

*Pseudomonas cichorii*와 *P. viridiflava*에 의한 *Ficus* 속 식물의 세균성뿌리썩음병 및 세균성잎마름병

이은정 · 차재경 · 최재을*
충남대학교 농학과

Bacterial Root Rot and Bacterial Leaf Blight of *Ficus* spp. by *Pseudomonas cichorii* and *P. viridiflava* in Korea

Eun Jeong Lee, Jae Kyoung Cha and Jae Eul Choi*
College of Agriculture, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea

Nine samples of soft rotten roots and blighted leaves of *Ficus* spp. plants were collected from the vinyl-houses in Taejeon, Seongnam, Suweon and Yangjae in 1988 and the pathogenic bacteria were isolated from them. Results of the studies on morphological, cultural, physiological and pathological characteristics indicated that the bacteria from *Ficus retusa* were *Pseudomonas cichorii*, from *Ficus retusa* 'Golden leaf' and *Ficus benjamina* were *P. viridiflava*. These are the first description of bacteria which caused the diseases on *Ficus* spp. in Korea. We proposed to name the disease of *Ficus retusa* by *P. cichorii* as "bacterial root rot of *Ficus retusa*" and *Ficus retusa* (Golden leaf) and *Ficus benjamina* by *P. viridiflava* as "bacterial leaf blight of *Ficus retusa* (Golden leaf)", "bacterial blight of *Ficus benjamina*", respectively.

Key words : bacterial blight, bacterial root rot, *Ficus* spp., *P. cichorii*, *P. viridiflava*.

Ficus(고무나무속)는 뽕나무과에 속하며, 원산지는 주로 열대지방이고 소수는 온대지방이다. 세계적으로 800-2,000종이 분포되어 있으며, 한국에는 5종이 제주도에 분포하고 있다 (尹平燮, 1989). 열대지방에서는 녹음수 또는 가로수로 이용되고, 온대 지방에서는 온실 관엽 식물로 이용되고 있다. 온실 또는 반내한성 식물로 상록 또는 낙엽 교목이거나 관목으로 간혹 덩굴성 또는 기생식물도 있으며, 유액이 나오고 기근을 발생시키는 것도 있다. 국내에서는 벤자민고무나무, 무화과, 무늬벤자민, 누다벤자민, 인도고무나무, 떡갈나무잎고무나무 등을 많이 재배하고 있다 (尹平燮, 1989).

이와 같이 *Ficus* 속은 우리 나라에서 재배되고 있는 주요한 관엽식물중의 하나이다. 그러나 관엽식물인 이들을 재배하는 농가에서 세균성 병이 발생하여 이에 대한 대책이 절실히 요구되고 있다. 따라서 본 연구는 *Ficus* 속 식물의 세균병의 원

인을 구명하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

병원세균의 분리. 1998년 수원, 성남, 양재, 대전의 비닐하우스에서 재배되고 있는 인삼고무나무(*Ficus retusa*), 황금대만고무나무(*Ficus retusa* 'Golden leaf'), 벤자민고무나무(*Ficus benjamina*)의 잎과 뿌리로부터 수집한 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°C의 초저온냉동고에 보존하면서 병원성 및 세균학적 특성을 조사하였다.

병원성 검정. 건전한 기주식물을 시장에서 구입하여 잎 또는 뿌리의 표면에 침적중하였다. 접종원은 NA 배지에서 3~4일 배양한 병원세균을 10⁸ cells/ml 희석하여 사용하였다. 접종된 식물들은 습실에 두고 발병 유무를 조사하였다.

병원세균의 동정. 병원성이 확인된 병원세균의 세균학적 특

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

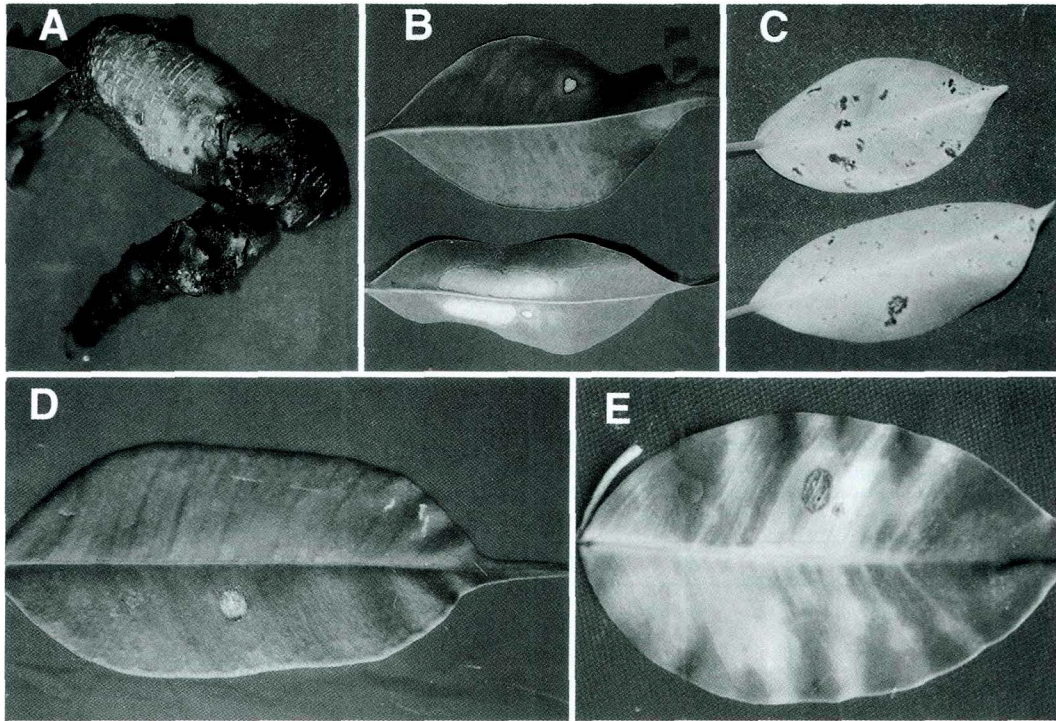


Fig. 1. Symptoms of bacterial root rot on *Ficus retusa* (A) caused by *Pseudomonas cichorii* and bacterial leaf blight on *Ficus benjamina* (B) and *Ficus retusa* (Golden leaf) (C) caused by *P. viridiflava* on the naturally infected root and leaves, symptoms on leaves of *Ficus benjamina* (D) and *Ficus retusa* (Golden leaf) (E) induced by artificial inoculation of *P. viridiflava* isolate, respectively.

성을 Schaad (1988)의 방법에 따라 gram 염색, 콜로니 색, 혐기적 증식 유무를 조사하였다 (Table 1). 앞의 실험에서 형광색소를 생산하는 *Pseudomonas* 속으로 분류된 균주들은 levan 형성, 41°C에서 증식, oxidase 활성, 감자부패, 질산염 환원 반응, arginine dihydrolase 활성, 젤라틴 액화 반응 및 당 이용성은 河原와 陶山 (1990) 및 Hildebrand 등 (1988)의 방법에 따라 조사하였다 (Table 2, 3).

결과 및 고찰

병징. 인삼고무나무의 초기병징은 뿌리에 흑갈색의 수침상 병반이 나타나고, 뿌리가 썩으면서 그 병반이 점점 확대되어 무름증상을 보였다. 황금대만고무나무의 병징은 잎 전체에 작은 암갈색의 점무늬가 형성되고, 심한 경우에는 병반 부위를 중심으로 약간 말리는 증상을 나타냈다. 벤자민고무나무는 잎에 갈색 점무늬가 형성되고 점무늬 주위는 짙은 갈색으로 변하며, 중앙부는 회백색으로 마름 증상을 보였다. 점무늬의 직경은 작은 것은 1~2mm, 큰 것은 3~5mm였다 (Fig. 1).

분리세균의 병원성. 세균을 분리한 건전한 기주식물의 잎에 침적중하여 습실에서 4일 내지 7일 후 병징을 관찰한 결과 접종부위를 중심으로 검은 수침상 반점이 나타났다. 이 병반은

시간이 지남에 따라 확대되면서 자연병반과 유사한 병징을 나타냈다. 그러나 인삼고무나무의 뿌리에 접종한 경우는 병징의 출현이 매우 늦었다.

세균학적 특성. 인삼고무나무의 뿌리로부터 분리한 CB980601 균주와 황금대만고무나무의 잎에서 분리된 CB980201 균주는 NA 배지에서 2일 배양하면 직경 1mm내외의 투명한 원형 콜로니를 형성하였고, 벤자민 고무나무의 잎에서 분리한 CB980501 균주와 CB980502 균주는 NA배지에서 2일간 배양하면 1~2mm의 투명한 원형의 콜로니를 형성하였다.

CB980601, CB980201, CB980501, CB980502균주는 모두 gram 음성반응, KB배지에서 형광색소를 형성하였으나, 혐기적으로 증식하지 못하고, NGA배지에서 색소를 생산하지 않았으며, D-1 agar 배지에서 증식하지 못하였다 (Table 1).

인삼고무나무에서 분리한 CB980601 균주는 levan 형성, 질산염 환원 반응, gelatin 액화반응에서는 음성반응, 감자를 부패시키지 못하였으며, 41°C에서 균이 증식하지 않았으나, arginine dihydrolase 활성, oxidase 활성은 양성을 나타내었다. 또한 L-rhamnose, cellobiose를 이용하여 증식을 하였고, mannitol, sorbitol, trehalose, sucrose, D-arabinose는 이용하지 못하였다.

Table 1. Genus identification of bacteria isolated from infected *Ficus* spp. leaves

Characteristics	Present isolates	<i>Er.</i>	<i>Ps.</i>	<i>Xa.</i> ^a
Gram stain reaction	- ^b	-	-	-
Fluorescent pigment on KB	+	-	v	-
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, v: variable.**Table 2.** Comparison of bacteriological characteristics of bacterial root rot pathogen of *Ficus retusa* with those of *Pseudomonas cichorii*

Characteristics	CB980601	<i>P. cichorii</i> ^a		
		KS	MG	HS
Levan	- ^b	-	-	-
Oxidase	+	+	+	+
Arginine dihydrolase	+	-	-	-
Nitrate to N ₂	-	-	=	-
Growth at 41°C	-	-	-	-
Potato rot	-	-	-	-
Gelatin liquefaction	-	-	-	-
Used for growth:				
Mannitol	=	+	d	+
Sorbitol	-	-	-	-
Trehalose	-	-	-	-
Sucrose	-	-	-	-
L-Rhamnose	+	-	-	-
D-Arabinose	-	+	+	-
Cellobiose	+	-	-	-

^aData from Kawarabayashi and Suyama (KS, 1990), Misaghi and Grogan (MG, 1969), Hildebrand et al. (HS, 1988).^b+: positive reaction, -: negative reaction, d; 21-79% of strains positive.

황금대만고무나무에서 분리한 CB980201 균주는 levan 형성, arginine dihydrolase 활성, oxidase 활성, 질산염의 환원 반응은 음성 반응을 나타냈고, 41°C에서 균이 증식하지 못하였으나, 감자를 부패시켰다. mannitol, sorbitol과 trehalose를 이용하여 증식하였으나 sucrose, L-rhamnose, D-arabinose와 cellobiose는 이용하지 못하였다.

벤자민고무나무에서 분리한 CB980501 균주와 CB980502 균주는 levan 형성, oxidase 활성, 질산염 환원 반응은 모두 음성 반응을 하였고, 41°C에서 증식하지 않았다. 그러나 arginine dihydrolase 활성은 양성반응을 나타내었으며, 감자를 부패시켰다. 또한, mannitol, sorbitol, L-rhamnose와 trehalose를 이용하여 증식을 하였으나, sucrose, D-arabinose, cellobiose는 이용하지 못하였다.

병원세균의 동정. CB980601, CB980201, CB980502, CB980501균주는 gram 음성반응, KB배지에서 형광 색소를 형성하였으며, 혐기적으로 증식하지 않았고, NGA배지에서 색소 및 D-1 agar배지에서 증식은 하지 못하였다. 이러한 특성을 Schaad (1988)의 방법에 따라 구분한 결과 균주 모두가형광 색소를 생산하는 *Pseudomonas* 속으로 동정되었다 (Table 1).

인삼고무나무에서 분리한 CB980601 균주의 세균학적 특성과 Hildebrand 등 (1988)과 河原와 陶山 (1990)가 보고한 *P. cichorii*와 비교한 결과 arginine dihydrolase 활성과 manitol과 arabinose 이용성을 제외하면 모두 일치하므로 *P. cichorii*의 한 계통으로 동정하였다.

황금대만고무나무에서 분리한 CB980201, 벤자민고무나무에서 분리한 CB980501와 CB980502 균주의 세균학적 특성을 梅川 등 (1982)과 Hildebrand 등 (1988)이 보고한 *P. viridiflava*의 세균학적 특성과 비교한 결과 CB980201 균주는 trehalose 이용성에만 차이가 있을 뿐 그밖의 특성은 잘 일치하였으며, CB980501 균주와 CB980502 균주는 arginine dihydrolase 활성과 trehalose, L-rhamnose 이용성에서 차이가 있을뿐이고, 그밖의 특성은 잘 일치하므로 CB980201, CB980502, CB980501 균주는 모두 *P. viridiflava*로 동정하였다.

*Pseudomonas cichorii*에 의한 화목류의 병으로 떡갈나무 (Chase, 1987), 화훼류에서는 국화 (Horita, 1993), 거베라 (河原와 陶山, 1990), 제라늄 (Rahimian, 1991) 등에서 보고된 바 있다. *P. viridiflava*는 화훼류에서 포인세티아의 잎점무늬병과 줄기케양병 (Engelhard와 Jones, 1990), 국화에서 부패병 (Kohn와 Krebs, 1990)에 관한 보고가 있다.

벤자민의 세균병은 우리나라에서는 *X. campestris*에 의한 세균성 잎점무늬병 (Choi 등, 1989)이 보고되었다. 그러나 인삼고무나무, 황금대만고무나무, 벤자민고무나무에서는 아직까지 *P. cichorii*와 *P. viridiflava*에 의한 세균병이 보고되지 않았다. 따라서 인삼고무나무의 뿌리에 무름증상을 보이는 세균병을 "*P. cichorii*에 의한 인삼고무나무의 세균성뿌리썩음병", 황

Table 3. Comparison of bacteriological characteristics of leaf blight pathogen of *Ficus retusa* 'Golden leaf' and *Ficus benjamina* with those of *Pseudomonas viridiflava*

Characteristics	CB980201	CB980501	CB980502	<i>P. viridiflava</i> ^a	
				UM	HI
Levan	- ^b	-	-	-	-
Oxidase	-	-	-	-	-
Arginine dihydrolase	-	+	+	-	-
Nitrate to N ₂	-	-	-	-	-
Growth at 41°C	-	-	-	-	-
Potato rot	+	+	+	+	+
Used for growth:					
Mannitol	+	+	+	+	+
Sorbitol	+	+	+	+	+
Trehalose	+	+	+	-	-
Sucrose	-	-	-	-	-
L-Rhamnose	-	+	+	-	-
D-Arabinose	-	-	-	-	-
Cellobiose	-	-	-	+	-

^aData from Umekawa et al. (UM, 1982), Hildebrand et al. (HI, 1988).

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

금대만고무나무와 벤자민고무나무에 마름증상을 보이는 세균병을 “*P. viridiflava*에 의한 황금대만고무나무와 벤자민 고무나무의 세균성잎마름병”으로 명명할 것을 제안한다.

요 약

1998년 수원, 성남, 양재, 대전의 비닐하우스에서 재배되고 있는 인삼고무나무 (*Ficus retusa*), 황금대만고무나무 (*Ficus retusa* 'Golden leaf'), 벤자민고무나무(*Ficus benjamina*)에 새로운 세균병이 관찰되었다. 인삼고무나무의 뿌리에 무름증상을 보이는 세균병을 “*P. cichorii*에 의한 인삼고무나무의 세균성뿌리썩음병”, 황금대만고무나무와 벤자민고무나무에 마름증상을 보이는 세균병을 “*P. viridiflava*에 의한 황금대만고무나무와 벤자민고무나무의 세균성잎마름병”으로 명명할 것을 제안한다.

감사의 말씀

이 논문은 과학재단의 1998년도 핵심연구과제 (과제번호 981-0603-011-1) 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부입니다.

참고문헌

Chase, A. R. 1987. Leaf and petiole rot of *Ficus lyrata* cv. *Compacta* caused by *Pseudomonas cichorii*. *Plant Pathology* 36: 219-221.

Choi, S. H., Choi Y. S., Ryu S. J. and Lee K. H. 1989. Bacterial leaf spot of benjamina (*Ficus benjamina*) caused by *Xanthomonas campestris*. *Korean J. Plant Pathol.* 5: 383-385.

Engelhard, A. W. and Jones J. B. 1990. Stem canker and leaf spot of *Poinsettia* caused by *Pseudomonas viridiflava* in Florida. *Plant Disease* 74: 528-529.

Hildebrand, D. C., Schroth M. N. and Sand D. C. 1988. *Pseudomonas*. In: *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. ed by Schaad, N. W. pp.60-80. Bacterial. Commit. Amer. Phytopath. Soc., St. Paul, Minnesota.

Horita, H. 1993. Occurrence of bacterial leaf spot disease of *chrysanthemum* incited by *Pseudomonas cichorii* (Swingle) Stapp in Hokkaido. *The Society of Plant Projection of North Japan* 44: 71-73.

河原林主. 陶山一雄. 1990. *P. cichorii* (Swingle 1925) Stapp 1928によるカシベラ斑点細菌病(新称)について *東京農學集報* 34: 194-201.

Kohn, S. and Krebs, E. K. 1990. *Pseudomonas viridiflava* Dowson causing rot on chrysanthemum indium hybrids. *Nachrichtenb latt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 42: 29-30.

Misaghi, I. and Grogan, R. G. 1969. Nutritional and biochemical comparisons of plant-pathogenic and saprophytic fluorescent pseudomonads. *Phytopathology* 59: 1436-1450.

Rahimian, H. 1991. Bacterial leaf spot of geranium in Mazandaran and Semnan. *Iranian J. Plant Pathol.* 27: 1-4.

Schaad, N. W. 1988. Initial identification of common genera. In : *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic bacteria*. ed. by Schaad, N. W. pp.1-15, Bacterial, Commit Amer. Phytopath. Soc., St. Paul, Minnesota.

梅川學, 渡邊康正, 佐佐木次雄. 1982. *Pseudomonas viridiflava*によるハクサイ褐條細菌病. *野菜試驗場* B4 61-68.

尹平燮. 1989. 韓國園藝植物圖鑑. 지식산업사, pp. 1115.