

Erwinia carotovora subsp. *carotovora*에 의한 메론의 세균성무름병 발생

이영근* · 김령희
안동대학교 자연과학대학 농생물학과

Occurrence of Bacterial Soft Rot of Melon Caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*

Young Keun Yi* and Ryung Hee Kim
Department of Agricultural Biology, College of Natural Science,
Andong National University, Andong 760-749, Korea

ABSTRACT : Water-soaked spots or lesions were observed on fruits or stems of melon plants at house-melon farms in Andong, Korea. The symptoms developed to soft rot of the fruits or wilting of the whole plants. The causal organism isolated from the water-soaked lesions was identified as *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* based on the morphological and physiological characteristics. The causal bacterium was susceptible to not only two kinds of medical antibiotics but also two kinds of agrochemicals tested. Since the bacterial soft rot is a first described bacterial disease in melon in Korea, we propose to name the disease as "bacterial soft rot of melon".

Key words : bacterial soft rot, melon, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

메론(*Cucumis melo*)은 박과작물에 속하며, 맛과 향기가 뛰어난 과일이다. 최근 그 수요의 급속한 증가와 함께 국내 재배면적도 1990년의 139 ha에서 1994년에는 359 ha로 증가되어, 연간 2,000 ton 이상이 생산되고 있다(8). 일본에서는 24종의 병이 메론에서 발생하는 것으로 보고되어 있으며, 이중 *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* 등 3종의 세균에 의한 병이 포함되어 있다(11). 그러나 우리나라에서 메론에 발생하는 병은 *Fusarium* sp.에 의한 열매썩음병만이 기록되어 있을 뿐, 세균에 의한 병은 아직 보고된 것이 없다(9, 10).

1994년에 안동지방의 하우스메론 단지에서 재배중인 과일에 수침상 점무늬가 많이 발생하였다. 이 병반으로부터 병원세균을 분리할 수 있었으며, 이 병 방제를 위한 기초자료를 제공하고자 병원세균을 동정하였다.

재료 및 방법

발병상황 조사. 경북 안동시 용상동, 임하면 과 일

직면의 하우스메론 단지를 대상으로 메론의 과일 및 줄기에 수침상부패 및 시들음증상을 보이는 주수를 조사하였다. 각 단지 별 4개 재배동을 조사하였으며, 각 동당 920주를 조사하였다.

병원세균의 분리. 1993~1995년에 경북 안동시 용상동 하우스메론 재배단지에서 수침상 부패증상을 보이는 메론의 과일 및 줄기를 채집하였다. 병든 식물의 병반조직을 70% ethanol과 1% sodium hypochlorite로 표면살균하였고, nutrient 한천평판배지(peptone 5 g, beef extract 3 g, agar 15 g) 상에서 28°C에서 48시간 동안 배양하였다. 병든 식물조직 주변에 형성된 세균의 colony를 nutrient 한천평판배지에 streak하여 single colony를 채취하였다.

병원성검정. 분리된 균주들을 nutrient 한천배지에서 48시간 동안 배양한 후, 현탁액(10^9 cfu/ml)으로 조제하여 병원성검정에 사용하였다. 병원세균의 현탁액을 모세관(직경 1.1~1.2 mm)에 넣어 백화 메론, 파파야 메론, Earth 메론의 과피에 접종하였다. 같은 세균의 현탁액을 메론 및 담배의 줄기, 감자 및 당근의 절편, 양파의 표피에 상처접종하였다. 접종된 식물은

*Corresponding author.

28°C에 보존하면서 병징의 발현양상을 관찰하였다. 무처리대조는 살균수로 처리하였으며, 공식식물별 6개체씩 되게 하였다. 메론의 과일을 제외하고, 접종된 모든 식물은 습실처리하였다.

세균학적 특성조사. 병원성이 확인된 균주의 형태

Table 1. Disease incidences of bacterial soft rot on melon at cultivation locations in Andong

Location	No. plants examined	Disease severity (%) ^a
Yongsang-dong	3,680	39.1
Illjik-myeon	3,680	9.8
Imha-myeon	3,680	0.0
Average	3,680	16.3

^a Diseased plants with water-soaked lesions on fruits and/or stems were counted in 1995. The variety of melon is Earth melon.

및 생리적 특성을 Bergey's manual(7)에 기록된 세균의 특성과 비교하였다. 세균의 형태는 2% phosphotungstic acid로 염색하여 전자현미경으로 관찰하였으며, 생리적 특성은 Shaad(4) 및 Bensen(1)의 방법에 따라 조사하였다.

항생제에 대한 감수성 조사. 농용신수화제와 아그리마이신, 가나마이신, 황산스트렙토마이신의 현탁액(활성성분함량 400 ppm)을 paper disk method에 의해 처리하여 병원세균에 대한 발육저지원을 측정하였다. 약제 당 3개의 disk씩 3반복으로 처리하여, 28°C에서 48시간 동안 배양하였다.

결과 및 고찰

발병상황. 1995년에 경북 안동 일원의 하우스메론 단지에서, 과피에 수침상 점무늬가 생기거나 줄기가

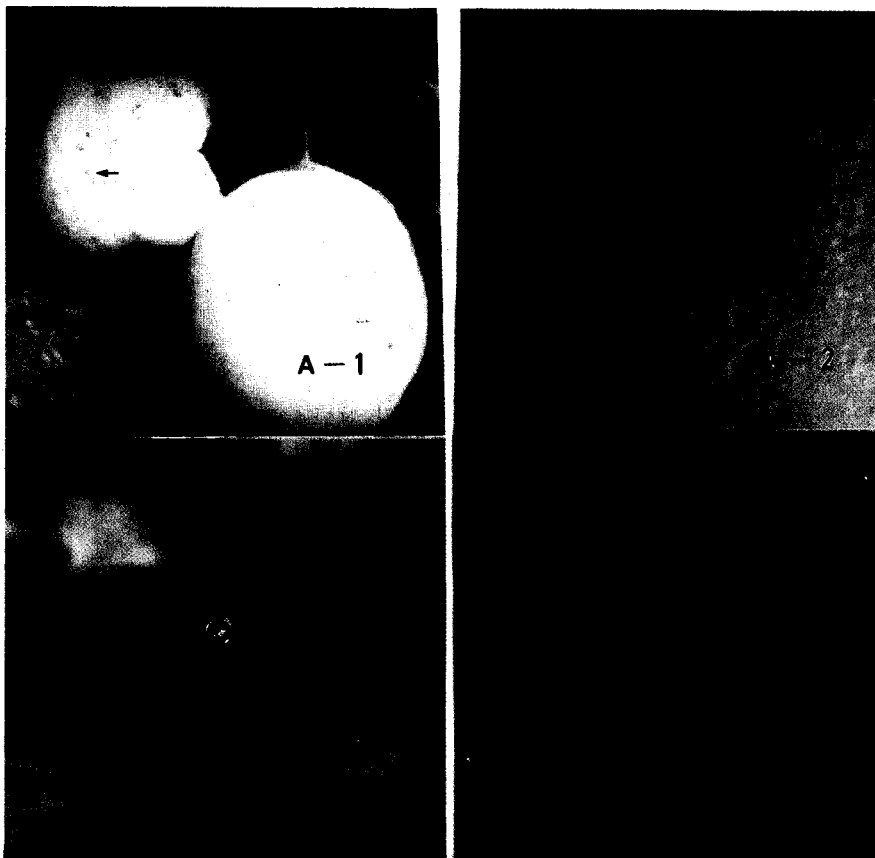


Fig. 1. Water-soaked lesions produced on melon plants. Natural (A-1) and artificial symptoms (A-2) on the fruits. Natural (B-1) and artificial symptoms (B-2) on the stems. The artificial symptoms were observed at 2 days after inoculation.

수침상으로 썩은 메론의 발병주율을 조사하였다. 그 결과, 이 병이 1994년도에 처음 발견된 안동군 일직면 마뜩농원에서보다 안동시 용상동의 피해가 더 심하여 그 피해가 15%를 넘었다(Table 1).

과일에서의 초기 병징은 작은 방추형 수침상 점무늬로 나타나며, 이 점무늬가 점점 확대되고 암갈색으로 물러지면서 악취를 내었다. 줄기에서는 땅가부분 또는 줄기의 중간부분에서 수침상 병반이 생기며, 병반이 진전되면 줄기 속이 무르고 가늘어지며 마침내 식물 전체가 시들어 죽게 된다(Fig. 1).

병원성. 병든 식물로부터 분리된 세균을 백화 메론, 파파야 메론 및 Earth 메론의 과피에 모세관을 이용하여 접종한 결과, 모두 처음에는 접종부위 주변이 수침상으로 되었으며, 점차 병반이 확대되면서 과일 조직이 무르고 부패되어 악취를 내었다. 이 세균에 점

종된 메론 줄기에서도 수침상 병반이 형성되고 줄기 속 유조직을 무르게 부패시켰으며, 이러한 병징들은 재배농가에서 메론에 발생한 병징과 매우 비슷하였다(Fig. 1).

이 세균으로 접종된 당근과 감자의 절편 및 배추잎, 담배줄기와 양파에서도, 접종 후 24~48시간에 모두 무르고 썩는 병반이 크게 나타났다(Table 2). 이 5종의 식물들은 이미 국내에서도 모두 *E. carotovora* subsp. *carotovora*의 기주식물로 보고된 바 있다(2, 3, 5, 6, 10).

동정. 병원세균의 형태 및 생리적 특성을 Bergey's manual(7)에 기록된 세균의 특성과 비교하였다. 그 결과, 이 세균은 주생모를 가진 Gram 음성의 간균으로 혐기적 생육을 하였다. 또한 oxidase를 생성하지 않았고 sucrose로부터 산을 생성하여 *Erwinia*屬 세균의 특성과 일치하였다(Table 3, Fig. 2).

또한 이 세균은 arginine 가수분해효소를 생성하지 않았고 37°C에서 생존하였으며, 아무런 색소도 생성하지 않아 *Erwinia*속 세균으로 동정되었으며, pectin 질 분해효소를 생성하고 감자를 연부시키는 등 9 가지 특성에서 Bergey's manual(7)에 기록된 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*의 특성과 일치하였으므로 *E. carotovora* subsp. *carotovora*로 동정되었다(Table 4).

항생제에 대한 감수성. 병원세균의 몇 가지 의약품 및 농용항생제에 대한 감수성을 paper disk method에 의하여 조사하였다. 그 결과 4종의 약제 모두 10 mm 이상의 병원세균에 대한 발육저지원을 형성하였으며, 약제에 의한 발육저지원 사이에는 유의차가 인

Table 2. Pathogenicity of the present isolate on several crops

Bacterial isolate	Soft rot symptoms on				
	Tobacco	Chinese cabbage	Carrot	Potato	Onion
Present isolate	+	+	+	+	+
Control	-	-	-	-	-

^a The bacterial suspension (10⁹ cfu/ml) was smeared on six slices of potato tubers or carrots. Six tobacco stems, leaves of Chinese cabbage and bulbs of onion were inoculated with the same bacterial suspension by wound method. Symptoms were observed one or two days after inoculation. + : Soft rot was observed, - : No soft rot.

Table 3. Comparison of the characters of the present isolate with those of *Erwinia*

Character ^a	Present isolate	<i>Erwinia</i> ^b
Gram stain	-	- ^c
Anaerobic growth	+	+
Straight rod	+	+
Oxidase	-	-
Catalase	+	+
Motility	+	+
More than four peritrichous flagella	+	+
Ethanol fermentation	-	-
Acid production from sucrose	+	+

^a Tested by the methods of Bensen (1) and Schaad (4).
^b Data from Bergey's manual of systematic bacteriology (7).
^c + : Positive reaction, - : Negative reaction.

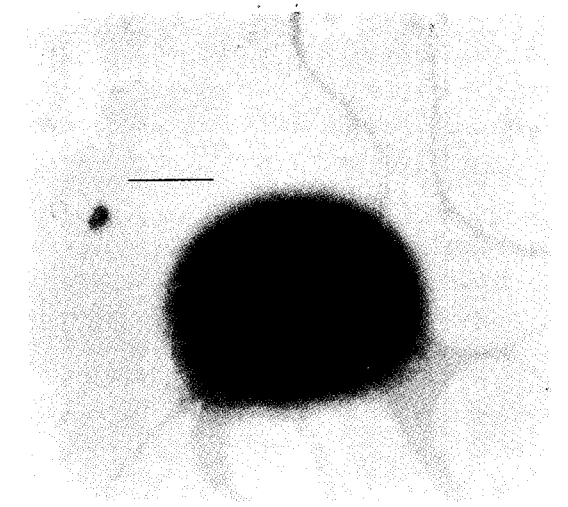


Fig. 2. Electronmicrograph of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* isolated from melon. Bar represents 1 μm.

Table 4. Species identification of the present isolate isolated from melon

Character ^a	Present isolate	<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>
Cell size	1.0×1.4~2.6 μm	0.5~1.0×1.0~3.0 μm
Growth at 37°C	+	+
Fluorescent, yellow or orange pigment	-	+
Pectate degradation	+	+
Potato soft rot	+	-
Arginine dehydrolase	-	- ^c
Sensitivity to erythromycin	-	-
Acid production from:		
Glucose	+	+
Maltose	-	-
Methyl α-d glucoside	-	-
Cellobiose	+	+
Paratinose	-	-

^a Tested by the methods of Bensen (1) and Schaad (4).

^b Data from Bergey's manual of systematic bacteriology (7).

^c + : Positive reaction, - : Negative reaction.

Table 5. Inhibitory effect of antibiotics on growth of the present isolate

Antibiotics	Diameter of inhibition zone (mm) ^a
Streptomycin	11.0x ^b
Ganamycin	12.0x
Nongyongsin	12.5x
Agrimycin	10.0x

^a Paper disks (6 mm in diameter) moistened with antibiotics suspensions (250 ppm a.i.) were placed on nutrient agar media seeded with the present isolate. For antibacterial activity, the diameters of inhibition zones were measured two days after incubation at 30°C. Values are means of three replicates. Each replicate consists of three disks.

^b Means followed by the same letter were not significantly different at p=0.05 based on Duncan's multiple range test.

정되지 않았다(Table 5). 따라서 이 병원세균은 아직 streptomycin이나 oxytetracycline 등 국내에서 시판되고 있는 농용항생제에 대해 내성을 갖지 않은 것으로 생각되었고, 이 항생제들을 이용한 병 방제도 가능할 것으로 생각되었다.

이 병은 일본을 비롯한 외국에서는 이미 알려져 있는 병이지만, 국내에서는 아직 기록된 바 없기에 메론의 세균성무름병(bacterial soft rot of melon)이라고 명명할 것을 제안한다.

안동지방의 하우스메론 재배농장에서 메론의 과일 및 줄기에 수침상 병반이 관찰되었다. 이 병이 진전되면 식물의 조직을 연부시키고, 마침내 식물 전체가 말라죽는다. 수침상병반에서 분리된 병원세균의 병원성과 형태적·생리적 특성을 조사한 결과, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*로 동정되었다. 이 병원세균은 국내에서 시판되고 있는 농용항생제 2종과 의약품항생제 2종에 대해 모두 감수성이었다. 이 병은 한국에서 처음 보고된 것이기에, 병명을 "메론의 세균성 무름병(bacterial soft rot of melon)"이라고 부를 것을 제안한다.

감사의 말씀

이 연구는 1994년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의해서 연구되었음.

참고문헌

- Bensen, J. B. 1990. *Microbiological Application*, 5th ed. Wm. C. Brown Publishers. 367pp.
- 崔在乙. 1989. 圃場과 收穫後에 菜蔬腐敗病을 일으키는 病原細菌의 同定 I. 배추의 細菌性腐敗病. 한식병지 5: 20-24.
- 崔在乙, 韓光燮, 兪晟濬. 1989. 당근 무름病을 일으키는 病原細菌의 同定. 한식병지 5: 349-353.
- Dickey, R. S. and Kelman, A. 1988. 'Carotovora' or soft rot group. In: *Laboratory Guide for Identification of the Genera of Bacteria*, 2nd ed., ed. by N. W. Schaad, pp. 44-59. Am. Phytopath. Soc., Min-

- nesota. 164pp.
5. 韓光燮, 崔在乙. 1989. 百合科 菜蔬의 細菌性腐敗病에 關한 研究 1. 양파 腐敗를 일으키는 *Erwinia*屬 細菌의 同定. 忠南大學校 農科研報 16 : 19-25.
 6. 김정화, 이영근, 박은경. 1981. 적심부위 항생제처리에 의한 담배공동병 2차감염 억제효과. 한국연초학회지 3 : 131-133.
 7. Lelliott, R. A. and Dickey, R. S. 1984. Genus VII. *Erwinia*. In : *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Vol. I, ed. by N. R. Krieg and J. G. Hort, pp. 469-476. Williams & Wilkins, Baltimore. 964pp.
 8. 朴孝根. 1991. 果菜類의 輸出産業 現況分析 및 育成 對策. 果菜類 輸出增大를 爲한 改善方案에 關한 심포지엄, pp. 5-30. 農村振興廳 園藝試驗場. 96pp.
 9. 이영근. 1994. 1962년 이후 한국의 식물세균병 연구. 안동대 농업과학기술연구논문집 1 : 7-22.
 10. 韓國植物保護學會. 1986. 韓國植物病·害蟲·雜草名鑑(改訂版). 633pp.
 11. 日本植物病理學會. 1980. 日本有用植物病名目錄. 第2卷. 野菜, 木草 および 芝草. 第2版. 518pp.