

玉米褪綠斑駁病毒病害流行及傳播模式研究

周建銘^{1,*} 林鳳琪² 鄧汀欽¹ 簡伊萱¹ 陳君弢³
陳怡如² 蔡錦慧¹ 黃秀雯⁴

¹ 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組

² 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

³ 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局新竹分局

⁴ 行政院農業委員會台南區農業改良場作物環境課

*聯絡作者:周建銘; E-mail:cmchou@tari.gov.tw Fax:(04)23302803

摘要

玉米褪綠斑駁病毒(*Maize chlorotic mottle virus*, MCMV)可感染玉米造成葉片褪綠及黃化或壞疽病徵，嚴重時造成植株矮化、褐化枯死情形，蒐集田間樣本並將 MCMV 鞘蛋白序列解序後進行親緣性分析，顯示台灣發生的 MCMV 病毒與中國大陸及肯亞的 MCMV 病毒株親緣性達 98%-99%；而本病毒於玉米栽培區如雲林縣、嘉義縣及台南市等地造成大面積危害，玉米產量減少甚至絕收，已成為玉米栽培重要限制因子。由 2014 年至 2015 年田間調查結果顯示，全台皆有本病毒感染玉米植株，分析其流行趨勢發現本病毒於 10 月至翌年 5 月為發生盛期。檢測玉米鮮穗種子帶毒情形，顯示種子有極高機率帶有 MCMV 病毒，此一情況提高種子傳毒風險，經由長出測試實驗也可獲得種子傳毒病株。MCMV 可藉由多種媒介昆蟲傳播，在台灣已知可以玉米薊馬進行傳播，玉米薊馬(*Frankliniella williamsi* Hood)以成蟲獲毒能力較若蟲佳，需要一定數量薊馬才能有效傳毒。為有效防治玉米 MCMV 病害，應結合田間管理、使用適當的殺蟲劑及選擇耐性品種進行防治。

關鍵字: 玉米褪綠斑駁病毒、玉米薊馬、病害流行、種子傳播

緒言

玉米(*Zea mays*)為國際上重要的糧食作物之一，依據世界農糧組織(Food and Agricultural Organization, FAO)2013 年的統計資料，玉米總產量逾 10 億公噸，為全球最大宗的糧食作物，而台灣的飼料玉米及食用玉米總栽培面積在 1990 年曾高達 81,773 公頃，之後栽培面積逐年下滑，其中飼料玉米栽培面積由 1990 年時 65,560 公頃減少至 2012 年時僅餘 6,612 公頃，食用玉米栽培面積則有 10,743 公

頃，近年則因休耕地活化等政策推廣種植玉米等旱作，飼料玉米栽培面積增加至 13,544 公頃，食用玉米栽培面積則為 13,464 公頃，全台各地皆有種植玉米，主要產區為雲林縣、嘉義縣及台南市等地區，依據 2014 年農業統計年報資料，雲林縣主要栽種食用玉米，栽培面積佔全台 43%(5,797 公頃/13,464 公頃)，飼料玉米則有 93%(12,605 公頃/13,544 公頃)集中栽種於嘉義縣及台南市(行政院農業委員會, 2000, 行政院農業委員會, 2015)。台灣玉米全年皆可栽培生長，主要栽培季節集中在春作、秋作及裡作，少部分於夏季種植(謝光照, 2006)。玉米栽培受日照、溫度等氣候因子影響劇烈，秋作及裡作玉米栽種除產量與品質較佳外，病蟲害及天然災害管理也相較於夏作時期容易，但近年來，農民於秋作至翌年春作栽培時常發生大面積葉片黃化褪綠、褐化乾枯情形，田區亦常見植株矮化情形，造成玉米嚴重歉收，一般農民稱此病害為「矮化症」或「瘋穰」，此類病徵為典型病毒病危害，往年國內報告玉米病毒病害僅有玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統(*Maize dwarf mosaic virus-B*, MDMV-B(或稱甘蔗嵌紋病毒(*Sugarcane mosaic virus*, SCMV))(鄧汀欽, 1985)及玉米條紋病毒(*Maize stripe virus*, MSpV)(趙佳鴻 et al., 1988)，兩種病毒皆會造成玉米植株矮化、葉片嵌紋及黃化等病徵，在病徵外觀上與此新發生病毒病害相似，但經調查鑑定確認此感染玉米的新病毒病為玉米褪綠斑駁病毒(*Maize chlorotic mottle virus*, MCMV)及其與甘蔗嵌紋病毒複合感染所引起的玉米致死性壞疽病(*Maize lethal necrosis*, MLN)(Deng et al., 2014)，由於發生面積大且疫情嚴重，從苗期至成株都有感染病毒的情形，本研究針對玉米褪綠斑駁病毒的鑑定、發生、病害流行趨勢及傳播模式進行探討，以期能據此研擬出玉米褪綠斑駁病毒之防治策略。

玉米褪綠斑駁病毒簡介

玉米褪綠斑駁病毒(MCMV)屬於番茄叢矮病毒科(*Tombusviridae*)玉米褪綠斑駁病毒屬(*Machlomovirus*)，為一單股正極的 RNA 球形病毒，MCMV 最早是於 1974 年在秘魯的玉米雜交品系 PM-205 發現，其病徵為黃化條斑及壞疽並造成植株死亡(Castillo & Hebert, 1974)，爾後在美洲大陸地區陸續發現 MCMV 感染玉米，其中 1976 年在美國堪薩斯州及內布拉斯加州發現 MCMV 會與玉米矮化嵌紋病毒(MDMV)或小麥條斑嵌紋病毒(WSMV)複合感染造成玉米致死性壞疽(*Maize lethal necrosis*, MLN)(Niblett & Claflin, 1978, Uyemoto et al., 1980)，之後在 1990 年於美國夏威夷州可愛島(Kauai Island)發生由 MCMV 與 MDMV 或甘蔗嵌紋病毒(SCMV)複合感染造成的玉米致死性壞疽病害(Jensen et al., 1991)；在 2009 年中國大陸雲南省也發生由 MCMV 所引起的玉米致死性壞疽病害(Xie et al., 2011)，2011 年在非洲肯亞也爆發由 MCMV 與 SCMV 複合感染的玉米致死性壞疽病害造成大面積的玉米植株死亡，並在近年內於東非地區迅速擴展，鄰近國家南蘇丹、衣索比亞、坦尚尼亞、盧安達及剛果民主共和國陸續有新發生紀錄(Wangai et al.,

2012, Adams et al., 2014, Lukanda et al., 2014, Mahuku et al., 2015b), 顯見其具有高傳播性。

玉米褪綠斑駁病毒鑑定與核酸親源分析

2014 年春天農民送檢之甜玉米植株樣本有疑似病毒病危害情形，且其甜玉米田區植株出現大面積褐化枯死情形，田間病徵為葉片出現黃化嵌紋病斑，植株矮化抽穗不良，或花軸縮短，果穗結實不稔，產量大幅減少甚至絕收(圖 1)。經以本實驗室製備可檢測甘蔗嵌紋病毒(*Sugarcane mosaic virus*)之 MDMV-B 多元抗體進行間接法酶聯抗體免疫吸附分析法(indirect ELISA)未測得陽性反應，而以田間罹病葉片汁液機械接種於超甜玉米品種 Honey 236，可造成植株葉片褪綠嵌紋病斑，經系列稀釋接種於超甜玉米品種 Honey 236 後可獲得一純系病毒，另以 Potyvirus 屬簡併式引子對(Pot1:GACTGGATCCATTBTCDATRCACCA/Hrp5:ATGATHGARKCNTGGGG)(Colinet et al., 1994, Pappu et al., 1998)、Potexvirus 屬簡併式引子對(Potex1RC:TCAGTRTTDGCRTCRAARGT/Potex5C: AYCARCARGCMAARGAYGA) (van der Vlugt & Berendsen, 2002)及 Tenuivirus 屬簡併式引子對(Tenui-DF1:ACACAAAGTCCTGGGTAWAA/ Tenui-DR1: AAGAARAADWKA GDCCGTA)分別進行反轉錄聚合酶鏈鎖反應(RT-PCR)反應，結果僅由 Tenui-DF1/Tenui-DR1 之 RT-PCR 反應可增幅出與預期大小相近之產物，經選殖後進行定序後比對，可組合成一完整的核苷酸片段，將此核苷酸片段於 GeneBank 上進行 Blast 比對後與玉米褪綠斑駁病毒(*Maize chlorotic mottle virus*, MCMV)的 Yunnan 3 分離株相對應片段(acc. No. JQ982469)相同度為 99%，利用 GenBank 登錄之 MCMV 分離株 Yunnan 3 之全長度序列設計包含病毒鞘蛋白之引子對(MCMV-CPF:TGGGAATTCCAGCCAGATTA /MCMV-CPR: TGAGTTCAGAAACCCTCG TG)進行增幅以獲得全長度鞘蛋白核苷酸序列。其鞘蛋白基因共有 711bp，轉譯後鞘蛋白胺基酸共有 236a.a.，經比對後其鞘蛋白胺基酸序列與 MCMV 分離株 Sichuan 最為相近，相似度達 99% (Deng et al., 2014)。為了解台灣新發生 MCMV 與已發表之其他 MCMV 病毒株全長度序列相似度，抽取 MCMV 的雙股 RNA 後，以 Poly(A) tailing kit 於 3' 添加 Poly(A) tail 後以 MCMV-5'RACEFS:CCACAGAC CATGTGGGTTGG 及 MCMV-g3514FA: CCCTT GTTGGACGAGGT 分別與 XhoI-oligod(T): CTCGAGTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTV 進行增幅後選殖定序，並將獲得之 MCMV-Yunlin 病毒株核苷酸全長序列(acc. No.KJ782300)與 GenBank 上登錄之 MCMV 全解序病毒株比對，結果顯示 MCMV-Yunlin 病毒株與肯亞病毒株(acc. No. JX286709)、Yunnan3 病毒株(acc. No. JQ982469)、Sichuan 病毒株(acc. No. JQ982470)、Yunnan2 病毒株(acc. No. JQ982468)及 Yunnan 病毒株(acc. No. GU138674)屬於同一個分群，而與 Nebraska 病毒株(acc. No. EU358605)及 Kansas 病毒株(acc. No. NC003627)則為不同分群(Unpublished data)，顯示台灣新發生之

MCMV 與近年來在非洲及中國發生的 MCMV 親緣關係較為接近。

台灣玉米褪綠斑駁病毒病害流行發生調查

MCMV在雲林縣、嘉義縣及台南市等玉米主要栽培地區疫情爆發造成大面積危害(圖2)，造成玉米品質下降、產量減少甚至絕收。為瞭解MCMV於台灣危害及擴散情形，自2014年3月至2015年3月，蒐集雲林縣、嘉義縣、台南市、苗栗縣、台中市、彰化縣、南投縣、高雄市、花蓮縣及台東縣各玉米產區之疑似病毒感染玉米樣本，並於雲林縣虎尾鎮、元長鄉及台南市麻豆區設置監測田，利用自製或購自AC Diagnostics的MCMV抗體及自製的SCMV抗體進行ELISA檢測。調查結果顯示在各採集縣市皆有MCMV病株，分析自2014年3月至2015年3月採集田間樣本檢測結果，此病毒於10月至翌年5月為MCMV流行高峰，7月至9月底夏作高溫時期MCMV罹病率明顯下降，10月開始秋作時期MCMV罹病率逐漸上升(Unpublished data)，結果顯示當季節轉變，MCMV在台灣秋作、裡作及春作農民密集種植玉米時，同時也是發病的高峰；此外台南市玉米監測田自2015年1月開始調查至2015年3月，結果顯示此病毒病害一旦於該區域有初次感染源後，將可迅速造成全區玉米的感染。分析各時期採集玉米病毒感染樣本中，多數為MCMV單獨感染樣本，MLN感染樣本極少(Unpublished data)。此一結果與近年來在非洲肯亞及衣索比亞發現MCMV多與SCMV複合感染造成MLN爆發危害的情形不同，而與Uyemoto氏等人於1980年在美國內布拉斯加州與堪薩斯州大爆發的MCMV疫情及在剛果民主共和國的調查結果類似，據Uyemoto氏等人調查結果，116個MCMV感染樣本中，僅有27個為與WSMV或(及)MDMV-A複合感染造成的MLN病害，而於剛果民主共和國的20個樣本中全為MCMV單獨感染的玉米樣本，針對部份樣品中僅測得MCMV單獨感染卻具有類似MLN可造成植株死亡的病徵，Uyemoto氏推論可能有其他未知病毒感染，後其經過接種指示植物後，搭配電子顯微鏡及寄主範圍測試確認該未知病毒為MDMV-B病毒株；近年來高通量定序(High throughput sequencing)發展迅速，儼然成為判斷未知病毒的有利工具，於2014年在肯亞周邊國家盧安達玉米田，發現類似MLN病害的玉米樣本中，Adams氏以針對肯亞地區的MCMV及SCMV病毒株所開發的Real-time PCR引子對進行檢測，僅測得MCMV，後經以高通量定序全解序樣本後，發現該區域的SCMV異於肯亞地區的SCMV，相似度為87%，且因Real-time PCR引子對設計區域歧異度較高，造成無法由Real-time PCR檢出SCMV，而台灣的MCMV病害樣本中也有許多類似MLN病害病徵，但卻未檢出SCMV，是否有不同SCMV病毒株或是其他Potyvirus參與其中，則有待進一步調查；此外，田間目視所見，已知的MCMV傳毒媒介昆蟲，玉米薊馬皆維持高密度族群，而SCMV的傳毒媒介-蚜蟲，並不多見，或多於管理較差的田區才可發現蚜蟲高密度族群，該類田區也多可測得MLN病害，而由台灣不同調查季節的結果也發現，MCMV除流行趨勢有明顯高

低起伏外，夏季MCMV罹病植株多為輕微褪綠黃化或無病徵，冬季MCMV單獨感染植株則常見類似MLN病徵，嚴重黃化且褐化枯死情形，推測其原因可能為冬季低溫環境，玉米生長緩慢且條件適合病毒發展造成病徵擴展迅速成類似MLN病徵，此一推論仍需後續實驗證實。

根據田間觀察結果，MCMV 幾乎可感染所有田間常用商業品種，包括甜玉米、糯玉米、白玉米及硬質玉米，而由實驗室接種結果也得到相同結果，由調查結果顯示硬質玉米罹病率較低且病徵較輕微(Unpublished data)。

玉米褪綠斑駁病毒傳播模式研究

MCMV 短時間內於東非地區及亞洲地區造成傳播及擴散，係因其具有多種的傳播方式，包括種子傳毒、多種媒介昆蟲傳播、土壤傳播等，以下針對種子傳毒及媒介昆蟲進行說明。

(一)經由種子傳毒

根據 Jensen 等人於夏威夷的玉米田區的實驗結果顯示 MCMV 可藉由種子傳毒方式進行遠距離傳播，其種子傳毒率為萬分之四(17/42000 顆種子)(Jensen et al., 1991)，而自 2010 年開始，中國大陸陸續於美國、德國進口之玉米種子中測得 MCMV，其傳毒率分別為 0.33%、0.5%，而於泰國進口玉米種子則可測得其種子帶毒率為 2%，(龔海燕 et al., 2010, 劉洪義 et al., 2011, 雷屈文 et al., 2013)其種子傳毒率遠高於 Jensen 等人的實驗結果，而由 Mahuku 氏等人的研究結果顯示，從 MCMV 病田蒐集之種子，以 RT-PCR 方式檢測，種子帶毒率為 72%(18/25 顆種子)，而由市場上購買的種子，同樣以 RT-PCR 檢測，其種子帶毒率約為 0.6%(12/2610 顆種子)(Mahuku et al., 2015a)，而在台灣筆者針對 MLN 罹病株新鮮玉米穗種子進行 ELISA 檢測，種子 MCMV 帶毒率極高，若將 MCMV 罹病株新鮮玉米穗進行組織轉染測試後，顯示其全穗包含穗軸、種皮及胚皆可測得 MCMV 病毒陽性反應，若將病株新鮮玉米穗脫粒後，以 38°C 烘乾、常溫下陰乾一個月及新鮮冷藏等方式處理，其皆仍有一定比率種子帶毒率(Unpublished data)，顯示種子有極高機率帶有 MCMV 病毒，提高種子傳毒風險；取台南 22 號玉米種子進行長出測試，可測得一種子傳毒病株。然而蒐集農民所使用之玉米種子以群體抽樣方式進行 ELISA 檢測，皆未測得 MCMV 陽性反應(Unpublished data)。

(二)經由媒介昆蟲傳毒

MCMV 可經由多種鞘翅目金花蟲科甲蟲以半持續性方式傳播，包含有 *Diabrotica virgifera*、*D. barberi*、*D. undecimpunctata howardi*、*Chaetocnema pulicaria*、*Systema frontalis*、*Oulema melanopa* 等六種甲蟲(Nault et al., 1978)，而近年來，玉米薊馬(*Frankliniella williamsi*)也被證實可以半持續性方式傳播，已知

玉米薊馬獲毒 3 小時後即可傳毒，且若蟲及成蟲可在獲毒後持續保毒達 6 天 (Cabanas et al., 2013)，而包括西方花薊馬(*F. occidentalis*)、梳缺花薊馬(*F. schultzei*) 及蔥薊馬(*Thrips tabaci*)亦被證明可傳播 MCMV (Zhao et al., 2014, Mahuku et al., 2015a)。目前在台灣玉米田間常可見玉米薊馬高密度發生，初步探討玉米薊馬媒介傳毒能力，依據 MCMV 鞘蛋白序列設計檢測引子對(MCMV-g3514F: GGGAACAACCTGCTCCA/MCMV-g4014R: GGACACGGAGTACGAGA)，檢測玉米薊馬帶毒情形，玉米薊馬以成蟲獲毒能力較若蟲佳，至 1 天後可達 100% 帶毒，玉米薊馬傳毒試驗測試結果顯示至少需要一定數量薊馬才能有效傳毒，多種玉米品種皆可藉由玉米薊馬順利傳毒感染。由病害流行研究結果顯示 MCMV 好發於秋作及春作時期，此時亦為玉米薊馬族群高峰期，而玉米薊馬獲毒及傳毒能力佳更使得在玉米苗期防治玉米薊馬為首要之務。

結 論

玉米一旦罹染病毒病害將無藥可治，且 MCMV 可透過種子及媒介昆蟲等方式傳毒，故病害管理時首重於病害預防的管理策略，茲分述如下：

(一)栽培抗病品種被視為解決病毒病害最經濟有效的方法，但目前台灣栽培的玉米品種尚無抗病品種可用，而國際間由國際玉米小麥研究中心(International Maize and Wheat Improvement Center, CIMMYT)主導之 MCMV 抗病育種計畫，初步已篩選得到耐性品種如 N211 及 KS23-6 等，可延遲 MCMV 發病時間且病徵亦較輕微(Mahuku et al., 2015a)，或可引種進入台灣進行抗病品種的育成。

(二)MCMV 可藉由種子傳毒，雖然種子傳毒率極低，但當 MCMV 藉由種子傳毒進入新的地區時將可能造成新一波的病毒流行，為了減少使用帶毒種子的風險，因此應透過正常管道取得之玉米種子進行種植較有保障，且應避免使用農民自行留種之玉米種子。

(三)若苗期發現疑似玉米褪綠斑駁病毒危害的黃化、斑駁的病徵，應盡速拔除病株，帶離田區燒毀。而由於本病毒可感染禾本科雜草，故應清除田區周邊雜草，避免雜草成為病毒殘存的中間寄主，並藉以減少媒介昆蟲棲息生存場所。

(四)以輪作防治玉米褪綠斑駁病毒病害，可以減少玉米褪綠斑駁病毒病害發生。國外的研究資料顯示若以高粱與玉米輪作可有效降低此病毒病害發生機率 (Phillips, 1982, Uyemoto, 1983)，以我國玉米栽培區而言，可選擇如水稻、大豆或落花生等作物輪作，減少玉米褪綠斑駁病毒大發生之機會。

(五)防治蚜蟲以降低田區感染 SCMV 或 MDMV 的機會，以免與玉米褪綠斑駁病毒複合感染造成玉米致死性壞死病，導致更嚴重的產量損失。

(六)玉米薊馬為田間大發生的 MCMV 媒介昆蟲，目前公告之緊急防治藥劑為 5.87% 賜諾特水懸劑 1600 倍或 50% 撲滅松乳劑 1500 倍，於害蟲發生初期即需施藥，每週施用一次以降低蟲口密度，由於玉米薊馬於玉米苗期危害嚴重，且若玉

米苗期即遭受 MCMV 感染，玉米生長勢將受到嚴重影響，故苗期應積極防治媒介昆蟲以降低病毒罹染的風險，維持玉米產量及品質。

謝 辭

本研究承蒙農業委員會科技計畫 103 農科-6.2.3-農-C1、動植物防疫檢疫局 104-救助調整-檢-01，計畫經費支援，謹致謝忱。研究成果得力於劉秋玉小姐、陳美英小姐、許宏文先生、鐘大焜先生及廖宏洲先生的協助與奉獻，以及黃志鴻先生、戴嘉杏小姐、陳金枝博士、江芬蘭小姐、王昭萍小姐的技術指導。

參考文獻

- 行政院農業委員會. 2000. 中華民國八十八年農業統計年報. p.37
- 行政院農業委員會. 2015. 中華民國一百零三年農業統計年報. p.37
- 雷屈文, 李雯, 丁元明. 2013. 泰國進口玉米種子玉米褪綠斑駁病毒的檢測. 華中農業大學學報 32, 51-4.
- 趙佳鴻, 陳慶忠, 江華瑋, 王玉沙. 1988. 臺灣玉米條紋毒素病之發生研究. 臺中區農業改良場研究彙報.
- 劉洪義, 劉忠梅, 張金蘭, 張洪祥. 2011. 進境玉米種子中玉米褪綠斑駁病毒的檢測鑑定. 東北農業大學學報 42, 36-40.
- 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, 195-206.
- 謝光照. 2006. 期作對玉米籽粒果皮性狀表現之影響. 台灣農業研究 55, 135-41.
- 龔海燕, 張永江, 張治宇, 陳洪俊, 高必達, 朱水芳. 2010. 進境玉米種子攜帶玉米褪綠斑駁病毒的檢測與鑑定. 植物病理學報, 426-9.
- Adams IP, Harju VA, Hodges T, Hany U, Skelton A, Rai S, Deka MK, Smith J, Fox A, Uzayisenga B, Ngaboyisonga C, Uwumukiza B, Rutikanga A, Rutherford M, Ricthis B, Phiri N, Boonham N, 2014. First report of maize lethal necrosis disease in Rwanda. New Disease Reports 29.
- Cabanas D, Watanabe S, Higashi CH, Bressan A, 2013. Dissecting the mode of *maize chlorotic mottle virus* transmission (Tombusviridae: Machlomovirus) by *Frankliniella williamsi* (Thysanoptera: Thripidae). Journal of Economic Entomology 106, 16-24.
- Castillo J, Hebert TT, 1974. A new virus disease of maize in Peru. Fitopatologia 9, 79- 84.
- Colinet D, Kummert J, Lepoivre P, Semal J, 1994. Identification of distinct

- potyviruses in mixedly-infected sweetpotato by the polymerase chain reaction with degenerate primers. *Phytopathology* 84, 65-9.
- Deng TC, Chou CM, Chen CT, Tsai CH, Lin FC, 2014. First Report of Maize chlorotic mottle virus on Sweet Corn in Taiwan. *Plant Disease* 98, 1748.
- Jensen S, Wysong D, Ball E, Higley P, 1991. Seed transmission of maize chlorotic mottle virus. *Plant Disease* 75, 497-8.
- Lukanda M, Owati A, Ogunsanya P, Katsongo K, Ndemere H, Kumar PL, 2014. First Report of Maize chlorotic mottle virus Infecting Maize in the Democratic Republic of the Congo. *Plant Disease* 98, 1448-9.
- Mahuku G, Lockhart BE, Wanjala B, Jones MW, Kimunye JN, Stewart LR, Cassone BJ, Sevgan S, Nyasani JO, Kusia E, Kumar PL, Niblett CL, Kiggundu A, Asea G, Pappu HR, Wangai A, Prasanna BM, Redinbaugh MG. 2015a. Maize lethal necrosis (MLN), an emerging threat to maize-based food security in Sub-Saharan Africa. *Phytopathology* 105, 956-65.
- Mahuku G, Wangai AW, Sadessa K, Sadessa K, Teklewold A, Wegary D, Ayalneh D, Adams I, Smith J, Bottomley E, Bryce S, Braidwood L, Feyissa B, Regassa B, Wanjala B, Kimunye JN, Mugambi C, Monjero K, Prasanna BM, 2015b. First report of Maize chlorotic mottle virus and Maize lethal necrosis on maize in Ethiopia. *Plant Disease*.
- Nault L, Styer W, Coffey M, Gordon D, Negi L, Niblett C, 1978. Transmission of maize chlorotic mottle virus by chrysomelid beetles. *Phytopathology* 68, 1071-4.
- Niblett C, Claflin L, 1978. Corn lethal necrosis-a new virus disease of corn in Kansas. *Plant Disease Reporter* 62, 15-9.
- Pappu S, Pappu H, Chang C, Culbreath A, Todd J, 1998. Differentiation of biologically distinct peanut stripe potyvirus strains by a nucleotide polymorphism-based assay. *Plant Disease* 82, 1121-5.
- Phillips NJ, Uyemoto, J. K., and Wilson, D. L., 1982. *Maize chlorotic mottle virus* and crop rotation: Effect of sorghum on virus incidence. *Plant Disease*, 376-9.
- Uyemoto J, 1983. Biology and control of maize chlorotic mottle virus. *Plant Disease* 67, 7-10.
- Uyemoto J, Bockelman D, Claflin L, 1980. Severe outbreak of corn lethal necrosis disease in Kansas. *Plant Disease* 64, 99-100.
- Van Der Vlugt RA, Berendsen M, 2002. Development of a General Potyvirus Detection Method. *European Journal of Plant Pathology* 108, 367-71.
- Wangai AW, Redinbaugh MG, Kinyua ZM, Miano DW, Leley PK, Kasina M, Mahuku G, Scheets K, Jeffers D, 2012. First Report of Maize chlorotic mottle virus and Maize Lethal Necrosis in Kenya. *Plant Disease* 96, 1582-3.

- Xie L, Zhang J, Wang Q, Meng C, Hong J, Zhou X, 2011. Characterization of maize chlorotic mottle virus associated with maize lethal necrosis disease in China. *Journal of Phytopathology* 159, 191-3.
- Zhao MF, Ho HH, Wu YX, He YQ, Li MJ, 2014. Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) transmits *Maize chlorotic mottle virus*. *Journal of Phytopathology* 162, 532-6.

The Epidemic and Transmission Studies of *Maize chlorotic mottle virus*

Chou, Chien-Ming^{1,*}, Lin, Feng-Chyi², Deng Ting-Chin¹,
Chien, Yi-Hsuan¹, Chen, Chun-Tao³, Chen, Yi-Ju², Tsai, Chin-Hui¹, and
Huang, Hsiu-Wen⁴

¹ Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute

² Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute

³ Hsinchu Branch, Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine

⁴ Tainan District Agricultural Research and Extension Station

*Corresponding Author, E-Mail:cmchou@tari.gov.tw; Fax:(04)23302803.

Abstract

Maize chlorotic mottle virus, MCMV, was first reported in sweet corn in Taiwan in 2014. Symptoms of MCMV included mottle or mosaic developing into maize leaf chlorosis and necrosis. Moreover, severe plant stunting and death were observed. Phylogenetic analysis of full capsid protein sequence of MCMV isolated from maize field revealed that the invaded MCMV in Taiwan shared 98-99% identity with the Chinese and Kenyan MCMV isolates. MCMV causes severe yield loss in the main maize planting area in Taiwan, including Yunlin County, Chiayi County and Tainan City, and becomes the limiting factor of maize production in Taiwan. According to the field survey result during 2014 April to 2015 April, MCMV are widely distributed in Taiwan. Analysis of the virus disease epidemic demonstrates that MCMV is prevalent from October to the coming May next year. Detection of fresh seeds from ear of MCMV infected maize shows that seeds have very high rate contaminated with MCMV. The presence of MCMV in seeds raises the risk of virus transmission through seeds. To analyze the mode of MCMV transmission by maize thrips (*Frankliniella williamsi* Hood) in Taiwan, we assayed the maize thrips virus acquisition and transmission ability. The result demonstrates adult maize thrips have higher virus acquisition ability than larva. The result of virus transmission via maize thrips demonstrates that to be able to transmit virus efficiently we need to put sufficient thrips in one maize plants. The effective control of MCMV should be achieved by the integration of cultural practices with suitable insecticides and host tolerance.

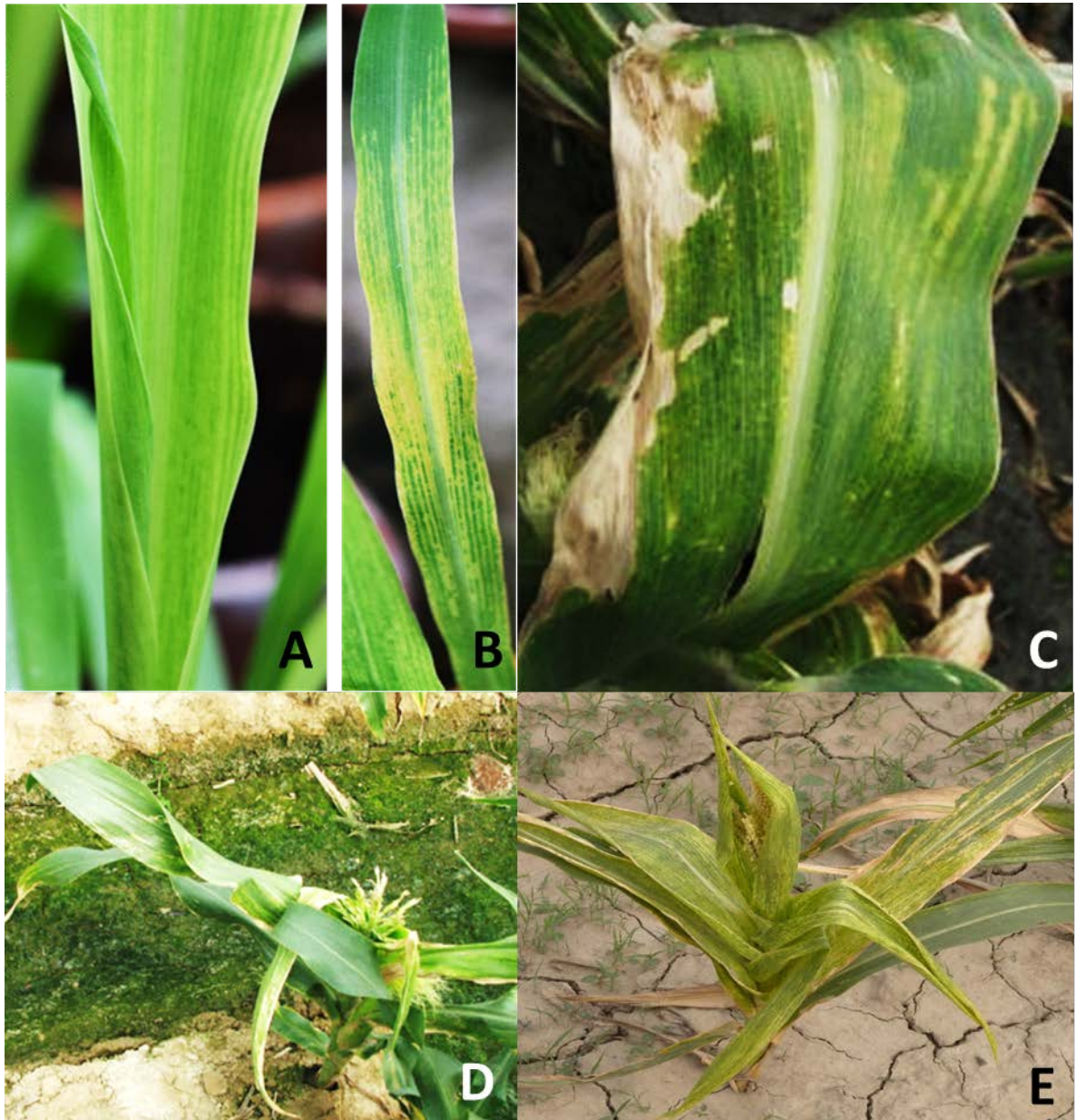


圖 1.(A)MCMV 接種玉米病徵發展初期於新葉造成輕微褪綠病徵(B)後期褪綠斑癒合造成嚴重黃化(C)田間 MCMV 感染葉片葉脈有斑駁、褪綠條帶病徵且有黃化，葉緣褐化乾枯情形(D)MCMV 感染植株明顯矮化畸形。(E)田間苗期 MCMV 與 SCMV 複合感染植株造成嚴重矮化，且植株葉片嚴重黃化。

Fig.1.(A)Mild chlorotic mottle symptom developed on new leaf of maize inoculated with MCMV.(B)Chlorotic mottle lesion fused together to become severe yellowing symptom on maize inoculated with MCMV.(C)Chlorotic mottle with necrosis symptom on the margin was observed on the MCMV infected leaf in the field.(D) Severe systemic stunting was observed on the MCMV infected maize in the field.(E)Severe systemic stunting and yellowing was observed on the maize complex infected with MCMV and SCMV.



圖 2.玉米田 MCMV 大面積危害情形，雄花穗抽穗後，雄花穗及玉米鬚會有明顯褐化乾枯情形、苞葉上亦可見有斑駁病徵。

Fig.2. Broad region of MCMV infected maize showed significant necrosis and chlorotic mottle symptom on male inflorescences、silks and husks after tasseling.