungju	11.1	0.8	0.0	0.0	5.0	0.5	-	-	-	-
Jecheon	32.6	7.2	- ^{d)}	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
Boeun	23.8	4.8	-	-	22.2	15.6	-	-	-	-
Okcheon	39.1	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
Yeongdong	12.5	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
Jeungpyeong	16.7	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
Jincheon	7.4	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	-
Goesan	32.7	7.3	0.0	0.0	25.0	2.5	0.0	0.0	-	-
Eumseong	20.7	4.7	-	-	22.2	4.4	0.0	0.0	0.0	-
Danyang	57.9	18.3	-	-	0.0	0.0	100.0	10.0	66.6	66.7
Total	24.7	6.5	0.0	0.0	5.4	3.22	25.0	2.5	16.7	16.7

a) Fields (%): infected fields/surveyed fields×100

b) Plants (%): diseased plants/total plants (20 plants/field)×100 (visual rating)

c) Other varieties: Yeonpung, Daepung, unknown varieties

d) -: Not investigated

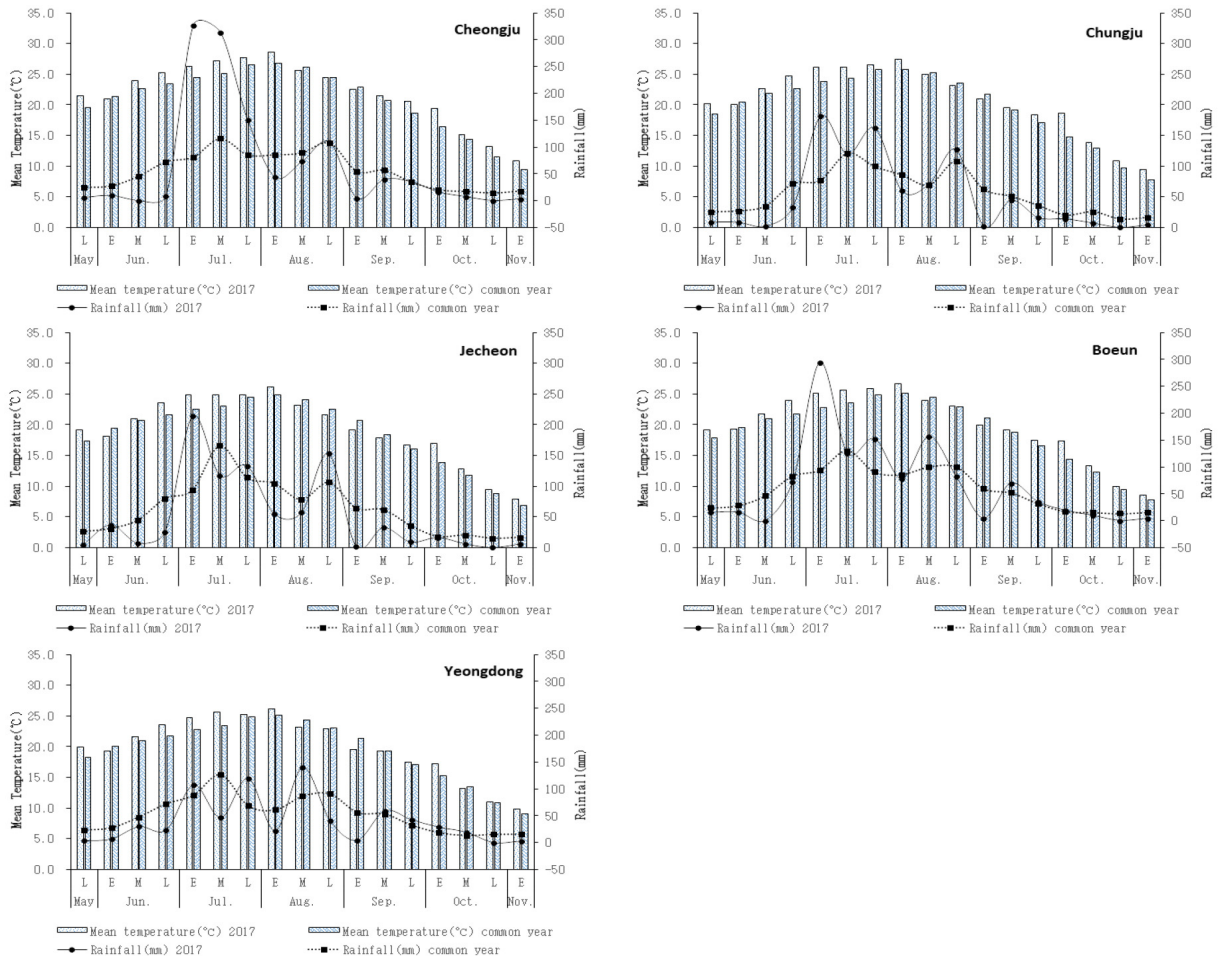


Fig. 2. Climate data of ASOS (Automated Synoptic Observing System) for the Chungbuk Province in 2017.

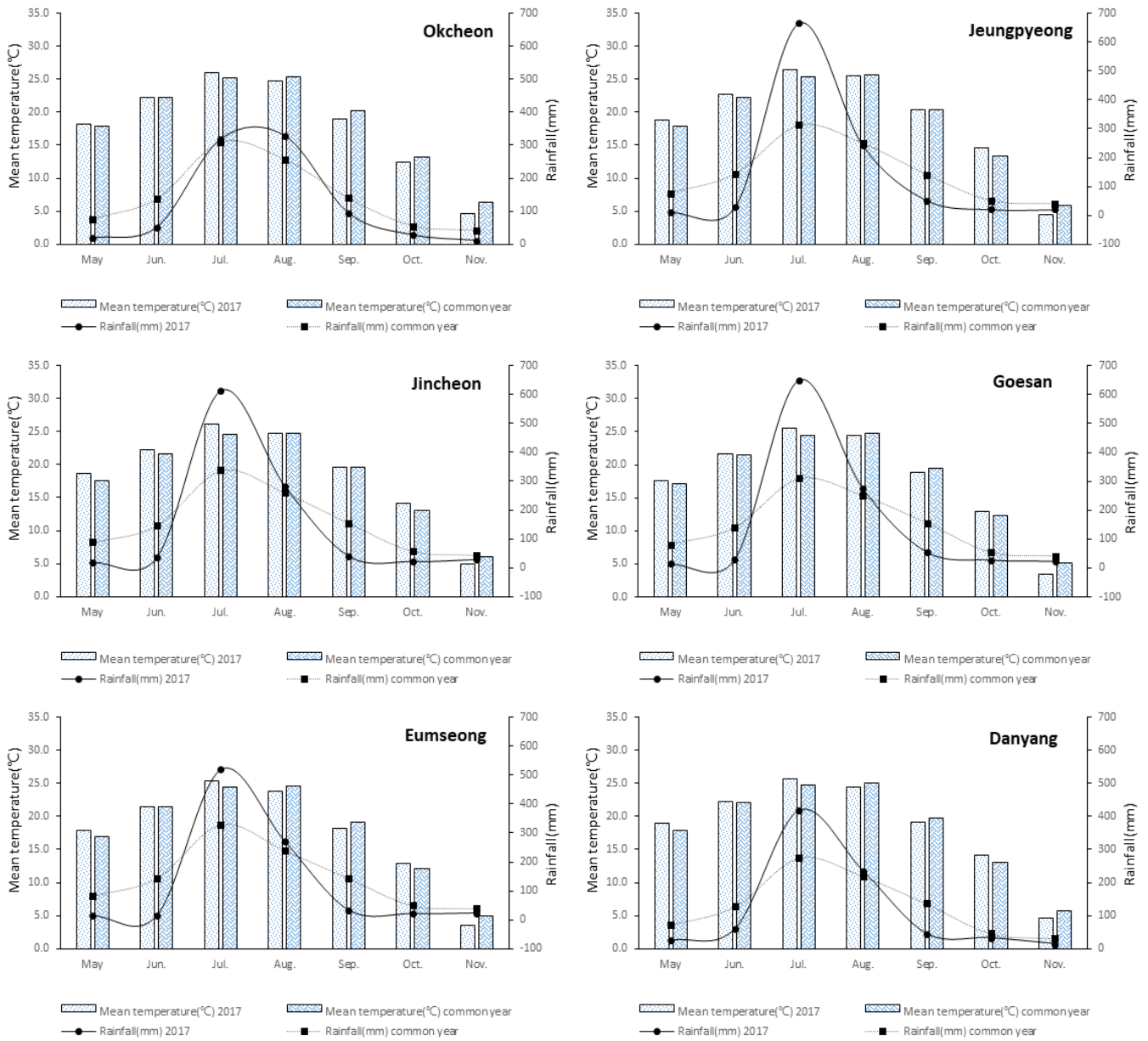


Fig. 3. Climatic data of AWS (Automatic Weather System) for the Chungbuk Province in 2017.

생하고, 잦은 비로 인한 세균의 전반이 쉬워짐으로 병의 확산에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 영동지역은 7월부터 9월까지 평균기온은 평년보다 0.3°C가 높고, 7월 하순부터 8월 중순까지의 강우량은 65.8 mm가 많아(Fig. 2), 생육 후반기 일수록 병에 대한 감수성이 증가한 상태에서 많은 비는 세균병의 확산에 더 큰 영향을 주었을 것으로 판단되었다(Kim *et al.*, 2019).

7월부터의 평년 대비 높은 기온과, 집중된 강우는 자동기상장치가 설치되어 있는 옥천, 증평, 진천, 괴산, 음성 및 단

양지역에서도 비슷한 경향이였다. 특히, 괴산지역은 7월 평균기온이 평년 대비 기온이 1.1°C 높았고, 7~8월의 강우량은 평년보다 365.3 mm 많은 비가 내려 콩 세균병이 다 발생하는 원인이 되었다(Fig. 3). 괴산지역은 충북의 콩 주산지로서 경작지가 대부분 집단화 되어 있고, 논을 개간하여 밭으로 만든 경작지가 많기 때문에, 강우량이 많을 경우 쉽게 다습한 환경이 지속되므로 콩 세균병이 만연할 수 있는 위험성이 상대적으로 높다. 이와 더불어 세균병에 감수성 품종인 대원이나 서리태 재배는 병의 확산에 결정적인 영향

을 미쳤을 것으로 판단된다.

적 요

최근 봄 기온의 지속적인 상승과 콩 생육 중·후반기 집중된 비로 인한 다습한 날씨로 콩 세균병이 증가함에 따라, 경제적인 피해도 우려되고 있는 상황이다. 이에 따라 지금까지 조사되지 않았던 충청북도 내 콩 주요세균병인 불마름병, 세균점무늬병, 들불병의 지역별 발생양상을 파악하여 세균병의 방제접근에 활용하고자 조사한 연구결과는 다음과 같다.

1. 불마름병 발병 포장률은 76.6%로, 보은 93.3%, 제천 83.9%, 옥천 83.3%, 괴산 81.7%, 청주 80.0% 순으로 높은 경향이었으며, 포장 내 발병주율은 29.3%를 나타냈다. 병 발생이 시작되는 7월과 8월 평균기온이 평년에 비해 높고, 그 시기에 집중된 강우는 초기 병의 발생과 확산에 영향을 주었을 것으로 판단된다.
2. 들불병 발병 포장율은 23.2%로, 단양 60.5%, 옥천 30.2%, 제천 26.8%, 괴산 26.7%로 순으로 발병 포장율이 높은 경향이었으며, 포장 내 발병주율은 10.1%를 나타냈다. 단양, 괴산, 음성, 제천시지역이 도내 북부권이면서, 상대적으로 지대가 높고, 초가를 9월 평균기온이 다른 지역에 비하여 낮은 것이 들불병 발생에 영향을 미친 것으로 판단된다.
3. 세균점무늬병 발병 포장율은 13.9%로, 괴산과 옥천지역이 30.0%, 보은 20.0%, 청주 15.0% 순으로 발병 포장율이 높은 경향이었으며, 포장 내 발병주율은 4.6%를 나타냈다. 세균점무늬병은 불마름병이나 들불병에 비해 상대적으로 낮은 온도인 24~26°C의 시원하고 다습한 환경에서 발생하는 것으로 볼 때 7월의 잦은 비로 인한 시원한 날씨가 다발생에 영향을 준 것으로 판단된다.
4. 세균병이 발생한 포장에서 실제 병 발생의 심각성 알아보고자 발병주율을 조사한 결과, 불마름병은 37.9%, 세균점무늬병은 21.0%, 들불병은 25.0%순으로 높은 경향이었으며, 전체 필지를 대상으로 조사한 결과보다 각각 8.6%p, 16.4%p, 14.9%p 높았다.
5. 콩 품종에 따른 불마름병 발병 포장률은 콩나물콩 88.9%, 서리태 84.0%, 대원콩 81.2% 순으로 높은 경향이었고, 세균점무늬병은 대원콩 19.6%, 서리태 15.2%, 콩나물콩 12.5%, 들불병은 콩나물콩 25%, 대원콩 24.7%, 서리태 5.4% 순으로 발생이 많은 경향이였다. 하지만, 우람콩은 불마름병 7.1%, 세균점무늬병과 들불병은 발병되지 않아 콩 세균병에 저항성을 나타내었다.

인용문헌(REFERENCES)

- Agrios, G. N. 2006. *Pant pathology*. Elsevier press. p. 253.
- Barnes, S., H. Kim, T. G. Peterson, and J. Xu. 1998. Isoflavones and cancer-the estrogen paradox. *Korea Soybean Digest*. 15: 81-93.
- Chamberlain, D. W. 1973. *Soybean diseases in illinois*. University of Illinois at Urbana-Champaign. pp. 1-24.
- Cho, Y. S. and Y. H. Yoo. 1977. Studies on bacterial disease of soybean. *Korea J. Pl. Prot.* 1 : 47-53.
- Crouse, J. R., T. M. Morgan, J. G. Terry, J. E. Ellis, M. Z. Vitolins, and G. L. Burke. 1999. A randomized trial comparing the effect of casein with that of soy protein containing varying amounts of isoflavones on plasma concentrations of lipids and lipoproteins. *Arch. Intern. Med.* 159(17) : 2070-2076.
- Daft, G. C. and C. Leben. 1972. Bacterial blight of soybean: Epidemiology of blight outbreaks. *Phytopathol.* 62 : 57-62.
- Deall, K. W. and J. S. Cole. 1986. A comparative study of the pathogenicity and epidemiology of strains of *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* the cause wildfire and angular leaf spot disease of tobacco in Zimbabwe. *Plant pathol.* 35 : 74-78.
- Faske, T., T. Kirkpatrick, J. Zhou, and I. Tzanetakis. 2014. *Soybean diseases*. University of Arkansas System. pp. 1-18.
- Graham, J. H. 1953. Overwintering of three bacterial pathogens of soybean. *Phytopathology*. 43(4) : 189-192.
- Groth, D. E. and E. J. Braun. 1986. Growth kinetics and histopathology of *Xanthomonas campestris* pv. *glycines* in leaves for resistant and susceptible soybeans. *Phytopathology*. 76 : 959-965.
- Heitkamp, E. C. and R. S. Lamma. 2014. First report of bacterial pustule on soybeans in North Dakota. 15(4) : 155-156.
- Hong, S. J., Y. G. Kim, H. J. Jee, C. K. Shim, M. J. Kim, J. H. Park, E. J. Han, and B. C. Lee. 2011. Influence of disease severity of bacterial pustule caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* on soybean yield. *Res. Plant Dis.* 17(3) : 317-325.
- Hong, S. J., Y. K. Kim, C. K. Shim, M. J. Kim, J. H. Park, E. J. Han, and H. J. Gee. 2014. Effect of cultivars, sowing data and cropping system on the development of soybean bacterial pustule in the field. *Korean J. Organic Agri.* 22(4) : 773-787.
- Hong, S. J., Y. K. Kim, H. J. Jee, B. C. Lee, Y. N. Yoon, and S. T. Park, 2010. Selection of bactericides for controlling soybean bacterial pustule. *Res. Plant Dis.* 16 : 266-273.
- Kang, D. S., J. Y. Moon, J. Y. Heo, Y. C. Cho, and H. Y. Shin. 2014. Selection of resistant soybean cultivar against bacterial pustule and screening of bactericides for controlling soybean bacterial pustule. A Report for Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services. pp. 36-46.
- Kang, H. B., Y. F. Zhang, J. D. Yang, and K. L. Lu. 2012. Study on soy isoflavone consumption and risk of breast cancer and survival. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* 13(3) : 995-998.
- Kang, I. J., S. H. Kim, H. K. Shim, M. J. Seo, D. B. Shin, J. H.

- Roh, and S. G. Heu. 2016. Incidence of wildfire disease on soybean of Korea during 2014-2015. *Res. Plant Dis.* 22(1) : 38-43.
- Kent, G. C. 1945. A Study of soybean diseases and their control. *Rep. Agric. Res. Iowa Agric. Exp. Stn.* pp. 221-222.
- Kim, H. T., W. Y. Han, J. H. Seo, B. K. Kang, S. O. Shin, H. S. Kim, Y. H. Lee, B. W. Lee, H. T. Yun, C. H. Park, and D. Y. Kwak. 2018. Pod shattering tolerant black soybean cultivar 'Cheongja4' with green cotyledon and without seed coat cracking. *Korea J. Breed. Sci.* 50(3) : 289-295.
- Kim, J. Y., Y. S. Lee, S. S. H, H. D. K, I. S. Oh, and H. S. Sim. 2011. Simple diagnosis and test technology for bacterial pustule and wildfire of soybean. *Agricultural Utilization technology. Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services.*
- Ko. J. M., W. Y. Han, H. T. Kim, Y. H. Lee, M. S. Choi, B. W. Lee, S. U. Shin, J. H. Seo, K. W. Oh, H. T. Yun, M. G. Jeon, K. H. Choi, J. H. Shin, E. J. Lee, W. S. Yang, and I. S. Oh. 2016. Soybean cultivar for soy-paste, 'Uram' with mechanization harvesting, large seed, disease resistance and high yield. *Korean J. Breed. Sci.* 48(3) : 301-306.
- Korea Seed & Variety Service. 2019. Production plan of government supply seed. <http://www.seed.go.kr/>.
- Leben, C. 1974. Survival of plant pathogenic bacteria. *Ohio Agric. Res. Dev. Cent. Spec.* p. 100.
- Lee, S. D. 1999. Occurrence and characterization of major plant bacterial diseases in Korea. Ph. D. diss., Seoul National University.
- Masuda, T. and P. D. Goldsmith. 2008. World Soybean Production: Area Harvested, Yield, and Long-Term Projections. *The International Food and Agribusiness Management Review.* pp. 1-32.
- Myung, I. S., J. W. Kim, S. H. An, J. H. Lee, S. K. Kim, Y. K. Lee, and W. G. Kim. 2009. Wildfire of soybean caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tobaci* a new disease in Korea. *Plant Dis.* 93 : 1214.
- Park, E. W. and S. M. Lim. 1986. Effects of bacterial blight on soybean yield. *Plant Dis.* 70 : 241-217.
- Pataky, J. K. and S. M. Lim. 1981. Effects of Septoria brown spot on the yield components of soybeans. *Plant Dis.* 65 : 588-590.
- Rural Development Administration (RDA). 2012. Analysis criteria for agricultural science and technology research. p. 417.
- Rural Development Administration (RDA). 2015. Soybean. RDA. pp. 30-31.
- Rural Development Administration (RDA). 2021. List of Korean plant disease. <http://genebank.rda.go.kr/>.
- Setchell, K. D. and A. Cassidy. 1999. Dietary isoflavone: Biological effects and relevance to human health. *J. Nutr.* 129 : 758-767.
- Turner, J. G. and R. R. Taha. 1984. Contribution of tabtoxin to the pathogenicity of *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*. *Phisiol. Plant Pathol.* 25 : 55-69.
- Williams, D. J. and R. F. Nyvall. 1980. Leaf infection and yield losses caused by brown spot and bacterial blight diseases of soybean. *Phytopathol.* 64 : 674-676.