

臺灣紅龍果病毒性病害之研究與現況分析

張雅君^{1,*} 郭庭禕² 毛青樺¹ 呂有其¹ 李勇賜¹

¹ 國立臺灣大學植物病理與微生物學系

¹ 國立臺灣大學植物醫學碩士學位學程

* 聯絡作者；E-mail：ycchang@ntu.edu.tw

摘要

紅龍果又名火龍果(pitaya, pitahaya, dragon fruit)，為仙人掌科(Cactaceae)三角柱屬(*Hylocereus* spp.)之多年生攀附性植物，原產於中南美洲熱帶雨林，為臺灣積極推廣且極具外銷潛力的熱帶果樹。目前紅龍果多以肉質狀三角莖扦插繁殖，雖可提供園藝性狀穩定、品質均一的種苗；但若繁殖用的母本遭受病毒感染，很容易經由種苗使病毒快速散播。臺大劉瑞芬教授的研究團隊於 2001 年發表 *Potexvirus* 屬之仙人掌 X 病毒(*Cactus virus X*, CVX)感染紅龍果植株引起斑駁病徵，他們完成 CVX-Hu 分離株全長基因體之選殖與解序，並製備出 CVX 抗血清，應用於 DAS-ELISA 檢測。農試所廖吉彥等人的田間調查指出，CVX 普遍存在於臺灣與金門的紅龍果植株中，依地區不同感染率在 50%~90%之間。我們實驗室於 2005 年從臺大農場種植的紅龍果植株中分離出 CVX-NTU 分離株，並完成全長基因體之選殖與解序工作。2006 年至 2008 年間我們從陽明山採集的紅龍果樣品分離並鑑定出另外兩種 *Potexvirus* 屬病毒：其一為臺灣首次發現之蟹爪蘭 X 病毒(*Zygocactus virus X*, ZyVX)；其二為未被鑑定的新 potexvirus，因而命名為紅龍果 X 病毒(*Pitaya virus X*, PiVX)。目前臺灣所報導感染紅龍果的三種病毒皆為 potexvirus，將 CVX、ZyVX 與 PiVX，以及其它 *Potexvirus* 屬病毒進行序列比對及類緣分析，結果顯示感染仙人掌科植物的 potexvirus 都屬同一個分群，代表彼此的類緣關係較密切。為了解這三種病毒在紅龍果的感染情況，我們研發出多引子反轉錄聚合酶鏈鎖反應(multiplex RT-PCR)，並進一步利用磁性奈米粒子，發展出 magnetic nanoparticle-capture RT-PCR (MNC RT-PCR)快速檢測方法。我們對臺灣各地區種植的紅龍果進行田間調查，最新結果顯示所採集的田間樣品皆有病毒感染，相較於七年前的田間調查結果，三種 potexviruses 感染情形明顯增加。

前言

仙人掌科(Cactaceae)三角柱屬(*Hylocereus* spp.)之多年生攀附性肉質植物，原產於墨西哥、哥倫比亞等中南美洲地區之熱帶雨林^(15,21)；其可食用之果實內含清甜果肉與眾多黑色細小種子，紅色果皮具有肉質鱗片狀突起，故稱為紅龍果或火龍果，英文為 dragon fruit，而 pitaya 或 pitahaya 在拉丁美洲則意指鱗片狀果實⁽²⁴⁾，

為近年來發展迅速之高價熱帶水果。臺灣最早之紅龍果栽種記錄為 17 世紀中期由荷蘭人所引進⁽⁹⁾，但直到 1980 年代從越南和中南美洲引入可自花授粉之大果品種，並選育出質量均佳的品系之後，才成為廣受歡迎的經濟果樹⁽⁶⁾。全世界栽種最多的紅龍果種類為果實橢圓形、果肉白色之 *H. undatus*，以及卵形果實、果肉呈紫紅色之 *H. costaricensis*⁽¹⁵⁾；而臺灣還栽種橢圓形果實紅果肉之 *H. polyrhizus*，並有農民以這些種類為親本培育出多種優良品系。紅龍果的果實營養價值極高，富含 betanin、phylocactin、hylocerenin 等抗氧化效果佳之甜菜苷色素(betalains)^(22,24)，除可鮮食外，也可製成果汁或冰淇淋⁽²⁴⁾，很受國內外市場歡迎。

目前紅龍果主要栽種國家有越南、尼加拉瓜、哥斯大黎加、哥倫比亞、以色列等⁽¹⁵⁾，除供給本地市場外，亦外銷至東南亞及歐洲等國家，而澳洲和美國也開始發展紅龍果產業⁽²⁰⁾。目前臺灣紅龍果栽種面積將近 1 千公頃，主要集中於中部地區，其中又以彰化二林最具規模，其他包括臺中、南投、臺南，此外澎湖、金門等亦有專區種植。因紅龍果售價居高不下，栽培面積因此逐年擴增。外銷市場方面以日本、大陸、香港和加拿大為主，總外銷量從 2010 年的 176 公斤，2013 年已大幅提高至 44,450 公斤，其中大陸佔紅龍果總出口量的 87%，未來市場的需求將逐漸增加^(5,8)。

雖然紅龍果可利用實生苗進行栽種，或以微體繁殖技術生產所需之種苗⁽¹⁵⁾；但為提供大量、品質一致、性狀穩定的種苗供農民使用，故目前培育紅龍果種苗還是以肉質狀三角莖進行扦插繁殖最為快速簡便⁽¹²⁾。因病毒感染紅龍果植株時會擴散至整株植物，所以繁殖用的母本遭受病毒為害時，新繁殖的種苗也會帶有病毒，因而造成大面積的感染。除此之外，在日常管理中修剪紅龍果枝條以及採收果實常使用剪刀器具，亦有可能因此傳播病毒。因此對於紅龍果病毒性病害應多加以了解，期望能找出合適的防治對策。

紅龍果病毒性病害之研究歷史回顧

研究報導顯示 *Potexvirus* 屬之仙人掌 X 病毒(*Cactus virus X, CVX*)為唯一曾於期刊正式發表之感染紅龍果的植物病毒，且 CVX 已經普遍感染存在於紅龍果植株中⁽¹⁾。臺大植物病理與微生物學系劉瑞芬教授及其研究生於 1999 年在新竹縣關西地區紅龍果園中發現紅龍果三角莖出現黃綠相間且著色不均之斑駁病徵，經電子顯微鏡觀察病毒顆粒型態，以及血清學研究證實為 CVX 所造成⁽¹⁸⁾，這是臺灣最早發現且有正式報告之紅龍果病毒。劉等人將紅龍果病株汁液接種於紅藜(*Chenopodium amaranticolor*)，進行三次單斑分離，獲得 CVX-Hu 病毒分離株，並完成指示植物接種試驗，以及紅龍果實生苗的回接試驗；然後以純化的 CVX-Hu 病毒顆粒製備出 CVX 抗血清，將其應用於雙抗體三明治-酵素連結抗體免疫吸附法(DAS-ELISA)，可快速大量檢測紅龍果樣品⁽¹¹⁾。此外，劉教授的研究

團隊也完成 CVX-Hu 全長基因體之選殖與解序，不含 polyA 尾端，共有 6614 個核苷酸，基因體結構與其他 potexvirus 相同，CVX-Hu 序列已經登錄在 GenBank 中(accession number AF308158)，這是全世界首次發表的 CVX 全長序列⁽¹⁷⁾。

農業試驗所廖吉彥等人 2003 年發表的文獻指出，CVX 普遍存在於臺灣與金門田間栽種的紅龍果植株中，並從宜蘭採集的罹病株分離出 CVX-EL1 病毒分離株，同樣以純化的病毒顆粒製備出 CVX 抗血清，也選殖了 CVX-EL1 的 3'端約 1.2 kb 之基因體片段，並加以解序，其中鞘蛋白(capsid protein)的全長序列共 678 個核苷酸，也已經登錄在 GenBank (accession number AY241392)⁽¹⁰⁾。廖等人將田間紅龍果的病徵分為退綠斑點(chlorotic spots)、斑駁(mottling)、壞疽(necrosis)及黃化(yellowing)等四型，發現以斑駁病徵最普遍。當以間接式酵素連結抗體免疫吸附法(I-ELISA)分析 CVX 在紅龍果不同部位的存在情形，結果發現三角莖、果皮、果肉和新生側芽皆可測得病毒，可見 CVX 確實分布於整株紅龍果植株⁽¹⁰⁾。此外，他們也觀察到發病植株的生長及果實質量都受到明顯影響。廖等人採集田間栽種的紅龍果植株並調查其感染 CVX 的情形，結果以屏東地區 91.6% 最高，金門縣發生率 52.5% 最低，而宜蘭、臺中、南投和彰化地區感染率則在 65.6~73.5% 之間⁽¹⁰⁾。

我們實驗室於 2005 年從臺大農場採集紅龍果樣品，以 CVX-Hu 抗血清篩選出罹病株，將病株汁液接種在紅藜，進行三次單斑分離，獲得一病毒分離株，命名為 CVX-NTU⁽³⁾。之後完成 CVX-NTU 寄主範圍之分析，以及全長基因體之選殖與解序工作；CVX-NTU 不含 polyA 尾端，共有 6627 個核苷酸⁽³⁾，此序列已登錄在 GenBank (accession number JF937699)，這是截至目前為止第二條也是最新發表的 CVX 全長序列。我們利用自行設計的專一性引子對，配合 RT-PCR 方法於 2006 年間進行田間調查，結果顯示採集自臺北陽明山紅龍果園中的樣品有高達 95% 感染 CVX-NTU，而 CVX-Hu 則佔 40%，且都是複合感染⁽³⁾。可見此地區的 CVX 以 NTU 分離株佔絕大多數，但其生物意義仍需後續研究闡明。

前幾年墨西哥學者在報告中曾提及臺大劉教授團隊的研究成果，文章中描述美國佛羅里達州南部栽種的紅龍果也發現 CVX 感染，而墨西哥商業栽培的紅龍果似乎也有 CVX 存在，但卻尚未有正式報導；他們觀察發現 CVX 病毒濃度在高溫下較低，而天氣轉涼後病毒量會上升⁽²³⁾。

而 2006 年我們從陽明山觀光果園採集紅龍果樣品，發現 39 號紅龍果樣品對 CVX 抗血清呈現正反應，但無法擴增出預期的 CVX RT-PCR 產物，卻可產生約 150 bp 的非專一性片段。將此 150 bp 的片段純化、定序及比對後，發現與 *Potexvirus* 屬之蟹爪蘭 X 病毒(*Zygocactus virus X*, ZVX)有最高之序列相同度⁽³⁾。根據已發表之 ZyVX-B1 分離株序列(accession number AY366208)⁽¹⁴⁾，我們設計 ZyVX 專一性引子對，成功從樣品 RNA 中擴增出預期的 800 bp RT-PCR 產物，並且進行解序和序列比對，證實其與 ZyVX 核苷酸序列相同度達 94%⁽¹⁾。之後以奎藜(*C. quinoa*)植株進行三次單斑分離，利用所分離到的 P39 病毒分離株進行基因選殖與定序，確認 P39 分離株為 ZyVX。這是臺灣首次發現 ZyVX 之報導，亦

為 ZyVX 感染紅龍果之世界新紀錄⁽¹⁾。我們已完成 ZyVX-P39 分離株的全長基因體之選殖與解序工作，不含 polyA 尾端，共有 6624 個核苷酸⁽²⁾，也將其序列登錄在 GenBank 中(accession number JF930326.1)，這是除了 ZyVX-B1 之外⁽¹⁴⁾，第二條也是最新發表的 ZyVX 全長序列。

此外，同一批陽明山觀光果園的樣品中，編號 37 號紅龍果樣品 RT-PCR 檢測結果，除了 CVX 之預期片段外，亦產生一條 300 bp 的非專一性片段。經純化、解序與比對後發現此序列並非 CVX 病毒序列，但與多種 potexviruses 有高相同度。因此我們將此樣品汁液接種於紅藜植株，進行三次單斑分離實驗，將獲得的 P37 病毒分離株進行基因選殖與定序，結果鑑定出一種未曾被發現的新 potexvirus，將其命名為紅龍果 X 病毒(Pitaya virus X, PiVX)⁽¹⁶⁾。目前已完成 PiVX-P37 病毒分離株的全長基因體之選殖與解序工作，不含 polyA 尾端，共有 6677 個核苷酸^(2,4)。我們已將 PiVX-P37 的序列登錄在 GenBank 中(accession number NC_024458.1)，這是首次也是目前唯一發表的 PiVX 全長序列。

紅龍果病毒之分子特性與研究現況

CVX、ZyVX 和 PiVX 皆屬於 *Potexvirus* 屬病毒，是目前已知可感染紅龍果的病毒，詳細成果都來自臺灣研究團隊^(1,2,3,4,11,17,18)。*Potexvirus* 屬病毒隸屬於 *Tymovirales* 目 *Alphaflexiviridae* 科，其模式種(type species)為 *Potato virus X* (PVX)。病毒顆粒為短絲狀，長度約 470-580 nm，寬度約 13 nm，主要經由汁液以機械方式傳播，並無媒介生物⁽¹³⁾。該屬病毒之基因體為單鏈正意股 RNA 分子，5'端具有 m⁷G cap 及 3'端具有 polyA，大小約為 5.9-7.0 kb，由單一型態的鞘蛋白(capsid protein)包裹而成。*Potexvirus* 屬病毒基因體結構包括 5'端非轉譯區(untranslated regions, UTR)、3'-UTR 及 5 個主要開放轉譯架(open reading frames, ORFs)，分別為 ORF1-ORF5⁽¹³⁾。ORF1 為 RNA dependent RNA polymerase (RdRp)基因，可直接從基因體 RNA 轉譯出蛋白質，其功能主要是參與病毒之複製⁽¹³⁾。ORF2、3 和 4 為三個部分區域重疊的基因，稱為 triple gene block (TGB)，會藉由次基因體 RNA 表現出三個蛋白，分別為 TGB1、TGB2 和 TGB3，主要功能與病毒在寄主細胞與細胞間之移動有關。TGB1 可增加原生質絲的孔徑，並且為一 silencing suppressor；包含一段 NTPase-helicase domain，為 NTP 結合區域之保守性序列。TGB2 及 TGB3 皆含有一不帶電荷的胺基酸區域，可和寄主細胞中源自內質網的膜系小泡(membrane vesicle)結合，並有調節 TGB1 蛋白之功能⁽¹³⁾。而 ORF5 為 CP 基因，經次基因體 RNA 轉譯產生一個 18-27 kDa 蛋白質，主要參與病毒的包被作用，形成病毒顆粒，並且是病毒在細胞與細胞間移動所必須之蛋白質⁽¹³⁾。

當我們將 CVX-Hu、CVX-NTU、ZyVX-P39、PiVX-P37，與其它已知序列的

Potexvirus 屬病毒進行序列比對及類緣分析，結果顯示與感染仙人掌科植物的 *Schlumbergera virus X* (SchVX) 與 *Opuntia virus X* (OpVX) 屬同一個分群中，代表彼此的類緣關係較密切，而與其他 potexvirus 的關係則較疏遠⁽⁴⁾。

雖然廖等人曾報導 CVX 抗血清會與退綠斑點、斑駁、壞疽及黃化病徵的紅龍果產生正反應⁽¹⁰⁾，但無法排除這些植株有其他病毒感染。根據我們的觀察，單獨或複合感染 CVX、ZyVX 和 PiVX 病毒的紅龍果植株，其三角莖常呈現褪色斑點、斑駁等病徵，因此很難以病徵加以診斷鑑定。為了解這三種病毒在紅龍果的感染情況，我們依據所獲得的 CVX-NTU、ZyVX-P39 與 PiVX-P37 序列，分別設計各病毒的專一性引子對，加上可擴增植物粒線體 mRNA 序列的引子對，研發出多引子反轉錄聚合酶鏈鎖反應(multiplex RT-PCR)，對臺灣各地區種植的紅龍果進行檢測⁽²⁾。調查結果與廖等人的結論相同，證實臺灣田間紅龍果植株普遍受到 CVX 危害^(2,10)。至於另外兩種 potexviruses，ZyVX 除了中部地區的臺中和彰化之外，其他地區皆被檢出 ZyVX；新發現的 PiVX 則存在臺北、宜蘭、彰化以及臺東的紅龍果園。田間所採集的樣品，除少數單獨感染 CVX 之外，多數樣品都有一種以上病毒複合感染⁽²⁾。

為降低檢測成本並提升操作方便性，最近我們利用羧基(-COOH)修飾之四氧化三鐵(Fe_3O_4)磁性奈米粒子，搭配 multiplex RT-PCR 之反應條件，發展出另一套快速檢測方法，命名為 magnetic nanoparticle-capture RT-PCR (MNC RT-PCR)，以利大量樣品之檢測⁽⁷⁾。我們再次對台灣紅龍果產區進行田間調查，分析各地區紅龍果植株的 CVX、ZyVX 與 PiVX 病毒感染率與分布情形。而由最新田間調查結果可知，除台中農試所保存經篩檢的紅龍果植株外，所採集的田間樣品並未測得健康植株；相較於 2008 年田間調查數據，三種 potexviruses 感染情形明顯上升。推測是由於使用帶病毒扦插枝條，加上長期使用未經消毒之工具進行連續採收與修枝，導致病毒以機械傳播方式擴散至全園區⁽⁷⁾。

結語

截至目前為止，曾被報導感染紅龍果的病毒都屬於 *Potexvirus* 屬，未來或許有感染仙人掌科植物的其他病毒會被發現危害紅龍果。從我們的調查研究結果顯示，臺灣各地的紅龍果植株已經被 *Potexvirus* 屬的 CVX、ZyVX 和 PiVX 病毒所感染，其中以 CVX 最為普遍，而且常發現一種以上病毒同時感染的情況。但單獨或複合感染的紅龍果植株很難以病徵加以區分，而我們所研發的 multiplex RT-PCR 與 MNC RT-PCR 則能清楚地判別樣品受到哪幾種病毒感染。由於 *Potexvirus* 屬病毒以罹病植物汁液傳播，並無媒介生物參與病毒散播⁽¹³⁾，因此只

要種苗健康無病毒，病毒引起之病害即可獲得控制。但為了避免種植到田間後再次受到病毒感染，因此也需要對修剪和採收紅龍果使用的工具，開發合適的消毒方法，例如次氯酸鈉或磷酸三鈉溶液⁽¹⁹⁾，提供農民使用。若能利用我們所研發的 multiplex RT-PCR 或 MNC RT-PCR，協助農業試驗單位或種苗業者篩檢紅龍果繁殖材料，將可建立無病毒紅龍果種苗生產體系，提供果農健康高品質的紅龍果種苗。

參考文獻

1. 毛青樺、呂有其、張雅君. 2007. 感染紅龍果之蟹爪蘭 X 病毒之特性分析與田間調查. 植病會刊 17: 97-98.
2. 毛青樺. 2008. 蟹爪蘭 X 病毒與紅龍果 X 病毒之分子特性與偵測. 國立臺灣大學植物病理與微生物學研究所碩士論文.
3. 呂有其. 2007. 仙人掌 X 病毒新分離株之特性分析與感染性選殖株之構築. 國立臺灣大學植物病理與微生物學研究所碩士論文.
4. 李勇賜. 2010. 紅龍果 X 病毒之特性分析、感染性選殖株構築與抗血清製備. 國立臺灣大學植物病理與微生物學研究所碩士論文.
5. 邱禮弘、徐敏記. 2012. 紅龍果. 臺灣中部地區外銷作物產業專集：台中區農業改良場特刊第 112 期. pp45-54.
6. 徐萬德. 2004. 仙人掌紅龍果之栽培、生育習性及物候調查. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文.
7. 郭庭禕、毛青樺、張雅君. 2015. 紅龍果 potexviruses 病毒快速檢測方法之開發與田間調查. 中華民國植物病理學會 103 年年會.
8. 楊玉婷、劉依蓁. 2014. 臺灣紅龍果生產技術改進研討會採訪紀實. 農業生技產業季刊 37: 89-92.
9. 楊恭毅. 1984. 楊氏園藝植物大名典 I-IX. 中國花卉雜誌社. 7183 頁.
10. 廖吉彥、張清安、顏昌瑞、陳昱初、鄧汀欽. 2003. 感染紅龍果之仙人掌病毒 X 之鑑定與分佈調查. 植病會刊 12: 225-234.
11. 劉命如、洪建龍、劉瑞芬. 2004. 引起紅龍果斑駁病徵之 *Cactus virus X* 的鑑定與免疫檢測. 植病會刊 13: 27-34.
12. 劉碧鵑. 2010. 台灣紅龍果的栽培. 農業試驗所特刊 144 號.
13. King, A. M. Q., Adams, M. J., Carstens, E. B., and Lefkowitz, E. J. 2012. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. 1327 pp. Elsevier Academic Press, London.
14. Koenig, R., Pleij, C.W.A., Loss, S., Burgermeister, W., Aust, H., and Schiemann, J. 2004. Molecular characterisation of potexviruses isolated from three different

- genera in the family *Cactaceae*. *Archives of Virology* 149: 903-914.
15. Le Bellec, F., Vaillant, F., and Imbert, E. 2006. *Pitahaya (Hylocereus spp.): a new fruit crop, a market with a future*. *Fruits* 61: 237-250.
 16. Li, Y.-S., Mao, C.-H., and Chang, Y.-C. 2010. Characterization of a new pitahaya-infecting potexvirus and the construction of its infectious cDNA clone. 2009 Annual Meeting of Phytopathological Society of the Republic of China.
 17. Liou, M. R., Chen, Y. R., and Liou, R. F. 2004. Complete nucleotide sequence and genome organization of a *Cactus virus X* strain from *Hylocereus undatus*. *Archives of Virology* 149: 1037-1043.
 18. Liou, M. R., Hung, C. L., and Liou, R. F. 2001. First report of *Cactus virus X* on *Hylocereus undatus* (Cactaceae) in Taiwan. *Plant Disease* 85: 229.
 19. Matsuura, S., Matsushita, Y., Usugi, T., and Tsuda, S. 2010. Disinfection of *Tomato chlorotic dwarf viroid* by chemical and biological agents. *Crop Protection* 29: 1157-1161.
 20. Merten, S. 2003. A review of *Hylocereus* production in the United States. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 5: 98-105.
 21. Mizrahi, Y., Nerd, A., and Nobel, P.S. 1997. Cacti as crops. *Horticultural Reviews* 18: 291-319.
 22. Stintzing, F.C., Schieber, A., and Carle, R. 2002. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. *Food Chemistry* 77: 101-106.
 23. Valencia-Botin, A.J., Kokubu, H., and Ortiz-Hernandez, Y.D. 2013. A brief overview on pitahaya (*Hylocereus* spp.) diseases. *Australasian Plant Pathology* 42: 437-440.
 24. Wybraniec, S., and Mizrahi, Y. 2002. Fruit flesh betacyanin pigments in *hylocereus* cacti. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 6086-6089.

Study of the Pitaya Viral Diseases in Taiwan

Chang, Y.-C.^{1,*}, Kuo, T.-Y.², Mao, C.-H.¹, Lu, Y.-C.¹ and Li, Y.-S.¹

¹ Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University

² Master Program for Plant Medicine, National Taiwan University

* Corresponding Author; E-mail : ycchang@ntu.edu.tw

Abstract

Pitaya, also called pitaya, pitahaya or dragon fruit, belonging to the genus *Hylocereus* in the family of Cactaceae, is a perennial climbing epiphytic plant native to the forests of Latin America, and is becoming an important tropical fruit crop in Taiwan. Because pitaya is mainly propagated by cutting, if mother plant is infected with viruses, disease can be spread easily. In 2001, the research team of Professor Ruey-Fen Liou at National Taiwan University published the first report of *Cactus virus X* (CVX), a member of the genus *Potexvirus*, on pitaya in Taiwan. They finished the cloning and sequencing work of CVX-Hu isolate, prepared the antiserum and developed the DAS-ELISA. The result of disease survey done by Liao *et al.* at Taiwan Agriculture Research Institute indicated that CVX was widespread in the pitaya plants and the infection incidence ranged 50%~90% in different areas of Taiwan and Kinman. In 2005, we isolated a new strain of CVX from the pitaya grown in the experimental farm at National Taiwan University, and obtained the complete genomic sequence of CVX-NTU. Another two potexviruses were isolated and identified by our laboratory in the pitaya samples collected from the Yanmingshan orchard during 2006 to 2008. One of the potexvirus is *Zygocactus virus X* (ZyVX) which was first identified and reported on pitaya in Taiwan. The other one is Pitaya virus X (PiVX) which is a new species of potexvirus first found in pitaya. The results of phylogenetic analyses on the full-length genomes of CVX, ZyVX, PiVX and other published potexviruses demonstrated that all Cactaceae-infecting potexviruses belong to the same cluster. For field survey of CVX, ZyVX and PiVX in pitaya plants, we developed a multiplex RT-PCR method, and later a magnetic nanoparticle-capture RT-PCR (MNC RT-PCR) was also developed. Pitaya plants sampled from several production areas in Taiwan were investigated for the infection rate and distribution of potexviruses. The recent field survey of pitaya showed that all pitaya samples were infected by potexviruses and the infection rate of these three potexviruses increased significantly compared to seven years ago.