

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

박덕환 · 함영일<sup>1</sup> · 임춘근\*

강원대학교 농업생명과학대학 자원생물환경학부, <sup>1</sup>고령지농업시험장

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

Duck Hwan Park, Young Il Hahm<sup>1</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>Alpine Agricultural Experiment Station, Daekwallyong 232-950, Korea

**ABSTRACT :** Occurrence of soft rots was observed on celery that was massively grown in Pyungchang, Kangwon-Do, Korea. Soft rot symptom appeared first on the lower parts of the celery which eventually extended into whole aboveground parts of it. The casual organism isolated from the infected lesions was identified as *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* based on the physiological and chemical characteristics, and on the results of the Biolog program (Biolog Inc., U. S. A.). *E. carotovora* subsp. *carotovora* is the first described bacterium which causes the bacterial soft rot disease on celery in Korea.

**Key words :** *E. carotovora* subsp. *carotovora*, celery, soft rot.

셀러리(*Apium graveolens* L. var. *dulce* D. C.)는 강원도 고령지지역 일대에서 집단재배되고 있는 원예작물로 (7), 최근 무름병에 의한 피해가 증가하고 있다. 본 연구에서는 셀러리에 발생하는 무름병의 병징 및 병원세균을 분리, 동정한 결과를 보고한다.

**병징.** 1996년 6월 셀러리가 집단재배되고 있는 강원도 평창군일대에서 무름증상을 나타내는 셀러리를 관찰할 수 있었다. 초기 병징은 지면과 맞닿는 줄기에서 나타났다(Fig. 1A). 감염된 조직은 빠른 속도로 검게 변화하였으며, 감염부위를 절단하면 검은 부위가 조직안으로 확산되는 것을 확인할 수 있었다.

**병원세균의 분리 및 병원성 검증.** 병원세균의 분리와 병원성 검정을 위해서 Lim(9)과 Graham(5)의 방법을 사용하였다. 즉 강원도 평창군 셀러리 재배지에서 채집된 셀러리 무름조직의 건전부와 병반부의 경계부위를 0.2-0.4×0.2-0.5 cm로 절단하여 70% 알콜용액으로 표면을 살균한 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 도말 배양하였으며, 28°C 인공배양기에서 배양하였다. 배양 2~3일 후 얻어진 단일 colony로부터 세균을 순수 분리하였으며, 20% glycerol solution에 현탁하여 -20°C에 보관하면서 모균주로 활용하였다.

병원성 검정을 실시하기 위해서는 건전 셀러리를 화분에 이식하여 온실에서 실시하였다. 화분은 완전히 성숙한 셀러리를 이식하기에 충분하고, 배수시설이 용이한 것을 사용하였다. 접종은 분리세균을 48시간 배양한 후 세균농도를 약 10<sup>8</sup> cells/ml로 현탁한 후 상처를 낸 셀러리 줄기조직에 spray로 살포하여 28°C 습실상(습도>90%)에서 발병 유무를 관찰하였다. 줄기에서 접종 2~3일내에 접종부위가 갈변하고 수침상이 나타났으며, 4~5일 이내에는 바깥부분이 검게 확산되었다(Fig. 1B). 대조구로서는 접종원으로 멸균수를 사용하였으며, 접종식물체와 동일한 조건에서 보존한 후 접종식물체의 병징과 비교 관찰하였다.

**세균학적 특성 및 병원세균의 동정.** 병원성이 확인된 균주(Ce1으로 명명)를 동정하기 위해 Schaad의 지침서(10)와 Bergey's manual(8)에 준하여 실험하였으며, Fahy(3), Dye(2), Goto(4)의 방법을 참조한 결과 MGY배지에 2일간(28°C) 배양한 병원세균은 회백색의 colony를 형성하였고 gram 음성으로 yeast extract dextrose calcium carbonate(YDC)배지상에서 색소를 형성하지 않았으며, 혐기적으로 성장하였다. 또한 oxidase에서는 음성반응을 나타내었고, 감자를 부패시켰으며 4개 이상의 운동성 편모를 가지고 있었다(Table 1). 또한 병원세균의 형태를 조사하기 위하여 2% phosphotungstic acid(PTA, pH 7.0)로 염색하여 관찰한 결과 주생모의 간균 형태로 무름병원균의 형태적 특성과 일치하였다(Fig. 2). 종의 동정을 위한 생화학적 특성 비교에서는

\*Corresponding author.



**Fig. 1.** Bacterial soft rot symptoms produced on stems of celery. A) The soft rot symptoms produced on stems of celery in the field. B) Bacterial soft rot on stems of celery produced by Ce1 of *E. carotovora* subsp. *carotovora* seven days after inoculation in the pot. Arrows indicate soft rot symptoms.

**Table 1.** Characteristics used to identify genus of the present isolate, Ce1, from celery

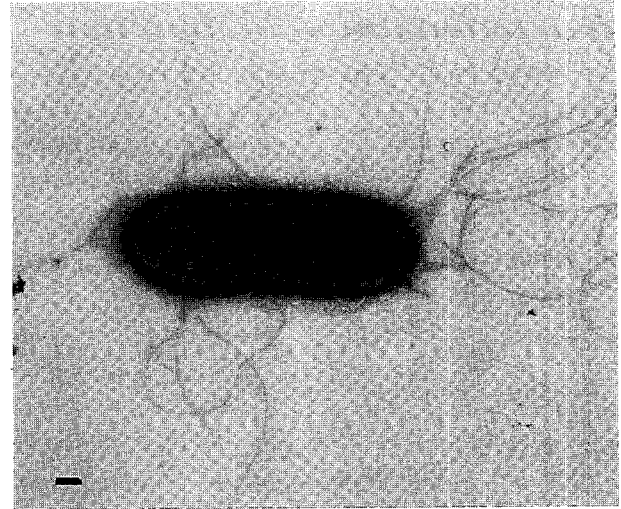
Characteristic	Ce1	<i>Erwinia</i> <sup>a</sup>
Gram stain	-	- <sup>b</sup>
Anaerobic growth	+	+
Yellow pigment on YDC <sup>c</sup>	-	-
Oxidase	-	-
Potato rot	+	+
Peritrichous flagella	+	+

<sup>a</sup> Details of *Erwinia* were as described in Lelliot & Dickey (8), and Schaad (10).

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

<sup>c</sup> YDC: Yeast extract Dextrose Calcium carbonate Agar.

pectate(1) 분해, gelatin 액화, acetoin 생성, 5% NaCl 성장에서 양성반응을 나타내었고, erythromycin에 대한 감수성, phosphatase 활성, glucose로부터 가스 생성, lecithinase, indole, PDA로부터 색소 형성, PSA로부터 색소 형성, sucrose로부터 환원물질 생성, 37°C 성장,



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

urease, casein 분해에서 음성반응을 나타내었다. 또한 당으로부터 산을 생성하는 실험에서는 D-lactose, melibiose, cellobiose에서는 산을 생성하였으며, methy  $\alpha$ -d glucoside, palatinose에서는 산을 생성하지 못하였고, trehalose, maltose에서는 산생성 정도가 다양하게 나타났다. 유기화합물 이용도 실험에서는 malonate를 이용하지 못하였고, galacturonate는 이용하여 Schaad(10)와 Bergey's manual(8)에 기록된 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*의 특성과 대체로 일치하였다(Table 2). 보다 정확한 동정을 위하여 실시한 Biolog program (Biolog Inc., U.S.A.) 조사에서는 cellobiose외 24개의 서로 다른 탄소원 및 아미노산에서 양성반응을 나타내었고, adonitol외 56개의 탄소원에서 음성반응, tween 80외 16개의 탄소원에서 중성반응을 나타내어 *E. carotovora* subsp. *carotovora*로 동정되어 졌다.

셀러리에 발생하는 병원 세균에 대한 보고는 국외의 경우 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 무름병(bacterial soft rot), *P. viridiflava*에 의한 무름병(watery rot), *P. marginalis*에 의한 무름병(form rot), *P. syringae* pv. *apii*에 의한 마름병(bacterial blight), *P. chichorii*에 의한 마름병(bacterial blight)이 보고되어 있다(3, 6, 11, 12, 13). 반면, 국내의 경우는 셀러리세균병에 대한 논문이 보고되어 있지않다. 그러므로 *E. carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 셀러리 세균성무름병(bacterial soft rot of celery)을 최초로 보고한다.

## 요 약

강원도 평창군 일대에서 집단재배되고 있는 셀러리에

**Table 2.** Species identification of the present isolate, Ce1, from celery

Test	Ce1	<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	-	-	-
Gas from glucose	-	-	-
Lecithinase	-	-	-
Indole	-	-	-
Reducing substances from sucrose	-	-	-
Growth at 36~37°C	-	+	+
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	v	-	-
methy α-d glucoside	-	-	-
melibiose	+	+	+
cellobiose	+	+	+
palatinose	-	-	-
Utilization of:			
malonate	-	-	-
galacturonate	+	+	+

<sup>a</sup>Details of *E. carotovora* subsp. *carotovora* were as described in Schaad (10).

<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.

무름병이 관찰되었다. 병징은 지면과 맞닿는 줄기부분에서 무름증상을 나타내는 것을 시작으로 하여 지상부 전체조직으로 확산되었다. 병반으로부터 분리한 병원세균은 생리, 화학적 특성과 Biolog program의 결과에 따라 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*로 동정되었다. 따

라서 *E. carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 셀러리 세균성무름병(bacterial soft rot of celery)을 최초로 보고한다.

## 참고문헌

- Cuppels, D. and Kelman, A. 1973. Evaluation of selective media for isolation of soft-rot bacteria from soil and plant tissue. *Phytopathol.* 64: 468-475.
- Dye, D. W. 1969. A taxonomic study of the genus *Erwinia*. II. The "*carotovora*" group. *N. Z. J. Sci.* 12: 81-97.
- Fahy, P. C. and Persley, G. J. 1983. Plant bacterial diseases a diagnostic guide. Academic Press Australia. pp. 87-106, 299-378.
- Goto, M. 1978. Bacterial foot rot of rice caused by a strain of *Erwinia chrysanthemi*. *Phytopathol.* 69: 213-216.
- Graham, D. C. 1971. Identification of soft-rot coliform bacteria. pp. 273-280 in H. P. Maas-Geesteranus, ed. Proc. 3rd. Int. Conf. Plant pathogenic bacteria. Aprio pp. 14-21, 1971. Wageningen, The Netherlands. 365 pp.
- Jagger, I. C. 1921. Bacterial leafspot disease of celery. *Journal of Agricultural Research* 21: 185-188.
- 장석우. 1996. 고냉지 양채류의 현황과 특징. 월간원예 5호 pp. 71-74. 원예사.
- 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.
- Lim, C. K. 1995. Bacterial soft rot of chicory by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. *Korean J. Plant Pathol.* 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.
- Thayer, P. L. and Wehlburg, C. 1965. *Pseudomonas cichorii* the cause of bacterial blight of celery in the Everglades. *Ibid.* 55: 554-557.
- Wilkie, J. P. and Dye, D. W. 1973. *Pseudomonas cichorii* causing tomato and celery diseases in New Zealand. *N. Z. Journal of Agricultural Research* 17: 123-130.
- Wimalajeewa, D. L. S. 1976. Studies on bacterial soft rot of celery in Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 16: 915-920.

(Received June 15, 1998)