

Xanthomonas campestris pv. *pruni*와 *Erwinia nigrifluens*에 의한 복숭아 및 자두의 세균성구멍병

최재율* · 이은정 · 박영섭¹
충남대학교 농과대학 농학과, ¹나주배연구소

Shot Hole of Peach and Japanese Plum Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* and *Erwinia nigrifluens* in Korea

Jae Eul Choi*, Eun Jeong Lee and Yong Seop Park¹
College of Agriculture, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea
¹Naju Pear Research Institute, RDA, Naju, 523-820. Korea

In 1998, bacterial shot hole of peach (*Prunus persica*) and Japanese plum (*Prunus salicina*) was found in Naju and Milyang. Five isolates of bacteria isolated from the diseased leaves and fruits of peach and Japanese plum were classified into genus *Erwinia* and *Xanthomonas* on diagnostic characteristics. Of five isolates, two were identified as *X. campestris* pv. *pruni*, three as *E. nigrifluens*. *E. nigrifluens* is the first description of bacteria which causes the disease on peach and Japanese plum in Korea. The symptoms caused by *E. nigrifluens* were hardly distinguished from those caused by *X. campestris* pv. *pruni*. In addition, it was observed that two pathogenic bacteria were isolated from most of naturally infected plants at the same time. From the reason mentioned above, we proposed to use a single common name "bacterial shot hole of peach and Japanese plum" for the both bacterial diseases, hereafter.

Key words : *Erwinia nigrifluens*, Japanese plum, peach, shot hole, *Xanthomonas campestris* pv. *pruni*.

복숭아, 살구 등의 핵과류의 세균성구멍병은 고온 다습한 지역에서 많이 발생하는 세균병으로 과실에 발생하면 상품가치가 저하하여 경제적 피해가 매우 크다. 본 병은 병세의 진전이 빠르고 발병시기와 발병정도는 연차간 또는 지역간에 차이가 심할 뿐만 아니라 효과적인 방제제가 없기 때문에 오래 전부터 방제하기 어려운 병해증의 하나로 알려져 있다.

우리 나라 핵과류의 세균성 구멍병은 *Xanthomonas campestris* pv. *pruni*에 의한 복숭아 세균성 구멍병 (中田와 瀧元, 1928) 과 살구나무, 앵두나무, 자두나무에서도 세균성 구멍병이 보고되었다 (한국식물병명록, 1998).

일본에서의 세균성 구멍병은 *X. campestris* pv. *pruni* 이외에 복숭아와 앵두에서 *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, 자두

와 매실에서 *P. syringae* pv. *morsprunorum*이 보고되었으며 (高梨, 1982a; 高梨, 1988), *Erwinia nigrifluens*는 복숭아 잎과 과실에 병원성이 확인되었다 (高梨, 1982b). *X. campestris* pv. *pruni*는 복숭아와 살구의 세균성구멍병, 자두의 흑반병을 일으키고, *P. syringae* pv. *morsprunorum*은 자두, 매실나무 등의 핵과류와, 키위에 궤양병을 일으킨다고 하였다 (飯島와 川畠, 1995).

본 연구는 1998년 5~6월 전남 나주와 경남 밀양 지역에서 재배중인 복숭아, 자두의 잎과 열매에 발생한 세균성 구멍병 병반으로부터 병원세균을 분리하고 병원성을 검토한 결과 *X. campestris* pv. *pruni* 이외에 *E. nigrifluens*가 분리되었기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

병원세균의 분리. 1998년 전북 나주와 경남 밀양 지역에서 재배되고 있는 복숭아나무와 자두나무의 잎과 열매로부터 수

* Corresponding author
Phone) +82-42-821-5729, Fax) +82-42-821-2631
E-mail) choije@hanhat.chungnam.ac.kr

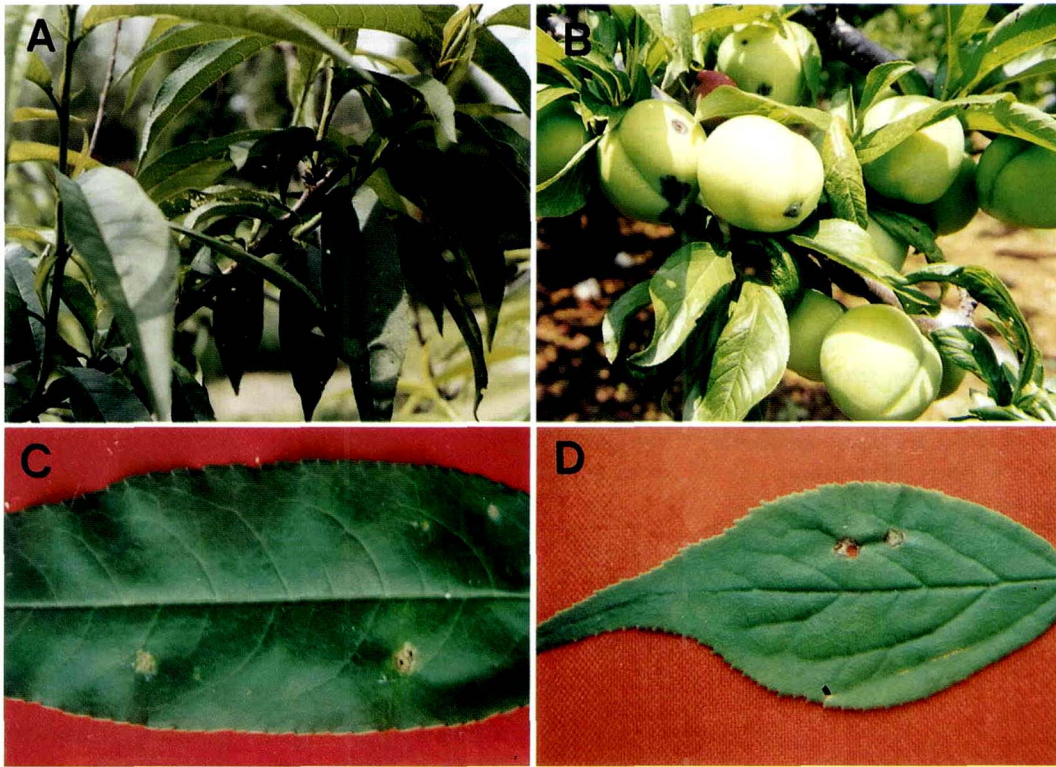


Fig. 1. A typical symptom of bacterial shot hole on peach (A) and Japanese plum (B), and symptoms on peach (C) and Japanese plum leaves (D) induced by artificial inoculation of *Erwinia nigrifluens* isolate.

집한 병반을 70% 에칠알코올과 0.35% NaOCl로 표면 소독한 후 nutrient agar(NA) 배지에 올려놓고 실온에 두어 세균을 증식시켰다. 병반으로부터 증식된 세균을 NA 배지에서 수 차례의 희석 배양하여 순수 분리한 다음, 20% glycerol로 현탁하여 -80°C 의 초저온냉동고에 보존하면서 병원성 및 세균학적 특성을 조사하였다

병원성 검정. 건전한 복숭아나무, 자두나무, 살구나무의 잎 또는 열매의 표면에 접종중하여 습실에 두고 발병 유무를 조사하였다. 접종원은 NA 배지에서 3~4일 배양한 병원세균을 10^8 cells/ml 희석하여 사용하였다.

세균학적 특성 조사. 병원성이 확인된 병원세균의 세균학적 특성은 Schaad (1988)의 방법에 따라 Gram 염색, 콜로니 색, 혐기적 증식 유무를 조사하였다 (Table 1). 앞의 실험에서 노란 콜로니를 형성하는 균주들은 Dye (1980)의 방법에 따라 oxidase 활성, 질산염 환원, gelatin 액화, catalase 활성, protein digestion, urease 생산, hydrolyse tween 80, indole test, H₂S 생산, mucoid 생산, 36°C에서 증식, 당 이용성 등을 조사하였다. 혐기적 증식을 하는 균주들은 Lelliott과 Dickey (1984)의 방법에 따라 pectin 분해, gelatin 액화, nitrate 환원반응, 36°C에서 증식, cysteine으로부터 H₂S 생산, urease 생산, indole 생

산, casein 분해, sucrose로부터 환원물질 생산 유무를 조사하였다. 또한 melibiose, lactose, trehalose, maltose, inositol, L-arabinose, cellobiose, methyl α -D-glucoside, salicin으로부터 산의 생성 유무를 조사하였다 (Table 2, 3).

결과 및 고찰

병징. 복숭아의 잎에 백색의 작은 원형의 수침상 반점이 나타나고, 반점이 확대되면서 황갈색에서 적갈색으로 변하여 결국에는 흑갈색으로 되어 괴사병반이 되고 주변에는 황색대를 형성하였다. 병이 더욱 진전되면 병반부는 탈락되면서 구멍이 생긴다. 병반이 많이 발생된 잎은 황화가 되고 조기에 낙엽이 되어 버렸다. 자두 잎의 발병초기에는 연녹색의 수침상 작은 반점이 나타나고, 중심이 적갈색의 괴사부를 형성하고 주변에는 황색대를 형성하였다. 결국에는 병반이 흑갈색의 괴사병반이 되어 조직이 탈락되기도 하였다.

분리된 균주를 건전한 복숭아나무, 자두나무, 살구나무의 잎과 열매에 접종하여 습실 처리 후 4일 내지 7일후 병징을 관찰한 결과 자연병징과 동일한 병반이 나타났다.

세균학적 성질. 복숭아와 자두 잎에서 분리한 CB981804,

Table 1. Genus identification of bacteria isolated from infected leaves and fruits of peach and Japanese plum

Characteristics	Present isolates		<i>Er.</i>	<i>Ps.</i>	<i>Xa.</i>	<i>Ag.</i> ^a
	I	II				
Gram stain reaction	-	-	-	-	-	-
Fluorescent pigment on KB	-	-	-	+	-	-
Anaerobic growth	+	-	+	-	-	-
Aerobic growth	+	+	+	+	+	+
Yellow or orange colonies on NGA	-	+	-	-	+	-
Growth on D-1 agar	-	-	-	-	-	+

^aData from Schaad (1988), *Er.*: *Erwinia*, *Ps.*: *Pseudomonas*, *Xa.*: *Xanthomonas*.

^b+: positive reaction, -: negative reaction.

Table 2. Comparison of bacteriological characteristics of the present isolates, determined to genus *Xanthomonas*, with description of *X. campestris* pv. *pruni*

Characteristics	CB981804 (peach)	CB982315 (plum)	<i>X. campestris</i> pv. <i>pruni</i> ^a
Oxidase	-	-	-
Gelatin liquefaction	+	+	+
Indole test	+	-	-
Urease	+	+	-
Catalase	+	+	+
H ₂ S production	+	+	+
Hydrolyse tween 80	+	+	+
Protein digestion	+	+	+
Mucoid growth	+	+	+
36°C Growth	+	+	+
Nitrate to N ₂	-	-	-
Used for growth:			
Glucose	+	+	+
Mannose	+	+	+
Arabiose	+	-	+

^aData from Dye (1980).

^b+: positive reaction, -: negative reaction.

CB2315 균주는 KB배지에서 3일 후에 1~1.5mm 정도의 습광성 황색 콜로니를 형성하였다. 또한 이 균주들은 Gram 음성 반응을 하였고, KB배지에서는 형광색소를 형성하지 않았으며, 혐기적으로 증식하지 못하였으나, NGA배지에서는 노란 색소를 형성하고, D-1agar 배지에서는 증식하지 못하였다 (Table 1).

CB981805, CB2309, CB2310 균주는 KB배지에서 유백색이고 습광성인 원형 콜로니를 형성하였다. 이 균주들은 모두 Gram 음성반응을 나타냈으며 혐기적 증식을 하였다. 또한, 세균의 형태를 전자현미경으로 관찰한 결과 막대모양이고 4개 이상의 주모를 갖고 있었다 (Table 1).

복숭아에서 분리한 CB981804 균주와 자두에서 분리한 CB982315 균주는 oxidase 활성, 질산염 환원에서는 음성반응을 보였고 gelatin 액화, catalase 활성, protein digestion, urease

생산, hydrolyse tween 80, indole test, H₂S 생산, mucoid growth, 36°C에서 증식은 양성반응을 보였다. 당 이용성에 있어서는 glucose, mannose를 이용하였다. 그러나 당이용성에는 차이가 있었다. 즉 CB981804 균주는 arabiose를 이용하였으나 CB982315 균주는 arabiose를 이용하지 못하였다 (Table 2).

복숭아에서 분리한 CB981805 균주와 자두에서 분리한 CB982309, CB2310 균주는 H₂S 생산, urease 생산, 질산염 환원에서는 양성반응을 나타냈으며, 36°C에서 증식하였으나, sucrose로부터 환원물질생산, pectin 분해, casein 분해, indole 생산에서는 음성반응을 나타냈다. melibiose, inositol, salicin, trehalose 에서 산을 생성하였으나 lactose, cellobiose, methyl α -d glucoside에서는 산을 생성하지 않았다. CB981805 균주는 maltose에서 산을 생산하지 못하였으나, CB982309, CB2310 균주는 maltose에서 산을 생산하였다.

병원세균의 동정. CB981804, CB2315 균주는 Gram 음성, KB배지에서는 형광색소를 형성하지 않았고, 혐기적 증식을 하지 못하였으나 NGA배지에서는 노란 색소를 형성하고, D-1agar 배지에서는 증식하지 못하였다. 이러한 특성을 Schaad (1988)의 방법에 따라 분류한 결과 *Xanthomonas* 속으로 동정되었다 (Table 1). 복숭아 균주중에서 *Xanthomonas* 속으로 동정된 CB981804 균주의 세균학적 특성을 Dye (1984)가 보고한 *X. campestris* pv. *pruni*의 특성과 비교한 결과 indole 생산과 urease 생산을 제외한 모든 특성이 일치하므로 *X. campestris* pv. *pruni*로 동정하였다. 자두에서 분리한 CB2315 균주의 세균학적 특성을 Dye (1984)가 보고한 *X. campestris* pv. *pruni*와 비교한 결과 urease 생산, arabinose 이용성에서만 차이가 있을 뿐, 그 밖의 특성은 잘 일치하므로 *X. campestris* pv. *pruni*로 동정하였다.

CB981805, CB2309, CB2310 균주는 모두 Gram 음성반응을 나타냈으며, 혐기적으로 증식하였다. 또한 세균의 형태는 막대모양이고 4개 이상의 주모를 갖고 있었다. 이러한 특성을

Table 3. Comparison of bacteriological characteristics of the present isolates, determined to genus Erwinia, with description of E. nigrifluens

Characteristics	CB981805(peach)	CB982309(plum)	CB982310(plum)	E. nigrifluens ^a
Pectate degradation	-b	-	-	-
Casein hydrolysis	-	-	-	d
Indole test	-	-	-	-
H ₂ S from cysteine	+	+	+	+
Urease	+	+	+	+
Reducing substance from sucrose	-	-	-	-
36°C Growth	+	+	+	+
Nitrate reduction	+	+	+	-
Acid production from :				
Lactose	-	-	-	-
Trehalose	+	+	+	+
Maltose	-	+	+	+
Methyl α-d glucoside	-	-	-	-
Melibiose	+	+	+	+
Cellobiose	-	-	-	-
Inositol	+	+	+	+
Salicin	+	+	+	+

^aData from Lelliott and Dickey (1984).

^b+: positive reaction, -: negative reaction, d; 21-79% of strains positive.

Schaad의 방법 (1988)에 따라 구분한 결과 *Erwinia* 속 세균으로 동정되었다 (Table 1). 복숭아에서 분리한 균주중에서 *Erwinia* 속으로 동정된 CB981805 균주의 세균학적 특성을 Lelliott and Dickey (1984)가 보고한 *E. nigrifluens*의 특성을 비교한 결과 질산염 환원을 제외하면 모두 일치하므로 *E. nigrifluens*로 동정하였다. 자두에서 분리한 CB2309, CB2310 균주의 세균학적 특성을 Lelliott과 Dickey (1984)가 보고한 *E. nigrifluens*의 특성과 비교한 결과 질산염 환원, maltose 이용성을 제외하면 모두 일치하므로 *E. nigrifluens*로 동정하였다.

*E. nigrifluens*에 의한 복숭아 세균성구멍병은 高梨 (1982a, b)에 의해 보고되었으며, 복숭아의 세균성 구멍병은 *X. campestris* pv. *pruni*, *P. syringae* pv. *syringae*, *E. nigrifluens*의 3종에 의하여 발병하며, 이들 3종류의 병원세균에 의한 자연발생 병징과 인공접종에 의한 병징은 구분하기가 곤란하다고 하였다. 세균성 구멍병균은 *X. campestris* pv. *pruni*가 가장 보편적으로 분포하고 있어 분리 빈도가 매우 높고, 다른 2종에 비해 병원성이 강하다고 하였다 (飯島와 川合, 1995). *P. syringae* pv. *syringae*는 분리빈도와 분포범위가 넓으나 병원성은 *X. campestris* pv. *pruni*에 비해 약하고, *E. nigrifluens*는 분포범위가 국한된다고 하였다 (高梨, 1982a, b).

그러나 본 시험에서는 *X. campestris* pv. *pruni*와 *E. nigrifluens*의 2종만 분리되었고, *P. syringae* pv. *syringae* 종은 분리되지 않았다. 따라서 앞으로 *P. syringae* pv. *syringae*의 분포 유무를 조사할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

우리 나라에서 복숭아와 자두의 세균성 구멍병은 *X. campestris* pv. *pruni*에 의한 병이 보고되었을 뿐이고 *E. nigrifluens*에 의한 세균성이 보고되지 않았다. 따라서 복숭아와 자두의 세균성 구멍병은 “*X. campestris* pv. *pruni*와 *E. nigrifluens*에 세균성 구멍병”으로 명명할 것을 제안한다.

요 약

1998년 나주와 밀양에서 재배중인 복숭아와 자두에서 세균성 구멍병이 발생하였다. 복숭아와 자두의 병반으로부터 분리한 균주의 세균학적 특성을 조사한 결과, 병원세균 중 2균주는 *Xanthomonas campestris* pv. *pruni*로, 3균주는 *Erwinia nigrifluens*로 동정되었다. *E. nigrifluens*는 국내에서는 복숭아와 자두의 세균성 구멍병으로 처음 분리되었다. 이 균주는 *X. campestris* pv. *pruni*에 의한 병징과 구분하기가 곤란하고, 2종류의 병원세균이 동시에 침입하여 발병하는 것으로 관찰되었다. 이와 같은 이유로, *E. nigrifluens*와 *X. campestris* pv. *pruni*에 의한 복숭아와 자두의 세균병을 각각 “복숭아, 자두의 세균성구멍병”로 명명할 것을 제안한다.

참고문헌

Dye, D. W. and Stall, R. E. 1988. *Xanthomonas* In : *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*, ed. by Schaad, N. W. pp. 816-94, Bacteriology Committee of American

- Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- 飯島章彦, 川合康充. 1995. モモせん孔細菌病の防除対策および 核果類に發生する細菌病について. 今月の農薬 2月号: 74-78.
- Lelliott, R.A. and R.S. Dickey. 1984. Genus *Erwinia* In : *Bergey's Manual Systematic Bacteriology* Vol. 1. ed. by Krieg, N. R. and Holt, T. G. pp.469-476, Williams and Wilkuis. Co., Baltimore, London.
- Schaad, N.W. 1988. Initial identification of common genera In : *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. ed. Schaad, N. W. pp.1-15, Bacterial, Commit Amer. Phytopath. Soc., St. Paul, Minnesota.
- 中田覺五郎, 瀧元清透. 1928. 朝鮮總督府 勸業模範場 研究報告 15: 133.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명명록 제3판. 월드사이언스 436pp.
- 高梨和雄.1982a. 核果類果樹のせん孔細菌病斑から分離された *Pseudomonas* 屬細菌病について. 日本植物病理學會誌 48: 77-78.
- 高梨和雄.1982b. モモせん孔細菌病斑から分離された *Erwinia* 屬細菌病について. 日本植物病理學會誌 48: 376.
- 高梨和雄. 1988. スモモの新病害, かいよう病について. 果樹試報A 15: 117-125.