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℃時的光補償點約在 35-45 μmol m^{-2} s^{-1}，光飽和點則約為 600-800 μ mol 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，在臺灣設施栽培環境下，又以臺灣花薊馬 (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。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’培殖體的鮮重及根數 (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 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，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℃ 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℃，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℃，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 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、林筑蘋。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）
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。

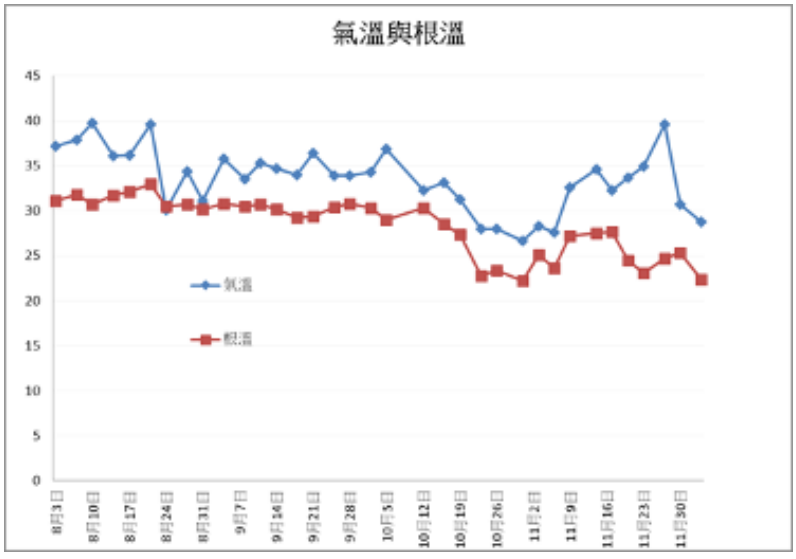
16. 潘俊傑、鐘佩哲。2018。草莓苗培育經驗談。苗栗區農業專訊第 81 期： 4-6。
17. 鐘佩哲、吳添益。2018。草莓栽培管理技術降低炭疽病發生率之探討。苗栗區農業專訊第 81 期： 1-3。
18.Bournet, P.E. and S.A. Ould Khaoua. 2007. Predicted effect of roof vent combinations on the climate distribution in a glasshouse considering radiative and convective heat transfer. Acta Hort. 801:925-931.
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 ControlStrategy, 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

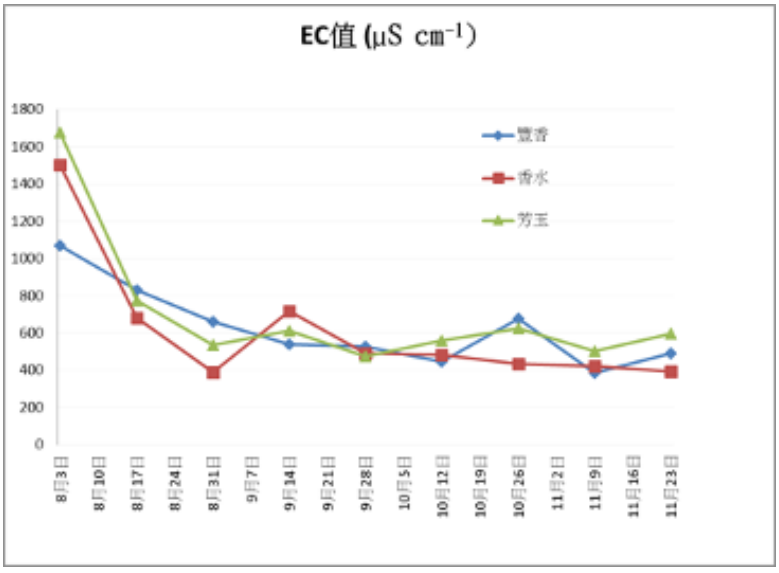
收件編號	樣品編號	病徵	RT-PCR 結果			檢測法
			ArMV	SLRSV	SMYEV	
香水草莓	1	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp
豐香草莓（長柄）	2	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp
豐香（余）	3	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp
蘋果草莓	4	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp
桃薰草莓	5	草莓葉片	-	-	-	RT-PCR, 350bp; 840bp; 271bp



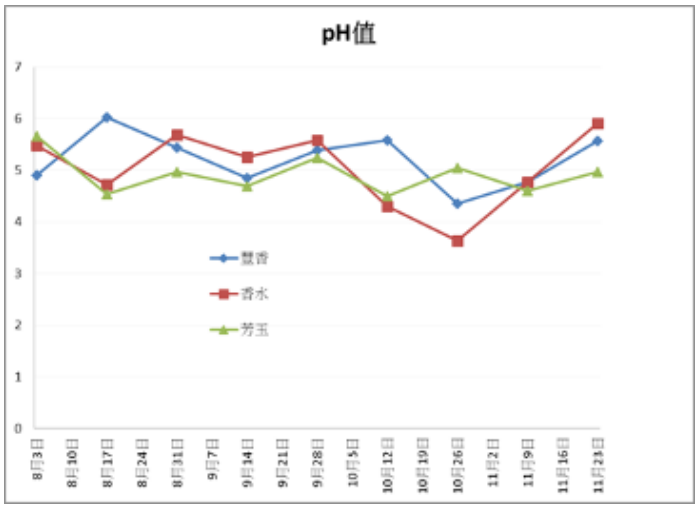
圖一、隔離設施內草莓苗株之生長狀況



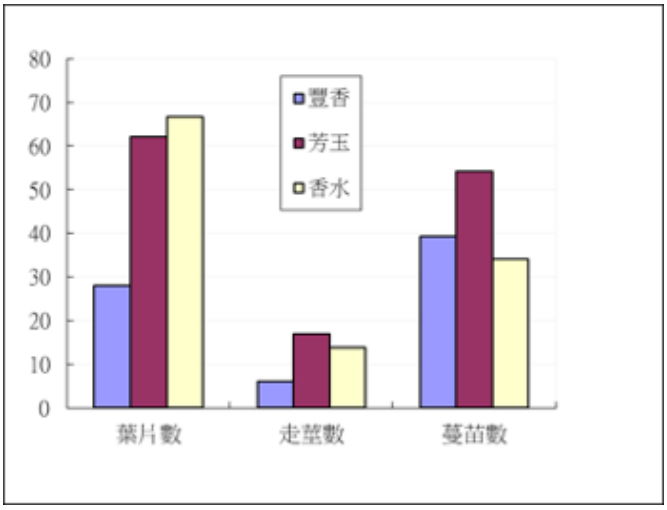
圖二、106 年隔離溫室內氣溫和根溫之分布



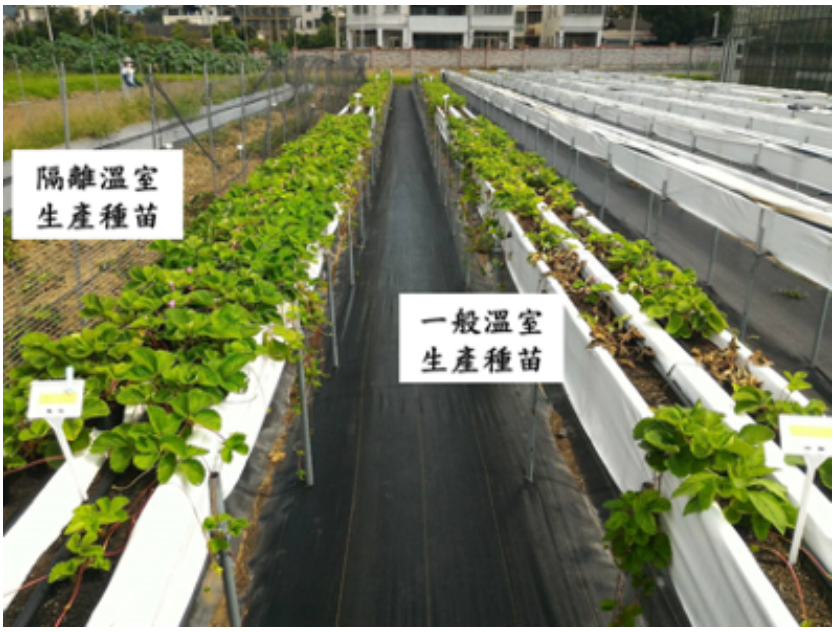
圖三、106 年草莓三品種育苗期 EC 之分布



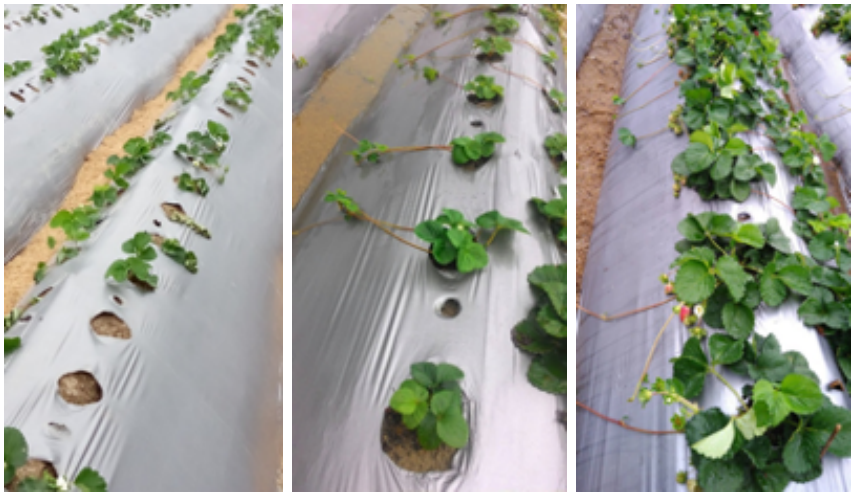
圖四、106 年草莓三品種 pH 之分布



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 Chang[2], Jih-Zu Yu[3], Chin-Chih Chen[4] and Yih-Juh Shiau[5]
[1]Farm Management Division, Institude, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.
[2]Seed Improvement and Propagation Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.
[3]Applied Zoology Division, TARI
[4]Plant Pathology Division, TARI
[5]Plant 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