中華農業研究

第二十五卷　　第四期

目　次

水稻抗稻熱病多品系品種及混合品種之抗病性、生產力及品質之研究……
……邱善美、鄧耀宗… 249
新育成抵抗褐飛蝨水稻品種（系）室內抗蟲反應及其田間表現……鄭清煥… 259
秈稻白葉枯病抗病育種及遺傳之研究
Ⅱ　水稻品種BJI對白葉枯病抗病性之遺傳…… 許東暉、鄧耀宗、邱善美… 269
本省水稻田土壤有效矽與其他理化性質之研究……黎靜韻… 273
臺灣主要蔬菜產區土壤微量要素供應狀況之研究
Ⅱ　銅、鐵、錳、鋅……李子純… 281
嫌氣性芽孢桿菌（*Clostridium*）防治亞麻立枯病之效果（英文）……
……陳　敏、杜金池、卓洛華… 291
綠蘆筍黑腹薊馬（*Frankliniella intonsa* Trybom）之生態研究……湯慶銓… 299
摘心與MH葉面撒布對柴胡收量及品質影響之研究……徐原田… 310

中華民國六十五年十二月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國臺北市羅斯福路四段

水稻抗稻熱病多品系品種及混合品種之抗病性、生產力及品質之研究[1]

邱善美　鄧耀宗[2]

摘要：本試驗主要目的在探討水稻多品系品種及混合品種對稻熱病的抵抗性、生產力及稻米品質。經在本省北、中、南部稻熱病猖獗地區試驗結果顯示：混合品種或多品系品種之抗病性均較對照品種強，而混合品種之抗病性又較多品系品種強，但以三處所（臺北、臺中、嘉義）所選出的抗病系統組成的較二處所（臺北、臺中）所組成的抗病。多品系品種則以抗六種不同生理小種所組成的品種較抗五種不同生理小種所組成者抗病。

稻穀產量，第一期作，坪林（臺北縣）試區以品種M—8—1產量最高，較對照品種增產50%，其他各供試品種之增產幅度爲 45%～7.3%之間。白河（臺南縣）試區稻熱病較他二試區嚴重，種植混合品種或多品系品種之效益更爲明顯，如品種C—8—1、M—8—1、M—8—2較對照品種約增收三倍左右。萬巒（屏東）試區，供試品種之增產幅度爲 32%～2.5%之間（除品種C—5—2）。第二期作，除坪林發生病害顯示其效益外，其他二試區未發生葉稻熱病爲害，混合品種之效益未能顯示。

經測定米粒品質後發現：米粒品質之優劣與品種抗病性有極大關係，尤以米粒的透明度、腹白、心白最爲明顯，如以此三種性狀來表示米質的良否，混合品種或多品系品種較對照品種有較優的表現。

前　言

關於水稻的育種工作，作者[5]曾以優良的推廣品種臺南 5 號及嘉南 8 號爲輪廻親本，以臺北、臺中、嘉義三地區之抗病品種爲非輪廻親本，同時在以上三處作回交育種，並利用其天然病圃檢定雜種後代之抗病性，所選出之抗病系統在臺北縣坪林鄉稻熱病猖獗地區作混合品種（Composite variety）抗稻熱病試驗。復以同一材料假嘉義分場及高雄場作混合品種生產力試驗。試驗結果顯示，水稻抗稻熱病混合品種之罹病率較對照品種之罹病率有顯著的差異，混合品種之抗病性較對照品種強，有控制病害蔓延及穩定稻穀產量之功效。

本試驗除將再檢討混合品種之抗病性外，並將所育成抗六種稻熱病病原生理小種之 Isogenic line 所組成的多品系品種（Multiline variety）一併參與試驗，以供參考。假如此等新構想能獲預期效果，對本省稻米生產的穩定性有莫大助益。

材料及方法

一、試驗材料

（一）Isogenic lines 之育成　以推廣之優良品種臺南 5 號及嘉南 8 號爲輪廻親本（Recurrent

本試驗經費承農復會之補助及第一作者復蒙中正科學技術講座基金會之獎助。試驗期間承嘉義分場莊主任、鄭技士義雄、高雄場吳課長、鐘股長及安小姐之協助。文成後復蒙系主任謝順景博士之斧正，特此一併致謝。

1.試驗報告農試字第七七〇號　2.臺灣省農業試驗所技士

parents），以抗病品種臺中184號及臺中186號爲非輪廻親（Non-recurrent parents）組合成二個雜交組合（臺南5號×臺中184號及嘉南8號×臺中186號）行回交育種。回交第一代種子，各組合分成六組，每組150 粒，分別以一種病原生理小種接種，淘汰感病植株，選留抗病者繁殖，作爲第二次回交之捐助親本（Doner parent），以同一方法重複操作至 BC_7，而後自交及作抗病性檢定，選拔抗病植株。由自交抗病入選植株再行一次自交，並行抗病調查，然後進行最後選拔。

病原生理小種爲第12、13、16、17、22及23六種，由本所病理系供給。抗病性檢定採用葉鞘注射法，在稻苗長至4～5葉片時，分別以上述六種不同生理小種病源菌接種。經一週後調查發病情形，以呈完全抗病之植株爲選留對象，餘淘汰。

爲期選出抗病豐產而農藝性狀與輪廻親相似的系統，於63年將以上材料所選出之品系進行產量比較試驗，由此試驗結果選出以臺南5號爲輪迴親，抗生理小種 12、13、16、17、22 及23的 Isogenic lines 11系統；以嘉南8號爲輪迴親者亦選出抗同上生理小種的 Isogenic lines 11 系統，合計 22系統。

（二）抗稻熱病品系的育成　育種處所分別在臺北、臺中及嘉義進行，亦以臺南5號及嘉南8號爲輪迴親，以當地抗病品種爲非輪迴親，作回交育種，並在當地天然病圃檢定其抗病性，選擇抗病植株行回交，至 BC_4 世代再行自交，選拔抗病系統，於民國62年將選出材料在臺北本所作產量試驗及農藝性狀調查。各處所之雜交組合爲：臺北係臺南5號×臺中184號，嘉南8號×臺中186號；臺中係臺南5號×臺中試115號，嘉南8號×臺中試115號；嘉義係臺南5號×Pi No.4及嘉南8號×C115號。自此等雜交組合之材料中，選出來自臺中試區者有 T_{14}. T_{18}. T_{20}. T_{24} 四個系統。（各輪迴親各佔二系統），來自嘉義試區者有 C_1. C_2 二系統（各輪迴親一個系統），來自臺北試區者 P_7. P_{15} 二系統（各輪迴親一系統），合計爲八系統。

本研究即採用以上二部份之自交系統爲試驗材料。包括所育成抗不同生理小種的 Isogenic lines 所混合成的 multiline varieties 四品種，其中包括二種組成成份，即由六種 Isogenic lines 所組成者二品種，由五種 Isogenic lines 所組成者二品種，及自臺中、嘉義及臺北所選出的抗病系統，相互混合成的 Composite varieties 四品種，亦分二種組成成份（詳表一），以臺南 5 號、嘉南8號爲對照品種。

茲將各供試品種組成成份列如下表：

表一、　試驗材料及其組成品系

品　種	組　成　成　份		說　明
C—5—1	T_{20}. C_6. P_{15}	臺南5號爲輪迴親	1. P_7. P_{15} 爲臺北選出之品系。C_1. C_6 自嘉義選出。$T_{14}T_{18}$ T_{20} T_{24} 爲臺中選出品系。 2. I_{12}. $_{13}$ 等爲抗生理小種第12、13……等之 Isogenic lines。
C—5—2	T_{14}　P_{15}		
M—5—1	$I_{12.\ 16.\ 17.\ 22.\ 23}$		
M—5—2	$I_{12.\ 16.\ 22.\ 23.\ 17.\ 13}$		
臺南5號	—		
C—8—1	C_1. P_7. T_{18}	嘉南8號爲輪迴親	
C—8—2	P_1　T_{24}		
M—8—1	$I_{12.\ 16.\ 22.\ 17.\ 23}$		
M—8—2	$I_{23.\ 22.\ 17.\ 13.\ 12.\ 16}$		
嘉南8號	—		

註：品種欄所冠之「C」或「M」分別代表混合品種及多品系品種。（以下圖表同）

二、試驗方法

（一）多品系品種及混合品種對稻熱病之抵抗性及生產力：將上述材料分別以等量之種子予以混合成四個 Multiline varieties 及四個 Composite varieties，以臺南 5 號及嘉南 8 號爲對照品種，合計10品種，分別在臺北縣坪林鄉、臺南縣白河鎮、屏東縣萬巒鄉三處稻熱病發生嚴重地區進行試驗。田間採用逢機區集法設計，重複四次，5 本植，株行距25×20公分，小區面積10平方公尺，施肥量除萬巒試區按當地農民施用量外，坪林及白河試區概爲 N—P_2O_5—K_2O 240—54—60 公斤／公頃，其中磷鉀全量爲基肥，氮肥分三次爲追肥，並於抽穗前25天左右施穗肥一次。除調查稻熱病罹病率及產量外，並調查主要農藝性狀。

葉稻熱病於秧苗期及插秧後30、40、50、60及70日各調查一次，調查方法依照葉稻熱病罹病程度規準圖，調查病斑面積率（$\frac{\text{病斑面積}}{\text{全葉面積}}\times100$）。罹病率分12階段如下：

病斑面積率	0	0.2	0.5	1	2	5	11	25	55	80	100	120
罹病指數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8.5	8.8	
級別	0	1		2		3		4		5		
	（極抗）	（抗）		（中抗）		（中感）		（感）		（極感）		

穗稻熱病於抽穗後20及30天各調查一次，求其罹病率（罹病率＝$\frac{\text{被害穗數}}{\text{總穗數}}\times100$）。

（二）多品系品種、混合品種之米粒品質：

稻米品質爲水稻育種主要目標之一，尤以混合數品系後所組成的混合品種，米質是否一致，消費者接受之程度如何，是值得探究的一個問題。本項係將各混合品種及輪迴親本收穫後調查其糙米率、腹白、心白、透明度、鹼化程度等。各項目的測驗方法及標準詳列如下：

A. 糙米率（%）：取稻穀125克用 Mc Gill rice sample sheller 碾成糙米，以計算其糙米率。

B. 腹白（%）：任取精白後的完整米粒20粒，計算具有腹白米的百分率。

C. 心白（%）：以調查腹白之同樣材料，用刀片將各米粒切斷，觀察並計算其心白的百分率。

D. 鹼化程度（Alkali digestion）：取 6 粒完整的米粒於含有1.7% KOH 溶液的玻璃皿內，加蓋置於 30°C 定溫箱內 2～3 小時後調查其分散度。其採用之標準爲：1～2 級爲膠化溫度高，3 級爲中高，4～5 級中等，6～7 級爲膠化溫度低。

E. 白米透明度：依米粒之透明程度不同，分五級，即卄表示最透明，依次爲＋、±、－、－－。－－表示最不透明。

結果及討論

一、多品系品種及混合品種在稻熱病發生地區之抗病性

供試10個品種對稻熱病之抵抗性經在本省北、中、南部各一處稻熱病發生猖獗地區試驗，調查結果列如表二及表三。由表一對照品種臺南 5 號及嘉南 8 號葉稻熱病之罹病率，在三處試驗結果均較混合品種或多品系品種爲高，尤以中部的白河鎮最爲明顯。如以多品系品種與混合品種二者比較，混合品種的抗病力較多品系品種爲強，如混合品種 C—5—1 第一期作的罹病率，在坪林、白河及萬巒分別爲26.0%、21.5%及11.0%，多品系品種 M—5—1 則分別爲77.3%、83.8%及15.7%；如以嘉南 8 號爲輪迴親所組成的多品系品種及混合品種比較，除在坪林之結果二者差異不大外，其他二試驗處所都有明顯的差異。

至於肥料的施用量對稻熱病發生之關係，亦發現有其相關性，坪林及白河試區是在重肥之環境下培育者，萬巒試區則爲一般施用量下進行試驗。葉稻熱病之罹病率顯有高低之別，坪林及白河試區之

罹病率概較萬巒爲高，此現象除由於生理小種之作祟外，肥料之施用量多少亦爲原因之一。

就組合成份言之，參試的四個混合品種，以臺北、臺中、嘉義三處所育成抗病品系混合成的混合品種（C—5—1, C—8—1）較以臺北、臺中二處所所組成的混合品種抗病（C—5—2, C—8—2）；多品系品種對葉稻熱病之抵抗性亦以抗六種生理小種之 Isogenic lines 所組合的品種（M—5—2, M—8—2）較以五種生理小種之 Isogenic lines 所組合的品種强（M—5—1, M—8—1）。

表二、 多品系品種、混合品種及對照品種葉稻熱病之罹病率

品種	罹病率											
	坪林 (a)				白河 (a)				萬巒 (b)			
	一期	平均	二期	平均	一期	平均	二期	平均	一期	平均	二期	平均
C—5—1	26.0	26.6	4.9	7.3	21.5	27.9	—	—	11.0	11.6	—	—
C—5—2	27.3		9.7		34.3		—	—	12.3		—	—
M—5—1	77.3	68.6	27.9	29.3	83.8	81.2	—	—	15.7	17.9	—	—
M—5—2	60.0		30.7		78.7		—	—	20.0		—	—
臺南5號	86.1		34.3		95.0		—	—	25.3		—	—
C—8—1	50.0	52.1	16.0	15.7	52.3	63.4	—	—	8.7	8.2	—	—
C—8—2	54.3		15.4		74.5		—	—	7.8		—	—
M—8—1	50.0	48.3	25.4	25.9	66.3	70.0	—	—	21.3	24.9	—	—
M—8—2	46.6		26.5		73.7		—	—	28.5		—	—
嘉南8號	75.0		68.8		105.0		—	—	31.4		—	—

註：(a) 重肥。 (b) 一般肥。

穗稻熱病調查結果如表三，除白河第二期作未發生穗稻熱病外，其他二試地均發生頗嚴重的病害，尤以第一期作屏東地區較他處爲嚴重，其平均罹病率臺南5號爲64.3%，嘉南8號爲68.3%，次爲嘉南地區，而臺北地區之罹病率最低（各爲31.9%及41.4%）。如與混合品種比較，一般而言，混合品種或多品系品種均較對照品種抗病，尤以坪林及白河二試驗地區最爲明顯，萬巒試區混合品種或多品系品種之抗病性不如坪林及白河試區明顯，但較對照品種顯有較優的抗病性。就各參試品種間比較：在坪林第一期作以C—5—1 及M—5—1 二品種表現最優，屬極抗級品種，其他各參試品種均呈抗級反應。白河及坪林二處試驗結果頗爲近似，除對照品種呈中感反應外，其餘參試品種呈抗性反應。又自萬巒之試驗結果觀察，各參試品種之罹病率均高於坪林及白河。第二期作調查結果仍以混合品種 C—5—1 及 C—5—2 之抗病性較優，在坪林屬極抗級，萬巒呈抗級反應。多品系品種除 M—5—1, M—5—2 在坪林呈抗級反應外，其他品種不論在坪林或萬巒試驗結果均屬中抗級，但較臺南 5 號及嘉南8號對穗稻熱病之抵抗性爲强。

二、多品系品種、混合品種及對照品種之產量及產量構成因素

本試驗之主要目的，在檢定多品系品種及混合品種之抗病性。爲誘發稻熱病的發生，肥料施用量除萬巒係依當地農家一般施用量外，坪林及白河試區均爲重肥（N—P_2O_5—K_2O 爲240—54—60公斤／公頃）處理，同時，第二期作由於貝蒂颱風過境影響，稻株倒伏，結實率一般都較低，但穗數（坪

林）及一穗粒數（白河）第二期作反較第一期作爲高。茲將各試驗地區稻穀產量列如表四，產量構成因素如圖一至圖三。

表三、 多品系品種、混合品種及對照品種對穗稻熱病之反應

品種	期作	坪林			白河			萬巒		
		罹病率	級別	反應	罹病率	級別	反應	罹病率	級別	反應
C—5—1	I	10.6	0	HR	18.2	1	R	28.8	1	R
	II	8.6	0	HR	—	—	—	27.7	1	R
C—5—2	I	11.3	1	R	15.7	1	R	31.9	2	MR
	II	7.2	0	HR	—	—	—	29.4	1	R
M—5—1	I	13.3	1	R	17.2	1	R	35.3	2	MR
	II	16.4	1	R	—	—	—	37.3	2	MR
M—5—2	I	10.4	0	HR	20.5	1	R	41.1	2	MR
	II	28.3	1	R	—	—	—	30.4	2	MR
臺南5號	I	31.9	2	MR	42.2	2	MR	64.8	3	MS
	II	47.4	2	MR	—	—	—	42.7	2	MR
C—8—1	I	14.4	1	R	18.3	1	R	47.9	2	MR
	II	24.8	1	R	—	—	—	46.3	2	MR
C—8—2	I	17.2	1	R	21.5	1	R	39.2	2	MR
	II	32.1	2	MR	—	—	—	44.2	2	MR
M—8—1	I	11.5	1	R	21.8	1	R	41.8	2	MR
	II	37.7	2	MR	—	—	—	42.5	2	MR
M—8—2	I	18.7	1	R	14.6	1	R	33.5	2	MR
	II	36.4	2	MR	—	—	—	45.3	2	MR
嘉南8號	I	41.1	2	MR	48.6	2	MR	68.3	3	MS
	II	62.8	3	MS	—	—	—	66.5	3	MS

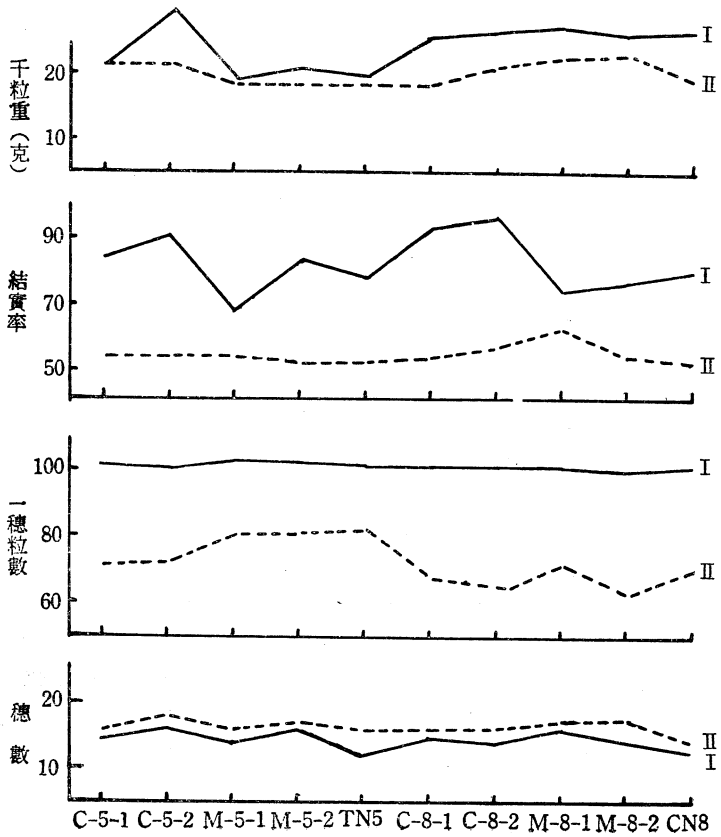
各試驗地區稻穀產量，第一期作坪林試區以 M—8—1 產量最高，較對照品種嘉南8號約增產50%左右，次爲品種 C—5—1 較對照品種臺南5號增產45%左右，其他各參試品種的增產幅度在7.3%～44.4%之間，而以品種 M—5—1 之7.3%增產率最低。白河試區各混合品種對控制稻熱病之發生效果更佳，如對照品種臺南5號及嘉南8號，公頃稻穀產量分別爲1,250公斤及976公斤，較之各混合品種其效益甚爲明顯，品種 C—8—1. M—8—1 及 M—8—2 較對照品種嘉南 8 號約增產二、三倍左右，其他品種亦較對照品種增產二倍以上。

表四、 多品系品種、混合品種與對照品種之稻穀產量

（公斤／公頃）

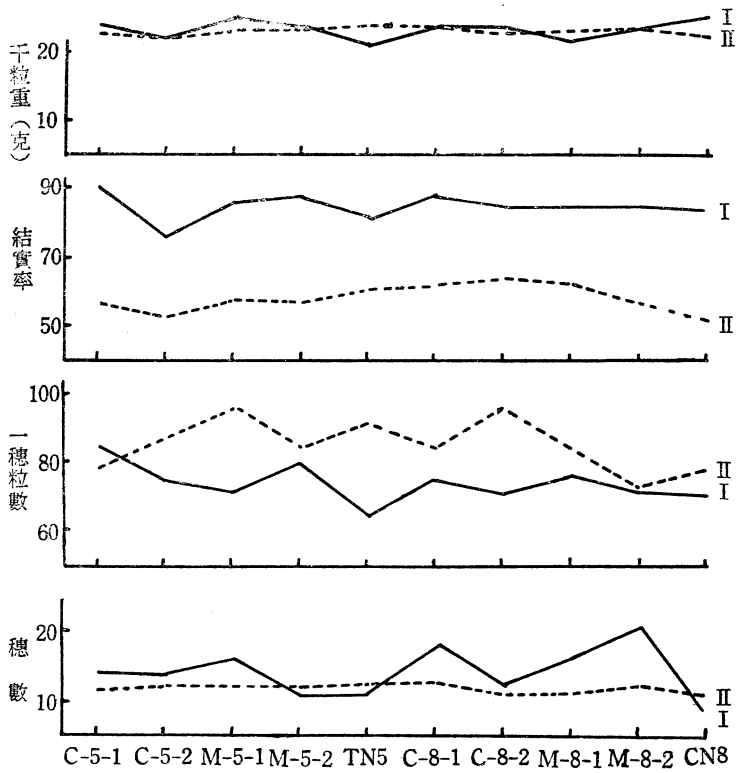
試驗地點	品種									
	C—5—1	C—5—2	M—5—1	M—5—2	臺南5號	C—8—1	C—8—2	M—8—1	M—8—2	嘉南8號
第一期作										
坪林	2,842 (145.5)	2,773 (141.9)	2,097 (107.3)	2,282 (117.1)	1,953 (100.0)	2,649 (135.9)	2,368 (121.4)	2,925 (150.0)	2,815 (144.4)	1,950 (100.0)
白河	3,188 (235.0)	2,938 (235.0)	3,386 (270.9)	3,386 (270.9)	1,250 (100.0)	3,021 (318.8)	2,840 (290.1)	3,222 (329.1)	2,938 (300.1)	976 (100.0)
萬巒	6,292 (104.8)	5,453 (90.8)	6,155 (102.5)	6,394 (106.5)	6,004 (100.0)	5,542 (120.9)	5,808 (126.7)	6,070 (132.5)	5,826 (127.1)	4,583 (100.0)
第二期作										
坪林	1,936 (114.6)	2,036 (120.1)	1,908 (112.9)	1,826 (108.1)	1,690 (100.0)	1,968 (121.0)	1,906 (117.0)	2,042 (125.6)	1,996 (122.8)	1,626 (100.0)
白河	3,467 (97.9)	3,211 (90.7)	3,322 (93.8)	3,344 (94.5)	3,540 (100.0)	3,351 (96.8)	3,344 (103.1)	3,356 (103.5)	3,218 (99.2)	3,244 (100.0)
萬巒	2,450 (100.9)	2,226 (91.7)	2,140 (88.1)	2,380 (98.1)	2,428 (100.0)	2,100 (102.4)	2,146 (104.7)	2,270 (110.7)	2,090 (102.0)	2,050 (100.0)

註：括弧內數字爲指數。



圖一、坪林地方稻品種間產量構成因素之比較（I及II分別代表第一期作及第二期作）

萬巒試驗結果顯示高產的品種有 M—8—1. M—8—2 及 C—8—2 等，各較對照品種增產 32.5%，27.1%及 26.7%，而以品種 C—5—2 產量最低，但與對照品種產量差異不顯著。第二期作白河試區未發生病害及萬巒試區僅發生穗稻熱病之情況下，品種間產量差異不大，換言之，如在正常環境無稻熱病發生之情形下，種植混合品種或多品系品種所獲得之利益與種植單一純系品種無甚差別。反觀在坪林試驗之結果（葉及穗稻熱病均發生），多品系品種及混合品種有顯著增產效果，其中以M—8—1 及 M—8—2 之產量最高，各較對照品種嘉南 8 號增產25.6%及22.8%，而以M—5—2 增產8.1%最少，其餘品種增產幅度在 12.9～21.0%之間。根據此一試驗結果，可知如在稻熱病發生之情況下，種植抗稻熱病多品系品種或混合品種，確有穩定稻穀產量之功效。



圖二、白河地方稻品種間產量構成因素之比較

（I及II各代表第一期作及第二期作）

三、多品系品種、混合品種及對照品種米粒之品質

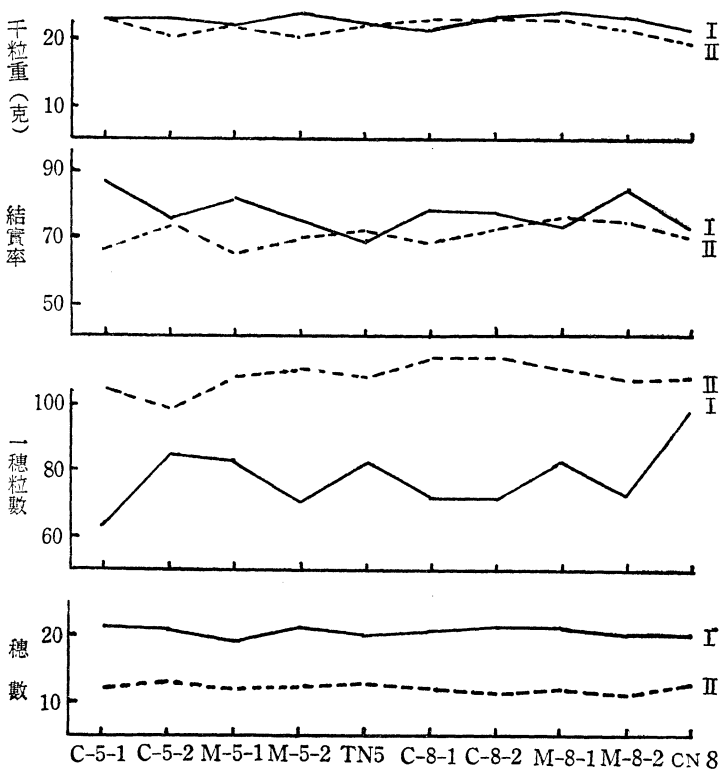
本省稻作改良，以往多注重於品種生產力的增進，即謀求單位面積產量的增加，次爲育成抗病耐肥的品種，至於品質改良見諸實施者則頗爲缺乏。本項在探究利用抗病品種經混合後對其米粒之品質是否將受到影響。茲將本試驗在三個試區，一年二期試驗結果列如表五。據調查結果，參試品種間米質優劣與該品種抗病性的強弱有極大關係，尤以米粒的透明度、腹白及心白所佔的百分率最爲明顯，大凡感病品種之米粒透明度均較差，心白及腹白所佔之比例均高於抗病品種，如以以上三項爲基準，混合品種之米質有超越對照品種之趨勢。如就期作間比較，糙米率第二期作優於第一期作，腹白則第一期作所佔的比例多於第二期作。心白在坪林地區，第二期作多於第一期作，而白河、萬巒恰相反，第一期作高於第二期作。透明度概以抗病品種較感病品種爲優。

表五、 多品系品種、混合品種及對照品種米粒之品質

項目＼品種	C—5—1	C—5—2	M—5—1	M—5—2	臺南5號	C—8—1	C—8—2	M—8—1	M—8—2	嘉南8號
坪林										
糙米率（%）	79.3 (79.2)	79.9 (86.2)	76.3 (79.8)	77.3 (82.4)	79.2 (81.8)	80.1 (82.9)	77.8 (85.3)	77.3 (84.5)	77.8 (82.8)	78.4 (82.9)
腹白（%）	25.0 (15.0)	15.0 (10.0)	25.0 (15.0)	10.0 (15.0)	25.0 (10.0)	5.0 (10.0)	5.0 (15.0)	10.0 (10.0)	20.0 (15.0)	15.0 (20.0)
心白（%）	10.0 (10.0)	5.0 (5.0)	10.0 (15.0)	5.0 (15.0)	20.0 (15.0)	5.0 (10.0)	5.0 (15.0)	10.0 (10.0)	10.0 (10.0)	5.0 (15.0)
透明度	± (+)	++ (+)	± (+)	+ (++)	— (—)	+ (++)	+ (++)	++ (++)	++ (++)	— (—)
鹼化程度 (Spreeding)	6 (—)	6 (—)	6 (—)	6 (—)	6 (—)	6 (—)	6 (—)	6 (—)	6 (—)	7 (—)
白河										
糙米率（%）	78.8 (80.2)	78.4 (85.8)	79.0 (86.8)	77.1 (86.3)	79.2 (86.0)	79.3 (86.0)	80.8 (86.0)	78.3 (86.9)	77.9 (85.5)	79.3 (86.2)
腹白（%）	22.0 (15.0)	10.0 (15.0)	20.0 (10.0)	25.0 (15.0)	30.0 (15.0)	25.0 (20.0)	15.0 (15.0)	15.0 (20.0)	20.0 (10.0)	35.0 (15.0)
心白（%）	15.0 (5.0)	15.0 (5.0)	20.0 (15.0)	15.0 (10.0)	25.0 (10.0)	15.0 (10.0)	5.0 (10.0)	10.0 (10.0)	5.10 (5.0)	20.0 (10.0)
透明度	+ (++)	+ (++)	++ (+)	± (++)	— (+)	+ (++)	++ (+)	± (++)	+ (+)	— (+)
鹼化程度 (Spreeding)	5 (—)	6 (—)	6 (—)	5 (—)	6 (—)	5 (—)	6 (—)	6 (—)	6 (—)	6 (—)
萬巒										

糙米率（%）	83.3 (80.4)	79.9 (83.6)	81.9 (82.4)	82.5 (78.1)	81.1 (78.4)	80.1 (83.7)	80.6 (83.7)	81.8 (84.5)	83.3 (79.7)	79.2 (76.9)
腹　白（%）	10.0 (15.0)	15.0 (15.0)	25.0 (15.0)	5.0 (20.0)	20.0 (15.0)	25.0 (20.0)	20.0 (10.0)	15.0 (10.0)	20.0 (15.0)	40.0 (20.0)
心　白（%）	5.0 (5.0)	5.0 (10.0)	0.0 (10.0)	15.0 (15.0)	15.0 (10.0)	5.0 (10.0)	0.0 (5.0)	15.0 (15.0)	5.0 (5.0)	5.0 (15.0)
透　明　度	± (卄)	+ (+)	+ (+)	卄 (+)	+ (+)	+ (卄)	+ (卄)	± (卄)	卄 (+)	+ (−)
鹼化程度 (Spreeding)	6 (−)	6 (−)	6 (−)	6 (−)	6 (−)	5 (−)	6 (−)	6 (−)	5 (−)	6 (−)

註：括弧內數字爲第二期作調查結果。



圖三、 萬巒地方稻品種間產量構成因素之比較
（I、II各代表一、二期作）

參 考 文 獻

1. Chien, C. C. 1967 : Studies on the physiologic races of the rice blast fungus, *Piricvlaria oryzae*

Cav. Taiwan Agi. Res. Inst. Bul. No. 26.
2. Hsieh, S. C. 1969 : Genetic analysis in rice, V. Genes for the resistance to leaf and neck blast diseases in rice. Bot. Bul. of Academia Sinica 6 (1) : 48—60.
3. Hsieh, S. C., M. H. Lin, and H. L. Liong, 1967 : Genetic analysis in rice. VIII. Inheritance of resistance to races 4, 22. and 25 of *Piricularia oryzae* Cav. Bot. Bul. Academia Sinica 8 : 255—260.
4. Kiyosawa, S. 1967 : Genetic studies on host-pathogen relationship in the rice blast disease. Proc. Symp. "Rice disease and their control by growing resistant varieties and other measures, " Tokyo, Japan. Pr 137~153.
5 邱善美、鄧耀宗，1975：水稻抗稻熱病混合品種之抗病性及生產力研究，中華農業研究 24（1、2）pp1—10。
6 簡錦忠，1975：長粒型籼稻異常發生穗稻熱病之調查及病菌生理型之研究，中華農業研究 24（3、4） pp23—31。

STUDIES ON DISEASE RESISTANCE, YIELDING CAPACITY AND GRAIN QUALITY OF BLAST RESISTANT MULTILINE AND COMPOSITE VARIETIES OF RICE

by

S. M. Chiu and Y. C. Teng

Summary

The present study was aimed to compare the blast resistance, productivity and grain quality between the multiline and composite varieties of rice. The performance of the multiline and composite varieties was evaluated at the three heavy blast infected locations in Northern, Central and Southern part of Taiwan respectively. It was observed that both multiline and composite varieties were more resistant to blast disease in comparison with the ordinary varieties Tainan 5 and Chianan 8. The composite varieties generally showed a higher resistance to blast than the multiline varieties.

Grain yield of the composite or multiline varieties was much higher than the control varieties. In the first crop, variety M—8—1 gave 50% higher grain yield at Pinlin (Northern Taiwan) . Other composite or multiline varieties showed 7.3%—45% yield increase as compared with the controls. At Paiho (Central Taiwan) where the disease epidemics was very severe, the yield of composite and multiline varieties such as C—8—1, M—8—1 and M—8—2 were 2~3 fold higher than the controls. At Wanlan (Southern Taiwan) , except variety C—5—2, all other composite or multiline varieties showed an increase in grain yield ranging from 4.8%~32.5%. In the second crop, no apparent yield increase was observed due to no blast disease epidemics, with the exception of Pinling experimental field.

It was found that grain qualities such as translucent, white center and white belly etc. were closely related with blast resistances; multiline or composite varieties had better grain quality than the controls.

新育成抵抗褐飛蝨水稻品種(系)室內抗蟲反應及其田間表現[1]

鄭 清 煥[2]

摘要 本省新育成抵抗褐飛蝨水稻嘉農秈11號等品種（系）之抗蟲行爲，經室內、網室及田間試驗觀察，判斷係由中等程度之「寄主非偏好」、「被害容忍」以及較弱之「抗生作用」等抗蟲機制聯合表現的結果。在無其他寄主可供選擇情況下，褐飛蝨可在嘉農秈11號等品種（系）水稻上繁殖爲害，但抗蟲品種（系）對高密度褐飛蝨爲害之容忍程度約爲感蟲品種臺中在來1號或臺南5號的兩倍。然而由於褐飛蝨較不喜歡在嘉農秈11號等品種（系）水稻上棲息取食，因此在室內有其他寄主可供選擇，或在田間自然情況下，褐飛蝨在抗蟲品種（系）水稻上之棲羣成長非常緩慢，往往在臺中在來1號或臺南5號每欉水稻有褐飛蝨達數百隻時，棲息於嘉農秈11號等抗蟲品種（系）上者，每欉仍然在10隻以下，其結果當感蟲品種受害枯萎時，嘉農秈11號等抗蟲品種（系）水稻受害仍頗輕微。藥劑保護可使臺中在來1號及臺南5號等每公頃增產稻谷達二千餘公斤，增產率平均高達55%左右。但施用藥劑對嘉農秈11號等抗蟲品種（系）並無顯著效益，表示藉栽培室內檢定屬於中等程度之抗蟲品種（系）在田間即足以抑制褐飛蝨之棲羣成長及爲害。抗蟲品種水稻並不影響飛蝨類捕食或寄生天敵之活動，兩者可相互配合運用於水稻害蟲之綜合防治體系。

前 言

褐飛蝨爲目前水稻之重要害蟲，本省以往栽培及保存的水稻品種對其爲害均呈感蟲性（鄭，1973），因此一旦環境適其繁衍，即大量滋生，猖獗成災（陶，1967）。嘉義農業試驗分所自民國58年以來，陸續自菲律賓國際稻米研究所以及其他東南亞國家引入抗褐飛蝨品種，從事抗蟲行爲及育種研究（鄭1973，鄭1974，1975，周與鄭1971，Cheng et al 等1971，陳等1971，1972）。數年來經雜交育成之豐產、抗褐飛蝨高級品系多達數十種，其較早日育成者，如嘉農秈11號已於民國62年12月經政府命名並推廣農民栽培。其他抗蟲高級品系，目前仍在繼續試種觀察中。本文謹就嘉農秈11號及其他若干新育成水稻品種（系）在室內之抗蟲反應，以及在田間栽培之表現，報告於次，藉供栽培抗蟲品種之參考。

試 驗 材 料

供試品種（系）有嘉農秈11號、嘉農秈育 9、10、12 號及系比 602104 號等。前四品種（系）由 IR8×IR9—6 之雜交後代選出，其抗蟲行爲受一對隱性因子 b ph_2 所支配；後一品系由 IR9—6×Mudgo 雜交後代選出，其抗蟲行爲受一對顯性因子 BPH_1 所控制。上述新育成抗蟲品種（系）於室內一般檢定結果，前四品種（系）及 IR9—60 屬於中等程度抗蟲，而後一品系及 Mudgo 爲高等程度抗蟲等級。抗蟲品種 Mudgo, IR9—60 及感蟲品種臺中在來1號、臺南5號與嘉農秈8號等爲試驗對照品種。

試驗方法及結果

1. 秧苗對高密度褐飛蝨選擇為害之反應

本項觀察，係將各供試品種（系）之發芽稻種條播於栽培盤（60×20×10cm），每品種種植一

本試驗承國家科學委員會及農復會之補助，謹誌謝忱。

1. 試驗報告農試字第七七一號。
2. 臺灣省農業試驗所嘉義分所技正兼植物保護系主任。

行，共20株。抗蟲與感蟲對照品種水稻則夾播種於供試品種（系）中，每品種播植兩行。播種後10天（約三葉秧苗期），將秧苗盤加蓋網罩（60×20×45cm），並將大量之褐飛蝨 3～4 齡若蟲（每秧苗平均10隻左右，約爲平常檢定接蟲密度之兩倍）均勻散佈於秧苗上，任其選擇爲害。接蟲後每日計數在秧苗上之棲息蟲數及秧苗被害徵狀，連續20天。試驗結果示如表一。

感蟲品種臺中在來1號及臺南5號於接蟲爲害後第2天即分別有50及90%的秧苗受害枯萎，接蟲後5日內，秧苗全部受害枯死。臺南5號秧苗較臺中在來1號苗爲感蟲。抗蟲對照品種 Mudgo 及 IR 9—60 受害反應差異很大；IR9—60 秧苗於接蟲後 5日調查，其秧苗枯死率達 47%，接蟲10日即達98%，而 Mudgo 秧苗於處理後20日，受害枯死率僅爲 35%，其抗蟲程度遠較前者爲强。新育成抗蟲品種（系）之受害程度，一般而言介於 Mudgo 與 IR 9—60 之間。系比 602104 受害程度遠較其他抗蟲品種（系）爲輕微。

表 1. 新育成抗蟲品種（系）秧苗對高密度褐飛蝨選擇爲害反應比較

Table 1. Responses of seedlings of certain newly developed resistant varieties (selections) to the damage of brown planthopper with high population density.

品種（系）	接蟲後日數 (DAI)										累積爲害蟲數／秧苗 ⓒ
	2天		5天		10天		15天		20天		
	健苗率 ⓐ	蟲數／秧苗 ⓑ	健苗率 ⓐ	蟲數／秧苗 ⓑ	健苗率 ⓐ	蟲數／秧苗 ⓑ	健苗率 ⓐ	蟲數／秧苗 ⓑ	健苗率 ⓐ	蟲數／秧苗 ⓑ	
系比 602104	100	7.4	90	10.4	75	14.3	75	9.9	75	6.9	100*
Mudgo (R)	100	4.3	100	4.7	88	6.7	68	6.3	65	3.2	57*
嘉農秈育9號	100	12.3	100	11.0	75	17.7	35	8.7	10	8.5	115*
嘉農秈育10號	100	13.7	100	18.3	90	23.2	10	21.0	5	15.0	175*
嘉農秈 11號	100	10.6	100	23.3	15	17.7	5	19.0	0	—	115
嘉農秈育12號	100	10.7	95	13.5	5	22.0	0	—			90
IR 9—60 (R)	100	6.8	62.5	7.6	3	13.0	0	—			45
臺中在來1號 S	50	14.4	0	—							43
臺南5號 (S)	10	15.3	0	—							21

ⓐ. 健全苗 Healthy seedling (%)
ⓑ. 蟲數／秧苗 insect/seedling
ⓒ. 累積爲害蟲數／秧苗 Day accumulated insect/seedling
* ：接蟲後20天之累積爲害蟲數。 Up to 20 days after infestation

新育成之抗蟲品種（系）水稻受害程度一般較其抗蟲親本受害爲輕，此種現象可能係爲雜交後代活力，亦即一般所稱雜種優勢所致。

一般而言，秧苗受害程度與褐飛蝨在該品種秧苗棲息爲害之蟲數有直接關係。在接蟲後初期，褐飛蝨棲息於感蟲品種臺南5號及臺中在來1號上爲害者較在其他抗蟲品種（系）者爲高，因此受害程度亦較其他品種（系）爲嚴重。迨感蟲品種秧苗枯萎後，褐飛蝨棲羣移往嘉農秈11號及嘉農秈育9、10、12號等秧苗爲害，致使此等品種（系）秧苗受害而逐漸枯萎。Mudgo 秧苗上褐飛蝨棲息爲害蟲數一直很低，其受害程度亦較其他品種（系）輕微。供試之水稻品種（系）間，秧苗所能容忍褐飛蝨爲害之天累計蟲數，差異亦非常明顯，感蟲品種臺南5號及臺中在來1號每支秧苗平均分別遭受天累積蟲數21及43隻褐飛蟲爲害時，即告死亡；抗蟲品種 IR 9—60 所能容忍褐飛蝨爲害的天累積蟲數與感蟲品種差異很少，其所以能較感蟲品種被害輕微，係因在該品種（系）秧苗爲害的蟲數較感蟲品種

上者爲少所致。換言之，亦即 IR9—60 具寄主非偏好之特性所使然。與上述情況相反，新育成抗蟲品種（系）秧苗所能容忍褐飛蝨的爲害蟲數均遠較 IR 9—60 爲多，約爲感蟲品種臺南 5 號的 4 倍至 9 倍，但受害却均較其親本 IR 6—90 爲輕，其抗蟲原因顯與其對害蟲爲害的容忍程度具有關連。

2. 對褐飛蝨之寄主偏好性及生存率觀察

寄主偏好性試驗，係將各供試品種（系）之10日齡秧苗，每品種 1 株隨機種植於木製栽培盤，株距 10cm, 重複 5 次。種植後15天每盤用網帳罩入 60隻 3 ～ 4 齡之褐飛蝨若蟲，任其選擇水稻取食爲害。接蟲後每日計數在各品種（系）水稻上棲息蟲數，連續 7 天。

生存率比較試驗，則應用盆栽單本植之20日齡秧稻，每盆稻用網帳罩接入甫孵化若蟲10隻，5 重複。接蟲後每日計數各品種（系）稻苗上之生存蟲數，直至變成蟲爲止。試驗結果列如表 2 。

供試品系中褐飛蝨在 Mudgo 與系比 602104稻株上之棲息危害蟲數，一直較其他抗蟲品種（系）爲少，褐飛蝨在該品種稻株之日平均棲息蟲數僅爲棲息於感蟲品種上者之14至25%。

表 2. 褐飛蝨在各抗蟲水稻品種（系）之寄主偏好性及若蟲之生存率比較

Table 2. Host preference and servival of nymph of brown planthopper on certain newly developed resistant varieties (selections)

品種（系）	蟲數/秧苗 ⓐ	若蟲生存率(%) ⓑ
Mudgo	1.41 a	26 a
系比 602104	2.47 a	50 bc
嘉農秈育 9 號	4.71 b	56 c
嘉農秈育 10 號	3.69 b	62 d
嘉農秈 11 號	6.17 c	60 cd
嘉農秈育 12 號	5.86 bc	62 d
IR 9—60	4.02 d	42 b
臺中在來 1 號	8.07 d	92 e
臺南 5 號	10.27 d	96 e

ⓐ. 5 重複連續觀察 6 天之平均值　　No. insect : average of 6 days obs.

ⓑ. 10日齡秧苗每株接一齡若蟲10隻，5 重複。
表中值爲接蟲後20天之生存蟲率 servival of nymph

在嘉農秈11號及其他 IR 9—60 系統的抗蟲品系水稻上，褐飛蝨棲息蟲數約爲感蟲品種者之50%，與 Mudgo 相較，嘉農秈11號新育成之抗蟲品種（系）顯然屬於中等程度之非偏好寄主。

褐飛蝨若蟲在各新育成品種（系）秧苗上之生存率，在接蟲後10天內與飼養於感蟲品種水稻上者並無顯著差異。其後飼養於抗蟲品種（系）上之生存蟲數逐漸減少，於接蟲後20天調查時，大部份若蟲已發育爲成蟲，其於臺中在來 1 號及臺南 5 號上之生存蟲數仍高達90%以上，而在新育成抗蟲品系上者則僅爲50至60%左右。後者雖較前者之生存率爲低，但却遠較其飼養於高度抗蟲品種 Mudgo 上者爲高，表示新育成的抗蟲品種（系）之抗蟲行爲是屬於一種較弱程度之抗性作用。

3. 對定數褐飛蝨為害容忍程度的比較觀察

盆栽10日齡秧苗，單本植，5 重複。移植後30天，每盆水稻用網帳罩入 250隻 2 ～ 3 齡若蟲爲害

，其後每兩日檢視其被害徵象，至接蟲後30日爲止。試驗結果示如表 3 。

各品種（系）水稻在褐飛蝨無寄主可供選擇，高密度的爲害情況下，感蟲對照品種臺中在來 1 號及臺南 5 號的稻株，分別於接蟲後12.4及11.8天全部被害枯萎死亡，此時抗蟲品種（系）受害仍然輕微。然而於接蟲20天以後，嘉農秈11號等品種（系）之稻株亦相繼死亡，其能容忍褐飛蝨爲害的期間約爲感蟲品種的兩倍，故屬於中等程度容忍品種。抗蟲程度較强之 Mudgo 品種及其雜交後代系比 602104 在本試驗中均無稻株被害枯萎。Mudgo 水稻受害較輕之主要原因，乃接入爲害之若蟲於接蟲後短期內即大部死亡所致，而系比602104則顯具較高之容忍程度。

4. 網室內褐飛蝨在各品種（系）水稻之棲羣消長比較

本項觀察於民國62年 7 月至10月間在網室內舉行，參試水稻共 8 品種（系），每品種（系）種植 3 小區（1×1m），隨機排列，每小區種植水稻 16欉。水稻移植後 5 天，在每小區水稻接褐飛蝨長翅型成蟲一對，使成蟲可以在網室內各小區水稻選擇其喜愛之稻株繁殖爲害。褐飛蝨在抗蟲及感蟲稻株上之棲羣消長，於水稻移植後26天開始調查，其後每隔 7 天調查一次，直至水稻收割爲止。試驗結果以褐飛蝨蟲羣在抗蟲品種嘉農秈11號、嘉農秈育 9 號及感蟲品種嘉農秈 8 號與臺中在來 1 號上之變化爲代表，示如圖一。

褐飛蝨在水稻生育期間成蟲出現三次高峰，顯示第二期作水稻可遭受褐飛蝨三個完全世代的爲害，而感蟲品種水稻在第三世代若蟲高峰前期即受害完全枯萎。

褐飛蝨在供試各品種（系）水稻上棲羣消長情況差異頗大，其於感蟲品種上者，無論成蟲或若蟲之棲羣密度均隨發生世代而呈快速的增加，其增加速度以成蟲數爲標準，則第一世代成蟲約爲接入蟲數之10倍左右，而第二及第三世代則呈倍數增加；若蟲增加速度與成蟲近似，第二世代蟲數約爲第一世代之10倍，而第三世代約爲第二世代之兩倍。唯水稻在第三世代若蟲高峰前即被害枯萎，其增加蟲數可能在 2 倍以上。

表 3. 抗蟲品種（系）移植後30日齡稻每欉遭受200隻 3 ～ 4 齡褐飛蝨若蟲爲害之容忍性比較

Table 3. Effect of infesting 30-day-old seedlings of certain newly developed resistant varieties (selections) with 200 third-fourth-instar brown planthopper.

品種（系）	爲害等級 ⓐ			被害枯萎稻株	接蟲爲害至枯
	10 DAI ⓓ	20 DAI	30 DAI	ⓑ	萎日數 ⓒ
Mudgo (R. CK)	0	0.5	1.0	0	—
L. 602104	0.2	0.5	1.5	0	—
嘉農秈育 9 號	0.5	0.8	3.5	3	24.6
嘉農秈育 10 號	0.5	2.0	3.5	3	22.6
嘉農秈 11 號	0.5	1.5	2.0	1	24.0
嘉農秈育 12 號	0.3	0.6	2.0	1	56.0
IR 9—60 (R. CK)	0.6	2.0	4.5	3	24.8
臺中在來 1 號 (S. CK)	3	5.0	—	5	12.4
臺南 5 號 (S. CK)	3	5.0	—	5	11.8

ⓐ. 爲害等級；0：無被害徵象，5：稻株全數被害枯萎。
(scale of damage; 0 : No damaged, 5 : completely killed)
ⓑ. No. plant killed.
ⓒ. Days from infestation to plant killed.
ⓓ. DAI：接蟲後天數。 Days after infestation.

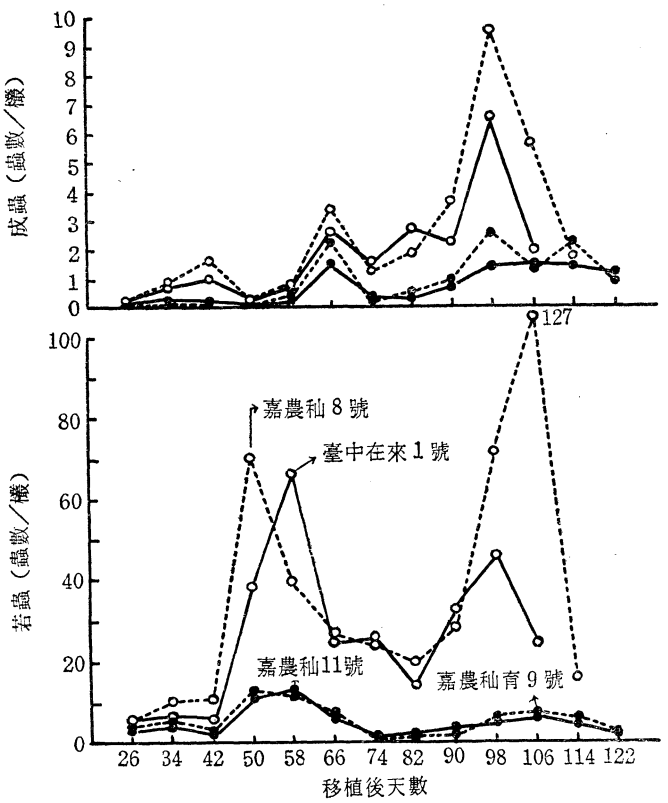


圖1. 褐飛蝨在抗蟲品種（系）及感蟲品種水稻棲羣消長比較圖

Fig.1. Population development of brown planthopper on resistant and susceptible varieties in a wirehouse experiment, 2nd crop 1973.

褐飛蝨在抗蟲品種上，第一世代若蟲密度頗低，與感蟲品種上者無明顯差異，但至成蟲時，在感蟲品種上者約有抗蟲品種上者之4～7倍，表示在抗蟲品種上成長之褐飛蝨，待其變成蟲時有往外遷移之現象。此種揣測亦可由抗蟲品種稻上之第二世代成蟲於發生高峰後密度急速下降的現象獲得佐證。成蟲不能繼續留在抗蟲品種水稻上產卵繁殖，是爲其後代棲羣密度無法大幅增加的主要原因。第二世代若蟲在抗蟲品種上者每欉平均蟲數10隻左右，僅爲感蟲品種上者之14%，而第三世代若蟲密度非但未增加，反而較第二世代更爲減少。此種棲羣變化現象表示抗蟲品種不適於褐飛蝨之棲羣增長。

5. 田間對自然褐飛蝨棲羣為害之反應

本試驗於民國61年二期作在褐飛蝨發生較嚴重之嘉義縣大林鎮舉行。試驗田分爲藥劑保護區及病蟲害自然爲害區兩處理，每種種植3小區，逢機完全區集設計。小區面積爲 16.55m²，單本植，行株距 22.7×19.7cm, 種植水稻325株。田間管理除藥劑處理外，均按一般慣行方法實施。

試驗田於8月1日移植，藥劑保護區因病蟲發生，於移植後5、50及91天各施用 3% Furadan G 一次防治螟蟲、葉蟬及飛蝨等，每次施用量爲 30kg/ha； 另於移植後60天施用 16.5% Mon EC 1,000倍一次，防治紋枯病。病蟲害自然爲害區則在水稻生育期間均未施用任何殺蟲、殺菌劑。

褐飛蝨在各小區水稻之棲羣消長，於水稻移植後45天開始調查，其後每隔15天調查一次。調查時於小區中擇10欉目數棲息蟲數。其他病蟲害則於每次調查時加以記錄。產量調查於每小區中央割取200欉，稱其生谷重，取1公斤晒乾風選後換算公頃產量。

在無藥劑保護區，水稻生育早期褐飛蝨發生密度很低（褐飛蝨侵入稻田後繁殖之第一世代）。移植後60天，正值水稻孕穗後期，感蟲品種臺中在來1號及臺南5號上之褐飛蝨棲息密度始漸增加（侵入稻田後繁殖之第二世代）。至移植後90天，即大部分水稻品種已進入糊熟期，臺南5號之褐飛蝨棲息密度每欉水稻平均已達300餘隻，密度高者竟達600～700隻，而棲息於臺中在來1號者則每欉平均700餘隻，甚至密度高者超過1,000隻（侵入稻田後繁殖之第三世代）。在相同環境下，褐飛蝨在抗蟲品種（系）水稻之棲羣密度至水稻成熟期仍然很低，每欉水稻平均蟲數在6隻以下，尤以 Mudgo.、系比602104及嘉農秈9號等之平均棲息蟲數在1隻以下，其與感蟲品種水稻褐飛蝨棲羣密度差異達數百倍之多（圖2）。此項結果與網室內棲羣消長觀察之現象相同，但棲羣變化差異尤較後者明顯。

感蟲品種水稻因遭受高密度褐飛蝨爲害下，臺中在來1號及臺南5號相繼於水稻移植後97及102天全部被害枯萎，此時抗蟲品種（系）尚無明顯之被害徵象（圖3）。在感蟲品種死亡後，與鄰接之抗蟲品種（系）小區，因褐飛蝨之遷移，爲害密度稍有增加，但待其變成蟲後，大部往外遷移，棲羣密度又告下降，因此水稻於感蟲品種稻株枯萎後仍能保持於未被害或受害極爲輕微之狀況。

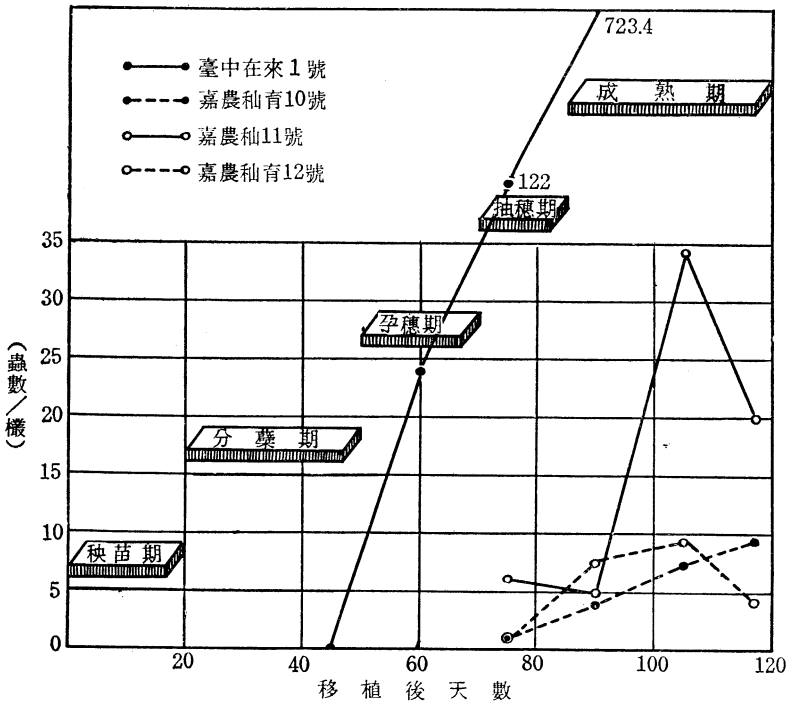


圖2. 褐飛蝨在各新育成抗蟲品系內棲息消長比較圖（61年2期作）

Fig. 2. Change in density of field population of brown planthopper on resistant and susceptible varieties (selections) under unprotected plots. 2nd crop, 1972.



圖3. 新育成抗蟲品種（系）在田間受褐飛蝨自然棲羣爲害，當臺中在來1號被害枯萎時，抗蟲品種（系）之稻株受害仍很輕微

Fig. 3. Damage of brown planthopper on T(N)1 and certain newly developed resistant varieties (selections) under unprotected field conditions.

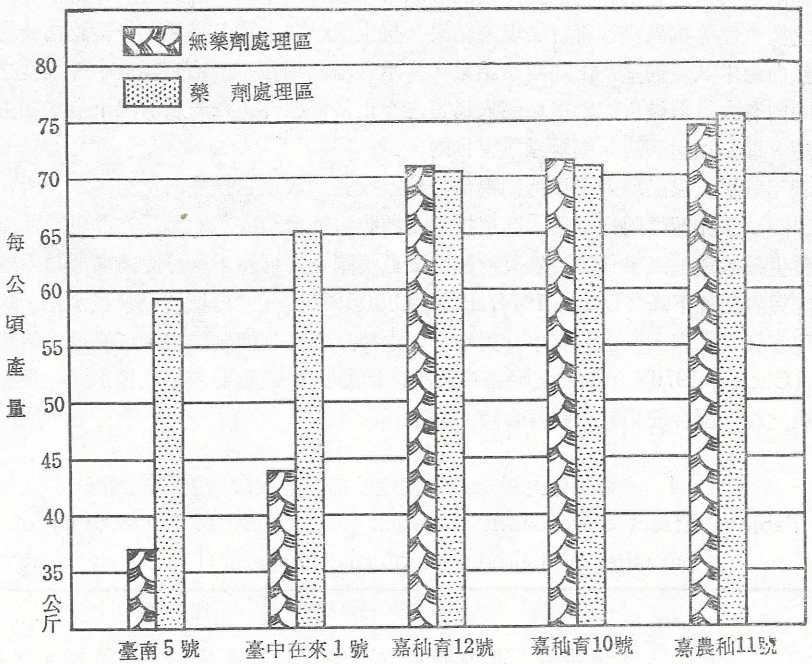


圖4. 褐飛蝨對不同水稻品種爲害產量損失比較圖

Fig. 4. Grain yield of certain resistant and susceptible varieties (selections) under insecticide protected and unprotected plots. 2nd crop, 1972.

比較藥劑保護區及病蟲害自然爲害區之稻穀產量，感蟲品種臺中在來1號與臺南5號因使用藥劑保護，每公頃增產稻穀高達二千餘公斤，換言之，因褐飛蝨爲害之損失達33至37%之多。反觀各抗蟲品種（系）之稻穀產量，在自然爲害區及藥劑保護區均甚爲接近，尤其 Mudgo 及嘉農秈育9、10及12號等品種，其病蟲害自然爲害區之產量反而稍稍較藥劑保護區爲高（圖4），此種結果顯示栽培抗蟲品種（系）水稻無需藥劑協助抑制褐飛蝨棲羣密度，即足以保護水稻遭受褐飛蝨之爲害而造成損失。

討　　論

栽培抗病、抗蟲的作物品種以減輕作物遭受病蟲爲害損失，是爲經濟防治病蟲方法之一。在水稻蟲害方面，近年來各產稻國家均致力於育成適合該地區栽培之抗蟲稻種，尤以設於菲律賓之國際稻米研究所在近年來先後已育成抵抗二化螟蟲、褐飛蝨及黑尾葉蟬等豐產品種多種，推廣農民栽培(IRRI 1973, 1974)。然而這些地區育成品種在本省氣候情況下，生育期稍嫌過長，不適本省多作栽培制度，因此本省必須育成適合於我們環境栽培之抗蟲稻種。

本省初期育成之抗褐飛蝨稻種嘉農秈11號，已於民國62年12月經政府正式命名推廣。此品種與其姊妹品系嘉農秈育9、10、12等之抗蟲遺傳質均來自 IR 9—60。此一抗蟲親本之抗蟲遺傳行爲係受一對隱性因子所支配，而其抗蟲等級則屬於中等程度之抗蟲品種（Cheng, *et al.* 1971，鄭1973）。新育成抗蟲品種（系）經室內及田間試驗，其抗蟲程度顯示爲較 IR 9—60 略强之中等程度抗蟲稻種。新育成抗蟲品種（系）之抗蟲行爲經比較試驗結果，顯係由中等程度之寄主非常偏好性、被害容忍性以及微弱之抗生性等抗蟲機制聯合表現的結果。抗生性較弱之抗蟲品種，一般認爲較易爲害蟲建立棲羣爲害，然而由本試驗網室及田間觀察結果，表示栽培此類在室內檢定屬於中等程度之抗蟲品種，除非在短期間內有大量飛蝨自他處遷移侵入爲害之不正常情況外，在一般情況下全水稻生長期間無需藉助藥劑保護，即足以達到防治褐飛蝨爲害目的。

此種僅利用栽培抗蟲品種即足以抑制褐飛蝨棲羣成長造成爲害損失的現象，本分所在民國62、63及64年多次田間試驗亦獲得同樣結果。應用抗蟲品種防治褐飛蝨成功的例子亦發現於菲律賓及印尼，尤以褐飛蝨發生較嚴重地區，其防治效果較施用殺蟲藥劑更爲可靠，並可使經褐飛蝨傳播之草狀矮化病之發病程度獲得顯著下降（Dyck, 1974, 1976, Oka 1976）。栽培抵抗褐飛蝨水稻，除褐飛蝨外並不能防止其他害蟲之爲害，但由於其本身對褐飛蝨之棲羣成長具抑制作用，可使殺蟲藥劑之使用得能減免或減少（Cheng, 1976），而有益於害蟲天敵之活動外，最重要者爲此種水稻品種並不影響天敵活動，而可與之相互配合使用於害蟲綜合防治體系（表4）。

表　4. 水稻品種對褐飛蝨寄生性及捕食性天敵活動影響調查

Table 4. Effect of resistant varieties (selections) to the activity of parasites and predators of rice hoppers.

品種	卵寄生性天敵 @			捕食性天敵 ⓑ		
	檢查卵數	寄生卵數	寄生率(%)	褐飛蝨 *	盲椿象**	捕食性蜘蛛類***
嘉農秈11號	23	13	56.6	169	2646	1017
Mudgo	4	1	25.0	118	1827	842
臺南5號	156	90	57.6	10490	3401	1269
臺中在來1號	204	128	62.7	16835	5036	1216

@ 每品種調查20支水稻卵數 (Egg parasite)

ⓑ 四品種水稻生育期調查240欉稻合計蟲數 (predators)

* : Brown planthopper,　** : *Cyrtorhinus* sp.　*** : predacious spiders.

參 考 文 獻

陳隆澤、張萬來 1971 水稻品種 Mudgo 對褐飛蝨抵抗性之遺傳 農業研究 20(1)：57—60

陳隆澤 1975 水稻對褐飛蝨與黑尾浮塵子抵抗性之遺傳研究 農業研究彙報 32：17—21

鄭清煥 1973 水稻品種對褐飛蝨抵抗性研究 中正科學技術研究講座報告p.p. 91

鄭清煥 1975 褐飛蝨之新生物小種及其與抗蟲品種間之相互作用 農業研究彙報 32：29—41

鄭清煥 1974 水稻對褐飛蝨抵抗性研究 63年度農試所年報 135—137

陶家驊 1967 稻作害蟲防治與稻穀增產問題 糧農經濟研究 9：1—17

Chang, W. L. and Chen. L. C. 1971 Resistance of rice varieties to brown planthopper (*Nilaparvata lugens*) J. Taiwan Agr. Res. 20 (3) 12—20.

Cheng C. H. 1976 A preliminary report on integrated uses of insecticides and resistant varieties for rice insects control. A paper presented at Intern. Rice Res. Conf. IRRI, Philippines 1976.

Dyck, V. A. 1974 Recent advances in the integrated control of insect pests of rice. A paper presented at Intern. Rice Res. Conf. IRRI, Philippines 1974. .

Oka, I. N. 1976 Integrated control program on brown planthopper and yellow rice stem borer in Indonesia. A paper presented at Intern. Rice Research Conf. IRRI, 1976, Philippines

Preliminary report of the first international rice brown planthopper nursery. IRRI, Philippines 1976.

The International Rice Research Institute. Annual Report 1973. p. xv.

The Internatinal Rice Research Institute. Annual Report 1974. p. 9.

RESPONSE OF CHIANON SHEN 11 AND SOME NEWLY DEVELOPED RESISTANT SELECTIONS TO ARTIFICIAL AND NATURAL BROWN PLANTHOPPER POPULATION[1]

C. H. Cheng[2]

Summary

The brown planthopper, *Nilaparvata lugens* is an important insect pest of rice in Taiwan. The traditional cultivars in this island are susceptible to this pest, therefore yield loss due to its damage are considerable. In order to reduce the pressure of the brown planthopper on rice production, a breeding program for development of brown planthopper-resistant variety have been established since 1969 in Chiayi Agricultural Experiment Station. The first resistant variety Chianon shen 11 was named and released for commercial cultivation in 1973. This paper reports some studies on the response of Chianon shen 11 and some other resistant selections to the artificial and natural brown planthopper population under laboratory and field conditions.

The mechanism of resistance of Chianon shen 11 and some resistant selections were identified as mainly due to the fact that the plants being not prefered by the insect. The resistant plants were also found to possessed a relative lower level of antibiotic factor that made the capability of the brown planthopper to survive, multiply and damage on the resistant plants. However, the resistant plants was more tolerance to the insect attacks than susceptible varieties T (N) 1 and Tainan 5. Under field conditions, the population density of brown planthopper on susceptible varieties increased with the growthstage of rice plant and several hundred insect per hill could be recorded after heading stage. On the other hand, the insect population on resistant varieties (selections) were very low throughout the crop season. As a result, while hopperburn appeared in the plots of susceptible varieties, no appearent damage was observed in the resistant plants. Chemical protection to the susceptible varieties outyielded the unprotected about 35%, but the grain yield of resistant varieties (selections) with or without chemical protection were about the same. This indicated that the newly developed resistant variety can be used as a primary measure for protecting the rice plant from the damage of brown planthopper.

1. Contribution No. 771 from The Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Senior Entomologist and Head of the Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI.

秈稻白葉枯病抗病育種及遺傳之研究

Ⅱ. 水稻品種 BJ 1 對白葉枯病抗病性之遺傳

許東暉　鄧耀宗　邱善美

摘 要 爲研究水稻品種 BJ 1 等對白葉枯病抗病性之遺傳行爲，利用感病品種臺中在來 1 號與高雄秈 2 號分別與 BJ 1 等抗病品種雜交，並於雜交後裔與親本在孕穗期間進行病原菌人工接種，接種20天調查其發病程度。試驗結果，BJ 1 與 TKM 6 等品種對白葉枯病病原菌604之抵抗性頗强。以 BJ 1 及 TKM 6 品種爲親本所得 F_1、F_2 及 F_3 雜種後裔之反應，顯示水稻品種 BJ 1 具有抗病性，係受一對隱性因子控制；而控制 TKM 6 之抗病性則爲一對顯性因子，後者與 IRRI 試驗結果一致。

前　言

爲改良本省秈稻品種對白葉枯病之抵抗性，1973年在國家科學委員會及農村復興委員會資助下，收集本省新育成秈稻品系，進行對白葉枯病抗病性的檢定工作。自供試材料中發現抗病品系不多，而且產量均不甚理想，再就這些抗病品系或親本追踪其抗病因子之來源，其中多數具有 TKM 6 血緣，即其抗病因子似來自 TKM 6 品種。

水稻對白葉枯病的抵抗性，據日本學者報告，在第二對染色體上有兩對隱性因子控制，即 X_{a1} 及 X_{a2}，如 Tadukan 及 Tetep 等品種屬之；另一種抵抗性則由顯性抗病因子，如 TKM 6 及早生愛國 3 號等。據國際稻米研究所報告， Sigadis、早生愛國 3 號、Zenith 及 B 589—A4—18—1 等品種（系）之抗病性受單獨顯性因子控制，而 DZ 192 則受兩對隱性因子所控制。筆者等於1972年自國外引進材料之抗病檢定中，發現 BJ 1 等品種對白葉枯病抵抗性頗强，頗有利用價值。本試驗之目的爲了解 BJ 1 品種對白葉枯病抗病性之遺傳行爲，供水稻抗病育種之參考。

材料與方法

供試材料：1.抗病秈稻品種 BJ 1 與 TKM 6，感病品種臺中在來一號及高雄秈 2 號等。 2.白葉枯病病菌係採用中央研究院第 604 菌系。

試驗方法：1.以抗病品種 BJ 1 及對照之 TKM 6 品種分別與感病之臺中在來 1 號（TN1）及高雄秈 2 號雜交（KS2），並繁殖雜種第二代。各組合之 F_1、F_2 及親本，接種病原菌，調查其抗病情形。再自 F_2 世代中取 120 株爲系統，供 F_3 進行 Progeny test. 2. 檢定方法：於水稻孕穗期將白葉枯病病原菌以剪葉法（Clipping method）接種於劍葉上，每株接種兩葉片以上。菌種以液體培養劑，振盪培養 18～20 小時後使用。接種後 20 天調查其發病情形，調查按國際稻米研究所的標準行之。

結果與討論

BJ 1 等品種之雜交第一代（F_1）與第二代（F_2）對白葉枯病抵抗性之反應情形，示如圖一。由圖觀之，供試之感病品種臺中在來一號與高雄秈 2 號經病原菌接種後，均呈 6 級以上之感病反應，而抗病品種 BJ 1 仍呈抗病反應； BJ 1×TN 1 及 BJ 1×KS 2 等兩雜交組合之 F_1 均呈感病性反應，惟其發病程度仍較感病親本爲輕。就 F_2 分離情形觀之，抗病與感病植株之分離比分別爲 511：

1416 以及 331：949，經卡方測定（Chi-square）的結果，抗病對感病符合 1：3 之分離比。就 F_2 發病分佈情形分析，雖呈連續性的變異狀態，但有兩明顯的高峯，此表示抗病因子受主遺傳因子（Major gene）之控制。從 F_2 分離情形與 F_1 的反應推測，BJ 1 抗病性之遺傳行爲係受一對隱性抗病因子所控制。爲進一步證實 BJ 1 對白葉枯病抗病性遺傳行爲，再自 F_2 世代中分別取 120 株爲系統，於 F_3 進行 progeny test。試驗結果示如表 1。於 BJ 1×TN 1 與 BJ 1×KS 2 組合之後裔中，屬抗病者分別有 36 與 34 系統，分離者則爲 56 與62系統，感病者有 28 與 24 系統，經統計分析結果，即抗病：分離：感病，亦符合 1：2：1 的分離比，此顯示 BJ 1 對白葉枯病（＃604 菌系）的抗病性受一對隱性因子所控制。

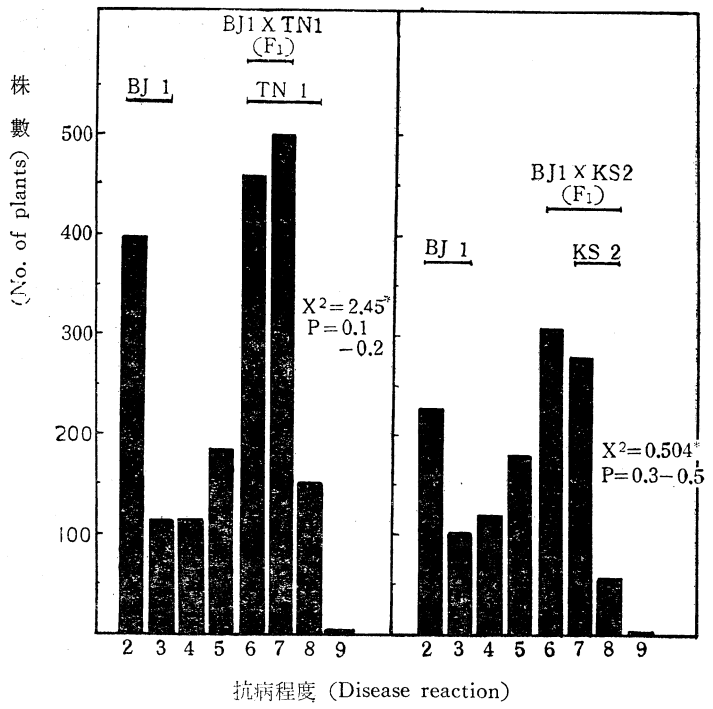


圖1. BJ 1 雜交第一、二世代後裔對白葉枯病抵抗性之反應（*抗病與感病植株符合 1：3 之分離比）

Fig. 1. Disease reaction of parents, F_1 and F_2 populations of BJ 1× TN 1 and BJ 1 ×Kaoshiung sen 2 to isolate ＃604 of Xanthomonas oryzae. * (Chi-square value of 2.45 and 0.504 giving a ratio of 1 resistant to 3 susceptible)

表 1：BJ 1 雜交第三世代後裔對白枯葉病抵抗性之反應

Table 1. Disease reaction of F_3 families of resistant×susceptible crosses to isolate ＃604 of Xanthomonas oryzae.

雜交組合 Cross combination	抗病 Resistant	分離比 Segregating	感病 Susceptible	合計 Total	期望分離比 Expected ratio	X^2 值 Chi-square	P 值
BJ 1×TN 1	36	56	28	120	1：2：1	1.79	0.3—0.5
BJ 1×KS 2	34	62	24	120	1：2：1	1.60	0.3—0.5

水稻對白葉枯病之反應，除品種之外，尚受菌株（Strain）及接種時期與環境的影響。筆者爲愼重起見，仍以 TKM 6 品種爲親本，分別與臺中在來 1 號與高雄秈 2 號雜交，並檢定其後裔的抗病情形作爲對照，試驗結果如圖二。親本 TKM 6 與 TN 1 或 KS 2 均分別呈 2 級抗病與 7 級感病之反應，其 F_1 植株之抗病程度與親本 TKM 6 相同，顯示 TKM 6 之抗病性爲顯性因子控制。再自 F_2 抗病分離情形觀之，TKM 6×TN 1 與 TKM 6×KS 2 抗病與感病的比例，分別爲 235：79 與 222：63，經 Chi-square test 統計分析結果，抗病對感病的分離比爲 3：1，由此結果知 TKM 6 對白葉枯病的抗病性，係受一對顯性因子所控制，此與國際稻米研究所所得結果一致，由此本試驗之準確性更得有力之佐證。

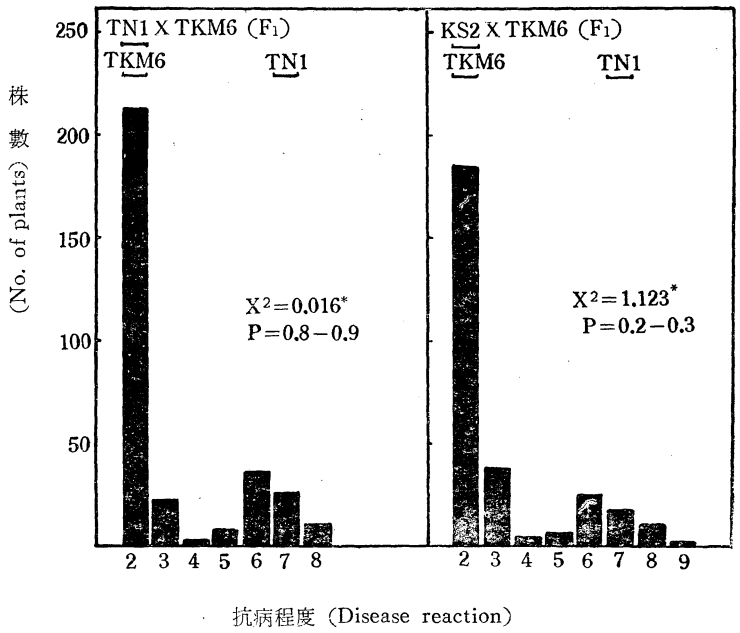


圖2. TKM 6 雜交第一、二世代後裔對白葉枯病抵抗性之反應（*抗病與感病符合3：1之分離比）

Fig 2. Disease reaction of parents, F_1 and F_2 populations of TN 1 × TKM 6, and KS 2 × TKM 6 to isolate #604 of Xanthomonas oryzae. * (Chi-square value of 0.016 and 1.123 giving a ratio of 3 resistant to 1 susceptible)

參考文獻

1.陳隆澤、張萬來（1971）：水稻品種 Mudgo 對褐飛蝨抵抗性之遺傳。農業研究 20：（1）。

2.張萬來、陳隆澤（1971）：水稻品種對褐飛蝨之抵抗性研究。農業研究 20：（3）。

3.歐世璜、郭宗德、謝式抃鈺（1971）：稻作病害。中國農村復興聯合委員會刊印，p.p. 99—134。

4.林明華、朱啓魯、簡錦忠（1975）：水稻黃萎病抗病性之遺傳。中華農業研究 24：（3.4）。

5.許東暉、鄧耀宗、邱善美（1976）：秈稻白葉枯病抗病育種及遺傳之研究。Ⅰ．新育成秈稻品系對白葉枯病抵抗性及產量試驗。中華農業研究 25：（4）

6. Heu, M., T. T. Chang and H. M. Beachell (1968) : The inheritance of culm length, panicle length, duration to heading and bacterial leaf blight reaction in a rice cross Sigadis × Taichung (Native) 1. Japan. J. Breed. 18 : 7—12.

7. International Rice Research Institute (1973) : Annual Report for 1973.

8. Ou, S. H. (1972) : Varietal resistance and variability of Xanthomonas oryzae. Rice Breeding, IRRI. pp 297—300.
9. Padmanabhan, S. Y., R. Y. Mishra and S. Devadath (1971) : Inheritance of resistance to bacterial leaf blight of rice. Second International Symposium Plant Pathology, New Delhi, India. Jan. 27-Feb. 3, 1971.
10. Sakaguchi, S. (1967) : Linkage Studies on the resistance to bacterial leaf blight, Xanthomonas oryzae. Agr. Sci. (Japan) Ser. D. 16 : 1—17.
11. V. V. S. Murty, Gurdev S. Khush and Neal F. Jensen (1973) : Inheritance of resistance to bacterial leaf blight, Xanthomonas oryzae (Uyeda et Ishiyama) Dowson, in rice. 1. Allelic relationships of resistance genes in Donor varieties Japan. J. Breed. 23 : (6) .
12. V. V. S. Murty, Gurdev S. Khush (1972) : Studies on the inheritance of resistance to bacterial leaf blight in rice varieties. Rice Breeding. IRRI. PP 301—305.
13. Washio, O. K. Kariya, and K. Toriyama (1966) : Studies on breeding rice varieties for resistance to bacterial leaf blight. Bull. Chugoku Agr. Exp. Sta. Ser. A, 13 : 55—85.

BREEDING AND GENETIC STUDIES OF BACTERIAL LEAF BLIGHT (XANTHOMONAS ORYZAE) RESISTANT VARIETIES OF INDICA TYPE OF RICE

II. Inheritance of resistance to bacterial leaf blight disease in rice variety, BJ 1

by

T. H. Hsu, Y. C. Teng & S. M. Chiu

Summary

The objective of this study was to investigate the mode of inheritance of resistance to bacterial leaf blight in rice variety BJ 1 (TKM 6 used as a check). The experiment was conducted at Taiwan Agricultural Research Institute in 1973. Two susceptible varieties Taichung Native 1 and Kaoshiung sen 2 were crossed with BJ 1 and TKM 6. The clipping method of inoculating the flag leaves was used for the test of bacterial leaf blight. Reaction was scored 20 days after inoculation on a scale of 0—9 based on the extent to which the lesion spread downward from the cut of inoculation. A score of 0 indicated the most resistant reaction, and 9, the most susceptible.

Results from the genetic study of parental varieties, F_1, F_2 populations and F_3 families of various cross combinations were given in Figs. 1 and 2 and Table 1. The reaction of the hybrid fitted the hypothesis that resistance to the bacterial leaf blight in rice variety BJ 1 was conditioned by a single recessive gene while that TKM 6 was controlled by a single dominant gene.

本省水稻田土壤有效矽與其他理化性質之研究[1]

黎　靜　韻[2]

摘要：1.研究之土壤樣本共 413個，選自全省各地。分析項目共七項，其目的在尋求水稻田土壤之有效矽與其他理化性之相關，以說明其應用問題。

2.本省水稻土壤種類及其有效矽之含量見表一，冲積土之表土有效矽之平均值自7.1～29.8mg/100g，以安山岩質冲積土含量較豐，泥岩質者次之，粘板岩質者再次之，砂岩頁岩質者更次之，片岩質者較低，105個表土之總平均值爲 13.3mg/100g。

3.水稻田土壤之質地與有效矽含量之關係見表二，不論冲積土與紅黃壤之水田，除壤質砂土外，其各種質地土壤均以粘重者其有效矽含量亦高，反之，輕鬆者則相對減低。

4.水稻田土壤之有機質與有效矽含量之關係見表三，表土有機質多在1～3％內，其含量之高低隨有效矽成正相關關係，土壤之反應與土壤之有效矽亦呈正相關關係，見圖一。

5.應用統計方法，求出各種土壤或各地區土壤之有效矽與其他化學性質之複相關，及其迴歸係數見表四及表五，就中以 PH值之正相關最顯著，CEC 之負相關則不顯著。

6.本省水稻田土壤之有效矽含量，多在中等以上，其在 10mg/100g 以下者僅占分析總數1／10，在 4mg/100g以下者占1／80。

前人研究

有關水田土壤之有效矽問題，日本及東南亞學者研究頗多，Kawaguchi 氏研究泰國水田與日本水田有效矽，有下列之結論[4]：（1）水田有效矽含量對其土壤之 CEC 有顯著之相關，（2）有效矽含量低者，均含低之游離鐵、錳與全磷量，（3）一般言之，新冲積土之有效矽較高於老冲積土，（4）有效矽缺乏之土壤，其母質多含高嶺石之粘土礦物。至於日本水田表土之有效矽與水稻上部頂端之含矽量之關係，Kawaguchi氏曾有下表之反應[5]：

效應 Response	表土有效 SiO_2 (mg/100g) Available SiO_2 in the surface soil, mg. /100g.	水稻頂端之 SiO_2 風乾狀況 SiO_2 content in the top of rice plant, % of air dry basis
常　負 Always negative	13.0	13
正或負 Positive or negative	10.5 — 13.0	11 — 13
常　正 Always positive	10.5	11

本省水稻田缺矽施用鑛滓，稻穀產量獲提高，爲連　深氏之研究試驗[1,2]結果，指出缺矽水田土壤以酸性砂岩頁岩質冲積土及紅壤爲多，有效SiO_2在土壤中含量在 4mg/100g 以下者爲缺矽之臨界點，水稻藁稈中，SiO_2 含量以9％爲臨界點，施用鑛滓 2.5 ton/ha 可有3－7％之增產。在北部酸性砂岩頁岩質冲積土，酸性粘板岩冲積土與紅壤水田，大多數含可溶矽<8 mg/100g, 其中半數少

本研究獲國家科學委員會之研究補助，謹此致謝。

1.試驗報告農試字第七七三號。

2.臺灣省農業試驗所技士。

於6mg/100g.，中部中性至鹼性水田含有效矽較高，平均爲 17 mg/100g ，最少爲 13 mg/100g。

矽對甘蔗效應，在糖試所報告中，有部份試驗成果[3] ，有效矽在甘蔗土壤中之範圍自 20—300 ppm，其中30%少於 100 ppm。矽含量與 PH及質地有密切相關，在矽含量 <100 ppm時 pH 6.6；粗質地冲積土矽含量低，其次爲細質地及紅壤；鹽漬土有效矽含量高。甘蔗葉之含矽量與土壤中矽含量有密切相關，土壤有效矽 <100 ppm時，甘蔗產量 <90 ton/ha ，施用礦滓於紅土中即增加15%之產量，效果顯著。

研究範圍及目的

本研究之水稻田土壤樣本，依其重要類型，自全省各地選出，計代表剖面 105個，合共表底土樣本 413個，進行各項理化性分析，並統計其關係，目的在尋求稻田土壤之有效矽，與其他土壤理化性質間之相關，以瞭解本省水稻土壤中有效矽之實況，從而闡釋水田矽酸之應用問題。

分析項目及方法

1. 有效矽：pH 4.0 1 N NaAC 液抽出後，用藍鉬法測定[6]。
2. 游離鐵：Barshad氏法[7]。
3. 全磷：Jackson 之定磷第三比色法[8]。
4. CEC：Brown 氏法及Mehlich 氏法[8*9]。
5. 有機質：Walkley-black method[8]。
6. PH：用玻璃電極法（1：1）[8]。
7. 機械成分：浮秤法[10]。

結果及討論

土壤分析之結果，記載於土壤化學室之分析記錄上。茲僅就有關各項討論者列成統計表，或將統計分析結果開列於各表，並說明於下：

1.本省水稻田之種類及其有效矽

本省水稻田土壤多爲冲積土，小部份爲紅黃壤，分佈於台地，凡水源可達之地區亦用作水田。因其母質來源不同，分爲（1）砂岩頁岩質冲積土，（2）粘板岩質冲積土，（3）泥岩質冲積土，（4）片岩質冲積土及（5）安山岩質冲積土，而以砂岩頁岩質冲積土分佈面積較廣，粘板岩冲積土次之，以安山岩質冲積土分佈面積較少。茲將其不同土類或不同母質來源之冲積土各土層之有效矽列如下表：

表一、本省水稻田之種類及其有效矽（mg/100g）

Table 1. The available SiO_2 of the various paddy soils in Taiwan.

土類 Soil groups	層次 Layer / 母質 Parent materials	表土 Surface soil 樣本數 Sample No.	表土 Surface soil 平均值 Average	亞表土 Sub-surface soil 樣本數 Sample No.	亞表土 Sub-surface soil 平均值 Average	底土 Sub-Soil 樣本數 Sample No.	底土 Sub-Soil 平均值 Average	合計 Total 樣本數 Sample No.	合計 Total 平均值 Average
冲積土 Alluvial Soils	砂岩頁岩質 Sandstone & Shale	31	11.2	51	21.6	46	28.1	128	21.6
	粘板岩質 Slaty	29	14.8	32	15.7	20	20.6	81	16.8
	泥岩質 Mudstone	5	23.1	10	37.8	14	44.7	29	38.6

	片岩質 Schisty	8	7.1	13	17.9	24	16.9	45	15.5
	安山岩質 Andesite	5	29.8	1	14.9	1	38.7	7	29.0
紅黃壤 Latosols	洪積層 Dilluvial deposite	27	11.1	50	15.5	46	23.7	123	18.0
合計 Total		105	13.3	157	14.3	151	18.5	413	20.5

依水稻田之種類論述其土壤之有效矽，見表一。在冲積土表土中，有效矽平均自 7.1—29.8，範圍較寬，就中因母質來源不同，數值亦異，其含有效矽之多少以其平均值之大小順序爲例，則安山岩質冲積土>泥岩質冲積土>粘板岩質冲積土>砂岩頁岩質冲積土>片岩質冲積土；亞表土之平均值自14.9—37.8，底土之平均值自15.5—38.6，其大小順序爲：泥岩質>安山岩質>砂岩頁岩質>粘板岩質>片岩質。全部冲積土之表土有效矽含量均低，亞表土與底土之有效矽含量較高，以底土多高於亞表土，除安山岩質冲積土以亞表土之有效矽爲最低外，至於紅黃壤亦表土平均較低，爲 11.1 mg/100g，亞表土次之爲15.5 mg/100g，底土則爲23.7 mg/100g，全部123土樣，其總平均值爲18 mg/100g。如不論土類，就分析之全部各層土壤413個之總平均值爲 20.5 mg/100g。就水稻與土壤之有效矽之關係言，最重要者爲表土之含量，則105個土樣之平均值爲13.3 mg/100g，顯示本省稻田土壤之有效矽含量一般而言不虞缺乏，平均在中等以上。

2. 本省水稻田土壤之一般性質與有效矽之關係

（1）本省水稻田土壤之質地與有效矽

水稻田土壤之質地與有效矽含量之關係密切，粗質地之冲積土含矽量最低，其次爲細質地及紅土，鹽漬土含矽量最高[3]，本省稻田土壤之質地與含有效矽之實況，分析結果統計如下表。

表二、本省水稻田土壤之質地與有效矽（mg/100g）

Table 2. The available SiO_2 and soil texture of paddy soils in Taiwan

質地名稱 Texture	冲積土 Alluvial soils		紅黃壤 Latosols		合計 Total	
	樣本數 Sample No.	平均值 Average	樣本數 Sample No.	平均值 Average	樣本數 Sample No.	平均值 Average
粘土 Clay	29	30.4	94	18.3	123	21.2
粘質壤土 Clay loam	51	23.2	—	—	51	23.2
坋粘土 Silty Clay	27	20.8	24	17.6	51	19.8
坋質粘壤土 Silty Clay loam	39	19.4	5	13.4	44	19.0
砂質粘壤土 Sandy Clay loam	9	19.1	—	—	9	19.1
坋質壤土 Silty loam	48	19.0	—	—	48	19.0
壤土 loam	53	19.0	—	—	53	19.0
砂質壤土 Sandy loam	28	17.5	—	—	28	17.5
壤質砂土 Loamy sand	5	23.8	—	—	5	23.8
砂土 Sandy	1	6.6	—	—	1	6.6

自上表觀之，水稻田土壤之質地與有效矽之含量關係，不論冲積土與紅黃壤之水稻田土壤

之質地，除壤質砂土爲例外，其他各種質地均以粘重者其有效矽含量高，反之，則隨質地之輕鬆而其有效矽亦相對減低。

（2）本省水稻田土壤之有機質與有效矽含量之關係

自表三知，水稻田土壤之有效矽含量與其土壤有機質含量之關係，一般而言，表土有機質含量較高，鮮有在1％以下，多在1—3％以內，不論冲積土或紅黃壤之水田均以在此範圍以內爲大多數，在第二層或亞表土以下之各層則以＜1％者爲多，冲積土自第二層以下有機質含量低者（＜1％）有效矽含量亦低，反之，有機質含量高者（1—3％）有效矽亦高，惟有機質＞3％以上者則未盡然。就總平均值言，有機質含量愈小者，有效矽含量愈高。至於紅黃壤之統計結果，則自第二層以下至第四層（即底土）均以有機質低者之（＜1％）有效矽量反高，而有機質高者（1—3％）有效矽則低，此爲其特色。

表三、本省水稻田土壤有效矽與有機質含量（mg/100g）

Table 3. The available SiO_2 and the organic matter content of paddy soils in Taiwan

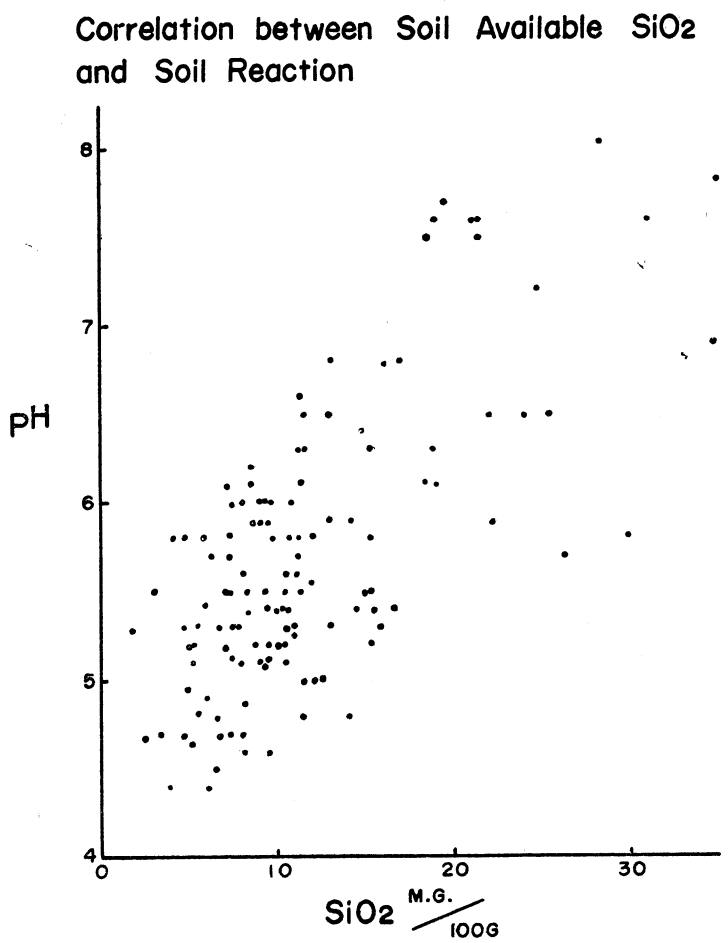
土類 Soil groups	層次 Layer / 有機質% organic matter	1		2		3		4		5		6		7		8			
		S*	A**	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A
冲積土 Alluvial Soils	＜1		—	29	18.7	34	22.0	26	22.3	23	22.4	17	25.4	6	22.5	2	10.8	137	21.9
	1—3	62	13.2	29	19.2	15	32.5	11	35.6	9	35.0	4	31.7	1	25.4	1	18.5	132	20.7
	＞3	16	17.7	3	14.9	2	14.9											21	17.0
紅黃壤 Latosols	＜1			11	17.5	21	23.0	23	24.8	9	21.7	4	21.8					68	21.5
	1—3	17	11.0	16	13.0	6	11.3	2	12.5									41	11.5
	＞3	10	13.5															1	13.5

*S：樣本數　　**A：有效矽平均值

（3）水稻田土壤之有效矽含量與土壤反應

由圖1觀之，水稻田土壤之有效矽含量與PH值成正相關，簡言之，即水稻田土壤有效矽含量高，則PH值亦高，有效矽含量在5—12.5 mg/100g中則其PH值在4.5—6.0左右，有效矽在12.5—25 mg/100g, PH值則在6.0—7.8間，但安山岩質冲積土則相反，含有效矽高者，PH值反低，此爲例外。

土壤有效SiO_2與土壤反應之相關



（4）本省水稻田土壤有效矽含量與其他化學性質因子之複相關及其迴歸係數

應用統計方法以求證本研究諸多樣本分析結果及其相互間之相關關係，獲得兩項結果：一爲以各種冲積土之有效矽爲主，求出與其他化學性質間之複相關，列於表四；一爲就全省地區別之水田土壤之有效矽求出與其他化學性質之複相關，見於表五，茲分別申述之。

表四、本省各類水稻田土壤之有效矽含量與其他化學性質因子之複相關及其迴歸係數

Table 4. The multiple correlation and regression coefficient between the content of avialable silica and the other chemical property factors of various paddy soils in Taiwan

母質 Parent materials	PH	CEC	游離鐵 Free Fe_2O_3	有機質 Organic matter	P_2O_5	常數 Constant	標準誤差 Standard error	相關係數 Coefficience of correlation	F值 Value	樣本數 Sample No.
砂岩頁岩 Sandstones & Shale	4.5521	−0.1557				−13.4965	±4.6019	0.62	9.13**	31
粘板岩 Slaty	4.1852		−2.9998	−1.5369		− 3.1280	±6.5812	0.57	4.14*	29
洪積層 Dilluvial deposite	4.6605			2.6602		−17.9828	±4.0304	0.53	4.58*	27

註：無相關之因子不予計算　　F*=5%,　　F**=1%

自表四中，顯示砂岩頁岩質及粘板岩質冲積土與紅黃壤水田含有效矽量與PH值均有極顯著之正相關，砂岩頁岩質冲積土之有效矽含量與CEC成負相關，但不顯著，粘板岩質冲積土之有效矽含量與游離鐵，及有機質均有顯著之負相關，而紅黃壤水田土壤之有效矽與有機質亦有顯著之正相關。由其相關係數與F值而言，以砂岩頁岩質冲積土之含有效矽與PH值有極顯著之正相關，從表中所列各項即可計算其迴歸方程。

表五、本省各區水稻田土壤之有效矽含量與其他化學性質因子之複相關及其迴歸係數

Table 5. The multiple correlation and regression coefficient between the content of available silica and the other chemical property factors of paddy soils in different part of Taiwan

區別 Region	PH	CEC	游離鐵 Free Fe_2O_3	有機質 Organic matter	P_2O_5	常數 Constant	標準誤差 Standard error	相關係數 Coefficience of correlation	F值 Value	樣本數 Sample No.
北部		0.7288		2.4126		− 1.5158	±4.8536	0.77	39.92**	57
中部	6.3316	−0.1937				−21.1280	±5.4018	0.80	12.36**	17
南部	7.7524		1.6818			−34.7131	±6.5192	0.75	17.81**	31
東部	5.0556			2.1819		−24.0113	±2.6317	0.87	4.24*	8

註：無相關之因子不予計算　　F*=5%　　F**=1%

自表五，以地區別之，其有效矽含量與其他化學性質之因子之相關，觀其相關係數，以東部、中部較高、北部及南部較低，而F值除東部外，均有極顯著之相關，北部水稻田土壤之有效矽與CEC有機質成正相關，東部、南部及中部之水稻田土壤之有效矽含量與PH值均有極顯著之正相關，而中部水稻田土壤之有效矽與CEC成負相關，南部水稻田土壤之有效矽與游離鐵成正相關，東部水稻田土壤之有效矽與有機質亦爲正相關。

討　論

本省水稻田土壤之有效矽與其他理化性質之相關，列經表並說明如上。惟就有效矽與水稻生育之關係最切者係土壤含有效矽量少於4mg/100g者爲對水稻生育之臨界點，前經說明，分析之本省水稻田土壤有效矽含量低於該點者不多。茲就105個土壤剖面，413土樣中選出含量低於10 mg/100g以下之有效矽開列如下：

土號 Soil No.	SiO_2 mg/100g	母質 Parent materials	採集地 Locality	土號 Soil No.	SiO_2 mg/100g	母質 Parent materials	採集地 Locality
7	9.5	砂岩頁岩	臺北三峽柑園	267	1.5	片岩	花蓮壽豐
31	8.3	砂岩頁岩	新竹苗栗頭份	241	3.0	片岩	臺東
36	9.4	砂岩頁岩	新竹橫山	252	1.7	片岩	臺東關山
48	4.8	砂岩頁岩	臺中霧峰	58	8.7	粘板岩	彰化南平
53	8.3	砂岩頁岩	臺中縣草湖	106	5.4	粘板岩	宜蘭
63	5.5	砂岩頁岩	臺中縣頂勝	108	6.0	粘板岩	宜蘭四城
101	5.8	砂岩頁岩	南投中興新村	114	7.8	粘板岩	宜蘭冬山
106	5.2	砂岩頁岩	南投營盤	148	8.1	粘板岩	宜蘭冬山興和村
111	7.7	砂岩頁岩	嘉義頂六	1	4.9	洪積層	桃園龍潭

123	2.4	砂岩頁岩	臺南縣	8	8.3	洪積層	桃園中壢
98	9.1	砂岩頁岩	高雄改良場	13	7.3	洪積層	桃園中壢
69	8.3	砂岩頁岩	臺中潭子西	6	5.3	洪積層	桃園龍潭
105	8.8	砂岩頁岩	屏東枋寮	20	7.3	洪積層	桃園龍潭
84	7.3	砂岩頁岩	高雄美濃	32	6.4	洪積層	桃園龍潭
87	7.1	砂岩頁岩	高雄美濃	43	4.7	洪積層	桃園龍潭
85	7.5	砂岩頁岩	高雄美濃	56	6.4	洪積層	桃園龍潭
81	8.4	安山岩	臺北淡水	60	8.8	洪積層	桃園龍潭
278	4.7	片岩	花蓮鳳林	193	6.6	洪積層	桃園龍潭
279	4.1	片岩	花蓮鳳林	250	7.6	片岩	臺東池上
280	8.1	片岩	花蓮鳳林	266	0.9	片岩	花蓮壽豐
170	9.0	粘板岩	屏東萬丹	173	7.6	粘板岩	屏東仙公廟
175	6.8	粘板岩	屏東潮州				

就413個土壤中僅有43個有效矽含量<10 mg/100g以下，亦即佔全數土樣約1／10，如以 <4 mg/100g 爲臨界點，則數量更少，僅有 5 個祇占全數1／80，換言之，本省稻田土壤之有效矽之一般含量均相當高，在臨界點以下者僅屬最少數，發見於東部地區之片岩質冲積土。

參考文獻

1.林國謙、連　深、李蘭帝：矽酸對於水稻產量之效應　農業研究　11卷第三期

2.連　深：矽對水稻之效應　農業研究　12卷第三期

3.矽對甘蔗之效應　糖業試驗所報告　36號109頁

4. Kawagushi, K & Kyuma, K. 1969 Lowland rice soils in Thailand. Reports on research in Southeast Asia Natural Science Series N—4 p. 113—117

5. Kawagushi, K. et. al. 1958 A study of available silica in paddy soils. Jour. Sci. Soil & Manure, Japan, Vol. 28, p. 493—496 (in Japanese)

6. Bulletin of National Institute of Agricultural Science, Tokyo, Japan 1959

7. Barshad I. 1962 Soil mineralogy, Mineography, Uni. of Calif. Press

8. M. L. Jackson, 1958 Soil chemical analysis

9. Mehlich, A. 1948 Determination of cation and anion exchange properties of soil. Soil Science 66: 429—445

10. Bouyoucos. G. J. 1936 Direction for making mechanical analysis of Soil hydrometer method, Soil Sci. 42 225—229

STUDY ON THE AVAILABLE SILICA AND THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOILS OF PADDY FIELD IN TAIWAN [1]

Ching-Yuan Lai [2]

Summary

1. 413 soil samples were selected from various location of whole province. 7 items of physico-chemical properties were analyzed. The purpose of this study was to understand the correlation between the available silica and other physico-chemical properties of the paddy soils in order to investigate the application of the available silica.

2. The available silica of the various paddy soils in Taiwan was shown in table 1. The average silica contents of the alluvial surface soils were from 7.1-29.8 mg/100g, showing the decending order of the follows: the andersite alluvial soils>the mudstone alluvial soils>the slate alluvial soils>the sandstone and shale alluvial soils>the schist alluvial soils. The grand average of the 105 surface soils was 13.3 mg/100g.

3. The relationship between the soil texture and the available silica of the paddy soils was shown in table 2. Except for loamy sand, high contents of available silica were associated with heavy texture, irrespective of alluvial soil or paddy latosols.

4. The relation of soil organic matter content and the available silica of paddy soils was shown in table 3. Most of the organic matter content of the surface soils were within the range of 1—3%. It gave positive correlation between the content of the organic matter and the available silica. This was also true for the correlation between pH and the available silica. (see Fig. 1)

5. The multiple correlation and regression coefficient between the content of available silica and the other chemical properties were calculated, based on the different soil types and in different part of Taiwan. It was shown on table 4 and 5. The positive correlation of pH was highly significant and the negative correlation of CEC was insignificant.

6. Most of the available silica contents of the paddy soils in Taiwan were in the medium range, the content less than 10mg/100g occupied 1/10 of the whole samples and content less than 4 mg/100g occupied 1/80.

1. Serial No. 773

2. Soil Specialist, TARI, Republic of China

臺灣主要蔬菜產區土壤微量要素供應狀況之研究[1]

Ⅱ. 銅、鐵、錳、鋅

李 子 純[2]

摘要 本研究之目的爲探討本省蔬菜產區土壤銅、鐵、錳、鋅之供應情形，以及此四種微量要素之有效抽取方法。選取全省主要蔬菜產區代表性土壤30種，在網室用塑膠盆栽蔬菜，以番茄爲指示作物，各盆肥料施用量相同（肥料均用純化學藥品），無微量要素處理，共重複4次。

土壤微量要素之抽出，曾以三種方法比較，即：(1) 0.1 NHCL, (2) 0.01M EDTA+1 M ammonium carbonate (PH8.6), (3) 1 N NH_4OAC (pH 4.8)；微量要素與土壤性質（包括土壤 pH、有機質及粘粒含量）及微量要素吸收量與土壤性質之關係，均曾以單相關或複相關方法探尋。

土壤分析結果顯示，供試用土壤中此四種微量要素之含量除鋅之含量有部分地區較低外，其他銅、鐵及錳之含量均在一般文獻中[4,6,11,14]，所定之臨界濃度以上；而植物分析結果更顯示除鋅外，其他三微量要素在葉片中之含量均偏高。又由此四種微量要素之吸收量及其以不同抽出法所測得之含量間之關係，顯示土壤中有效性鐵及錳之抽出，EDTA+ammonium carbonate 法較 0.1 N HCL 法爲佳，而銅及鋅之抽出則以 0.1 N HCL 法較佳。

由微量要素吸收量及其與土壤性質之關係發現，估計銅或鋅之吸收量應以 0.1 N HCL 自土壤中抽取之銅或鋅之含量與土壤 pH、有機物及粘粒含量等共同估計之，其準確性銅可達59%，鋅可達64%。錳則可單以土壤中 EDTA+ammonium carbonate 抽取性錳之含量估計之（準確性達74%）。至於鐵之吸收量，則以此等因素估計仍不够準確，而需以 EDTA+ammonium carbonate 抽取性錳及鋅之含量及 Fe/Cu. Mn/Zn 之比例等共同估計之（準確性亦爲74%）。

此四種微量要素與土壤性質之相關關係，顯示鐵之含量因土壤 pH 升高而減低；銅之含量隨粘粒含量增加而增高；鐵則反是。又銅及鋅之含量隨土壤有機物增加而提高。

又本試驗結果，顯示此四種微量要素在土壤中含量之高低，與番茄葉片中各該要素之含量並無一定相關關係。僅葉片中錳及鋅的含量可由土壤中各該要素含量之高低估計；銅及鐵在葉片中的濃度，需以此四微量要素在土壤中的濃度及其間的比例共同估計之。

本研究已進行三年，第一、二兩年爲探討本省蔬菜產區土壤中「硼」的供應狀況，結果已發表於中華農業研究24卷第1.2期。本年度爲第三年，係探討土壤中銅、鐵、錳及鋅的供應狀況。

試 驗 方 法

一、土壤：供試用土壤爲全省蔬菜區代表性土壤，共30種，即本研究前兩年所用者。

二、溫室試驗：以番茄爲指示作物，植於塑膠盆內，每盆用土5公斤，依逢機區集法排列，共4區集，30種土壤，無其他處理。灌溉用水均用去礦水。本試驗自民國64（1975）年5月至65（1976）年1月共植番茄三作，每作自播種至收穫，生長期均爲2至3個月，均在番茄開花時即行收穫（因番茄微量要素缺乏症狀均出現在葉片）[12]。

三、室內分析：

（一）土壤一般性質分析：本年度所用土壤已供盆栽試驗兩年，兩年前試驗開始時各土壤一般性質已經詳細測定，故本年度試驗前自各盆中採集之土壤樣本，僅測定其 pH、有機質、有效性磷及鉀。

本研究承農復會之補助及國家科學委員會之獎助，研究之設計及土壤之選擇承林家棻、陳春泉二位技正指導，電腦統計程式承李蘭帝技正設計，謹誌謝忱。

1. 試驗報告農試字第七七四號　2. 臺灣省農業試驗所技士

（二）微量要素分析：自土壤中抽取有效性微量要素之方法甚多，本試驗中採用三種較爲普遍及有效之方法，即：

（1）0.1 N HCL 抽出法：土壤：抽出液＝1：10，搖動時間爲40分鐘。

（2）0.1 M EDTA+1M ammonium carbonate (pH 8.6) 抽出法：土壤：抽出液＝1：2，搖動時間爲40分鐘。

（3）1 N NH_4OAC (pH 4.8) 抽出法：土壤：抽出液＝1：4，搖動時間爲30分鐘。

由以上各法所得之土壤抽出液，經離心、過濾，再以原子吸光儀測定其中之銅、鐵、錳及鋅等含量。

本試驗中土壤微量要素之抽出，除鋅僅用兩種方法外，其他各要素均曾以上述三種不同方法抽出。此三方法所得結果間之相關關係，因元素不同而異，簡述如下：

銅　三種方法間任何兩種相關均達極顯著平準。

鐵　（2）與（3）法間之相關爲極顯著，其他方法間關係不顯著。

錳　（1）與（3）法間之相關爲極顯著，其他方法間關係不顯著。

由上述三要素以此三種不同抽取法所得結果間之關係，知任一要素以（3）法抽取所得結果均與（1）或（2）法所得結果成顯著相關關係，故在以後的相關關係計算中，即將（3）法所得結果省略。

鋅　（1）與（2）法間相關極顯著。

（三）植物分析：番茄植株收穫後，經去礦水冲洗，以 60°—70°C 烘乾24小時，再稱取其重量，葉片並經磨碎，裝入塑膠瓶中，供植物分析。分析項目包括 N. P. K. Ca. Mg. Cu. Fe. Mn 及 Zn 等。

四、統計分析：由土壤、植物分析結果及產量、吸收量等資料，以小型電腦計算其間之單相關及複相關關係。

試驗結果

一、土壤性質

（一）一般性質：供試土壤之一般化學性質及微量要素含量，列於表1. 土壤 pH 自3.90至8.10，有機物含量自0.98%至3.55%，粘土（Clay）含量自 3 %至35%。

（二）微量要素含量：

1. 銅：銅含量以（1）法（0.1 N HCL）抽出者在0.4至9.3 ppm 之間；（2）法EDTA +ammonium carbonate) 在3.0至13.8 ppm 之間；（3）法（I N NH_4OAC）則在0.2至1.58 ppm 之間。Fiskell[6] 以四種不同抽出法比較，認爲 pH 4.8, 1 N NH_4 OAC 法較適於一般性應用，且認爲以此法抽出之銅在 0.2 ppm 以下時，土壤可能缺 Cu, 若在 5 ppm 以上，則常有 Cu 的毒害現象發生。本試驗以同法抽出之銅在 0.2 ～1.58 ppm 之間，應屬適中範圍。

2. 鐵：鐵含量以（1）法抽出者自 2～653 ppm；（2）法在 90～960 ppm 之間；（3）法在1.4～68 ppm 之間。Olson及 Carlson[11] 以 1 N NH_4OAC (pH 4.8) 爲抽出液所定對鐵敏感作物之臨界濃度爲 2 ppm, 本試驗中所用土壤僅28號及30號其含鐵量（以同法抽出）在 1～2 ppm 間，其他土壤含鐵量均不低。

3. 錳：錳含量以（1）法抽出者在 17～700 ppm 之間；（2）法在 9～140 ppm 之間；（3）法在 6～418 ppm 之間。Cox[4] 以 0.05 N HCL+0.25 N H_2SO_4 爲抽出液，所定大豆需錳之臨界濃度爲 5～9 ppm。

4. 鋅：本試驗中鋅含量曾以（1）及（2）法抽取，二法抽出量間之相關極佳(γ=0.87**),

表 1. 供試土壤性質及微量元素含量

Table 1. Soil properties and extractable micronutrients of the experimental soils

試驗代號	採樣地點	pH	O. M.	Clay	Extractable Fe			Extractable Mn			Extractable Cu			Ext. Zn	
			← % →		1*	2*	3*	1	2	3	1	2	3	1	2
					←			ppm							→
1	臺北縣蘆洲鄉	5.40	1.48	29	310	210	8.0	213	140	166	3.7	5.4	0.54	8.2	6.3
2	臺北縣蘆洲鄉	5.65	2.92	21	528	428	27.2	104	68	145	9.5	13.8	1.58	29.0	23.0
3	臺北縣福安里	5.40	1.05	7	228	327	12.2	62	44	45	2.6	3.4	0.56	4.1	4.0
4	臺北縣板橋市	4.70	1.58	7	320	463	32.2	67	39	53	2.5	3.8	0.64	6.0	6.7
5	臺北縣江子翠	5.00	2.33	17	385	445	26.0	99	73	113	4.3	6.2	0.68	9.0	9.0
6	新竹縣竹北鄉	5.30	1.52	9	525	630	47.0	55	33	51	2.4	3.2	0.27	3.9	2.8
7	新竹縣竹北鄉	5.35	2.04	17	453	448	36.0	70	46	67	4.5	5.9	0.40	6.1	4.9
8	新竹縣竹北鄉	4.55	1.64	16	404	685	67.0	47	22	34	2.5	3.6	0.36	3.1	2.4
9	新竹縣竹北鄉	4.85	1.65	19	443	670	63.0	24	11	19	2.5	3.1	0.36	2.5	1.9
10	新竹縣竹北鄉	5.50	1.54	11	603	705	67.0	32	15	13	3.2	4.2	0.36	3.6	2.4
11	彰化縣永靖鄉	7.06	2.60	31	402	110	23.0	700	19	188	9.3	12.3	1.18	8.0	3.8
12	彰化縣埤頭鄉	7.60	2.69	35	89	125	28.0	587	23	319	4.8	9.2	0.90	6.2	4.2
13	彰化縣埤頭鄉	7.50	2.69	29	2	91	28.0	375	27	418	0.4	9.0	0.92	1.3	7.8
14	彰化縣溪湖鄉	7.50	2.76	11	483	228	14.2	166	12	55	6.3	6.2	0.56	5.6	3.4
15	彰化縣北斗鎮	7.05	2.43	29	215	130	4.4	314	29	109	6.9	9.6	0.58	7.2	2.0
16	彰化縣北斗鎮	7.50	2.06	7	455	163	20.2	179	13	60	6.0	6.1	0.70	11.2	5.5
17	雲林縣西螺鎮	6.70	1.65	7	344	388	3.2	124	74	38	3.8	4.2	0.30	5.7	3.6

18	雲林縣西螺鎮	5.45	1.40	11	445	770	20.2	71	53	64	3.9	4.9	0.38	3.1	2.4
19	雲林縣西螺鎮	7.10	1.57	13	393	355	4.4	106	70	28	3.8	4.4	0.31	4.2	2.0
20	雲林縣西螺鎮	3.90	2.25	9	483	950	30.0	49	29	34	5.0	8.3	0.58	4.0	4.6
21	屏東市三山里	7.30	1.93	27	413	315	5.6	144	96	19	8.1	9.0	0.72	7.4	3.9
22	屏東市泰和里	6.40	1.68	15	653	735	14.8	62	36	20	7.5	8.1	0.76	6.1	3.6
23	高雄縣仁武鄉	5.05	1.24	3	560	960	68.0	17	9	20	2.2	3.0	0.34	2.4	2.2
24	高雄縣仁武鄉	6.65	1.67	11	385	418	7.4	31	12	6	3.8	4.6	0.26	4.0	2.6
25	屏東縣九如鄉	5.75	3.55	23	595	780	21.6	46	20	17	6.6	8.5	0.43	6.0	5.1
26	臺南市安南區	7.50	1.53	18	540	177	57.0	379	23	124	4.0	3.8	0.60	5.5	2.7
27	臺南縣學甲鎮	6.05	1.74	12	403	383	5.4	125	63	40	3.3	4.0	0.22	4.9	3.2
28	臺南縣鹽水鎮	8.10	0.98	8	265	158	1.6	146	74	22	2.6	3.2	0.20	4.7	2.2
29	嘉義縣六甲鄉	8.00	1.38	24	383	90	5.4	274	30	38	3.4	3.5	0.32	5.2	1.3
30	臺南縣善化鎮	7.00	1.77	28	332	157	1.4	452	112	12	2.9	3.6	0.22	5.2	1.7
範圍 (Range)		3.90-8.10	0.98-3.55	3-35	2-653	90-960	1.4-68.0	17-700	9-140	6-418	0.4-9.3	3.0-13.8	0.20-1,58	1.3-29.0	1.3-23.0
平均 (Average)		6.25	1.91	16.8	391	416	25	171	43.8	78	4.4	5.9	0.54	6.11	4.37

1* Extracted with 0.1 N HCL

2* Extracted with EDTA+ammonium carbonate (pH8.6)

3* Extracted with 1 N NH_4OAC (pH 4.8)

（1）法抽出者含量在 1.3～29ppm 之間，據莊作權氏[7]等以夏威夷土壤所作玉米之試驗，認爲土壤中 0.1 N HCL 抽取性 Zn 在 3ppm 以下時，施 Zn 即能使大豆增產。本試驗用土中 0.1 N HCL 抽取性 Zn 在 3ppm 以下者有三（即土號 9、13、23）；（2）法抽出者含量在 1.3～23ppm 之間。Trierweiler 及 Lindsay[14] 以同法抽出，對玉米所定鋅之臨界濃度爲 1.4～3.0ppm, 本試驗用土以此法抽取之 Zn 含量在 1.3～3.0ppm 之間者爲數甚多，此等土壤在種植番茄時雖無缺 Zn 症狀，但施 Zn 是否能增產，有待繼續研究。

植物對微量要素之需要量，除因作物之種類及品種而不同外，更受氣候及土壤性質如 pH. 質地、有機物、磷、鐵、游離石灰及硫等含量之影響[5]，因而欲將土壤區分爲缺乏或不缺乏之等級，實非易事。

二、土壤性質與微量要素之關係

土壤酸碱度（pH）、粘粒（Clay）及有機物（Organic matter）含量與可抽取性（EDTA +ammonium carbonate）銅、鐵、錳、鋅的相關關係列於表2.。

表 2. 土壤性質與微量要素之相關關係

Table 2. Correlation between soil properties and extractable micronutrients

關係 Relationship between	相關係數 Correlation Coefficient	迴歸方程式 Regression Equation
pH (X) and extractable Cu (Y)	0.15	
Fe	− 0.78**	Y=1439.15−165.62 X
Mn	− 0.01	
Zn	− 0.25	
Clay (X) and extractable Cu (Y)	0.53**	Y=2.91+0.18 X
Fe	− 0.44*	Y=618.2−12.76 X
Mn	0.17	
Zn	0.07	
Organic matter (X) and ext. Cu (Y)	0.76**	Y=3.52X−0.85
Fe	− 0.001	
Mn	− 0.26	
Zn	0.40*	Y=2.06+3.10 X

* Significant at 5% level　　** Significant at 1% level

表 2.顯示土壤 pH 僅與可抽取性鐵呈極顯著負相關關係，與銅、錳及鋅的關係均不顯著。pH 與鐵的關係本極密切，按溶液中 pH 每升高一單位，其可溶性鐵即降低1000倍[8]，故土壤 pH 與可抽取性鐵必成負相關關係。

粘土含量與可抽取性銅成顯著正相關關係，與鐵則成顯著負相關關係，與錳及鋅的關係不顯著。Randhawa[13] 等曾以印度 Punjab 地區四十一種土壤，分析其全鋅、銅及鈷，發現土壤中坋粒及粘粒含量和與其中全鋅、銅及鈷成顯著正相關關係。

土壤有機物與可抽取性銅成極顯著，與鋅成顯著正相關關係，與鐵及錳的關係不顯著。此關係顯示以 EDTA 法抽出之銅及鋅主要來自與有機物結合者。Martens[9] 以 Virginia 土壤所作之研究發現 1 N HCL 抽取性銅與土壤有機物成正相關關係。Bandyopadhya[1] 等以 1 N NH_4

OAC 抽取印度稻田土壤，其土壤有機物與鋅亦成正相關關係。

三、植物體微量要素吸收量與土壤性質之關係（表3.）

表 3. 土壤性質與銅、鐵、錳、鋅吸收量之相關關係

Table 3. Statistical relationships among uptake of micronutrients and soil properties

因變數 Dependent Variable	主變數 Independent Variable	相關係數 Coefficients of		
		Simple correlation	Standardized regression	Multiple correlation
Cu uptake	0.1 N HCL extractable Cu	0.49**	0.32	0.77**
	% Clay	0.41*	0.10	
	pH	0.66**	0.56	
	% Organic matter	0.32	0.06	
Cu uptake	EDTA+ammonium carbonate ext. Cu	0.44*	0.32	0.75**
	% Clay		0.02	
	pH		0.60	
	% organic matter		0.02	
Fe uptake	0.1 N HCL extractable Fe	− 0.12		
Fe uptake	EDTA+ammonium carbonate ext. Fe	− 0.48**	− 0.27	0.53
	% Clay	0.35	0.14	
	pH	0.46*	0.19	
	% organic matter	0.14	0.06	
Mn uptake	0.1 N HCL extractable Mn	− 0.21		
Mn uptake	EDTA+ammonium carbonate ext. Mn	0.86**	0.91	0.89**
	% Clay	− 0.05	− 0.25	
	pH	− 0.01	0.08	
	% organic matter	− 0.34	0.01	
Zn uptake	0.1 N HCL extractable Zn	0.72**	0.71	0.80**
	% Clay	0.06	− 0.21	
	pH	0.30	0.37	
	% Organic matter	0.29	0.12	
Zn uptake	EDTA+ammonium carbonate ext. Zn	0.61**	0.75	0.80**
	% Clay		− 0.20	
	pH		0.56	
	% Organic matter		0.05	

* Significant at 5% level. ** Significant at 1% level

由表3.之單相關關係，知土壤中鐵及錳以 0.1 N HCL 抽取者，與作物對各該要素吸收量之關係均不顯著，而以 EDTA 法抽取者則均達極顯著之相關；至於銅與鋅之抽取，則 0.1 N HCL 法較 EDTA 法爲佳，但在銅、鋅之吸收量與其各別之抽取量及土壤性質之複相關關係中，二法又無大差別。

銅吸收量與土壤中 0.1 N HCL 抽取性或 EDTA 抽取性銅、土壤 pH 及 Clay 含量均呈顯著之正相關關係，與土壤中有機物含量關係不顯著，四因素與銅吸收量之複相關係數達極顯著平準。由各因素之標準回歸係數，知四因素中影響最大者爲土壤 pH, 其次爲有效性銅、Clay 及 O. M. 含量對銅吸收量之影響較小。又二法抽取之銅及土壤 pH、 Clay、O. M. 含量四者與銅吸收量之複相關係數幾無差別。

鐵吸收量除與土壤中 EDTA 抽取性鐵成極顯著負相關關係外 ， 與土壤 pH 成顯著正相關關係，與土壤中粘粒及有機物含量關係不顯著，此四因素與鐵吸收量之複相關係數爲0.53，未達顯著平準。

錳吸收量僅與土壤中 EDTA 抽取性錳成極顯著正相關關係，與土壤 pH 及土壤中粘粒、有機物含量關係均不顯著。四因素與錳吸收量間之複相關係數雖達0.89**，但由各因素之標準回歸係數知此關係主由 EDTA 抽取性錳造成。

鋅吸收量僅與土壤中 0.1 N HCL 抽取性及 EDTA 抽取性鋅成顯著正相關關係 ， 與土壤其他性質關係不顯著，但四因素與鋅吸收量之複相關係數均爲0.80**，其中影響最大者爲土壤中的有效性鋅，其次爲土壤 pH。

表3.亦顯示作物錳收收量，可單以 EDTA + ammonium carbonate 自土壤中抽取之錳含量估計；而銅及鋅之吸收量則以土壤中各該要素抽取量與土壤 pH、粘粒及有機物含量等共同估計較爲可靠。鐵之吸收量則以此等因素無法估計，但可以銅、鐵、錳及鋅在土壤中之含量及其比例估計之，其複相關直線迴歸方程式爲：

$$Fe\ uptake = 0.99 - 0.01\ Mn\ (ppm) + 0.07Zn\ (ppm) - 0.006\ Fe/Cu + 0.17\ Mn/Zn$$

$$R = 0.86^{**}$$

四、葉片微量要素含量

番茄葉片銅、鐵、錳、鋅之含量範圍及其平均值列於表4.，表5.爲番茄產量與微量要素在土壤及番茄葉片中濃度之關係。

銅：據 Cannell [2] 對番茄葉片養分組成所作之研究，認其含銅量在 3.1～12.3ppm 時屬正常範圍。Chapman [3] 及 Mortvedt [10] 則認爲一般作物含銅量在 4ppm 以下時屬缺銅，在 5～20ppm 之間屬適中，超過 20ppm 可能會有毒害現象。由表4.本試驗中番茄葉片含銅量在 11～24ppm 之間，平均含量爲 19ppm, 似略偏高。表5.亦顯示番茄產量與其葉片含銅量成顯著負相關關係；但土壤中含銅量與產量又成正相關之關係（本試驗中番茄葉片含銅與土壤中 EDTA 抽取性銅及 0.1 N HCL 抽取性銅含量間關係均不顯著）。故銅之含量究屬偏高或否，有待繼續研究。

鐵：依 Chapman [3]. 番茄上部葉片鐵含量在 93～115ppm 時可能缺鐵，在 107～250ppm 之間屬適中範圍。Mortvedt [10] 等綜合此方面許多研究者所得結果，認爲乾物含鐵量在 50ppm 以下時可能缺鐵，在50至 250ppm 之間屬正常。Purvis 及 Carolus [12] 認爲正常植物組織中鐵含量應在 25～500ppm 之間，因部位及植物種類而異。至於鐵之毒害濃度則在自然環境中生長之作物尚無資料可據。本試驗中番茄葉片鐵之濃度在 265～890ppm 之間，雖未發現任何鐵之毒害現象，但應屬過高，表 5 中番茄產量亦確與鐵在土壤及葉片中濃度成顯著負相關關係。

錳：依 Chapman, 植於培養液中番茄葉片錳之濃度在 5～7ppm 以下屬缺乏範圍，正常濃度爲 70～398ppm。Chapman 並綜合許多研究者對多種不同作物所定錳在葉片中之濃度，認爲一般作物葉片含錳量在 20ppm 以下時屬缺乏，在 20～500ppm 時屬適中適圍，至於錳之毒害濃度，尚無資料可據，但 Chapman 認爲 1,000ppm 以上時，植物生長應受影響。本試驗中番茄葉片含錳量在 41～1470ppm 之間，超過 1000ppm 者僅有兩個，雖無顯著毒害症狀，但表5.顯示產量確與葉片中錳含量成顯著負相關關係。

表 4. 番茄葉片銅、鐵、錳、鋅含量

Table 4. Copper, iron, manganese, and zinc concentration in tomato leaf (ppm)

Copper		Iron		Manganese		Zinc	
Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average
11—39	19	265—890	438	41—1470	399	30—158	65

表 5. 番茄產量與微量要素在土壤及葉片中濃度之關係

Table 5. Relationship between yield of tomato and micronutrients concentration in plant and soil

因變數 Dependent Variable	主變數 Independent Variable	相關係數 Simple correlation coefficient
Yield	Cu concentration in plant	— 0.44*
	EDTA+ammonium carbonate ext. Cu	0.38
Yield	Fe concentration in plant	— 0.46*
	EDTA+ammonium carbonate ext. Fe	— 0.73**
Yield	Mn concentration in plant	— 0.44*
	EDTA+ammonium carbonate ext. Mn	0.07
Yield	Zn concentration in plant	— 0.46**
	EDTA+ammonium carbonate ext. Zn	— 0.10

* Significant at 5% level ** Significant at 1% level

鋅：Chapman [3] 及 Mortvedt [10] 均認爲對一般作物而言，其乾物含鋅量如在 20～25ppm 以下屬缺鋅，在 25～150ppm 之間屬適中範圍。雖鋅的毒害濃度尚未有定論，但在 400ppm 以上可能就有鋅的毒害情形發生。由表4. 知本試驗中番茄葉片含鋅量在 30～158ppm 間，應屬適中範圍，但表5. 番茄產量仍與葉片中鋅濃度成負相關關係。

表6. 爲土壤中 EDTA 抽取性 Cu. Fe. Mn. Zn 之濃度與番茄葉片中各該要素濃度間之關係。

表 6. 銅、鐵、錳、鋅在土壤中及葉片中含量之關係

Table 6. Relationship between micronutrients concentration in plant and soil

因變數 Dependent Variable	主變數 Independent Variable	相關係數 Simple correlation Coefficient
Extractable Cu	Cu concentration in plant leaf	0.20
Fe	Fe concentration in plant leaf	0.35
Mn	Mn concentration in plant leaf	0.69**
Zn	Zn concentration in plant leaf	0.76**

由表6. 知葉片中錳及鋅的含量可由土壤中各該要素含量之高低估計；而銅及鐵的含量則無法以其在土壤中之含量估計，但可以土壤中此四微量要素之含量及其間之比例共同估計之，其複相

關直線迴歸方程式及相關係數如下：

鐵在葉片中之濃度 Fe (ppm) $=-427.94+45.55$Cu (ppm) -14.83Zn (ppm) -2.73 Fe/Cu $+5.34$ Fe/Zn $+8.98$ Mn/Zn $+391.59$ Zn/Cu

$R=0.83^{**}$

銅在葉片中之濃度 Cu (ppm) $=10.06+0.01$ Fe (ppm) -0.08 Mn (ppm) $+0.35$Zn (ppm) -0.03 Fe/Cu $+0.69$Mn/Zn $+2.81$ Zn/Cu -0.26 P/Cu

$R=0.89^{**}$

Literature Cited

1. Bandyopadhya, A. K. and M. Adhikari. 1968. Trace element relationships in rice soils. 1. Alluvial soils of West Bengal. Soil Sci. 105 : 244—247.
2. Cannell, G. H., F. T. Bingham, and M. J. Garber. 1960. Effects of irrigation and phosphorus on vegetable growth and nutrient composition of tomato leaves. Soil Sci. 89 : 53~60.
3. Chapman, H. D. 1966. Diagnostic criteria for plants and soils.
4. Cox, F. R. 1968. Development of a yield response prediction and manganese soil test interpretation for soybeans. Agron. J. 60 : 521—524.
5. Cox, F. R. 1972. Micronutrient soil tests. In J. J. Mortvedt Micronutrients in agriculture. p. 289—317.
6. Fiskell, J. G. A. 1965. Copper. In C. A. Black et al. (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. Agronomy 9, p. 1078—1089.
7. Juang, T. C., M. Isobe, G. Uehara. Test for Zinc in Sugarcane Soils of Hawaii. Agronomy. HSPA Serial no. 340, HAES Serial no. 1652.
8. Lindsay, W. L. 1972. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In J. J. Mortvedt Micronutrients in agriculture. p. 44.
9. Martens, D. C. 1968. Plant availability of extractable Boron, Copper, and zinc as related to selected soil properties. Soil Sci. 106 : 23—28.
10. Mortvedt, J. J., P. M. Giordano, and W. L. Lindsay. 1972. Micronutrients in agriculture. Soil Sci. Sco. of America. Inc.
11. Olson, R. V., and C. W. Carlson, 1950. Iron chlorosis of sorghums and trees as related to extractable soil iron and manganese. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 14 : 109—112.
12. Purvis, E. R. and R. L. Carolus. 1964. Nutrient deficiencies in vegetable crops In H. B. Sprague Hunger signs in crops. p. 252—271.
13. Randhawa, N. S. and J. S. Kanwa. 1964. Zinc, Copper, and Cobalt status of Punjab soils. Soil Sci. 98 : 403—407.
14. Trierweiler, J. F. and W. L. Lindsay. 1969. EDTA-ammonium carbonate soil test for zinc. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33 : 49—54.

COPPER, IRON, MANGANESE, AND ZINC STATUS OF THE MAIN VEGETABLE GROWING SOILS IN TAIWAN

Tze-Shun Lee Wang

Summary

This study was carried out to investigate the status of copper, iron, manganese, and zinc of the main vegetable growing soils in Taiwan, as well as to evaluate a reliable method for extracting these micronutrients from soils.

Thirty representative soils selected from the main vegetable growing areas were used in a pot experiment in the greenhouse. The indicator plant was tomato. Plastic pots containing 5 kg. soil each were set up in 4 replications. Deionized water was used for irrigation. Reagent grade chemicals of $(NH_4)_2SO_4$, $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$, and KCL were used as the fertilizers. There was no micronutrient treatment.

Three extractants were tested for assessing plant available copper, iron, manganese, and zinc. It was found that iron and manganese extracted with EDTA+ammonium carbonate were best correlated with plant uptake, While as for copper and zinc, 0.1 N HCL was the best extractant.

Relationships between extractable micronutrients and soil properties (soil pH, organic matter and clay content), uptake of micronutrients and soil variables were evaluated by simple and multiple correlation analysis.

From the correlation data it was found that the uptake of Cu was best predicted by the combination of 0.1 N HCL extractable Cu and soil properties ($R=0.77^{**}$), and so was the uptake of Zn ($R=0.80^{**}$). Mn uptake was significantly correlated with EDTA extractable Mn ($R=0.86^{**}$). The prediction of Mn uptake was not improved by inclusion of one or more of the soil properties. Fe uptake was best predicted by the combination of EDTA extractable Mn, Zn and the ratio of Fe/Cu, Mn/Zn ($R=0.86^{**}$).

Correlation data showed that the EDTA extractable Fe decreased with the increase in pH value. That the extractable Cu increased with an increase in clay content, and that both Cu and Zn increased with an increase in soil organic matter content.

Soil analysis data showed that except Zn, the contents of all the three micronutrients under study were more or less above the critical level as reported in the literature. Plant analysis data also showed that except Zn, the concentration of Cu, Fe, and Mn in tomato leaf were all higher than usual, especially that of Fe.

EFFECT OF *CLOSTRIDIUM* IN THE CONTROL OF FLAX *FUSARIUM*-WILT [1]

M. Chen, C. C. Tu, and L. H. Jwo [2]

ABSTRACT : Bacteria were examined in two soils similar except that one was conducive while the other one suppressive to flax *Fusarium*-wilt. Bacterial flora differed markedly between these two soils. The former had a higher count of cocci and actinomycetes whereas the latter had a higher count of anaerobic bacteria and gram-negative rods. Several *Clostridium* spp. isolated from the suppressive soil were inhibitory to various formae of *F. oxysporum* including *lini*, *pisi*, *niveum*, *lycopersici*, and *cubense* race 1 and race T. In the pot test *Fusarium*-wilt was controlled by inoculating *Clostridium* sp. into moist soil kept at a neutral pH condition.

Fusarium wilt is a major crop disease in Taiwan. More than a dozen crops are susceptible to *F. oxysporum* infection, and as a result loss to annual yield is heavy. At present, there is no practical mean to control the disease.

Biological control of *Fusarium* wilt has been rarely successful in the past. The reasons are mainly due to lack of information on the mechanism that the fungi are inhibited, and on the proper way to maintain the antagonistic microorganism in soil. In fact, the phenomenon that some soils are more resistant to *Fusarium* wilt than others has been known for many decades [9,15]. This phenomenon has also been found in Taiwan where flax is cultivated between two rice crops in the winter time [14]. Commonly, *Fusarium* wilt becomes prevalent in one field but in an adjacent field of same soil type and under similar agricultural system, the disease is not present. Such occurrence provides an excellent opportunity for studying the interaction between soil parameters and the disease severity.

This work was designed to study the bacterial populations of *Fusarium*-suppressive and -conducive soils and to note if any of the bacteria isolated possessed the potential on the control of the disease.

---

1. Research Report of Taiwan Agricultural Research Institute No. 775. This research was supported by National Science Council of the Republic of China grant No. NSC-64-0501-0202 (06) .

2. Authors the first and third are Visiting Associate Professor and Graduate Student, Institute of Biological Science, National Taiwan Normal University, Taipei , Taiwan, respectively. Present address of senior author : Division of Laboratories and Research, New York State Department of Health, Albany, New York 12201 ; and (second author) Senior Plant Pathologist and Head, Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Taipei , Taiwan.

MATERIALS AND METHODS

Bacteria were isolated from soils of Fou-chein Chuen, Show-shui Shian and of Fan-po Chuen, Fu-hsing Shian, respectively. Both are alluvial soil and belong to show-shui soil series. The former soil contained 3.8 percent organic matter, had a pH of 7.8, and contained sand 14.8 percent, silt 39.9 percent, clay 45.3 percent. Flax was cultivated in this soil for the past ten years and the wilt had not been found, though it did occur in the adjacent fields. The latter soil contained 3.2 percent organic matter, had a pH of 8.0, and consisted of sand 9.9 percent, silt 45.5 percent, clay 44.7 percent. Flax was culti vated in that soil for seven years and the *Fnsarium*-wilt, which gradually developed during the last two years, had completely destroyed the flax at the time of sampling.

The number of viable bacteria were determined by plate dilution on soil extract agar amended with 0.2 percent yeast extract [6], asparagine-mannitol agar [13] and nutrient agar containing 2 part/10^6 crystal violet [5]. Three replicate plates were poured for each sample, and random colonies were selected for 14 days at room temperature. Anaerobic bacteria were isolated with a 2×15 cm tube containing soil extract-yeast extract agar medium and then both ends stoppered. The medium was cooled immediately after autoclaving, and carbon dioxide was flushed over the tube to remove dissolved oxygen. Diluted soil was inoculated in the tube and incubated in CO_2 at room temperature for 10 days. Deep agar colonies were transferred and serially diluted into soil extract-yeast extract solution amended with 0.5 percent of glucose which was cooled in carbon dioxide immediately after autoclaving. The cultures were then incubated at room temperature in an atomosphere of carbon dioxide. Cellular morphology of these bacteria were examined and were categorized by the modified procedure of Stanier and van Niel [11].

To test the inhibitory effect of aerobic bacteria on the pathogenic *F. oxysporum*, the bacteria were inoculated as a circle (2 cm diameter) on soil extract-yeast extract agar. A 10-mm diameter disc of *F. oxysporum* grown on potato-glucose agar medium was placed in the circle one day after inoculation of the bacteria. The inhibitory effect of the anaerobic isolates was tested by first growing the bacteria in the glucose-soil extract-yeast extract medium in test tubes. Five-ml of the growth medium (ca. 5×10^8 bacteria) was mixed with 10-ml soil extract agar medium and poured in a petri dish. The fungal disc was then placed on the agar medium. Although the fungus was grown aerobically, the bacteria submerged within the agar, were under an environment approching anaerobiosis. Growth of the fungus was observed after incubation at 28°C under continuous light for at least 6 days.

Tam-shui River alluvial soil collected near the Taiwan Agricultural Research Institute, Taipei was used for the pot experiment. The soil contained 3. 4 percent organic matter, had a pH 5.4, and consisted of sand 68.6 percent, silt 20.8 percent, and clay 10.6 percent. After steam sterilization for 30 min., the soil was mixed with minced"diseased-flax" residue and kept moist for one week. Approximately 2,700 chlamydospores per gram of soil were counted with the plate-counting method [7]. Soil pH was then adjusted to 7.2 using 2—1 (w/w) $Ca(OH)_2$—$CaCO_3$. To create a wet and anaerobic condition, pots

were wrapped with plastic film and placed in a dish containing water. Approximately 10^7 axenic *Clostridium* sp. were inoculated in a gram of soil 7 days prior to the flax planting. Each 10.5—cm diam. clay pot was planted with 5 flax seedlings. Six replicates were made for each tested bacterium. Three series of control were used ; one with bacteria, one without soil pH adjustment, and one without the technique used to mimic moist anaerobic condition. However, sufficient water was added once every two days to the control treatments without the continuous water supply.

RESULTS

The type of bacteria differed markedly between the two soil samples (Table 1). In the suppressive soil, a greater number of anaerobic bacteria and gram-negative rods were counted, whereas in the conducive soil cocci and actinomycetes counts were higher. Aerobic spore formers, the asporogeneous gram-positive rods and total bacteria populations varied in size on the three agar media showing physiological selecting of the media.

The number of bacteria capable of producing antagonistic effect on *F. oxysporum* f. sp. *lini* in the soils are illustrated in Figure 1. Only a small portion of aerobic isolates could inhibit the fungi in petri dish and their numbers, including a few *Bacillus* and actinomycetes, were less in the suppressive soil. However, within the suppressive soil were a higher number of anaerobes, mainly *Clostridium*, that were capable of inhibiting the pathogenic *F. oxysporum*. Seven anaerobic isolates effectively inhibited *F. oxysporum* f. sp. *lini* in petri dish (Figure 2). Isolate a, also inhibited other formae of *F. oxysporum* including *pisi*, *niveum*, *lycopersici*, and *cubense* race 1 and race T (Figure 3).

Table 1. Viable bacterial counts ($\times 10^6$/g) in the suppressive (1) and the conducive soil (2).

Microbial group	Soil extract-yeast extract agar		Nutrient agar with crystal violet		Thornton's asparagine mannitol agar	
	1	2	1	2	1	2
Aerobic bacteria						
Total	442	386	67	43	211	260
Actinomycetes	52	94	—*	3	12	91
Spore formers	100	73	5	5	41	135
Gram-neg. rods	232	47	62	25	25	18
Asporogenous						
Gram-pos. rods & Arthrobacter	60	68	—	10	133	10
Cocci	—	82	—	—	—	5
Anaerobic bacteria			—	—	—	—
Total	72	50				

*Not detected

Table 2. Number of flax plant survived and of *Clostridium* sp. ($\times 10^4$) and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* ($\times 10^2$) in per gram of soil (pot experiment).

Clostridium isolate	Intermittently wet			Continuously wet			
	Percent flax survived	Colony numbers of microorganism		Percent flax survived		Colony numbers of microorganism	
		Clostridium	*Fusarium*			*Clostridium*	*Fusarium*
	7 days	30 days	30 days	7 days	30 days	30 days	30 days
a	0	10.4	16	100	71	52.0	8
b-g	0	7.2-10.8	19-32	71-89	44-55	17.0-61.0	12-17
CK_1*	0	7.2	34	71	44	28.5	18
CK_2**	0	3.2	43	0	0	5.5	31

* soil pH 7.2, no external bacteria added.

** soil pH 5.4, no external bacteria added.

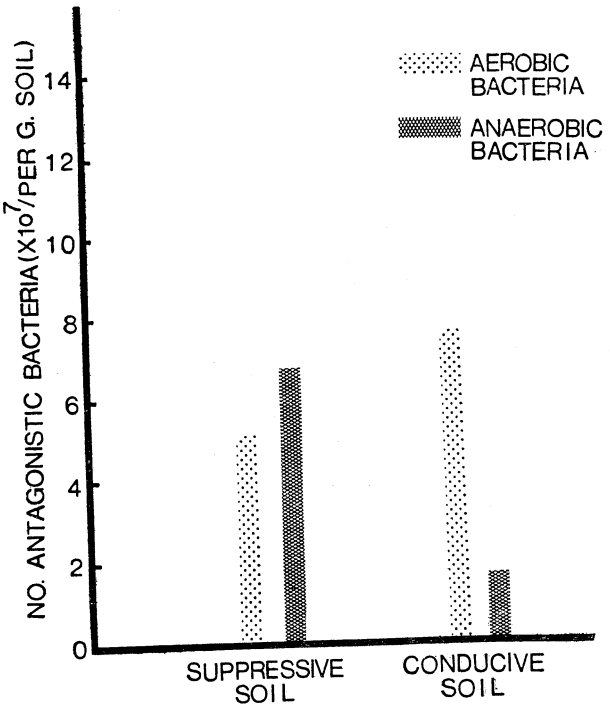


Figure 1. Number of antagonistic bacteria in the suppressive and conducive Soils.

Flax wilt was effectively prevented by all isolates of *Clostridium* sp. if the soil (pH 7.2) was kept continuosly wet in the pot experiment (Figure 4 upper row). Intermittently watering (supplied once every two days) allowed the pathogen to destroy seedlings, additionally, failure to maintain soil pH at 7.2 (Figure 4 lower row) allowed the wilt development. The aerobic isolates could not prevent wilt by maintaining the soil

(pH 7.2) in intermittently wet condition. Numbers of *Fusarium* propagules and *Clostridia* in the potted soil as well as surviving flax plants are summarized in Table 2 according to treatment. The results show a clear relationship among the pathogen, bacteria and surviving flax plants.

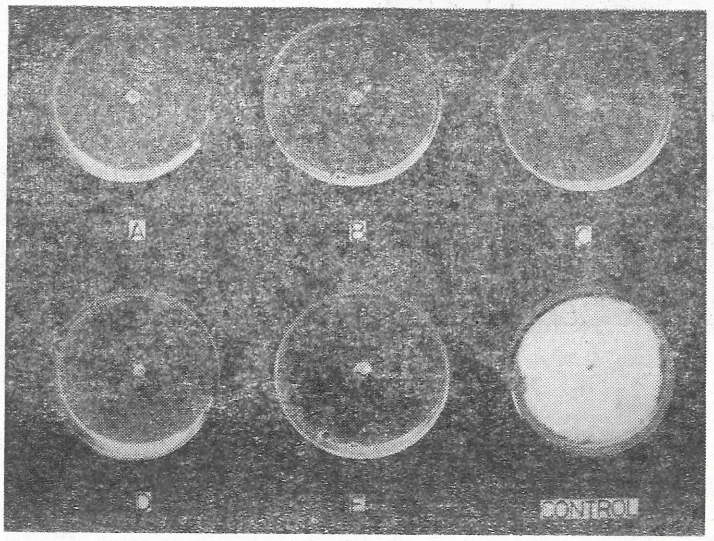


Figure 2. Inhibitory effect of five isolates of *Clostridium* sp. on *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini*.

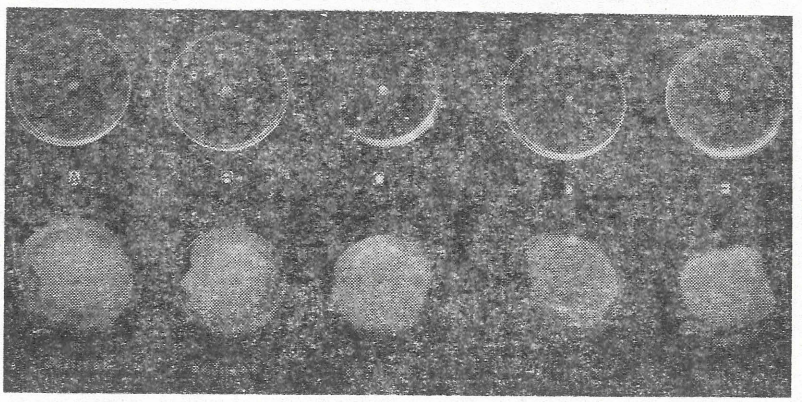


Figure 3. Inhibitory effect of *Clostrdium* sp. isolate *a* on various formae of *Fusarium oxysporum*. A. *lycopersici*, B. *cubense* race T. C. *Pisi*, D. *niveum*, E. *cubense* race 1.

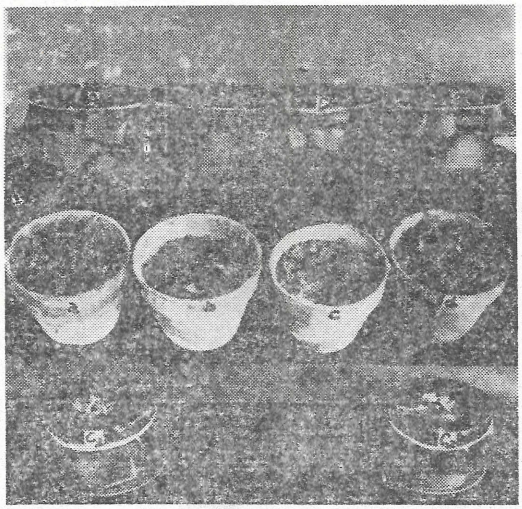


Figure 4. Pot experiment by using four isolates (isolate *a*, *b*, *c*, and *d*) of *Clostridium* to control flax *Fusarium*-wilt.
Upper row treatment: soil pH 7.2, with bacteria inoculated, continuous wet.
Middle row treatment: soil pH 7.2, with bacteria inoculated, intermittent wet.
Lower row treatment: soil pH 5.4, external bacteria not added, continuous wet.

DISCUSSION

Change in water content of soil results in many physical, chemical and biological alternations. Cook and Papendick [1] have shown that *Fusarium* activity in soil was changed markedly after only slight change of soil water content. Therefore, it is not surprising that arable soils with low moisture content are more prone to the wilt development. Supplying continual moisture to soil has been shown to suppress seedling blight of wheat caused by *F. roseum* f. sp. *cerealis* "*Graminearum*" [2], the damping-off of Ladino clover caused by *F. roseum* [3], and the stem rot of sweet potatoes caused by *F. solani* f. sp. *batatas* [4]. Flooding of banana field leads to eradication of *F. oxysporum* f. sp. *cubense* [12]. However, the reason behind the suppression of *Fusarium* in the wet soils has not been thoroughly investigated especially the role played by anaerobic bacteria.

Soil management and ground water level probably are two main factors affecting soil moisture. With regard to the soil management, application of a greater amount of water in one field could affect the soil water content thereafter. Tilling practice, variation in climate during rice harvest, shading, and soil percolation rate all affect water content and hence affect bacterial antagonism in the soil. Other physical and chemical parameters (e. g. organic matter) present in soils can be important in maintaining the wilt suppressive nature of soil. More research is required in these areas.

Although the anaerobic isolates have not yet been specifically identified, they were all spore formers. Their subsurface growth in agar media in air indicates that they belong to the oxygen tolerant *Clostridium* spp. These bacteria were present in both the conducive and suppressive soils, but their number were much less in the former soil type. In the pot experiment, *Fusarium* propagules increased remarkedly in wet soil with a pH of 5.4. This indicated that water alone did not suppress the *Fusarium*. Addition of *Clostridium* isolates to the potted soil increased the survival of flax plant, especially in the pot with isolate *a* added in continuous wet condition (Table 2 and

Figure 4). The exact nature of isolate *a* and whether the bacterium worked alone or in concert with other bacteria in the suppression of the *Fusarium* is not certain at the present time.

After passing the bacterial suspension (grown in one percent of peptone and glucose soil extract solution) through a 0.22 mu millipore filter, the inhibitory effect disappeared entirely. It appears, then, that the suppressive agent is either associated with the bacterial cell or an unstable extracellular product. Many of these bacteria isolates, including isolate *a*, produced abundant carbon dioxide, ethanol, ethylene and it's derivatives. These gaseous compounds are fungistatic(8, 10). Fungal growth was completely inhibited if the *Fusarium* was grown on the upper lid and the bacterial suspension on the lower lid of a petri dish. suppressive agents confined to the bacterial cells may inhibit the *Fusarium* in the area adjacent to bacterial colonies. The gases which permeate the soil are thought to be detrimental to the *Fusarium*.

Although other bacteria, including the gram-negative rods, showed no inhibitory effect on the *Fusarium* in petri dish, their function should not be overlooked. A few also produce gases. By virtue of their highly aerobic characteristics they could create an anaerobic condition in moist soil. Certainly, for the plant pathologist, the situation is further complicated by the necessity to consider the tolerance of higher plants to the anaerobiosis. The suppressive soil in the present study is a good example of interactions between host tolerance and pathogen suppression.

Bacteria inhibitory to one forma of *F. oxysporum* are also inhibitory to other formae. But the inhibitory effect could vary with the forma of the fungi and the type of the bacteria tested. Use of these bacteria to control *Fusarium*-wilt of various crops in the field is proceeding.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr. Thomas S. C. Wang, member of National Science Council of the Republic of China, for his advice and criticism and Drs. W. C. Snyder and S. N. Smith, University of California, Berkeley, for their many helpful suggestions.

LITERATURE CITED

1. Cook, R. J., and R. I. Papendick. 1970. Soil water potential as a factor in the ecology of *Fusarium roseum* f. sp. *cerealis* "Culmorum". Plant Soil 32 : 131—145.
2. Dicksen, J. G. 1923. Influence of soil temperature and moisture on the development of the seedling-blight of wheat and corn caused by *Gibberella saubinetti*. J. Agr. Res. 23 : 837—870.
3. Graham, J. H., V. G. Sprague, and R. R . Robinson. 1957. Damping-off of Ladino-clover and Lespedeza as affected by soil moisture and temprature. Phytopathology 57 : 182—185.
4. Harter, L. B., and W. A. Whitney. 1927. The relation of soil temperature and soil moisture to the infection of sweet potatoes by stem-rot organism. J. Agr. Res. 34 : 435—441.
5. Holding, A. J. 1954. The predominant gram-negative bacteria. J. Appl. Bacteriol. 17, XVI.
6. Holding, A. J. 1960. The properties and classification of the predominant gram-negative bacteria occuring in soil. J. Appl. Bacteriol 23 : 515—525.
7. Nash, S. M., and W. C. Snyder. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the

bean root rot *Fusarium* in field soils. Phytopathology 52 : 567—572.

8. Newcombe, M. 1960. Some effects of water and anaerobic conditions on *Fusarium oxysporum* in soil. Trans. Brit. Mycol. Soc. 43 : 51—59.
9. Reinking, O. A., and M. M. Manns. 1933. Parasite and other Fusaria counted in tropical soils. Z. Parasitenk 6 : 23—75.
10. Smith, A. M. 1973. Ethylene : a cause of fungistasis. Nature 246 : 311.
11. Stanier, R. Y., and C. C. van Niel. 1941 . The main outline of bacterial classification. J. Bact. 42 : 437-466.
12. Stover, R. H. 1962. Fusarial wilt (Panama disease) of banana and other *Musa* species. Phytopath. Paper No. 4. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, Surrey, England.
13. Thornton, H. G. 1922. On the development of a standardized agar medium for counting soil bacteria, with especially regard to the repression of spreading colonies. Ann. Appl. Biol. 9 : 241—274.
14. Tu, C. C., Y. H. Cheng, and M. Chen. 1975. Flax *Fusarium* wilt-suppressive soil in Taiwan. Plant Protec. Bull., China 17 : 390—399.
15. Walker, J. C., and W. C. Snyder. 1933. Pea wilt and root rots. Wisc. Agr. Exp. Sta. Bull. 424 : 1—16.

嫌氣性芽孢桿菌(*Clostridium*)防治亞麻立枯病之效果

陳　敏　杜金池　卓洛華

本研究之目的爲比較亞麻立枯病（萎凋病）抑病土壤和導病土壤內細菌之分佈情形，並報導利用分離自抑病土壤之嫌氣性芽孢桿菌防治亞麻立枯病之盆栽試驗結果。導病土壤內以球菌和放射菌數量較多，而抑病土壤內則以革蘭陰性桿菌及嫌氣性芽孢桿菌居多。

從抑病土壤分離之嫌氣性芽孢桿菌能抑制爲害亞麻、豌豆、西瓜、番茄及香蕉（Race 1及T）等之萎凋病鐮刀菌菌絲之生長。盆栽試驗結果發現如接種此等細菌至病土內，並保持土壤酸鹼度爲中性及維持適當土壤水份，能有效防治亞麻立枯病之發生。

---

1. 試驗報告農試字第七七五號

2. 第一作者係國立師範大學客座副教授，第三作者係師大研究生 ，第二作者爲臺灣省農業試驗所技正兼植物病理系主任

綠蘆筍黑腹薊馬之生態研究[1]

湯　慶　銓[2]

摘要　臺灣綠蘆筍的七種薊馬中，只有葱薊馬 *Thrips tabaci* Lind 一種，已在南美洲哥倫比亞（British）內陸之綠蘆筍嫩芽上發現（Banham F. L., 1968），而其餘的六種均爲臺灣的綠蘆筍上首次發現。其中雌成蟲體呈黑褐色的一種 黑腹薊馬 *Frankliniella intonsa* Trybom, 本省約 40 年前已有紀錄（高橋 1935）*Frankliniella formosa* Moulton 爲其異名（Kurosawa 1968）。

黑腹薊馬雖然有很多種寄主，唯綠蘆筍能使牠在全年中完成各世代的各蟲期之發育，當乾燥季節時在綠蘆筍之花瓣、嫩芽及嫩莖裡，成蟲及幼蟲皆有發現，甚至在每日採收的嫩莖之蓴片內，亦有蟲體附着，影響商品價值很大。

全年在室內經連續飼養結果，有22世代，但在田間發生常受降雨量及降雨時間之關係，影響其發生代數及繁殖能力。因此在降雨時期，發生的密度隨之減少，甚至不見其踪跡。乾燥期，如筍株之生長正常，嫩芽上的雌成蟲及幼蟲之平均數高達20隻左右。

卵、幼蟲及假蛹期間甚短，僅爲 1～3 天，各世代之經過日數，最長有16天（♀），15天（♂），最短亦有 7 天（♀♂），平均爲 9.2天（♀），9 天（♂）。雌成蟲之壽命最長達49天，最短僅有17.7天，通常在 16°C左右時壽命較長。而一生的產卵數最多竟達76個，最少則爲10.7個。在一生的產卵期間中，低溫與高溫影響其產卵量，其產卵的最適合溫度爲 28°C 左右。

前　言

本省綠蘆筍上發現的薊馬種類，至目前爲止，已有七種，其中黑腹薊馬 *Frankliniella intonsa* Trybom 及葱薊馬 *Thrips tabaci* Lindeman 兩種爲最常見。惟葱薊馬業經在南美洲哥倫比亞（British）內陸的綠蘆筍嫩芽上亦被發現（Banham F. L. 1968）。

約於40年前（高橋1935年）臺灣農作物上發生的薊馬，當時除葱薊馬爲葱類之大害外，黑腹薊馬雖爲廣食性（Polyphagous）種類，惟不甚重要。但自引進綠蘆筍在臺灣栽培後，由於本省的生產品受到國際市場歡迎，栽培面積擴大，產量驟增，不幸於1972年在出口的商品中經檢驗發現有黑腹薊馬，因蟲體黑色引起注意，揭穿牠匿伏在綠蘆筍的花瓣、嫩芽及嫩莖的眞象。

材料與方法

成蟲壽命與產卵量測定及生活史之觀察與調查：將黑腹薊馬之雌成蟲由田間採回，先以植物體測定其取食與產卵能力，然後將其所偏好產卵之植物體組織，用外國種香蕉花被，作爲產卵的測定及飼養。首先將產卵於花被而孵化的幼蟲 100 頭，分別用特製的飼養皿，即玻璃片中央置花被，將甫孵化的幼蟲，用鷄毛輕輕移到花被上，立即用塑膠蓋套住，上方加用髮夾及橡皮圈固定，防其逃走，飼養成蟲，同時觀察各蟲期的變化及其生活習性。就飼養所得而羽化的成蟲，每組雌雄各 1 對，配成10對

本研究承國家科學委員會暨蘆筍基金會補助，文成承李所長良暨陶技正家駒斧正，謹此一併致謝。

1.試驗報告農試字第 七七六 號

2.臺灣省農業試驗所嘉義分所技佐

，順序每日定時觀察及調查每日產卵數、產卵次數、一生產卵數、產卵前期與後期的日數及成蟲壽命，以及各蟲期的經過與重要因子之關係。再從10對中，依順序日期，將產卵的花被取出移至另外特製之飼養皿中，待幼蟲孵化時，立即將甫孵化的蟲體分別移至新鮮的花被上飼養，每日更換新鮮的花被一次，及每日定時將各蟲期經過變化及生活習性與有關之事項記錄，測定全年之生活史與氣候及其他重要因子之關係。

發生與重要因子之關係觀察及調查：測定薊馬種類在筍株不同部份的棲息習性與偏好習性之關係及氣候、降雨量與田間耕作法對薊馬發生繁殖之影響，分別於綠蘆筍的第1至3期按月定期檢查兩次，每次調查均以田間取樣技術，分別在4個據點進行，每據點設置 0.2公頃面積，重複4次，以分層逢機取樣法（Stratified random sampling），將已開花之花瓣100個，10公分長的嫩芽、枝葉各30個，抽取分別裝入塑膠袋編號攜回室內暫置冰箱內，保持植物體鮮度及控制蟲體的發育，分別取出檢查所有的蟲口密度，同時記錄每日的氣溫、雨量作分析比較。另在室內以16、22、28、34°C 定溫，分別測定各蟲期的發育及產卵、成蟲壽命，作爲觀察薊馬的繁殖能力之比較。

試 驗 結 果

1.發生代數：在室內經連續飼養的結果，全年有22個世代，而在田間發生，因受自然界的影響，發生的代數可能會比室內爲少，主要爲取食的營養對產卵量與各蟲期的發育有關，且降雨季節的降雨量與降雨時間，亦對繁殖後代有很大影響。各蟲期的變化，分爲卵期、幼蟲期有兩次脫皮，假蛹期有前後不同之形態區別，假蛹期間不取食，似是靜止狀態，亦會慢慢爬動，在飼養皿中，離開植物體至一邊，及成蟲期等5個蟲期的變化， 其變化及經過情形 ， 即與香蕉花薊馬 *Thrips hawaiiensis* Morgan 相似。

2.爲害與棲息的情形：綠蘆筍黑腹薊馬爲廣食性蟲類，寄主甚多。因在綠蘆筍上，較易能完成發育及繼續繁殖後代，通常在嫩芽、嫩莖及花瓣的生長時期，皆能發現成蟲及幼蟲，蛹期均在其棲息的綠蘆筍株邊之土中棲息。雌成蟲羽化後2～3天就在其棲息附近的嫩芽產卵，因卵期短，只有1～2天，故在田間不易看到。甫孵化的幼蟲至化蛹之前，常移動至嫩芽及嫩莖的蓑片內舐食，被害的嫩莖筍尖常變彎曲狀，蓑片亦爲黃萎狀態，影響商品價值甚大。

3.冬季經過情形：本省的冬季氣候溫度變化，雖有短期性的冷氣來襲而溫度驟降，此時低溫對雌成蟲及各蟲期的活動，並無很大的阻碍，各蟲期均照常發育，因此在冬季裡亦能發現各蟲期的蟲體在筍株上棲息，均無越冬的現象。只在冬季遇到短期性的低溫時期，僅影響雌成蟲的產卵量，及各蟲期與雌成蟲的壽命稍爲長些，均無停止發育的情形。1973～1974年的冬季，調查薊馬在筍株棲息情形，雌雄的成蟲密度達77%，其中雌成蟲竟佔85%，在室內以低溫 10～15°C 之間測定時，雌成蟲在低溫下之生活，壽命就更長。

4.全年各世代的各蟲期在常溫發育情形：茲將觀察22個世代之結果，分述如下：各世代之薊馬自產卵至成蟲期間 ， 各蟲期之發育因各世代每日所遭受的積溫有關 ， 僅在24小時中之氣溫高低變化差距甚大時，各蟲期之發育皆受影響，若遇天氣突變，在正常氣候變化之低溫時，蟲體較有抵抗力，反之，遇到氣溫忽然直昇時，蟲體若遭受外界的熱氣所導致而劇增植物體蒸發的熱溫時，蟲體的抵抗力即較弱，容易致死。雖然溫度及濕度對薊馬之生活影響甚大，但蟲體對溫度及濕度亦有耐受性之界限。

各世代在常溫之各蟲期經過日數：卵期最長5天（♀），4天（♂），最短2天（♀♂），平均2.4天（♀♂）；第1齡期最長4天（♀♂），最短1天（♀♂），平均 2.0天（♀），1.9天（♂）；第2齡期最長3天（♀），4天（♂），最短1天（♀♂），平均1.5天（♀），1.4天（♂）；假蛹前期最長3天（♀），2天（♂），最短1天（♀♂），平均 1.2天（♀♂）；假蛹期最長2天（♀♂），最短1天（♀♂），平均1.0天（♀♂），如表4；卵至成蟲期間最長 16天（♀），15天（

♂），最短7天（♀♂），平均9.2天（♀），9天（♂）。溫度在 20°C 左右時爲13.3天（♀♂），30～33°C 左右時爲7～8天（♀♂），28°C 左右時爲10～11天（♀♂），如表1所示。

表1　蘆筍黑腹薊馬各世代蟲期經過日數

世代別	月別	卵期		第1齡期		第2齡期		假蛹前期		假蛹期		平均溫度
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
1	1	3.0	3.3	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	24.1
2	1	2.2	2.1	2.0	2.1	2.0	1.9	1.0	1.0	1.0	1.0	21.0
3	2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	23.0
4	2	4.0	4.0	2.8	2.4	2.5	2.1	2.2	2.0	1.0	1.0	21.4
5	3	3.8	3.8	3.0	3.0	2.1	2.0	1.8	1.8	1.5	1.7	19.2
6	3	3.9	4.0	3.6	3.2	2.4	2.7	2.0	2.0	1.2	1.2	22.9
7	4	3.0	2.8	2.3	2.2	1.9	1.8	1.2	1.1	1.0	1.0	25.9
8	4	2.1	2.1	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	29.2
9	5	2.0	2.0	1.5	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	31.3
10	5	2.0	2.0	1.9	1.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	30.7
11	6	2.0	2.0	2.0	1.9	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	31.6
12	6	2.0	2.0	1.8	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	31.7
13	7	2.0	2.0	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	32.9
14	7	2.0	2.0	1.8	1.5	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	33.4
15	8	2.0	2.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33.5
16	8	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	34.0
17	9	2.0	2.0	1.9	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	29.1
18	9	2.0	2.0	1.6	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	29.5
19	10	2.0	2.0	2.0	1.9	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	29.1
20	10	2.9	2.8	2.2	2.1	1.9	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	28.6
21	11	2.6	2.4	2.0	2.0	1.6	1.7	1.0	1.1	1.0	1.0	28.8
22	12	2.1	2.2	1.6	1.5	1.3	1.2	1.9	1.9	1.1	1.0	25.2
平均		2.4	2.4	2.0	1.9	1.5	1.4	1.2	1.2	1.0	1.0	28.0

5.產卵習性：

蘆筍黑腹薊馬因具有鋸齒狀之產卵管，能將卵粒產入寄主植物體表皮內，產卵前須用產卵管鋸開蘆筍的嫩莖表皮組織，再將卵粒歪斜產入鋸開的溝中。繼續生長的母莖之頂芽較易被產卵，硬化的母莖，未見有產卵的痕跡，供食用之嫩莖，因白天採完後，剛出土面者僅在夜間有生長的機會，而經12小時許即長達5～10公分左右，因每日最少需採收一次，依黑腹薊馬的產卵習性，在夜間進行產卵時，於夜間生長的嫩莖，則難免被雌成蟲產卵其中。薊馬的卵粒非常微小，卵期亦甚短，產卵後未孵化的卵粒，實際上在田間不易找到，肉眼更難看見，如將生長期的嫩芽，採回用高倍擴大鏡觀察，在許

多材料中雖然亦能找到少數卵粒，實際上甚難發見未孵化的卵粒存在。

被產卵的嫩莖表皮，初期呈凹入狀，甫孵化的卵粒將卵頂突出三分之一，孵化後的幼蟲，行動較活潑，亦能爬至剛出土面的食用嫩莖，薊馬因有趨暗的習性，幼蟲期在白天通常匿伏在嫩莖萼片內，在嫩莖外表不易看見蟲體。被薊馬潛伏的萼片，較易乾萎，被產卵後的斑痕是否會引起病害，尚待觀察研究。

每日繼續有不同變化的溫度足能影響雌成蟲壽命及產卵能力，氣溫較高或較低均不適合於雌成蟲的生活與產卵，最適合於雌成蟲壽命與產卵氣溫爲 20～22°C 之間。低溫對雌成蟲的生活條件較有利，壽命亦較長，雖壽命延長，若遇不適合於雌成蟲之產卵溫度，亦會影響其產卵數。

表 2　蘆筍黑腹薊馬一年各世代（卵至成蟲）經過日數（1974年）

世代別	月　別	平均日數		卵至成蟲最長日數（♀♂合併）（日）	卵至成蟲最短日數（♀♂合併）（日）	雌性百分率（%）	卵至成蟲期間平均溫度
		♀	♂				
1	1	11.1	11.3	12	11	73.0	23.9
2	1	9.2	9.2	10	8	36.0	21.4
3	2	8.9	8.8	9	8	88.0	22.8
4	2	13.4	12.6	15	12	72.0	21.1
5	3	13.3	13.3	15	11	80.0	19.7
6	3	14.3	14.1	16	12	72.5	23.4
7	4	10.4	10.0	13	8	67.5	26.3
8	4	8.0	8.1	9	7	76.0	29.5
9	5	7.6	7.3	9	7	78.0	31.4
10	5	7.8	7.7	8	7	47.0	30.6
11	6	8.4	7.9	10	7	43.0	31.7
12	6	7.8	7.5	8	7	40.0	30.0
13	7	7.2	7.3	9	7	50.0	32.9
14	7	8.1	7.9	9	7	38.0	33.2
15	8	7.1	7.1	9	7	46.0	33.2
16	8	7.1	7.0	8	7	48.0	33.7
17	9	8.0	7.9	9	7	42.0	29.2
18	9	7.3	7.6	8	7	44.0	29.5
19	10	8.2	8.1	9	7	50.0	28.6
20	10	10.0	9.8	11	8	37.0	29.1
21	11	11.0	9.3	10	9	58.0	28.6
22	12	9.0	8.8	10	8	34.0	24.9
平均		9.2	9.0	10	8	55.4	27.9

據調查結果，產卵前期最短1.2天，最長4.8天，各世代平均2.3天；產卵次數最少5.3次，最多31次，平均18.7次；產卵經過日期最短9.7天，最長44天，平均24.6天；每日的產卵數最少0.7個，最多

有5.2個，平均2.4個；一生的產卵數最少有10.7個，最多達76個，平均58.3個。詳細結果如表 2 及 3 所示。

表 3　蘆筍黑腹薊馬一年各世代產卵數（1974年）

世代別	月別	每日產卵數（個）（平均）	一生產卵數（個）			產卵次數（平均）	產卵期間（日）（平均）	平均溫度
			平均	最多	最少			
1	1	2.1	64.7	100	40	20.7	30.7	22.0
2	1	2.6	66.7	83	56	22.3	25.7	21.0
3	2	2.4	76.0	84	62	26.4	31.6	20.1
4	2	1.7	75.5	95	56	31.0	44.0	18.3
5	3	2.1	50.7	67	41	19.0	24.5	20.7
6	3	2.2	62.2	85	43	22.4	29.0	24.4
7	4	2.4	56.3	67	47	20.3	24.3	26.3
8	4	3.4	70.4	84	63	19.0	21.0	30.4
9	5	3.2	76.2	98	62	19.8	23.6	31.0
10	5	2.5	76.8	88	57	23.8	30.8	31.1
11	6	1.6	32.6	43	28	15.6	20.8	32.3
12	6	2.7	49.2	56	34	17.4	18.8	32.1
13	7	2.0	44.6	51	37	18.0	22.8	32.9
14	7	2.6	58.0	71	39	19.6	23.0	33.1
15	8	3.1	46.6	70	30	12.2	15.8	33.5
16	8	2.2	33.0	39	26	12.4	15.2	33.2
17	9	2.3	53.4	62	47	19.4	22.6	29.8
18	9	2.8	54.8	63	44	17.2	19.6	29.3
19	10	2.4	66.8	78	61	22.6	27.6	27.9
20	10	2.4	62.6	68	56	20.6	20.6	28.2
21	11	2.7	64.2	88	47	20.0	20.0	27.0
22	12	1.5	40.6	57	37	19.4	30.0	26.4
平均		2.4	58.3	73	46	18.7	34.6	27.8

6.成蟲之壽命：

雌成蟲一生，須經過產卵前期、產卵期、產卵後期三階段，每日必須受盡氣候所造成的熱氣及冷氣之變化而註定壽命日數，雄成蟲亦須克服常變的氣候，完成有性繁殖的任務。成蟲壽命對繁殖後代的密度最有關係，當然氣溫最會影響，成蟲壽命活力在於低溫，但亦有最低溫度之界限；高溫的氣候亦能帶來各蟲期致死的界限，但亦有對壽命最合適的時期，因此薊馬到冬季除了不利於牠生存的最低溫度，如 0°C 以下，因臺灣嘉義尚無這種低溫的關係，故而在冬季氣候亦易生存。成蟲壽命經過日數，全年各世代因發生時期不同，因此長短不一，雌的壽命最短17.7天，最長49天，平均29.7天；雄

的壽命最短17.3天，最長44.8天，平均28.2天，雌雄蟲之壽命脫不了氣溫限制，其過程平均日數如表4所示。

表4　蘆筍黑腹薊馬一年各世代成蟲壽命經過日數（1974年）

世代別	月別	平均日數		最長日數		最短日數		產卵前期（平均）	產卵後期（平均）	成蟲壽命平均溫度
		♀	♂	♀	♂	♀	♂			
1	1	36.7	23.7	46	27	24	21	2.0	5.0	22.5
2	1	31.0	23.0	33	27	30	20	2.3	4.0	21.5
3	2	37.8	33.6	47	39	31	28	1.6	5.6	19.5
4	2	49.0	34.5	50	37	48	32	2.5	3.5	20.0
5	3	31.8	25.5	39	34	23	16	2.5	5.7	20.7
6	3	35.2	24.0	46	27	21	21	3.6	3.6	24.9
7	4	28.3	28.3	29	29	27	27	4.0	1.0	26.3
8	4	28.8	28.8	30	36	26	21	2.0	6.8	30.4
9	5	29.0	30.8	34	36	21	21	2.2	4.2	30.9
10	5	33.6	38.0	39	45	26	33	1.0	3.0	31.1
11	6	25.8	26.8	30	31	20	20	4.4	2.6	31.5
12	6	22.2	19.5	25	29	16	12	3.0	3.2	32.9
13	7	24.4	25.6	28	28	22	23	1.8	3.6	32.9
14	7	24.4	19.0	33	22	16	17	2.4	3.0	33.2
15	8	19.0	26.8	24	30	14	17	2.8	3.0	33.2
16	8	17.4	18.0	18	18	16	18	2.2	1.2	32.9
17	9	25.4	28.2	32	33	24	22	3.2	2.6	29.8
18	9	24.0	26.2	28	32	20	18	2.6	3.2	29.4
19	10	31.8	32.8	36	38	27	28	3.2	2.8	28.9
20	10	30.8	30.2	35	37	27	29	1.4	4.2	27.7
21	11	29.2	32.4	32	34	25	30	2.2	3.6	26.4
22	12	37.4	43.8	42	54	32	34	4.4	3.2	24.5
平均		29.7	28.2	34	33	24	23	2.3	3.6	27.8

7.溫度對黑腹薊馬之壽命及產卵影響：

黑腹薊馬產卵量與壽命之影響因子，受每日取食營養、產卵物體、高溫與低溫之變化所影響。本研究分別於室內常溫及定溫箱 16、22、28、34°C 定溫測定，爲減少在產卵物體與營養方面影響的差異，在測定期間，每日均以新鮮的外國種香蕉花被作飼料與產卵調查。

（1）溫度對雌成蟲壽命之影響：

雌成蟲壽命對後代繁殖率頗有關係，壽命長短亦影響其產卵次數，更影響到一生的產卵量。影響雌成蟲壽命者，除每日取食的營養影響外，通常在低溫時較長，高溫時較短，故在夏季發生時壽命即

較短，冬季較長。全年各世代雌成蟲之一生壽命，因受到每日高溫低溫變化之影響，差異頗大，全年22世代中，雌成蟲一生經過日數之每時平均溫度 20°C 時，壽命最長日數達50天， 32.9°C 時即僅有18天，但在定溫上測定時，雌成蟲壽命平均日數於 16°C 47.6天爲最長，28°C 爲33.7天， 34°C 爲27.5天，在 22°C 24.5天最短，如表 5 所示。雌成蟲壽命與不同溫度之比較以迴歸係數分析時，有顯著性差異，在不同溫度壽命日數均較接近於直線，如圖 1 所示。

圖 1　氣温對蘆筍黑腹薊馬雌成蟲壽命之影響

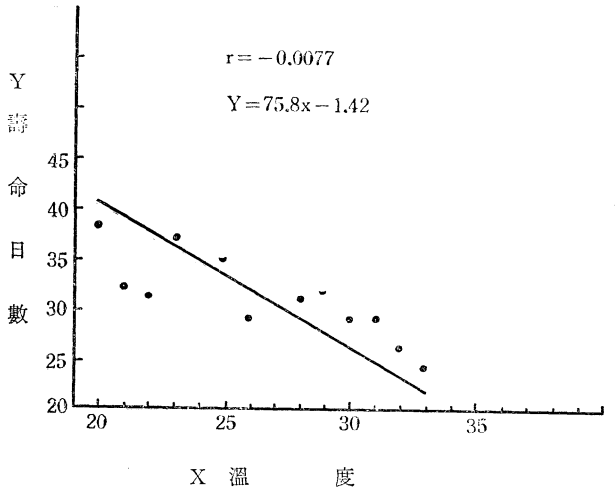
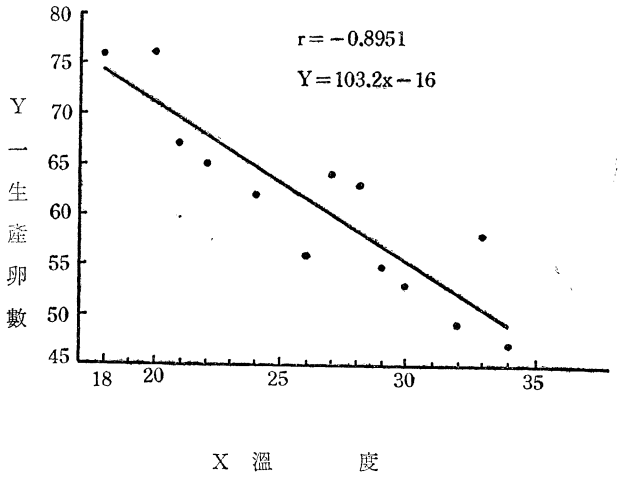


圖 2　氣温對蘆筍黑腹薊馬產卵之影響



（2）溫度對一生產卵量之影響：

在室內常溫下雌成蟲一生之產卵期間，短時間的氣溫變化即能影響其當時的產卵數，如溫度變化較大，則產卵數差異愈多。產卵數與產卵期間，因受當時氣溫變化而影響其一生之產卵量，通常在低

溫 15～18°C 左右及高溫 35°C 以上溫度劇烈變化時， 每日產卵數受到甚大影響。就全年連續飼養22世代結果分析，在各種不同溫度一生之平均產卵量差異，在產卵期間溫度變化愈大，則產卵期間平均溫度上之離迴歸的幅度即愈大，溫度變化較小時，產卵期間的平均溫度上之離迴歸即比較接近於直線迴歸，如圖2。但在定溫 16°C 爲37.5粒，22°C 爲 24.7粒爲最少， 28°C 53.9粒爲最多， 34°C爲46.3粒，如表5所示。

表5 溫度與各蟲期經過情形

溫度 °C	一世代日數		一生產卵數	產卵次數	產卵期間（天）	成蟲壽命		產卵次數	產卵後期（天）
	♀	♂				♀	♂		
16	26.0	25.4	37.5	16.9	36.7	47.6	40.8	5.4	6.3
22	13.4	13.7	24.7	11.9	18.5	24.5	21.1	4.0	1.7
28	8.1	7.9	53.9	20.3	26.6	33.7	39.5	3.5	3.2
34	7.5	7.8	46.3	18.2	22.8	27.5	28.0	2.7	3.2

田間發生情形調查及觀察

1.全年在筍株上發生棲息的情形：

蘆筍黑腹薊馬因具有潛伏趨暗的習性，通常在田間的綠蘆筍或白蘆筍筍株表面，不易看見蟲體及其活動情形，若欲察知有無薊馬存在，即需將嫩芽或花瓣置於手掌上用力振動，始能看見蟲體在手掌上爬動。成蟲一旦遇到光線即逃避暗處，且常匿伏於筍株的花瓣內，白天亦未見在莖上爬動。幼蟲皆匿居於嫩芽或嫩莖萼片內，不易發現。成蟲能作短距離低飛活動，但遷移活動不活潑，僅靠風力飄飛而已。薊馬在綠蘆筍筍株上的寄生密度及其發生消長，主要受氣候及筍株的生長變化所左右。因綠蘆筍在尚未採收幼筍之前，其生長常分爲嫩莖、頂芽、花瓣、嫩葉、老葉等而變化，不同時期的各蟲期之棲息密度，仍爲薊馬在繁殖及生活所需的條件下，有利於其生存的筍株之生長時期爲較多，否則發生即減少，因此在綠蘆筍的生長期中，筍株常爲病蟲害或多濕而發生立枯，即常有缺母莖的情形出現。筍農爲補救筍株之平衡保持幼筍產量，必須在缺少筍株地方，將由土面生長的嫩莖再留爲母株，這種情形常由降雨後筍株受損時，或更新時較多。留筍株的時期因薊馬所愛寄生的嫩芽及細小的花瓣愈多，則蟲數的密度亦愈高，如蘆筍筍株因普遍發生立枯或減少頂芽及花瓣的時期，發生的密度亦會驟降。

薊馬於6～9月間，因受降雨量及降雨次數之影響，於筍株的各部份均不見蟲體，而在其他的時期蘆筍母株的生長變化影響成蟲及幼蟲期的棲息密度而發生差異。

蘆筍黑腹薊馬之成蟲及幼蟲，全年在筍株的花（Flower），頂芽（Terminal bud），及枝葉（Foliage）等各時期的棲息密度，除於6～9月間，因受降雨影響其發生外，在乾燥季節裡發生情形，常受當時筍株之生長變化而有差異。如第1筍期的4～5月間與第3筍期的10月間之花瓣期及3～5月間與10月至翌春2月間嫩芽期之發生密度均最高，而於1月間幼蟲發生密度則於枝葉期較高，於花及頂芽兩個時期較低，主要在4至5月及10至11月間因溫度尚高，幼蟲期甚短，發生的次數較多。同時在土中化蛹的幼蟲未受到阻礙亦有關係。於1月間的枝葉期因溫度較低，影響幼蟲之經過日數，

致使在筍株上的棲息時間稍長，因此亦影響其棲息密度，如圖3所示，這樣的田間密度受到氣候及病蟲害所引起的筍株之園藝性狀變化而生差異。

2.降雨量及降雨次數對黑腹薊馬繁殖之影響：

薊馬的成蟲及幼蟲雖然通常棲息在田間筍株，而大部份均匿伏於筍株的萼片或細小的花瓣及嫩芽上，偶然遇到陣雨時，雨水會將蟲體冲落致死，且在土中假蛹的蟲體亦易被雨水覆滅，故若有連續性的降雨時，就會影響薊馬繁殖，甚至斷絕其後代之發生。1973年在嘉義綠蘆筍專業區，自從6月至9月間，降雨量達300～750mm，且連續降雨超過10次以上，在這期間薊馬繁殖即受影響，發生密度甚至降到零點，而3～5月間雖亦有雨水，但只能減少其發生密度，尚不致影響其繁殖，而當年的降雨量及降雨次數較多時，亦會影響到後期，即10月至12月間的發生密度。因此薊馬發生的最適當之季節仍爲乾燥時期，從10月至翌年的5月間，亦即蘆筍的第1及2期之採收期，此時蟲數密度爲最高，如圖3所示。

圖3. 綠蘆筍黑腹薊馬棲息於田間母株上各部份總蟲數比較

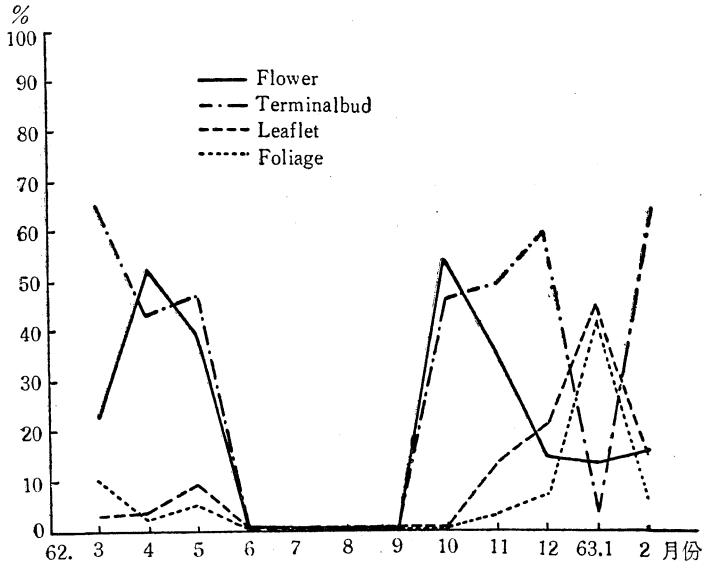
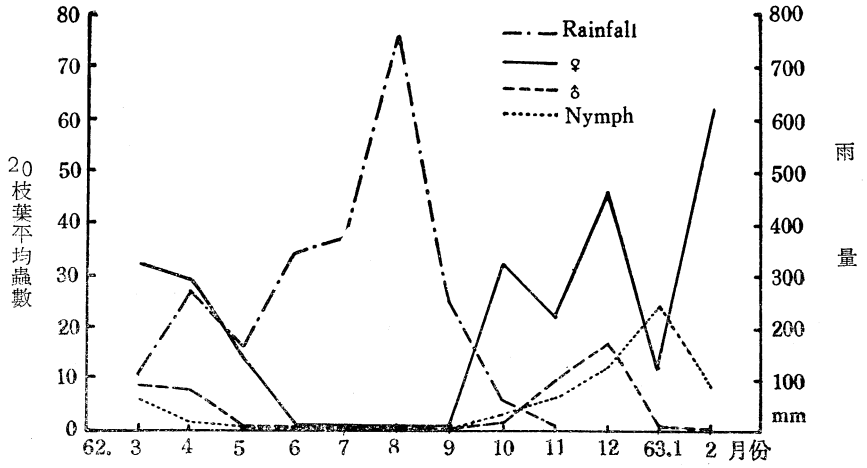


圖4. 綠蘆筍薊馬在田間發生之密度與雨量關係



討　論

1.綠蘆筍採收後，由於薊馬有潛伏趨暗的習性，除由田間帶回的成蟲尙匿伏於幼莖蓐片內之外，甫孵化的幼蟲亦有3～4天匿伏於幼莖蓐片內的機會，及至將臨蛹期的老熟幼蟲，爲化蛹自動脫離幼莖，再經過2～3天時間羽化爲成蟲後，尙有機會侵入冷藏庫中綠蘆筍幼莖上，因此在冷庫中的溫度如降至零度 °C 下，則不適合其生存。

2.在田間期間，可利用成蟲遷移習性的弱點，綠蘆筍母株的栽培管理，應用母株的園藝性狀變化，從薊馬較喜愛的筍株頂芽及花瓣部份，以人工自然誘引控制法，將成蟲從筍株上引出，可減少棲息在綠蘆筍園範圍內蟲數密度，再使用集中防除法，控制成蟲普遍產卵的機會。

3.利用土中的蛹體對多濕無法抵抗的方法以消滅蛹體，即利用配合綠蘆筍栽培管理所需，每隔5～10天輪灌一次的機會消滅蟲體。

4.乾燥季節使用對綠蘆筍較有安全容許量的農藥，如1～6月及10～12月間，依照預測田間發生密度，適時撒佈農藥於綠蘆筍的行畦上消滅蛹體，亦可減少薊馬在筍株上棲息的密度，更能減少蟲體爬至綠蘆筍幼莖上的機會。以上數端可供筍農作防治參考。

參 考 文 獻

Rathore V S, Kaushik U K, Sood N K, 1970 Control of Cotton Thrips : Insecticide Trials. Indore, India Pestic. Abstr. News 16. No. 2, 363—64.

Beckham C M, 1970 Influence of Systemic Insecticides on Thrips Control and Yield of Cotton. Experiment, Ga. J. Econ. Entomol. 63, No. 3, 936—38.

Bournier A, 1970 Principaux Types de Degats de Thysanopteres sur les Plantes Cultivees. Montpellier, Fr. Ann. Zool. -Ecol. Animale 2, No. 2, 237—59.

Abdel-Gawaad A A W, El-Shazli A Y, 1970 Studies on Thrips tabaci Lindman V. Attraction of different varieties of cotton to Thrips tabaci. Alexandria, Egypt Z. Angew. Entomol. 66, No. 4, 391—94.

Burgess E E, Shamiyeh N B, 1971 An improved Method of flower Thrips Extraction from Rose flowers. Knoxville, Tenn. J. Econ. Entomol. 64, No. 2, 545—46.

Beavers J B, Shaw J G, Hampton R B, 1971 Color and Height Preference of the Citrus Thrips in a Navel Orange Grove. Riverside , Cal. J. Econ. Entomol. 64, No. 5, 1112—13.

Gawaad A A W A, El Shazli A Y, 1971 Studies on Thrips tabaci Lindman. IV. Field studies to evaluate some soil insecticides on controlling cotton thrips. Alexandria, Egypt Z. Angew. Entomol. 68, No. 1, 90—94.

Gawaad A A A, Shazli A Y, 1971 Studies on Thrips tabaci Lindman. VIII. Effect of some Soil insecticides on Controlling Pupae under Laboratory Conditions. Alexandria, Egypt. Z. Angew. Entomol. 68, No. 2, 150—53.

Kinzer R E, Young S, Walton R R, 1972 Rearing and Testing Tobacco Thrips in the Laboratory to Discover Resistance in Peanuts. Stillwater, Okla. J. Econ. Entomol. 65, No. 3, 782—85.

Richtlinien fuer die Pflanzenschutzarbeit 1972. Futterpflanzenbau. Austria. Pflanzenarzt 25, Suppl. 2, 11.

Kamm J A, 1972 Thrips that affect production of Grass seed in Oregon. Corvallis, Oreg. J. Econ. Entomol. 65, No. 4, 1050—55.

Smith J C, 1972 Tobacco thrips-Nematode control on Virginia-Type Peanuts. Holland, Va. J. Econ. Entomol. 65, No. 6, 1700-03.

Gawaad A A A, Soliman A S, 1972 Studies on thrips tabaci Lindman. IX. Resistance of Nineteen Varieties of cotton to thrips tabaci L. and Aphis gossypii G. Alexandria, Egypt. Z. Angew. Entomol. 70, No. 1, 93—98.

Kinzer D R, Pitts J T, Walton R R, Kirby J S, 1973 Thrips resistance in plant introductions and Selections Made for Peanut improvement in Oklahoma. Stillwater, Okla. J. Econ. Entomol. 66, No. 1, 91—95.

Helson G A H, 1973 Gladiolus thrips. Wellington, N. Z. N. Z. J. Agr. 126, No. 4, 68.

Reinert J A, 1973 Cuban Laurel thrips : Systemic insecticides for control. Fort Lauderdale, Fla., USA. J. Econ. Entomol. 66, No. 5, 1217—18.

Abdel Gawaad A A W, El Gayar F H, Soliman A S, Zaghlool 0 A, 1973 Studies on thrips tabaci Lindman. X. Mechanism of resistance to thrips tabaci L. in cotton varieties . Alexandria, Egypt Z. Angew. Entomol. 73, No. 3, 251—55.

ECOLOGICAL STUDIES ON GREEN ASPARAGUS THRIP, *Frankliniella intonsa* TRYBOM IN TAIWAN

Chin-chuyan, Tang

Summary

Thrips tabaci Lind. was one of the seven asparagus thrips found in Taiwan which had been reported in South America and Columbia. The other six species were first discovered in Taiwan. The female of *Frankliniella intonsa* Trybom, was black brown species and has been reported in Taiwan around 40 years (R. Takahashi 1935) . This species was the synonymy of *Flankliniella formosa* Moulton. which was spreaded around Europe and the coastal region of Asia.

Although *Flankliniella intonsa* Trybom has many different kinds of hosts, however, green asparagus was the only host for the life cycle of this species. During dry season, the adult and nymph could be found in the petals delicated buds and stems, even in the sepals of delicated stems when harvested.

There are 22 generations in the laboratory observation around a year. But in the field condition, the outbreak and reproduction could be affected by precipitation and rainy period. Therefore, the population decreased or disappeared during rainy season. But in dry season, the adults and nymphs fed on delicated buds at a number of averaged 20.

Egg, larval and pseudo-prepupal stage was only 1-3 days. The long-lived generation was 16 days (♀) and 15 days (♂) the short-life was 7 days (♀♂) and averaged 9. 2 days (♀) as well as 9 days (♂) . The longest longevity of female adult was 49 days, and the shortest was 17.7 days. The female adult oviposited 11—76 eggs in the life. Temperature influenced the oviposition and the favorite temperature for oviposition was 28°C.

摘心與MH葉面撒布對柴胡收量及品質影響之研究[1]

徐　原　田[2]

摘要　爲探討摘心與MH (Maleic hydrazide) 處理對於柴胡根 產量及品質之影響，舉行本試驗，自1974年8月至1975年7月止。供試材料爲日本型柴胡，分七個不同摘心與MH葉面撒布處理。試驗結果摘述如下：1.摘心對地下部的不定根發生多，品質劣化，但收量增加2.9 g/plant（表1）。2. MH 處理者根收量減少，但MH 撒布後可抑制不定根的發生，故品質較好，其中以撒布 5,000ppm 濃度時，品質爲最佳。3.摘心可提高根中的 Saponin 含量（表1）。MH 處理則相反，其含量有降低之趨勢。

前　言

柴胡學名爲 Bupleurum falcatum L，屬繖形科（Umbelliferae），多年生宿根草本植物，供藥用。據中藥藥典記載，爲解熱、解毒、鎮痛、鎮痙藥，主治胸脇苦滿，肋膜炎、黃疸、胃腸病等，爲常用藥材，神農本草經列爲上品。據武田、濱元、久保田三氏（1953）就柴胡中所含植物固醇作進一步研究，結果證明日本產柴胡所含的主要成分植物固醇爲α—Spinesterol，其分子式爲，$C_{29}H_{48}O\frac{1}{2}H_2O$，可解熱、去風、胸筋去痛、補五癆七傷、潤心肺及婦女諸病等，用途廣泛。小島氏（1956）等報告（刊於日本東洋醫誌6卷3號），認確有改善肝機能之作用。又岩崎、吉田（1962）之研究，謂含有柴胡的製劑，可改善肝臟脂質代謝。高木敬次郎（1965）研究 Saponin 有消炎效果，並證明每公斤柴胡含Saponin 200～800m g之間，對浮腫確有抑制作用。王善源氏（1958）報告中藥對於結核桿菌生長的抑制作用指出，測定柴胡在體外對結核桿菌的生長有抑制作用，而普通皂素因有溶血性及起泡性，在西醫僅用於鎮咳祛痰。據東京大學藥學部柴田承二的意見，柴胡不僅對鎮咳祛痰有效，應有中藥特殊之藥效，因柴胡的效能，據陳仁山藥物生產辨云：「除寒熱往來、膽疸、心下痞、脇痛」。日本藥徵亦云：「主治胸脇苦滿，旁治寒熱往來、腹中痛、脇下痞鞭」。故柴胡的主要效能，應爲「胸脇苦滿」，本病狀包括橫隔膜，及近旁的肝臟所起因的炎症。

由於本省並無出產柴胡，皆仰賴國外輸入，年需量八萬公斤（外貿會統計資料）以上，現市價每公斤（乾製品）約新臺幣 1,500 元，計耗費外匯高達新臺幣一億二千萬元左右。日本與香港最近每年皆向國外購進十五萬公斤以上。本省如能大量種植，不但可節省外匯，有餘可外銷爭取外匯。

柴胡生產分佈由寒帶至熱帶，故寒冷至溫暖地區均適宜，然性喜暖和之氣候。本所早在1968年自

本研究承國家科學委員會之獎助，又蒙本所農藝系主任謝順景博士詳予指正，謹此申謝。

1.試驗報告農試字第七七九號

2.臺灣省農業試驗所技佐。

日本引進優良品種柴胡試種，經數年觀察結果，本省山坡地尚適宜種植，並經繁殖有試驗材料，擬予擴大改良研究。柴胡藥用部分爲根，而優良根應具條件爲直根性，鬚根少者爲佳。誘發柴胡不定根發生之種種原因，不外土性、土壤酸度、無機質肥料成分及土壤中的含鹽量等。據松永英輔等氏（1969研究，謂摘心可提高收量及 Saponin 含量，M H 劑maleic hydrazide（簡寫MH），是 Schoone，Hoffman兩氏於1949年首先發現，利用作生長抑制劑，經數年研究廣泛應用於農藝及園藝上，獲得空前之進展，可提高品質，抑制不定根之多發生。筆者綜合前人研究結果，擬定本研究，目的在於以人爲（即摘心與 MH 劑葉面撒佈）抑制不定根的發生及植株過份生長，並明瞭栽培柴胡是否在摘心和 MH 葉面撒布方面發生影響，藉以提高柴胡根收量及品質，供栽培推廣之依據。

材料及方法

研究材料：取自本所藥用植物保存圃之日本種柴胡。

研究方法如次：田間設計採用完全逢機區集設計，6 重複，分 7 處理，即A：MH 500 ppm，無摘心；B：MH1,000 ppm，無摘心；C：MH1, 500 ppm，無摘心；D：MH 3,000 ppm，無摘心；E：5,000 ppm, 無摘心；F：摘心；G：對照區。

本試驗於1974年 5 月至1975年 7 月間在大雪山農場進行。種植行株距 20cm×20cm，每處理小區面積爲長4 m× 寬 1 m, 即 4 m^2。肥料基肥每公畝堆肥 200 kg，化學肥料（N. P_2O_5. K_2O=15：15：10）5kg施用。摘心，即柴胡生長旺盛期（7月、8月、9月、10月），此期亦即其開花期，爲了抑制生長及減少耗費養分起見需行摘心，預定操作 4 次。MH 劑的葉面撒布，其純度在99%以上者爲佳。每月噴灑 1 次。調查項目包括：株高、分蘗數、鮮根重、乾根重、根長、根寬、色澤、柔軟性、土壤水分、土中溫度、病蟲害發生情形及 Saponin 含量。土壤水分是用現有之儀器土壤水分測定器測定。土壤溫度用自記地中溫度計測定。

結果與討論

(一) 不同MH濃度對柴胡農藝性狀及品質之影響

就柴胡生育株高（表 1）言，不同MH濃度葉面撒布處理區一般較無撒布區生育遲，且株高較矮，以MH5,000ppm爲最矮，只 52.5cm。經分析結果，不同 MH 濃度間呈顯著差異。以分蘗（表 1）言，不同 MH 葉面撒布處理區一般較無撒布區分蘗遲，且在不同 MH 濃度下分蘗低，而以 MH 5,000ppm時最低，只 3 支。

表1. 摘心與MH葉面撒布對柴胡農藝性狀及根含Saponin量之影響

處理 / 項目	MH 500ppm	MH 1000ppm	MH 1500ppm	MH 3000ppm	MH 5000ppm	摘心	對照區	總計	平均
株高 (cm)	58.6a	57.1a	55.3a	54.3a	52.5a	57.4a	63.8	2,393.8	57.0
分蘗數 (No./plant)	4.0	3.6a	3.4	3.3	3.0a	4.5a	4.1	155.4	3.7
鮮根重 (g/plant)	10.0	9.9	8.2a	7.5a	6.0a	12.9a	10.0	386.1	9.2
乾根重 (g/plant)	4.2	4.2	3.4a	3.1a	2.5a	5.4a	4.2	161.0	3.8
根長 (cm)	21	19b	17a	18a	15a	29a	23	854	20.3
根徑 (cm)	1.01	0.95	0.73a	0.87	0.88a	1.85a	1.07	44.2	1.05
根含Saponin量 (%)	2.70	2.63	2.67	1.90a	2.12a	3.95a	2.98	113.7	2.71

註：a. b. 各爲1%及5%與對照區比較之顯著平準

鮮根重產量（表1）在不同MH濃度下呈極顯著之差異，以MH500ppm時較高，達10g/plant，與對照區同，而以 MH 5,000ppm 爲最低，只 6g/plant，因此 MH 葉面撒布對柴胡根收量方面有降低之趨勢。乾根重（表1）在不同 MH 濃度下，以高濃度 5,000ppm 時最低，只 2.5g/plant，均較對照區 4.2g/plant爲低，不同 MH 濃度間呈極顯著之差異。據表1柴胡根長、根徑資料言，在不同MH濃度下以 MH500ppm 處理時之根長較長，達 21cm，而以MH5,000ppm 處理爲最短，只 15cm。根徑以 MH500ppm處理較大，達 1.01cm ，而以MH 1,500ppm 處理時最小，爲0.73 cm，不同 MH 濃度間呈極顯著（表1）差異，係MH處理有抑制不定根多發生之影響。

表 2. 摘心與MH葉面撒布對柴胡不定根數、色澤、柔軟性之影響

處理 / 項目	MH 500ppm	MH 1,000ppm	MH 1,500ppm	MH 3,000ppm	MH 5,000ppm	摘心	對照區
不定根數 (No./plant)	6.0	5.5	5.1	5.1	4.0	6.8	6.1
色澤	淡褐色	淡褐色	淡褐色	淡褐色	黑褐色	黑褐色	淡褐色
柔軟性	普通	無	無	普通	有	有	無

由表2資料言，柴胡根之外形品質以 MH5,000ppm 處理爲最佳， 不定根數平均每株最少只4支，色澤黑褐色，有柔軟性，而以對照區爲最低，其根無柔軟性，呈淡褐色，不定根達 6.1支。因此不同MH 葉面撒布之效果可促進品質，抑制不定根之發生。

不同 MH 濃度與土壤溫度之關係，由於在不同 MH 濃度處理下土壤溫度變化，8月爲最高，漸次遞降，至2月爲最低，又漸次遞增至7月。 研究期間每月所測定土壤溫度在 12°C 至 27°C 間，係因柴胡地上部生育受到 MH 濃度高低之影響，在 MH 低濃度下（500ppm） 處理抑制較小，其土溫在 20°C 至 23°C 時地上部生育較佳，因此不同 MH 濃度高低影響到土壤溫度的昇降 ， 亦即 MH 濃度低時，年土溫變化範圍小，MH 濃度高時則相反。就土壤水分言，經測定結果在8%至20%之間，不同 MH 濃度處理間土壤水分含量之高低不同，此係受不同 MH 濃度之影響。 柴胡地上部生育亦即在 MH 濃度高時對柴胡生育抑制效果大，則土壤水分含量低，否則相反。

(二) 摘心對柴胡農藝性狀及品質之影響

據表1資料言，柴胡生育經摘心處理，其株高在MH 5,000ppm高濃度與對照區之間，經分析結果呈顯著差異。在分蘖數方面則爲最多，每株平均在 4.5支左右， 而在鮮根重及乾根重方面收量最高，均超出對照區甚多，呈極顯著之差異。根長以摘心處理爲最長，達29cm，根徑亦最大，達1.85cm，經分析結果呈極顯著差異。摘心不但可提高分蘖數，同時增加根收量，每株約增產乾根1.2g。

摘心對柴胡不定根數、色澤、柔軟性之影響，據表2資料，摘心處理之不定根數有增加趨勢，竟達6.8支之多，色澤黑褐色，有柔軟性。但由於不定根多，根形品質有劣化現象。

土壤溫度方面由於摘心之影響，分蘖旺盛，在一年中土壤溫度變化相差不大，以 17°C 至 20°C 之間時柴胡生育較佳。土壤水分方面，由於摘心分蘖多，覆蓋地表較佳，因而其土壤水分含量亦較高，約在15%至20%間。

(三) 摘心與不同MH濃度對柴胡根含Saponin量之影響

依表1資料分析，以摘心處理柴胡根所含之 Saponin 量爲最高，達3.95%，高出對照區1%，而 MH 處理以 3,000ppm 時爲最低，只 1.9%，可見 MH 濃度愈高，其 Saponin 含量即愈低，在 MH3,000ppm範圍內時，呈相反之現象，但在 MH 5,000ppm時則反而提高至2.12%， 因此超

過 MH 3,000ppm時則否。資料顯示摘心可提高 Saponin 含量，各處理間呈極顯著（表1）差異，其優劣如下：F>G>A>C>B>E>D。

總之，摘心在收量、色澤、柔軟性方面可增大，對Saponin 含量有提高之趨勢，摘心及枝之生長點去除，可減少養分之消耗，但不定根發生較多爲其劣點。 MH 濃度高則不定根發生少，因其可抑制不定根之多發生，品質有提高之趨勢；但收量有減收的傾向，且對 Saponin 生成之 阻礙有很大影響，應兩者併用，探討 MH 撒布時期與摘心時期之撒布與摘心次數，以求最適組合，不但可提高產量，同時亦可提高品質；又在摘心時期與栽植密度上亦可影響到柴胡根產量及品質，有待進一步研究與探討。

參 考 文 獻

1.刈米達夫（1962）最新和漢藥用植物　廣川書店。

2.日本公定書協會編（1971）新しい藥用植物栽培法　廣川書店。

3.伊澤凡人、三宅壽夫、田中孝治、藤森正久（1963）　これからの藥草栽培と採取　アヅ書房刊。

4.李時珍，明（1593）本草綱目　文友書店重刊（1963）。

5.吳其濬，清（1848）植物名實圖考（上下册）及長編（上下册）（1960、1962）。

6.松永英輔、鈴木恭治、鈴木重樹、佐藤一億（1969）伊豆における藥用植物柴胡の栽培研究 農業及園藝44：9。

7.岩田正利（1953）　マレイこ酸ヒドラジツド（maleic hydrazide）—その性質上農業上に於ける利用—農業及園藝28：5。

8.岡西爲人、東丈夫、那琦（1958）東北之藥材　國立中國醫藥研究所出版。

9.孫星衍、孫馮翼，清（1891）神農本草經　自由出版社重刊（1959）。

10.邱年永（1973）藥用植物栽培法。

11.盛澄淵（1956）肥料學。

12.許鴻源（1968）中藥成分最近的研究　國立中國醫藥研究所出版。

13.許喬木（1960）臺灣藥用植物成分　國立中國醫藥研究所出版。

14.張守敬（1964）臺灣省今後的土壤肥料工作　科學農業12（1.2）。

15.趙學敏，清（1765）本草綱目拾遺　旋風出版社重刊（1970）。

16.盧英權（1966）作物學通論。

17.顏焜熒（1968）植物化學。國立中國醫藥研究所出版。

18.顏焜熒、鄭炳全（1958～1966）臺灣產繖形科植物有效成分之研究等四報　臺灣產柴胡之生藥學研究　顏焜熒研究論文集（1）。

THE EFFECT OF TOPPING AND MH FOLIAR APPLICATION ON YIELD OF ROOT AND QUALITY IN *Bupleurum falcatum* L.

by

Y. T. Shyu

Summary

The objectives of this experiment were to find out the effects of topping and MH (maleic hydrazide) application on the quality and root yield of a medicinal plant, *Bupleurum falcatum L.* The experiment was conducted at Tahshue mountain during the period of August 1974-July 1975. A Japanese variety of *Bupleurum falcatum* was foliar sprayed with five levels of MH plus topping and no topping treatments.

1. It was observed that the topping treatment resulted in an increase of the indefinite roots which reduced the root quality. Nevertheless, the leaf topping caused to increase the root yield at a level of 2.9 g per plant.
2. Although MH spray resulted in a reduction of root yield, however the root quality became better due to a reduction of the nember of indefinite root. The root quality was found to be the best at 5000ppm of MH concentration.
3. The root saponin content was found to be higher in topping treatment but lower in the MH foliar sprayed plots.

Vol. 25, No. 4 December 1976

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(*Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research*)

CONTENTS

Studies on Disease Resistance, Yieding Capacity and Grain Quality of Blast Resistance Multiline and Composite Varieties of Rice……S. M. Chiu and Y. C. Teng …… 249

Response of Chianon Shen 11 and Some Newly Developed Resistant Selections to Artificial and Natural Brown Planthopper Population…… C. H. Cheng…… 259

Breeding and Genetic Studies of Bacterial Leaf Blight (*Xanthomonas Oryzea*) Resistant Varieties of Indica Type of Rice
II. Inheritance of resistance to bacterial leaf blight disease in rice variety, BJI ……T. H. Hsu, Y. C. Teng and S. M. Chiu 269

Study on the Available Silica and Other Physico-chemical Properties of the Soils of Paddy Field in Taiwan…… Ching-yuan Lai 273

Copper, Iron, Manganese, and Zinc Status of the Main Vegetable Growing Soils in Taiwan…… Tze-shun Lee Wang… 281

Effect of *Clostridium* in the Control of Flax *Fusarium*-Wilt ……M. Chen, C. C. Tu and L. H. Jwo …… 291

Ecological Studies on the Important Green Asparagus Thrips (*Frankliniella intonsa* Trybom) in Taiwan……Chin-Chuyan Tang 299

The Effect of Topping and MH Foliar Application on Yield of Root and Quality in *Bupleurum falcatum* L. ……Y. T. Shyu…… 310

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

TAIPEI, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政臺字第二〇七六號登記為第一類新聞紙類

發行人 萬 雄 臺北市羅斯福路四段一二三巷五〇號
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣 大里鄉 草湖