草莓種苗生產之環境整合管理技術

李裕娟[1,8] 張定霖[2] 蕭翌柱[3] 余志儒[4] 蔡志濃[5] 林鳳琪[6] 陳金枝[7]

摘要

台灣草莓種苗生產環境通常尋求位在冷涼環境露天栽培，但露天栽培並無法完全克服因夏季高溫多濕及強降雨所誘發病蟲害之問題，鑑此，尋求通風良好且具防雨之設施，以供種苗經濟栽培所需，實為必要解決的問題。近年來草莓產業因受全球氣候變遷影響，台灣利用溫網室栽培草莓面積逐漸增加，並配合應用自動化環境控制及節能光電輔助系統而建置。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，利用無病毒之組培苗 (原原種)，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℃，再結合低農藥與非農藥資材之病蟲害監測管理等技術之整合與運用，期能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。由本試驗設施之種苗管理整合技術生產的每株草莓苗株數平均為 50 株，相較於農民種植的 35 株提高了 35-40%，在高效隔離環境整合管理技術—草莓健康種苗生產標準作業程序技術下，每公頃可生產健康種苗 25–28 萬株，年產值約為 375–420 萬元。

關鍵詞：草莓、溫室、環境、病蟲害。

前言

草莓生育需求方面，光強度、溫度和日照長度影響草莓的營養和生殖生長。草莓植株在 25℃時的光補償點約在 35–45 μmol m^{-2} s^{-1}，光飽和點則約為 600–800 μmol m^{-2} s^{-1}。草莓“春香” 品種最適育苗溫度比較結果顯示，在 30/25℃下所育之苗

1. 行政院農委會農業試驗所植物農場管理組助理研究員。台灣 台中市。
2. 行政院農委會農業試驗所植物農場管理組研究員兼組長。台灣 台中市。
3. 行政院農委會農業試驗所植物種原組副研究員。台灣 台中市。
4. 行政院農委會農業試驗所應用動物組副研究員。台灣 台中市。
5. 行政院農委會農業試驗所植物病理組副研究員。台灣 台中市。
6. 行政院農委會農業試驗所應用動物組副研究員。台灣 台中市。
7. 行政院農委會農業試驗所植物病理組助理研究員。台灣 台中市。
8. 通訊作者，電子郵件：yjlee@tari.gov.tw；電話：(04) 23317751。

最差，定植後之營養生長及總產量均以 25/20℃苗最佳(溫 1984)。草莓主要栽培品種為由日本引進之豐香品種選育而來的‘桃園一號’(李，1993)。依據行政院農業委員會農糧署 104 年蔬菜生產概況統計調查顯示，台灣草莓種植面積為 459 公頃，每公頃平均產量為 17,975 公斤，總產量為 8,251 公噸。其中苗栗縣生產面積為 409 公頃，每公頃平均產量為 18,945 公斤，產量為 7,740 公噸。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、夜蛾類及葉蟎等，在台灣設施栽培環境下，又以台灣花薊馬 (*Frankliniella intonsa* Trybom)、二點葉蟎(*Tetranychus urticae* Koch)及銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring)等小型害蟲發生最為嚴重。台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’培殖體的鮮重及根數 (盧與侯，2012)。

溫室設施已逐漸成為台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 andKempkes 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，農試所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。

草莓種苗生產之環境整合管理

為了有效隔離環境中的病蟲害因子，農業試驗所發展出高效隔離環境健康種苗生產系統策略，高效隔離環境的概念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，達到育成健康種苗目的。

1.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，飽和塩基濃度控制在 0.9±0.2。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。走莖子苗密度以維持在每平方公尺 96 苗以下為宜，每分地高架穴植管或盆苗產量約可達 60,000–72,000 株。

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℃ 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.量產溫室環境隔離：

健康種苗量產，為有效防治夜蛾類、蚜蟲、粉蝨及薊馬危害，本系統全溫室採用 100 網目之防蟲網，配合自動化開頂溫室及正壓送風系統，達到高效環境隔離目的。本結構整合下列系統及次元部件：

(1) 自動控制開頂溫室設施建構 (圖 1)，本計劃之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 (熱影像分析，圖 2)，同時濕度因垂直對流增加，也下降 10–20%幅度。開頂溫室經自動控制，使室內日平均溫室與室外

相近，相對有效減少夏季熱累積問題。(2) 正壓送風降溫輔助系統建構，本次元部件包括多元隔離關鍵濾材 (可結合降溫水牆，圖 3)、正壓送風管路 (圖 4) 及外遮陰系統之自動控制部件介面整合 (圖 5) 研發等，均能有效提高開頂溫室降溫效率。(3) 人員進出之溫室通道管控 (圖 6)，健康種苗量產系統之疫病蟲害防治，人員及材料進出為重要管制項目，本系統之通道採用三道門禁並輔以正壓送風通道，制動感應高效隔離量產環境之管理。



圖 1. 單側自動開頂溫室。

單側開頂溫室開啟 25 分鐘後

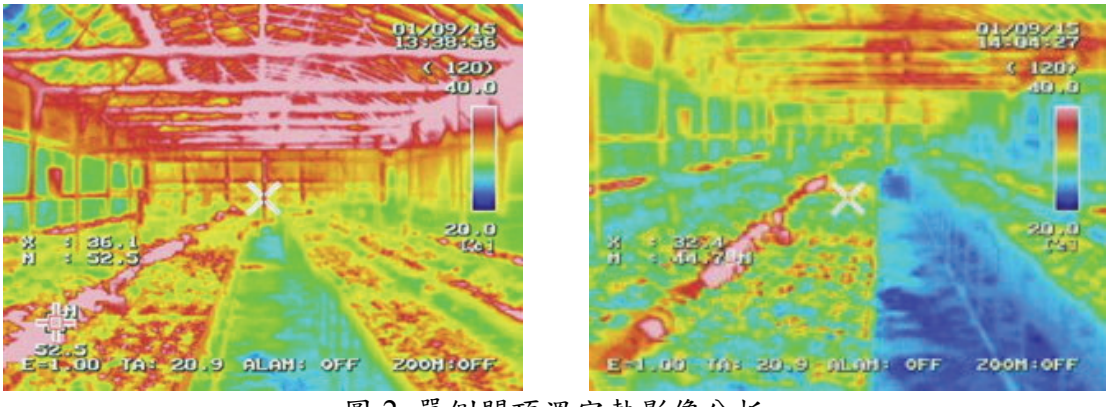


圖 2. 單側開頂溫室熱影像分析。

5.草莓病蟲害監測管理：

(1)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 1)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。



圖 3. 多元隔離關鍵濾材和外遮陰系統。



圖 4. 送風管路 (軸流風扇和 PEP 利得膜風管設置) 。



圖 5. 自動控制部件介面整合。



圖 6. 人員進出之溫室通道管控。

表 1. 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

(2)病害防治管理：本系統之草莓育苗期間以施用非農藥防治資材防治如亞磷酸、乳化葵花油及 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(圖 7)。

(3)害蟲監測防治管理：草莓健康種苗生產環境清潔，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 (11×15 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。

結論

本所發展出高效隔離環境健康種苗生產系統，其高效隔離環境的概念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，其高效隔離環境下生產之健康種苗如圖 8 所顯示。而三個草莓品種母株可生產之苗株數如圖 9，以芳玉的苗株數量在最多達 54 株，其次為桃園 1 號 (豐香)，桃園 3 號的株數誤差較大，皆較一般農民自行育苗的株數多 35–40%。高效隔離溫室之氣溫和根溫分布如圖 10，溫室內氣



圖 7. 非農藥防治資材。

溫夏季高溫時可達 41℃以上，而根溫因高效隔離溫室之正壓送風系統則維持在 27–31℃。為了解草莓苗株的營養生長，定期量測栽培介質的 EC 和 pH (圖 11、12)，EC 值以添加養液方式控制在 0.4–1.5 S cm^{-1}，pH 值在初期為鹼性，之後則大多是弱酸性 (5–7)，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，pH 維持在草莓適合生長的弱酸性。

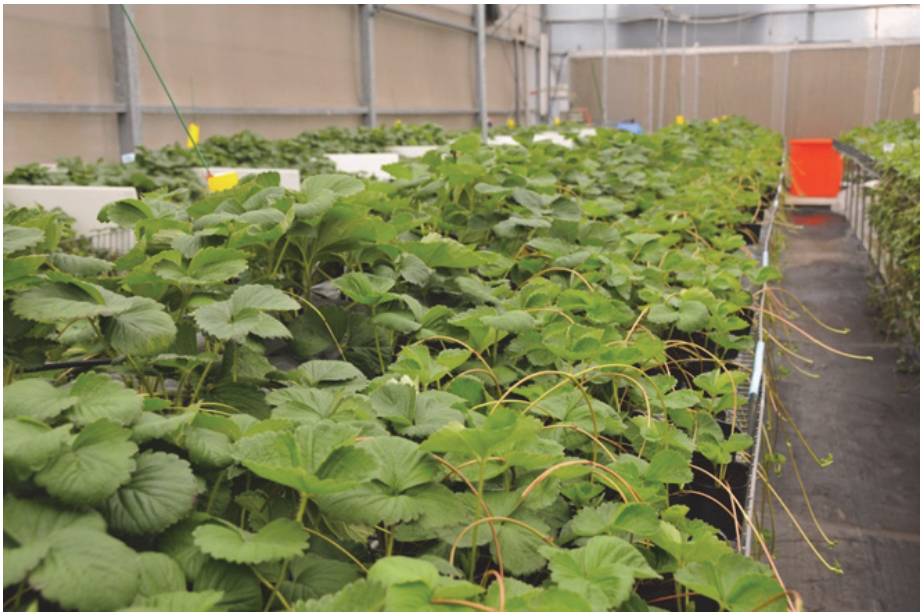


圖 8. 高效隔離設施之草莓健康種苗生產。

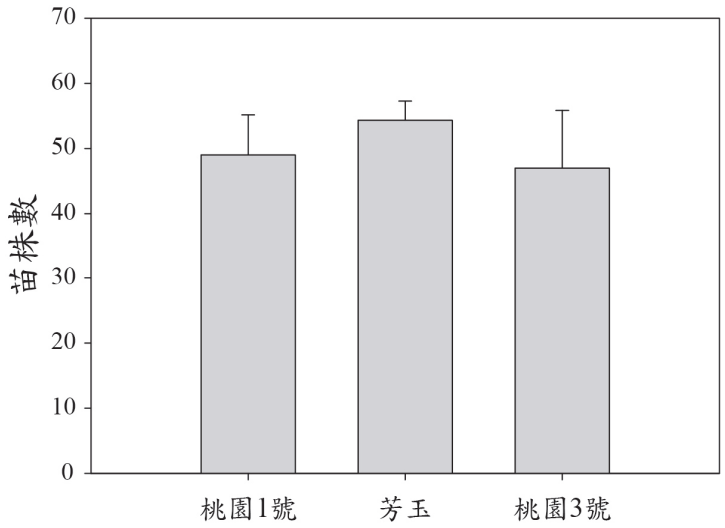


圖 9. 三個草莓品種母株苗株數分布圖。

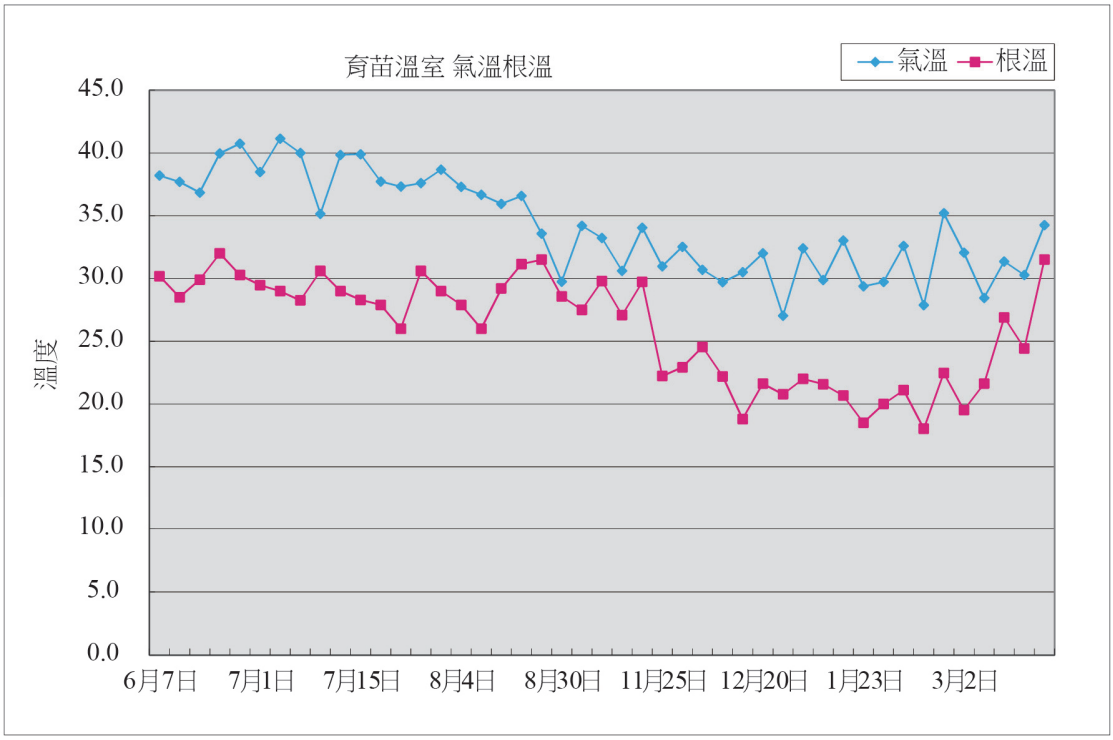


圖 10. 高效隔離溫室內氣溫和根溫分布圖。

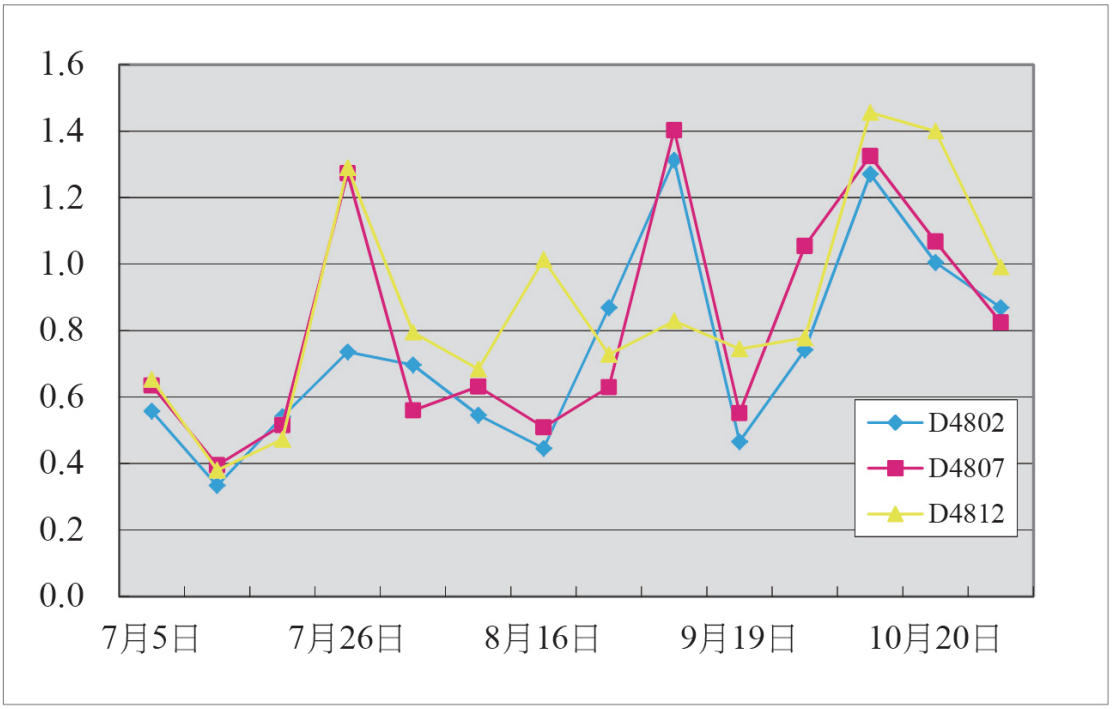


圖 11. 高效隔離溫三個草莓品種之 EC 值（鹽基飽和濃度）。

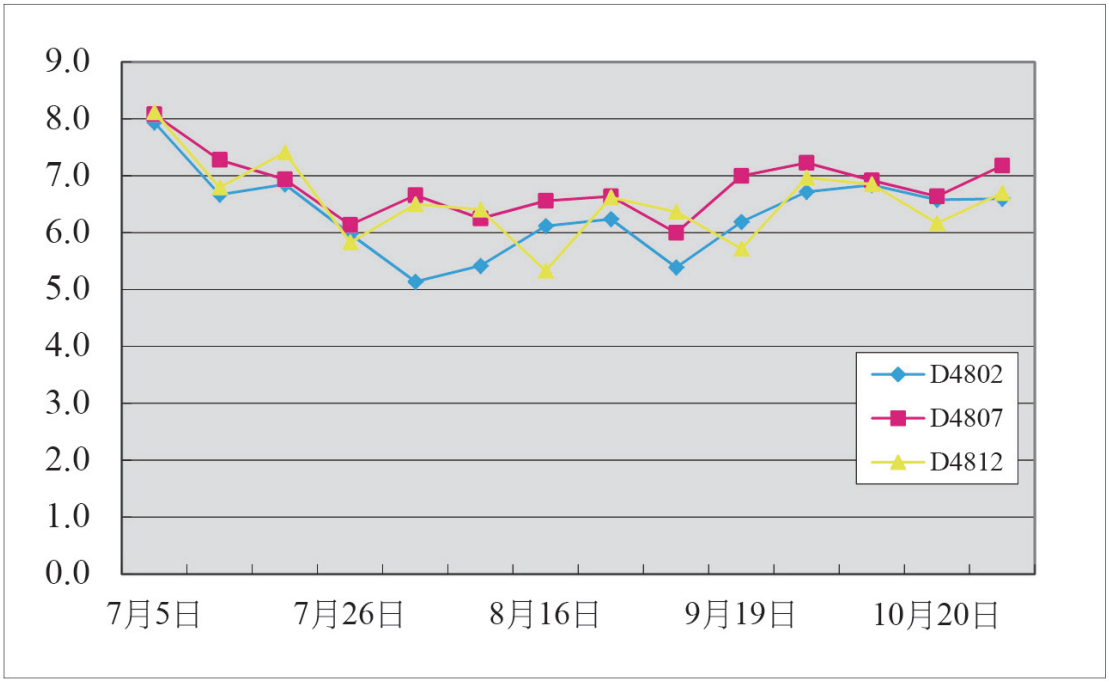


圖 12. 高效隔離溫三個草莓品種之 pH 值。D4802：桃園 1 號；D4807：芳玉；D4812：桃園 3 號。

高效隔離產程未來發展

綜合本試驗結果，在開放空間環境下種苗之培育受到病蟲害危害，在開放環境生產無病蟲害之健康種苗猶如緣木求魚，尤其是茄瓜果類、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。透過高效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，才是根本解決農藥殘留所造成之食安問題，達到多方共贏局面。

引用文獻

安寶貞、王姻婷、徐子惠、蔡志濃、林筑蘋。2012。引起草莓果腐病與基腐病之疫病菌現況。植病會刊 21:1 500-151 (摘要，論文宣讀)。

安寶貞、蔡志濃、徐子惠、楊正偉、林筑蘋。2012。草莓萎凋病之研究初報。植病會刊 21:148-149 (摘要，論文宣讀)

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。

鍾興穎、張明毅、鄔家琪、方煒。2010 光質與照光健化時間對蘿蔔嬰生長與生理之影響。農機與生機論文發表會論文。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

Bartzanas, T., T. Boulard and C. Kittas. 2004. Effect of vent arrangement on windward ventilation of a tunnel greenhouse. Biosystems Engineering 88:479–490.

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.

Dieleman, J. A. and F. L. K. Kempkes. 2006. Energy screens in tomato: determining the optimal opening strategy. Acta Hort. 718:599–606.

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.

Gieling, T. H., J. B. Campen, J. A. Dieleman, N. Garcia, H. J. J. Janssen, F. L. K. Kempkes, J. A. M. Kromwijka and M. G. M. Raaphorst. 2011. Monitoring of climate variables in

semi-closed greenhouses. Acta Hort. 893:1073–1080.

Verheul, M. J., A. Sonsteby, and S. O. Grimstad. 2007. Influence of day and night temperatures on flowering of Fragaria x ananassa Duch., cvs Korona and Elsanta. Sci. Hortic. 112:200–206.

Studies on Seedling Productive Environment and Management Techniques of Strawberry

Yuh-Jyuan Lee[1,8], Ting-Lin Chang[2], Yih-Juh Shiau[3], Jih-Zu Yu[4], Jyh-Nong Tsai[5], Feng-Chyi Lin[6] and Chin-Chih Chen[7]

Summary

The seedling production environments are usually cultivated in the cold climate and unsheltered field of strawberry in Taiwan, it is hard to overcome the problem of plant diseases and insect pests induced by higher temperature, humidity and rainy days. It is important to seek one protected facilities for seedling production of strawberry. To cultivate strawberry with greenhouse has increased in Taiwan by global climate change in recent years, and the application automation environment control and energy saving photoelectric systems were build. This project is to stabilize the plastic semi-enclosed greenhouse production system. We intend to integrate and develop technologies of cultivating strawberry in plastic greenhouse by application vertical culture system and hydroponic method about 28–31℃ (peat moss medium). We are also to maintain medium temperature, controlling air exchange, set up air clean filter and tougher prevention of pests and diseases. This technology provides healthy strawberry seedling cultivation and production of standard operating procedures, can produce 50 plant per mother plant higher than farmer, healthy seedlings 25–28 Million plants per hectare, the annual output value is about 375–420 Million dollars per hectare.

Key words: Strawberry, Greenhouse, Environment, Pest and Diseases.

---

1. Assistant Researcher, Farm Management Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
2. Researcher and Director of Farm Management Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Researcher, Plant Germplasm Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Associate Researcher, Applied Zoology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
5. Associate Researcher, Plant Pathology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
6. Associate Researcher, Applied Zoology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
7. Assistant Researcher, Plant Planoology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
8. Corresponding author, e-mail: yjlee@tari.gov.tw; Tel: 886-4-23317751.