Xanthomonas arboricola pv. *pruni*에 의한 자두 검은점무늬병의 발생과 핵과류 과수 품종에 대한 병원성

류영현* · 이중환¹ · 권태영¹ · 김승한² · 김동근

경상북도농업기술원 신물질연구소, ¹농업환경연구과, ²봉화고냉지약초시험장

Occurrence of Bacterial Black Spot on Plum by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* and It's Pathogenicity on Varieties of Some Stone Fruits

Young Hyun Ryu*, Joong Hwan Lee¹, Tae Young Kwon¹, Seung Han Kim² and Dong Geun Kim

Institute for Natural Products Research, Uisung 769-803, Korea

¹Dept. of Plant Environment Research, Daegu 702-708, Korea

²Bonghwa Alpine Medicinal Plant Experiment Station, Gyeongsangbuk-do Agricultural

Research & Extension Services, Bonghwa 755-843, Korea

(Received on December 29, 2011; Revised on February 28, 2012; Accepted on March 12, 2012)

Xanthomonas arboricola pv. *pruni* is the causal agent of bacterial black spot disease on some stone fruits, e.g. peach, plum and apricot. To evaluate pathogenicity of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* strain from plum, inoculum of the isolated strain was spray inoculated to fruits and leaves of apricot, Japanese apricot and plum. Apricot and Japanese apricot showed severe black spot symptoms on fruits and shot hole symptoms on leaves. In case of apricot, about fifty percent of fruits did not grow and dropped by hypersensitive reaction to spray infection. Plum, cv. *Formosa* was very susceptible, showing severe black injury lesions on fruits and cankers on leaves and new twigs. On the other hand, plum cv. *Daesukjosaeng*, was highly resistant. Fruits of several plum cultivars such as *Formosa* and *Chuhe* were severely infected at natural infected orchards by *X. arboricola* pv. *pruni*. Where as those of *Daesukjosaeng*, *Taeyang*, *Soldam* and *Hongro* were moderately infected.

Keywords : Apricot, Japanese apricot, Pathogenicity, Plum, Symptom development

우리나라 주요 자두생산지는 김천시, 경산시, 영천시, 의성군, 군위군, 영동군 등으로 경북지역은 전국 재배 면적의 73.4%, 생산량의 70.3%를 차지하고 있는데 2003년부터 김천, 의성지역의 자두 과원에서 주로 포모사품종을 중심으로 검은점무늬병(일명: 잉크병)이 대량 발생하여 농가에 따라 5-30%씩의 상품과실이 감수되는 문제가 발생하기 시작하여 재배농가에 큰 경제적 손실을 가져왔다. 자두에 발생하는 세균성병은 *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* (Wormald) Young et al.에 의한 껍질병과 *Erwinia nigrifluens* Wilson et al. 및 *Xanthomonas arboricola*

pv. *pruni* (Smith) Vauterian et al.에 의한 세균성구멍병이 알려져 있다(European and Mediterranean Plant Protection Organization, 1997; 한국식물병리학회, 2009). 복숭아에서 발생하는 세균성구멍병(Kim 등, 1999)과는 달리 자두에서 발생하는 검은점무늬병은 과실에 심각한 검은색 점무늬를 만들어 상품성이 거의 상실되는 문제점이 있는데, 국내에서 자두에서 발생하는 *X. arboricola* pv. *pruni*에 의한 다른 핵과류에 대한 병원성이나 병징 발생에 대한 자료가 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 자두 검은점무늬균인 *X. arboricola* pv. *pruni*에 의한 국내 주요 핵과류에 대한 병원성과 병징 형태에 대한 자료를 제공하고자 실시하였다.

자두 품종별 검은점무늬병 발병 실태 조사. 품종별로 자두 검은점무늬병의 발생 정도를 조사하기 위하여 김천,

*Corresponding author

(Phone) +82-54-832-9669, (Fax) +82-54-833-1359

(Email) younghyunr@korea.kr

영천, 군위, 의성 등 4개 지역에서 품종별로 5개 과수원을 선택하여 2005년 6월 상순에서 하순까지 10일 간격으로 5그루에서 10그루의 나무에서 각 나무별로 50개 정도의 과실을 조사하였다.

접종원. 2005년과 2006년도에 경북 의성지역의 자두 과원에서 검은점무늬병 증상을 나타낸 과실과 잎의 병반 부위에서 병원세균을 분리한 다음 *X. arboricola* pv. *pruni*에 대해서 특이성을 가진 primer를 이용하여(Ryu 등, 2010) PCR로 동정한 후 접종원 균주로 사용하였다.

냉장 보관중인 균주를 nutrient agar 배지에 접종한 후 25°C에서 1주일간 배양 후 0.01 M MgSO₄용액에 10⁵/ml CFU 정도의 밀도로 희석한 다음 과실과 식물체에 대한 접종원으로 사용하였다.

핵과류 수종, 접종방법 및 병징 조사. 연구에서 조사된 핵과류 과수는 자두(*Prunus salicina* cv. Formosa,

Daesukjosaeng), 매실(*Prunus mume* cv. Namgo), 살구(*Prunus armeniaca* cv. Choha) 그리고 복숭아(*Prunus persica* cv. Changbangjosaeng)로 경상북도농업기술원 과수연구포장에서 수행하였다.

핵과류에 대한 접종은 2006년 4월 중순경 개화 10일 후에 낙화가 이루어진 과수를 대상으로 하였는데, 접종 후 건조를 방지하기 위해서 해질 무렵에 실시하였다. 준비된 액체접종원을 잎과 과실에 충분히 분무접종한 다음 종이봉투로 보호하여 건조를 방지하였으며 이튿날 아침에 종이봉투를 제거하였다.

접종이 이루어진 후 30일(5월말)에서 50일(6월 중순)경에 잎, 과실 그리고 신초가지에 대한 병징 발생 상태를 조사하였으며 12월 초순경에 여름철에 생육한 신초가지에 대한 궤양형성 정도를 관찰하였다.

품종별 자두 검은점무늬병의 발병실태. 2005년 봄부터 여름까지 경북지역 주요 자두재배지역인 김천, 의성, 경산지역을 중심으로 자두 품종별 발병과률을 조사한 결과 포모사와 추희 품종에서 가장 높은 발병과률(15~18%)을 나타내었으며, 그 외의 나머지 품종(대석조생, 대석중생, 솔담, 태양, 홍로젠)에서는 5% 이하의 발병과률을 나타내었다(Fig. 1). 이는 Detached leaf assay 방법으로 복숭아, 자두 등에 대해서 *X. arboricola* pv. *pruni* 균주별 병원성을 검정한 결과, 특정균주들이 일부품종에 대해서 특별한 병원성이 나타난다는 보고(Du Plessis, 1988)와 *X. arboricola* pv. *pruni*에 대한 일본형 자두품종의 감수성을 조사한 결과, 자두품종에 따라 다양한 감수성 차이를 나타내었다는 보고(Topp 등, 1989) 등과 비추어 볼 때, *X.*

Fig. 1. Infection rates of bacterial black spot on several plum cultivars during 2004–2005 in Gyeongbuk Province.

Fig. 2. Symptoms (20×) caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* on fruit and leaf of Japanese apricot, apricot and plum.

arboricola pv. *pruni* 군주도 국내에서 자두 품종에 따라서 특이적인 병원성 발현을 나타내는 것으로 생각한다.

자두에 대한 병원성 발생형태. 실험에 사용된 자두품종은 국내에서 비교적 많이 재배중인 포모사품종과 대석조생품종이었는데 포모사품종의 경우 과실에서 암록색의 병반이 나타났고 과실의 성장과 함께 흑청색의 병반으로 진행되어 병반의 직경이 0.2~1.2 cm 정도로 매우 다양한 크기의 병반으로 진행되어 상품성이 크게 저하되는 경향이였다. 잎의 경우 조직이 괴사되어 심하게 탈락되는 증상이 나타났으며 신초가지에서도 괴사병반이 나타나 농

가에서와 동일한 증상을 나타내었으며 가지에서의 궤양 부위는 복숭아에 비해서 깊게 형성되었다(Fig. 2, Fig. 3). 반면에 대석조생품종은 잎이나 신초부위에서는 뚜렷한 병반을 형성하지 않았으며 과실에서는 작은 병반을 나타내었으나 인위적인 병원균 접종과는 달리 자두재배포장에서는 자연감염된 과실병반을 확인할 수 없어 비교적 저항성인 품종임을 알 수 있었다(미제시자료).

*Xanthomonas pruni*는 나뭇가지의 목질부의 도관을 통해서 잎 내부조직으로 전이될 수 있으며 특히 겨울철에는 피층, 체관부 그리고 유조직에 존재하면서 이듬해 봄

Fig. 3. Symptoms of bacterial black spot caused by artificial inoculation of *Xanthomonas aboricola* pv. *pruni* on several stone fruits.

에 새로운 궤양조직을 형성한다고 보고(Feliciano와 Daines, 1970)에 비추어 볼 때 *Xanthomonas pruni*에 의한 과실의 궤양증상과 같은 외부적인 병징 이외에 식물 내부조직에 침투했을 경우 조사관찰이 힘든 문제점이 있을 것으로 생각한다.

매실 및 살구에 대한 병원성 발생형태. 매실은 접종 후 매우 강력한 과민성반응을 나타내었는데 잎에서는 심한 천공현상이 일어나 신초 잎이 고사 탈락되는 증상이 나타났으며 과실에 있어서도 매우 조밀한 검은점무늬 증상을 보였다. 살구의 경우에서도 극심한 초기 과민성반응이 나타났는데 50% 정도의 과실이 생장 정지되어 낙과되는 현상을 보였으며 병반의 크기는 자두와는 달리 한 두 개의 점무늬형태로 진행되지 않고 다수의 검은점 무늬를 형성하는 병반형태를 나타내었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 자두 검은점무늬병이 발생한 자두 과원 인근으로부터 *X. arboricola* pv. *pruni*가 살구나 매실에 전염될 경우 과민성반응이 발생하여 극심한 과실낙과현상을 일으킬 수 있어 살구, 매실 재배농가에서는 자두 검은점 무늬병에 대해서 매우 주의를 기울일 필요가 있다는 것을 의미한다(Fig. 2, Fig. 3).

복숭아에 대한 병원성 발생형태. 복숭아의 경우 자두나 매실, 살구와 달리 시험에 사용된 창방조생품종에서는 과실에서 뚜렷한 점무늬증상이 나타나지 않았다(Fig. 3).

잎에서는 잎맥을 중심으로 일부 괴사되는 전형적인 증상을 나타내었는데 아래 잎에서 먼저 발생하여 열은 녹색에서 황색의 원형 또는 부정형의 작은 점무늬가 생긴 후 점무늬가 점점 성장하면서 갈색 내지 검은색으로 짙게 변색되었다. 신초지에서는 수침상의 열은 검은색의 점무늬가 나타나 가지의 성장방향으로 1-2 cm 정도로 진행되었으며 생성된 궤양부위는 깊게 형성되지는 않았다. 복숭아나무의 월동가지에 *X. arboricola* pv. *pruni*가 초봄에 줄기마름현상을 유발하는 현상을 관찰하여 복숭아 세균성가지마름병으로 명명한 보고(Kim 등, 1999)가 있는데, 자두에서 분리된 *X. arboricola* pv. *pruni* 균주는 복숭아에 대해서는 과실이나 신초가지에 대해서는 특이적인 병원성을 유발하지 않아 분리 병원균은 기주 특이성이 존재함을 알 수 있었다.

핵과류 여름철 신초지에서의 감염 궤양조직 형성. 자두의 여름철 신초지에 형성된 궤양은 병든 과수원에서 관찰된 것과 동일한 병징을 나타내었고 특히 조직내부 즉 체관부조직에까지 침투하는 궤양증상을 확인할 수 있었다. 반면에 살구와 매실의 경우 겉면은 자두와 유사한 증상을 확인할 수 있었으나 자두와는 달리 조직내부에 형성되는 궤양이 관찰되지 않고 체관부 일부에서만 궤양현

Fig. 4. Symptoms of bacterial black spot caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* on branches of several stone fruits (from left, plum, apricot and Japanese apricot). Note that cankers developed deeply into xylem tissue of plum branches, on the other hand, canker developed in phloem parts of apricot and Japanese apricot.

상이 관찰되었다(Fig. 4). 살구에서도 조직내부로 깊은 궤양현상을 일으킨다는 보고(Moffett, 1973)가 있으나 이번 결과에서는 겉표면에서만 궤양증상이 나타났는데 이는 이번의 연구에 사용된 분리균주의 기주 특이적 반응으로 생각한다. 복숭아에서 *X. arboricola* pv. *pruni*는 감염나무의 봉우리나 엽흔에 존재하고 심지어 땅에 떨어진 낙엽에서도 생존한다는 보고(Zaccardelli 등, 1998)에 미루어 볼 때 감염된 식물체에서 병원균은 육안적인 증상과 관계없이 존재할 수 있는 가능성이 높아 약제방제보다는 과수원으로서 전염되지 않도록 묘목의 선택이나 인근 과수원에서의 전염 등에 대해서 매우 주의를 기울여야 함을 알 수 있다.

이번 실험에 사용된 균주는 자두에서 분리된 *X. arboricola* pv. *pruni* 균주로 복숭아과실에 대해서는 특징적인 병원성이 관찰되지 않았으나 다양한 종류의 핵과류와 품종에서 다수의 *X. arboricola* pv. *pruni*를 분리하여 분리기주별 핵과류 품종에 대한 병원성 검증이 앞으로 필요할 것으로 생각한다.

요 약

자두 검은점무늬병에 걸린 식물체로부터 순수분리된 *X. arboricola* pv. *pruni* 균을 NA배지에서 배양한 후 국내재배 핵과류에 분무접종한 결과 자두, 매실, 살구에 있어서는 과실에 뚜렷한 병원성을 나타내었으나 복숭아 과실은 저항성을 나타내었다. 특히 매실과 살구에서는 극심한 초기 과민성반응이 나타났는데 과실의 50% 정도가 생장 정지되어 낙과되는 현상을 보였으며 병반의 크기는 자두와

는 달리 크게 진행되지 않고 많은 점무늬를 형성하는 병반형태를 나타내었고 복숭아에서는 과실병징이 나타나지 않았다. 접종된 여름철 신초가지에서 자두 포모사품종에서는 도관부까지 궤양조직이 형성되었으나 살구 그리고 매실에서는 체관부일부에서만 궤양조직이 형성되어 분리된 병원균은 자두 포모사품종에 특이적인 감염조직을 형성함을 알 수 있었다.

Acknowledgement

This work was supported by Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Du Plessis, H. J. 1988. Differential virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* to peach, plum and apricot cultivars. *Phytopathology* 78: 1312–1315.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization. 1997. Data Sheets on Quarantine Pests : *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, pp. 1–3. www.eppo.org
- Feliciano, A. and Daines, R. H. 1970. Factors influencing ingress of *Xanthomonas pruni* through peach leaf scars and subsequent development of spring cankers. *Phytopathology* 60: 1720–1726.
- Kim, J. W., Choo, Y. D. and Lim, J. W. 1999. Bacterial branch blight of peach tree caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. *Res. Plant Dis.* 12: 115–118. (In Korean)
- Moffett, M. L. 1973. Bacterial spot of stone fruit in Queensland. *Aust. J. Biol. Sci.* 26: 171–179.
- Ryu, Y. H., Lee, J. H., Kwon, T. Y., Kim, S. H. and Kim, D. G. 2010. PCR primer developed for diagnosis of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* in prune. *Res. Plant Dis.* 16: 125–128. (In Korean)
- The Korean Society of Plant Pathology. 2009. List of Plant Disease in Korea. 5th ed., Suwon, Korea. 853 pp. (In Korean)
- Topp, B. L., Heaton, J. B., Russell, D. M. and Mayer, R. 1989. Field susceptibility of Japanese-type plums to *Xanthomonas campestris* pv. *pruni*. *Aust. J. Exp. Agr.* 29: 905–909.
- Zaccardelli, M., Malaguti, S. and Bazzi, C. 1998. Biological and epidemiological aspects of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* on peach in Italy. *J. Plant Pathol.* 80: 125–132.