

不同來源之紋枯病病原及不同溫度對 蜀黍紋枯病發生之影響¹

蕭素碧、吳文希、陳成²

摘 要

紋枯病病原*Rhizoctonia solani*編號為TC-RS-1、TC-RS-2、TC-RS-3及TC-RS-4等四個菌株(分別取自二林、后里、朴子及新社等四個蜀黍產區之病株)與兩個蜀黍品系“2R及shallu”，以複因子設計試驗，於溫室內種植後20天檢定，結果菌株間致病等級差異極顯著，品系間感病程度亦呈極顯著差異，而菌株與品系間亦呈極顯著交感效應。TC-RS-2、TC-RS-3及TC-RS-4等菌株致病程度比TC-RS-1強且此三個菌株間致病性差異不大，shallu感病程度較2R大，而以相關性測驗結果，shallu感病程度與全株鮮重、株高、根長等皆成極顯著負相關，而2R卻無關連，顯示2R生長及感病等級皆受低溫影響。

蜀黍九個品系於不同溫度下種植於含有混合菌株之土壤中，並於種植後30天及60天時，分別檢定感病程度，結果30°C較25°C對*R. solani*之致病力有利，而品系間及品系與溫度間之交感效應亦皆達極顯著差異，由此可知蜀黍品系感染紋枯病受菌株及溫度之影響很大。

前 言

*Rhizoctonia solani*是一種初級或兼性寄生菌(primitive parasite)，腐生力強，但生態及環境改變對*R. solani*的生存影響極為重要。在西堪薩斯(western kansas)地方，由於植物生長季節氣溫太高，使得*R. solani*不能在寄主上維生，亦無菌核(sclerotia)殘留(Elmer, 1942)。從小麥莖上分離到之菌株能在許多其他寄主上繁殖，去無法在土壤中腐生(Pitt, 1964b)，顯示*R. solani*在寄主上感染比靠殘枝或土壤腐生重要(Sanford, 1952)。

*R. solani*病原菌變異很大，寄主範圍很廣，係屬非專一性真菌(unspecialized fungus)，不同菌株外表形態即使相似，其生理、生化特性卻可能有所差異，此種差異會導致病原致病性(virulence)的不同。如從水稻、大豆及蜀黍病株上分離出14種*R. solani*菌株，再分別接種到Tetep等八個水稻品種，則不同菌株在水稻各品種上會表現不同的致病力(O'Neill and Rush, 1982)。

溫度對病原菌之生長及對寄主感病程度息息相關，如在相對濕度100%時水稻品種Koshijiwase受*R. solani*危害的病斑，在20°C下為0.48 cm，23°C下為1.13 cm，25°C下為1.35 cm，28°C下為1.58 cm (Hashiba et al, 1982)，在本省*R. solani*感染水稻的最適溫度為28°C，但病斑擴展最迅速的溫度卻為24°C(杜及張，1981)。

¹ 臺中區農業改良場研究報告 0113 號。

² 分別為臺中區農業改良場助理研究員、臺大植病系教授及臺大農藝系教授。

菌絲生長速率受到生長環境及營養的影響，但菌株不同，生長速率亦不相同。從接近土壤表面及地上部份分離到的菌株，一般菌絲生長的速度很快，而從地下分離到的菌株，菌絲生長則較慢。

主要引起水稻紋枯病的病原 *R. solani* AG1，亦可使旱田作物如馬鈴薯、綠豆及蜀黍遭受嚴重的危害(杜、張，1983)。如民國63年蜀黍臺中三號受 *R. solani* 侵害，致單位面積產量明顯減少，民國67年蜀黍臺中五號命名推廣，對紋枯病的抵抗力屬抗到中抗程度，但若田間栽植密度大，或環境濕熱時，仍有嚴重感病的傾向(筆者調查，尚未發表)。在稻田轉作蜀黍、玉米的政策下，蜀黍將大面積種植，為防紋枯病的發生除採用抗病品種外，探討不同 *R. solani* 菌株對蜀黍的致病力及不同溫度對 *R. solani* 在寄主上的感染，可提供預測紋枯病的發生及調整蜀黍播種期之參考，以避免或減少蜀黍紋枯病的發生。

材料及方法

A. 不同來源菌株致病力的檢定

於蜀黍產區彰化縣二林、臺中縣后里、新社及嘉義縣朴子等地，分別採取紋枯病病株，於實驗室分離並培養於PDA，而予以編號為TC-RS-1、TC-RS-2、TC-RS-3及TC-RS-4等菌株，移植到含有消毒過的砂及碎玉米粒(體積比9:1)之培養基，置於恆溫28°C下培養25天，以備下列兩種試驗之用。將蜀黍2R及shallu兩個品系之種子分別以1%次氯酸鈉消毒，栽種於盛有消毒過的混合土(土壤與堆肥體積比4:1)的30個小盆鉢(10×10×10 cm)中，每盆種植十粒種子(對照組只播種消毒過的種子，而各處理分別將不同菌株與消毒土混合)，然後均置於玻璃罩內，以維持高的濕度；本試驗採完全逢機設計(CRD)，複因子試驗，三重複，種植後20天調查每一幼苗之植株高度(莖基部到葉片最高點)、地上部鮮重、根長又致病力大小，而以每盆十株之平均值供統計分析。

植物發病等級分成五個等級：0為完全不感病，1為根部及子葉(coleoptile)有輕微病斑，2為莖基部第一、第二葉鞘上已有病斑，3為感染病斑已到達第三葉鞘上，4為第四葉鞘或全株皆已感染。

B. 不同溫度對蜀黍紋枯病發生的影響

TC-RS-1、TC-RS-2、TC-RS-3及TC-RS-4等四種菌株之接種原與土壤適量混合，置於塑膠盆(1.8×1.0×0.3 m)內，再以透明塑膠布蓋上，置於人工氣候室(phytotron) 30°C/25°C室培養約30天(此時病原菌生長經蜀黍感病品系shallu測試已均勻分佈於土壤中)，然後將已消毒過的種子以行株距10×6 cm播種，每穴種植三粒，逢機完全區集設計(RCBD)，兩重複，供試品系有14R (PI274775)、臺中三號、62B (KS12)、60B (KS8)、80B (KS51)、shallu、54B (Combine Sagrain)、2R (PI257595)、222E等九個，發芽後每穴只留一株。試驗溫度共分三種：(a) 30°C/25°C，(b) 25°C/20°C，(c) 對照組(自然狀況下)。

3月24日之試驗，於播種後30天(此時植株已有5個葉片之大小)調查其感病等級。病情共分六個等級，0為整株皆不被感染，1為莖基部及第一葉鞘部位皆被感染，2為第二葉鞘已被感染，3為第三葉鞘已被感染，4為第四葉鞘已被感染，5為第五葉鞘或全株皆被感染。

7月4日之試驗，為在種植後60天(大多品系接近孕穗末期，或即將抽穗)調查感病程度，其感病程度之計算為葉鞘病高度(莖基部至病斑最高點)除以整株葉鞘高度(莖基部至整株，最末葉之葉鞘頂端高度)，再乘以100%即其感病百分率。

結 果

A. 不同來源菌株致病程度的檢定

以四個菌株及蜀黍二個品系為試因之複因子變方分析，顯示菌株間之致病程度，蜀黍品系間之感病程度及菌株與品系間之交感效應，皆達1%極顯著的差異。而TC-RS-2、TC-RS-3

及TC-RS-4等菌株致病程度相似，TC-RS-1菌株致病力較低，就品系差異言shallu比2R容易感病(表一)。

表一 四個菌株對兩個蜀黍品系致病等級之變方分析及多變域測驗

Table 1 ANOVA and multiple range test of different degrees of virulence among four isolates of *R. solani* on two sorghum lines

Isolates of <i>R. solani</i>	Degree of virulence+		
	2R	shallu	Ave.
TC-RS-1 (二林)	0.58	0.57	0.58 b++
TC-RS-2 (后里)	0.92	1.58	1.25 a
TC-RS-3 (朴子)	0.58	1.55	1.07 a
TC-RS-4 (新社)	0.32	1.90	1.11 a
Check (對照)	0.10	0.19	0.15 c
Ave.	0.50 b	1.16 a	
A	SOV	D. F.	M. S.
N	Isolates (A)	3	1.264**
O	Lines (B)	1	3.241**
V	A×B	3	0.650**
A	Error	16	0.087

Check: denoted no inoculum in sterilized soil.

+: denoted the mean degree of virulence, 0: no symptom, 1: a few small to medium surface lesions on root and coleoptiles. 2: a few large, deep, sunken lesions on first and second sheath.

3: large, deep and sunken lesions extended to third sheath. 4: many large, deep and sunken lesions extended to fourth sheath or all plant were infested.

++: denotes the same letters in the columns or rows were not significantly different at 5% level.

** : significant at 1% level by MRT.

從蜀黍全株鮮重：植株高度及根長度之變方分析(表二)，兩個品系之根長皆不受不同菌株的影響，而2R根長與shallu根長差異亦不顯著，但全株鮮重及株高則受不同菌株的影響，且2R平均值皆比shallu明顯地小。至於測驗感病等級及各項性狀間之相關性，顯示2R致病等級與各項性狀間之相關性皆未達顯著性，但shallu與之則皆達極顯著負相關水準(表三)。

B. 不同溫度對蜀黍紋枯病發生的影響

以蜀黍品系及溫度為試因之複因子分析，顯示品系間、溫度間及品系與溫度之交感效應，九個品種之感病程度於兩次試驗中皆達顯著或極顯著水準(表四)，蜀黍在30℃時皆較25℃下顯著地感病。兩次試皆顯示2R比其他參試品系之感病程度低，80B具較高的感病程度，而62B於3月24日的試驗中具高的感病程度，但於7月4日的試驗裡其感病程度中等，54B及其他幾個品系亦有類似的現象，此皆顯示品系與溫度間存有交感效應。

表二 兩個蜀黍品系在四個不同菌株下農藝性狀之變方分析及多變域測驗

Table 2. ANOVA and multiple range test of agronomic characters from two sorghum lines which were planted in soils infected with each one of the four isolates

Isolates of <i>R. solani</i>	Shoot fresh wt. (g/plant)			Plant height (cm)			Root length (cm)		
	2R	shallu	Ave.	2R	shallu	Ave.	2R	shallu	Ave.
TC-RS-1 (二林)	0.15	1.13	0.64 b ⁺	2.73	5.25	3.99 b	4.97	3.89	4.43 a
TC-RS-2 (后里)	0.30	1.17	0.73 a	4.13	4.82	4.48 b	4.22	4.36	4.29 a
TC-RS-3 (朴子)	0.30	0.97	0.63 b	2.84	5.00	3.92 b	2.15	4.93	3.54 a
TC-RS-4 (新社)	0.33	1.17	0.80 a	5.34	4.33	4.84 ab	5.58	2.27	3.93 a
CK (對照)	0.43	1.53	0.98 a	4.07	7.35	5.71 a	3.55	5.99	4.77 a
Ave.	0.30 ^b	1.19 ^a		3.82 ^b	5.35 ^a		4.09 ^a	4.29 ^a	

1. CK denoted no inoculum in sterilized soil.

2. + denoted the same letters in the columns and rows were not significantly different at 5% level by MRT.

表三 兩個蜀黍品系幼苗紋枯病與農藝性狀間之相關顯著性測驗

Table 3. Correlation between the severity of seedling sheath blight and agronomic characters of two sorghum lines.

Agronomic characters	Seedling sheath blight	
	2R	shallu
Shoot fresh weight	-0.323	-0.617**
Plant height	-0.442	-0.645**
Root length	-0.106	-0.589**

1. ** denoted significant at 1% level.

2. sorghum lines were sown on Dec. 2 of 1983.

表四 在不同溫度下蜀黍紋枯病等級之變方分析及多變域測驗

Table 4. ANOVA and multiple range test of sheath blight levels by different temperatures on sorghum

Entries	Sheath blight level (March 24) ^a				Sheath blight level (July 4) ^b		
	30°C	25°C	CK	Ave.	30°C	25°C	Ave.
14 R	4.53 ⁺	2.94	3.62	3.70 a ⁺			
TC No. 3	3.48	2.81	3.27	3.19 b			
62 B	4.16	3.37	4.26	3.93 a	56.13	34.55	45.34 c
60 B	3.47	2.90	2.38	2.92 c	41.32	45.90	43.61 cd
80 B	4.12	3.66	4.00	3.93 a	68.60	66.35	67.48 a
shallu	3.42	3.00	3.10	3.17 b	42.05	34.46	38.26 d
54 B	4.03	2.18	4.62	3.61 a	47.38	45.77	46.58 c
2 R	1.82	1.98	0.50	1.43 d	23.14	39.21	31.18 e
222E	2.13	3.25	2.78	2.72 c	65.57	50.05	57.81 b
Ave.	3.46 ^a	2.90 ^c	3.17 ^b		49.17 ^a	45.18 ^b	
S. O. V.	D. F.				D. F.		
Block	1				1		
Entries (A)	8				6		
Temperature (B)	2				1		
A×B	16				6		
Error	26				13		
	MS				MS		
Block	0.0052				11.469		
Entries (A)	4.1660**				584.505**		
Temperature (B)	1.5858**				110.326*		
A×B	1.0199**				156.864**		
Error	0.1081				14.755		

a: mean of sheath blight level by 0, 1, 2, 3, 4, 5; b: mean of sheath blight level by %.

+: the same letters in the columns or rows noted that not significant at 5% level by MRT.

CK: tested in nature condition.

*, **: significant at 5% and 1% level.

討 論

紋枯病病原 *R. solani* 之變異受遺傳及生態限制，變異菌株會改變其寄生能力及致病力，但同一地區之菌株變異卻有限，甚至變異後其表現性狀也類似 (Flentje *et al.*, 1970)，1975~1977 年美國路易斯安那州 (Louisiana) 蜀黍葉鞘、葉片及莖部的紋枯病相當嚴重，並發現存有有性世代之擔孢子，這些菌株經菌絲融合 (anastomosis) 試驗結果，與當地引起大豆、水稻紋枯病的菌株類似，皆屬 AG₁ 群 (O'Neill *et al.*, 1977)。本試驗所用的 TC-RS-1、TC-RS-2、TC-RS-3 及 TC-RS-4 等菌株經融合檢定結果亦皆屬 AG₁ 群，而 TC-RS-2、TC-RS-3 及 TC-RS-4 等三個菌株致病程度較大而彼此間差異不大，然 TC-RS-1 菌株致病程度則較低。

蜀黍栽植於接種有菌株的盆鉢中，20 天後兩個品系間感病程度差異極顯著，顯示 shallu 品系幼苗較易受到侵害，然 shallu 全株鮮重及株高仍較 2R 大 (表二)，從致病程度與全株鮮重、株高、根長等之相關性 (表三)，知 2R 三個相關係數皆不顯著，而 shallu 則皆達顯著負相關水準，顯示 2R 幼苗在當時的寒冷氣候 (12 月平均溫度 9~17°C) 下，營養生長停滯，以致菌株之發展亦受抑制。蜀黍為 C₄ 植物，一般生長適溫為 30°C 左右，而有些較不抗寒的品系生長期遇到低溫如 10~15°C 間，則營養生長易受到抑制 (Eastin, 1983)。

病原菌侵害性 (aggressiveness) 及致病力常為互存性，而寄主的直式及橫式抗性亦常同時存在。在兩個可變數 (寄主及病原菌) 系統中，寄主品系間之主效應為橫式抗性，而病原菌菌株間之主效應為侵害性的大小，至於品系與菌株間的交感則屬於直式抗性及致病力 (VanderPlank, 1984)。在本試驗裡，2R 生長雖受低溫限制，病原菌的侵害相對地也受影響 (表三)，但仍能區分菌株間致病程度的差異 (表一)，品系間抗病性的差異及菌株、品系間的交感效應，顯示蜀黍品系抗 *R. solani* 之侵害，除受主效基因 (直式抗性) 控制外，還受到數量性基因 (橫式抗性) 的控制。

病原菌 *R. solani* 之萌芽、生長受溫度及濕度影響很大，本省水稻第一期作因生育初期氣溫低，稻株生長緩慢，而紋枯病之發生較晚，但隨著氣溫之升高，病勢逐漸進展，且持續至成熟期，而第二期作因生育初期氣溫較高，稻株生長較快，紋枯病之發生因而較早，初期病勢進展亦較快，但到了生育後期，隨著氣溫之逐漸下降，病勢亦因而逐漸趨緩 (Yu, *et al.*, 1980)。

一般在亞洲地區水稻紋枯病的發生及進展，適當的溫度在 22~33°C 之間，最適溫度為 30°C，而相對濕度須在 96% 以上 (Mew and Rosales, 1984)，而在喬治亞州 (Georgia) 的蜀黍紋枯病，病原菌的生長溫度為介於 20~28°C，最適溫度為 24°C (Bell *et al.*, 1973)。而 *R. solani* 病原菌絲的生長由一種溫度轉至另一溫度時會產生一段遲滯期 (lag period)，然後才能穩定生長 (Newton, 1931)。*R. solani* 之生長也會顯著地受到相對濕度的影響，即相對溫度在 96.5% 以下時，菌絲不再生長，所以相對濕度若從 100% 降至 96.5%，菌絲生長呈直線速率下降 (Schneider, 1953)。

於 1984 年 3 月 24 日，種植已萌芽的蜀黍種子，三十天後檢定其抗病等級，由於大多品系為五葉齡大小，因此以 0 到 5 分六個等級記錄。7 月 4 日進行的試驗，種植法跟 3 月 24 日所進行的相同，但其抗病等級在種植後 60 天記錄，此時大部份品系接近抽穗期，即劍葉大多已長出，植株粗壯，因此按病斑高度除以整株從莖基部到劍葉葉鞘頂端高度再乘以 100% (Hashiba *et al.*, 1981)，藉以估算其感病程度。然不論於幼苗 (五葉齡) 或抽穗期檢定，30°C 比 25°C 有利於 *R. solani* 對蜀黍之侵害 (表四)，而於 3 月 24 日的試驗，顯示自然狀況下，雖平均溫度為 20°C 左右 (3 月下旬平均 17.3°C，4 月上旬 20.5°C，4 月中旬 20.6°C)，但其感病程度卻比 25°C/20°C 顯著地大，而比 30°C/25°C 顯著地小，顯示控制蜀黍抗病之因素除溫度外，濕度、空氣流量及其他因素同樣會影響到蜀黍的感病程度 (人工氣候室由於受限於室內，通風性較差)。

蜀黍品系間的感病程受到基因型不同的影響，呈現極顯著的差異 (表四)，與表一結果相同，而品系與溫度間的交感效應亦皆達極顯著差異 (表四)，顯示蜀黍基因型與溫度間相互作用

用會達到更抗病或更感病的效果。如80B在兩次試驗裡皆顯示較為感病，而2R則顯示較抗病，尤其2R在30°C下較25°C更能抵抗*R. solani*的侵害。

由本試驗可知控制*R. solani*對蜀黍的侵害，首先須先瞭解栽培田內*R. solani*菌株的致病程度及分佈密度，而選用並栽培抗病品種是重要的病害防範措施，另外選擇種植時期以避免抽穗期遇到濕熱氣候；或疏植，即寬行(60~70 cm)，株距加大(至少十公分)，增加通風性以達避病(disease escape)效果。

參考文獻

1. 杜金池、張義璋 1981 水稻紋枯病原菌之生態及生物防治研究 臺南農改場研究彙報 15:1-24。
2. 杜金池、張義璋 1983 近年來本省*Rhizoctonia*屬病原真菌研究之回顧 植保會刊 25:213-229。
3. 羽柴輝良、小池賢治、湯野一郎、山田昌維 1982 イネ紋枯病の病斑進展のモデル曲線 日植病報 48:499-505。
4. Bell, D. K., H. Harries and H. D. Wells. 1973. *Rhizoctonia* blight of grain sorghum foliage. Plant Dis. Rep. 57: 549-550.
5. Eastin, J. D. 1983. Sorghum In "Potential Productivity of Field Crop and Different Environment" IRRI, ed, pp. 181-203.
6. Elmer, O. H. 1942. Effect of environment on prevalence of soilborn *Rhizoctonia*. Phytopathology 32: 972-977.
7. Flentje, H. T., H. M. Stretton and A. R. Mckenzie. 1970. Mechanisms of variation in *Rhizoctonia solani*. In "*Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology", Parmeter, J. R., ed. University of California Press, Berkeley. pp. 52-68.
8. Hashiba, T., H. Uchyamada and K. Kimuna. 1981. A method to estimate the disease incidence based on the height of infected parts in rice sheath blight disease. Ann. Phytopath. Soc. Japan 47: 194-198.
9. Mew, T. W. and A. M. Rosales. 1984. Relationship of soil microorganisms to rice sheath blight development in irrigated and dryland rice culture. In "Soilborne disease in Asia". pp. 147-157.
10. Newton, W. 1931. The physiology of *Rhizoctonia*. Sci. Agr. 12: 178-182.
11. O'Neill, N. R. and M. C. Rush. 1976. Sheath blight of sorghum. Proc. Am. Phytopathol. Soc. 3: 291-292.
12. O'Neill, N. R., M. C. Rush, N. L. Horn and R. B. Carver. 1977. Aerial blight of soybeans caused by *Rhizoctonia solani*. Plant dis. Rep. 61: 713-717.
13. O'Neill, N. R. and M. C. Rush. 1982. Etiology of sorghum sheath blight and pathogen virulence on rice. Plant Dis. 66: 1115-1118.
14. Ritt, D. 1964b. Studies on sharp Sharp eyespot disease of cereals. II Viability of sclerotia persistence of the causal fungus, *Rhizoclonia solani* Kühn. Ann. Appl. Biol. 54: 231-240.
15. Sanford, G. B. 1952. Persistence of *Rhizoctonia solani* Kühn in soil. Can. J. Botany 30: 652-664.
16. Schneider, R. 1953. Untersuchungen Über Feuchtigkeits anspruche parasitischer Pilze. Phytopathol. Z. 21: 63-78.

17. Vander Plank, J. E. 1984. Horizontal and vertical resistance. In "Disease Resistance in Plants", 2nd ed Academic Press, Inc. pp. 57-81.
18. Yu, C. M., Y. T. Huang and H. J. Tsay. 1980. Disease development of rice sheath blight. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 22(3): 263-267.

The Virulent Level of *Rhizoctonia Solani* and Their Effects on the Sheath Blight Levels of Sorghum under different Temperatures¹

Sue-Pea Shaug, Wen-shi Wu and Chen Cheng²

ABSTRACT

For investigating the virulence of *Rhizoctonia solani* which caused sorghum sheath blight, four isolates, "TC-RS-1, TC-RS-2, TC-RS-3 and TC-RS-4" and two sorghum lines, "2R and shallu", were combined into a 4×2 factorial experiment conducted at the greenhouse of Taiwan University from Dec. 2, 1983 and tested 20 days after planting. It was indicated that the virulence among isolates, disease level between lines and their interaction were all highly significantly different. The virulent levels among TC-RS-2, TC-RS-3 and TC-RS-4 isolates were not different but all higher than TC-RS-1 isolates. The seedling sheath blight level of shallu was higher than 2R. The correlation coefficients of shallu between sheath blight level and shoot fresh weight, plant height, root length ect. all were highly significantly negatively correlated. But the correlation coefficients of 2R were not significantly different. The reason might be due to the low temperature in December greatly affected the growth of 2R and the development of pathogen.

Nine lines of sorghum were tested for the sheath blight levels under different temperatures by mixed isolates of *R. solani* and tested 30 days and 60 days after planting in two different sowing date experiments. The result indicated that it was more favourable to the development of *R. solani* at 25°C. The sheath blight levels among the tested lines and the interaction between temperature and lines were highly significantly different. It may make conclusion from these experiments that sorghum sheath blight level was affected greatly by different isolates of pathogen and temperatures.

¹ Contribution No. 0113 from Taichung DAIS.

² Assistant Agronomist of Taichung DAIS, Professor of Plant Pathology Department and Professor of Agronomy Department, National Taiwan Uni., respectively.