

## *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 비트 세균성 무름병

박덕환 · 원선영<sup>1</sup> · 이은섭<sup>2</sup> · 황수경<sup>2</sup> · 임춘근\*

강원대학교 농업생명과학대학 자원생물환경학부, <sup>1</sup>원예연구소 환경과,  
<sup>2</sup>농업과학기술원 해외병해충과

### Bacterial Soft Rot of Beet by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*

Duck Hwan Park, Sun Young Won<sup>1</sup>, Eun Sup Lee<sup>2</sup>  
Soo Kyung Hwang<sup>2</sup> and Chun Keun Lim\*

Division of Biological Environment, College of Agriculture and Life Sciences,  
Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

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

<sup>2</sup>Division of Overseas Pests, Department of Crop Protection, NIAST, RDA, Suwon 441-707, Korea

**ABSTRACT:** Bacterial soft rot caused damage to beets massively grown in Pyungchang, Kangwon province, Korea. The affected roots and stems became cream colored and slimy, and turned black, causing the plants to become wilt and die. The casual organism isolated from the infected plant was identified as *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* based on physiological and biochemical characteristics, and the results of the Biolog program (Biolog Inc., U.S.A.). *E. carotovora* subsp. *carotovora* is the first discribed bacterium which causes bacterial soft rot on beet in Korea.

**Key words:** bacterial soft rot, beet, *E. carotovora* subsp. *carotovora*.

비트(*Beta vulgaris* L.)는 근연종인 사탕무, 차드, 근대와는 달리 안토시아닌(Antocyan)이라는 색소 때문에 표피 및 내부가 붉은색을 나타내는 근연작물로(10), 강원도 평창 지역에서 집단 재배되고 있다. 최근 재배지에서 무름병이 발병하였으며, 본 연구에서는 병징으로부터 병원균을 분리 동정한 결과를 보고한다.

**병징.** 1996년 8월 비트가 집단재배되고 있는 강원도 평창군일대에서 무름증상을 나타내는 이병식물을 관찰하였다. 병징은 지하 뿌리조직에서 무름증상을 나타냈으며, 검은색으로 변질되었다. 지하부의 감염된 조직은 지상부를 시들게 하여 고사되었다(Fig. 1A).

**병원세균의 분리 및 병원성 검증.** 병원세균의 분리와 병원성 검증은 임의 방법을 사용하였다(3). 즉 강원도 평창군 비트 재배지에서 채집된 비트 뿌리 무름조직의 건전부와 병반부의 경계부위를 0.2-0.4×0.2-0.5 cm로 절단하여 70% 알콜용액으로 표면살균한 후 마쇄하여 평판희석법으로 mannitol-glutamate yeast extract(MGY: Mannitol 10 g; L-Glutamic acid 2 g; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.5 g; NaCl 0.2 g; MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.2 g; Yeast extract 0.25 g; Agar 15 g per liter)배지에 접종하였으며, 28°C 인공배양기에서 배양하였다. 배양 2~3일후 얻어진 단일 균총으

로부터 세균을 순수 분리하였다.

병원성 검증은 분리세균을 48시간 배양한 후, 세균농도를 약 10<sup>8</sup> cells/ml로 현탁하여 상처를 낸 비트뿌리조직에 spray로 살포하여 28°C 습실상(습도>90%)에서 부패 유무를 관찰하였다. 그 결과 병원세균은 접종 2~3일 내에 접종부위가 무름증상을 나타내면서 부패하였다(Fig. 1B). 대조구로서는 접종원으로 멸균수를 사용하였으며, 접종식물체와 동일한 조건에서 보존한 후 접종식물체의 병징과 비교 관찰하였다.

**세균학적 특성 및 병원세균의 동정.** 병원성이 확인된 균주(Be1으로 명명)를 동정하기 위해 Schaad의 방법(4)과 Bergey's manual(2)에 준하여 실험한 결과, MGY배지에 2일간(28°C) 배양한 병원세균은 회백색의 콜로니(colony)를 형성하였고, gram 음성으로, yeast extract dextrose calcium carbonate(YDC)배지상에서 색소를 형성하지 않았으며, 혐기적으로 성장하였다. 그리고 oxidase에서는 음성반응을 나타내었고, 감자를 부패시켰다(Table 1). 또한 2% phosphotungstic acid(PTA, pH 7.0)로 염색하여 전자현미경(Zeiss E.M. 109, Germany)으로 관찰한 결과, 주생모의 간균 형태로 무름병원균의 형태적 특성과 일치하였다(Fig. 2). 종 동정을 위한 생화학적 특성 비교에서는 pectate 분해, gelatin 액화, acetoin 생성, casein 분해, 5% NaCl 성장에서 양성반응을 나타

\*Corresponding author.



**Fig. 1.** Bacterial soft rot symptoms produced on roots and stems of beet. A) The soft rot symptoms produced on roots and stems of beet in the field. B) Bacterial soft rot on roots and stems of beet produced by Be1 of *E. carotovora* subsp. *carotovora* ten days after inoculation in the pot. Arrows indicate soft rot symptoms.

내었고, erythromycin에 대한 감수성, glucose로부터 가스 생성, lecithinase, indole, PDA로부터 색소 형성, PSA로부터 색소 형성, sucrose로부터 환원물질 생성, urease에서 음성반응을 나타내었다. 그러나 phosphatase 활성에서는 약한 반응결과를 관찰할 수 있었다. 또한 당으로부터 산을 생성하는 실험에서는 D-lactose, melibiose, cellobiose에서는 산을 생성하였으며, maltose, methy  $\alpha$ -d glucoside, palatinose에서는 산을 생성하지 못하였고, trehalose에

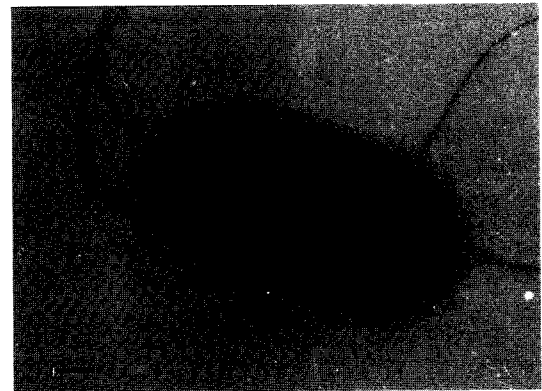
**Table 1.** Characteristics used to identify genus of the present isolate Be1 from beet

Characteristic	Be1	Erwiniaa
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 (2), and Schaad (4).

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

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



**Fig. 2.** Electron microscopic morphology of *E. carotovora* subsp. *carotovora* Be1 isolated from beet. Bar represents 0.1  $\mu$ m.

서는 산생성 정도가 약하게 나타났다. 유기화합물 이용도 실험에서는 malonate는 이용을 하지 못하였고, galacturonate는 이용하였다. 이상의 결과는 phosphatase, 36~37°C 성장, casein 분해, trehalose로부터 산생성을 제외하고는 Schaad(4)와 Bergey's manual(2)에 기록된 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*의 특성과 일치하였다(Table 2). 그리고 Biolog program(Biolog, Inc., U. S.A.) 조사에서는 tween 40의 27개의 서로 다른 탄소원 및 아미노산에서 양성반응을 나타내었고, lactulose의 61개의 탄소원에서 음성반응, adonitol의 5개의 탄소원에서 중성반응을 나타내어 *E. carotovora* subsp. *carotovora*로 동정되었다.

비트에 발생하는 병으로는 국외의 경우 *Erwinia carotovora* subsp. *betavascularum*(8,9)에 의한 썩음병(vascular rot), *E. carotovora* subsp. *carotovora*(6,7), *E. carotovora* subsp. *atroseptica*(6,7), *E. chrysanthemi*(6,7)에 의한 무름병(bacterial soft rot), *Pseudomonas wieringae*(11)에 의한 도관병(vascular parenchymatous disease), *P. syringae* pv. *aptata*(1)에 의한 마름병(bacterial blight), *P. marginalis*(1)에 의한 점무늬병(bacterial leaf spot), *Ralstonia solanacearum*(1)에 의한 시

**Table 2.** Species identification of the present isolate Be1 from beet

Test	Be1	<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i> <sup>a</sup>	ATCC 15713 <sup>c</sup>
Pectate degradation	+	+ <sup>b</sup>	+
Gelatin liquefaction	+	+	+
Acetoin production	+	+	+
Sensitivity to erythromycin	-	-	-
Phosphatase	v	-	-
Gas from glucose	-	-	-
Lecithinase	-	-	-
Indole	-	-	-
Reducing substances from sucrose	-	-	-
Growth at 36-37°C	v	+	+
Mucoid growth	v	v	v
Urease	-	-	-
Casein hydrolysis	+	v	+
Growth 5% NaCl	+	+	+
Blue pigment on PDA <sup>c</sup>	-	-	-
Brown pigment on PSA <sup>d</sup>	-	-	-
Acid production from:			
D-lactose	+	+	+
trehalose	v	+	+
maltose	-	-	-
methy $\alpha$ -d glucoside	-	-	-
melibiose	+	+	+
cellobiose	+	+	+
palatinose	-	-	-
Utilization of:			
malonate	-	-	-
galacturonate	+	+	+

<sup>a</sup>Details of *E. carotovora* subsp. *carotovora* were as described in Schaad (4).

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

<sup>c</sup>PDA: Potato Dextrose Agar.

<sup>d</sup>PSA: Potato Sucrose Agar.

<sup>e</sup>ATCC 15713: *E. carotovora* subsp. *carotovora* of American Type Culture Collection.

들음병(bacterial wilt), *Streptomyces scabies*(5)에 의한 더듬이병(scab disease), *Agrobacterium tumefaciens*(1)에 의한 암종병(crown gall), *Corynebacterium flaccum-faciens* subsp. *betae*(1)에 의한 시들음병이 보고되어 있다. 반면 국내의 경우는 비트 세균병에 대한 보고가 없기에 *E. carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 비트 세균성 무름병(bacterial soft rot of beet)을 최초로 보고한다.

## 요 약

강원도 평창군 일대에서 집단재배되고 있는 비트에 무

름병에 의한 피해가 관찰되었다. 병징초기 감염된 뿌리와 줄기가 크림색을 나타내고 물러지며, 이후 검게 변질되어 식물전체를 시들게 하고 고사시켰다. 병반으로부터 분리한 병원세균은 생리, 생화학적 특성과 Biolog program의 결과에 따라 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*로 동정되었다. 따라서 *E. carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 비트 세균성무름병(bacterial soft rot of beet)을 최초로 보고한다.

## 참고문헌

- Fahy, P. C. and Persley, G. J. 1983. Plant bacterial diseases a diagnostic guide. Academic Press Australia. pp. 87-106, 299-378.
- 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.
- 임춘근. 1995. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 치커리 세균성무름병. 한국식물병리학회지 11:116-119.
- Schaad, N. W. 1988. Initial identification of common genera. In: *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*, ed. by N. W. Schaad. American Phytopathological Society., Minnesota. pp. 44-59.
- Schottel, J. L., Willard, J. M. A. and Raymer, G. 1989. Regulation of extracellular esterase production by zinc in *Streptomyces scabies*. *Genetics and Molecular Biology of Industrial Microorganisms*. 113-118 pp.
- Thomson, S. V., Hildebrand, D. C. and Schroth, M. N. 1981. Identification and nutritional differentiation of the *Erwinia* sugar beet pathogen from members of *Erwinia carotovora* and *Erwinia chrysanthemi*. *Phytopathol.* 71: 1037-1042.
- Whitney, E. D. 1982. The susceptibility of fodder beet and wild species of Beta to an *Erwinia* sp. from sugar beet. *Plant Dis.* 66: 664-665.
- Whitney, E. D. 1987. Identification and aggressiveness of *Erwinia carotovora* subsp. *betavasculorum* on sugar beet from Texas. *Plant Dis.* 71: 602-603.
- Whitney, E. D. and Lewellen, R. T. 1984. Registration of C35/1 and C35/2 sugarbeet germplasms. *Crop Sci.* 24: 830.
- 우종규. 1989. 표준영농교본 48 양채류 재배. 농촌진흥청. 163-165 pp.
- Zdorovenko, G. M., Yakovleva, L. M., Gvozdyak, R. I., Zakharova, I. Ya. and Koshechkina, L. P. 1982. Isolation, chemical composition and serological characteristics of *Pseudomonas wieringae* lipopolysaccharide. *Mikrobiol. Zh.* 44: 65-70.

(Received September 30, 1998)