

# 各種元素對高粱紋枯病菌 ( *Rhizoctonia solani* Kühn AG-1 ) 的影響

吳文希<sup>1</sup> 謝廷芳<sup>2</sup>

1. 臺北市國立臺灣大學植物病蟲害學系病理組
2. 臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所植病系

( 接受日期：民國 79 年 12 月 26 日 )

## 摘 要

吳文希、謝廷芳 1990 各種元素對高粱紋枯病菌 ( *Rhizoctonia solani* Kühn AG-1 ) 的影響 植保會刊 32:265~276

*Rhizoctonia solani* AG-1 培養在缺氮、磷、鉀、鈣或矽的培養基上，菌絲生長速率由 30.8 至 37.7 ( 毫米 / 天 ) 不等，其中在缺氮、鉀或鈣的狀態下，生長速率緩慢與對照組呈顯著差異 (  $p = 0.05$  ) ; 菌核形成的數目，由 10 至 142 個 ( 菌核 / 平板 ) 不等，其中於缺氮或磷狀態下，菌核形成遭受抑制，而缺氮或鈣時，菌核的百粒重最輕，分別比對照組減少了 31.2% 和 34.1% ，但在缺矽的情況下菌核形成數目最多，且百粒重比對照組多 42.8% 。將 *R. solani* 培養於各種元素缺乏營養液中三星期後，在缺氮、缺磷或缺鉀的情形下菌絲生長不良，且菌絲乾重量與對照組呈明顯差異 (  $p = 0.05$  ) 。將本菌在元素缺乏營養液中連續移殖培養五次後，對高粱幼苗或成株的致病力無降低或喪失的效用。在處理 0.1% ( W/W ) 尿素和碳酸鈣肥料之土壤平板上，*R. solani* 的生長會受到抑制。將 0.1% ( W/W ) 硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀、碳酸鈣和矽酸等肥料分別處理含 *R. solani* 的土壤，發現在各種肥料處理第三個星期時，其族群數量有下降的趨勢，然而除碳酸鈣處理土壤中的族群與數量回復較慢外，其餘各處理於七星期後都有回昇至原來數量的趨勢。高粱的生長會受到營養供應的影響，在缺氮、磷或鉀的營養下栽培時，植株生長不良，且對 *R. solani* 的為害毫無抵抗性，而噴施完全之營養液可使產量明顯地比對照組增加，且可抑制紋枯病的病勢發展。

( 關鍵字：高粱、*Rhizoctonia solani*、營養缺乏、致病力、肥料 )

## 緒 言

一般農民於種植高粱或其他作物時，均常施用肥料來補充土壤肥力，因而直接調節了作

物的營養及活力狀態。營養與生物體的關係有三種：1) 作為供應能量產生之有機物質。2) 供應有機體所需但不能合成的有機物質。3) 供應生長所需之礦物營養<sup>(7)</sup>。Weinhold 等氏<sup>(40)</sup>

指出土壤傳播性真菌如 *R. solani* Kühn 通常需要外來營養 (exogenous nutrients) 才能感染寄主。目前除明瞭營養對 *R. solani* 的致病力 (virulence) 會產生影響外<sup>(21,30,41)</sup>，關於營養對其生長、殘存及對其引起之病害所產生的影響如何，則有待進一步澄清；因為本省農田長期密集使用，種植作物時必會使用肥料，因此實有必要瞭解高粱紋枯病原對肥料的各種反應情形，以便適當地調整肥料的施用，而達降低病害的目的。

### 材料與方法

#### 供試植物與菌株來源

供試高粱品種，為台中五號，種子來自農林廳種苗繁殖改良場。另自台大農場採集高粱、玉米和水稻罹病株，以組織分離法分離共得 30 個 *R. solani* 菌株，經柯霍氏法則 (Koch's postulates) 確定病原性後，選取 RsT0201 菌株做為本研究之供試菌源。經菌絲融合測定<sup>(33)</sup>，確定本供試菌屬於 AG-1。

#### 元素缺乏營養液之配製

元素缺乏營養液之配製法如表一，完全營養液乃依 Hoagland 和 Snyder<sup>(23)</sup> 營養液之配方加以改變，各元素之組成分含量見表二。將各主要元素化合物配成 1M (體積莫耳濃度，莫耳/公升) 溶液，分別盛裝於三角玻璃瓶中，在 20°C 定溫箱貯存備用；配製鐵的母液：取 5 克 Fe-EDTA 溶於 1 公升蒸餾水中，裝於褐色玻璃瓶中，貯存於 20°C 下；另再配製微量元素母液：取 1.81 克氯化錳、0.22 克硫酸鋅、0.08 克硫酸銅、0.02 克鉬酸鉍和 2.86 克硼酸，溶於 1 公升蒸餾水中，貯存於 20°C 下；然後依表一所列之毫升數分別加入 1 公升水中，並以 1 N HCl 和 1 N NaOH 調整 pH 值為 5.6~6.0。以上所用之藥品皆為和光一級試藥。

#### 各種元素對病原菌生長的影響

各種元素缺乏之營養液加 2% (W/V) 的洋菜粉 (Difco Bacto-agar) 和 1% (W/V) 的葡萄糖 (和光特級試藥)，經 120°C、1.05 kg/cm<sup>2</sup> 20 分鐘殺菌處理後，製成元素缺乏培

表一、元素缺乏營養液的組成

Table 1. The composition of different element-deficient nutrient solutions

Chemical <sup>1)</sup>	Formulation of nutrient solution (ml/l) <sup>2)</sup>					
	CK	- N	- P	- K	- Ca	- Si
KNO <sub>3</sub>	2.5	0	2.5	0	2.5	2.5
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.5	0	2.5	2.5	0	2.5
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0	2.5	0	0	0	0
KCl	0	2.5	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1.6	0	1.6	1.6	1.6	1.6
NaNO <sub>3</sub>	0	0	0	2.5	5.0	0
SiO <sub>2</sub>	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0
Micronutrient	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fe-EDTA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

1) All chemicals were prepared by adding 1 mole into 1 liter distilled water, the micronutrient presented that 1 liter distilled water contained 1.81g MnCl<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O, 0.22g ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 0.08g CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, 0.02g (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O and 0.86g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. Fe-EDTA presented 1 liter distilled water contained 5g Fe-EDTA.

2) CK presented no macro-element was lacking, "-" presented element lacking.

表二、元素缺乏營養液的元素含量

Table 2. The amount of element in different element-deficient solutions

Nutrient <sup>1)</sup> solution	Amount of element (mg/l)								
	N	P	K	Ca	Si	Mg	S	Cl	Na
CK	150	15	100	100	50	48	64	0	23
- N	0	15	100	100	50	48	64	266	23
- P	150	0	100	100	50	48	64	0	0
- K	150	15	0	100	50	48	64	0	80
- Ca	150	15	100	0	50	48	64	0	138
- Si	150	15	100	100	0	48	64	0	23

1) CK presented no macro-element was lacking, “-” presented element lacking.

養基，然後移殖於2%洋菜培養基上培養2天、以0.6公分口徑打孔器打取病原菌菌絲尖端的圓盤 (disc)，每處理10重覆，以完全營養液做成的培養基為對照組，置於24°C定溫箱中，每隔12小時量取菌落直徑。同法每隔7天記錄菌核形成之數目，並於第三個星期收集菌核，稱取菌核重量，每處理10重覆，以完全營養液做成的培養基為對照組。

另取一塊菌絲圓盤，置於50毫升含1%葡萄糖的各種不同元素缺乏之營養液中，每處理10重覆，以含1%葡萄糖的完全營養液為對照組，經25°C、21天後，過濾取出菌絲團 (mycelial mass)，置於烘乾箱 (dry oven) 中，以80°C 3小時烘乾，隨即稱重。

#### 各種元素對病原菌致病力的影響

將RsT0201菌株培養於50毫升、含1%葡萄糖的各種不同元素缺乏之營養液中，置於24°C定溫箱，每三星期以新鮮的各元素缺乏培養基移殖培養一次，並連續移殖五次，分別取各營養液中連續移殖培養一次和五次的菌絲團，以均質機 (Waring, commercial blender) 加無菌水打散30秒<sup>(21)</sup>，將此菌絲片段 (約1~3 mm) 稀釋成1000片段/毫升，然後取100毫升噴灑接種於生長一個月大，每盆 (17×17×11) 10株高粱的植體上，置於溫室中，每處理四重覆，以培養於完全營養液且連續移殖五次和馬鈴薯葡萄糖營養液 (PDB) 二星期之菌絲片段接種做為對照組，10天後記錄植株罹病情形。

另於土池 (390×100公分) 中栽種高粱，每行10株，行距30公分，株距10公分，共栽植12行120株，於抽穗期 (約種植二個月) 灌注接種上述病原菌菌絲片段稀釋液100毫升於植株莖基部，每處理五株四重覆，以培養於完全營養液和PDB之菌絲片段接種為對照組，一個月後記錄病害發生情形。發病度 (severity) 計算公式<sup>(3)</sup>：高粱紋枯病之發病度=葉鞘病斑大小/莖長。

#### 肥料對病原菌生長的影響

將硫酸銨、硝酸鈉、尿素、過磷酸鈣、氯化鉀、硫酸鉀、碳酸鈣 (石灰) 和氫氧化鈣 (生石灰) 等八種肥料 (台灣肥料公司出產)，分別取0.1% (W/W) 與取自台大實驗農場，經40目 (mesh) 篩子篩過之坩質壤土 (砂：坩：粘=16.7：64.2：19.1；氮0.15%、磷7.8 ppm、鉀164.2 ppm、鈣320.6 ppm、鎂283.3 ppm) 充分混合，取30克各處理土壤，展平於口徑9公分的培養皿中，並加5毫升蒸餾水，蓋上皿蓋，置於24°C定溫箱中7天，取出土壤平板，接種於2%洋菜培養基上生長2天、0.6公分直徑的 *R. solani* 菌絲塊，於24°C定溫箱中培養，每隔四小時以解剖顯微鏡觀察菌絲生長情形<sup>(28)</sup>。每處理四重覆，另以不加任何肥料者為對照組。

#### 肥料對病原菌存活的影響

取0.1% (W/W) 硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀、碳酸鈣和矽酸等五種肥料，分別與砂土 (砂：坩質壤土=3：1) 充分混合，各取

500克處理土壤裝於塑膠盆（口徑9公分，高8公分），並加50毫升蒸餾水，置於濕室（moist chamber，濕度約90%~100%）中7天，隨後每盆添加培養於蛋白胨葡萄糖培養液（Peptone dextrose broth）7天、鮮重2克之病菌菌絲片段<sup>(21)</sup>，並攪拌均勻，再置於濕室中，每隔二星期以2%洋菜培養基回測土壤中病原菌之繁殖體數目<sup>(2)</sup>，每處理四重覆，以不加任何肥料者做為對照組。

#### 各種元素與高粱紋枯病病勢發展之關係

將10公升各種不同元素缺乏之營養液，分別裝於塑膠盆（41×31×12公分）內，盆面蓋以保麗龍板，播種經消毒和催芽後長成0.5~1.0公分綠色苗的高粱，每盆栽種三行，每行五株，行距10公分，株距8公分，每天給予通氣6~8小時，每隔10天換一次營養液，每處理四重覆，以完全營養液為對照組，二個月後，以在馬鈴薯葡萄糖洋菜培養基平板上，經24°C生長7天的*R. solani*菌絲塊（1×2公分）一塊，接種於高粱植株莖基部，一個月後記錄植株生長情形和紋枯病斑大小，依前述發病度計算方法評估發病情形。

另將土池開溝分成三個試區，每試區種植高粱三行，每行9株，行距30公分，株距10公分，種植高粱一個月後，以250毫升稀釋100倍之完全營養液，每隔一個星期噴施葉面一次，直至抽穗期為止，另以自來水為對照組，每處理三重覆，隨即接種*R. solani*菌絲塊一塊於莖基部，經一個月後依前述病級記錄紋枯病發病情形。

## 結 果

### 各種元素對病原菌生長之影響

*R. solani*於各種不同元素缺乏培養基平板上培養24小時後，在缺磷和缺矽處理下，菌絲生長較快（表三），而在缺氮、缺鉀和缺鈣的情形下菌絲生長較慢，其菌落大小與對照組均呈明顯差異（ $p = 0.05$ ），而培養60小時以後，缺磷和缺矽之處理下菌絲生長與對照組無明顯差異，但缺氮、缺鉀和缺鈣處理下，菌絲生長受到明顯抑制。就生長速率而言，缺磷和缺矽處理者與對照組無差異，然而在缺氮、缺鉀和缺鈣處理者則與對照組呈明顯差異，且生長速率依次遞減。

*R. solani*在各種元素缺乏之培養基上，菌核形成的數目會受到營養缺乏的影響（表四），在缺矽的狀態下菌核形成數目最多，且百粒菌核重亦最重，顯示缺矽時利於菌核之形成，而在缺氮和缺磷時菌核形成數目最少，尤其缺氮時菌核形成受到極明顯的抑制，菌核重量亦輕，而缺鈣的情形下菌核數目雖無明顯減少，但菌核大小和百粒重為各處理中最小者，顯示*R. solani*在缺氮、缺磷和缺鈣的情況下，菌核之發展會受到抑制。

*R. solani*培養於各種不同元素缺乏營養液中，經三個月後，缺鈣、缺矽和對照組處理者，菌絲佔滿營養液表面，並結集成一層厚的深褐色菌絲褥，上面形成一些圓球形的大菌核，且此三處理者之菌絲乾重量無明顯差異（表五）；在缺鉀培養的情形下本菌雖佈滿並平鋪於營養

表三、各種不同元素之缺乏對立枯絲核菌在培養基上生長之影響

Table 3. The effect of different element-deficient media on mycelial growth of *Rhizoctonia solani*

Time (hours)	Diameter of colony (mm)					
	Medium <sup>1)</sup>					
	CK	- N	- P	- K	- Ca	- Si
24	37.0 B <sup>2)</sup>	35.4 C	37.7 A	35.1 C	30.8 D	37.4 A
60	93.0 A	88.6 C	93.0 A	92.1 B	88.9 C	92.7 A

1) All media were added with 1% glucose.

2) Values followed by the same letter in each row are not significantly different at  $p = 0.05$  according to Duncan's multiple range test.

表四、各種不同元素之缺乏對立枯絲核菌在培養基上形成菌核之影響

Table 4. The effect of different element-deficient media on the development and weight of sclerotia of *Rhizoctonia solani*

Media	Number of sclerotia / plate			weight (mg) / 100 sclerotia
	1 wk	2 wk	3 wk	
CK	73	84	97 BC <sup>1)</sup>	173 B
- N	0	8	10 E	119 C
- P	66	68	75 D	205 B
- K	86	101	119 B	180 B
- Ca	45	65	83 CD	114 C
- Si	108	127	142 A	247 A

1) Values followed by the same letter in each column are not significantly different at  $\rho = 0.05$  according to Duncan's multiple range test.

表五、各種不同元素之缺乏溶液對立枯絲核菌生長之影響

Table 5. The effect of different element-deficient solutions on the growth of *Rhizoctonia solani*

Cultural solution <sup>1)</sup>	Mycelial dry weight (mg) <sup>2)</sup>
CK	263 A <sup>3)</sup>
- N	39 C
- P	37 C
- K	113 B
- Ca	265 A
- Si	261 A

1) All solutions are added with 1% glucose.

2) Cultured at 24°C for 3 weeks.

3) Values followed by the same letter in each column are not significantly different ( $\rho = 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

液表面，但菌絲呈淡褐色且菌絲層的厚度比對照組小；而在缺氮和缺磷狀態下培養的 *R. solani*，前者之菌絲稀疏地平鋪於液面上，後者菌絲無法平鋪於培養液表面，而只結集成菌絲團沈浮於營養液中，且部分菌絲會變成黑色。菌絲乾重量以缺氮和缺磷培養時最輕，其次是缺鉀，三者菌絲乾重量均與對照組呈顯著差異 ( $\rho = 0.05$ )，可知在缺氮、缺磷和缺鉀的情形下菌絲生長受到抑制。

#### 營養對病原菌之致病力的影響

將 *R. solani* 在各種不同元素缺乏之營養液中連續移殖培養五次的菌絲和在馬鈴薯葡萄糖

營養液 (PDB) 上培養二個星期的菌絲，分別接種於盆栽一個月的高粱植株和三個月之成株時，其對高粱之致病力與對照組並無明顯差異，顯示本菌在各種元素缺乏之狀態下培養時，其致病力並不會因而喪失或降低。

#### 肥料對病原菌生長之影響

以三種氮肥、一種磷肥、二種鉀肥和二種鈣肥處理土壤後，測試 *R. solani* 菌絲在各處土壤平板上生長情形。三種氮肥中以尿素最能有效地抑制病原菌生長，而硫酸銨和硝酸鈉之抑制效果不佳 (表六)；過磷酸鈣對菌絲生長有促進的效果；氯化鉀和硫酸鉀亦不能明顯抑制

菌絲之生長；而二種鈣肥中，碳酸鈣能有效地抑制菌絲生長，氫氧化鈣雖也能抑制菌絲生長，但與對照組無明顯差異。

#### 肥料對病原菌存活之影響

當 *R. solani* 菌絲拌入分別處理硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀、碳酸鈣和矽酸等的砂土中一個星期後，在各處理土壤中的族群數量為 90 ~ 100 個繁殖體 / 10 克砂土不等，與對照組的繁殖體數目無明顯差異（表七）；三個星期後，各處理土壤中 *R. solani* 的數量都顯著地下降，

尤其是處理過磷酸鈣和碳酸鈣的土壤；但至第五個星期後，各處理土壤中本菌的數量漸漸回升，且除了碳酸鈣處理者與對照組之數量有明顯差異外，其餘處理與對照組無顯著差異；而第七個星期後，各處理土中除了碳酸鈣處理外，其他處理中之族群數量均有回復至第一個星期時的數量之勢。顯示除碳酸鈣肥料能較長時間有效降低繁殖體數目外，其餘處理均只能短暫地降低土壤中 *R. solani* 的繁殖體。

各種元素與高粱紋枯病病勢發展之關係

表六、不同肥料對立枯絲核菌在土壤表面生長之影響

Table 6. The effect of fertilizers on mycelial growth of *Rhizoctonia solani* on soil for 32 hours.

Treatment <sup>1)</sup>	Mycelial growth (mm)
CK	33.50 ABC <sup>2)</sup>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	27.75 BCD
NaNO <sub>3</sub>	27.25 BCD
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	10.50 E
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	39.00 A
KCl	35.50 AB
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	33.00 ABC
CaCO <sub>3</sub>	19.25 DE
Ca(OH) <sub>2</sub>	24.00 CD

1) All fertilizers were amended with 0.1% (w/w) in 30 g soil.

2) Values followed by the same letter in column are not significantly different ( $\rho = 0.05$ ) according to Duncan's range test.

表七、各種不同肥料對立枯絲核菌在土壤中存在之影響

Table 7. The effect of fertilizers on the existence of *Rhizoctonia solani* in soil

Treatment <sup>1)</sup>	Propagules/10g soil			
	1 wk	3 wk	5 wk	7 wk
CK	90 A <sup>2)</sup>	73 AB	88 AB	90 AB
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	90 A	83 A	88 AB	93 A
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	93 A	45 D	75 BC	85 BC
KCl	95 A	53 BCD	90 A	90 AB
CaCO <sub>3</sub>	100 A	38 D	73 C	75 C
SiO <sub>2</sub>	98 A	70 ABC	88 AB	90 AB

1) All fertilizers were amended with 0.1 (w/w) in 500 g soil, CK = No fertilizer was amended.

2) Values followed by the same letter in each column are not significantly different ( $\rho = 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

高粱以水耕法在各種不同元素缺乏之營養液中栽培，經三個月後，缺氮、缺磷和缺鉀的情況下植株生長較差，高度比較矮小，莖圍也較小，且都與對照組呈顯著差異 ( $p = 0.05$ ) (表八)；而缺鈣和缺矽的情形下植株高度與對照組之間無明顯差異，但是缺鈣者的莖圍比對照組小，而缺矽時植株之莖圍與對照組無差異存在，在缺氮、缺磷和缺鉀的狀態下培養時植株無法孕穗，缺鈣的情形下穗長與對照組呈顯著差異，然而在缺矽的狀態下其穗長與對照組卻無差異性存在。結果顯示缺氮、缺磷和缺鉀的情況下，植株的生長會受到抑制，而且對紋枯病的抵抗力弱，尤其缺鉀時整株植物體幾乎被紋枯病摧殘殆盡，最後植物體乾枯而死，然而在缺鈣和缺矽的情況下，紋枯病的發病度與對照組並無顯著差異 (表八)。

栽種於溫室中之高粱，其葉面經噴施營養液後，測試對紋枯病發病度之影響；顯示營養液能有效抑制紋枯病的發病度 (表九)，而且可使產量顯著地比對照組高。

## 討 論

爲了明瞭營養元素對 *R. solani* 的影響，將本病原菌培養於各種不同元素缺乏之營養液，加洋菜和 1% 葡萄糖的培養基平板上，測試菌

絲生長速率、菌核形成的數目和百粒重；發現在各處理之下菌絲生長速率由 30.8 至 37.7 毫米 / 天不等，一般由植物地上部分離所得的菌株，包括 "sasakii" 型，生長快速<sup>(17,29)</sup>，生長速率範圍爲 20 ~ 37 毫米 / 天，平均則爲 28 毫米 / 天<sup>(16)</sup>。但供試菌株 (*RsT0201*) 在本試驗中於缺氮、鉀或鈣的營養下培養時，生長速率減緩；通常當菌絲生長至培養基邊緣時，菌核才開始形成<sup>(4)</sup>，但在營養貧乏下菌核形成數量少且小，而於營養豐富的培養下菌核形成多且大<sup>(31)</sup>；本菌在本試驗中顯示於缺氮或磷下，菌核形成受到抑制，而缺氮或鈣情形下菌核較小。另外培養基中氮和磷的含量會影響菌核大小、顏色和分佈，以各種不同元素缺乏之營養液培養，在缺氮、磷或鉀的情況下菌絲顏色較淡、菌絲乾重較輕且不易形成菌核；Steinberg<sup>(36)</sup>曾指出，營養缺乏會抑制 *R. solani* 菌絲生長、顏色喪失和減少菌核形成。Flentje 和 Saksena<sup>(19)</sup>也認爲本菌於任何一種培養基上生長時，表面菌絲顏色和厚度，氣生菌絲之量、顏色和菌落之環紋等都有很大的差異。

*R. solani* 對寄主的致病力，端賴於其族群的大小和營養的供應<sup>(8,35)</sup>。當本菌菌絲均質培養於酵母葡萄糖培養液 (yeast dextrose broth) 其對菜豆的致病力比培養於馬鈴薯葡萄糖培

表八、各種不同元素缺乏狀態對高粱在水耕栽培下生長及紋枯病發生之影響

Table 8. The effect of deficient different elements in water culture on the development of sorghum and sheath blight

Item <sup>1)</sup>	Element-deficient solution					
	CK	- N	- P	- K	- Ca	- Si
Plant height (cm)	47.73 A <sup>2)</sup>	9.50 B	14.35 B	11.85 B	46.42 A	48.30 A
Stem height (cm)	41.94 A	9.50 B	14.35 B	11.85 B	44.25 A	43.12 A
Spike length (cm)	14.72 A	0.00 C	0.00 C	0.00 C	8.00 B	14.22 A
Stem size (cm)	3.79 A	0.60 E	1.62 D	2.31 C	3.59 B	3.85 A
Leison size (cm)	33.29	9.50	14.00	11.85	36.34	36.43
Severity	0.792B	1.000A	0.980A	1.000A	0.791B	0.816B

1) All of items were determined or calculated after 3 months of planting, severity = leison size/stem height.

2) Values followed by the same letter in each row are not significantly different ( $p = 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

表九、高粱葉表噴灑營養液對紋枯病發生之影響

Table 9. The effect of spraying nutrient solution on severity of sorghum sheath blight in greenhouse

Item <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>	
	CK	NS
Plant height (cm)	100.33 A <sup>3)</sup>	103.67 A
Stem height (cm)	78.00 A	78.67 A
Spike height (cm)	20.36 B	21.43 A
Spike weight (g)	35.78 B	47.64 A
Leison size (cm)	33.67 A	17.00 B
Severity	0.43 A	0.22 B

1) The item was same as in Table 8.

2) NS = nutrient solution, CK = water. Each value is the mean of three replicates.

3) Values followed by the same letter in each row are not significantly different ( $\rho = 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

養液 ( potato dextrose broth ) 之致病力高<sup>(21)</sup>；相似地，培養於 6% 玉米粉一砂中對豌豆的發病度比培養於 3% 的玉米粉一砂中要高<sup>(30)</sup>；而水稻紋枯病菌菌核之致病力與其菌絲生長無關，但與生長的培養基養分含量有關，由養分充足培養所得之菌核對水稻致病力大於低量養分培養所得之菌核<sup>(41)</sup>。但本試驗將 *R. solani* 菌絲培養於各元素缺乏營養液下，且連續每隔三星期移殖培養一次，共移殖五次，並接種於高粱幼苗和成株上，卻發現缺乏某些元素時，其致病力並不因此而喪失或降低。Baker<sup>(6)</sup> 認為每一個繁殖體或接種源單位都含有基因包容力 ( genetic capacity ) 和貯存能量的功能等潛力，亦即寄生菌之致病力最主要還是由基因控制。

*R. solani* 能在自然土中快速生長，而且可由土壤中直接被分離出<sup>(37,39)</sup>，在土壤中的生長速率超過 1 公分 / 天<sup>(8)</sup>；Dimock<sup>(15)</sup> 發現在溫室中的未消毒土表面上，本菌的生長速率超過 10 英寸 / 月。本實驗也證實 *R. solani* 在土表上的菌絲生長速率超過 1 公分 / 天。土壤中施用肥料對本菌的生長會產生影響，雖然施用銨態氮肥料會使土壤酸化，利於本菌的生長<sup>(26)</sup>；而施用硝酸銨和低溶解性的 Uramite M 卻可降低本菌在土壤中的活性<sup>(14)</sup>；本菌在土壤中的纏化

作用與土壤中全氮和銨態氮之含量成正相關，然而與硝酸態氮則否<sup>(32)</sup>，但是本實驗在土壤中施用 0.1% 的硫酸銨和硝酸鈉，對 *R. solani* 於土表上之生長速率卻無差異，此乃可能施用量不夠，使其效用被土壤所緩衝而消失。尿素在土壤中可放出氨<sup>(22)</sup>，並且可大量降低氧化還原電位 ( Eh )<sup>(12)</sup>，因此施用尿素可殺死白絹病菌 ( *Sclerotium rolfsii* Sacc. ) 菌核<sup>(1)</sup>。除尿素外，碳酸鈣在本實驗中亦會抑制菌絲生長，碳酸鈣可提高土壤 pH 值<sup>(18,27)</sup>，因而可能降低其生長速率，因 *R. solani* 在土壤 pH8 以上時，其生長漸衰減<sup>(8,38)</sup>。

利用 0.1% 硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀、碳酸鈣和矽酸等肥料處理土壤，再測定 *R. solani* 於土壤中的族群數量，發現處理各肥料三個星期後，族群均有下降的趨勢；然而各處理土中除了碳酸鈣處理者能明顯抑制族群數量外，其他處理經七星期後，土壤中之繁殖體數有回昇之趨勢，本實驗中 *R. solani* 族群暫時之下降，可能是因肥料誘導土壤中微生物之活力，而導致營養競爭之結果；其理由可能如同自然土中加入硝酸態氮，可增加拮抗細菌和放線菌的量而抑制豌豆根腐病菌的發芽一般<sup>(25)</sup>；同時土壤中施用氮 ( 硝酸態 )、磷、鈣、鎂、硫、鈉及錳等化合物確定會降低 *R. solani* 之族群量



(24)。

植物體的營養可決定植物對病害的抗感病性<sup>(24)</sup>。Seaside bentgrass 以沙耕法栽培時，在低營養下對 *R. solani* 之感病性比在正常營養情況下高<sup>(10)</sup>；但是大豆生長於高量營養情況下，感病性卻比低量營養下顯著地高<sup>(5)</sup>；可見營養太多或不足都利於病原菌對寄主的侵害；本實驗在溫室中以營養液做葉面噴施，發現可明顯降低紋枯病的發生。本實驗利用水耕栽培法將高粱栽種於各種不同元素缺乏之營養液下，也證實高粱在缺氮、缺磷和缺鉀的情況下栽培時，對 *R. solani* 的感病性都會明顯地增加，而且植株在缺氮、缺磷和缺鉀的情形下生長勢奇差。氮是蛋白質中的胺基酸及葉綠素等之主要成分，缺乏時生長受阻，主根雖然很長但無側根，葉呈萎黃，葉片小而硬；缺磷時葉片亦小，葉色暗綠，分蘖受阻，根部生長差；而缺鉀時植株矮小但分蘖旺盛，有叢莖狀。所以土壤中缺乏氮、鈣、鎂、鐵和硫時會增加大豆對 *R. solani* 的感病性<sup>(11)</sup>，缺氮時草皮褐斑病 (turf brown patch)<sup>(9)</sup>、棉花<sup>(34)</sup>和亞麻<sup>(20)</sup>等之立枯病均會增加。

### 謝 辭

實驗期間曾受台灣肥料公司支協，提供所需之各類肥料，謹此致謝。

### 引用文獻

1. 方新政、劉岷恩 1986 尿素與微生物對白絹病菌核在土壤存活之相互影響。植保會刊 28:432 (論文摘要)
2. 郭美慧 1987 菊花幼苗莖腐病之綜合防治。國立台灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。142頁。
3. 蕭素碧 1987 蜀黍抗紋枯病性及其遺傳研究。國立台灣大學農藝學研究所博士論文。
4. Allington, W. B. 1936. Sclerotial formation in *Rhizoctonia solani* as affected by nutritional and other factors. Phytopathology 26:831-844.
5. Anderson, E. J. 1939. Effect of nutrient variations on host and parasite in the *Rhizoctonia stem rot disease of bean*. Phytopathology 29:1. (Abstr.)
6. Baker, R. 1965. The dynamics of inoculum. In Ecology of Soil-borne Plant Pathogens. eds by K. F. Baker and W. C. Snyder, Univ. California Press, Berkeley, Los Angeles.
7. Baker, R. and Martinson, C. A. 1970. Epidemiology of disease caused by *Rhizoctonia solani*. In *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. (J. A. Parmeter, Jr., ed.,) p.172-178 Univ. of California Press.
8. Blair, I. D. 1943. Behaviour of the fungus *Rhizoctonia solani* Kühn in the soil. Ann. Appl. Biol. 30:118-127.
9. Bloom, J. R. and Couch, H. B. 1958. Influence of pH, nutrition, and soil moisture on the development of large brown patch. Phytopathology 48:260. (Abstr.)
10. Bloom, J. R. and Couch, H. B. 1960. Influence of environment on diseases of turfgrasses. I. Effect of nutrition, pH and soil moisture on *Rhizoctonia brown patch*. Phytopathology 50:532-535.
11. Castanho, J. J. and Kernamp, M. F. 1956. The influence of certain plant nutrients on infection of soybean by *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 46:326-328.
12. Chai, H. H., Hou, T. T. and Chiang, C. T. 1974. Studies on the volatilization of gaseous nitrogen from ammonium sulfate, urea and sodium nitrate in soil. Technical Bulletin 50:1-40. (Taiwan Fertilizer)
13. Das, A. C. and western, J. H. 1959. The effect of inorganic manures, moisture and inoculum on the incidence of root disease caused by *Rhizoctonia solani* Kühn in cultivated soil. Ann. Appl. Biol. 47:37-48.
14. Davey, C. B. and Papavizas, G. C. 1959. Effect of mature plant materials and nitrogen on *Rhizoctonia solani* in soil. Phytopathology 49:537. (Abstr.)

15. Dimock, A. W. 1941. The Rhizoctonia foot-root of annual stocks (*Matthiola incana*). *Phytopathology* 37:87-91.
16. Durbin, R. D. 1959. Factors affecting the vertical distribution of *Rhizoctonia solani* with special reference to CO<sub>2</sub> concentration. *Am. J. Botany* 46:22-25.
17. Exner, B. 1953. Comparative studies of four Rhizoctonia occurring in Louisiana. *Mycologia* 45:698-719.
18. Flentje, N. T. and Hims, M. J., Archer, F. C. and Brown, A. 1982. Effects of adding calcium and sodium salts to field soils on the incidence of clubroot. *Ann. Appl. Biol.* 100:245-251.
19. Flentje, N. T. and Saksena, H. K. 1957. Studies on *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers. II. Occurrence and distribution of pathogenic strains. *Trans. Br. mycol. Soc.* 40:95-108.
20. Frederiksen, R. A. 1965. Rhizoctonia seedling blight of flax. *Phytopathology* 55: 498. (Abstr)
21. Henis, Y. and Ben-Yephet, Y. 1970. Effect of propagules size of *Rhizoctonia solani* on saprophytic growth, infectivity, and virulence on bean seedlings. *Phytopathology* 60:1351-1356.
22. Henis, Y. and Chet, I. 1967. Mode of action of ammonia on *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 57:425-427.
23. Hoagland, D. R. and Snyder, W. C. 1933. Nutrition of strawberry plant under controlled conditions: (A) Effects of deficiencies of boron and certain other elements: (B) Susceptibility to injury from sodium salts. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30:228-294.
24. Huber, D. M. 1980. The role of mineral nutrition in defense, in *Plant Disease* (J. G. Horsfall and E. B. Cowling, eds.), Vol. V, p.381-404. Academic Press, Inc., New York.
25. Huber, D. M. and Watson, R. D. 1974. Nitrogen form and plant disease. *Ann. Rev. Phytopathology* 12:139-165.
26. Huber, D. M., Watson, R. D. and Steiner, G. W. 1965. Crop residues, nitrogen and plant disease. *Soil Sci.* 100:302-308.
27. Jones, J. P. and Woltz, S. S. 1967. Fusarium wilt (race 2) of tomato: Effect of lime and micronutrient soil amendments on disease development. *Plant Dis. Repr.* 51:645-648.
28. Ko, W. H. and Ho, W. C. 1983. Screening soils for suppressiveness to *Rhizoctonia solani* and *Pythium splendens*. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 49:1-9.
29. Luttrell, E. S. 1962. Rhizoctonia blight of tall fescue grass. *Plant dis. Repr.* 46:661-664.
30. McCoy, R. J. and Kraft, J. M. 1984. Comparison of techniques and inoculum sources in evaluation peas (*Pisum sativum*) for resistance to stem rot caused by *Rhizoctonia solani*. *Plant Disease* 68:53-55.
31. Palo, M. A. 1926. Rhizoctonia disease of rice. I. A study of the disease and of the influence of certain conditions upon the viability of the sclerotial bodies of the causal fungus. *Philipp. Agric.* 15:361-375. (Rev. *Appl. Mycology* 6:252).
32. Papavizas, G. C., Adams, P. B., Lumsden, R. K., Lewis, J. A., Dow, R. L., Ayers, W. A. and Kantzes, J. G. 1975. Ecology and epidemiology of *Rhizoctonia solani* in field soil. *Phytopathology* 65:871-877.
33. Parmeter, J. R., Jr., Sherwood, R. T. and Platt, W. D. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* 59:1270-1278.
34. Sabet, K. A. and Khan, I. D. 1969. Interaction of cotton root-infection fungi. *Cott. Grow. Rev.* 46:211-222.

35. Shephard, M. C. and Wood, R. K. S. 1963. The effect of environment, and nutrition of pathogen and host in the damping off of seedlings by *Rhizoctonia solani*. Ann. Appl. Biol. 51:389-402.
36. Steinberg, R. A. 1950. Growth on synthetic nutrient solutions of some fungi pathogenic to tobacco. Am. J. Bot. 37:711-714.
37. Thornton, R. H. 1956. *Rhizoctonia* in natural grassland soils. Nature 177:230-231.
38. Venkatasubbaiah, P. 1985. Influence of soil pH on growth and infectivity of *Rhizoctonia solani* the incitant of collar rot of coffee seedlings. Geobios, India 12:148-150. (Rev. Plant Pathol. 65(3), 1986.)
39. Warcup, J. H. 1955. Isolation of fungi from hyphae present in soil. Nature 115:953-954.
40. Weinhold, A. R., Dodman, R. L. and Bowman, T. 1972. Influence of exogenous nutrition on virulence of *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 62:278-281.
41. Yu, C. M., Ling, K. C. and Ou, S. H. 1976. Effect of nutritional and microclimatic conditions on the development of sheath blight disease of rice. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 18:61-67.

### ABSTRACT

Wu, W. S.<sup>1</sup> and Hsieh, T. F.<sup>2</sup> 1990. The effect of nutrient condition on *Rhizoctonia solani* Kühn AG-1 caused sorghum sheath blight. Plant Prot. Bull. 32:265-276 (1. Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C., 2. Taiwan Agricultural research Institute, Taichung, Taiwan, R.O.C.)

The growth rate of *Rhizoctonia solani* AG-1 in element-deficient nutrient media was ranged from 30.8 to 37.7 mm/day. When pathogen was cultured in either nitrogen-deficient, potassium-deficient or calcium-deficient media, the growth rate was slow and significantly different from control. The number of sclerotia in all media was different from one another. They were ranged from 10 to 140 sclerotia/plate. The formation of sclerotia was significantly inhibited when *R. solani* was culture under nitrogen- or phosphorus-deficient media. The weight of one hundred sclerotia which were harvested from nitrogen- or calcium-deficient media. They were reduced to 31.2% and 34.1%, respectively, compared to control. However, under silicon-deficient media, the number of sclerotia was the most and the weight of one hundred sclerotia was 42.8% more than control. When *R. solani* was cultured in element-deficient solutions for three weeks, the dry weight of mycelium was significantly different from control when it was cultured under either nitrogen-, phosphorus- or potassium-deficient medium. When *R. solani* was cultured in element-deficient solution and was continuously transferred into same fresh culture solution every week for 5 times, the virulence of pathogen to sorghum was not declined or lost. The soil plates applied with either 0.1% (w/w) urea or calcium carbonate were strongly inhibitory to the growth of *R. solani*. The soil amended with either 0.1% (w/w) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, KCl, CaCO<sub>3</sub>, or SiO<sub>2</sub>, re-

spectively, could reduce the population of *R. solani* after 3 weeks of culturing, but the population could recover in all treatments except the treatment of  $\text{CaCO}_3$  after 7 weeks. Applying nutrition could affect the growth of plants. When sorghum was cultured under either nitrogen-, phosphorus-, or potassium-deficient condition, it grew so poorly that *R. solani* could be easily to infect them and cause serious disease. However, leaves applied with nutrient solution decreased the disease severity and increased the yield of sorghum significantly.

(Key words: sorghum, *Rhizoctonia solani* Kühn, nutrient-deficiency, virulence, fertilizer)