

Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*에 의한 양앵두나무 궤양병**김경희 · 노일섭¹ · 허재선² · 이승돈³ · 고영진*순천대학교 식물의학과, ¹순천대학교 원예학과, ²순천대학교 환경교육과, ³농업과학기술원 식물병리과**Bacterial Canker of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Caused by *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorumGyoung Hee Kim, Ill Sup Nou¹, Jae-Seoun Hur², Seungdon Lee³ and Young Jin Koh*Department of Plant Medicine, ¹Department of Horticulture and ²Department of Environmental Education, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea³Plant Pathology Div., National Institute of Agricultural Science and Technology, Suweon 441-707, Korea

(Received on May 10, 2005)

Bacterial canker of sweet cherry (*Prunus avium* L.) was observed in farmers' orchards in Goesan, Chungbuk in 2003. Typical canker symptoms occurred on the branches or twigs of sweet cherry in early spring and bacterial exudates oozed out of the cracked barks of diseased trees. Watersoaked brown symptoms appeared on the leaves and severe infection caused thorough defoliation on the branches or twigs of sweet cherry. When severely infected branches or twigs were cut, irregular and rusty-colored symptoms in sapwood and heartwood were clearly found, indicating that they can serve as specific symptoms of bacterial canker of sweet cherry. The causal bacterium responsible for the symptoms was isolated purely from the infected sapwood of sweet cherry. Based on its morphological, physiological and biochemical characteristics, the causal bacterium was identified as *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*. The bacterium was pathogenic on sweet cherry and Japanese apricot, but not on peach, cherry, and kiwifruit. It is proposed that the disease be named as bacterial canker of sweet cherry.

Keywords : Bacterial canker, *Prunus avium*, *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*, Sweet cherry

양앵두는 단양앵두(sweet cherry, *Prunus avium* L.)와 신양앵두(sour cherry, *Prunus cerasus* L.)로 구분되며, 전세계적으로 295,892 ha의 재배면적에서 1,550,737 MT이 생산되고 있다. 우리나라에서 재배되는 양앵두는 거의 대부분이 단양앵두로서 재배면적은 50 ha 이하로 미미하지만, 다른 과수에 비해 성숙이 가장 빨라 노지 과수 중 생과로 제일 먼저 출하할 수 있어 조기현금수입이 가능하고 가격이 상승함에 따라 재배 면적도 증가하는 추세에 있다(김 등, 1999).

2003년 봄에 양앵두나무를 재배하고 있는 충북 괴산에서 아직까지 우리나라에 보고되지 않은 궤양병(bacterial canker) 증상이 발견되었다. 궤양병 증상이 발생한 양앵두

나무에서는 심하게 감염된 가지에서부터 조기 낙엽이 지고 점차 주지로 증상이 확대되어 가면서 수세가 점차 약해졌으며 일부 나무는 고사 증상을 보였다. 따라서 이 연구는 양앵두나무에서 궤양 증상을 일으키는 병원세균을 분리하고 전자현미경을 이용하여 형태적 특성을 조사하고 생리·생화학적 특성을 분석하고 병원성을 검정하여 양앵두나무 궤양병균을 동정하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

병원세균의 분리. 궤양병 증상을 나타내는 양앵두나무 목질부의 병환부를 잘라내어 70% ethanol로 표면살균을 한 후 소량의 살균수가 담긴 시험관에 넣고 한 시간 동안 정치한 후에 목질부로부터 스며 나온 세균현탁액을 King's B agar(KB)에 도말하였다. 도말한 배지를 25°C 항온기에서 48시간 배양한 후 형광색을 나타내는 단일 균

*Corresponding author

Phone)+82-61-750-3865, Fax)+82-61-750-3208

E-mail) youngjin@sunchon.ac.kr

총을 수거하여 Nutrient agar(NA) slant에 이식하였다. 보관 균주는 20% glycerol를 첨가시켜 -70°C에 보관하였다.

병원세균의 전자현미경 관찰. 세균을 LB(Luria Bertani; Bacto tryptone 10 g, Yeast extract 5 g, Sodium chloride 10 g, Agar 15 g, Distilled water 1,000 ml) 배지에서 24시간 배양 후 콜로니를 살균수에 현탁하고 0.5% Uranyl Acetate로 염색 후 투과전자현미경(Carl Zeiss, LEO912AB)으로 관찰하였다.

병원세균의 생리·생화학적 특성 조사. 양앵두나무에서 분리한 세균을 Schaad 등(2001)의 방법에 따라 생리·생화학적 특성을 조사하였다. 세균의 속명을 동정하기 위하여 그람 염색, 호기적 성장, Nutrient broth yeast extract (NBY) 배지에서 색소 생성, KB 배지에서 형광색소 생성, DIM 배지에서 성장, 기중 균사(aerial mycelium) 생성 여부를 조사하였다. *Pseudomonas*의 종명을 동정하기 위하여 levan 형성, oxidase, arginine dihydrolase, pectolytic activity와 37°C에서 성장, nitrate 환원, gelatin 가수분해와 영양원으로 manitol, benzoate, cellobiose, sorbitol, trehalose, sucrose, meso-tartrate, D-tartrate, D-arabinose, D-rhamnose, D-aspartate의 이용 여부를 조사하였다. 병원형(pathovar)을 동정하기 위하여 병핵활성 및 levan 형성과 영양원으로 D-manitol, adonitol, D-sorbitol, trigonelline, erythritol, D(-)-tartrate, glutarate의 이용, gelatin 액화, arbutin과 aesculin 가수분해 여부를 조사하였다.

병원성 검정. 양앵두나무의 병환부에서 분리하여 *P. syringae* pv. *morsprunorum*로 동정된 6균주를 NA 배지에서 48시간 배양한 후 살균수에 희석시켜 10⁸ cells/ml의 농도로 조정된 세균현탁액을 병원성 검정에 사용하였다. 양앵두(sweet cherry)를 비롯하여 복숭아나무(peach), 벚나무(cherry), 매실나무(Japanese apricot)와 참다래나무(kiwifruit)의 잎에 pin으로 상처를 준 후 세균현탁액을 분무 접종하였다. 무상처구에도 세균현탁액을 분무 접종하였으며 대조구에는 살균수를 살포하였다. 접종한 잎들은 포화습도가 되도록 Petri dish에 습실 처리하고 25°C 항온기에서 배양하였다.

결 과

병징. 양앵두나무에서 궤양병 증상은 이른 봄에 양앵두나무의 주지 또는 어린 가지에서 발병되기 시작하였는데, 병환부는 적갈색으로 마르면서 껍질이 쪼개지고 세균 유출액(bacterial exudates)이 흘러나왔다(Fig. 1A). 잎에는 갈색 수침상 병반이 나타나고 심하게 감염된 나무의 주지 또는 어린 가지에서는 낙엽이 졌다(Fig. 1B). 궤양병 증상이 심한 주지를 잘라 보면 목질부의 조직들이 파괴되어 불규칙하게 적갈색으로 변색되어 있는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 1C).

병원세균의 형태. 양앵두나무의 병환부에서 분리된

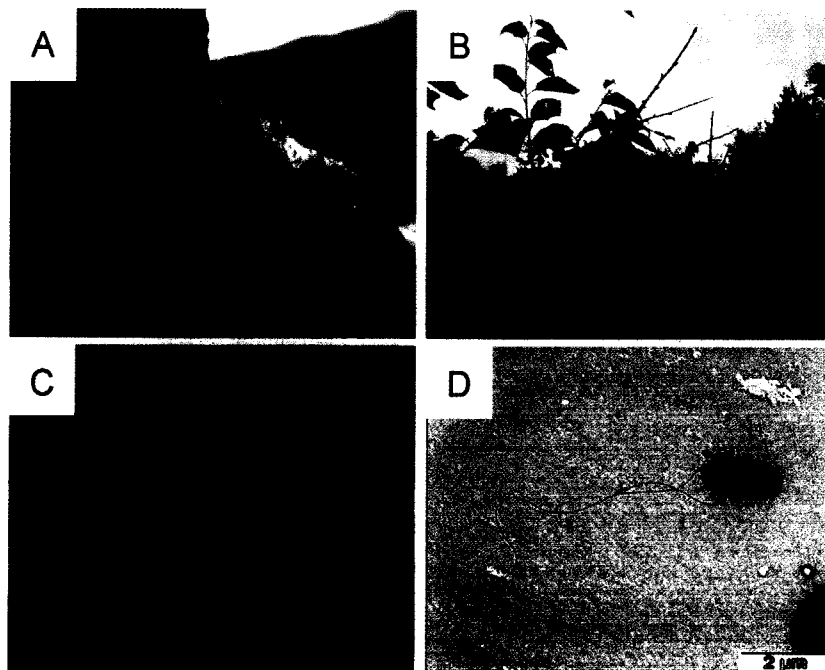


Fig. 1. Symptoms and the causal agent of bacterial canker of sweet cherry caused by *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*. A: Brown-colored bacterial ooze droplet on a cane, B: Affected trees of sweet cherry in orchard, C: Symptoms of bacterial canker on cut stems, D: Electron micrograph of the causal bacterium.

세균을 전자현미경으로 관찰한 결과 끝이 둥근 짧은 간상 세균으로 크기가 1.0~1.2 μm × 1.6~2.4 μm (평균 1.1 × 2.0 μm)였다(Fig. 1D). 이 세균은 1개의 단극모 또는 2개의 속생모를 가지고 있었으며 편모의 크기는 4.5 × 10 μm 였다.

병원세균의 생리·생화학적 특성. 양앵두나무에서 분리한 세균의 속을 결정하기 위하여 생리·생화학적 특성을 조사한 결과 그람 음성균(Gram-negative)이었고, NBY 배지 상에서 노란색 또는 오렌지색 색소를 생성하지 않았으며, DIM 배지에서 자라지 않았고, 기중 균사도 생성하지 않았다. 그러나 이 세균은 호기성균이었고, KB 배지에서 형광색소를 생성하였다(Table 1). 따라서 이 세균은 Schaad 등(2001)이 기술한 *Pseudomonas* 속과 일치함을 알 수 있었다.

이 세균의 종을 동정하기 위한 실험 결과 levan은 형성하였으나, oxidase와 arginine dihydrolase 활성을 나타내지 않았고, pectolytic activity는 없었으며, 37°C에 자라지 않았고, nitrate를 환원시키지 못했으며, gelatin 가수분해를 일으키지 못했다. 또한 이 세균은 sorbitol, sucrose와 meso-tartrate는 이용하였지만, mannitol, benzoate, cellobiose, trehalose, D(-)-tartrate, D-arabinose, D-rhamnose 및 D-aspartate는 이용하지 않았다(Table 2). 이러한 특성은 Hayward과 Waterston(1965)과 Schaad 등(2001)이 기술한 *Pseudomonas syringae* van Hall의 특성과 일치하였다.

이 세균의 pathovar를 동정하기 위한 실험 결과 병핵 활성이 없고, gelatin 액화와 arbutin 가수분해를 일으키지 않았지만, aesculin 가수분해를 일으켰으며, D-mannitol, D-sorbitol, trigonelline, erythritol 및 glutarate를 이용하였지만 adonitol과 D(-)-tartrate는 이용하지 못했다(Table 3). 이러한 특성은 Schaad 등(2001)이 기술한 *P. syringae* pv. *morsprunorum* (Wormald) Young 등의 특성과 일치하였다.

Table 1. Genus identification of the present isolates from sweet cherry

Characteristics	Present isolates	<i>Pseudomonas</i>
Gram stain	-	-
Aerobic growth	+	+
Yellow or orange colonies on NBY	-	-
Fluorescent pigment on KB	+	+
Growth on DIM	-	-
Aerial mycelium	-	-

+: positive, -: negative.

Details of the genus *Pseudomonas* are described by Schaad et al. (2001).

병원성 검정. 양앵두나무의 병환부에서 분리·동정된 세균을 상처 접종한 경우 양앵두나무의 잎에서는 접종 5

Table 2. Species identification of the present isolates from sweet cherry

Characteristics	Present isolates	<i>Pseudomonas syringae</i>
Levan formation	+	+
Oxidase	-	-
Arginine dihydrolase	-	-
Pectolytic activity	-	-
Growth at 37°C	-	-
Nitrate to N ₂	-	-
Gelatin hydrolysis	-	V
Utilization of :		
Mannitol	-	V
Benzoate	-	-
Cellobiose	-	-
Sorbitol	+	+
Trehalose	-	-
Sucrose	+	+
meso-tartrate	+	+
D(-)-tartrate	-	-
D-arabinose	-	-
D-rhamnose	-	-
D-aspartate	-	-

+: positive, -: negative, V: variable.

Details of the species *Pseudomonas syringae* are described by Schaad et al. (2001).

Table 3. Pathovar identification of the present isolates from sweet cherry

Characteristics	Present isolates	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>morsprunorum</i>
Ice nucleation	-	-
Levan formation	+	+
Utilization of :		
D-mannitol	+	+
Adonitol	-	-
D-sorbitol	+	+
Trigonelline	+	+
Erythritol	+	+
D(-)-tartrate	-	-
Glutarate	+	+
Gelatin liquefaction	-	-
Arbutin hydrolysis	-	-
Aesculin hydrolysis	+	+

+: positive, -: negative.

Details of the pathovar *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* are described by Schaad et al. (2001).

Table 4. Pathogenicity of the present isolates from sweet cherry to sweet cherry, peach, cherry, Japanese apricot and kiwifruit leaves

Tested plants	Wounded	Unwounded	Control
Sweet cherry	++	-	-
Peach	-	-	-
Cherry	-	-	-
Japanese apricot	+	-	-
Kiwifruit	-	-	-

++: typical symptom, +: mild symptom, -: no symptom.

일 후에 수침상의 검은색 병반이 나타났으며 매실나무의 잎에서도 작은 괴사 병반을 관찰할 수 있었다(Table 4). 그러나 복숭아나무, 벚나무, 참다래나무의 잎에서는 상처 접종구에서는 물론 무상처 접종구에서도 병반을 관찰할 수 없었다. 상처 접종한 양앵두나무와 매실나무의 병반에서 동일한 세균이 재분리되어 Koch의 원칙을 만족시켰다. 따라서 양앵두나무에서 분리·동정한 *P. syringae* pv. *morsprunorum*은 양앵두나무 궤양병을 일으키는 병원세균임을 확인할 수 있었다.

고 찰

양앵두나무에는 세균성 구멍병(bacterial shot-hole), 줄기썩음병(*Botryosphaeria* canker), 잿빛곰팡이병(gray mold), 갈색무늬병(shot-hole), 탄저병(anthraxnose), 잿빛무늬병(blossom blight), 줄기마름병(die-back)과 보자기열매병(plum pocket)이 발생하는 것으로 보고되었다(류 등, 1993; 한국 식물병리학회, 2004). *P. syringae* pv. *morsprunorum*에 의한 궤양병의 발생은 2003년 저자들(김 등, 2003)이 처음 보고하였으며, 최근에 최와 한(2004)도 *P. syringae* pv. *morsprunorum*를 우리나라에 분포하는 *Pseudomonas* 속의 일종으로 인용하였다. 따라서 *P. syringae* pv. *morsprunorum*에 의해 양앵두나무에 발생하는 이 병은 궤양병으로 명명할 것을 제안한다.

우리나라에서 *P. syringae* pv. *morsprunorum*에 의해 발생하는 궤양병은 매실나무와 자두나무에서 보고되었다(류 등, 1993). 참다래나무에서도 궤양병이 *P. syringae* pv. *morsprunorum*에 의해서 발생하는 것으로 보고된 바 있다(고와 이, 1992). 그러나 Serizawa 등(1989)과 Takikawa 등(1989)은 *P. syringae* pv. *morsprunorum*는 참다래나무에 약한 병원성을 나타내고 참다래나무 궤양병의 주원인은 *P. syringae* pv. *actinidiae*라고 보고하였다. 따라서 우리나라에 참다래나무 재배지에서 주로 분포하면서 격렬한 피해를 주는 궤양병균도 *P. syringae* pv. *actinidiae*라고 판단

된다. 이 실험에서도 양앵두나무에서 분리·동정된 *P. syringae* pv. *morsprunorum*가 참다래에는 병원성이 없는 것으로 확인되었다. 따라서 *P. syringae* pv. *morsprunorum* 이외에 새로운 pathovar가 존재할 가능성을 배제할 수 없으므로 *P. syringae* pv. *morsprunorum*의 기주로 보고된 매실나무, 자두나무 및 참다래나무에서 각각 분리된 *P. syringae* pv. *morsprunorum* 균주들을 사용하여 세 기주에 대한 고차 병원성을 연구·분석할 필요성이 있다.

양앵두나무에서 발생하는 궤양병의 증상과 참다래나무에서 발생하는 궤양병의 증상은 대단히 유사하다. 특히 양앵두나무의 주지나 가지에서 나타나는 세균유출액은 전형적인 궤양병의 표징으로서 궤양병에 감염된 참다래나무에서 나타나는 궤양병의 표징과 일치한다(고 등, 1994). 지금까지 양앵두나무 궤양병이 참다래나무 궤양병처럼 급속하게 확산되고 과수원을 폐원시킬 만큼 커다란 피해를 주고 있지는 않지만 과수에 발생하는 세균병은 전신병(systemic disease)으로 치료·회복이 어려운 공통점을 가지고 있다.

따라서 양앵두나무 궤양병을 일으키는 병원세균인 *P. syringae* pv. *morsprunorum*와 참다래나무의 궤양병을 일으키는 병원세균인 *P. syringae* pv. *actinidiae*의 pathovar가 다르다 할지라도 예방 약제는 소수의 항생제와 동체에 국한되기 때문에 양앵두나무 궤양병에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 참다래나무 궤양병에 대해서 연구 보고된 약제살포에 의한 예방 방법(고 등, 1999)과 수간주입에 의한 치료 방법(고 등, 1996)을 응용하여 양앵두나무 궤양병에 대한 효율적인 방제방법을 확립하는 것이 시급하다.

요 약

2003년 충북 괴산의 양앵두나무(*Prunus avium* L.) 재배 포장에서 궤양병 증상이 관찰되었다. 궤양병 증상은 이른 봄에 병든 나무의 주지나 어린 가지 부위가 적갈색으로 마르면서 껍질이 쪼개지고 세균유출액이 흘러나왔다. 잎에는 갈색 수침상 병반이 나타나고 심하게 감염된 나무의 주지 또는 어린 가지에서는 낙엽이 졌다. 궤양병 증상이 심한 주지를 잘라 보면 목질부의 조직들이 파괴되어 불규칙하게 적갈색으로 변색된 전형적인 궤양병 증상이 관찰되었다. 병환부로부터 병원세균을 분리하여 형태적 특성 및 생리·생화학적 특성을 조사한 결과 *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*으로 동정되었다. 병원세균은 양앵두나무와 매실나무의 잎에 병원성을 나타내었지만 복숭아나무, 벚나무와 참다래나무의 잎에는 병원성을 나타

내지 않았다. 따라서 *P. syringae* pv. *morsprunorum*에 의해 양앵두나무에 발생하는 이 병은 궤양병으로 명명할 것을 제안한다.

참고문헌

- 최재을, 한광섭. 2004. *Pseudomonas* 및 관련 속. 농업과학기술원. 수원. 93pp.
- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록. 제4판. 한국식물병리학회. 779pp.
- Hayward, A. C. and Waterston, J. M. 1965. *C.M.I. Description of Pathogenic Fungi and Bacteria*. No. 46. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England.
- Kim, G. H., Nou, I. S. and Koh, Y. J. 2003. Occurrence of bacterial canker of sweet cherry caused by *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*. *Plant Pathol. J.* 19(6): 320.
- 김정호, 김종천, 고광출, 김규래, 이재창. 1999. 과수원예각론. 향문사. 438pp.
- 고영진, 이동현. 1992. *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*에 키위 궤양병. 한국식물병리학회지 8(2): 119-122.
- 고영진, 차병진, 정희정, 이동현. 1994. 참다래 궤양병의 격발 및 확산. 한국식물병리학회지 10(1): 68-72.
- 고영진, 박숙영, 이동현. 1996. 우리나라 참다래 궤양병 발생 특성 및 수간주입에 의한 방제. 한국식물병리학회지 12(3): 324-330.
- 고영진, 서정규, 이재균, 이동현, 신종섭, 김승화. 1999. 참다래 궤양병의 약제 방제. 식물병연구 5: 95-99.
- 류화영, 이영희, 조원대, 김완규, 명인식, 진경식. 1993. 과수병해도감. 농업과학기술원. 286pp.
- Schaad, N. W., Jones, J. B. and Chun, W. 2001. *Plant Pathogenic Bacteria*. APS Press, Minnesota, USA. 373pp.
- Serizawa, S., Ichikawa, T., Takikawa, Y., Tsuyumu, S. and Goto, M. 1989. Occurrence of bacterial canker of kiwifruit in Japan: Description of symptoms, isolation of the pathogen and screening of bactericides. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 55: 427-436.
- Takikawa, Y., Serizawa, S., Ichikawa, T., Tsuyumu, S. and Goto, M. 1989. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* pv. nov. : The causal bacterium of canker of kiwifruit in Japan. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 55: 437-444.