草莓病毒病及臺灣草莓健康種苗驗證之病毒檢定

陳金枝[1,*]、曾獻嫻[2]、陳保良[2]
行政院農業委員會農業試驗所植物病理組
行政院農業委員會動植物防疫檢疫局植物檢疫組
* 聯繫人 E-mail: chinzue@tari.gov.tw

摘　要

草莓具高經濟性且可多元利用，為全球性的產業。依據行政院農業委員會農業統計資料顯示 108 年臺灣的草莓栽培面積達 489 公頃，年產值超過 13.5 億元。國內的草莓於栽種季節容易受病蟲害的危害而影響其生育與品質，其中草莓病毒病害在國外已有超過 20 種的病毒紀錄，依不同病毒種類對草莓的影響而有差異，也常見有感染草莓後不造成病徵，但與其他病毒複合感染時會加劇病徵表現而影響產值；罹染病毒而不表現病徵者，生長勢也會逐漸減弱。因此源頭健康種苗品質管理為重要關鍵，每年更換無特定病原之健康種苗，再配合栽培期間的病蟲害防治管理，可確保產值。臺灣的草莓病毒病目前僅有草莓輕型黃邊病毒 (*Strawberry mild yellow edge virus*, SMYEV) 的發生紀錄，也有發現受感染株不表現病徵。因此，草莓種苗以組織培養量化，或以營養匍匐莖苗 (走莖苗) 繁殖時，對繁殖用母株之病毒篩檢相當重要。國內已建構有草莓種苗病害驗證體系，SYMEV 被規範為檢定標的之一；透過此驗證體系，可維護國產草莓種苗之健康品質與市場競爭力。

關鍵詞：草莓健康種苗、草莓輕型黃邊病毒、分子檢測

引　言

草莓為全球性的產業，依據聯合國糧農組織 Food and Agriculture Organization of the United Nations (http://www.fao.org/faostat/zh/#home) 於 2017 年收錄 76 個草莓生產國的統計資料，全球栽培面積至少 395,844 公頃，中國大陸約占全球生產

面積的三分之一。草莓可鮮食也可加工，在臺灣的草莓栽培面積 108 年達 489 公頃 (行政院農委會農業資料統計 https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/ public/inquiry/InquireAdvance.aspx)，主要栽培產區在苗栗縣 (佔 88％以上)，包括大湖、獅潭、公館、銅鑼、通霄、南庄及苗栗等鄉鎮市，年產值高達 13.5 億元。國內栽培草莓以每年更新種植方式，每年的種苗需求量至少 2500 萬苗。草莓栽種過程中容易受病蟲害的危害而影響其生育與品質，影響草莓生長之主要病害包括炭疽病 (*Colletotrichum gloeosporioides; C. fragariae; C. acutatum*)、灰黴病 (*Botrytis cinerea* Pers.)、萎凋病 (*Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *fragariae*)、果腐病 (*P. cactorum &P. citrophthora*)、白粉病 (*Sphaerotheca macularisf.* sp. *Fragariae*; *Sphaerotheca humuli*) 和疫病 (*Phytophthora cactorum & P. citrophthora*)；主要蟲害包括二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch)、棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 及臺灣花薊馬 (*Frankliniella intonsa*)、斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura* Fabricius) 等 (余等 2015)。草莓病毒病在國內的研究尚待起步，本文初步介紹國際間已有之病毒病紀錄及其已開發之檢測法、臺灣官方現行推動之草莓種苗病害驗證、及其對國內自產之草莓健康種苗之重要性，以提供種苗業界提升健康種苗品質內控之參考。

國際重要草莓病毒及檢測技術現況

國際間草莓病毒之紀錄超過 20 種，目前國外重要的草莓病毒種類，綜合中國大陸、日本、美國、加拿大及紐西蘭等國重視的草莓病毒檢測對象包括草莓輕型黃邊病毒 (*Strawberry mild yellow edge virus*, SMYEV)、草莓斑駁病毒 (*Strawberry mottle virus*, SMoV)、草莓鑲脈病毒 (*Strawberry vein-banding virus*, SVBV)、草莓皺縮病毒 (*Strawberry crinkle virus*, SCrV/SCV)、草莓潛隱輪斑病毒 (*Strawberry latent ringspot virus*, SLRSV)、南芥菜嵌紋病毒 (*Arabis mosaic virus*, ArMV)、草莓白化病毒 (*Strawberry pallidosis associatedvirus*, SpaV)、甜菜偽黃化病毒 (*Beet pseudo-yellows virus*, BPYV) 和菸草條紋病毒 (*Tobacco streak virus*, TSV) 等。全球草莓最大產區的中國大陸所重視的草莓病毒為 SMYEV、SMoV、SVBV 和 SCV；這四種病毒也是國際主要草莓產區中影響草莓經濟產值最重要的病毒，其共同點是傳播途徑都是藉由蚜蟲 (aphid) 傳播。茲簡述其中六種國外已發生之重要草莓病毒特性如下：

1. 草莓輕型黃邊病毒 (*Strawberry mild yellow edge virus*, SMYEV)

SMYEV 為 *Potexvirus* 屬病毒，最早被發現在 1922 年的美國和 1933 的歐洲，是草莓病毒病中最廣泛發生的病毒之一。草莓被感染後的初期症狀為葉片上會有褪色斑點，隨著症狀的發展，黃化 (chlorosis) 情況更為嚴重。依據國外的報導，罹病株之病勢嚴重時，可造成 30% 的產量損失。SMYEV 單獨感染植株，也常呈無病徵狀態，僅使得植株生長勢變弱或輕微矮化，但若與其他病毒複合感染則會造成嚴重型病徵而影響草莓品質和產量。此病毒透過蚜蟲 (*Chaetosiphon fragaefolii*) 傳播。主要的防治管理措施包括 (1) 使用無特定病毒的健康苗；(2) 栽培期間注意防治蚜蟲，減少病毒傳播感染發生。

2. 草莓斑駁病毒 (*Strawberry mottle virus*, SMoV)

SMoV 是 *Sadwavirus* 屬的 RNA 球形病毒，草莓為其主要寄主。此病毒全球性地普遍發生於草莓，罹病株之葉片出現輕微斑駁或不連續的散狀斑點，某些草莓品系不出現徵狀；受感染株之生長活力低和果實較正常株小，但 SMoV 強系病毒可造成矮化，單毒感染草莓便會造成近 30% 之損失；若與 SMYEV、SCV 或 SVBV 複合感染時，損失可高達 80%。SMoV 經由罹病株帶毒傳播，或蚜蟲 (*Chaetosiphon* spp. 或 *Aphis gossypii*) 傳播。主要的防治管理，同防治 SMYEV 之措施。

3. 草莓皺縮病毒 (*Strawberry crinkle virus*, SCrV/SCV)

SCV 為槍彈狀病毒科 (*Rhabdoviridae*) *Cytorhabdovirus* 屬 RNA 病毒，寄主局限於草莓屬 (*Fragaria*)。SCV 首次於 1925 年被發現可引起草莓產生「皺縮」的病徵，後續於 1932 年被認為具有影響草莓經濟的重要性，罹病株之葉脈出現不規則形之壞疽斑、葉片上出現皺縮扭曲徵狀；儘管不會造成植物死亡，但罹病株果實較小而造成產量低。可藉由蚜蟲 (*Aphidoidea*) 傳播。其防治管理措施同 SMYEV，即時清除和銷毀罹病株，可阻斷田間傳染源。

4. 草莓鑲脈病毒 (*Strawberry vein-banding virus*, SVBV)

SVBV 為 *Caulimovirus* 屬 DNA 球形病毒，在 1955 年從草莓上首次被發現，寄主局限於草莓屬 (*Fragaria*)。SVBV 單一感染不易發現病徵，但與其他病毒共同感染會造成葉片皺縮、葉脈黃化或匍匐莖數減少等嚴重病徵或損害；與 SCV 複合感染時病徵嚴重。可藉由蚜蟲 (Aphidoidea) 傳播；其防治管理措施同 SMYEV。

5. 南芥菜嵌紋病毒 (*Arabis mosaic virus*, ArMV)

ArMV 為 *Nepovirus* 屬之 RNA 球形病毒，寄主範圍廣，約 174 屬 215 種，發生遍及全球，造成許多作物的嚴重損失。ArMV 單獨感染於大部分草莓品系呈現無徵狀，但其特定品系上引起葉片黃化斑駁、矮化或死亡；常與其他病毒複合感染。ArMV 可透過線蟲 (*Xiphinema diversicandatum* & *X. coxi*) 傳播，可透過病毒之汁液經由機械傷口傳播或種子 (苗) 帶毒。其防治管理措施包括栽培無病毒苗、清除及銷毀罹病株以阻斷傳染源。本病毒臺灣未有發生紀錄，但曾於邊境攔截之百合進口種球被檢出，目前被規範為百合進口種球需檢疫之有害生物對象之一。

6. 草莓潛隱輪斑病毒 (Strawberry latent ringspot virus, SLRSV)

SLRSV 為 *Sadqavirus* 屬 RNA 球形病毒，於 1964 年首次在薔薇科植物中被發現。寄主範圍廣，可感染至少 27 科 125 種植物。SLRSV 單獨感染草莓常不造成病徵，但若與其他草莓病毒複合感染則顯現病徵，會造成重大損害；歐洲的研究報告顯示 SLRSV 與 ArMV 經常會共同感染草莓。SLRSV 可透過罹病株帶病毒傳播和線蟲 (*Xiphinema* spp.) 傳播。其防治管理措施包括栽培無病毒苗、清除及銷毀罹病株以阻斷傳染源。本病毒臺灣尚未有發生紀錄，但曾於邊境攔截百合進口種球被檢出。

臺灣草莓病毒研究現況

國內草莓病毒之紀錄除 2018 年由筆者等鑑定之草莓輕型黃邊病毒 (*Strawberry mild yellow edge virus* , SMYEV) 外 (陳等，2018)，尚未有其他病毒病害之記錄，然而田間草莓仍可觀察到疑似病毒性之病徵，因此國內之草莓病毒仍待進一步之鑑定以強化國內對草莓無特定病原健康種苗生產之自主把關能力。臺灣已有紀錄之 SMYEV 為 Potexvirus 屬病毒成員，其自然寄主植物為草莓；本病毒可藉由機械傷口感染、嫁接或匍匐莖帶病毒而傳播，或透過其媒介昆蟲傳毒。臺灣已發現之 SMYEV 對草莓病毒之生育及產值影響程度，尚待釐清。然而，根據國外的報導，SMYEV 感染草莓造成葉緣黃化病徵，降低果實產量達 30%，感病品種會出現植株矮化及葉片扭曲等病徵；文獻也指出受 SMYEV 感染的母株生長勢變弱，幼苗出苗量變少；因此，無特定病毒之草莓健康種苗生產為種苗品質管控相當重要。

草莓特定病害之防治管理，除了從源頭管理選用無攜帶特定病原菌的種苗外，種植環境的田間衛生及病原防治管理也是一大關鍵，才能確保從健康種苗栽植到鮮果生產收成。對於草莓病毒之檢測鑑定，國際間採用免疫檢測法或核酸分子檢測法，其中以核酸分子檢測法可較精準地檢出病毒 (表一)。農業試驗所目前已開發之 SMYEV 病毒以核酸分子檢測為主，較能精準檢出此病毒。

臺灣推動的草莓種苗病害驗證現況及其重要性

行政院農業委員會動植物防疫檢疫局於 107 年 8 月公告實施的「草莓種苗病害驗證作業須知」(參考網址 https://www.baphiq.gov.tw/ws.php?id= 17465)，規劃草莓種苗生產四級制體系，包括 (1) 基本種苗 (G0)，指經檢定後進行組織培養之組織培養苗；(2) 原原種 (G1)，基本種苗經健化後作為原原種，供作設置原種苗圃使用；(3) 原種苗 (G2)，原原種經繁殖後為原種苗，供作採種苗圃設置使用；(4) 採種苗 (G3)，原種苗繁殖後為採種苗，供作栽培用苗。驗證須知中規範有草莓種苗生產時，各階段種苗繁殖圃設置及操作管理，以及驗證標的病原檢定之相關驗證基準和規定，用以防治管理病蟲害以及確保無特定病原健康種苗之生產品質。草莓病害驗證規範之檢定標的包括萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum*)、炭疽病菌 (*Collectotricum* spp.)、根腐線蟲 (*Pratylenchus* sp.) 及 SMYEV 病毒。

本驗證規範，可作為草莓育苗場健康種苗生產品質內控之管理基礎，並協助育苗業者提升與穩定種苗健康品質。農業試驗所已開發之草莓 SMYEV 病毒檢測試劑與技術，已應用於支援於此驗證規範中之病毒檢定；總體而言，臺灣已開發之草莓病毒檢驗技術並結合其他標的病原之鑑定技術和驗證規範體系，為臺灣永續發展草莓健康種苗之重要基石。

結　語

由國際間草莓病毒之資訊顯示有多種草莓病毒的發生會影響植株生育及產值，部分病毒種類並不引起明顯病徵但與其他草莓病毒複合感染時，則會引起嚴重型病徵；或是帶病毒株會有樹勢衰弱現象，並為病毒傳播的感染源來源。國內之草莓病毒種類之研究與應用尚處於起步階段，但有鑑於國際間草莓病毒對於經濟產值之影響的重要性，以及農業全球化的商業營運需求與國際市場競爭，臺灣在建構草莓健康種苗繁殖體系中，草莓病毒的檢測鑑定與無特定病毒健康種苗之

生產繁殖佔有相當重要的角色。

在健康種苗病原檢測篩檢技術的開發方面，除建構臺灣已發現之 SMYEV 病毒檢測鑑定技術外，對於國際間已發表之重要草莓病毒，尤其是亞洲地區的中國大陸、日本或東南亞國家所重視的病毒種類，國內之病毒檢測試劑與技術開發，需能因應未來國產種苗市場及開拓外銷之種苗檢疫需求。

由國際間草莓病毒病的特性了解，對於此等重要病毒之防治管理措施，除建構對特定病毒之檢測試劑外，在栽培管理方面注重無特定病毒健康種苗母本之保存與繁殖、栽培無特定病毒苗，並需於田間栽培期間徹底做好立即清除可疑病毒株已降低病毒傳播感染源、以及防除蟲媒等措施之配合。臺灣官方已建構之草莓種苗病害驗證制度，更可維護國產草莓種苗之健康品質，對於未來推展臺灣產健康種苗具有市場競爭優勢。

參考文獻

1. 余志儒、蔡志濃、高靜華、安寶貞、謝廷芳、張廣淼、彭淑貞。2015。草莓無農藥栽培技術。農政與農情 128 期 (https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2503794)。
2. 陳金枝、蔡志濃、陳美雅。2018。草莓病毒 *Strawberry mild yellow-edge virus* 檢測試劑開發應用。植物保護學會年會論文摘要 (http://www.pps.org.tw/File/Web19/File/291.pdf)。
3. 楊涵、關統偉、徐紅星、靳芙蓉、胡小朋。2020。草莓有害病毒種類與防治技術。現代農業科技 2:88-91。
4. Brown, D. J., and Trudgill, D. L. 1983. Differential transmissibility of Arabis mosaic and strains of Strawberry latent ringspot viruses by three populations of *Xiphinema diversicaudatum* (Nematoda: Dorylaimida) from Scotland, Italy and France. Revue Nematol. 6(2): 229-238.
5. Harris, R. V. 1933. The strawberry "yellowedge" disease. J. Pomol. Hortic. Sci. 11: 56-76.
6. Chen, J., Zhang, H., Feng, M. ,Zuo, D., Hu, Y., and J.iang, T. 2016. Transcriptome analysis of woodland strawberry *Fragaria vesca* response to the infection by strawberry vein banding virus (SVBV). J. Virol. 13: 128-134.
7. Lister, R. M. 1964. Strawberry latent ringspot: a new nematode–borne virus. Annals of Applied Biology54(2): 167-176.
8. Martin, R. R., and Tzanetakis, I. E. 2006. Characterization and recent advances in detection of strawberry viruses. Plant Dis. 90(4): 384-396.
9. Tzanetakis, I. E. 2010. Emerging strawberry virus and virus-like diseases in the world. 21st International Conference on Virus and other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops. Julius-Kühn- Archiv 427: 41-43(https://ojs.openagrar.de/index.php/JKA/article/ view/402/1454).
10. Tzanetakis, I. E., and Martin, R. R. 2013. Expanding field of strawberry viruses which are important in North America. International Journal of Fruit Science, 13: 184-195.
11. Murant, A. F. 1970. CMI/AAB Description. Plant Viruses-Arabis mosaic virus. No.16, p4.

12.Thompson, J. R., and Jelkmann, W. 2003. The detection and variation of Strawberry mottle virus. Plant Dis. 87(4): 385-390.
13.Skelton, A. L., Boonham, N., Posthuma, K. I., Kirby, M. J., Adams, A. N., and Mumford, R. A. 2003. The improved detection of strawberry crinkle virus using real-time RT-PCR (TaqMan®). In X International Symposium on Small Fruit Virus Diseases 656: 81-86.

表一、國際間已發表之草莓病毒及其檢測技術[1]

病毒名稱 (Virus name)	簡稱 (Acronym)	分類 (Genus)	檢測法[2]
Apple mosaic virus	ApMV	Ilarvirus	ELISA, RT-PCR
Arabis mosaic virus	ArMV	Nepovirus	ELISA, RT-PCR
Beet pseudo-yellows virus	BPYV	Crinivirus	RT-PCR
Fragariachiloensis cryptic virus	FCICV	Unknown	RT-PCR
Fragariachiloensis latent virus	FCILV	Ilarvirus	ELISA, RT-PCR
Raspberry ringspot virus	RpRSV	Nepovirus	ELISA, RT-PCR
Strawberry chlorotic fleck virus	StCFV	Closterovirus	RT-PCR
Strawberry crini -3	SCrV-3	Crinivirus	RT-PCR
Strawberry crini -4	SCrV-4	Crinivirus	RT-PCR
Strawberry crinkle virus	SCV	Cytorhabdovirus	RT-PCR
Strawberry latent virus	StLV	Cripavirus	RT-PCR
Strawberry latent C virus	SLCV	Nucleorhabdovirus	NA
Strawberry latent ringspot virus	SLRSV	Sadwavirus	ELISA, RT-PCR
Strawberry leaf curl virus	StLCV	Begomovirus	PCR
Strawberry mild yellow edge virus	SMYEV	Potexvirus	ELISA, RT-PCR
Strawberry mottle virus	SMoV	Sadwavirus	RT-PCR
Strawberry necrotic shock virus	SNSV	Ilarvirus	ELISA, RT-PCR
Strawberry pallidosis associated	SPaV	Crinivirus	RT-PCR
Strawberry pseudo mild yellow edge	SPMYEV	Carlavirus	ELISA
Strawberry vein banding virus	SVBV	Caulimovirus	PCR
Tobacco necrosis virus D	TNV-D	Necrovirus	ELISA, RT-PCR
Tobacco streak virus	TSV	Ilarvirus	ELISA, RT-PCR
Tomato black ring virus	TBRV	Nepovirus	ELISA, RT-PCR

[1] 資料引用來源 :Martin&Tzanetakis 2006; Tzanetakis&Martin 2013.

[2]NA = not available (病毒僅被報導而尚無檢測法)



圖一、選用無特定病原之健康母本進入組織培養量化，繁殖出健康種苗

Viruses Infecting Strawberries and the Regulated Virus Disease in the Verification System of Healthy Strawberry Seedlings in Taiwan

Chen, Chin Chih[1]*, Tseng, Hsien Hsien[2], and Chen, Pao Liang[2]
[1] Division of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Taichung, Taiwan, R.O.C.
[2] Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R.O.C.
*Corresponding author, E-mail: chinzue@tari.gov.tw

Abstract

Econamic production of strawberry is a global industry with high value and multiple uses. In 2019, the cultivated area of strawberries in Taiwan was 489 hectares, with an annual output of more than 1.35 billion N.T. dollors. The yield and quality of strawberries were easily affected by the diseases and the pests during growing seasons. More than 20 viruses have been recorded worldwide. The effects of various viruses on strawberry plants are depended on the species of virus.Symptomless virus-infected plants were commonly observed on strawberries, but plants with severe symptoms caused by complex infection with other viruses were also found and that lead to a great yield loss. The symptomless infected strawberry plants were gradually weaken in growth vigour. For ensuring the yield and quality of strawberry production, the appropriate managements of original healthy seedlings are very important, including: the annual replanting of the specific pathogen free seedlings, and combining with the treatments to control the diseases and pests efficiently during the growth stage. Strawberry mild yellow edge virus (SMYEV), the only virus infecting strawberry in Taiwan, was currently reported, in which some SMYEV-infected

plants were symptomless. Therefore, the virus indexing on mother stocks is prequisted to mass-propagation program of healthy strawberry seedlings through tissue culture or replication of runner. The strawberry seedling health verification system has been established in Taiwan, and SMYEV is regulated as one of the specific pathogens for indexing. Based on this verification system, the healthy quality of domestic strawberry seedlings can be maintained and to keep the market competitiveness in the world.

Key words: Healthy seedlings of strawberry; Strawberry mild yellow edge virus (SMYEV); Molecular detection