傳播農作物病毒病重要蚜蟲之防治策略

蔡志偉[1,2] 陳惟德[1]

[1] 國立臺灣大學昆蟲學系
[2] 通訊作者 e-mail: chiwei@ntu.edu.tw

摘 要

作物在成長過程中經常受到植物病毒的侵害，在眾多的植物病毒中，約有 76% 的病毒種類藉由病媒生物所傳播。昆蟲爲重要的植物病毒媒介生物，其中蚜蟲更是具有舉足輕重的角色。蚜蟲大多以非持續性傳播模式 (nonpersistent transmission mode) 來媒介傳播植物病毒。蚜蟲之寄主植物選擇與取食行爲是蚜蟲媒介植物病毒流行病的重要因子，其寄主範圍 (host range) 及生活史爲決定植物病毒傳播率的關鍵。從傳播生物學的層面來看，要防治蚜蟲所傳播的病毒病，應從病媒－病毒－寄主植物三方面的交互關係著手。必須包含消除田間感染源以及減少或避開病媒蚜蟲族群兩大策略，如此才可以有效控制蚜蟲媒介病毒病害的流行。本文將介紹傳播植物病毒的蚜蟲之種類與生物特性，探討蚜蟲如何傳播植物病毒，最後提出病媒蚜蟲與蚜媒病毒病的防治策略。

關鍵詞：蚜蟲、蚜蟲媒介植物病毒、傳播生物學、整合性管理

前 言

作物在成長過程中經常受到植物病毒的侵害，常常使農民辛苦的收成遭受損失。 Hogenhout *et al.* (2008) 的綜合論述指出：在眾多的植物病毒中，約有 76% 的種類藉由病媒生物傳播。因爲病毒爲絕對寄生之微生物，又植物細胞具有堅韌的細胞壁，所以植物病毒更是依賴病媒傳播。植物病毒的媒介生物包含眞菌、線蟲、昆蟲與蟎類。此外，昆蟲也在其他植物病原的傳播上扮演重要的角色，例如植物菌質體 (phytoplasma) 與螺旋菌質體 (spiroplasma) 也是完全依靠昆蟲來傳播 (Weintraub & Beanland, 2006)。植物病毒的媒介昆蟲大多爲半翅目 (Hemiptera) 昆蟲，此類昆蟲具刺吸式口器，口針刺入植物細胞或維管束，所以最適合傳播寄生於植物細胞或維管束內的病毒。其中，蚜蟲是最重要的病媒昆蟲，佔所有媒介昆蟲種類的 55% (Ng & Falk, 2006)。根據統計，目前蚜蟲可傳播 697 種植物病毒中的 197 種，比例爲 28% (Hogenhout *et al.*, 2008)。近年來，由於全球貿易日增與航空運輸的推波助燃，使得植物病毒與其媒介昆蟲可以快速地傳播到世界各地。另外，全球暖化與水旱災頻繁，這是否會增加植物逆境與昆蟲生存優勢，進而促進病毒病害的傳播，也需要更進一步的研究證實 (Anderson *et al.*, 2004)。本文將介紹傳播植物病毒的蚜蟲之種類與生物特性，探討蚜蟲如何傳播植物病毒，最後提出病媒蚜蟲與蚜媒病毒病的防治策略。

傳播植物病毒的蚜蟲

全世界計有超過 4700 蚜蟲種類被描述，其中約有 190 種被報導具傳播植物病毒的能力 (Katis *et al.*, 2007)。媒介植物病毒的蚜蟲主要爲瘤蚜屬 (*Myzus*)、蚜蟲屬 (*Aphis*) 和毛莨蚜屬 (*Macrosiphum*) (Raccah *et al.*, 2001)。世界上重要的病媒蚜蟲種類包含桃蚜 (*M. persicae*)、棉蚜 (*A. gossypii*)、黑豆蚜 (*A. craccivora*) 和豇豆蚜 (*A. fabae*) (Raccah *et al.*, 2001)。在臺灣可傳播植物病毒的蚜蟲種類有桃蚜、棉蚜、黑豆蚜、小桔蚜 (*Toxoptera aurantii*)、桃粉蚜 (*Hyalopterus pruni*)、稻麥蚜 (*Rhopalosiphum padi*)、玉米蚜 (*R. maidis*)、無肘脈蚜 (*Hysteroneura setariae*) 和蕉蚜 (*Pentalonia nigronervosa*) 等 (陳, 2006)。

蚜蟲之寄主植物選擇與取食行爲是蟲媒植物病毒流行病的重要因子，另外蚜蟲寄主範圍 (host range) 及生活史爲決定植物病毒傳播率的關鍵。當飛行中的蚜蟲降落於植物葉片時，不管該植物是否爲寄主植物，蚜蟲均會先進行數次的試探性取食 (testing probe)。若爲非寄主植物，該蚜蟲會立即飛走，且降落於附近另一棵植物上；如果爲適當的寄主植物，該蚜蟲便靜下來進行長時間的取食 (prolong feeding)，將口針沿著細胞間隙刺入植物維管束內的韌皮部 (phloem) 取食植物汁液。現代大規模的農業耕作常常在同一時間、地點大量種植相同的作物，當非拓殖型蚜蟲 (non-colonizer) 於植株間試探取食，就會造成植物病毒的傳播 (Ng & Falk, 2006)。生活史方面，有翅型與無翅型蚜蟲的季節性轉換、長距離或短距離的飛行遷移以及主要寄主 (primary host) 與次要寄主 (secondary host) 的轉移都會影響到植物病毒病的田間傳播 (Raccah *et al.*, 2001)。

蚜蟲傳播之植物病毒

蚜蟲可傳播 70 個植物病毒屬中的 19 個屬，其中共有 197 種植物病毒皆利用蚜蟲作爲傳播媒介 (Katis *et al.*, 2007; Hogenhout *et al.*, 2008)。許多蚜蟲傳播的病毒病均會造成農作物收成上的重大損失，表一列舉出臺灣重要的蚜媒植物病毒。蚜蟲大多以非持續性傳播模式 (nonpersistent transmission mode) 傳播植物病毒，半持續性 (semipersistent) 與持續性 (persistent) 傳播模式僅佔相當小的比例。蚜蟲非持續性傳播的病毒包括 *Alfamovirus*、*Carlavirus*、*Cucumovirus*、*Potexvirus*、*Fabavirus*、*Macluravirus* 與 *Potyvirus* 屬病毒。半持續性傳播的病毒包括 *Badnavirus*、*Caulimovirus*、*Closterovirus*、*Sequivirus* 與 *Waikavirus* 屬病毒。持續性傳播的病毒又可依病毒有無在病媒蚜蟲體內複製增殖，區分爲循環型 (circulative) 與增殖型 (propagative)。持續性循環型的病毒包括 *Enamovirus*、*Luteovirus*、*Polerovirus*、*Umbravirus*、*Babuvirus*、*Nanovirus* 與 *Sobemovirus* 屬病毒；持續性增殖型的病毒包括 *Cytorhabdovirus* 與 *Nucleorhabdovirus* 屬病毒。有關各傳播模式的詳細資訊可參考陳慶忠博士於 2006 年之研討會論文 (陳, 2006) 或近年來在 Annual Review of Phytopathology 的綜合論述 (Ng & Falk, 2006; Hogenhout *et al.*, 2008)。

蚜蟲媒介非持續性傳播之病毒

絕大多數的蚜媒植物病毒 (大於 82%) 都屬此種傳播模式，並且以馬鈴薯 Y 病毒屬 (*Potyvirus*) 爲大宗 (Hogenhout *et al.*, 2008)。在臺灣目前危害嚴重的植物病毒均屬於此傳播模式，重要的種類包含有感染多種花卉、蔬菜與果樹之胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber mosaic virus*, CMV)、感染多種葫蘆科 (Cucurbitaceae) 作物之矮南瓜黃化嵌紋病毒 (*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV)、爲害木瓜之木瓜輪點病毒 (*Papaya ringspot virus*, PRSV)、爲害馬鈴薯之馬鈴薯 Y 病毒 (*Potato virus* Y, PVY)。由於非持續性傳播的植物病毒對媒介昆蟲的專一性不若持續性傳播的病毒來得高，上述植物病毒可經由多種蚜蟲傳播，其中最重要的蚜蟲種類當爲桃蚜與棉蚜 (陳, 2006)。

蚜蟲傳播非持續性病毒僅需很短的獲得病毒及傳播病毒時間，通常爲數秒鐘至數分鐘。蚜蟲一旦獲得病毒，可以馬上傳播病毒，之間並沒有潛伏期 (latent period)。但是蚜蟲保留病毒的時間 (retentionn time) 很短，僅有數分鐘至數小時，蚜蟲將很快地失去傳播病毒的能力 (Watson & Robert, 1939; Ng & Falk, 2006)。另外蚜蟲一旦蛻皮，即喪失先前保有的病毒。

雖然非持續性傳播的病毒可以在蚜蟲獲得病毒之後，飛到另一株植物取食時立即接種病毒到另一株植物，但是此類病毒傳播並不是像某些動物病毒經由污染針頭般傳播那樣簡單。植物病毒附著於蚜蟲口針的機制分爲 capsid strategy 及 helper strategy，詳細的分子層級研究請參考 Prione & Perry (2002)。

蚜蟲媒介半持續性傳播之病毒

在臺灣以蚜蟲爲媒介的半持續性傳播之植物病毒非常少。在國外最著名的例子當爲長絲狀病毒屬 (*Closterovirus*) 的南美立枯病病毒 (*Citrus tristeza virus*, CTV)。根據黃 (1994) 報告指出 CTV 早已普遍感染臺灣的各種柑橘類果樹，而且大多數感染病毒的果樹都沒有明顯病徵。根據國外報導指出大桔蚜 (*T. citricida*) 及小桔蚜爲 CTV 的媒介昆蟲，其中以大桔蚜的傳播效率較高。據田間調查指出大桔蚜與小桔蚜爲台灣柑橘園中主要的蚜蟲種類，因此也可能爲 CTV 在臺灣的重要病媒蚜蟲 (黃, 1994; Yokomi *et al.*, 1994)。

蚜蟲傳播半持續性病毒需要數分鐘至數小時的獲得病毒與傳播病毒時間。在有效期間內，增加獲得病毒時間，可以增加蚜蟲傳播病毒的效率。半持續性與非持續性傳播模式的相同之處，在於獲得病毒到傳播病毒之間皆沒有潛伏期。半持續性病毒在蚜蟲體內的病毒保留時間較非持續性傳播模式長。蚜蟲一旦蛻皮，即喪失先前保有的病毒。蚜蟲獲得病毒後，馬上可以經由取食傳播病毒到另一株植物，其它有關半持續型傳播的分子層級研究請參考 Ng & Falk (2006)。

蚜蟲媒介持續性傳播之病毒

目前在臺灣以蚜蟲爲媒介的持續性傳播之植物病毒只有兩種，皆屬於持續性循環型傳播，分別爲香蕉萎縮病毒 (*Banana bunchy-top virus*, BBTV) 及瓜類蚜媒黃化病毒 (*Cucurbit aphid-borne yellows virus*, CABYV)。蕉蚜傳播的 BBTV 曾於

1892-1958 年間於中部香蕉種植區引發數度大流行，幾乎造成當時香蕉主要栽培品種滅絕。但此病的發生率於 1983 年後大爲降低，現已不是重要的香蕉病害 (曹, 1998)。桃蚜與棉蚜傳播的 CABYV，除了扁蒲之外，已普遍感染臺灣的各種瓜類作物，尤其在甜瓜及胡瓜感染率特別高 (鄧等, 2007; Lecoq *et al.*, 1992, 1999)。

BBTV 爲香蕉萎縮病毒屬 (*Babuvirus*) 病毒，CABYV 則爲馬鈴薯捲葉病毒屬 (*Polerovirus*) 病毒，此二病毒會感染病媒蚜蟲的組織與存在於血淋巴中，但不會於病媒蚜蟲體內複製 (Ng & Perry, 2004)。持續性傳播之植物病毒多侷限於植物韌皮部中，所以蚜蟲口針需要插入植物韌皮部才有機會獲得及傳播病毒。蚜蟲傳播持續性病毒的獲得與傳播病毒時間均比非持續性與半持續性傳播模式還長，通常需要數小時至數天才能獲得病毒或傳播病毒，這與蚜蟲口針必須刺吸到韌皮部才能吸食到植物汁液中的病毒顆粒有關。病毒在病媒蚜蟲體內移行至唾液腺，蚜蟲才有傳播病毒的能力，所以有數小時到數天的潛伏期。蚜蟲獲得病毒後，通常可以終生傳播病毒。在分子層級的傳播機制方面；病毒在蚜蟲體內需要突破腸道屏障、血淋巴屏障和唾腺屏障，病媒蚜蟲成功地傳播病毒也與病毒和寄主蛋白質相互作用有關 (Katis *et al.*, 2007)。

防治病媒蚜蟲與蚜媒病毒病之策略

要防治蚜蟲所傳播的病毒病，應從病媒－病毒－寄主植物三方面的交互關係來探討。選用抗病毒作物是一種有效的方法，特別是針對非持續性傳播的病毒，也可以消除田間病毒的來源 (Walker *et al.*, 1982)。利用傳統育種已成功培育出數種抗病毒作物 (Valkonen, 1994)，如果不考慮人們對基因改造作物的疑慮，殖入抗病基因之基因轉殖作物將是一種快速有效的防治方法。另外，也可以針對病媒蚜蟲栽培抗蚜蟲作物，或利用物理、化學方法阻隔蚜蟲傳播病毒的機會。目前已被商品化的基因轉殖抗病毒作物有抗 CTV 的柑橘、抗 PRSV 的木瓜、抗 ZYMV、CMV 與 PRSV 三種病毒的瓜類以及抗 PVY 和馬鈴薯捲葉病毒 (*Potato leafroll virus*) 的馬鈴薯 (Collinge *et al.*, 2010)。持續性傳播的病媒蚜蟲至少需要數小時的取食以獲得病毒，然後才能傳播病毒。化學殺蟲劑的施用可以殺死蚜蟲、抑制蚜蟲族群，進而抑制持續性傳播的病毒病害之流行。但是，非持續性傳播的病媒蚜蟲可在極短時間 (數秒) 內獲得與傳播病毒，所以即使以化學殺蟲劑殺蟲，病毒已經傳播完成，無法抑制病毒病害的流行。病毒病害的傳播也與蚜蟲的寄主選擇有關，例如持續性傳播之病毒大多爲拓殖型蚜蟲 (colonizer) 傳播，而非持續性或半持續性傳播之病毒除了可由拓殖型蚜蟲傳播外，非拓殖型蚜蟲更是病毒傳播的得力助手。既然非拓殖型蚜蟲是非持續性病毒的主要媒介，當然更難以利用防治蚜蟲來達成防治蚜媒病毒的目標。然而，配合帶病毒蚜蟲的族群調查與田間流行病監測，在預測發病高峰期配合施藥，仍然可以減低或延緩發病率。

針對蚜媒病毒病害之防治策略，應包含消除田間感染源以及減少或避開病媒蚜蟲族群兩類。下列數種方法宜配合使用 (張, 2007; Katis *et al.*, 2007; Wratten *et al.*, 2007)：

(1) 使用無毒種苗，以減少田間感染源。

(2) 拔除田間染病植物，使蚜蟲無法獲得病毒。
(3) 清除田間雜草使病毒及病媒蚜蟲無法立足。
(4) 種植抗病 (resistant) 或耐病 (tolerant) 作物。但以流行病學的角度來說，培育耐病作物有提供田間感染源的顧慮。
(5) 適當的栽植間隔，避免過度密集種植作物。
(6) 使用化學藥劑防治病媒蚜蟲族群。
(7) 使用礦物油防治病媒蚜蟲。本方法已被成功應用於高經濟價值鱗莖作物 (如百合) 及馬鈴薯，以防治多種非持續性傳播之病毒，但需要注意其藥害問題。
(8) 使用地面覆蓋物 (mulch)。地面覆蓋物尤其是顏色爲銀灰色或透明之反光布的反射光，會影響飛行中的有翅蚜蟲對寄主植物之定位。但此種方法僅能於作物生長初期奏效，隨時間增長蚜蟲數量依舊會增加。
(9) 使用作物表面覆蓋物 (row cover)。將重量很輕的 span-bonded polyester 或 polyethylene 作爲作物表面覆蓋物，使有翅型蚜蟲無法接近作物。隧道式栽培 (tunnel) 也是使用類似的原則。
(10) 建造網室等地面設施，使蚜蟲無法接近網室內作物。
(11) 栽植屏障作物。在容易受到蚜媒病毒感染的作物旁，種植蚜蟲的非寄主作物作爲屏障，讓蚜蟲將口針內的病毒先行釋放於非寄主作物，如此可以有效減緩非持續性傳播之病毒的傳播速度。例如在美國佛羅里達州就利用向日葵作爲屏障作物，保護甜椒免於受到 PVY 的爲害；在臺灣也曾經於木瓜旁種植高莖玉米以減緩 PRSV 的傳播速度。
(12) 改變種植或收穫季節，以避開病媒蚜蟲發生的高峰期，降低大規模流行病的可能性。

結 論

雖然在臺灣於各大專院校及政府研究單位內，研究植物病毒的研究人員眾多，但有關蟲媒植物病毒方面的研究大多僅侷限於病毒本身或病毒對寄主植物的影響，或是僅確定植物病毒的病媒昆蟲。對於病媒昆蟲與植物病毒間的交互作用以及病媒昆蟲的相關基礎研究目前仍不多見 (黃, 2010)。有關臺灣蚜媒病毒研究多集中於 PRSV，且大多針對植物病毒本身或抗病毒基因轉殖作物的相關研究。現在從事蟲媒植物病毒研究者多僅具有植物病理學的專業背景，但蟲媒植物病毒除了病毒本身，媒介昆蟲的傳播更是疾病發展的關鍵因子。期望不久的將來，能有更多具有昆蟲學專業背景的研究人員加入，增進跨領域之間的對談與合作，增加我們對病媒昆蟲在病毒病害流行扮演角色的瞭解，以祈能夠開發新穎的防治方法，有效抑制田間蟲媒植物病毒病害之流行。

引用文獻

張清安。2007。蚜蟲傳播病毒病之傳播生態與因應對策。農業世界 282: 10-18。
陳慶忠。2006。防疫檢疫重要植物病毒之媒介昆蟲與傳毒原理。植物重要防疫檢疫害蟲診斷鑑定研習會專刊 6: 21-72。

黃秋雄。1994。柑橘毒素病之研究。農業研究 21: 62-70。

黃莉欣。2010。植物蟲媒病害及其蟲媒研究簡介。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所技術專刊 158: 1-11。

曹麗玉。1998。香蕉萎縮病系統之生物學與分子生物特性及其生態。國立臺灣大學植物病蟲害學系博士論文。132 pp。

鄧汀欽、廖吉彥、蔡錦慧、余志儒、蔣國司、賴信宏、林子凱、張清安、H. Lecoq。2007。瓜類蚜媒黃化病毒在臺灣之發生。p. 163-183。2007 植物蟲媒病害與防治研討會專刊。行政院農業委員會動植物防檢疫局、國立中興大學植物病理學系編印。278 pp。

Anderson, P. K., A. A. Cunningham, N. G. Patel, F. J. Morales, P. R. Epstein, and P. Daszak. 2004. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. Trends Ecol. Evol. 19: 535-544.

Collinge, D. B., H. J. L. Jørgensen, O. S. Lund, and M. F. Lyngkjær. 2010. Engineering pathogen resistance in crop plants: current trends and future prospects. Annu. Rev. Phytopathol. 48: 269-291.

Hogenhout, S. A., E. D. Ammar, A. E. Whitfield, and M. G. Redinbaugh. 2008. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. Annu. Rev. Phytopathol. 46: 327-359.

Katis, N. I., J. A. Tsipis, M. Stevens, and G. Powell. 2007. Transmission of plant viruses. p. 353 -389. *in*: Aphids as Crop Pests. (van Emden, H. F. and R. Harrington, eds.) CABI. Wallingford, United Kingdom. 752 pp.

Lecoq, H. 1999. Epidemiology of *Cucurbit aphid-borne yellows virus*. p. 243-248. *in*: The *Luteoviridae*. (Baker, H. and H. G. Smith, eds.) CABI. Wallingford, United Kingdom. 297 pp.

Lecoq, H., D. Bourdin, C. Wipf-Scheibel, M. Bon, H. Lot, O. Lemaire, and E. Herrbach. 1992. A new yellowing disease of cucurbits caused by a luteovirus, cucurbit aphid-borne yellows virus. Plant Pathol. 41: 749-761.

Ng, J. C. K., and B. W. Falk. 2006. Virus-vector interactions mediating nonpersistent and semipersistent transmission of plant viruses. Annu. Rev. Phytopathol. 44: 183-212.

Ng, J. C. K., and K. L. Perry. 2004. Transmission of plant virus by aphid vectors. Mol. Plant Pathol. 5: 505-511.

Pirone, T. P., and K. L. Perry. 2002. Aphids: non-persistent transmission. Adv. Bot. Res. 36: 1-19.

Raccah, B., H. Huet, and S. Blanc. 2001. Potyviruses. p. 181-206. *in*: Virus-Insect-Plant Interactions. (Harris, K. F., O. P. Smith, and J. E. Duffus, eds.) Academic Press. New York. 376 pp.

Valkonen, J. P. T. 1994. Natural genes and mechanisms for resistance to viruses in cultivated and wild potato species (*Solanum* spp.). Plant Breeding 112: 1-16.

Walker, D. G. A., J. A. Tomlinson, N. L. Innes, and D. A. C. Pink. 1982. Breeding for virus resistance in British vegetable crops. Acta. Hort. 127: 125-135.

Watson, M. A., and F. M. Roberts. 1939. A comparative study of the transmission of *Hyoscyamus* virus 3, potato virus Y and cucumber virus 1 by vectors *Myzus*

persicae (Sulz.), *M. circumflexus* (Buckton) and *Macrosiphum gei* (Koch). Proc. Roy. Soc. Ser. B. 127: 543-576.

Weintraub, P. G., and L. Beanland. 2006. Insect vectors of phytoplasmas. Annu. Rev. Entomol. 51: 91-111.

Wratten, S. D., G. M. Gurr, J. M. Tylianakis, and K. A. Robinson. 2007. Cultural control. p. 423-445. *in*: Aphids as Crop Pests. (van Emden, H. F. and R. Harrington, eds.) CABI. Wallingford, United Kingdom. 752 pp.

Yokomi, R. K., R. Lastra, M. B. Stoetzel, V. D. Damsteegt, R. F. Lee, S. M. Garnsey, T. R. Gottwald, M. A. Rocha-Pena, and C. L. Niblett. 1994. Establishment of the brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) in Central America and the Caribbean Basin and transmission of citrus tristeza virus. J. Econ. Entomol. 87: 1078-1085.

Control strategies of important aphids that transmit viral diseases of crops

Chi-Wei Tsai and Wei-Te Chen

[1] Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC
[2] Corresponding author, e-mail: chiwei@ntu.edu.tw

Abstract

Plant viruses often infest agricultural crops during the growth season. Among plant viruses, there are about 76% of virus species transmitted by various vectors. Insects are the important vectors of plant viruses, and among them aphids play an important role in virus transmission. Most aphids transmit plant viruses in a nonpersistent transmission mode. Host plant selection and feeding behavior of aphids are important factors affecting the epidemics of plant viral diseases. Also, host range and life history of aphids are keys to determine the transmission rate of plant virus. From the perspective of transmission biology, it is crucial to consider vector-virus-host plant interactions in order to control the aphid-borne viral diseases. Two control strategies are suggested to effectively control epidemics of aphid-borne viral diseases: (1) to eliminate the source of pathogens in the field and (2) to reduce or avoid the population of vector aphids. This paper describes species and biological characteristics of plant virus-transmitting aphids and its transmission mechanism. Finally, we suggest control strategies of aphid vectors and aphid-borne viral diseases.

Key words: aphids, aphid-borne plant viruses, transmission biology, integrated pest management

表 1. 臺灣重要的蚜蟲媒介病毒

Table 1. Important aphids-borne plant viruses in Taiwan

病毒名	病毒科別	蚜蟲傳播模式	寄主範圍
Cucumber mosaic virus	*Bromoviridae*	非持續性	花卉、蔬菜、果樹
Papaya ringspot virus W strain	*Potyviridae*	非持續性	葫蘆科作物
Papaya ringspot virus	*Potyviridae*	非持續性	木瓜
Potato virus Y	*Potyviridae*	非持續性	馬鈴薯、菸草、番茄等
Turnip mosaic virus	*Potyviridae*	非持續性	十字花科蔬菜
Zucchini yellow mosaic virus	*Potyviridae*	非持續性	葫蘆科作物
Banana bunchy-top virus	*Nanoviridae*	持續性	香蕉