

花蓮吉安地區龍鬚菜病毒病的週年發生率及田間防治研究¹

劉亭君²、蔡依真³、謝佳珉⁴、邱智迦⁵

摘要

本研究調查花蓮縣吉安鄉龍鬚菜產區病毒病發生情況，及其媒介昆蟲調查。結果顯示，在田間龍鬚菜病毒病平均發生率介於 6.9-28.1% 之間，種植一年的新田，發生率約 4.2-18%，遠低於種植 2-3 年的舊田 (6.2-38.3%)；尤其 4-6 月間病毒病在新、舊田發生率差距最大。本病徵隨著溫度及植株生長改變，在 11-2 月田區病徵不明顯，或僅有少數植株有黃色斑點病徵，溫度較高的 5-8 月，田間出現新葉斑駁皺縮，葉肉增生，葉面縮小病徵。本研究以常見瓜類病毒進行病毒檢測，僅有偵測到南瓜捲葉菲律賓病毒 (*Squash leaf curl Philippines virus*)。探討該病毒傳播，進行種瓜傳播試驗、機械接種試驗及田間媒介昆蟲帶毒率調查，結果顯示，本病毒僅由昆蟲傳播，不會經種瓜及機械傳播，而 6 月田間銀葉粉蝨帶毒率 35%。調查龍鬚菜田區粉蝨族群的數量，在 8 月達到高峰後逐月減少，1 月族群量最低。根據田間防治試驗顯示，連續進行 4 周處理苦楝油和 HL_PBS 資材能有效降低病徵發生。本研究結果可供龍鬚菜栽培農友擬定病毒防治策略。

關鍵詞：龍鬚菜、病毒病、南瓜捲葉病毒、銀葉粉蝨

-
1. 農業部花蓮區農業改良場研究報告 318 號。
 2. 農業部動植物防疫檢疫署高雄分署技士。
 3. 農業部花蓮區農業改良場作物環境科副研究員。
 4. 國立臺灣大學植物醫學碩士。
 5. 農業部花蓮區農業改良場作物環境科約僱助理。

前 言

龍鬚菜為梨瓜 (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz.) 的嫩梢，因其栽培容易且生長勢強，近年來，已成為台灣重要供應夏季蔬菜短缺的品項之一。台灣龍鬚菜栽培總面積年年增長，據 2019 年調查，全台面積 391 ha，其中花蓮地區 207 ha，位居第一，高雄 76 ha 次之、南投 66 ha，花蓮縣產區集中於吉安鄉（行政院農業委員會農糧署 2020）。龍鬚菜的栽培環境是屬於溫暖而雨水分佈平均的氣候，生育之適合溫度為 18-28°C，花蓮地區歷年 7-8 月平均高溫 31.1-32.9°C，若再加上雨量少的期間，常造成龍鬚菜生長變差及黃化，進而大面積發生萎凋，產量銳減，但也因此造成每年 7-10 月價格偏高（全 2014）。

龍鬚菜常見的病害有露菌病 (*Pseudoperonospora cubensis* 引起)、蔓枯病 (*Didymella bryoniae* 引起)、根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita* 引起) 等（陳和蔡 2011）。自 2010 年起，龍鬚菜產區開始出現葉片斑駁皺縮，新葉縮小畸形等症狀，經鑑定為南瓜捲葉菲律賓病毒 (*Squash leaf curl Philippines virus*, SLCPHV) 感染造成 (Tsai *et al.*, 2011)。南瓜捲葉病毒為 Geminiviridae 科、Begomovirus 屬，2005 年自冬瓜上分離到後，陸續在南瓜、洋香瓜、扁蒲等葫蘆科 (Cucurbitaceae) 作物上發現，至 2010 年已成為台灣瓜類的主要病毒之一 (王等人 2011)，台南地區洋香瓜感染率甚至高達 100%，造成全園廢耕的情形 (翁等人 2015)。此病毒由銀葉粉蝨 (*Bemisia tabaci* species complex) 所傳播，屬持續循環型 (persistent-circulative) 病毒，即銀葉粉蝨獲毒後可終生傳毒，粉蝨卵孵化後 1 齡若蟲會走動取食而獲毒，但移動距離不遠，其他齡期若蟲均固定在寄主植物上吸食，為防治效果較佳的主要齡期，成蟲具翅，活動性強，在病毒的傳播病毒上扮演重要角色 (彭和蔡 2012)。

近年來，夏季均溫逐年增加 (交通部中央氣象局 2020)，龍鬚菜栽培日益受到挑戰，病毒病造成葉片畸形的情況影響出貨品質及價格，也使農民開始關注本病害，如何正確辨認病害，並有效進行防治是產業上的重要課題。

材料與方法

一、供試材料

本研究於花蓮縣吉安鄉龍鬚菜產區進行，於本場溫室進行接種試驗，病毒接種所用之龍鬚菜種瓜於吉安鄉試驗田區採集。

二、病毒種類鑑定

選擇 5 處龍鬚菜田區，挑選具病毒病徵植株採取葉片共計 20 株，以 Geneaid[®] Total RNA Mini Kit 抽取核酸後，以葫蘆科常見病毒之專一性引子對進行聚合酶連鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR) 與反轉錄 PCR (Reverse Transcriptase PCR, RT-PCR)，包含：胡瓜綠斑嵌紋病毒 (*Cucumber green mottle mosaic virus*, CGMMV) (Daryono *et al.*, 2012)，矮南瓜黃化嵌紋病毒 (*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV) (Athanasios *et al.*, 2018)，胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber mosaic virus*, CMV) (Azizi *et al.*, 2014)、瓜類退綠黃化病毒 (*Cucurbit chlorotic yellows virus*, CCYV) (Gu *et al.*, 2011) 及南瓜捲葉菲律賓病毒 (*Squash leaf curl Philippines virus*, SLCPHV)，使用的引子對序列 SqLCV250F: CTT TCC GCA GGT TGT GGT TG、SqLCV250R: CAT CAG GCG CAG ACG AAT TG)。

三、龍鬚菜產區病毒病發生率調查

(一) 田間發病率調查

1. 試驗方法：選擇面積 0.2 ha 以上龍鬚菜田區共計 10 處，其中種植一年以內田區 5 處，種植 2 至 4 年田區 5 處，每處田區隨機選擇 200 株龍鬚菜進行觀察。
2. 調查方法：以植株外觀判斷是否為病毒感染，計算病毒發病率 (%) = [(病毒病徵出現植株/200 株) × 100%]，自 2019 年 9 月至 2021 年 2 月，每月進行 1 次調查，共計 18 次。

(二) 植株病毒檢測

挑選 2 年生田區與 3 年生田區各 1 塊，各田區隨機挑選 35 株龍鬚菜，觀察病徵出現比例，並以 SqLVCV250F/ SqLVCV250R 專一性引子對進行 PCR 檢測病毒罹病率。

四、傳播方式研究

(一) 種瓜傳播試驗

於田間選擇病毒病徵明顯之龍鬚菜 12 株採集種瓜，每株採集 1 顆共計 12 顆，供試植株以 SqLVCV250F/ SqLVCV250R 專一性引子進行 PCR 確認帶有 SLCPHV。採集之種瓜栽培於無粉蝨之隔離帳籠內，每月採集一次植株新葉，以 PCR 檢測是否感染，持續檢測 6 月 (1-6 月)。

(二) 機械傳播試驗

以機械方式接種帶有 SLCPHV 龍鬚菜葉片，接種時以 5 倍量 (W/V) 之 0.01 M 磷酸緩衝溶液 (phosphate buffer, pH7.0)，將病葉磨碎過濾後，以棉花棒沾取汁液輕拭灑有 400 目金鋼砂之健康龍鬚菜葉片，約 2-3 min 後以 RO 水洗去多餘汁液，處理植株共計 12 株，接種前以 PCR 確認未帶有 SLCPHV 病毒，接種後栽培於無粉蝨之隔離帳籠內，每月檢測新葉是否感染病毒，持續檢測 6 月 (1-6 月)。

五、田區粉蝨族群監測

從 109 年 1 月開始，於吉安鄉選擇 5 塊龍鬚菜田，田區大小約 0.2 ha，逢機設置 3 片黃色黏板 (16 × 28 cm)，每週更換並計算黏板上粉蝨數量。

六、田區粉蝨帶毒率

挑選龍鬚菜田區兩處，每區隨機抓 20 隻粉蝨成蟲，成蟲冷凍後萃取核酸：每隻成蟲以 QuickExtraction™ DNA Extraction Solution 1.0 (Lucigen, USA) 30 ul 磨碎，水浴法加熱 65°C 15 min，乾浴法加熱 98°C 2 min，保存於 -20°C，每隻粉蝨檢測 SLCPHV，計算帶毒率 (%) = [(帶毒粉蝨隻數/20 隻) × 100%]。

七、龍鬚菜病毒病田間防治試驗

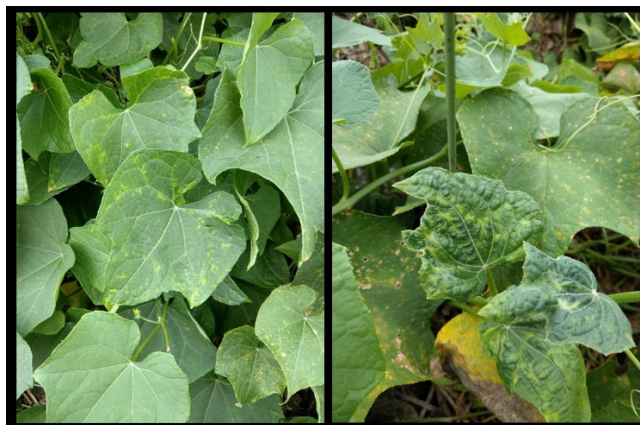
選擇龍鬚菜試驗田區 2 處，種植期分別為 2 年生及 3 年生田區，畦面寬度為 1.2 m，畦溝寬 0.5 m，每小區長度 12 m，每區 24 株龍鬚菜，試驗設計採完全逢機設計，4 處理，每處理 3 重複，各

試驗處理如下：(1) 苦楝油（良農現代化農業科技股份有限公司）400 倍稀釋液；(2) HL_PBS 400 倍稀釋液（本場研發之誘導抗病毒劑）；(3) 苦楝油（良農現代化農業科技股份有限公司）400 倍混合 HL_PBS 400 倍；(4) 不處理對照組（無使用任何粉蝨或病毒抑制相關資材）。處理組每 7 d 施用 1 次，連續處理 4 次後，以目視病徵進行病毒病發病率調查，發病率（%）=[（病毒病徵出現植株/24 株）×100%]。

結果與討論

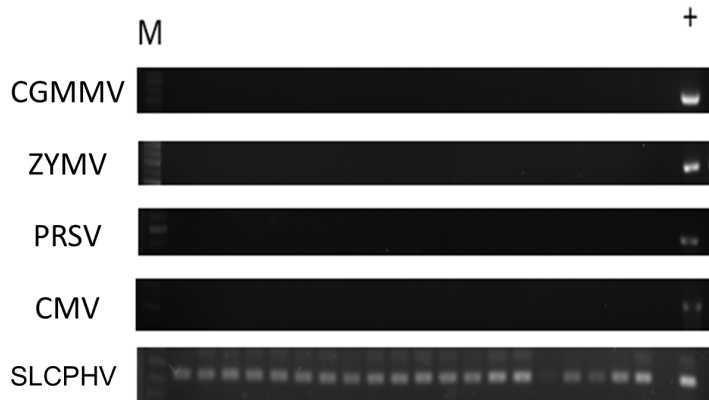
一、病毒種類鑑定

田區調查，病毒病徵在老葉顯現圓形不規則黃色斑點（圖一左），新葉會有斑駁皺縮（圖一右），葉肉增生，葉面縮小。根據檢測結果，20 件樣本僅 SqLCV250F/ SqLCV250R 專一性引子對檢測到條帶（圖二），產物定序後與 SLCPHV 序列相似度達 97%（GenBank No. GDQ866135）。



圖一、老葉病徵（左）與新葉病徵（右）比較

Fig. 1. Comparison of symptoms of virus infected old leaves (left) and young leaves (right).



圖二、調查 20 株僅有檢測到 SLCPHV

Fig. 2. The symptomatic leaves was tested positive for SLCPHV. M: 100bp ladder maker, + : positive control.

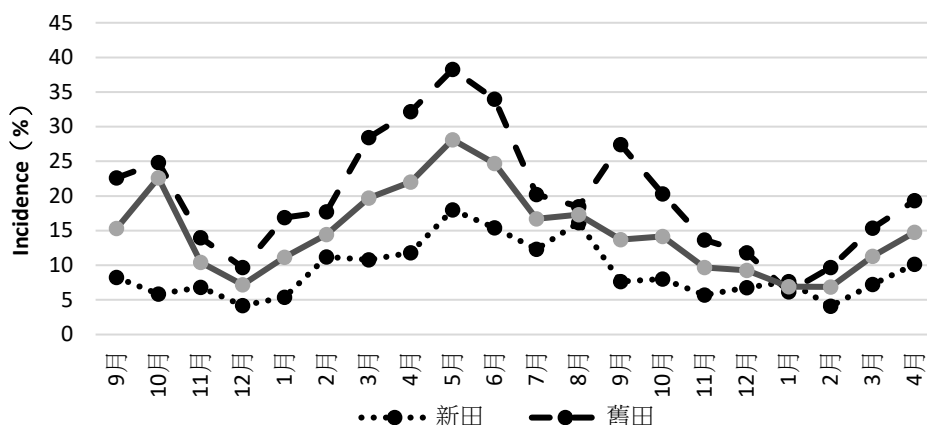
目前國外在龍鬚菜上的病毒紀錄有 *Tomato leaf curl New Delhi virus*、*Chayote mosaic virus*、*Alfalfa mosaic virus*、*Zucchini yellow mosaic virus* 等 (Sangeetha *et al.*, 2018; Juan *et al.*, 2007; Parrella *et al.*, 2021; Yoon *et al.*, 2018)，而臺灣僅有 SLCPHV (Tsai *et al.*, 2011)，本試驗確認吉安地區之龍鬚菜病毒病由 SLCPHV 造成，尚無其他機械傳播及粉蝨傳播病毒感染。

二、龍鬚菜產區病毒病發病率調查

(一) 田間發病率調查

由 108 年 9 月至 110 年 4 月藉由外部病徵的調查可見，田間病毒病害發病高峰在 5 月，而後平均發病率逐月下降，最低點在 1 月，整年田間調查平均的發病率為 6.9%至 28.1%。比較生長 2 至 3 年舊田區與 1 年生新田區發病率，新田區發病率 4.2%至 18.0%，明顯低於舊田區 6.2%至 38.3% (圖三)，舊田區病徵起伏較為明顯。觀察田區病徵，可見氣候冷涼之 11 至隔年 1 月，龍鬚菜生長快速，試驗田區僅有 3 年生田可觀察到明顯病徵，且病徵多集中於下位葉，待氣溫升高，龍鬚菜生長開始緩慢，田區植株開始顯現病徵，5-6 月甚至有田區發病達 60%，嚴重植株多數葉片均有病徵。

因龍鬚菜病毒病病徵在氣溫轉為冷涼後即減輕且恢復產量，與 SLCPHV 感染其他葫蘆科作物情況不同。SLCPHV 感染南瓜、洋香瓜、扁蒲等造成捲葉、斑駁等情形，病徵隨植株生長而逐漸加重 (Hoeft, 1978)；而龍鬚菜的此種病徵隨冷涼氣候而減輕的現象，也造成農民普遍不將病株移除。



圖三、病毒田間發病率平均。新田：種植 1 年內；舊田：種植 2-4 年；平均：全部試驗田

Fig. 3. Percentage of mean virus disease incidence. New field: planted for less than 1 year. Old field: planted 2 to 4 years. Average: all fields.

(二) 植株病毒檢測

依田區檢測結果，可見 2 年生田區有 5.7%罹病植株有病徵顯現，但有 14.2%植株感染病毒；而 3 年生田區有 20%病徵顯現，卻有高達 80%植株已受病毒感染（表一），顯示龍鬚菜病毒感染後，可能無法從外部病徵加以診斷。此外，3 年田病徵顯現與實際感染率皆高於 2 年田，表示罹病度似乎因種植與暴露感染的時間拉長而有累積的趨勢。

表一、龍鬚菜病毒病罹病率 (%) 與感染率 (%)

Table 1. The incidence and infection rate (%) of virus disease.

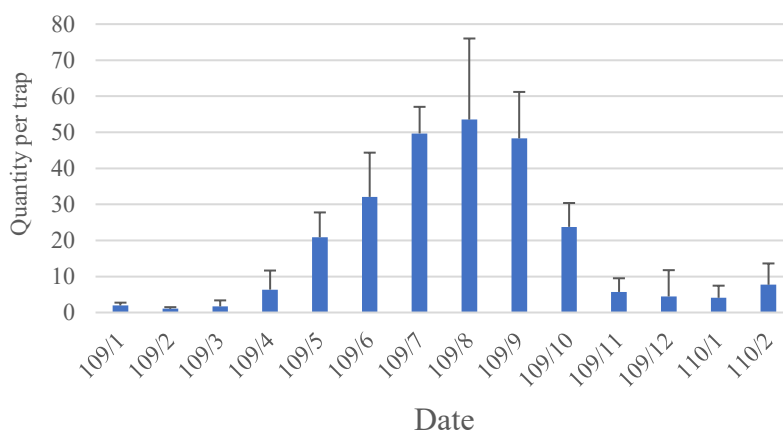
	2 年生	3 年生
罹病率 (%)	5.7	20
感染率 (%)	14.2	80

三、傳播方式調查

根據種瓜傳播及機械傳播試驗結果，全數龍鬚菜瓜苗皆未檢驗到 SLCPHV，觀察植株也未見到病毒病徵，與過去文獻指出 SLCPHV 不會透過種苗和機械接種傳播之情形相符（鄧 2011）。由此可知，由 SLCPHV 導致的龍鬚菜病毒病只能以媒介昆蟲傳播。然而，因龍鬚菜採收為以高頻度人工摘採嫩芽，汁液傳播性病毒極易因此田間擴散，且農民皆自行留種，因此長期監測其他種傳或機械傳播病毒發病種類，為降低傳播風險的必要措施。

四、田區粉蠊族群監測

自 2020 年 1 月起以黏紙調查田間蟲口數，粉蠊發病密度介於平均每張黏紙每週 1 至 53 隻（圖四），於 2020 年 2 月最低，平均每張黏紙 1.1 隻，2020 年 8 月最高，平均每張黏紙 53.5 隻。從整年來看，龍鬚菜田的粉蠊族群在 4 月開始增加，5 月有明顯升高，月均溫 25.3°C，族群維持一定數量直到 11 月才有明顯降低，此時月均溫 22.8°C。族群數變動趨勢與溫度符合，亦即龍鬚菜田區之粉蠊族群數受到氣溫影響，5 月均溫高於 25°C 時，粉蠊族群開始明顯增長，此與前人調查銀葉粉蠊最適生存溫度為 25-30°C 結果符合（白和施 2003）。



圖四、吉安地區龍鬚菜田間銀葉粉蠊發病情形

Fig. 4. Incidence of whitefly in chayote field at Ji-an, Hualien county, Taiwan.

五、田區粉蠊帶毒率

109 年 6 月自吉安鄉兩處田區採集銀葉粉蠊檢測 SLCPHV 帶毒率，田區為 2 年生，採集當月罹病率分別為 18%與 35%，兩處田區粉蠊帶毒率皆為 35%。前人研究（林 2011）顯示粉蠊帶毒率與田間罹病度沒有直接相關，亦與本試驗結果相似，但能明顯發現病毒發病率高者粉蠊帶病毒量也較高。

六、病毒防治試驗

田間調查施用苦楝油與抗病毒劑 HL_PBS 處理後，可見處理組分別施用苦楝油與誘導抗病毒劑 HL_PBS 對 2 年生田區能顯著抑制病毒病徵出現；而混合兩種資材一起施用能再降低病徵發病。在 3 年生田區，資材處理與否則沒有顯著差異（表二），推測可能係因 3 年生田區多數植株已感染病毒，故無法透過防治粉蠊傳播或誘導抗病而降低田間病徵情形。根據趙氏研究指出，控制媒介昆蟲可降低田間病毒傳播並減少感染源（趙 2007；趙 2010），因此在防治策略上，應及早開始防治，在田間病毒株數量尚低時開始降低粉蠊數量，降低病毒傳染速度。

表二、不同資材處理對龍鬚菜病毒病發病率影響

Table 2. Effects of material treatments on the incidence rate of virus disease.

Treatments	incidence rate (%)			
	2-year-old field		3-year-old field	
	Before	After	Before	After
Neem oil 400x	19.1 a ^y	13.5 a	22 a	38 a
HL_PBS 400x	18.1 a	15.6 a	19.6 a	28.4 a
Neem oil 400x+ HL_PBS 400x	12.0 a	5.9 a	25.6 a	39.8 a
Untreated control	22.6 a	38.5 b ^y	24.7 a	31.4 a

^z Values with disease incidence are significantly different ($p \leq 0.05$) according to t-test.

^y Data with the same letter in each column are not significantly different at 5% probability level by SPSS test.

結 論

龍鬚菜因宿根之栽培特性，有時種植期長達數年，病毒病徵於特定時節有減輕的現象，而農民有自行留種的習慣，故整個病毒病害的防治策略應依其種植特性調整。本研究調查結果指出龍鬚菜病毒病的病毒種類為南瓜捲葉菲律賓病毒 (SLCPHV)，係藉由銀葉粉蝨傳播，控制媒介昆蟲數量應可控制田間病毒之傳播。建議農友在龍鬚菜病毒病防治上應著重銀葉粉蝨管理，並透過栽培技術或肥培強化龍鬚菜生長勢，降低病徵顯現，減少對產量與品質的影響。

參考文獻

1. 王毓華、林子凱、林照能 2011 農業環境變遷對葫蘆科蔬菜育種與栽培技術之挑戰 因應氣候變遷作物育種及生產環境管理研討會 p.153-161。
2. 交通部中央氣象局 觀測資料查詢 <<https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>>
3. 白桂芳、施劍登 2003 銀葉粉蝨在胡瓜上之族群介量 植物保護學會會刊 45(2):91-100。
4. 行政院農業委員會農糧署 農情報告資訊網 <https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp>
5. 全中和 2014 龍鬚菜夏季高溫期間栽培管理 花蓮區農業專訊 89:21-22。
6. 林鳳琪、張淑貞、鄭櫻慧、王清玲、胡仲祺 2011 銀葉粉蝨傳播蔬果雙生病毒及其防治研究 農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會專刊 p.193-203。
7. 翁崧夏、巫宣毅、蔡依真 2015 龍鬚菜田間南瓜捲葉菲律賓病毒之發病及病媒昆蟲的初探 植保年會論文宣讀 p.14。
8. 陳任芳、蔡依真 2011 瓜類蔓枯病之發病生態及防治 花蓮區農業專訊 76:7-9。
9. 彭瑞菊、蔡翰沅 2012 銀葉粉蝨帶毒率對洋香瓜不同生育時期南瓜捲葉病毒病發病之影響 臺南區農業改良場研究彙報 60:30-37。
10. 趙佳鴻 2007 瓜類病毒病害防治策略與展望 臺中區農業改良場特刊 88:101-109。
11. 趙佳鴻 2010 薊馬、粉蝨傳播植物病毒病害之特性 臺中區農業改良場特刊 105:216-221。
12. 鄧汀欽 2011 三十年來台灣瓜類病毒病害的流行趨勢演變 農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會專刊 p.147-163。
13. Azizi A, and Shams-Bakhsh M. 2014. Impact of cucumber mosaic virus infection on the varietal traits of common bean cultivars in Iran. *Virus Dis.* 25(4):447-454.
14. Athanasios, K., B. Margaritw, M. Ourania, R. Chrysavgi, H. Maria, O. Patrivia and V. Andreas. 2018. Exogenously applied dsRNA molecules deriving from the *Zucchini yellow mosaic virus*(ZYMV) genome move systemically and protect cucurbits against ZYMV. *Mol. Plant Pathol.* 19(4):883-895.
15. Daryono, B.S. and K.T. Natsuaki. 2012. Application of multiplex RT-PCR for detection of Cucurbit-Infesting Tobamovirus. *J. Agr. Sci.* 8:1.
16. Gu, Q.S., Y.H. Liu, Y.H. Wang, W.G. Huangfu, H.F. Gu, L. Xu, F.M. Song, and J.K. Brown. 2011. First report of *Cucurbit chlorotic yellows virus* in cucumber, melon, and watermelon in China. *Plant Dis.* 95:73.
17. Hoefert, L.L. 1987. Association of squash leaf curl virus with nuclei of squash vascular cells. *Phytopathology* 77:1,596-1,600.
18. Juan J. Bernal, I. Jiménez, M. Moreno, M. Hord, C. Rivera, R. Koenig, and E. Rodríguez-Cerezo. 2008. *Chayote mosaic virus*, a New Tymovirus Infecting Cucurbitaceae. *Phytopathology* 90(10):1,098-1,104.
19. Parrella, G., E. Troiano, C. Faure, A. Marais, and T. Candresse. 2021. First report of *Alfalfa Mosaic Virus* in Chayote in Italy. *Plant Dis.* 105(3):698-698.
20. Sangeetha, B., V.G. Malathi, D. Alice, M. Suganthi, and P. Renukadevi. 2018. A distinct seed-transmissible strain of tomato leaf curl New Delhi virus infecting chayote in India. *Virus Res.* 258:81-91.
21. Tsai, W.S., C. J. Hu, D.P. Shung, L.M. Lee, J.T. Wang, and L. Kenyon. 2011. First report of *Squash leaf curl Philippines virus* Infecting chayote(*Sechium edule*) in Taiwan. *Plant Dis.* 95:1,197.
22. Yoon, J.Y., I.Y. Choi, S.W. Jang, S.H. Park, and S.-K. Choi. 2018. First report of *Zucchini yellow mosaic virus* in chayote(*Sechium edule*) in Korea. *Plant Dis.* 102(6):1,179.