

## *Erwinia chrysanthemi*에 의한 무 세균성 무름병

박덕환 · 서상태 · 이흥구 · 최국선<sup>1</sup> · 임춘근\*

강원대학교 자원생물환경학부, <sup>1</sup>원예연구소 환경과

### Bacterial Soft Rot of Radish by *Erwinia chrysanthemi*

Duck Hwan Park, Sang Tae Seo, Heung Goo Lee, Gug Seoun Choi<sup>1</sup> and Chun Keun Lim\*

Division of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>1</sup>Horticultural Environment Division, National Horticultural Reserch Institute, Suwon 441-440, Korea

Bacterial soft rot was observed on radish grown in Hongcheon, Kanwon-Do, Korea. The soft rot symptoms began as small water-soaked lesions. The water-soaked lesions enlarged rapidly in roots and produced a foul odor. When roots were affected in the field, the shoots also became infected and watery, causing infected plants to wilt, disorganize, and die. The causal organism was isolated from the lesions, and then identified as *Erwinia chrysanthemi* based on the morphological, physiological and biochemical characteristics. *E. chrysanthemi* is the first described bacterium which causes bacterial soft rot on radish in Korea.

**Keywords :** bacterial soft rot, *Erwinia chrysanthemi*, radish

무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 함께 우리 나라의 대표적인 김장용 채소작물이다. 무는 우리 나라에서 삼국시대부터 재배된 것으로 전해지며, 비타민 A와 C가 풍부하다고 알려져 있다(이, 1975). 특히 전국민적인 수요에 의해 봄무, 고랭지무, 가을무 등이 다양한 시기에 대량재배가 이루어지고 있다. 이러한 무에는 *Cercospora*, *Alternaria*에 의한 진균병과 바이러스병 그리고 세균병이 발생하여 수확량 감소의 원인이 되고 있다(이, 1975). 세균병의 경우 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*에 의한 검은썩음병, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 무름병, *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*에 의한 세균성검은무늬병, *Pseudomonas viridiflava*와 *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis*에 의한 부패병등이 국내에 보고되어 있다(최 등, 1988).

본 연구에서는 강원도 홍천군 일대의 무 재배단지에서 관찰된 무름증상을 가진 병든 식물체로부터 병원세균을 분리·동정한 결과 지금까지 보고되지 않은 *Erwinia chrysanthemi*로 동정되어 이를 보고한다.

병징. 강원도 홍천의 재배지에서 관찰된 병든 식물체는 뿌

리에 수침상의 병징을 가지고 있었으며, 심한 경우에는 조직이 와해되어 있었다(Fig. 1A). 수침상의 병반은 뿌리조직 전체로 확산되었으며, 지상부를 시들게 하였고 결국에는 지상부 조직도 와해시켰다. 병든 식물체 근처에는 악취가 심하였으며, 조밀하게 파종된 무 재배지에서 병원세균이 쉽게 전파됨을 알 수 있었다.

병원세균의 분리 및 병원성 검정. 강원도 홍천군 무 재배지에서 채집된 무 무름조직의 건전부와 병반부의 경계부위를



**Fig. 1.** Bacterial soft rot symptoms produced on roots of radish. The soft rot symptoms produced on roots of radish in the field (A). Bacterial soft rot on roots of radish produced by *E. chrysanthemi* Ra-ch1 (B). Arrows indicate soft rot symptoms.

\* Corresponding author  
Phone, Fax) +82-361-250-6437  
E-mail) chunkeun@cc.kangwon.ac.kr

**Table 1.** Characteristics used to identify genus of the isolate Ra-ch1 from radish

Characteristics	Ra-ch1	<i>Erwinia</i> <sup>a</sup>
Gram stain	- <sup>b</sup>	-
Anaerobic growth	+	+
Yellow pigment on YDC <sup>c</sup>	-	-
Oxidase	-	-
Potato rot	+	+
Peritrichous flagella	+	+

<sup>a</sup>Details of *Erwinia* were as described in Lelliot & Dickey(1985), and Schaad(1988).

<sup>b</sup>Symbols; +: positive reaction, -: negative reaction

<sup>c</sup>YDC: Yeast extract dextrose calcium carbonate agar

0.2-0.4×0.2-0.5cm로 절단하여 70% 알콜로 표면살균 후 마쇄하여 희석평판법으로 mannitol-glutamate yeast extract(MGY: mannitol 10g; L-glutamic acid 2g; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.5g; NaCl 0.2g; MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.2g; yeast extract 0.25g; agar 15g per liter)배지에 도말, 배양하였다. 28°C 배양기에서 배양 2-3일 후에 얻어진 단일 균총으로부터 세균을 순수 분리하였다. 병원성 검정을 위해서 배양된 분리세균을 10<sup>8</sup> cells/ml로 현탁하여 포트에서 키운 건전한 무에 침적중한 결과, 접종부위에서는 약 2-3일 후에 무 조직이 와해되어 자연발생 병징과 동일한 병징을 나타내었다. 접종 6일 후에는 지상부까지 모두 와해되었다(Fig. 1B).

세균학적 특성 및 병원세균의 동정. 병원성이 확인된 균주를 동정하기 위해 분리균주(Ra-ch1)의 특성을 Schaad의 지침서(1988)와 Bergey's manual(Lelliott와 Dickey, 1984)에 준하여 조사하였다. 병원세균은 그람음성이었으며, 회백색의 균총을 형성하고, yeast extract dextrose calcium carbonate(YDC) 배지에서는 색소를 형성하지 않았고, 포도당을 혐기적으로 분해하였다. Oxidase에서는 음성반응을 나타내었고, 감자를 부패시켰다. 이들 결과를 종합하여 Ra-ch1을 *Erwinia*속으로 동정하였다(Table 1). 병원세균의 형태를 조사하기 위하여 2% phosphotungstic acid(PTA, pH 7.0)로 염색하여 전자현미경으로 관찰한 결과 주생모을 가진 간균으로 나타나 *Erwinia*속 세균의 형태적 특성과 일치하였다(Fig. 2).

Ra-ch1의 종을 동정하기 위하여 실시한 pectate 분해, gelatin 액화, acetoin 생성, phosphatase 생성, sucrose로부터 환원물질 생성, 36-37°C에서 성장, casein 분해, 그리고 5% NaCl에서 성장에 대한 조사에서는 양성반응을 나타내었고, glucose로부터 가스 생성, indole 및 urease 생성에서는 음성반응을 나타내었다. 한편 erythromycin에 대한 감수성, lecithinase 생성검정에서는 약한 반응을 보였다. 당으로부터의 산 생성의 조사에서는 표준균주가 D-lactose, melibiose, cellobiose에서 다양한 반응을 나타낸 반면, Ra-ch1은 D-lactose, melibiose, cellobiose,

**Table 2.** Species identification of the present isolate, Ra-ch1, from radish

Tests	Ra-ch1	<i>E. chrysanthemi</i> <sup>a</sup>	<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>
Pectate degradation	+ <sup>b</sup>	+	+
Gelatin liquefaction	+	+	+
Acetoin production	+	+	+
Sensitivity to erythromycin	w	+	-
Phosphatase	+	+	-
Gas from glucose	-	v	-
Lecithinase	w	v	-
Indole	-	v	-
Reducing substances from sucrose	+	v	-
Growth at 36-37°C	+	+	+
Urease	-	-	-
Casein hydrolysis	+	+	v
Growth 5% NaCl	+	+	+
Acid production from			
D-lactose	+	v	+
trehalose	w	-	+
maltose	w	-	-
methyl α-d glucoside	w	-	-
melibiose	+	v	+
cellobiose	+	v	+
palatinose	+	-	-
Utilization of			
malonate	+	+	-
galacturonate	+	+	+

<sup>a</sup>Details of *E. chrysanthemi* were as described in Schaad (1988).

<sup>b</sup>Symbols; +: positive reaction, -: negative reaction, v: variable, w: weak reaction

palatinose에서 bromcresol purple이 노란색으로 변색되어, 당을 이용하는 것으로 나타났으며, trehalose, maltose, methyl α-d glucoside에서는 표준균주가 당을 이용하지 못하는 반면, Ra-ch1은 약한반응을 나타내었다. 또한 유기화합물 이용도 실험에서는 malonate, galacturonate 모두를 이용하는 것으로 나타났다(Table 2). 이러한 병원세균의 특징은 Schaad(1988)에 의해 기록된 *E. chrysanthemi*와 대부분 일치하므로 무 무름조직에서 분리한 병원세균을 *E. chrysanthemi*로 동정하였다.

Biolog program(Biolog, Inc., U.S.A.)을 이용한 조사에서 Ra-ch1은 cellobiose의 25개의 탄소원에서 양성반응을 나타내었고, dextrin의 57개의 탄소원에서 음성반응을, tween 80의 11개의 탄소원에서 약한 반응을 나타내어 *E. chrysanthemi*와 64%의 유사도를 나타내었다. 그러나 *E. carotovora* subsp. *carotovora*와는 10% 미만의 유사도를 나타내었다.

무에 발생하는 병원세균에 대한 국외의 보고는, *E. carotovora* subsp. *carotovora*, *E. chrysanthemi*에 의한 무름병(Smith

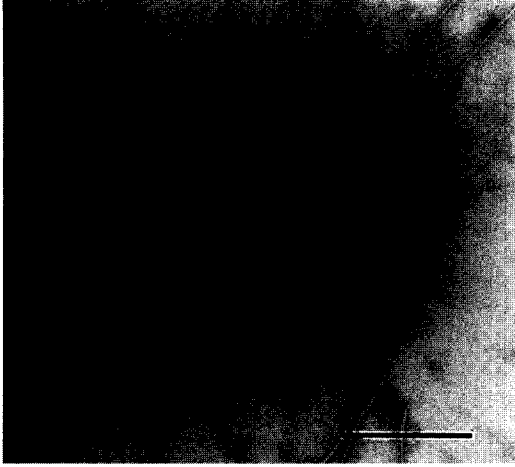


Fig. 2. Electron microscopic morphology of *E. chrysanthemi* Ra-chl isolated from radish. Bar represents 1 $\mu$ m.

등, 1992), *Streptomyces scabies*에 의한 더텡이병(Levick 등, 1985), *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*에 의한 검은썩음병(Fahy와 Persley, 1983), *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*에 의한 점무늬병(Fahy와 Persley, 1983)이 보고되어 있다. 국내의 경우, *E. carotovora* group중에서 *E. carotovora* subsp. *carotovora*만이 무에 무름병을 발생시킨다고 보고되어 있다(최 등, 1988). 한편 국내에서 발표한 *E. chrysanthemi*의 기주범위로는 국화의 세균성 무름병(최와 한, 1992), 양란 및 알로에 세균성 무름병(Jin등, 1994), 그리고 ivy-aureus의 세균성 갈색부패병(최와 한, 1994)이 보고되어 있으나, 무에서는 아직 보고되지 않았다. 따라서 *E. chrysanthemi*에 의한 무 세균성 무름병(bacterial soft rot of radish)을 보고한다.

## 요 약

강원도 홍천군 일대에서 집단 재배되고 있는 무에 무름병

이 관찰되었다. 병징으로는 뿌리에 병원균의 감염으로 수침상이 발견되었고, 조직이 와해되어 심한 악취를 내었다. 이는 뿌리전체로 확산되었으며, 지상부를 고사시켰다. 발병이 심한 식물체는 지상부 줄기조직도 와해되어 형체를 잃었다. 병반으로부터 분리한 병원세균은 형태적, 생리적, 생화학적 특성에 따라 *E. chrysanthemi*로 동정되었다. *E. chrysanthemi*에 의한 무 세균성 무름병(bacterial soft rot fo radish)을 국내 최초로 보고한다.

## 참고문헌

- 최재을, 한광섭. 1992. *Erwinia chrysanthemi*에 의한 국화의 세균성 마름병. 한식병지 8:216-218.
- 최재을, 한광섭. 1994. *Erwinia chrysanthemi*에 의한 Ivy-aureus (*Scindapsus aureus*)의 세균성 갈색부패병. 한식병지 10:336-338.
- 최재을, 한광섭, 박종성. 1988. 포장과 수확후에 채소부패병 일으키는 병원세균의 동정 2. 세균성부패병. 충남대농업기술연구보고 15:138-142.
- Fahy, P. C. and Persley, G. J. 1983. *Plant Bacterial Diseases: A Diagnostic Guide*. Academic Press, Australia. pp. 157. 196. 331.
- Jin, K. S., Lee, S. W., Kim, J. J. and Ryu, H. Y. 1994. Identification of bacterial isolates obtained from diseased orchid and aloe plants caused by *Erwinia chrysanthemi*. *RDA. J. Agri. Sci.* 36:301-306.
- 이경희. 1975. 채소원예각론. 향문사. pp. 211-237
- Lelliott, R. A. and Dickey, R. S. 1984. Genus *Erwinia*. In: *Bergey's Manual of Systemic Bacteriology*, Vol. 1, pp. 469-476. Williams and Wilkins Co., Baltimore/London.
- Levick, D. R., Evans, T. A., Stephens, C. T. and Lacy, M. L. 1985. Etiology of radish scab and its control through irrigation. *Phytopathology* 75:568-572.
- Schaad, N. W. 1988. Initial identification of common genera. In: *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*, ed. by N. W. Schaad. pp. 44-59. American Phytopathological Society, MN, USA.
- Smith, I. M., McNamara, D. G., Scott, P. R. and Harris, K. M. 1992. Quarantine Pests for Europe. CAB International. pp. 729-734.