

臺灣玉米條紋毒素病之發生研究¹

趙佳鴻、陳慶忠、江華璋、王玉沙²

摘 要

1987年10月於臺中市北屯區發現植株明顯矮化，葉片呈現自基部延伸至葉尖之淡黃色大型條斑或整葉片黃化的異常玉米植株。經以昆蟲行傳播試驗證明係由玉米飛蟲(*Peregrinus maidis*)以持續性方式傳播，傳病蟲率平均約21%。以取食病株方式獲得病原之蟲體其最短試驗獲毒時間為30分鐘，病原在蟲體內之潛伏期平均為21日(10~40日)。本病原亦能經由媒介昆蟲卵傳播，經卵傳播蟲率為34%，經卵傳播蟲平均於孵化後15.7日(8~40日)開始表現傳病能力。經由吸食病株而獲得病原或經卵傳播之蟲體一旦能傳病，即不因脫皮或羽化而損失其傳病力，惟多呈間隙性傳病現象。本病原不經由其他四種常見同翅目飛蟲類或機械方法傳播。根據病徵、媒介昆蟲種類及傳播特性，推測此一新發生之病害即為玉米條紋病(maize stripe)。

*P. maidis*在25 飼養結果完成一世代平均所需時間約37.3日。卵期為8.5日，若蟲期17.1日，成蟲壽命11.7日。在野外，本蟲主要以玉米或甜玉米為寄主，喜好棲息較隱蔽部位，活動範圍狹窄，遷移能力弱，加予傳毒效率低等因素，可能為本病在中部地區發生輕微的重要原因。

前 言

在國外玉米毒素病已記錄之種類包括maize dwarf mosaic virus, cereal chlorotic mottle virus, maize streak stunt virus, chloris stripe virus, maize mosaic virus, maize stripe virus, maize rayado fino virus, maize rough dwarf virus及maize chlorotic dwarf virus等^(7,8,10)。在臺灣發生者僅玉米嵌紋病^(3,4)，另外，甘蔗上嵌紋病毒(sugarcane mosaic virus)之A、B、D系統亦都可感染玉米⁽⁴⁾。至於其他病毒(viruses)在本省則未見有發生記載。

本文第四作者於1986年10月在臺中市北屯區發現類似罹染病毒之異常玉米植株，其主要徵狀包括植株極度矮化，上方葉片產生長條狀淡黃色條斑，嚴重時整葉片全部變成淡黃白色。本研究旨在闡明新病害之病徵、發生概況、昆蟲傳播特性及媒介昆蟲習性，於此就試驗觀察結果提出報告。

材料與方法

一、健全植株與媒介昆蟲之準備

¹臺中區農業改良場研究報告第 0182 號。

²臺中區農業改良場助理、副研究員兼課長、研究助理及技工。

玉米(*Zea mays* L.)臺南五號種子經催芽後種植於盛土直徑12公分，高11公分之栽鉢，於網室內栽培至成株期，將原採自非發病地區之玉米飛蝨並經接種汰選確認未帶毒之雌蟲飼養其上產卵，俟若蟲孵化達2~3齡時供為試驗蟲源。所有供試蟲源均於獲毒前以單蟲吸食甫發芽之玉米幼苗2日後，將供取食之玉米幼株編號種植於網室內，觀察發病情形以確定該供試蟲是否帶毒。如此偵測未曾遇有帶毒蟲污染。

二、病毒來源

試驗使用之原始玉米條紋病株採自臺中市北屯區。罹病株定期以健蟲吸毒，再接種至甫發芽之玉米幼苗並栽種於網室內，發病時供為試驗材料。機械接種試驗使用之接種源，係以罹病葉於5倍量(v/w)之0.1M磷酸緩衝液，pH 7.0(內含0.1% EDTA)中研磨過濾所得之粗汁液。

三、昆蟲傳播試驗

前述室內飼養之玉米飛蝨(*Peregrinus maidis* (Ashmead))2~3齡若蟲，先以單蟲單株玉米苗飼養2日，以供日後對照確定其並未污染病毒，再餵食玉米條紋病病葉48hr，個別放入放有甫發芽之玉米幼苗乙株之試管(2×10cm)內，並置於26℃植物生長箱，每隔二日更換健苗一次至供試蟲死亡為止。接種後之玉米幼株栽種於網室每日觀察其發病情形。吸毒時間長短對傳病之影響試驗，係將供試玉米飛蝨2~3齡若蟲，先以單蟲單株玉米苗飼養2日後以供日後確定其為健全蟲。獲毒前先行飢餓2小時再餵食玉米條紋病病葉30分、1、6及24小時後，再個別飼養於甫發芽之玉米幼苗。接種及更換健苗方法同上。經卵傳播試驗係將已確認帶毒之玉米斑飛蝨分別配對。五對供試蟲產卵後共得若蟲79隻。孵化後之若蟲隨即個別移至甫發芽之玉米幼株上，每2日更換健苗一次，至供試蟲死亡為止。將接種後之幼苗栽種於網室，每日觀察其發病情形。機械傳播分別以磨擦接種法及針刺接種法進行。供試玉米(2~3葉期)葉片表面於磨擦接種前均勻撒佈一層400mesh之金鋼砂(carborundum)，並以沾有前述罹病汁液之棉花球在葉片上磨擦後再以自來水沖洗除去殘留之金鋼砂，接種後置於網室觀察發病情形。針刺接種法係以沾有罹病汁液之昆蟲針尖穿刺2~3葉期玉米的中肋或未展開的心葉，每株穿刺數次，接種後之玉米種植於網室觀察發病情形。

四、玉米飛蝨生活習性觀察

於25℃定溫情況下飼養玉米飛蝨觀察各蟲期發育所需時間及生活習性等。飼養時，係將成株玉米葉片剪切成段，主脈基部能以棉花包紮置於試管內(2×12cm)。頃孵化之若蟲每管一隻，每日定時檢查脫皮，記錄各齡蟲發育所需時間及成蟲壽命等。

結 果

一、病徵

二葉期玉米幼苗以帶毒玉米飛蝨(*P. maidis*)接種後，種植於網室內，夏季約經5~6日，冬季約12~14日開始表現病徵。病徵多數自心葉開始出現，發病初期多於葉片中肋一邊開始出現白色斑點或長細類似針狀之條斑，隨病勢發展，逐漸融合成連續狀之條斑，長度常自葉片基部延伸至葉尖，寬度0.5~1公分不等，嚴重時整個葉片白化枯萎，甚至全株枯死(圖

四一1,2)。原始發病之下方葉片，偶可見輕微嵌紋徵象。這些病株多不能結穗，既能結穗，穗形亦很小且無子實。生育中期以後接種之病株，其病徵多限於上方數葉片呈現嵌紋或黃化徵狀，病徵表現範圍較小，此類病株生長勢較衰弱，植株可抽穗，但稔實性較差，影響產量。

二、發生概況

本病最早於1987年10月在臺中市北屯區發現，主要發生在農舍附近自給式栽培園。在中部地區另調查二林、埔鹽、南投、霧峰、名間、大雅、北屯、豐原、太平、新社等十個鄉鎮之玉米栽培園，結果發現在埔鹽、南投、霧峰、太平、新社等地之玉米栽培園，偶可發現少數罹病株，其餘地區則未發現。本病多見零星分佈在農舍附近自給式栽培園，大面積栽培園則鮮見發生。

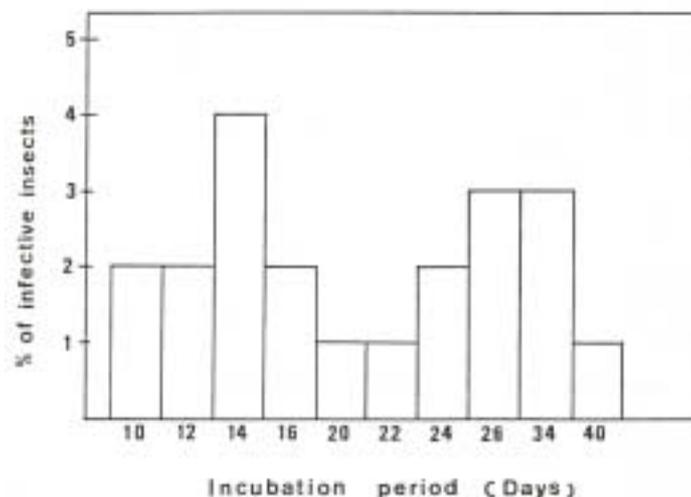
三、傳播試驗

(一) 昆蟲轉播

1. 媒介昆蟲之傳病蟲率、潛伏期及傳病力

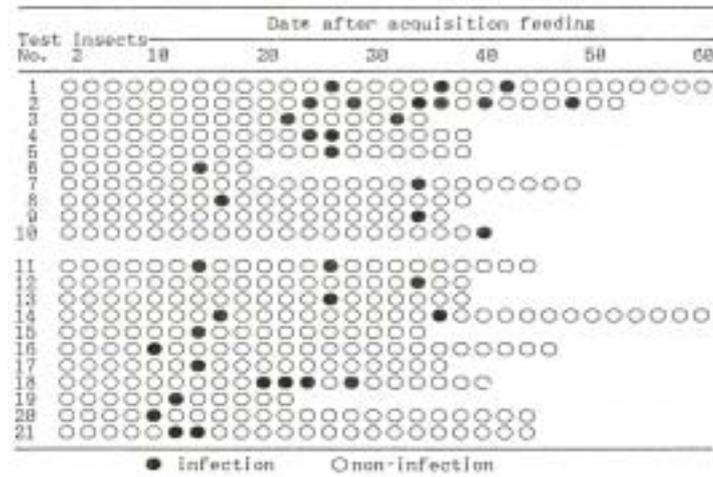
在25℃恆溫下，2~3齡玉米飛蝨若蟲取食病株24小時後隨即在同溫度行個別接種，每隔2日更換健全玉米幼苗一次至供試蟲死亡為止。4組試驗200隻供試蟲中，吸毒後存活超過6日者計有99隻(未存活超過6日者，蟲數不予計算)，其中傳病蟲21隻，傳病蟲率約21% (21/99)。未吸毒4組對照中，供試蟲存活超過6日者計有134隻，均未出現傳病蟲。

病毒在蟲體內之潛伏期係指供試蟲開始取食病株日起至傳病前一日的日數。在25℃定溫下，21隻傳病蟲中，潛伏期最短者為10日，最長者為40日，平均潛伏期約21日(圖一)。供試蟲一旦獲毒開始傳病，在每隔2日更換一次健苗的情況下，總計更換424株玉米幼苗，其中36株發病，佔8.5%。21隻供試蟲中有13隻一生中僅傳染一棵病株，最多一隻能傳播6株，平均每隻帶毒蟲能傳播1.71株。多數傳病蟲呈間隙傳毒現象。此外，供試蟲在死亡前數日多無傳病能力(圖二)。



圖一、玉米條紋病毒在其媒介昆蟲體內之潛伏期

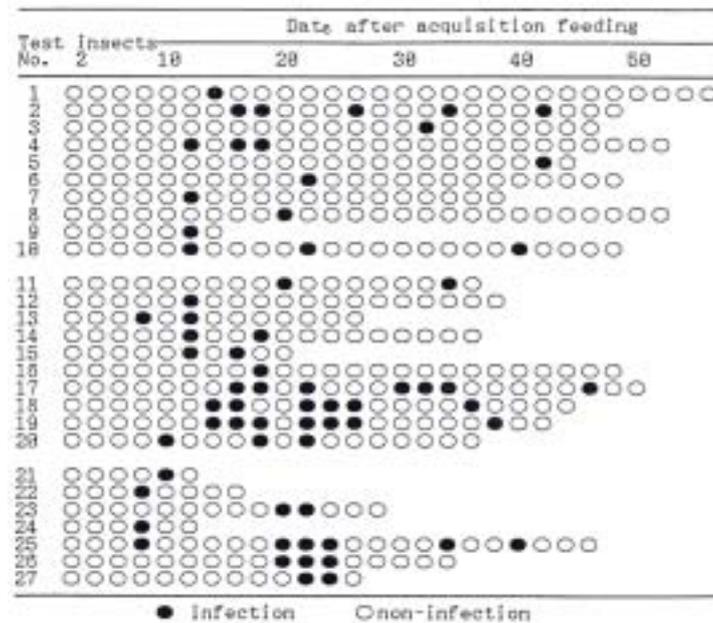
Fig. 1. The incubation period of maize stripe virus in *P. maidis*.



圖二、玉米飛蟲傳播玉米條紋病
 Fig. 2. The transmission pattern of maize stripe disease by *P. maidis*.

2. 經卵傳播試驗

經配對並確定具有傳病能力之5隻雌蟲分別產卵孵化共得若蟲79隻，供為經卵傳播蟲源。於孵化翌日起每隔2日更換健全玉米幼苗一次，至供試蟲死亡為止。試驗結果計27隻表現傳病能力，約佔34%。傳病蟲中最早於孵化後第8日開始表現傳病能力，最長者40日，平均15.7日。經卵傳播蟲之傳毒力亦呈間隙傳病現象。27隻傳毒蟲共接種499株玉米苗，其中67株發病，約佔13.8%。27隻傳病蟲中有12隻一生中僅傳播一株病株。最多一隻能傳播7株，平均每隻帶毒蟲能傳播2.48株(圖三)。



圖三、玉米飛蟲經卵傳播玉米條紋病
 Fig. 3. The transovarial transmission pattern of maize stripe virus by *P. maidis*.

3. 吸毒時間久暫對傳毒的影響

媒介昆蟲在病株上取飛30分鐘即能獲毒傳病，吸食病毒時間長短對獲毒能力、潛伏期似無明顯影響(表一)。

表一、在病株上吸食時間之長短對玉米飛蝨傳播玉米條紋病毒之影響

Table 1. The effect of the length of acquisition access time on transmission of maize stripe virus by *P. maidis*

Acquisition access time (hr)	No. of insect test	No. of insect transmitter	Incubation period (days)		Transmitter (%)
			Average	Range	
0.5	35	5	13.2	10-18	14.3
1	28	2	21	21	7.1
6	34	6	14	11-17	17.6
24	69	11	14.6	11-25	16

(二) 機械傳播

1. 磨擦接種法

將金鋼砂撒佈於2~3葉期之玉米葉片後，以棉球沾罹病汁液擦拭葉面，隨後以蒸餾水洗淨，結果40株接種之玉米苗均未有發病者。故本病毒不能以磨擦法接種。

2. 針刺接種法

蟲針以棉球沾罹病玉米粗汁液擦拭，隨即針刺2~3葉期之玉米苗的中肋或未展開之心葉，結果40株接種之玉米苗均未有發病者。故本病不能以針刺法接種。

(三) 其他飛蝨類害蟲傳播試驗

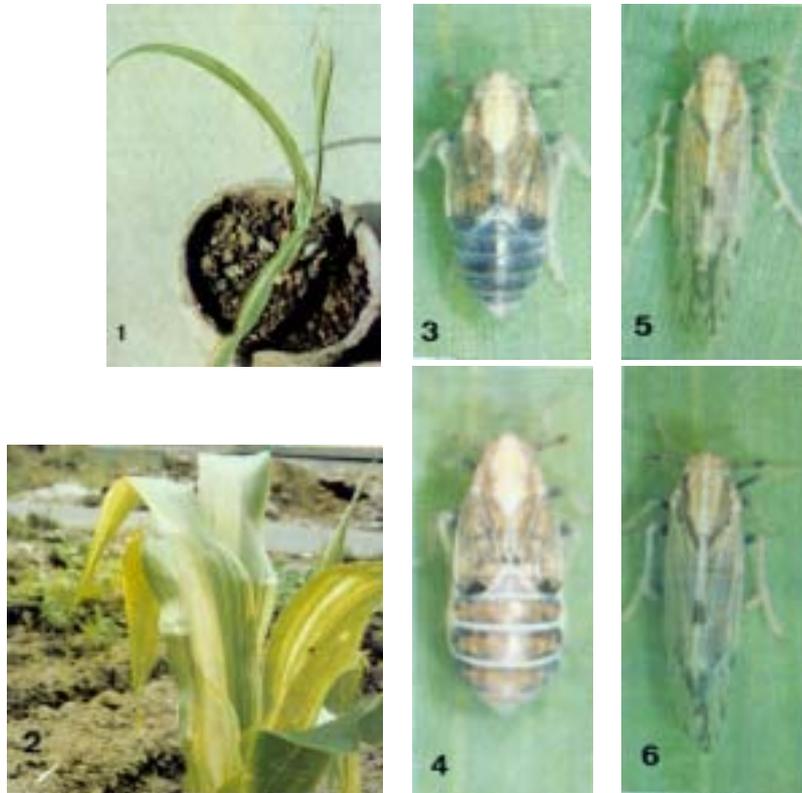
除玉米斑飛蝨外之供試飛蝨類害蟲包括褐飛蝨(*Nilaparvata lugens*)，斑飛蝨(*Laodelphax striatellus*)，擬白背飛蝨(*Sogatella longifurcifere*)及*Sogatella kolophon*等4種。每一種供試蟲均於室內飼養，於2~3齡各以50隻健全蟲取食玉米條紋病病葉48小時。並用相同蟲數取食健全玉米葉片而後行個別接種供為對照，每隔2日更換玉米幼苗一次至蟲體死亡止。試驗結果顯示前述4種供試蟲均不能傳播玉米條紋病毒。

(四) 媒介昆蟲之生活習性

於室內25℃定溫下飼養結果，玉米飛蝨之卵期平均為8.5日。多數若蟲脫皮5次羽化為成蟲，部份則僅脫皮4次。平均各齡期發育所需時間分別為1齡4日；2齡2.6日；3齡3.2日；4齡3日；5齡4.3日，若蟲期平均為17.1日。少數供試蟲於羽化為成蟲後仍有再脫皮一次的現象。成蟲壽命平均為11.7日(最短為2日，最長為29日)(圖四 - 3,4,5,6)。室內飼養完成一個世代(含卵期)所需時間平均為37.3日(30.5~50.5日)。

在野外玉米飛蝨主要棲息寄主植物為玉米及甜玉米。77年秋作在臺中場保存之薏苡品種中，代號L-003發現亦有本蟲棲息。在非玉米栽培期，甘蔗上可見本蟲棲息。此外，牛筋草亦為其自然寄主。本蟲遷移能力弱，活動範圍狹窄，蟲性喜群聚隱蔽處所或葉背，一觸光線迅即向背光部位移動。在田間本蟲多棲息於玉米心葉基部、背面、葉鞘內或莖根靠近地際部位。除非剝開其棲息部位，否則不易查覺其

真正的棲群密度。本蟲所分泌之腺液(蜜露)常引來大量螞蟻，嚴重時甚至造成煤病而影響玉米葉片之正常光合作用。



圖四、玉米條紋毒素病病徵及其媒介昆蟲

1~2)病徵；3~6)依序為媒介昆蟲(玉米飛蝨)無翅雄性成蟲，雌蟲；有翅雄性成蟲及雌蟲

Fig. 4. Symptoms and vector of maize stripe virus.

1~2) Corn infected with maize stripe virus, 3~6) *Peregrinus maidis* plant hopper, brachypterous ♂ and ♀; pterygotus ♂ and ♀, respectively.

討 論

1987年10月在臺中市北屯發現之類似玉米毒素病的新病害，經試驗結果證實由玉米飛蝨(*P. maidis*)傳播。其傳播主要特性如下：(1)病毒潛伏期平均約21日(10~40日)。(2)媒介昆蟲一旦獲毒，經潛伏期即可傳病，其傳病力為持續性但呈間隙傳病現象。(3)病毒可經卵傳播。(4)病毒不能以機械方式傳播。在國外發生之玉米毒素病包括：(1) maize dwarf mosaic virus，屬potyvirus，藉由蚜蟲媒介傳播⁽⁷⁾，(2) cereal chlorotic mottle virus，屬rhabdovirus，藉由*Nesoclutha pallida*，*Cicadulina pallida*及*Cicadulina bimaculata*等昆蟲傳播⁽⁷⁾，(3) maize streak stunt virus亦為rhabdovirus，經由*Sogatella longifurcifera*傳播⁽⁷⁾，(4) Chloris striate mosaic virus為geminivirus，由*N. pallida*⁽⁷⁾媒介傳播。(5) maize mosaic virus為rhabdovirus，藉*P. maidis*媒介傳播⁽⁸⁾，(6) Maize stripe virus為filamentous virus，由*P. maidis*媒介傳播⁽⁷⁾，(7) maize chlorotic dwarf virus為大小30nm之球形病毒，藉由*G. nigrofrons*媒

介傳播⁽¹⁰⁾，(8) maize rayado fino virus為大小22~30nm之球形病毒，由*Dalbulus maidis*媒介傳播⁽¹⁰⁾，(9) maize rough dwarf virus為大小70~80nm之plant reovirus，經由*Javesella pellucida*及*Laodelphax striatella*媒介傳播⁽¹⁰⁾。在西非，*P. maidis*能傳播兩種玉米毒素病，即maize stripe virus和maize line virus⁽⁹⁾，前者引起大型黃化條斑或整個葉片黃化現象，植株極度矮化，而後者之病徵則沿葉脈引起連續、狹窄之黃化線條，但植株不呈矮化現象。根據Herold⁽⁸⁾的報告，maize line virus可能即為maize mosaic virus。就病徵、媒介昆蟲種類及傳播特性等特徵推測，在本省發生之玉米新病害初步判斷為maize stripe virus。有關其病原性質、血清關係，則有待近步探討。

根據本項昆蟲傳播試驗，玉米條紋病毒在媒介蟲體內之潛伏期長短，並不一致。Gingery *et al.* (1981)⁽⁶⁾報告為10日，Tsai & Ziher (1982)為9~13日⁽¹¹⁾，Greber (1981)為15.6日⁽⁷⁾。本試驗結果所得之潛伏期平均為21日，較國外報告者為長。當以帶毒雌蟲所繁衍之仔蟲觀察其經卵傳播特性時發現經卵傳播之仔蟲並非孵化即具有傳毒能力，27隻卵傳播蟲中最早者於孵化後第8日出現傳病能力，最慢者40日，平均15.7日。顯然玉米斑飛蟲經卵傳播玉米條紋病毒並非一經孵化即具傳毒能力。

玉米條紋(maize stripe)主要分佈在熱帶玉米栽培地區與玉米飛蟲(*P. maidis*)之重疊發生，已發生之國家或地區包括美國佛州、委內瑞拉、秘魯、Guadeloupe、西非、奈及利亞、肯亞、波黎那、模里西斯、澳洲、哥斯達黎加及可能尚包括菲律賓等⁽⁵⁾。Gingery *et al.* ⁽⁶⁾指出*P. maidis*傳播玉米條紋病在溫帶地區發生分佈範圍雖然廣泛，但由於*P. maidis*是屬於熱帶型昆蟲，故該病嚴重發生的可能性小。在本省中部地區，本病迄目前僅零星發生在部份地區之農舍附近小面積的自給式玉米園，並無擴張蔓延的趨勢。本病發生輕微可能與媒介昆蟲傳毒效力低及遷移能力低有關。本試驗資料亦顯示經取食病株而獲毒之供試*P. maidis*試驗期間每隻蟲僅能傳播1~6株玉米。平均1.71株。而經卵傳播之供試蟲，試驗期間每隻蟲只傳播1~7株，平均2.48株。若比較水稻黃葉病之媒介昆蟲黑尾浮塵子每隻蟲一生平均能傳播8.1株水稻及水稻皺矮化病之媒介昆蟲褐飛蟲每隻平均能傳播6.7株水稻，則其傳病效力顯然要低得多^(1,2)。

參考文獻

1. 陳慶忠 1979 水稻黃葉病之黑尾浮塵子媒介傳播及流行學研究 國立中興大學昆蟲研究所碩士論文 61pp。
2. 陳慶忠、邱人璋 1981 皺縮矮化病及其對水稻生育之影響 植保會刊 23:67-75。
3. 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。
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. Gingery, R. E. 1985. Maize stripe virus AAB Descriptions of plant viruses. No.300. Assoc. Appl. Biol., Warwick, England, 4pp.

6. Ginery, R. E., L. R. Nault, and O. E. Bradfute. 1981. Maize stripe virus characteristics of a member of a new virus class. *Virology* 112:99-108.
7. Greber, R. S. 1983. Characteristics of viruses affecting maize in Australia. P.206-218 in D. T. Gordon, J. K. Knoke, L. R. Nault, and R. M. Ritter. (ed.) *Proceedings International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop 2-6 August 1982*. The Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster. 266pp.
8. Herold, F. 1972. Maize mosaic virus. CMI/AAB Description of plant viruses. No. 94, *Commonw. Mycol. Inst. Survey*. England. 4pp.
9. Kulkarni, H. Y. 1973. Comparison and characterization of maize stripe and maize line viruses. *Ann. Appl. Biol.* 75:205-216.
10. Nault, L. R., and O. E. Bradfute 1979. Corn stunt: involvement of a complex of leaf-borne pathogens, p.561-586. *In* "Leafhopper vectors and plant disease agents" (K. Maramorosh and K. E. Harris, ed), 654pp. Academic Press. New York.
11. Tsai, J. H., and T. A. Zitter. 1982. Transmission characteristic of maize stripe virus by the corn. *Delphacid, J. Eco. Entomol.* 75:397-411.

The Occurrence of Maize Stripe Virus in Taiwan¹

C. H. Chao, C. C. Chen, H. W. Chiang and E. S. Wang²

ABSTRACT

A virus-like disease of corn (*Zea mays* L.) was first found in Taichung in October, 1987. It caused severe stunt of the plant. Whitish to bright yellow bands, usually on one half of the leaf were formed. As disease further developed, the upper leaves showed whitish discoloration completely. This disease was transmitted by *Peregrinus maidis* (Ashmead) in a persistent manner, with an average incubation period of 21 days (10-40 days). About 21% of the vector insects were active transmitters. The transovarial transmission was detected in 34% of the offsprings of the viruliferous female insects. The progeny insects started to transmit the causal agent 15.7 days in average after hatching. Infectivity persisted in the insect until death. Most insects, however, failed to transmit the causal agent continuously in serial transfers made at 2-day intervals. Other four planthopper species failed to transmit the disease. Neither was it possible to transmit the disease by mechanical means. Base on the symptomatology, insect vector and their transmission pattern, the new disease found in central Taiwan is considered to be maize stripe disease caused by virus.

Under a constant temperature of 25 °C, *P. maidis* required 37.3 days to complete a generation. About 8.5, 17.1 and 11.7 days were needed for the development of eggs, nymphs and adults, respectively. In field, *P. maidis* mainly habitates the corn or sweet corn. It usually lives in the shaded parts of the host plants.

¹. Contribution No. 0182 from Taichung DAIS.

². Assistant, Head of Crop Environmental Division, Research Assistant and Field Assistant of Taichung DAIS, respectively.