

嵌紋病對玉米生育之影響及篩選抗病品系 應用於田間之效益¹

鄧汀欽 楊一郎 蔡淑媿²

摘要 B型玉米矮化嵌紋病毒 (MDMV-B) 及A型、B型、D型、兩耳草 (sourgrass) 型及 S-1 分離株甘蔗嵌紋病毒 (SCMV) 都是玉米嵌紋病的病原，經以酵素連結抗體免疫分析 (ELISA) 從1983年至1988年調查之結果，以 MDMV-B 在田間發生的頻度最高；再經溫室苗期測定病原性及田間試驗評估各型病毒所造成的經濟為害度，亦以 MDMV-B 最為顯著。裂區設計的田間試驗比較MDMV-B接種與不接種的玉米之生育狀況，結果在預備試驗中統計分析病毒感染所造成的間接影響並不顯著，因此本研究的主要試驗都只比較病毒接種的直接效應。從1986年至1988年，三次田間試驗之結果，發現MDMV-B感染顯著影響玉米生長並造成嚴重減產，最高可達47.9%，一般推廣之飼料玉米減產22—29%，臺農1號減產則在20%以下，明顯異於感病品種之反應。從1983年至1988年共篩選 2808個玉米品系僅11個呈抗病反應，172個呈中抗反應，324個呈中感反應，餘皆為感病反應者。選其中呈不感病反應的八個青割玉米品系進行田間試驗，其生長與產量較不受 MDMV-B 的影響，結果與感病的對照有明顯差異。選育中的超甜玉米品系七個，經田間試驗證實 MDMV-B 感染後，株高、莖軸、產量等均明顯受損，且品種間反應程度有差異。

臺灣目前已發生的B型玉米矮化嵌紋病毒 (B strain of maize dwarf mosaic virus)⁽³⁾、A型、B型、D型、兩耳草 (sourgrass) 型及 S-1 分離株的甘蔗嵌紋病毒 (Sugarcane mosaic virus)^(1,2,3,7) 都可感染玉米造成嵌紋病徵。田間試驗證實玉米品種間對 B 型玉米矮化嵌紋病毒 (MDMV-B) 的反應有顯著差異⁽⁵⁾，因此利用玉米的遺傳特性來防治嵌紋病是確實可行的。本研究即在探討不同型的病毒對玉米生長與產量之影響，挑出主要病原，進行田間試驗，調查病毒感染對不同遺傳型玉米之影響，及評估歷年篩選的抗病品系應用於田間之效益。

材料與方法

一、玉米嵌紋病之病原類型調查

利用先前製備的 MDMV-B 和甘蔗嵌紋病毒 S-1 分離株 (SCMV-S-1) 之抗血清⁽⁴⁾，以酵素連結抗體免疫分析法 (Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 檢定全省各玉米產區所發生類似玉米嵌紋病的病株，判定其病原是何種病毒系統 (strain)，從 1983年至1988年，調查田間所發生的病原類型，監視其消長狀況，以擬訂防治對策。

二、各型病毒系統對玉米的病原性與經濟為害程度之比較

收集各型病毒系統，包括 MDMV-B⁽³⁾，SCMV-S-1⁽⁴⁾，A型甘蔗嵌紋病毒 (SCMV-A)^(2,4)，

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1486 號

2. 本所植物病理系助理研究員、副研究員、約僱技術員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

B型甘蔗嵌紋病毒 (SCMV-B)^(2,4), D型甘蔗嵌紋病毒 (SCMV-D)^(2,4), 及兩耳草 (sourgrass) 型甘蔗嵌紋病毒 (SCMV-Sou)⁽⁷⁾ 等六種, 接種保存於臺南 5 號玉米供做接種源 (inocula), 試驗時以超甜玉米 Honey 236 為供試品種, 播植於溫室盆栽, 發芽後 3~4 葉時, 同時以各型病毒感染之臺南 5 號玉米粗汁液分別磨擦接種, 以後逐日觀察病徵, 記錄發病率, 以病勢發展判定各型病毒系統對玉米的病原性。此外, 於本所 50 號田進行試驗, 評估不同病原性的各型病毒系統對玉米生育之影響, 田間試驗採完全逢機區組設計 (RCBD), 以各型病毒接種為處理, 不接種的試區為對照, 三重覆, 試區為二行區, 行長 7 公尺, 行株距 75×50 公分, 播種後一週進行病毒接種, 以各接種源粗汁液逐株磨擦供試植株葉片, 隔一週後未出現病徵者再接種一次。田間管理按一般超甜玉米之栽培方式, 開花後即行調查株高, 收穫後量取穗重, 進行統計分析。

三、田間試驗中病毒感染對玉米生育之直接與間接影響之評估

採裂區設計於本所 50 號田進行田間試驗, 以玉米品種為主區, 內有三個副區, 分別是三種處理, 一如前述方法接種 MDMV-B, 一為不接種病毒但試區內各行都與接種病毒的植株相鄰, 另一為不接種病毒且與罹病株隔離。供試玉米品種 (系) 有六: 超甜 Honey 236、臺南 16 號、臺農 351、臺農 1 號、TA80—1410、TA85W-2; 試驗調查項目有莖軸、株高、鮮果穗產量, 乾子粒產量等, 各副區逢機取樣 10 株, 取平均值進行統計分析。

四、MDMV-B 感染對玉米產量之影響

從 1986 年到 1988 年每年秋作種植上述六個玉米品種 (系) 評估 MDMV-B 對各個玉米品種 (系) 的產量之影響, 1986 年在本所 4 號田試驗, 試區行長 6 公尺, 行株距 75×50 公分, 1987 年在 50 號田試驗, 試區行長 7 公尺, 行株距 75×50 公分, 1988 年在 50 號田試驗, 試區行長 6 公尺, 行株距 85×30 公分, 每年試驗皆採同樣的裂區設計, 以玉米品種為主區, 內有二個副區, 一接種 MDMV-B, 一為不接種的對照區, 收穫時每副區逢機取樣 10 株調查鮮果穗產量, 再經充分曝曬脫粒後稱取子粒重, 統計分析比較各品種受 MDMV-B 影響的程度。

五、玉米分離品系對 MDMV-B 的抗病篩選

利用先期發展的溫室苗期抗病檢定方法⁽³⁾, 對本所農藝系提供的各項來源之玉米分離品系, 在溫室內以 MDMV-B 接種, 進行抗病檢定, 由病勢發展評斷各分離品系之抗病等級, 篩選出具有抗性之品系, 以進一步試驗。

六、從青割玉米中篩選之抗病品系應用於田間對 MDMV-B 的反應

農藝系提供選育中的 18 個青割玉米品系, 經前述抗病檢定後, 篩選出 8 個較具抗性的品系 (南改育 SI-1, SI-2, SI-3, SI-4, E-8, H-8, H-9, E-9) 和 1 個感病品系 (86SI-8), 以臺南 5 號為感病對照, 進行田間試驗。1988 年 9 月 20 日播種於本所 50 號試驗田, 採用裂區設計, 玉米品種 (系) 為主區, MDMV-B 接種與否為副區, 單行區, 試區行長 6 公尺, 行株距 85×30 公分, 成熟時每副區逢機取樣 5 株以供調查, 三重覆, 調查項目有株高、鮮果穗產量及乾子粒產量等, 至於減產率則係三個區組的平均值, 而每個區組的減產率則係對照不接種的副區時, 各品種 (系) 接種病毒後產量減少的百分率。

七、選育中之超甜玉米品系對 MDMV-B 之反應

供試材料為本所農藝系目前選育中之超甜玉米品系, 包括有 SD10, SH10×H, SH7×H, SD7, M2, M, BT2 等七個, 加上臺南 15 號和 Honey 236 為對照, 進行裂區設計的田間試驗, 以品種 (系) 為主區, 接種 MDMV-B 與否為副區, 與上述相同的方法進行測驗分析, 比較超甜玉米品系間對 MDMV-B 感染後反應的差異性。

結 果

一、玉米嵌紋病之病原類型調查

從1983年至1988年共調查全省108處，採集737個疑似玉米嵌紋病的檢體標本，以 ELISA 篩檢其中的病毒類型，結果如表一所示，每年都是以 MDMV-B 單獨感染發生頻度最高，達 73.3%，證實截至目前仍是以 MDMV-B 為玉米嵌紋病的主要流行病毒系統。

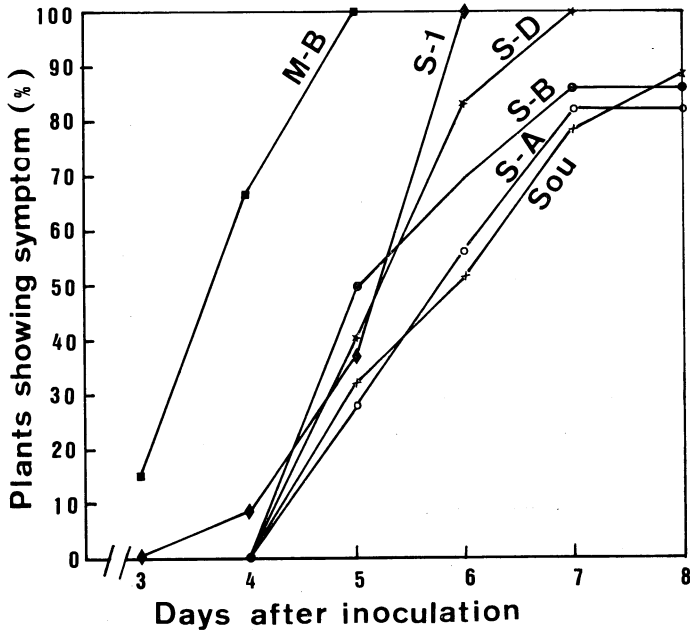
表1. 歷年調查造成玉米嵌紋病之B型玉米矮化嵌紋病毒 (MDMV-B) 與各型甘蔗嵌紋病毒 (SCMV) 在臺灣玉米產區之發生

Table 1. Survey of strains of sugarcane mosaic virus (SCMV) and B strain of maize dwarf mosaic virus (MDMV-B) occurred on corn producing areas of Taiwan in previous years.

Year	No. of sampled field	No. of MDMV-B	No. of SCMV	No. of MDMV-B+SCMV	No. of others	Total
1983	2	1	0	0	1	2
1984	18	20	0	1	10	31
1985	39	140	5	7	50	202
1986	41	351	28	22	53	454
1987	4	14	0	0	3	31
1988	4	14	3	8	6	17
Total	108	540	36	38	123	737
%		73.3	4.9	5.2	16.7	

二、各型病毒系統的病原性與經濟為害程度之比較

1. 超甜玉米 Honey 236 分別接種各型病毒系統後，其病勢的發展如圖一所示，MDMV-B接種



圖一、MDMV-B (M-B), SCMV-S-1 (S-1), SCMV-D (S-D), SCMV-B (S-B), SCMV-A (S-A), 及 SCMV-Sou (Sou) 接種超甜玉米 'Honey236' 病勢發展之比較。

Fig. 1. Comparisons of disease developments of sweet corn 'Honey 236' inoculated with MDMV-B (M-B), SCMV-S-1 (S-1), SCMV-D (S-D), SCMV-B (S-B), SCMV-A (S-A), and SCMV-Sou (Sou) respectively.

後3天即開始出現病徵，5天即100%發病，其病原性顯然特別高，至於其他各型病毒的病原性大小依序是SCMV-S-1, SCMV-D, SCMV-B, SCMV-A及SCMV-Sou。

2.由表二變方分析結果顯示，玉米株高因病毒感染的類型不同而有顯著性差異，鮮果穗產量方面則有極顯著的差異。再根據表三所示，病毒感染對超甜玉米的生育均有影響，尤其MDMV-B感染所造成的效果明顯異於其他病毒系統，對鮮果穗的產量影響極大，所以比較各型病毒系統對玉米的經濟為害程度，仍是以MDMV-B為首要，防治上應針對於此。

表2. 超甜玉米 'Honey 236' 株高及鮮穗產量受各型病毒感染之影響經變方分析所得均方值
Table 2. Mean squares from the analysis of variance for plant height and green ear yield of sweet corn 'Honey 236' infected by different viruses.

變異原因 Source of variance	自由度 Degree of freedom	株高 Plant height	鮮穗產量 Green ear yield
區組 Block	2	39.06	673.54
病毒類型 Viruses	6	90.16*	1,087.24**
機差 Error	12	27.01	157.21

*, **Significant at the 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

表3. 各型病毒系統對超甜玉米 'Honey 236' 生育之影響
Table 3. Effects of different viruses on growth and yield of sweet corn 'Honey 236'

病毒種類 Strains/isolate of virus	株高 (cm) Plant height	單株鮮穗產量 (g) Green ear yield/plant
B strain of maize dwarf mosaic virus	76.33 c	119.67 c
A strain of sugarcane mosaic virus	85.60 abc	149.67 b
B strain of sugarcane mosaic virus	85.10 abc	149.67 b
D strain of sugarcane mosaic virus	83.60 abc	143.50 bc
Sourgrass strain of sugarcane mosaic virus	86.93 ab	140.33 bc
S-1 isolate of sugarcane mosaic virus	78.30 bc	127.33 bc
Noninoculated control	92.75 a	179.03 a

1) Data are means of 30 plants (10 plants per plot), experiment was a randomized complete block design (RCBD) with three replicates, values in each column having common letters are not significantly different, (P=0.05)

三、田間試驗中病毒感染對玉米生育之直接與間接影響之評估

由表四變方分析結果顯示，除了品種的效應，在株高、鮮穗產量、乾子粒產量方面均有1%極顯著差異外，接種處理的效應在各方面也都有極顯著的差異。但是比較接種處理所造成的直接與間接效應，如表五所示，雖然不接種MDMV-B的試區之試驗結果均明顯異於接種的試區，但是其中與病毒相鄰的試區和與病毒隔離的試區之試驗結果比較並無顯著差異。因此在往後的試驗中，均只設計比較病毒接種與否的效應，而省略其中的一些間接效應，以簡化試驗之進行。

四、MDMV-B 感染對玉米產量之影響

表4. B型玉米矮化嵌紋病毒感染對玉米生育之直接與間接影響經變方分析所得均方位

Table 4. Mean squares from the analysis of variance for direct and indirect effects of B strain of maize dwarf mosaic virus on developments and yields of sweet corn 'Honey 236'.

變異原因 Source of variance	自由度 Degree of freedom	株高 Plant height	單株鮮穗產量 Green ear yield/plant	每公頃子粒產量 Grain yield/ha.
區組 Block	2	85.19	1,953.18	128,834.88
品種 Variety (V)	5	7,178.59**	117,261.90**	25,033,754.42**
主區機差 Error A	10	48.62	2,561.48	324,292.09
接種處理 Treatment (T)	2	1,461.75**	20,828.43**	2,492,515.48**
品種×處理 V×T	10	16.80	3,126.35*	175,702.81
副區機差 Error B	24	27.52	1,004.01	112,122.63

*, **Significant at the 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

表5. B型玉米矮化嵌紋病毒感染對不同玉米品種生育之直接與間接影響

Table 5. Direct and indirect effects of B-strain of maize dwarf mosaic virus infection on developments and yields of different corn varieties.

品系/品種 Varieties/lines	處理 Treatments	株高 (cm) Plant height	單株鮮穗產量 (g) Green ear yield/plant	每公頃子粒產量 (kg) Dry grain yield/ha.
Honey 236	I ¹⁾	78.73 ²⁾ b	112.17 a	200.89 a
	I/N	91.47 a	144.00 a	328.89 a
	N	94.17 a	132.33 a	311.11 a
Tainan 16	I	143.47 b	244.67 b	2,853.34 b
	I/N	161.00 a	281.67 ab	3,529.78 a
	N	161.70 a	306.00 a	3,760.89 a
Tainung 351	I	143.77 b	319.00 c	2,850.67 c
	I/N	160.10 a	483.33 a	4,183.45 a
	N	153.43 a	393.67 b	3,582.23 b
TA80-1410	I	104.57 b	133.00 a	582.22 b
	I/N	127.60 a	186.83 a	1,203.89 a
	N	124.80 a	184.00 a	1,022.22 ab
TA85W-2	I	143.07 b	300.00 b	3,936.89 b
	I/N	154.97 a	372.00 a	4,470.23 ab
	N	154.47 a	326.00 ab	4,794.67 a
Tainung 1	I	149.73 b	359.67 b	3,186.67 b
	I/N	161.60 a	379.00 b	3,912.89 a
	N	163.67 a	434.67 a	3,822.23 a
Mean	I	127.22 b	244.75 b	2,263.45 b
	I/N	142.79 a	303.64 a	2,939.86 a
	N	142.87 a	296.94 a	2,882.23 a

1) I: Inoculated; I/N: Noninoculated but adjoining inoculated plots; N: Noninoculated.

2) Data are means of 30 plants (10 plants per subplot), experiment was a split-plot design with corn varieties as main plots and treatments as subplots with three replicates of each plot, values in each item, having same letters are not significantly different. (P=0.05)

三年田間試驗結果如表六所示, MDMV-B 感染對玉米產量有顯著影響, 但是影響的程度隨玉米品種而異, 自交系 TA80-1410 所受影響最大, 可達47.9%的子粒減產率, 其次是超甜玉米 Honey 236, 其鮮果穗減產可達31.9%, 乾子粒減產可達36.8%, 一般飼料玉米臺南16號和臺農351號則有約22-29%的減產率, 臺農1號却明顯異於其他供試品種, 對 MDMV-B 表現出特殊的耐病性, 其減產率在20%以下, 與感病品種有顯著性差異。

表6. B型玉米矮化嵌紋病毒感對各個玉米品種(系)產量之影響
Table 6. Effects of infection of B strain of maize dwarf mosaic virus on yields of different corn varieties (lines).

玉米品系/品種 lines/varieties	處理 Treatment	單株鮮穗產量 (g/plant)			每公頃子粒產量 (kg/ha.)			減產率			Percentage of yield loss		
		Green ear yield		1988-89	Dry grain yield		1988-89	鮮果 1986-87	穗 1987-88	Green ear 1988-89	乾子 1986-87	粒 1987-88	Dry grain 1988-89
		1) 1986-87	2) 1987-88		3) 1988-89	1986-87							
		4)	5)	6)									
Honey 236	I	194.00	112.17	161.67	201	1,249	31.91 a	17.73 ab	22.89	36.79 ab	35.80 ab	1988-89	
	N	289.67*	138.17	209.67*	320	2,014*							
Tainan 16	I	271.50	244.67	237.67	2,853	4,495	27.21 ab	16.78 ab	21.76	26.88 ab	21.90 bc	1988-89	
	N	374.17**	293.83*	306.00**	3,645**	5,958**							
Tainung 351	I	291.50	319.00	225.17	2,851	3,479	24.95 ab	27.78 a	25.32	29.27 ab	26.42 bc	1988-89	
	N	387.33*	443.50**	302.33**	3,885**	4,885**							
TA80-1410	I	131.67	133.00	138.33	582	790	30.19 ab	28.29 a	28.89	39.81 a	47.93 a	1988-89	
	N	188.83	185.42*	198.83**	1,116*	1,343							
TA85W-2	I	286.83	300.00	253.50	3,937	3,838	18.17 ab	13.94 ab	15.33	24.18 ab	14.01 c	1988-89	
	N	354.17	349.00*	298.33*	4,633**	4,907**							
Tainung 1	I	379.33	359.67	296.50	3,187	5,400	2.65 b	10.24 b	19.87	1.24 b	17.10 c	1988-89	
	N	394.17	406.83*	369.83**	3,868**	6,783**							
Mean	I	259.14	244.75	218.81	2,269	3,208	22.51	19.12	22.34	26.36	27.19	1988-89	
	N	331.39**	302.79**	280.83**	4,154**	4,315**							

1) Planted on September 30, 1986, in experimental field no. 4, plant spacing 75×50cm. Data adopted from previous report (5).
 2) Planted on October 9 1987, in experimental field no. 50, plant spacing 75×50cm.
 3) Planted on September 20, 1988, in experimental field no. 50, plant spacing 85×30cm.
 4) I: Inoculated with B strain of maize dwarf mosaic virus. N: Noninoculated.
 5) Data are means of 30 plants (10 plants per subplot). Experiment was a split-plot design with corn varieties as main plots and treatments as subplots, with three replicates of each plot. *, **=Significantly different from corresponding control at 5% and 1% levels, respectively.
 6) Data are means of three blocks, values in the column with same letters are not significantly different. (P=0.05)

五、玉米分離品系對 MDMV-B 的抗病篩選

過去五年檢定各種玉米分離品系對 MDMV-B 的抵抗力，其結果列於表七，其中具有抗病基因的品系之比率並不高，尤其超甜玉米的分離系中更難發現具有抗病性者。至於這些抗病品系是否都能直接應用到田間，則需要進一步觀察。

表7. 各種玉米分離品系對玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統抗病篩選之結果

Table 7. Results of screening for resistance of different corn isolines to B strain of maize dwarf mosaic virus.

年 份 Year	分離品系之來源 Origin of isoline	玉 米 品 系 數 No. of corn lines			
		抗 病 Resistant	中 抗 Moderately res'tant	中 感 Moderately susceptible	感 病 Susceptible
1983—84	飼料玉米 Feed	8	50	69	489
1985—87	飼料玉米 Feed	2	109	206	1,412
1985—86	超甜玉米 Sweet	0	9	26	625
1987—88	超甜玉米 Sweet	1	1	19	271
1988—89	青割玉米 Silage	0	3	4	11

六、從青割玉米中篩選之抗病品系應用於田間對 MDMV-B 的反應

18個青割玉米品系利用溫室苗期法抗病檢定之結果列於表八，其中顯示整個供試的玉米族羣中有一些抗病基因存在，使其病害指數低於對照組的 100。選出其中抗病等級呈不感病的八個品系進行田間試驗，其結果與 1 個感病的品系 (86SI-8) 及臺南 5 號對照經統計分析如表九，可見這些較具抗性的品系應用到田間後，生長與產量較不受 MDMV-B 的影響，其結果與對照組有明顯差異。尤其南改育 SI-4 及 H-8 (SW560×Hi31) 兩個品系幾不因 MDMV-B 感染而減少產量。

表8. 青割玉米品系對 B 型玉米矮化嵌紋病毒抗病篩選之結果¹⁾

Table 8. Results of screening for resistance of silage maize lines to B strain of maize dwarf mosaic virus.

品 系 / 品 種 Lines/Varieties	感染率 (infection percentage) ²⁾			病 害 指 數 Disease index	抗 病 等 級 Rating
	6D. A. I.	13D. A. I.	18D. A. I.		
南改育 SI-1	50	50	83	67	MS ³⁾
南改育 SI-2	17	67	83	63	MS
南改育 SI-3	17	83	83	67	MS
南改育 SI-4	0	67	67	50	MR
E-7 (SW558×B77)	83	100	100	95	S
E-8 (SW560×B77)	17	50	50	42	MR
E-9 (SW562×B77)	67	83	83	92	S
E-47 (SW658×B77)	83	100	100	96	S
H-7 (SW558×Hi31)	33	100	100	83	S
H-8 (SW560×Hi31)	50	50	50	50	MR
H-9 (SW562×Hi31)	17	67	83	63	MS
H-41 (SW646×Hi31)	50	100	100	88	S
85W-8 (ICAL221×B77)	100	100	100	100	S
86SI-6 (Antiqua-2D×SR52F)	100	100	100	100	S
86SI-8 (Antiqua-2D×Hi31)	100	100	100	100	S
臺農 1 號 (ICAL210×Hi31)	100	100	100	100	S
臺農 351 (TA80-2598×TA80-1410)	100	100	100	100	S
臺南白 (Tainan white, local)	100	100	100	100	S
臺南 5 號 (Tainan 5, susceptible CK)	100	100	100	100	S

1) Tested by greenhouse seedling technique, criteria for disease index and for rating are according to previous report(3).

2) D. A. I.: Days After Inoculation.

3) MR: Moderately Resistant, MS: Moderately Susceptible, S: Susceptible.

表9. 篩選之青割玉米品系生育受 B 型玉米矮化嵌紋病毒之影響

Table 9. Effects of B strain of maize dwarf mosaic virus on developments and yields of selected lines of silage maize.

玉米品系 / 品種 Corn lines/varieties	處理 Treatment	株高 (cm) Plant height	單株鮮穗產量(g) Green ear yield/plant	每公頃子粒產量 (kg) Grain yield/ha.	減產率 (%) Yield loss
南改育 SI-1	1) I	2) 168.67	270	3) 4,278.6	4) 7.44
	N	165.00	301	4,833.4	
南改育 SI-2	I	172.80	271	4,699.7	14.37
	N	177.27	326	5,664.7	
南改育 SI-3	I	159.33	299	4,841.0	15.61
	N	167.80	341	5,567.7	
南改育 SI-4	I	171.07	318	5,060.8	0.47
	N	170.00	327	5,164.5	
E-8 (SW560×B77)	I	160.53	269	4,026.0	8.37
	N	152.87	313	4,568.9	
H-8 (SW560×Hi31)	I	174.80	311	5,333.0	2.53
	N	187.73	321	5,644.6	
H-9 (SW562×Hi31)	I	163.73	212	4,189.4	14.34
	N	167.73	259	5,036.1	
E-9 (SW562×B77)	I	169.60	269	4,952.2	19.25
	N	187.33	340	6,095.0	
86SI-8 (Antiqua-2D×Hi31) (Susceptible-CK)	I	149.73	201	3,105.9	34.75
	N	172.23*	259	4,838.4*	
臺南5號 (Tainan 5, CK)	I	124.13	100	2,338.5	36.30
	N	146.73*	150	3,713.9	

1) I: Inoculated with B strain of maize dwarf mosaic virus. N: Noninoculated.

2) Data are means of 15 plants (5 plants/subplot). Experiment was a split-plot design with maize lines as main plots and treatments as subplots, with three replicates of each plot.

*Significantly different from corresponding control at 5% level.

3) Plant spacing 85×30cm.

4) Data are means of three blocks.

七、選育中之超甜玉米品系對 MDMV-B 之反應

由表十統計分析之結果顯示，一般超甜玉米品種(系)對 MDMV-B 的反應較敏感，病毒感染

後，株高、莖軸、產量等均明顯受影響，而影響的程度在品種間亦有差異，M品系受影響的程度最大而異於其他品系，SD10, SH10×H 受影響的程度稍低於推廣的臺南15號和 Honey 236，但是未達顯著水準。

表10. B型玉米矮化嵌紋病毒感染對各個超甜玉米品種(系)生育之影響¹⁾

Table 10. Effects of B strain of maize dwarf mosaic virus on developments and yields of different sweet corn varieties (lines).

玉米品系/品種 Corn lines/varieties	處理 Treatment	株高 (cm) Plant height	莖軸 (mm) Stalk diameter	單株鮮穗產量 (g/plant) Green ear yield	每公頃子粒產量 (kg/ha.) Dry grain yield	減產率 Yield loss%	
						鮮果穗 Green ear	乾子粒 Dry grain
Tainan 15	I ²⁾	93.07 ³⁾	13.73	172.67	1,048.76 ⁴⁾	23.00 ab ⁵⁾	26.82 ab
	N	104.67	14.80	226.00**	1,421.16		
SD10	I	73.53	11.93	134.67	1,101.02	19.86 b	24.45 ab
	N	87.27	12.93	169.67*	1,473.95		
SH10×H	I	89.87	11.53	115.33	812.76	19.93 b	8.15 b
	N	96.00	12.47	145.33	979.45		
SH7×H	I	63.37	10.00	82.00	509.16	42.63 ab	55.43 a
	N	80.67*	11.87**	139.33**	1,093.67**		
SD7	I	69.87	12.13	126.00	994.17	28.24 ab	24.22 ab
	N	71.87	13.53*	176.67**	1,350.41		
M2	I	99.20	11.87	185.33	510.59	20.96 b	57.17 a
	N	117.33*	13.33*	238.00**	1,308.37**		
M	I	88.73	11.00	98.00	195.69	46.70 a	58.72 a
	N	106.53*	13.93**	187.33**	545.07		
BT2	I	97.60	13.00	128.00	555.82	34.57 ab	26.13 ab
	N	116.00*	14.13	196.67**	686.35		
Honey 236	I	87.40	13.90	161.67	1,248.80	22.89 ab	35.08 ab
	N	99.87	14.47	209.6 **	2,013.65**		
Mean	I	84.74	12.12	133.74	775.08	23.75	35.13
	N	97.80**	13.50**	187.52**	1209.23**		

1) Planted on September 20, 1988.

2) I: Inoculated with B strain of maize dwarf mosaic virus. N: Noninoculated.

3) Data are means of 15 plants (5 plants per subplot). Experiment was a split-plot design with corn entries as main plots and treatments as subplots, with three replicates of each plot.

*, **=Significantly different from corresponding control at 5% and 1% levels, respectively.

4) Plant spacing 85×30cm.

5) Data are means of three blocks, values in the column with same letters are not significantly different. (P=0.05)

討 論

雖然嵌紋病對玉米並不是一項會有立即而明顯危害的致命性病害，但是它並不全然對玉米的生育毫無影響^(1,5)，因此如何正確地評估嵌紋病的效應以確認它的經濟重要性，這在防治策略的擬訂是相當重要的。但是實際田間環境及生態條件等瞬息萬變，並非短時間內簡單的田間試驗就能應付⁽⁸⁾；雖然如此，我們也不能等到所有外在因素都設定之後才開始試驗。本研究即逐步探討影響玉米生育的各個因素，首先依據流行病調查、病毒病原性測定、及經濟產量損失評估等三項結果，判斷MDMV-B絕對是本省玉米嵌紋病的主要病原，而對症下藥展開系列試驗。其中設計田間試驗以評估MDMV-B的影響時，發現所謂的病毒感染之直接效應及植株田間競爭的間接效應⁽¹⁵⁾確實發生在一些案例上，造成估量時的複雜化；如實驗中不接種病毒的試區緊鄰已接種MDMV-B的試區時，供試植株在田間自然被傳染的機會增加（其比率因品種而異），但因隔離的病株生長勢較弱，試區內所有的植株反有較強的田間競爭力，此種因素必然會影響結果產量，但是整體而言如表五的平均值所示，這種安排的結果與完全隔離的不接種試區之對照並無顯著差異，倒是兩者的結果都明顯異於接種MDMV-B的試區，因此往後的試驗都只比較接種與不接種的結果，而省略其他的間效應。

評估玉米品種抗毒素病的特性時，必須先瞭解影響病毒感染及病勢發展的變異因子；而研究這些變異因子的方法及寄主反應的評估標準往往因人而異，因此導致結果的詮釋也不盡相同⁽¹⁶⁾。雖然Louie⁽¹⁰⁾已擬出標準化的接種步驟以評估不同遺傳型的玉米對MDMV的抵抗力，但是其中的許多變異源仍無法掌握，如環境溫度、同品種內植株的生長速率、植株的營養狀況、及接種的部位等，其能控制的因子僅有接種時植物的株齡、接種的重覆次數、每回接種的磨擦數、及接種源的濃度等。本研究遵照這些原則，在病害損失及品種效益評估時，均一致對供試植株接種MDMV-B兩次，結果都能使感病品種的接種試區之植株百分之百發病，如此已可對照出接種的效率，而在大規模田間試驗時省略其他接種的細節。此外，本研究的田間試驗部分，其實驗設計與統計分析大抵上與Madden et al⁽¹¹⁾所建議的方式吻合。

根據三年的試驗結果顯示，雖然栽培的環境與方法不同，已推廣的兩個玉米品種——臺南16號及臺農351號受MDMV-B感染後，子粒的產量損失都在20~29%之間，而Honey 236超甜玉米的鮮穗減產18~32%，子粒減產35~37%，由此可知MDMV-B對目前玉米產業的影響力。新近推出的臺農一號雖然在第一年的試驗中表現極高的耐病力，其產量幾乎不因病毒感染而減少，但是後兩年的結果並不如此樂觀，其產量因MDMV-B感染而損失17~20%，即使如此臺農一號受影響的程度仍然顯著低於其他供試品種，此項特點顯示其應用於田間對病害防治的經濟效益。

經由育種者以農藝的觀點選拔供作青割玉米的材料，其特性必然是莖葉生長勢特別旺盛，試驗中該批材料經吾人以溫室苗期法抗病篩選出抗病性者，應用於田間經與感病品種對照，由表九之結果可明顯看出這些材料抗或耐MDMV-B的效益，其中株高（代表生長勢）受MDMV-B感染而減少的情況並不顯著，鮮穗及子粒產量所受的影響也不顯著仍然維持高產的特性（與臺南5號對照）。另外由育種者提供的超甜玉米材料，在溫室苗期抗病檢定即認為全屬感病性，進行田間試驗的結果亦證實其生長與產量嚴重受MDMV-B的影響，因此亟需進一步改良目前超甜玉米族群抗MDMV-B的能力。以雜交方式導入抗病基因於甜玉米品系中，雖然因會增加農藝性狀的瑕疵而不被育種者採用，但是國外仍有些現成的例子與材料^(12,13,14)，值得參考採用。無論如何，超甜玉米新品系推廣之前應加以試驗，評估其對嵌紋病的反應，以避免推廣後遭受嵌紋病的猖獗為害。

目前本省的玉米育種並未以抗病性為首要目標，尤其對於病毒的抵抗力更被忽略，而事實上此種病害已普遍發生且上述的經濟影響力亦不容忽視，其防治之道唯有推廣種植抗病品種才確實有效，而國外已有相當的成果^(5,9,12,13,14,16)，吾人針對國內的病害生態，從現有的玉米基因庫中篩選出一些抗病品系，以供進一步研究。由於即使同一遺傳型的抗病性在不同的環境所表現的結果也不一樣，因此從

溫室中篩選出來的抗病品系，到田間遭遇各種狀況是否仍然保持其抗病性；反之在溫室苗期表現感病的遺傳型，到田間是否全無可取之處；而欲命名的玉米品種要具有何種程度的抗病性，在田間推廣才能避免產量的損失，這些都是亟待解決的問題。

誌 謝

本試驗經費部分承農委會 76農建—8.1糧—67(5)、77農建—7.1糧—57(6)、及78農建—7.1糧—50(1)等計畫補助，本所農藝系提供玉米材料供試，農場技工簡高都先生負責田間管理，謹致謝忱。

參考文獻

1. 曾建銘·1980·臺灣玉米嵌紋病研究。玉米研究中心研究彙報14：43—53。
2. 陳主得·1980·臺灣甘蔗嵌紋病毒之研究 II. 病毒物理性質、種子傳染及寄主範圍之探討。臺灣糖業研究所研究彙報88：43—53。
3. 鄧汀欽·1985·玉米矮化嵌紋病毒B型系統之鑑定與抗病檢定。中華農業研究34：195—205。
4. 鄧汀欽·1987·臺灣玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統與甘蔗嵌紋病毒系統之病原性、血清學及其發生之研究。植保會刊29：123—133。
5. 鄧汀欽，楊一郎·1988·玉米品種間對矮化嵌紋病毒之反應。中華農業研究37：193—206。
6. Findley, W. R., R. Louie, J. K. Knoke, and E. J. Dollinger. 1977. Breeding corn for resistance to virus in Ohio. Pages 123-128 in L. E. Williams, D. T. Gordon and L. R. Nault. eds. Proc. Int. Maize Virus Dis. Colloq. and Workshop, 16-19 Aug., 1976. Ohio Agric. Res. Dev. Cent., Wooster. 145pp.
7. Hsu, Y-H., and Y-L., Hung 1986. Properties of sourgrass strain of sugarcane mosaic virus. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 28 : 449 (Abstract)
8. Knoke, J. K., R. J. Anderson, and R. Louie. 1977. Virus disease epiphytology: Developing field tests for disease resistance in maize. Pages 116-121 in L. E. Williams, D. T. Gordon and L. R. Nault. eds. Proc. Int. Maize virus Dis. Colloq. and Workshop, 16-19Aug., 1976. Ohio Agric. Res. Dev. Cent., Wooster. 145pp.
9. Louie, R., L. L. Darrah. 1980. Disease resistance and yield loss to sugarcane mosaic virus in east African-adapted maize. Crop Sci. 20 : 638-640.
10. Louie, R. 1986. Effects of genotype and inoculation protocols on resistance evaluation of maize to maize dwarf mosaic virus strains. Phytopathology 76 : 769-773.
11. Madden, L. V., J. K. Knoke, and R. Louie. 1984. Experimental design for determination of yield losses due to maize dwarf mosaic virus. Phytopathology 74 : 809 (Abstract)
12. Martin, I. F., T. E. McCarthy, D. M. Persley, and R. S. Greber. 1984. Breeding sweet corn for resistance to sugarcane mosaic virus-johnsongrass strain in Australia. Maize Virus Diseases Newsletter (1984) 1 : 15-16.
13. Mikel, M. A., C. J. D'Arcy, A. M. Rhodes, E. E. Carey, and J. A. Juvik. 1983. Sugary (Su) sweet corn with resistance to the maize dwarf mosaic virus. HortScience 18 : 964-965.
14. Mikel, M. A., C. J. D'Arcy, A. M. Rhodes, and R. E. Ford. 1984. Genetics of resistance of two dent corn inbreds to maize dwarf mosaic virus and transfer of resistance into sweet corn. Phytopathology 74 : 467-473.
15. Scott, G. E., and E. Rosenkranz. 1981. Effect of field distribution of maize dwarf mosaic-diseased corn plants on yield. Plant Disease 65 : 802-803.
16. Scott, G. E., and W. R. Findley. 1984. Breeding for resistance to maize virus diseases: a challenge. Maize Virus Diseases Newsletter (1984) 1 : 12-14.

Influence of Corn Mosaic on Developments and Yields of Corn and Effectiveness of Resistance in Selected Lines to the Virus in the Field¹

T. C. Deng, I. L. Yang and S. W. Tsai²

Summary

B strain of maize dwarf mosaic virus (MDMV-B), strains A, B, D, and sourgrass of sugarcane mosaic virus (SCMV-A, -B, -D, -Sou), and undetermined isolate of SCMV (S-1) are all causal agents of corn mosaic in Taiwan. Investigating the occurrence of these viruses in 1983—1988 by ELISA, we found that MDMV-B was prevalent on corn producing areas of Taiwan. In the meanwhile MDMV-B is the main causal virus of corn mosaic was demonstrated by greenhouse seedling technique to determine the virulence of virus and field trials to estimate the yield losses of sweet corn inoculated with virus. Split-plot design was adopted for field experiments to evaluate the effects of MDMV-B on developments and yields of corn. The indirect effects of virus infection was not so significant that we only compared the difference between treatments of direct manual inoculation and noninoculation in the following experiments. Results of field trials in 1986—1988 showed that MDMV-B inoculation might severely reduce grain yield of inbred line "TA80—1410" up to 47.9%. Involved in this study two general released corn varieties ("Tainan 16" and "Tainung 351") reduced 22—29% grain yields and "Tainung 1" usually lose less and never more than 20% of yield indicated that "Tainung 1" was significantly less affected by MDMV-B than other tested varieties. Screening corn lines for resistance to MDMV-B in 1983—1989, we found that in a total of 2808 tested lines, 11 lines were resistant, 172 lines were moderately resistant, 324 lines were moderately susceptible, and remainders were all susceptible to the virus. Eight selected lines, which originated from silage corn and were not susceptible to MDMV-B, were evaluated for the effectiveness of their resistances in the field. No significant effects of MDMV-B on developments and yields of tested lines were observed indicated that this level of resistance is effective to prevent yield losses to the disease in the field. Plant heights, stalk diameters, and ear yields of seven breeding lines of sweet corn were significantly reduced due to inoculation with MDMV-B in the experiment, and these disease responses of every corn lines were significantly different.

1. Contribution No. 1486 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Plant Pathologist, Associate Plant Pathologist, and Project Employee of Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, 41301, Taichung, Taiwan, R. O. C.