

主題一： 草莓種苗繁殖與病害驗證

草莓健康種苗之生產

簡怡文¹、邱燕欣²、文紀鑾³、張定霖⁴

¹ 種苗改良繁殖場繁殖技術課

² 種苗改良繁殖場品種改良保護課

³ 種苗改良繁殖場繁殖技術課

⁴ 種苗改良繁殖場

* 聯繫人 E-mail: sally0122@tss.gov.tw

摘 要

草莓為臺灣重要的經濟栽培作物，有豐富的營養價值與功效成分，在臺灣休閒觀光產業上亦佔有一席之地。近五年來臺灣草莓平均栽培面積約 500 公頃，每年草莓種苗產值高達 2 億 5 千多萬元，健康且強壯的草莓種苗是降低生產成本、提高收益的首要條件亦是最佳保障，隨著氣候變遷與多樣的市場需求，種苗改良繁殖場針對不同栽培品系的草莓開發適合的組織培養技術、進行量產，並逐年繁殖更新與管理，做為母本來源和產業上之應用，並透過 ISO 9001 驗證系統及草莓種苗病害驗證作業為品質把關，持續提升健康種苗生產之量能以提供產業優質之草莓健康種苗，提高我國草莓之產業競爭力。

關鍵詞：草莓、健康種苗、驗證

前 言

草莓 (*Fragaria × ananassa* Duchesne)，植物分類上歸類於被子植物門薔薇亞綱薔薇目薔薇科草莓屬，原產地為智利，為多年生草本植物，具匍匐莖；葉具小葉 3 枚，倒卵形，邊緣有鈍齒，背面與葉柄有粗毛；花為聚繖花序，花托肥大成球型，肉質多汁；果實為聚合果，即僅開一朵花就能結出許多小果，所食用的草莓果實並不是由子房發育而來的真正果實，而是由花托膨大發育長成的，草莓果實是膨大花托表面上如芝麻大小的瘦果。臺灣草莓 (*F. hayatae*) 為野生種 2 倍體，市面流通的草莓為多倍體，如 *Fragaria × ananassa* 為南美洲的智利草莓 (*F. chiloensis*) 與北美洲野生種維吉尼亞草莓 (*F. virginiana*) 的雜交種選育而來，為 8

倍體。

草莓為臺灣地區重要的小漿果作物，鮮食與加工用途甚廣，草莓果實富含多種營養物質，主要成分有糖、維生素、蛋白質、礦物質、有機酸和果膠等，並含有多種植化素和多酚類，均有助於人體的健康，其維生素 C 含量同量比蘋果、西瓜、葡萄高 7-10 倍，比柑桔也高 2-3 倍。草莓還具有藥用價值，本草綱目對草莓的藥性有明確的記載，如清暑、解熱、生津、潤肺、健脾、利尿、助消化等功效，現代醫學又證明，草莓有降血壓、抗衰老作用，對防治動脈粥樣硬化、高膽固醇、冠心病、腦溢血、痔瘡等都有一定的療效。

國內外草莓市場與栽培概況

依據 2018 年聯合國糧食及農業組織 (FAO) 的統計，全球草莓產量約 833 萬公噸，栽培面積約 37 萬公頃，單位面積產量則約為 22 公噸。全球生產草莓之前十大國家分別為：中國大陸、美國、墨西哥、土耳其、埃及、西班牙、韓國、俄羅斯聯邦、波蘭以及日本。

財政部關務署 108 年統計資料顯示，輸入臺灣的草莓總進口量約為 2,946 公噸，其中包含 734 公噸之鮮草莓、1,967 公噸之冷凍草莓以及 245 公噸的其他加工調製草莓產品；鮮草莓之進口國家主要為：美國、日本、南韓及紐西蘭，冷凍草莓之進口國家則包含中國大陸、美國、土耳其、墨西哥、波蘭、智利…等國家，而其他調製或保藏之草莓之進口國家則有中國大陸、法國、比利時、澳大利亞…等國家；進口價值約新台幣 3 億 4 千萬元。108 年財政部關務署統計資料同時顯示臺灣草莓之出口量約為 55 公噸，主要為其他調製加工樣態之草莓，產值約新台幣 573 萬元，主要出口國家有：日本、美國、新加坡、加拿大、香港等國家。

從行政院農委會農糧署農業統計資料可知，108 年臺灣草莓的栽培面積約 489 公頃，產量為 8,743 公噸，單位面積產量為 17.8 公噸，主要生產縣市為苗栗縣約占近 9 成栽培面積，其次為南投縣、新竹縣，其他各地較為少量種植。草莓為重要觀光休閒產業，每年草莓季觀光採果為週邊產業帶來無限商機。鮮果產銷部分平均產值為每公頃約 150 萬 -180 萬元，觀光採果園則可達每公頃 300 萬元，屬高經濟價值之產業。

由近 30 年臺灣草莓生產面積與產量變化可以觀察到 (圖一)，臺灣草莓栽種面積在 2002 年前維持在 400 公頃，之後在 2005-2007 年升高至 600 公頃後，逐漸下滑維持在 500 公頃的栽種面積，但反觀單位面積產量卻在 2005-2010 年間

落在每公頃約 10 公噸，而在近 5 年的栽種面積減少之下，產量逐年攀升至每公頃約 16 公噸，除了農研機構與農民投入栽培技術提升之外，田間栽種品系的變化實在值得玩味。

觀察佔臺灣近九成的苗栗大湖產區的栽種品種演變，以桃園一號又稱「豐香」為主力，但因近年天氣異常與病蟲害影響，農民反映豐香有品種弱化，栽種難度提升的現象，紛紛栽種產量較大且產期早優勢的「香水」品種。栽培者反應 2018 年大湖草莓豐香約佔 6 成，而「香水」佔 4 成的栽種面積，2019 年演變為「香水」高達 9 成、豐香僅剩 1 成，因為「香水」單株每期來果數都較「豐香」多 2-3 粒，整體產量粗估增加 1.5 倍。

草莓健康種苗生產沿革

在臺灣草莓慣行栽培曆為 4 月初至 9 月底為育苗繁殖期，於 9 月底至 10 月初定植，11 月下旬開始採收果實，採收至次年 3、4 月底。傳統所使用的種苗生產以農民自行培育為主，農民在生產期結束後，由田間選健壯植株作為母株，摘除老葉、果梗等整理植株後，照顧其長出走蔓，再培育出新株，稱為「老株育苗」法。

在 1983 年於苗栗縣大湖鄉大寮村大規模草莓細菌性萎凋病 (*Bacterial wilt*)，起因為農民將感染青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*) 之草莓當作繁殖母株，親株在育苗期受感染而死亡，或育苗期時帶有病原菌的繁殖走莖苗，因不顯現病徵具潛伏性，帶病的走莖苗定植於田間後，失水萎凋病徵顯現，造成植株枯萎死亡，必須陸續補植。

農民運用隔離概念，在生產期結束後的走蔓，不直接落本田繁殖，而是於塑膠軟鉢中培育，至 3 月初再移至定植苗床，育出新苗，可能為裸根、塑膠軟鉢或是穴植管，形成「新株育苗」法，但多以田土或為非種植草莓的田土。

在 1992-2007 年間，區域改良場因應政策目標與產業需求，投入草莓栽培技術研發，包括 1992 年臺灣公布實施種苗法後，草莓即開始實行種苗繁殖三級制，由國立中興大學進行去除病毒的前端工作，將帶病材料汰選後，將無特定病原之種原交由種苗改良繁殖場建立無特定病原 (*specific pathogen free, SPF*) 母本 (*mother stalk*)，作為組織培養繁殖的原原種材料。種苗改良繁殖場再將原原種苗，供應至大湖鄉與關西鎮的農會原種圃種植，繁殖原種苗。翌年採收原種苗，供採種圃種植，生產採種苗。當時種苗繁殖過程必須經種子檢查室 (當時屬省農

林廳)、中興大學與桃園場等有關單位田間檢查與室內檢查，合格後始可供應，雖因後期種苗的來源回歸於農友自行育苗後，制度不再存在，但因為如此種苗改良繁殖場開始與草莓結下來繁殖培養的緣分，生產供應無特定病原的草莓種苗，並在 2005 年納入作業基金生產，接受農民預訂。

苗栗區改良場針對苗圃時期，利用草莓走莖檢測青枯病菌技術，並強調繁殖用母株健康狀況，淘汰帶菌株及保存健康株，可減輕定植田間後因帶病菌而造成死亡的損失。桃園區改良場則運用高架床育苗與開發穴植管高密度栽培，隔離土壤傳播性病害之傳播，高頻度集中管理生產草莓苗。

於 2015 年 11-12 月暖冬，因育苗期植株罹染病害，定植本田後田區炭疽病發病率達 2 成，導致該年度缺苗達 400 萬株以上，造成栽培面積銳減，導致農民嚴重損失，也重新引起產業對於種苗品質的重視。農糧署協同種苗改良繁殖場、苗栗區農業改良場成立草莓技術服務團，建立健康種苗生產培育體系，加強健康種原供應的穩定。

種苗改良繁殖場則於 2014 年導入 ISO 9001 國際品質管理驗證系統，並通過全國認證基金會 (TAF) 認可之環球國際驗證 (股) 公司—ISO 9001 品質管理系統驗證，取得證書，成為臺灣第一個取得 ISO 9001 驗證的植物組織培養室。2017 年配合產業需求，將草莓、葡萄、馬鈴薯等組織培養苗 (G0) 生產納入驗證體系，2019 年驗證系統增加納入草莓 G1 健康種苗，並通過追查稽核合格驗證，生產優良健康草莓種苗 (圖二)。

2019 度 8 月防檢局公告「草莓種苗病害驗證作業須知」，對基本種、原原種、原種、採種圃的規範有了明確依據，整合導入病害檢測資源，驗證育苗場的生產品質。種苗改良繁殖場亦率先啟動基本種苗 (G0) 之驗證申請案，目前基本種苗 (G0) 驗證已通過，正準備進行原原種 (G1) 之驗證，未來可望提供通過雙重驗證的健康草莓種苗 (圖三)。

目前我國草莓栽培現況，若以每公頃 4.5-5 萬株草莓苗估算，每年約需 2,277-2,500 萬株草莓苗，產值可達 26,185 萬元 (表一)，近 5 年之草莓種苗產值與需求統計如圖四。而從農糧署的農產品生產成本調查報告中可知，草莓種苗費用佔草莓生產成本佔比逐年爬升，從 1996 年的 12% 至 2013 年 23% (圖五)。

產業轉型與市場規模有直接關聯，當單純的作物生產與城鄉發展觀光結合時，產業提升的拉力直接快速，六級產業的草莓產業逐漸龐大後，推動產業各環節的專業與獨立化，在具備獲利前提下，必然會形成為專業草莓苗栽培場。

而國際上於 1994 年歐洲及地中海植物保護組織 (European and

Mediterranean Plant. Protection organization, EPPO) 在健康植物繁殖材料體系 (Schemes for the production of healthy plants for planting) 下公告草莓種苗驗證系統 (Certification scheme for strawberry, PM4/11(2))，將草莓種苗繁殖制度的設計區分為 4 個層級，分別為母本 (nuclear stock)、一代繁殖體 (propagation stock I)、二代繁殖體 (propagation stock II) 及採種苗 (certified stock)。該系統著重於繁殖材料性狀需與原來的親本完全相同 (trueness-to -type)，也對於各層級的繁殖材料訂定建議病原檢定標的與方法，也提供各個層級繁殖圃的病害容許值與隔離距離作為參考。

而種苗改良繁殖場因應產業需求，並防止多年繁殖栽培的品種弱化問題，除了定期將瓶苗種植出來確認其園藝性狀，同步更新組織培養母瓶，與專業栽培戶合作建立選種模式，逐步將產業上的栽培品種（圖七）納入健康種苗的行列，透過作業基金的客製化訂單，針對各品種量產的特性，快速試驗並挑選組織培養模組，以提供產業栽培上更多選擇，相信在育苗技術的增進、潔淨種原的意識提升、替代品種的興起，和專業育苗場的參與之下，草莓種苗的供應鏈能夠逐步架構，產業也能繁榮昌盛。

結語

全球草莓的生產發展趨勢，栽培面積穩定，尋求成本降低包括勞力成本的技術建立，生產規模不斷擴大，且設施栽培面積逐漸增加，因而單位面積的產量提高，在栽培技術差異抬升下，單位面積的產量差異大，且因消費意識抬頭，已開發國家轉向有機生產邁進，抗病品種為必要條件，而消費者對於產品的愛好汰選快速也牽動栽培者的栽種標的，品種更新步伐加快也扣住種苗需求，因應市場生產符合預期品質的草莓。

草莓是臺灣農業六級產業中的指標作物，育苗期占整個草莓栽培之重要部分，種苗為農業的根本，有健康的種苗才有良好的收穫，農民在育苗繁殖階段的病害管理，需特別注意可能藉由環境汙染或母本植株所傳播的病害，更需注意種苗的品質、來源及繁殖模式，而即使是健康種苗，田間栽種時仍需配合適當的栽培管理，以避免病蟲害發生。如同種苗改良繁殖場不斷提升健康種苗生產之量能，以因應氣候的變遷與市場需求，並提升我國草莓之產業競爭力。

參考文獻

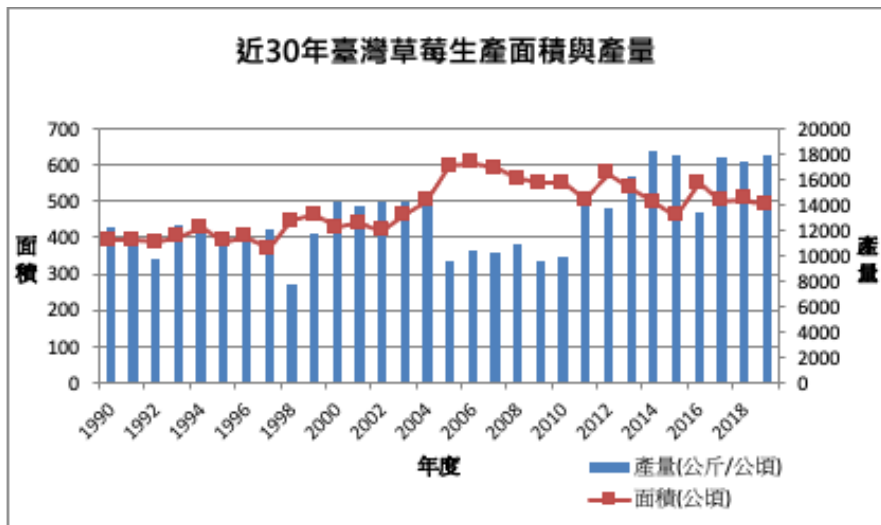
1. 行政院農業委員會農糧署農情報告資源網。<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>
2. 李裕娟、張定霖、蕭翌柱、余志儒、蔡志濃、林鳳琪、陳金枝。2016。草莓種苗生產之環境整合管理技術。2016 設施蔬果病蟲害管理暨安全生產研討會：86-97。
3. 吳岱融、鐘珮哲、李裕娟。2018。隔離生產之草莓種苗田間定植後炭疽病感病評估苗栗區農業改良場研究彙報 7: 33-41。
4. 吳岱融、鐘珮哲、吳添益。2018。草莓育苗到村服務成果與產區育苗概況。苗栗區農業專訊 84:19-20。
5. 吳岱融。2019。草莓種苗繁殖制度與智農數據導入運用。<https://www.intelligentagri.com.tw/xmdoc/cont?xsmsid=0J142604730042131234&sid=0J270811630926467568>
6. 施昭彰、何琦琛、謝廷芳、蔡武雄、黃山內。2000。有機草莓生產模式之建立。輔導有機農業經營 - 作物有機栽培應用技術：98-101。
7. 財政部關務署統計資料庫查詢系統。<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA03>
8. 草莓種苗病害驗證作業須知。<https://law.coa.gov.tw/glrnewsout/LawContent.aspx?id=GL000961>
9. 張定霖、李裕娟、張宏光。2016。高效隔離環境之草莓健康種苗生產簡介。農政與農情 287：82-85。
10. 張廣淼。草莓健康管理。2004。蔬菜健康種苗(子)之繁殖體系。2004 果菜健康管理研討會專集。行政院農委會農業藥物毒物試驗所。1-26。
11. 張廣淼。2005。草莓高架床育苗新技術。農政與農情 156: 90-95。
12. 張廣淼、吳添益。2008。草莓高架栽培管理。苗栗區農業專訊 41：4-6。
13. 彭淑貞。2002。利用草莓走莖檢測草莓青枯病菌技術。農政與農情 116。
14. 楊佐琦、廖文偉、詹竹明、蕭吉雄。2004。蔬菜健康種苗(子)之繁殖體系。2004 果菜健康管理研討會專集。行政院農委會農業藥物毒物試驗所。1-26。
15. 齊文隆、林進財。1998。健康草莓苗的栽培與管理。苗栗區農業專訊第三期(八十七年九月)。<https://www.mdais.gov.tw/ws.php?id=1299>
16. 鍾珮哲、黃勝泉、蔡正賢、吳添益、張訓堯、張素貞、吳登楨。2013。草莓健康管理生產體系之研究。102 年度種點作物健康管理生產體系及關鍵技術

之研發成果研討會論文集：46-57。

17. 鍾珮哲、彭淑貞、張廣淼、楊秀珠、余思葳。2011。草莓病蟲害之發生與管理。合理、安全及有效使用農藥輔導教材 - 果樹 1.1。
18. 鍾珮哲。2017。草莓主要病害檢測及防治技術應用。106 年出國研習報告。19 頁。
19. 聯合國糧食及農業組織。 <http://www.fao.org/faostat/zh/#data/QC>
20. 羅國偉。2012。草莓育苗技術及栽培管理。桃園區農業技術專輯 - 第 9 號 - 草莓專輯。桃園區農業改良場。
21. 羅國偉。2019。草莓育苗繁殖技術介紹。桃園區農業改良場。桃園區農業專訊。108: 13-15
22. Kadhimi, A. A., A. H. Alhasnawi, A. Mohamad, W. M. W. Yusoff, and C. R. B. C. M. Zain. 2014. Tissue culture and some of the factors affecting them and the micropropagation of strawberry. *Life Science Journal* 11(8):484-493.
23. Certification scheme for strawberry. 2008. EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 38: 430–437
24. Georgieva, M., I. Badjakov, I. Dincheva, S. Tancheva, and V. Kondakova. 2016. In vitro propagation of wild Bulgarian small berry fruits (Bilberry, lingonberry, raspberry and strawberry). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 22(1):46-51.
25. Ghasemi, Y., S. Beacknejad, F. Sohrevardi, M. Sharifani, E. Amiri, and G. A. Nematzadeh. 2015. Adventitious Shoot and Root Regeneration of Wild Strawberry (*F. viridis* Duch.) by Means of Tissue Culture Medium Optimization. *Biological Forum-An International Journal* 7(2):436-441.

表一、草莓種苗產值計算列表

作物種類	種苗需求量 (株/公頃)	種苗價格 (元/株)	種子(苗)費 (公頃)	108年種苗產值	備註
草莓	45,000 株	11.5 元/株	517,500 元	253,058 千元	1年更新一次 苗價以平均價為主



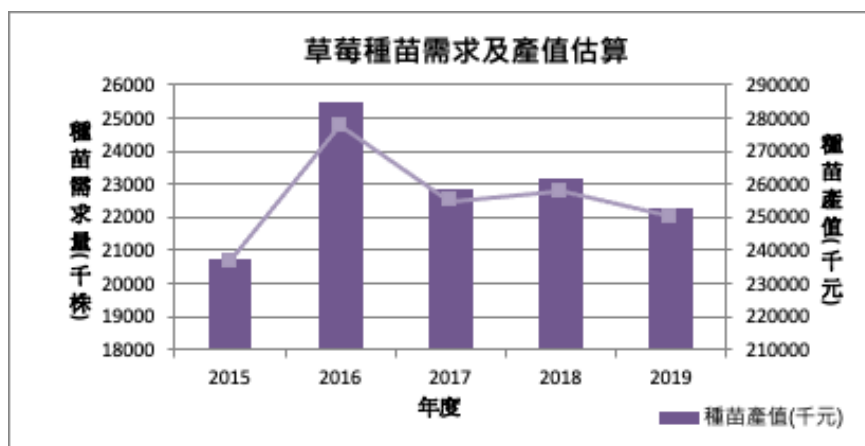
圖一、近 30 年臺灣草莓生產面積與產量變化 (農業統計年報)



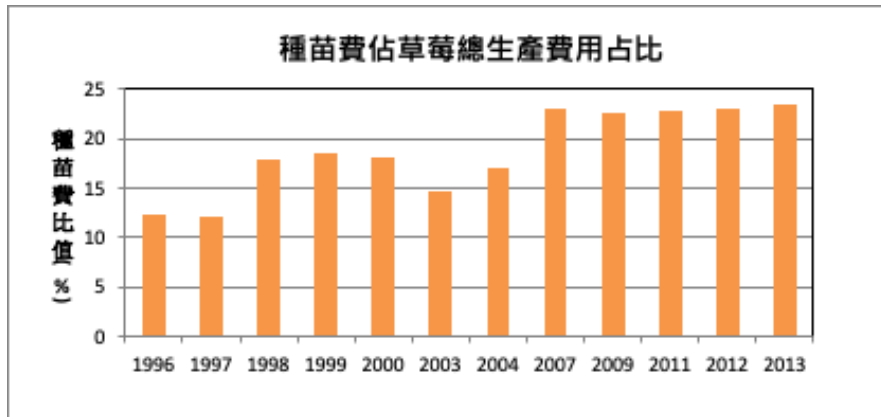
圖二、種苗改良繁殖場生產之草莓健康種苗已通過 ISO 9001: 2015 品質管理系統驗證



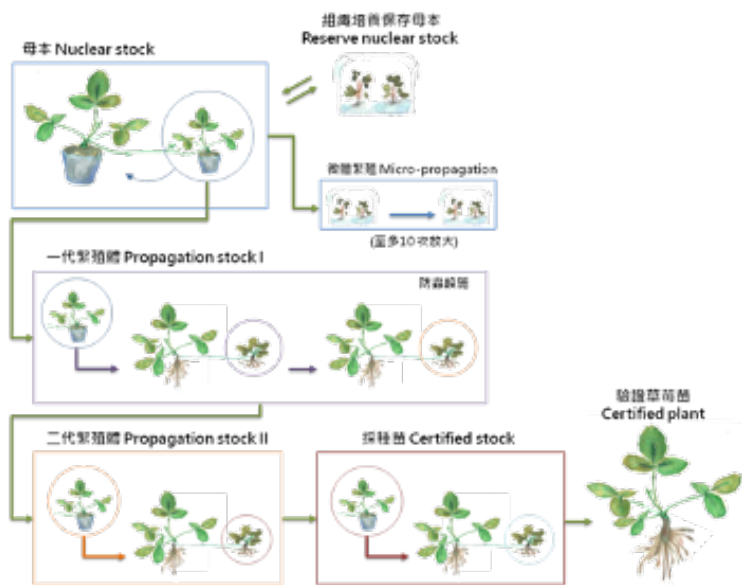
圖三、草莓種苗病害驗證團隊於種苗良繁殖場進行現場基本種苗檢查作業及驗證證明書



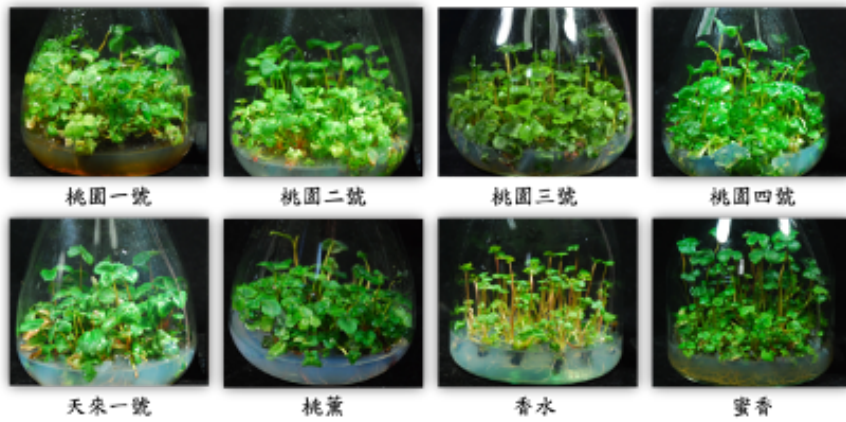
圖四、近五年草莓種苗產值與需求統計



圖五、種苗費佔草莓總生產費用占比，逐年升高



圖六、歐盟公告草莓種苗驗證系統
(Certification scheme for strawberry, PM4/11(2))



圖七、種苗良繁殖場已建立無特定病原之草莓組培苗

The Production of Healthy Strawberry Seedlings

Yi-Wen Chien, Yen-Hsin Chiu, Chi-Luan Wen, Ting-Lin Chang
Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Council of Agriculture,
Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

*Corresponding author, Email: sally0122@tss.gov.tw

Abstract

Strawberry is an important economic crop in Taiwan as it has rich nutritional value and functional ingredients as well as significance in the leisure and tourism industry. In the previous five years the average strawberry cultivation area in Taiwan was approximately 500 hectares with annual production value of strawberry seedlings of more than TWD 250 million. Having access to healthy and strong strawberry seedlings are the best guarantee to lower production costs and increase revenue. With ongoing climate change and based on market demand, the Taiwan Seed Improvement and Propagation Station has developed tissue culture technology for different varieties of strawberries as well as mass production capacity for market demand. In addition, production updates and variety management are conducted on an annual basis for mother plants as well as industrial applications. To ensure quality control, ISO 9001 certification and strawberry seedling disease certification for operations was obtained and implemented. This continuous improvement in production to provide high-quality, healthy strawberry seedlings will help improve Taiwan's competitiveness in the strawberry industry.

Key words: strawberry, healthy seedling, certification

草莓健康種苗隔離設施生產整合管理技術

李裕娟^{1*}、張定霖²、余志儒³、陳金枝⁴、蕭翌柱⁵

¹³⁴⁵ 行政院農委會農業試驗所農場管理組、應用動物組、植物病理組、作物種原組

² 行政院農委會種苗改良繁殖場

* 聯繫人 E-mail: yjlee@tari.gov.tw

摘 要

本試驗研究於農業試驗所現有半封閉式開頂溫室為種苗量產之基礎運作平台，以溫室正壓送風暨環境隔離系統之技術、水質淨化處理和介質滅菌處理，利用種苗繁殖場無病毒之原種苗，並利用養液供水降溫維持體系，可將草莓生長的根溫控在 28-31℃，再結合低農藥之病蟲害監測管理等技術之整合與運用，已建立草莓健康種苗生產環境整合管理體系，供草莓種苗產業之利用。隔離設施內 106 年三個草莓品種在苗株生長期之 EC 在夏季 8 月 17 日到 11 月 30 日 EC 調控在 0.4-0.7 之間，草莓種苗生長因在高溫的夏季繁殖，病蟲害發生頻率高且易有生理障礙現象，栽培介質供給的養分 (EC) 不需過多，可避免苗株生長過盛而提早老化。另 pH 三個草莓品種在苗株生長期之 pH 範圍在 4.5-6.0 間呈弱酸性，維持在草莓適合生長的弱酸性。三個品種母株之葉片數、走莖數和蔓苗數如圖所顯示，葉片數以香水和芳玉最多可達 60-67 片，走莖數以豐香較少在 10 以下，芳玉的走莖數和蔓苗株數量最多可達 17 條、54 株，其次為香水，豐香最少。

關鍵詞：草莓；溫室；環境；病毒；病蟲害

引 言

草莓 (*Fragaria × ananassa*) 經濟栽培種是種間雜交 *F. chiloensis* Duch. × *F. virginiana* Duch. 的產物，在臺灣種植最早可溯至 1934 年由日本引進少量種植在臺北蘆洲、五股、金山等地。1985 年從日本引進「豐香」，並於 1990 年 2 月經政府農政單位命名為「桃園 1 號」。1993 年 3 月草莓新品系「76-18」正式發表，命名為「桃園 2 號」，商業名稱「艷紅」；1998 年 12 月 17 日又將新品系「77-18」正式發表，命名為「桃園 3 號」，商業名稱「狀元紅」。而苗栗地區則以栽培「桃

園 1 號」(豐香)為主。草莓生育喜歡的環境條件為日照充足，日夜溫差大，少低溫凍害；年溫差小，最冷月均溫較高，最熱月均溫相對較低；通風良好，濕度相對較低及日長易調控。草莓植株在 25°C 時的光補償點約在 35-45 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，光飽和點則約為 600-800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。草莓”春香”品種最適育苗溫度比較結果顯示，在 30/25°C 下所育之苗最差，定植後之營養生長及總產量均以 25/20°C 苗最佳(溫 1984)。

草莓栽培期之主要病害有果腐病 (*Phytophthora* spp.) (Kao and Leu 1979)、白粉病 (*Sphaerotheca aphanis*) (呂等, 1990)、萎凋病 (*Phytophthora* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Colletotrichum* spp.) (安等, 2012) 及灰黴病 (*Botrytis* sp.) 等，尤其是苗期病害管理不當，經常會造成苗期及本田期萎凋病大發生。草莓害蟲包括薊馬、粉蝨、夜蛾類及葉蟬等，在臺灣設施栽培環境下，又以臺灣花薊馬 (*Frankliniella intonsa* Trybom)、二點葉蟬 (*Tetranychus urticae* Koch) 及銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring) 等小型害蟲發生最為嚴重。臺灣曾經有過草莓健康種苗的繁殖制度。民國 81 年種苗法實施，草莓即開始實行種苗繁殖三級制，首先由國立中興大學進行去除病毒的工作，將無病毒之種原交種苗場，作為組織培養繁殖原原種的材料。九月間種苗場再將原原種苗，供應大湖鄉與關西鎮的原種圃種植，繁殖原種苗 (齊與林, 1998)。後來草莓種苗的來源回歸農友自行育苗，制度不復存在。但近幾年因育苗期病害嚴重發生，健康種苗來源的問題又受到重視，因此，重建草莓繁殖制度成為產業永續發展的選項。健康種苗的來源，除了種苗改良繁殖場既定的組織培養苗生產外，位於產區的苗栗區農業改良場也有草莓組織培養的相關研究。例如，苗栗區農業改良場的研究指出，培養基中添加 BA 對自發性長根具有抑制作用。芽培養於不添加生長素的洋菜基礎培養基中，發根率可達 100%，發根只需 7-8 天，添加 0.5 mg L⁻¹ NAA 後延遲到 14-24 天始見根系長出；但可促進‘桃園一號’培植體的鮮重及根數 (盧與侯, 2012)。

溫室設施已逐漸成為臺灣農作物栽培的主要型式之一，但夏季高溫問題一直無法有效解決，尤其是一般建置成本較低之蔬果溫室。溫室夏季降溫以增加通氣面積所需投入成本較低，而頂部開啟除增加通氣面積外，垂直對流增加可降低溫室內濕度 (Bartzanas et al., 2004; Dieleman and Kempkes 2006)，有助於作物蒸散作用進行及根部水分 (或營養) 之吸收 (Bournet and Ould Khaoua 2007)。為了有效隔離環境中的病蟲害因子，本所已發展出高效隔離環境健康種苗生產系統策略 (張等, 2016)，高效隔離環境在於整合健康種原植株、水質淨化處理、介

質滅菌處理、高密度隔離空間及人員管制措施關鍵節點，建置一套草莓育苗生產運作體系，達到健康種苗育成目的。

材料與方法

- 1、試驗的草莓品種為香水、豐香和芳玉三種，皆為組培出瓶苗株(原原種)健化後之3代苗以上(原種苗至採種苗)，種植期間為106年8月至106年11月30日。草莓健康種原養分管理：草莓健康母株養分以氮磷鉀比值1:1:1之液態肥料供給滴灌健康母株，種苗(圖一)可以1,000倍液態肥料噴灌供給。酸鹼值維持5.8-6.5，飽和塩基濃度(EC)控制在0.4-1.1。除非必要請勿任意提高氮肥使用量，以維持種苗強健，避免植株過度肥大。
- 2、水質淨化處理：草莓之青枯病、萎凋病、立枯絲核菌、白絹病及葉芽線蟲等病害易經由灌溉水源及土壤傳播，因此水質淨化是育成健康種苗的關鍵因素。採用逆滲透水做為灌溉及養分調節用水，配合養液滴灌，具有防疫之實質效益。
- 3、介質滅菌處理：為了避免上述土傳性病害之傳播，使用之介質應先以121°C高壓6小時的滅菌處理。本系統顧及農村人口老化現實，結合菇類裝填機，將介質單一太空包使用量設定為1.2公斤，達到輕量化、省工化，便於利用菇類太空包高壓滅菌處理，可供健康種原母株獨立隔離管理，避免系統性病蟲害漫延及罹病植株清除。
- 4、病蟲害防治管理：病害防治管理在草莓育苗期間以施用非農藥防治資材防治如亞磷酸+氫氧化鉀(等重量，稀釋1000倍)，每7天施用一次，連續3次。病害清園以4-4式波爾多液等為主，以達到農藥減量並維護操作人員安全之目的。蟲害防治管理著重在種苗生產環境之清園，種植前必須徹底防治薊馬、粉蝨及葉蟎，並依植物保護手冊規範進行用藥防治，並於生產溫室內每50平方公尺懸掛1張黃色黏紙(11x15 cm)，定時回收及鏡檢黏板上害蟲發生種類及其數量。種植前之清潔防治是必要的措施，通常必須進行三至四次之處理以徹底撲滅薊馬、粉蝨及降低葉蟎數量，讓複雜蟲相單純化以利乳化葵花油或利用天敵防治。
- 5、健康種原母株管理：草莓健康種原組織培養母瓶健立前必須經檢查山芥菜嵌紋病毒病(ArMV)、草莓潛伏輪狀病毒(SLRSV)、草莓輕度黃色葉緣病毒(SMYEV)(表一)及青枯病等項目，並做好炭疽病、白粉病及萎凋病等檢查及

預措處理，以確保種苗無帶有病源。移植於本田之前的種苗，必須做預防性之檢查，避免任何病原帶入本田。

結果與討論

在本所隔離溫室採用單側開頂型式，垂直對流使上升氣流增加達到排熱降溫目的，同時濕度因垂直對流增加，也下降 10-20% 幅度，溫室內氣溫和根溫之分布如圖 2 所顯示，在夏季設施內氣溫可高達 41°C，然而根溫因高效隔離溫室之正壓送風系統和滴灌降溫效果可維持在 27-31°C，可降低夏季因高溫引起之生理障礙。為了解草莓苗株的營養生長，定期量測栽培介質的 EC 和 pH，隔離設施內 106 年三個草莓品種在苗株生長期之 EC 值如圖 3 顯示，初期 8 月初之 EC 達 1.1-1.7，隨即在 8 月 17 日調降 0.8 以下，在夏季到 11 月 12 日 EC 調控在 0.4-0.7 之間，草莓種苗生長因在高溫的夏季繁殖，病蟲害發生頻率高且易有生理障礙現象，栽培介質供給的養分 (EC) 不需過多，可避免苗株生長過盛而提早老化。另 pH 三個草莓品種在苗株生長期之 pH 如圖 4 顯示，其分布範圍在 4.0-6.0 間呈弱酸性，維持在草莓適合生長的弱酸性。三個品種母株之葉片數、走莖數和蔓苗數如圖 5 所顯示，葉片數以香水和芳玉最多可達 60-67 片，走莖數以豐香較少在 10 以下，芳玉的走莖數和蔓苗株數量最多可達 17 條、54 株，其次為香水，豐香最少。

健康草莓苗株驗證結果：106 年本栽培技術生產的健康苗株和一般玻璃溫室生產的苗株一起定植於高架植床（圖六，苗栗區農業改良場大湖分場，吳等 2018），前者存活率達 98% 以上，後者存活率僅 70%，顯示隔離溫室生產的苗株較一般溫室或露天網室栽培的更健壯，死亡率低於 3%。106 年 11 月獅潭區田間豐香苗株移植後生長情況，苗株感病死亡率近 35%，12 月將本栽培技術生產的 100 株苗株定植於田間，存活率達 98%，植株正常生殖生長，並於 107 年 1-3 月開花結果（圖七），顯示隔離溫室生產的健康苗株可於高架植床和田間繁殖生長，存活率皆達 95% 以上。

草莓因應氣候變遷暖化之生理調節策略：全球氣候變遷和暖化現象持續嚴重，為因應夏秋季氣溫逐年升高之現象，草莓夏季苗株葉片和根系生長狀態受高溫影響而出現生理障礙，如葉片捲曲減少蒸散量、新葉生長障礙和新鬚根量較少，導致苗株生長停滯甚至死亡。如何因應氣溫升高而衍生的生長困境，調整下述的栽培管理方式，可作為達到維持苗株持續生長的有效策略。設施栽培氣溫較高，另

露天遮陰網或遮雨網室栽培一樣會遭遇到氣溫逐年升高而產生的生長障礙，調整植株養分供應，低濃度肥料施用，使栽培介質或土壤 EC 值控制在 $0.2-0.5 \text{ m S cm}^{-1}$ 之間，使苗株維持存活生長狀態即可。

結 語

綜合草莓栽培環境而論，在開放空間環境下草莓之栽培繁殖受到病蟲害危害，尤其如茄瓜果類、草莓及百香果等種苗極易因為育苗環境缺乏妥善隔離管控，而將媒介昆蟲、水源介質傳播之病原帶入本田或栽培設施，徒增病蟲害管理成本，影響農產品安全或造成產量損失。透過設施隔離環境健康種苗生產系統，將可能的病蟲害因子落實隔離管理，建構一個潔淨的育苗空間，生產出潔淨、無帶病原菌健康的種苗，供設施或田間栽培利用，將有效減少田間病蟲害管理作為，除了降低生產成本外，因本套系統的施作可降低生產者對農藥的依賴和使用量，草莓苗株在隔離溫室初期生長狀況由於養分供應充足，在 10-11 月定植於田間或高架植床栽培之後，存活率可達 97% 以上，隨著秋冬氣候之氣溫下降和日照充足，苗株營養生長旺盛，當葉片數可達 7-9 片至冬季氣候夜間溫度下降時，植株低積溫需求足夠（夜溫低於 18° C 且持續 3 周左右）即可進行花芽分化。

參考文獻

1. 安寶貞、王姻婷、徐子惠、蔡志濃、林筑蕓。2012。引起草莓果腐病與基腐病之疫病菌現況。植病會刊 21: 150-151. (摘要, 論文宣讀)。
2. 安寶貞、蔡志濃、徐子惠、楊正偉、林筑蕓。2012。草莓萎凋病之研究初報。植病會刊 21:148-149. (摘要, 論文宣讀)
3. 吳文哲、溫宏治。2010。氣候變遷對草莓害蟲之影響與防治策略。35-41 頁。「草莓栽培管理、病蟲害診斷及防治」教育訓練教材。行政院農委會防檢局。台北市。
4. 方怡丹、林春良。2012。國內設施園藝產業發展現況與展望。精密設施工程與植物工場實用化技術研討會。
5. 行政院農業委員會。2012。101 年農業統計年報。行政院農業委員會。
6. 李裕娟、張定霖、蕭翌柱、余志儒、蔡志濃、林鳳琪、陳金枝。2016。草莓種苗之環境整合管理技術。P.86-91. 設施蔬果病蟲害管理暨安全生產研討會。農業試驗所 台中市。
7. 呂理燊、許永華、李昱輝。1990。臺灣草莓白粉病及其防治。植物保護學會會刊 32: 24-32。
8. 吳岱融。2016。草莓病蟲害非化學農藥防治技術介紹。苗栗區農業專訊 第 76 期: 17-19。
9. 吳岱融、鐘佩哲、李裕娟。2018。隔離生產之草莓種苗田間定植後炭疽病感病評估。苗栗區農業改良場研究彙報 7:33-41.
10. 林昭雄。1981。熱帶地區草莓生產及發展可行性之研究。中華農業研究 30(2):173-185。
11. 張志宏、孫乃波、高秀岩、杜國棟、李賀。2007。草莓發芽分化特性及提早花芽分化措施的研究。中國果樹 2007(6):22-24。中國。
12. 張廣淼、吳添益。2008。草莓高架栽培管理。苗栗區農業專訊 第 41 期 :4-6。
13. 張定霖、李裕娟、張宏光。2016。高效隔離環境之草莓健康種苗生產簡介。農政與農情 287 : 82-85。
14. 許碩庭。2011。光環境與氮肥處理對設施內草莓種苗繁殖之研究。國立宜蘭大學。園藝學系碩士論文。
15. 溫淑玲。1984。溫度對春香草莓生長發育之影響。碩士論文。園藝研究所。國立臺灣大學。台北市。

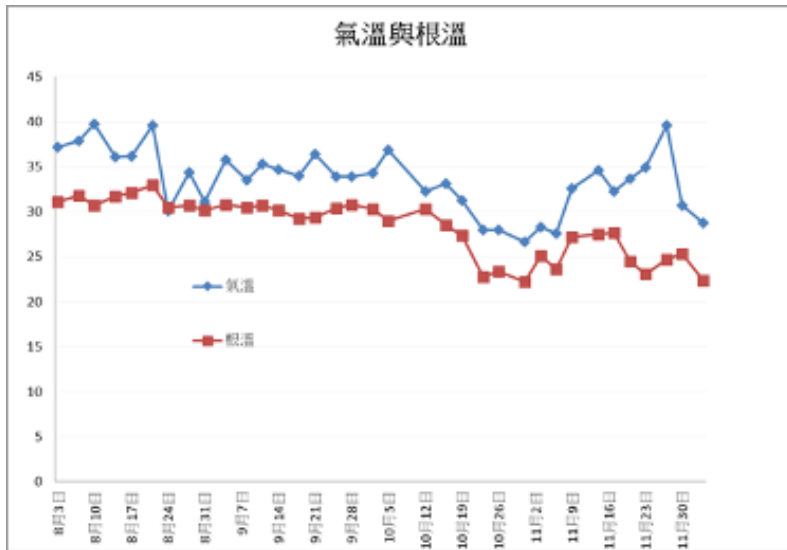
16. 潘俊傑、鐘佩哲。2018。草莓苗培育經驗談。苗栗區農業專訊第 81 期：4-6。
17. 鐘佩哲、吳添益。2018。草莓栽培管理技術降低炭疽病發生率之探討。苗栗區農業專訊第 81 期：1-3。
18. Bournet, P.E. and S.A. Ould Khaoua. 2007. Predicted effect of roof vent combinations on the climate distribution in a glasshouse considering radiative and convective heat transfer. *Acta Hort.* 801:925-931.
19. Economakis, C. D. and Krulj, L., 2001. Effect of root-zone warming on strawberry plants grown with nutrient film technique (net). *Acta Hort.* 548:189-195.
20. Kumakura, H., and Y. Shishido. 1995. Effects of temperature and light conditions on flower initiation and fruit development in strawberry. *JARQ* 29:241-250.
21. Lin, F. C., T. T. Hsieh, and C. L. Wang. 2005. Occurrence of whiteflies and their integrated management in Taiwan, *Proceedings of the International Seminar on Whitefly Management and Control Strategy*, p.241-255. Food and Fertilizer Technology Center (FFTC) and Agricultural Research Institute (ARI) Press. Taichung.

表一、不同草莓品種之山芥菜嵌紋病毒病 (ArMV)、草莓潛伏輪狀病毒 (SLRSV)、草莓輕度黃色葉緣病毒 (SMYEV) 檢測結果

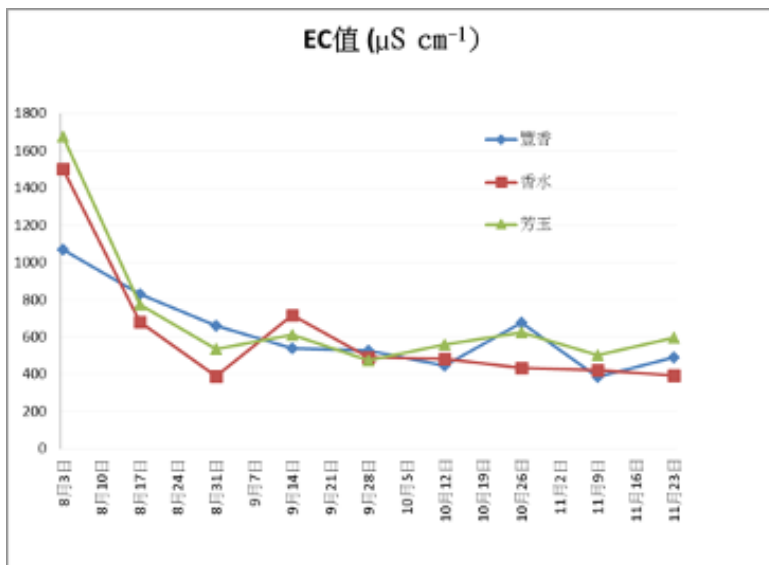
收件編號	樣品編號	病徵	RT-PCR 結果			檢測法
			ArMV	SLRSV	SMYEV	
香水草莓	1	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp
豐香草莓 (長柄)	2	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp
豐香(余)	3	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp
蘋果草莓	4	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp
桃薰草莓	5	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp



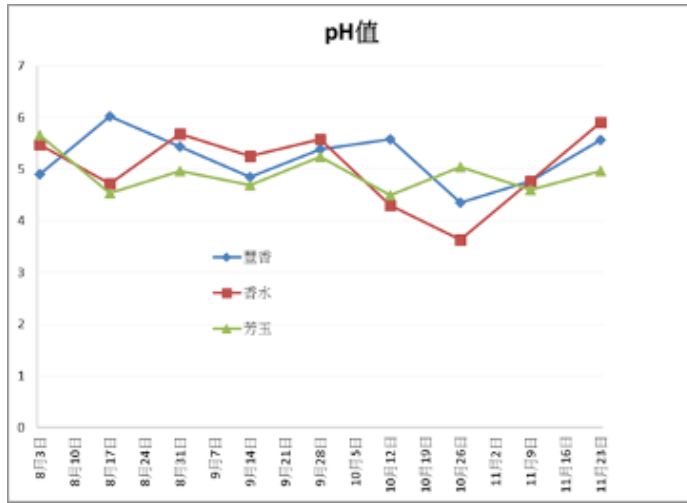
圖一、隔離設施內草莓苗株之生長狀況



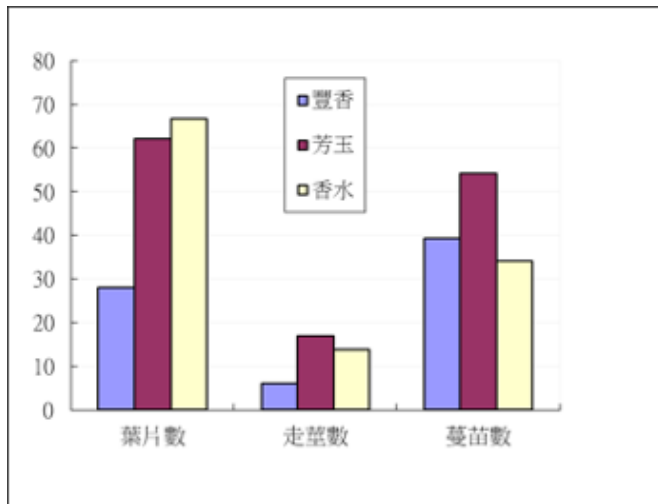
圖二、106年隔離溫室內氣溫和根溫之分布



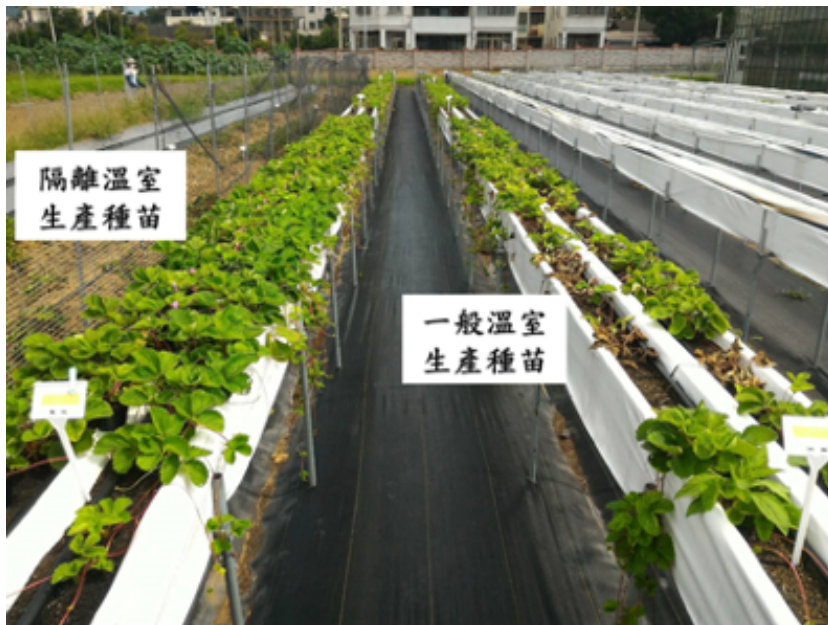
圖三、106年草莓三品種育苗期 EC 之分布



圖四、106 年草莓三品種 pH 之分布



圖五、106 年草莓三品種葉片數、走莖數和蔓苗數之分布



圖六、106年露天草莓高架栽培情形
(左側為隔離溫室之健康種苗，右側為一般溫室生產的種苗，苗栗場大湖分場)



圖七、106年12月-107年2月獅潭一般豐香種苗
(左一)和隔離溫室健康種苗(中間和右一)田間生長和開花結果情況

Studies on Healthy Seedling Productive Environment and Management Techniques with Facility of Strawberry

Yuh-Jyuan Lee^{1*}, Ting-Lin Chang², Jih-Zu Yu³, Chin-Chih Chen⁴
and Yih-Juh Shiau⁵

¹Farm Management Division, Institute, Council of Agriculture,
Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

²Seed Improvement and Propagation Station, Council of Agriculture,
Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

³Applied Zoology Division, TARI

⁴Plant Pathology Division, TARI

⁵Plant Germplasm Division, TARI

*Contact author, E-mail: YJLee@tari.gov.tw

Abstract

Facility experiments were conducted in the existing semi-enclosed greenhouse of Taiwan Agricultural Research Institute, which is the basic operation platform for the production of strawberry healthy seedlings. The healthy seedlings without virus and pathogens of Taoyuan No.1, Fangyu and aroma were based on the technology of greenhouse positive pressure air supply and high-density isolation system, irrigation purification treatment and medium sterilization treatment from August 17 to November 30 2017. When seedlings production, the concentration of the nutrient solution was control that the EC is maintained at 0.4-0.7 m S cm⁻¹ and the pH is maintained at a weak acidity of 4.5-6.0. The leaf number per plant was the highest in aroma (67), followed by Fangyu (62), the lowest is Taoyuan No.1 (28), the runner and seedling per plant was the highest in Fangyu (17 and 54), the lowest is Taoyuan No.1 (6 and 39).

Key words: Strawberry; greenhouse; environment; virus; pests and diseases

草莓種苗病害驗證作業簡介

曾獻嫻、陳保良 *

行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

* 聯繫人 E-mail : paoliang@mail.baphiq.gov.tw

摘 要

種苗疫病蟲害驗證制度於國家均列為重要之防疫措施，藉由驗證制度的推動，主動防範各類藉由種子種苗傳播之疫病蟲害，提高農產品產量與品質，進而提升產業競爭力。為降低草莓種苗繁殖期易發生之炭疽病、萎凋病、根腐線蟲病之潛伏，及隨種苗傳播之草莓輕型黃邊病毒 (*Strawberry mild yellow edge virus, SMYEV*)，業規劃「草莓種苗病害驗證作業須知」，該作業須知全文共計九點，包含驗證目的、詞彙定義、辦理驗證相關機關、繁殖圃設置條件及操作管理等相關規定、驗證檢查及檢定方法及驗證合格基準及期限。

關鍵詞：草莓、種苗、檢查、驗證

引 言

草莓果實酸甜可口，可鮮食亦可加工更具有觀光遊憩的功能，是每年冬季最受消費者矚目的水果種類之一，據統計國內草莓總生產面積達 500 公頃，依據生產面積估算年需草莓苗約 2,750 萬苗，產值 1.7 億元。近年來由於氣候條件改變，導致病蟲害易於孳生，每年 4 至 9 月為草苗育苗期，長達 6 個月，而 7 至 8 月間高溫多雨之氣候，卻極適合炭疽病發生及蔓延，如疏忽育苗期間之病害管理，炭疽病菌等病害易隨種苗攜帶並定植於田間，隨後苗株枯萎死亡造成田間缺株現象，又草莓農多於自行培育種苗，欲再行補植也未必有健康苗可種，為農民所困擾的問題，因此育苗期間的病蟲害管理重要性不可忽視。農業委員會為強化整體草莓產業鏈，邀集所屬機關召開「草莓產業鏈精進方案圓桌會議」，針對草莓育苗、生產及銷售政策進行研商，擬定三項精進方案：推動政策支援、精進草莓果品安全生產技術及強化技術服務量能，其中由動植物防疫檢疫局（以下簡稱防檢局）研擬草莓種苗病害驗證作業規範，以完備草莓種苗產業鏈。防檢局爰於 107

年邀集臺灣大學、農糧署、農業試驗所（以下簡稱農試所）、種苗改良繁殖場（以下簡稱種苗場）及苗栗區農業改良場（以下稱苗改場）等專家召開 2 次會議研商該作業須知規定，再邀請 6 家種苗生產業者召開第 3 次會議，經充分討論修正後確定草案後，於 107 年 8 月 22 日發布訂定「草莓種苗病害驗證作業須知」，建立草莓種苗產業鏈。「草莓種苗病害驗證作業須知」全文共計 9 點，以下就驗證目的、詞彙定義、辦理驗證相關機關、繁殖圃設置條件及操作管理等相關規定、驗證檢查及檢定方法及驗證合格基準予以重點說明。

驗證目的及詞彙定義

驗證作業須知係為防止特定病害藉由草莓種苗傳播蔓延為目的而訂定，驗證對象為草莓種苗，所關注的特定病害種類為萎凋病 (*Fusarium oxysporum*)、炭疽病菌 (*Colletotrichum* spp.)、草莓輕型黃邊病毒 (*Strawberry mild yellow edge virus*, SMYEV) 及根腐線蟲 (*Pratylenchus* sp.)，且該驗證將草莓育苗各階段為基本種苗 (G0)、原原種 (G1)、原種苗 (G2) 及採種苗 (G4) 等四階段，各階段的種苗應用性不同，基本種苗 (G0) 是指經檢定後進行組織培養之組織培養苗；基本種苗 (G0) 經健化後作為原原種 (G1)，供作設置原種苗圃使用；原種苗 (G2) 為原原種 (G1) 經繁殖後為原種苗 (G2)，供作採種苗圃設置使用；採種苗 (G3) 階段為原種苗 (G2) 繁殖後為採種苗 (G3)，才供作栽培用苗。

驗證相關機關

執行驗證工作之機關依業務分為受理機關、檢查機關及檢定機關：由種苗場負責受理驗證業務之申請及核發合格證明文件；由苗改場及臺灣大學植物醫學研究中心（以下簡稱臺大植醫中心）執行種苗生產設施及操作管理等檢查的工作，並依規定負責取樣以利進行病害的檢定；由農試所、種苗場及苗改場及臺大植醫中心負責病害檢定的工作。

繁殖圃設置條件及操作管理

各級繁殖圃設置條件及操作管理係依據不同繁殖圃之病蟲害管理強度及需求而訂定，以基本種苗 (G0) 繁殖圃設置為例，需具恆溫種苗保存庫及組織培養相關設備器材，在原原種 (G1)、原種苗 (G2) 之繁殖圃設置，為減少病害隨風雨傳

播及避免蟲媒入侵，則規定須分別設置於 60 網目及 32 網目之遮雨網室內，設施進出口應裝設不對開之雙層門及通道，以具有離地 40 公分以上之高架植床進行離地栽培，降低病害傳播風險。採種苗 (G3) 階段之繁殖圃之設置，則具遮雨及離地 40 公分以上高架植床即可。在操作管理上，各級繁殖圃有多項管理通則，如備標準作業流程及管理紀錄簿，紀錄簿用以登載品種特性及圖片人員進出、設施、設備維護及疫病蟲害防治措施等資料等。

驗證檢查、採樣及檢定方法

各階段種苗於種植前經檢查符合各階段種苗設施條件，始可進行繁殖苗圃之種植，而各階段種苗繁殖圃之設置及操作管理應符合本須知之規定，並由檢查人員現場查驗確認，始得進行採樣，檢查人員得視情況增加採樣數量及調整檢查時間。採樣時依據繁殖圃種類進行採樣，均將樣品置於封口塑膠袋中，標明樣品編號，由檢查單位取樣後送交檢定機關進行病害檢定。檢查取樣及採樣時間點依繁殖圃種類而不同，詳見作業須知規定。

檢定方法係由各階段種苗依該階段所關注之病原屬性採用反轉錄聚合酶鏈鎖反應法（簡稱 RT-PCR）或聚合酶鏈鎖反應法（簡稱 PCR）來進行分子檢測，如草莓輕型黃邊病毒（Strawberry mild yellow edge virus, SMYEV）病毒以 ELISA 法或 RT-PCR 法進行檢定；炭疽病及萎凋病以 PCR 法或選擇性培養基鑑定；根腐線蟲則以型態鑑定或 PCR 法進行檢定。

驗證合格基準及驗證效期

作為草莓種苗最初始階段的基本種苗 (G0)，須以最嚴謹的方式，從基本種苗之母本開始每株經過檢定之後確認無炭疽病、萎凋病、SMYEV 及根腐線蟲後，始可做為繁殖母株進行組織培養，成為組織培養苗後再次取樣檢定，確認無罹染前述 4 種病原，即符合驗證基準，驗證有效期限為 2 年，於期限內每年檢查 1 次。而原原種苗 (G1)、原種苗 (G2) 及採種苗 (G3) 則是經目視或檢定無驗證標的病原外，並分別定有原原種苗 (G1) 缺株率 5% 以內、原種苗 (G2) 及採種苗 (G3) 缺株率 10% 以內才視為符合驗證基準。原原種苗 (G1)、原種苗 (G2) 驗證有效期限為一年，採種苗 (G3) 則為半年，每一階段須於效期內進行下一階段的繁殖，有利於病害風險的控管。

結 語

防檢局為落實推動種苗疫病蟲害驗證制度，依據市場需求至今業陸續訂定百香果、香蕉及草莓等 8 種作物之種苗病害驗證作業須知。未來期望結合技術服務團隊，本著輔導民間業者參與生產供應健康種苗的精神（圖四），藉由驗證制度降低病害經由種苗傳播田間之風險，並提高業者自主性管控產品之能力，並穩定供應健康種苗。



圖一、經檢定無病害之母本種原（左）始可切取芽點進一步進行組織培養，成為基本種苗（G1）



圖二、農試所及苗栗區農改場人員執行基本種苗驗證階段中之母本種原之檢查

An Introduction of Directions for Strawberry Seedling Disease Verification

Tseng Hsien-Hsien, and Chen Poa-Liang*

Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine,
Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author, E-mail: paoliang@mail.baphiq.gov.tw

Abstract

The pest inspection verification system of seedlings is an important phytosanitary measures in advanced countries. With the promotion of the verification system, it is possible to actively prevent all kinds of diseases and insect pest spread by seeds and seedlings, increase the output and quality of agricultural products, and enhance the competitiveness of the industry. In order to reduce the anthracnose, blight, root rot nematode disease, and the strawberry mild yellow edge virus (SMYEV) that are prone to occur during the propagation period of strawberry seedlings, we have formulated the “Directions for the Strawberry Seedling Diseases Verification.” The full text of the operation instructions has nine points, which include verification purposes, vocabulary definitions, relevant regulations for verification relevant authorities, breeding nursery setting conditions and operation management, verification inspection and verification methods, and verification criteria and deadlines.

Keyword: strawberry, seedlings, inspection and verification

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 macularis* f. 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 associated virus*, 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 (*Arabid 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 Jiang, 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 Biology* 54(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 Hsien², and Chen, Pao Liang²

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

Economic 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. dollars. 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