

Erwinia carotovora subsp. *carotovora*에 의한 고추 세균성 무름병

박덕환 · 김영숙 · 허성기¹ · 명인식² · 임춘근*

강원대학교 농업생명과학대학 자원생물환경학부,
¹농업과학기술원 병리과, ²농업과학기술원 해외병해충과

Bacterial Soft Rot of Pepper Caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*

Duck Hwan Park, Young Sook Kim, Sun Ggi Heu¹,
Inn Shik Myung² and Chun Keun Lim*

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

¹Plant Pathology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Suwon 441-707, Korea

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

ABSTRACT: Bacterial soft rot was occurred on fruit of pepper that was grown in Chuncheon, Kangwon province, Korea. The symptoms began as a small hole at 5 mm diameter, which made injury by a tobacco bud worm (*Heliothis assulta*). The affected fruit became soft and produced offensive odor. The causal organism was isolated from the diseased fruit and was identified as *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* based on the morphological, physiological and biochemical 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 bacterial soft rot on pepper in Korea.

Key words: Bacterial soft rot, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Heliothis assulta*, Pepper.

강원도 춘천 고추(*Capsicum annuum* L.) 재배단지에서 무름증상이 관찰되어 이병과실로부터 세균을 분리한 후 병원세균을 동정하였다.

병징. 고추 과실에서 무름증상이 관찰되었고, 이병과실에는 직경 5 mm 내외의 작은 구멍이 발견되었다. 발병 초기에는 구멍주위에만 탈색증상이 있었으나, 시간이 경과할수록 과실 전체가 갈색으로 변하였다(Fig. 1A). 또한 과실 내부를 절개하였을 때 종자와 과육은 썩어 있었으며 담배나방 유충(*Heliothis assulta*)이 존재하였다(Fig. 1B).

병원세균의 분리 및 병원성 검정. 이병조직의 건전부와 병반부 경계부위를 0.2~0.4×0.2~0.5 cm 정도로 절단하여 70% 알콜용액으로 표면살균한 후 마쇄하였고, 평판희석법으로 mannitol-glutamate yeast extract(MGY: Mannitol 10 g; L-Glutamic acid 2 g; KH₂PO₄ 0.5 g; NaCl 0.2 g; MgSO₄·7H₂O 0.2 g; Yeast extract 0.25 g; Agar 15 g per liter) 한천배지상에 도말배양하여 28℃ 항온기에서 배양하였다(12). 배양 48시간 후 형성된 단일균총으로부터 순수분리 하였다. 병원성 검정을 위해 48시간 동안 배양한 세균을 현탁(10⁶~10⁸ cells/ml)하여 노지에서 재배된 건전한 고추과실에 상처접종하여 20일 동안 보존하였

다. 접종 10일후에 상처부위가 탈색되었으며 손으로 눌러보았을 때 내부가 썩어 있었다(Fig. 1C).

세균학적 특성 및 병원세균의 동정. 병원세균(Pe1로 명명)의 형태 및 생리적 특성을 Schaad의 지침서(15)와 Bergey's manual(10)에 의해 검토한 결과, 그람염색, yeast extract dextrose calcium carbonate(YDC) 배지 상에서 색소 형성, oxidase에서 음성반응을 나타낸 반면, 조건적 혐기적 성장, 감자부패, 4개 이상의 운동성 편모에서 양성반응을 보여 Schaad(15)와 Bergey's(10)가 기록한 *Erwinia*속 세균의 특성과 일치하였다(Table 1). 또한 전자현미경 관찰 결과, 병원세균은 주생모를 가진 간균으로 *Erwinia* 속 세균과 일치하였다(Fig. 2). *Erwinia* 속 에 속하는 세균 종의 동정을 위해 실시된 생화학적 특성 비교에서는, pectate 분해, gelatin 액화, acetoin 생성, indole, 37℃ 성장, casein 분해, 5% NaCl 성장에서는 양성 반응을 나타내었고, erythromycin에 대한 감수성, phosphatase 활성, glucose로부터 가스 생성, lecithinase, sucrose로부터 환원물질 생성, urease, PDA로부터 색소 형성, PSA로부터 색소형성에서는 음성반응을 나타내었다. 또한 당으로부터 산생성 실험에서는 D-lactose, trehalose, melibiose, cellobiose에서는 산을 생성하였으며, maltose, methyl α-d glucoside, palatinose에서는 산을 생성하지

*Corresponding author

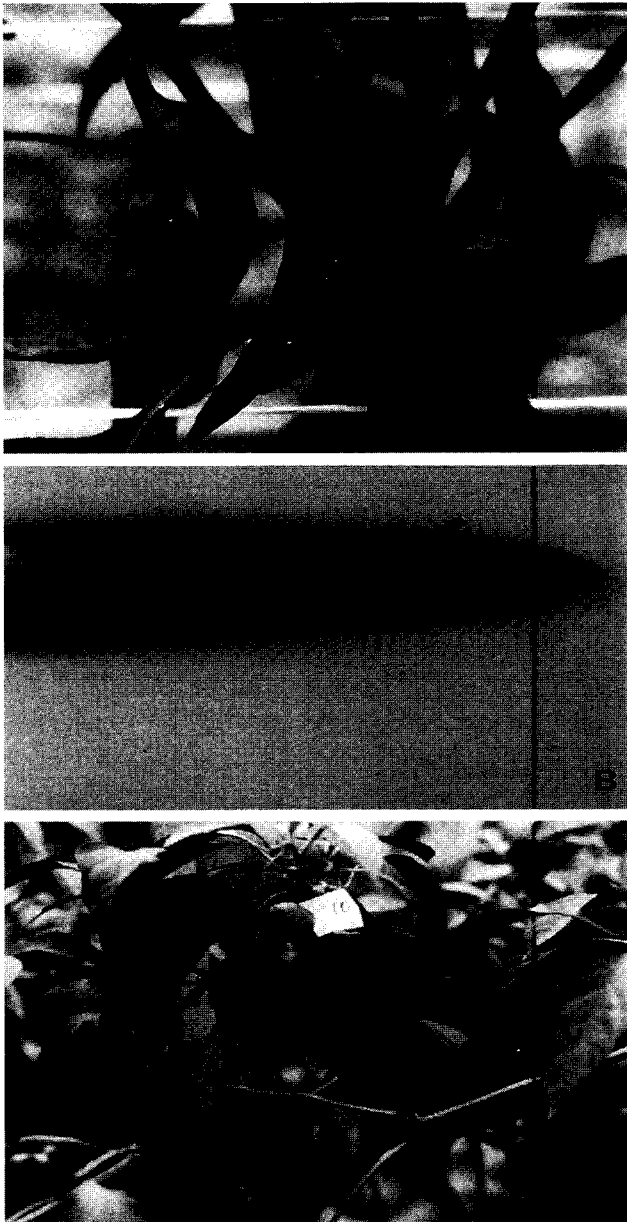


Fig. 1. The soft rot symptoms produced on fruits of pepper. A) The soft rot symptoms produced on fruits of pepper in the field. B) The tobacco bud worm (*Heliothis assulta*) within fruits of pepper. C) Bacterial soft rot on fruits of pepper produced by isolate Pe1 of *E. carotovora* subsp. *carotovora* eight days after inoculation. Arrows(A, C) indicate soft rot on fruits of pepper. Arrow(B) indicate tobacco bud worm within affected fruit of pepper.

못하였고, 유기화합물 이용도 실험에서는 malonate, galacturonate를 이용하지 못하였으나 대부분 Schaad(15)와 Bergey's manual(10)에 기록된 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*의 특성과 유사하였다(Table 2). 병원세균의 보다 정확한 동정을 위하여 실시한 Biolog program (Biolog Inc., U.S.A.) 조사에서는 L-arabinose 외 29개의 탄소원에

Table 1. Characteristics used to identify genus of the present isolate, Pe1, from pepper

Characteristics	Pe1	<i>Erwinia</i> ^a
Gram stain	-	- ^b
Anaerobic growth	+	+
Yellow pigment on YDC ^c	-	-
Oxidase	-	-
Potato rot	+	+
Peritrichous flagella	+	+

^aDetails of *Erwinia* were as described in Lelliot & Dickey(10), and Schaad(15).

^bSymbols; + : positive reaction, - : negative reaction.

^cYDC: Yeast Extract Dextrose Calcium Carbonate Agar.

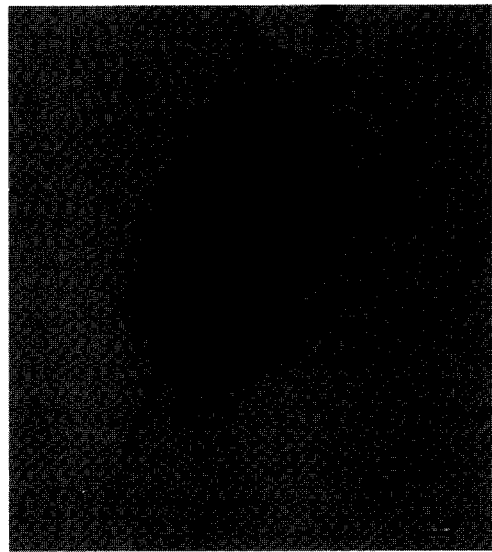


Fig. 2. Electron microscopic morphology of *E. carotovora* subsp. *carotovora* Pe1 isolated from fruits of pepper. Bar represents 0.1 μ m.

서 양성반응을, α -cyclodextrin 외 60개의 탄소원에서는 음성반응을 나타내었으며, succinamic acid 외 4개의 탄소원에서는 중성반응으로 *E. carotovora* subsp. *carotovora*와 70%의 유사도를 나타내었다.

고추의 세균병 보고는 국외의 경우 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 무름병, *Xanthomonas vesicatoria*에 의한 더덩이병, *P. syringae* pv. *syringae*, *X. campestris* pv. *betlicola*에 의한 점무늬병, *Ralstonia solanacearum*에 의한 시들음병, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*에 의한 암중병, *P. viridiflava*에 의한 병외에 미동정된 *Pseudomonas* spp.에 의한 병이 보고되어 있다(1-6, 14). 반면 국내에서는 고추에 발생하는 세균병에 대한 보고는 *X. vesicatoria*에 의한 더덩이병, *R. solanacearum*에 의한 시들음병(꽃마름병), *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*에 의한 궤양병, *Agrobacterium tumefaciens*에 의한 뿌리혹병만이 보고되어 있다(7, 8, 9, 11, 13). 또한 *E. carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 무름

Table 2. Species identification of the present isolate, Pe1, from pepper

Test	Pe1	<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i> ^a	ATCC 15713 ^c
Pectate degradatio	+	+ ^b	+
Gelatin liquefaction	+	+	+
Acetoin production	+	+	+
Sensitivity to erythromycin	-	-	-
Phosphatase	-	-	-
Gas from glucose	-	-	-
Lecithinase	-	-	-
Indole	+	-	-
Reducing substances from sucrose	-	-	-
Growth at 36~37°C			
Mucoid growt	+	+	+
Urease	v	v	v
Casein hydrolysis	-	-	-
Growth 5% NaCl	+	v	+
Blue pigment on PDA ^c	+	+	+
Brown pigment on PSA ^d	-	-	-
Acid production from :	-	-	-
D-lactose			
trehalose	+	+	+
maltose	+	+	+
methyl α-d glucoside	-	-	-
melibiose	-	-	-
cellobiose	+	+	+
palatinose	+	+	+
Utilization of :	-	-	-
malonate			
galacturonate	-	-	-

^aDetails of *E. carotovora* subsp. *carotovora* were as described in Schaad(15).

^bSymbols; + : positive reaction, - : negative reaction, v : variable.

^cPDA : Potato Dextrose Agar.

^dPSA : Potato Sucrose Agar.

^eATCC 15713 : *E. carotovora* subsp. *carotovora* of American Type Culture Collection.

병은 채소병해원색도감과 한국식물병명목록에(9) 기록만 되어 있기에 고추 세균성 무름병(bacterial soft rot of pepper)을 논문으로는 최초 보고한다.

한편 무름증상을 나타내는 과실에서는 담배나방 유충이 관찰되었는데, 고추 세균성 무름병의 발생시기와 담배나방 유충의 고추 가해시기가 6월 하순에서부터 7월 상순으로 일치하였다. 따라서 고추 세균성 무름병 전반에 담배나방 유충이 중요한 역할을 담당하는 것으로 추정되며, 방제를 위하여 매개충인 담배나방 유충을 구제하는 것이 고추 세균성 무름병을 방지하는데 도움이 되리라 생각한다

요 약

강원도 춘천 고추재배지에서 고추과실에 무름증상이 관찰되었다. 이병조직에서는 심한 악취가 발생하였으며, 이

병부위에는 담배나방 유충이 가해한 직경 5 mm 내외의 작은 구멍이 관찰되었다. 병반으로부터 분리한 병원세균은 형태, 생리, 생화학적 특성과 Biolog program에 의해 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*로 동정되었다. 이에 *E. carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 고추 세균성 무름병(bacterial soft rot of pepper)을 논문으로 최초 보고한다.

참고문헌

1. Abraham, M., Girija, V. K., Mathew, J. and Nair, S. K. 1988. Bacterial leaf spot disease of *Piper nigrum* L. and the incidence of VA mycorrhiza. *Advances in Research on Plant Pathogenic Bacteria*. 13 : 49-52.
2. Alivizatos, A. S. 1986. Tomato pith necrosis caused by *Pseudomonas viridiflava*. *Ann. Inst. Phytopathol. Benaki-Nouv.-Ser.* 15 : 41-47.
3. Diab, S., Bashan, Y. and Okon, Y. 1982. Studies of infection with *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of bacterial scab of pepper in Israel. *Phytoparasitica*. 10 (3): 183-191.
4. Diab, S., Bashan, Y., Okon, Y. and Henis, Y. 1982. Effects of relative humidity on bacterial scab caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper. *Phytopathol.* 72 : 1257-1260.
5. Fahy, P. C. and Persley, G. J. 1983. Plant bacterial diseases a diagnostic guide. Academic Press Australia. pp. 46-51, 319-335.
6. Gardner, M. W. and Kendrick, J. B. 1923. Bacterial spot of tomato and pepper. *Phytopathol.* 13 : 307-315.
7. 강수웅, 권진혁, 김동길, 김희규. 1997. 시설재배 단고추 (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Bailey)에서 뿌리혹병의 발생. *한국식물병리학회지* 13 : 367-369.
8. 이연경, 김영진, 황병국. 1994. *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*에 감염된 고추잎의 친화적, 불친화적 반응에서 세균증식과 수용성 단백질의 전기영동 패턴. *한국식물병리학회지* 10 : 305-313.
9. 이영희. 1998. *한국식물병명목록* 제 3판. pp. 104-105.
10. 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.
11. 임양숙, 김병수. 1994. 고추의 풋마름병에 대한 저항성. *한국식물병리학회지* 10 : 73-77.
12. 임춘근. 1995. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 치커리 세균성 무름병. *한국식물병리학회지* 11(2) : 116-119.
13. Nam, J. S., Cho, Y. S. and Park, E. W. 1987. Identification of pepper bacterial spot organism in Korea. *Agric. Res. Seoul Natl. Univ.* 12 : 25-31.
14. Peter, K. V., Goth, R. W. and Webb, R. E. 1984. Indian hot peppers as new sources of resistance to bacterial wilt, *Phytophthora* root rot, and root-knot nematode. *Hortscience*. 19 : 277-278.
15. 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.

(Received July 20, 1998)