

非病原性菌株 前處理에 의한 담배세균성마름병균  
(*Pseudomonas solanacearum*)의 植物体内  
侵入 및 增殖抑制

李永根·金政和·朴元穆\*

韓國人蔘煙草研究所 耕作試驗場

\* 高麗大學校 農科大學 植物保護學科

Inhibition Effect of Avirulent *Pseudomonas solanacearum* on the Multiplication of Virulent Isolate in Tobacco Plant

Young Keun Lee, Jeong Hwa Kim and Won Mok Park\*

Korea Gingseng and Tobacco Research Institute, Suwon 170, Korea

\*Department of Plant Protection, College of Agriculture, Korea University, Seoul 132, Korea

要 約

BY4品種의 담배를 圃場에 移植하면서 移植 하루전과 40일 후에 非病原性 *Pseudomonas solanacearum*의 懸濁液을 담배根圈土壤에 灌注한 결과 7월 상순까지 세균성마름병 발생 속도가 遲延되었으나 그 후에는 殺效가 급속히 감소되었다. 그 결과 1담배의 35% 增收 및 kg당 代金으로 10%의 品質 상승 效果를 얻을 수 있었다. 비병원성균주處理에 의한 根圈土壤內 病原菌의 密度增加抑制는 인정되지 않았다. <sup>32</sup>P로 標識된 비병원성균주의 담배뿌리를 통한 侵入 및 식물체내 移動이 확인되었으며 비병원성균주에 前接種된 담배에 하여 병원성균주의 침입 및 식물체내 증식이 억제되었다. 이러한 병원성균주의 식물체내 침입 및 증식억제가 병진전 억제와 관련이 있는 것으로 생각되었다.

ABSTRACT

Significant reduction in disease severity of bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*) on the susceptible tobacco cultivar BY 4 was observed until mid-July in a naturally infested field when bacterial suspensions of avirulent isolate were applied to tobacco root zones at one day before and forty days after transplanting in the field. However, rapid increase in disease severity after mid-July resulted in the same severity (70%) as cultivar BY 4 without the application of the avirulent bacterial suspension at the end of the season. Yield increase in cultivar BY 4 was 35% due to the treatment, resulting in 10% price increase. The suppression mechanism did not appear to be dependent upon the inhibition of the virulent bacterial multiplication by avirulent bacteria in tobacco rhizosphere soil because of no significant difference in the density of the path

genic bacteria between treated and untreated plant root zones. However, penetration of the virulent bacteria into the root systems and their multiplication in tobacco stem were inhibited remarkably by preinoculation with avirulent one, suggesting that those are related to the suppression of disease incidence.

**Key words:** biological control, *Pseudomonas solanacearum*, avirulent isolate.

## 緒 論

담배를 비롯한 가지과 作物의 세균성 마름병을 生物學的으로 防除하고자 病原細菌 *Pseudomonas solanacearum*의 非病原性菌株(6,14,17,18)나 bacteriocin 生成菌株(2,3), 또는 熱處理하여 죽인 細菌(11,13,14)을 이용한 試劑가 근래에 많이 보고되고 있다. 그러나 그들의 報告는 대부분이 어린 식물을 사용한 室內實驗 結果이어서 圃場條件에서 이 병에 대한 방제 가능성이 검토된 바는 별로 없었으며, 그 防除機作에 대해서도 非病原性細菌의 拮抗効果(1,2,3), 寄主植物體內 抗菌物質 生成(8,11,14), 담배 뿌리의 感染部位 先占(3,4) 등 여러 가지로 해석되고 있다.

본 실험에서는 *P. solanacearum*의 비병원성 균주를 담배根圈土壤에 處理하여 세균성마름병에 대한 防除效果를 圃場條件에서 검토하고, 이러한 비병원성균주의 前處理가 病原菌의 식물체내 侵入 및 增殖에 미치는 영향을 조사하였다.

## 材料 및 方法

**菌株.** *Pseudomonas solanacearum*의 病原性菌株와 非病原性菌株을 사용하였다. 病原性菌株은 한국인삼연초연구소 경작시험장 圃場에서 채집된 담배의 罹病組織으로부터 分離하였고, 이 菌株을 繼代培養하는 과정에서 非病原性 變異菌株을 선발하였다(17).

非病原性菌株을 이용한 세균성마름병 防除效果. 세균성마름병에 대하여 感受性 品種인 BY4와 抵抗性 品種인 NC 82가 심겨진 담배假植用 포트에 비병원성균주의 懸濁液 ( $10^9$  CFU/ml)을 株當 30ml씩 土壤灌注하고, 24시간 후에 개량멸칭표준 재배법으로 포장에 移植하였다. 移植 40일 후에 일반멸칭으로 전환하면서 동일한 세균현탁액을 담배根圈土壤에 추가로 灌注하고 無處理담배와 自然發病率을 비교하였다. 處理別 40株씩 난괴법 3반복으로 포장배치를 하였으며 수 등의 방법(17)에 따라 5개 등급으로 發病程度를 조사하여 發病率을 산출하였다. 各 處理別

로 全量을 收穫, 乾燥하고 乾燥된 잎담배는 「전매청 잎담배감정기준(19)」에 따라 等級査定을 하였으며 1985년도 전매청 잎담배수납고시가격에 따라 kg 당 價格과 10a당 代金を 산출하였다.

非病原性菌株處理가 根圈土壤內 病原菌 密度에 미치는 影響. 세균성마름병 防除效果를 조사하기 위한 試驗圃地에서 地下 10cm 깊이의 根圈土壤을 處理別로 3點씩 채취하고 土壤懸濁液을 pour-plate method에 의해 Tetrazolium寒天培地(bacto peptone 10g, casein hydrolysate 1g, glucose 0.5g, bacto agar 20g, 0.5% 2,3,5-tetrazolium Cl sol. 10ml, 증류수 1l)에 토양시료별로 3사레씩 처리하였다. 처리가 끝난 培地는 30°C에 48시간 동안 보존한 후 Husain과 Kelman의 방법(5)에 따라 病原性型 colony 수를 조사하였다. 즉 赤色 colony는 非病原性型, 中央에 pink色을 나타내는 白色 colony는 病原性型으로 판정하였다.

非病原性菌株處理가 病原菌의 植物體內 侵入 및 增殖에 미치는 影響.  $^{32}$ P로 標識된 病原性菌株懸濁液 및 非病原性菌株懸濁液에 담배 뿌리를 沈漬시켜 30°C에서 24시간 동안 보존하였으며, 비병원성균주현탁액에 24시간 동안 沈漬處理된 담배 뿌리를 다시 24시간 동안  $^{32}$ P로 標識된 비병원성균주현탁액에 침지 처리 하였다. 細菌을  $^{32}$ P로 標識시키기 위하여 田中等(15), 田中과 都丸(16)의 방법에 따라  $H_3^{32}PO_4$ 를 첨가한 감자培地( $10\mu\text{C}/\text{ml}$ )를 사용하여 30°C에서 24시간 동안 振盪培養하였다. 배양이 끝난 세균은 8,000g에서 20分間 원심분리하여 증류수로 2회 세척, 培養液을 제거하고 다시 증류수를 가하여 세균현탁액( $10^9$  CFU/ml)을 조제하였다. 처리가 끝난 담배는 세척하여 70°C에서 乾燥시킨 다음 1週日 동안 X-ray film에 感光시켰다.

또 건조된 담배를 뿌리와 줄기, 잎으로 나누어 部位別 放射能을 측정하였다. 방사능측정에는 scintillation counter(Beckman LS 1000c)를 이용하였으며 試料의 조제는 朴等(10)의 방법에 의하였다. 즉 마세된 담배조직 0.2g에 0.7N-HCl 3ml를 가하여 95°C에서 3시간 동안 분해, 추출한 후 이과하고이

여액에 charcoal(Sigma c-5385) 1.5g을 넣어 탈색시킨 후 다시 여과하고 증류수를 가해 25ml가 되게 하였다. 여기서 1ml를 취해 Bray용액(PPO 4g, P-OPOP 0.2g, naphthalene 60g, ethylene glycol 20g, methanol 100ml, dioxane 880ml) 10ml를 가하여 방사능을 측정하였다.

또 동일한 농도의 병원성 및 비병원성균주의 현탁액에 각각 24시간 동안 담배 뿌리를 침지 처리하였으며, 비병원성균주에 前處理된 담배 뿌리를 병원성균주의 현탁액에 6~24시간 동안 침지처리하고 이들 담배의 줄기와 뿌리의 즙액을 tetrazolium 한천배지에 pour-plate method로 처리하여 병원성 및 비병원성형 colony수를 조사하였다.

以上 실험에는 파종 후 7週日된 BY4 품종의 담배를 사용하였으며 방사선 사진을 얻기 위하여 처리별 2株를, 식물체의 部位別 방사능 측정을 위해서는 처리별 3株를, 담배조직에서 추출된 세균의 colony수를 조사하기 위해서는 처리별 5株를 사용하였다.

結 果

非病原性菌株處理에 의한 세균성마름병 防除效果. 비병원성균주의 현탁액을 담배 本圃移植 前後로 2회에 걸쳐 根圈土壤에 처리한 결과, 感受性品種인 BY4의 경우에는 세균성마름병의 發病率이 無處理의 50% 수준으로 수확 초기인 7월 상순까지 유지되었다(그림 1). 그러나 그 후 病發生이 급진전되어 收穫이 끝나는 7월 말에는 無處理와 같은 수준의 發病을 보였다. 抵抗性 品種인 NC 82의 경우에는 處理間 發病率의 차이가 인정되지 않았으며 BY 4의

경우에 乾葉重이 약 35% 증가되었고 kg당 代金이 약 10% 상승되어 10a당 약 50%의 收納代金이 증가되었다(표 1).

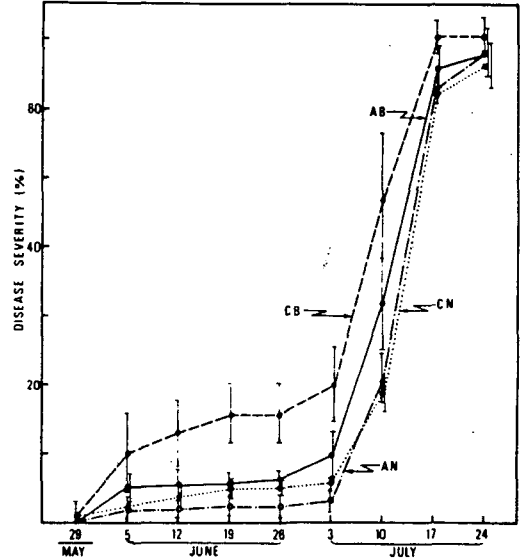


Fig. 1. Progress of bacterial wilt severity on two tobacco cultivars in the naturally infested field when 30ml of an avirulent *Pseudomonas solanacearum* suspension ( $10^9$  CFu/ml) was poured onto the rhizosphere soil per plant at 1 day before and 40 days after transplanting

- AB: cultivar BY 4 plants treated with an avirulent isolate,
- CB: cultivar BY 4 plants not treated,
- AN: cultivar NC 82 plants treated with an avirulent isolate,
- CN: cultivar NC 82 plants not treated.

Table 1. Yield, price and value of two tobacco cultivars treated with avirulent *Pseudomonas solanacearum*

Tobacco cultivar	Yield (Kg cured-leaves/10a)	Price <sup>c</sup> (Won/Kg cured-leaves)	Value (Won/10a)
NC 82 treated <sup>a</sup>	132 ± 16 <sup>b</sup>	1,994 ± 27	263,298 ± 35,289
untreated	135 ± 19	1,779 ± 54	240,165 ± 40,196
BY 4 treated	124 ± 16	2,007 ± 108	248,868 ± 20,764
untreated	92 ± 16	1,802 ± 81	165,784 ± 40,715

<sup>a</sup> Thirty ml of avirulent bacterial suspension ( $10^9$  CFU/ml) per a plant was poured onto the rhizosphere soil at 1 day before and 40 days after transplanting.

<sup>b</sup> Numbers are means ± standard deviations of three replicates. Each replicate consist of 40 plants.

<sup>c</sup> Price of cured tobacco leaves based on the price list of flue-cured leaf tobacco published by Office of Monopoly, Korea, 1985.

非病原性菌株處理가 根圈土壤內 病原菌 密度에 미치는 影響. 發病率調查期間 中 한달 간격으로 담배 根圈土壤을 채취하여 세균성마름병균의 密度를 조사한 결과 모든 처리의 細菌密度 사이에 차이가 인정

**Table 2.** Numbers of colonies of virulent *Pseudomonas solanacearum* recovered from rhizosphere soil of tobacco plants at different dates during the growing season

Tobacco cultivar	Number of colonies (10 <sup>3</sup> CFU/g soil) <sup>b</sup>			
	April	May	June	July
NC 82 treated <sup>a</sup>	0.2±0.0	9±2	16±6	177±139
untreated	2.0±0.5	44±36	9±3	115±59
BY 4 treated	0.8±0.6	22±13	21±15	25±15
untreated	0.3±0.2	22±16	29±18	27±16

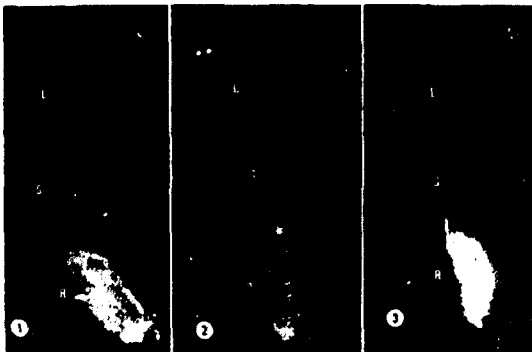
<sup>a</sup> Thirty ml of avirulent bacterial suspension (10<sup>9</sup> CFU/ml) per a plant was poured onto the rhizosphere soil at 1 day before and 40 day after transplanting.

<sup>b</sup> Values are means±standard deviations of three soil samples. Each soil suspension was pour-plated into three petridish with TTC agar medium. Virulent and avirulent bacterial colonies were identified by Husain and Kelman's method(5).

되지 않았다(표 2).

非病原性菌株處理가 病原細菌의 植物體內 侵入 및 增殖에 미치는 影響. <sup>32</sup>P로 標識된 病原性 및 非病原性菌株의 懸탁액에 각각 담배 뿌리를 침지시킨 후 X-ray film에 感光시킨 결과 모든 처리의 담배가 뿌리는 물론 줄기部位까지 film을 感光시킨 것으로 나타났다(그림 2). 또 비병원성균주의 懸탁액에 前處理된 담배 뿌리를 <sup>32</sup>P로 標識된 병원성균주의 懸탁액에 침지시킨 결과 약하게나마 역시 줄기부분까지 Film을 感光시킬 수 있었다. 이들 식물체의 部位別 放

射能을 測量한 결과 90,000cpm/g 이상의 放射能이 檢出되었으며 그 검출량은 뿌리에서 줄기, 잎으로 올라갈수록 적게 나타났다(표 3). <sup>32</sup>P로 標識된 병원균주의 懸탁액에 침지 처리된 담배 중에서 비병원성균주로 前處理되었던 담배는 無處理에 비하여 약 25% 정도의 방사능이 검출되었으며, 담배뿌리를 침지시켰던 세균懸탁액에서 원심분리기를 사용하여 세균을 제거하고 남은 餘液에서는 극히 微量의 방사능이 검출되었다.



**Fig. 2.** Radioautographs of tobacco plants treated with the suspension containing <sup>32</sup>P labeled *Pseudomonas solanacearum* for 24 hours. Tobacco plants root-dipped 1) in <sup>32</sup>P labeled virulent bacterial suspension, 2) in <sup>32</sup>P labeled avirulent one, and 3) in <sup>32</sup>P labeled virulent one after application with <sup>32</sup>P non-labeled avirulent one. (L) leaf, (S) stem, (R) root.

**Table 3.** Radioactivity measured from three parts of tobacco plants 24 hours after root-dipping in suspensions of <sup>32</sup>P labeled virulent and avirulent isolates of *Pseudomonas solanacearum*

Isolate	Plant part	Radioactivity (10 <sup>3</sup> cpm/g dry wt.)
<sup>32</sup> P labeled virulent	Leaf	261
	Stem	6,760
	Root	11,326
<sup>32</sup> P labeled avirulent	Leaf	330
	Stem	2,064
	Root	8,283
Avirulent + <sup>32</sup> P labeled virulent <sup>a</sup>	Leaf	96
	Stem	602
	Root	2,208

<sup>a</sup> : Tobacco roots were dipped in the cell suspension of <sup>32</sup>P labeled virulent isolate after root-dipping in avirulent one for 24 hours.

**Table 4.** Number of colonies of *Pseudomonas solanacearum* detected from the tobacco plants 24hours after root-dipping in virulent or avirulent bacterial suspensions

Isolate treated	Number of colonies (CFU/g fresh wt.) <sup>a</sup>			
	Root		Stem	
	V	AV	V	AV
Virulent	1,047	0	2,200	0
Avirulent	0	933	0	780

<sup>a</sup> Plant tissues were homogenized in sterilized distilled water and number of bacterial colonies was counted by pour-plate method. Values are means of five plants. The plant extract solution was pour-plated into three petridishes with TTC agar medium. Virulent or avirulent type colonies were identified by Husain and Kelman's method(5). (V)virulent type colony, (AV) avirulent type colony.

**Table 5.** Number of colonies of virulent *Pseudomonas solanacearum* detected from the tobacco plants which were dipped in a virulent bacterial suspension after root-dipping in avirulent one for 24hours

Time of root dipping <sup>a</sup> (hrs.)	No. of colonies (CFU/g fresh wt.) <sup>b</sup>	
	Root	Stem
6	64 <sup>x d</sup>	5 <sup>x</sup>
12	83 <sup>x</sup>	27 <sup>x</sup>
24	63 <sup>x</sup>	25 <sup>x</sup>
check <sup>c</sup>	1,047 <sup>y</sup>	2,200 <sup>y</sup>

<sup>a</sup> Tobacco root were immersed in virulent bacterial suspension (10<sup>9</sup> CFU/ml).

<sup>b</sup> Plant parts were homogenized in sterilized distilled water and number of bacterial colonies was counted by pour-plate method. Virulent and avirulent bacterial colonies were identified by Husain and Kelman's method (5). Values are means of five plants. The plant extract solution was pour-plated into three petridishes with TTC agar medium.

<sup>c</sup> Tobacco roots were dipped in the cell suspension of the virulent isolate without pre-treatment of the avirulent isolate.

<sup>d</sup> Means followed by the same letter were not significant at  $p=0.05$ , based on Duncan's multiple range test.

담배 뿌리를 병원성 및 비병원성균주의 현탁액 각각 24시간 동안 침지처리한 후 뿌리와 줄기의 현탁액에서 세균의 밀도를 조사한 결과, 비병원성균주에 처리된 담배의 경우에는 뿌리와 줄기에서 검출된 세균의 밀도 사이에 큰 차이가 없었으나 병원성균주에 처리된 담배에서는 줄기에서 검출된 세균의 밀도가 뿌리에서 보다 2배 이상 높게 나타났다(표 4). 한시간 24시간 동안 비병원성균주에 前處理된 담배 뿌리-병원성균주의 현탁액에 6~24시간 동안 침지처리된 식물체의 줄기와 뿌리의 즙액에서 병원성균의 밀도를 조사하였다. 그 결과 병원성균주만 단독으로 접종하였을 경우에 비하여 뿌리에서의 세균밀도는 1% 미만, 줄기에서의 밀도는 약 1%에 불과하였고 24시간의 경과에 따른 식물체내 병원성균의 밀도 증가는 인정되지 않았다(표 5).

## 考 察

李等(17)은 非病原性 *P. solanacearum*을 담배뿌리의 뿌리에 處理하고 圃場에 移植한 결과 7월 상순까지는 30% 정도의 세균성마름병 방제효과가 유지되었으나 그 후 無處理와 같은 수준의 發病率을 보였다 고 하였다. 본 시험에서는 그들의 處理에 비하여 담배 移植 40日 後에 한번 더 비병원성균주를 처리하였으나 역시 7월 중순 이후의 發病抑制에는 실패하였다. 그러나 잎담배 收穫初期인 7월 상순까지 發病이 크게 抑制된 결과 10a당 收納代金으로 환산하여 40% 이상의增收效果를 얻을 수 있었다.

담배栽培期間中 비병원성균주에 처리된 담배와 無處理담배의 根圈土壤에서 病原細菌密度 사이에 차이가 없는 것으로 조사되었기 때문에 본 시험에서 發病이 억제되었던 이유를 비병원성균주의 처리에 의한 병원균의 土壤內 密度增加가 억제된 때문이라고 생각할 수는 없었다.

<sup>32</sup>P로 標識된 비병원성균주의 현탁액에 뿌리를 침지시킨 담배의 줄기부분까지 X-ray film이 感光되었고 또 이 담배의 줄기와 잎에서 높은 放射能이 檢出되었기 때문에 비병원성균주도 병원성균주와 마찬가지로 담배 뿌리의 상처를 통해 식물체에 침입하여 1位組織으로 이동할 수 있으며, 줄기와 잎에서 검출된 방사선의 양을 비교할 때 식물체에 대한 침입력이나 식물체 내에서의 이동속도에서도 병원성균주와 큰 차이가 없는 것으로 생각되었다. 그리고 본 시험

에서 사용된 세균현탁액에서 세균을 제거한 결과 남은 餘液에서는 극히 微量의 방사능만이 검출되었기 때문에 담배조직에서 검출된 방사능은 식물체에 침입한 세균의  $^{32}\text{P}$ 에 의한 것이며 현탁액 속에 漏出 또는 殘存되었던  $^{32}\text{P}$ 에 의한 것은 아니라고 생각되었다. 小野 等(9)도 비병원성 *P. solanacearum*을 담배 뿌리에 接種한 결과 식물체에 침입하여 上向移動을 하였다고 본 실험결과와 같은 경향을 보고하였는데, 그는 비병원성균주에 비하여 병원성균주의 이동 속도가 빠르며 특히 이러한 이동 속도의 차이는 뿌리에서 보다 줄기에서 현저하다고 하였다. 그러나 그들의 실험결과는 bacteriophage를 사용하여 식물체의 部位別 生菌數를 조사한 것이기 때문에 최초로 식물체의 뿌리로 침입한 세균이 줄기로 이동하여 검출된 것인지, 아니면 그들의 增殖된 後孫이 검출된 것인지 판단하기 어려웠다. 본 시험에서도 세균현탁액에 처리된 담배 줄기에서 生菌數를 조사한 결과, 병원성균주의 밀도가 비병원성균주에 비하여 크게 높았는데 그 이유는 두 菌株의 植物體內 증식속도 차이에 있었던 것으로 생각된다. 李 等(17), 田中(14)는 人工培地나 土壤 속에서 培養한 경우에 병원성균주에 비하여 비병원성균주의 증식속도가 훨씬 빠르다고 하였는데 寄主植物體 內에서 이들의 증식속도는 이와 일치하지 않는 것 같다.

Graham 等(4), Sequeira 等(12)은 비병원성 *P. solanacearum*의 脂質多糖類(lipopolysaccharide)가 담배의 mesophyll cell wall에 부착되어 微細構造의 변화를 일으켜 세균성마름병에 대한 저항성을 誘導한다고 하였고, Chen 等(3)도 비병원성균주가 담배 뿌리의 感染部位(infection site)를 先占하여 發病을 억제한다고 하였다. Rothmell과 Sequeira(11), Obukowicz와 Kennedy(8), Nadolny와 Sequeira(7), 田中(14)는 *P. solanacearum*의 비병원성균주, 또는 熱處理하여 죽인 細菌을 담배에 接種한 결과 病原細菌의 生育을 억제하는 inhibitor의 生成, phenolic의 증가, polyphenol oxidase나 peroxidase의 活性上昇 등을 볼 수 있었다고 하였다. 본 시험에서 비병원성균주로 前處理된 담배에  $^{32}\text{P}$ 로 標識된 병원성균주를 接種한 경우에 前處理되지 않은 담배에 비해서 방사능 검출량이 25%에 지나지 않았고, 담배조직내 병원성균의 生菌數도 10% 미만에 불과하였으며 이 병원성균의 밀도가 時間의 經過에 따라 증가되지 않았다. 따라서 본 실험결과만으로 어떤 機作에 의해 병

원균의 담배에 대한 침입이나 담배줄기 내에서의 증식이 억제되었는지는 분명하지 않으나, 담배뿌리에 비병원성 *P. solanacearum*을 前接種한 경우에 이 비병원성균주가 담배의 導管을 따라 上行, 增殖하면서 그 후 식물체에 접근하는 병원균의 침입이나 식물체에서의 증식을 억제하여 세균성마름병의 發病을 遲延시키는 것으로 생각된다. 그리고 이러한 發病抑制가 극복되어 7월 중순 이후에 病이 급진전된 이유 중의 하나는 아마도 비병원성균주의 식물체내 증식속도가 병원성균주에 비하여 크게 뒤진 때문이었을 것으로 추측되었다.

### 參 考 文 獻

1. ABO-EL-DAHAB, M.K. & EL-GOORANI, M. A. (1969). Antagonism among strains of *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* 59: 1005-1007.
2. CHEN, W.Y. & ECHANDI, E. (1984). Effect of avirulent bacteriocin-producing strain of *Pseudomonas solanacearum* on the control of bacterial wilt of tobacco. *Plant Pathology* 33: 245-253.
3. CHEN, W.Y., ECHANDI, E. & SPURR, H.W., Jr. (1981). Protection of tobacco plants from bacterial wilt with avirulent bacteriocin-producing strains of *Pseudomonas solanacearum*. in: 5th Int. Conf. on plant pathogenic bacteria, Ed. by J.C. Lozano, pp.482-492. Centro Int. Agric. Tropical. Cal., Columbia, U.S.A.
4. GRAHAM, T.L., SEQUEIRA, L. & HUANG, T.R. (1977). Bacterial lipopolysaccharides as inducers of disease resistance in tobacco. *Appl. and Environ. Microbiol.* 34: 424-432.
5. HUSAIN, A. & KELMAN, A. (1958). Relation of slime production to mechanism of wilting and pathogenicity of *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* 48: 155-165.
6. KEMPE, J. & SEQUEIRA, L. (1981). Biological control of bacterial wilt of tobacco: Attempts to induced resistance by treating tubers with bacteria. *Plant Disease* 67: 499-503.
7. NADOLNY, L. & SEQUEIRA, L. (1980). In-

- crease in peroxidase activities are not directly involved in induced resistance in tobacco. *Physiol. Plant Pathol.* 16 : 1-8.
8. OBUKOWICZ, M. & KENNEDY, G.S. (1981). Phenolic ultracytochemistry of tobacco cells undergoing the hypersensitive reaction to *Pseudomonas solanacearum*. *Physiol. Plant Pathol.* 18 : 339-394.
  9. 小野印明・原秀紀・赤澤順子. (1984). タバコ立枯病の發生生態に關する研究. 第5報. タバコ植物體中における病原細菌の移動. 岡山タバコ試報 43 : 41-46.
  10. 朴蕙・尹鍾赫・李美京・趙炳九・卞貞洙・李鍾律. (1984). 第4章 物質代謝에 關한 研究. 栽培條件이 原料菸의 內空內白素質에 미치는 影響 研究. 韓國人蔘煙草研究所. pp.129-160.
  11. ROTHMELL, W.G. & SEQUEIRA, L. (1975). Induced resistance in tobacco leaves: The role of inhibitors of bacterial growth in the intercellular fluid. *Physiol. Plant Pathol.* 5 : 65-73.
  12. SEQUEIRA, L., GAARD, G. & DEZOETEN, G. A. (1977). Interaction of bacteria and host cells walls: its relation to mechanisms of induced resistance. *Physiol. Plant Pathol.* 10 : 43-50.
  13. TANAKA, H. (1983). Protection of tobacco and tomato against root infection of *Pseudomonas solanacearum* by heat-killed bacterial cells. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 49 : 66-68.
  14. 田中博. (1985). タバコ立枯病に對する抵抗性誘導とその機構. 宇都宮タバコ試報 21 : 1-66.
  15. 田中行久・多川閃・都丸敬一. (1966). タバコ立枯病菌の放射性りん(<sup>32</sup>P)による標識法について. 日植病報 32 : 5-9.
  16. 田中行久・都丸敬一. (1970). タバコ立枯病菌の感染機構に關する研究. 秦野タバコ試報 61 : 67-86.
  17. 李永根・金政和・朴元穆. (1985). 非病原性 *Pseudomonas solanacearum*을 利用한 담배세균성마름병의 防除. 韓식병지 1 : 17-21.
  18. ZEHR, E.I. (1971). Pathogenesis as influenced by the interaction of two virulent strains of *Pseudomonas solanacearum* in inoculated tobacco plants. *Phytopathology* 61 : 978-989.
  19. 전매청. (1978). 잎담배 감정규정. 전매청 훈포집. pp.165-217.