

財團法人台灣香蕉研究所
113 年度工作報告

中華民國 113 年 12 月

目錄

一年來機關成果摘要	3
研究成果.....	7
品種改良.....	7
一、‘Grand Nain’抗(耐)病優良品系選拔	7
二、‘台蕉 5 號’選育之新品系 GCTCV-2376 第 1 年品系比較試驗	9
蕉園碳匯與香蕉種苗碳足跡研究	13
一、草生栽培增加蕉園土壤碳匯模式建立	13
二、香蕉生產鏈碳足跡盤查以提升國際市場競爭力之研究	18
三、香蕉施用有益微生物改良田間生長模式建立	22
四、國產微生物肥料及農田地力肥料推廣	24
植物保護.....	26
一、檬果藥劑委託試驗	26
二、臺灣香蕉重要有害生物藥劑感受性評估及其族群監測與綜合防治技術開發	27
三、香蕉假莖象鼻蟲之蟲生真菌生物防治技術開發	34
四、蕉園生育期需水量調查	38
剩餘資材及循環經濟	42
業務服務.....	45
種苗供應.....	45
技術服務.....	48
一、病蟲害診斷服務及天然災害警報發布	48
二、強化植物有害生物防範措施計畫重要檢疫害蟲偵測調查	48

三、政策執行及宣導	48
推廣輔導.....	49
一、國產微生物肥料及農田地力肥料推廣	49
二、香蕉產業策略聯盟推廣	49
年度重要紀事	50
一、刊物發表	50
二、113 年度研究計畫及經費來源	51
附錄.....	53
一、第 18 屆董事會董事暨監察人	53
二、行政及研究技術人員	54

一年來機關成果摘要

品種改良

本(113)年利用組織培養體細胞變異育種技術，自內外銷市場主力品種‘台蕉5號’選獲兼具矮性及抗病新品系 GCTCV-2376，並於香蕉黃葉病疫病(Foc TR4)區進行第1年田間品系比較試驗，對照品種為‘台蕉5號’及‘北蕉’，經試驗調查其發病率分別為10.4%、29.1%及60.4%，顯示 GCTCV-2376 具良好之抗病能力，將持續進行第2年試驗以確認其各園藝性狀之穩定性。此外，由本所種原‘Grand Nain’選育出具抗 Foc TR4 新品系 GNTCV-2385、2386、2387、2390、2392、2393、2394、2395 及 2396，藉由在疫病區之優良品系選拔及品系比較試驗持續測試其抗病力及園藝性狀穩定性，預期能選育出更適合台蕉產業發展或行銷全球之黃葉病抗病新品種。

蕉園碳匯與香蕉種苗碳足跡研究

香蕉草生栽培一般常應用於有機農業，因投入成本高，臺灣蕉農一般主要以慣行方法種植。推行果園草生栽培已實現在許多經濟作物上，唯在形成高密度草叢時可能導致病蟲害藏匿其中，導致產量與品質下滑。因此，快速去除高大惡性雜草或種植優良草種增加土壤表面覆蓋與保水性，可同時減少除草劑施用，降低香蕉黃葉病的發生。比較蕉園原生雜草，黃花蜜菜、蔓花生與水薄荷種植後進行土壤條件分析。取土壤 0-50 公分樣本分析其碳匯增加量，蕉園原生雜草可增加 1.60 tonsC/50cm-ha，黃花蜜菜為 2.64 tons C/50cm-ha，蔓花生為 2.03 tons C/50cm-ha 及水薄荷為 3.40 tons C/50cm-ha。相較下，施用除草劑則會降低 13.59 tons C/50cm-ha 的土壤碳匯量。同時，在充足日照下，蕉園間作不同草種可提供含碳量約為 32.89%- 40.93 %，相當為 878.37 - 1434.80 公斤/公頃的碳來源。因此，若香蕉以慣行栽培並於香蕉間種植不具競爭性且無相關病蟲害寄主的優良草種，具適當植株高度、匍伏生長且無攀附性。有效覆蓋於田區表土，減少外界因子對土壤的擾動，有助於增強土壤有機碳的固存與降低碳排放。未來可推廣於農民田區應用。此外，香蕉生長適應性高且在全世界普遍種植，對複雜的糧食系統做出了貢獻，而環境造成的影響常常被忽略。香蕉生產的碳足跡包括整個香蕉供應鏈產生的溫室氣體排放總量。包括種苗生產、土地準備、耕種、收穫、運輸、銷售以及最終消費者使用。透過分析供應鏈的各個階段，可以更瞭解排放源並確定減排措施。因此，針對香蕉種苗生產中資材原料進行碳排資料蒐集與盤點，經分析，蕉苗最終產品可分為組織培養瓶苗及盆鉢苗二種，組培瓶苗之碳排熱點為所內場區用電而鉢盆苗之碳排熱點為栽培介質，緩解方法可藉由提高能源使用效率如更換變頻冷氣，並且減少泥炭介質比率，改以添加臺灣本土作物剩餘產物取代，可降低蕉苗生產鏈碳排放。計算得香蕉組培瓶苗產品之碳足跡數值為 0.14

kgCO₂e/株，鉢苗產品之碳足跡數值為 0.35 kgCO₂e/株。參訪菲律賓當地香蕉生產公司 SACI，討論香蕉生產模式與減排之可能性。針對臺灣輸菲寶島蕉品種在當地種植情形進行分享，擴展臺灣品牌香蕉種苗之知名度。本所為全球對香蕉種苗生產首先進行碳盤查，未來可應用於生產具有碳足跡標示的香蕉種苗及產品。

植物保護

椪果炭疽病 (*Colletotrichum gloeosporioides*) 平時以菌絲型態寄生於椪果樹上罹病的枝條、葉片或殘存於地面枯枝落葉上，在高濕度環境下開始產生分生孢子，當孢子隨風雨而分散至花穗等幼嫩組織上後，僅需 8 小時即可發芽產生附著器，並進一步侵入植物組織內、誘發病害；鑒於此病害長存於田間並且發病傳播快速，因此規劃於椪果開花初期進行防治以收藥效。已於今年完成田區建置與施藥前準備，並視田間生育進度進行部分施藥作業示範及採樣流程演練，確保後續作業順利進行。

軸腐病由多種真菌引起，其中炭疽病菌為台灣香蕉軸腐病的主要病原，現以化學防治方法為主，個案調查發現部分農民以免賴得處理香蕉後，軸腐病罹病率仍超過 30 %，田間或有抗藥性菌株產生。香蕉花薊馬為香蕉栽培後期最難有效防治的病蟲害，現行防治方式具人力成本高與容易錯過最適施藥時機導致效果不佳的問題。監測台灣田間香蕉炭疽病菌抗藥性菌株或族群的分布，並建立中株末期至抽穗幼果期之香蕉花薊馬族群密度預警系統與防治基準，藉以導入精準用藥及非農藥資材防治等方法防治軸腐病及花薊馬，降低農藥使用。炭疽病菌監測共蒐集來自台灣主要產區之 66 個香蕉炭疽病菌分離株，計算免賴得、腐絕及貝芬替對其之半數有效抑制濃度 (effective concentration for 50% inhibition, EC50)。結果表明來自南投集集的 TC5JJ21 分離株與雲林古坑的 WL GK07 分離株對藥劑皆感受性低。進一步分析 C5JJ21 菌株 β -tubulin 第 198 密碼子由 GAG 變為 GCG，WL GK07 菌株 β -tubulin 第 50 密碼子由 TAC 變為 TCC。台灣中部山區已有抗 benzimidazoles 之香蕉炭疽病菌株出現。建立模式田評估香蕉抽穗後薊馬族群變化，結果表明黏紙誘集法可監控薊馬族群變遷之趨勢，其中抽穗後第三天花苞附近之薊馬族群量顯著提高，防治措施應在抽穗第三天內實施。後續於里港農會利用上述結果辦理香蕉重要病蟲害綜合管理之農民講習會，推廣安全及精準用藥觀念。

香蕉假莖象鼻蟲之蟲生真菌生物防治技術開發。完成建立香蕉假莖象鼻蟲人工飼養技術並且蒐集、分離、純化、鑑定、保存蟲生真菌共 17 株菌株。經初篩得到 4 株感染效力較顯著的菌株，進一步將與市售蟲生真菌產品進行比較，進行香蕉假莖象鼻蟲蟲生真菌防治效力評估。

本所與農業試驗所合作進行香蕉施用有益微生物田間栽種第二年試驗，試驗結果以高雄區效果最佳，農民具施肥規劃與補施有機肥，平均株高可達 250 公分以上，健葉數 15-16 片，平均果重達 30 公斤以上。相較雲林與屏東試驗區，雲林初期以高頻率施用化肥，植株生長快速但後期健葉數只有 10 片，故產量未

達 20 公斤；屏東有機田因香蕉黃葉病嚴重，有益微生物對降低病菌密度有限，故果串欠收。其結果顯示合理化施肥管理配合土壤改良資材處理可有效增加香蕉植株生長與果串品質。

利用「CROPWAT」估算香蕉作物的需水量，並根據各種情境制訂了第三年宿根田灌溉計畫。實際測得用水量為 495.89mm，降雨量達 2,205.00 mm，用水總量達 2,700.89 mm，計算理想灌溉量則為 456.5mm。進一步比較各生育階段之用水量，幼苗期理想灌溉量為 62.9mm、慣行用水量為 193.53mm，中株期理想灌溉量為 363.5mm、慣行用水量為 236.90mm，抽穗幼果期理想灌溉量為 0.0mm、慣行用水量為 22.29mm，果實成熟期理想灌溉量為 30.1mm、慣行用水量為 43.17mm。

剩餘資材及循環經濟

香蕉為全球第四大作物，也是台灣重要的果樹，年栽培面積約 1.5 萬公頃，每年廢棄假莖達 130 萬以上。研究顯示，香蕉假莖抽取之纖維擁有良好特性且為生態友好可生物降解的纖維。開發之香蕉假莖省工採收之輔助，不僅方便安裝於不同車輛，且能有效減少假莖上、下車輛時所需之人力，亦可用於平時栽培管理時資材的搬運。目前已建立高效的假莖取纖及渣料處理流程，可有效減少人力的使用及加快取纖速率，並透過香蕉纖維紡織技術的研究可擴大香蕉纖維的利用性，及永續香蕉假莖的循環運用。

種苗供應

113 年因受國內高蕉價的影響，種苗銷售量達 252 萬株，較 112 年銷售 195 萬株增加 29.3%，以‘台蕉一號選-烏龍’(簡稱‘烏龍’)為種植大宗，該品種蕉苗之銷售占比達 67.5%，顯示‘烏龍’種的品種特性受蕉農喜愛。統計結果抗 Foc TR4 之香蕉品種銷售占比達 90%，故選用抗病品種蕉苗是維持香蕉產業良好發展不可獲缺的因素。為提高本所蕉苗的優質及純質性，依「香蕉種苗病害驗證作業須知」進行健康種苗之生產管理，本年度亦針對具推廣潛能之芭蕉品種進行優良株系選育，未來納入該體系進行種苗生產，以提供高品質的芭蕉種苗。本年度亦通過 ISO9001 的管理系統驗證，範圍包括園藝作物健康種苗與瓶苗的生產，將能有效提升育苗品質與工作效率。

技術服務

配合防檢署辦理作物病蟲害診斷服務站，提供安全經濟有效之防治配方予蕉農選用，並即時進行蕉農疑難問題鑑定及技術諮詢，亦辦理重要外來檢疫害蟲(地中海果實蠅及蘋果蠹蛾成蟲)之偵測工作，共計調查 520 點次，調查期間均未發現上述檢疫蟲體。配合農糧署定期執行香蕉主產區產期產量預估工作，提升內銷

市場產能及蕉價變動之監控預警成效，並於香蕉外銷集貨場抽樣辦理農藥殘留檢驗，共計抽驗 197 件，把關外銷供貨品質及安全。配合農金署與農險基金宣導香蕉植株與收入保險，投保件數 479 件，提升植蕉保障。發行季刊「香蕉產業熱訊」共 4 期供學者、業者及農友們參考。

輔導推廣

提供蕉園土壤肥力及香蕉葉片免費分析服務，以供蕉農土壤肥培管理參考。建立合理化施肥示範蕉園，提供各香蕉主要產區之蕉農觀摩，辦理農民推廣教育 10 場及 20 場優質香蕉供果園管理與病蟲害防治講習，提倡集團栽培、產銷班及農民正確香蕉種植觀念，推廣優質香蕉栽培模式與採後處理注意事項。並說明香蕉友善及有機栽培管理方法，宣達政府最新香蕉產業政策。建立香蕉綜合管理技術套組及產期調節標準作業流程。於建立 10 座示範場域，導入包括灌溉、施肥技術、非農藥防治資材及產期調節技術等，並辦理觀摩會及農民輔導講習會，宣導產期調節及整合性防治之重要性，並於學校、都會區辦理 10 場食農教育宣導講座，經由品嚐香蕉、觀察香蕉植株、及其栽培環境之體驗過程，認識香蕉、香蕉歷史、青香蕉及黃香蕉的多元利用。

研究成果

品種改良

一、‘Grand Nain’抗(耐)病優良品系選拔:

本試驗材料為本所香蕉種原庫保存之‘Grand Nain’原原種(種原編號:V32)，於去(112)年經組培繁殖苗共計 2,000 株種植於含有黃葉病病原菌（總孢子數為 5×10^3 個/每公克土壤）之 3 吋盆病土中，經感染 3 個月後進行 Foc TR4 抗病單株選拔試驗，未感染者為球莖橫切面呈純白狀態，感染者為中柱部位呈現深褐色狀態，且皮層有出現褐色的病斑分布，以未感染植株做為下一階段評估材料。本試驗共計選獲 9 個具抗(耐)Foc TR4 潛力株系，分別編號為 GNTCV-2385、2386、2387、2390、2392、2393、2394、2395 及 2396，並且於今(113)年分別組培繁殖苗 90 株後移至本所疫病區（A2 試驗區:總孢子數為 3×10^4 個/每公克土壤）種植，進行抗病優良品系選拔。每品系 3 重複，每重複 30 株，試驗設計採完全隨機設計(CRD)排列，並以其親本、‘台蕉 5 號’及‘北蕉’作為對照品種，待種植 4~5 個月後，進行根部及球莖內部維管束組織褐化檢查，評估各新品系及對照品種之 Foc TR4 抗病程度。抗感病的評估方式為橫切香蕉根部，觀察根部病斑分布情形，以了解病原菌侵入植體的狀況。在抗感分級上，各等級的病斑分布情形分為未感染、輕微感染、中度感染及嚴重感染四個等級(圖 1)。未感染者為根部橫切面呈純白狀態；輕微感染者為內皮與周鞘部位呈現黃褐色，但在髓呈現白色狀態，並未出現褐色的紋路；中度感染者為內皮與周鞘部位呈現褐色狀態，髓有出現淡褐色的紋路；重度感染者為中柱部位呈現深褐色狀態，且皮層有出現褐色的病斑分布。

為了能更直接地了解各品種(系)的抗感病能力，選擇利用罹病程度(級數)的方式來進行呈現，在計算各個品種(系)的罹病程度(級數)前，先定義四個抗感等級的分數，未感染者定義為 0；輕微感染者定義為 1；中度感染者定義為 2；嚴重感染者定義為 3。罹病程度(級數)的計算公式為{〔未感染(0)x 罹病株數〕+〔輕微感染(1)x 罹病株數〕+〔中度感染(2)x 罹病株數〕+〔嚴重感染(3)x 罹病株數〕}/總株數。

經試驗後各品種(系)的罹病程度(級數)的調查結果及情形如表 1 及圖 2，抗性對照品種‘台蕉 5 號’的罹病程度(級數)為 1.97，感性對照品種‘北蕉’的罹病程度(級數)為 2.88，顯示此次試驗能分別出抗感品種的差異。親本‘Grand Nain’的罹病程度(級數)分別為 2.73，與感性對照品種‘北蕉’相近，因此，‘Grand Nain’在本次試驗結果屬於感病品種。在 9 個‘Grand Nain’新品系中，GNTCV-2387 及 GNTCV-2390 之罹病程度(級數)分別為 1.87 及 1.93，其抗病潛力明顯優於各品種

系，顯示兩新品系為具抗 Foc TR4 的潛力材料，後續擬將所有品種系，利用組織培養進行增殖培育蕉苗後，於本所 Foc TR4 疫病區種植進行第 2 年品種(系) 抗(耐)病優良品系選拔，確認其抗病穩定性。

表 1、‘Grand Nain’新品系及對照品種第 1 年田間密植抗病評估調查結果

編號	罹病(株)				罹病程度 (級數)	說明
	未感染 (0)	輕微感染 (1)	中度感染 (2)	嚴重感染 (3)		
Grand Nain	0	7	10	73	2.73	親本
2385	0	9	21	60	2.57	
2386	0	29	21	40	2.12	
2387	0	43	16	31	1.87	
2390	0	33	30	27	1.93	
2392	0	3	19	68	2.72	
2393	0	19	34	37	2.20	
2394	0	16	49	25	2.10	
2395	0	6	6	78	2.73	
2396	0	7	8	75	2.75	
台蕉 5 號	0	33	26	31	1.97	抗病對照 品種
北蕉	0	0	11	79	2.88	感病對照 品種

1.種植日期:113 年 6 月

2.檢定日期:113 年 11 月

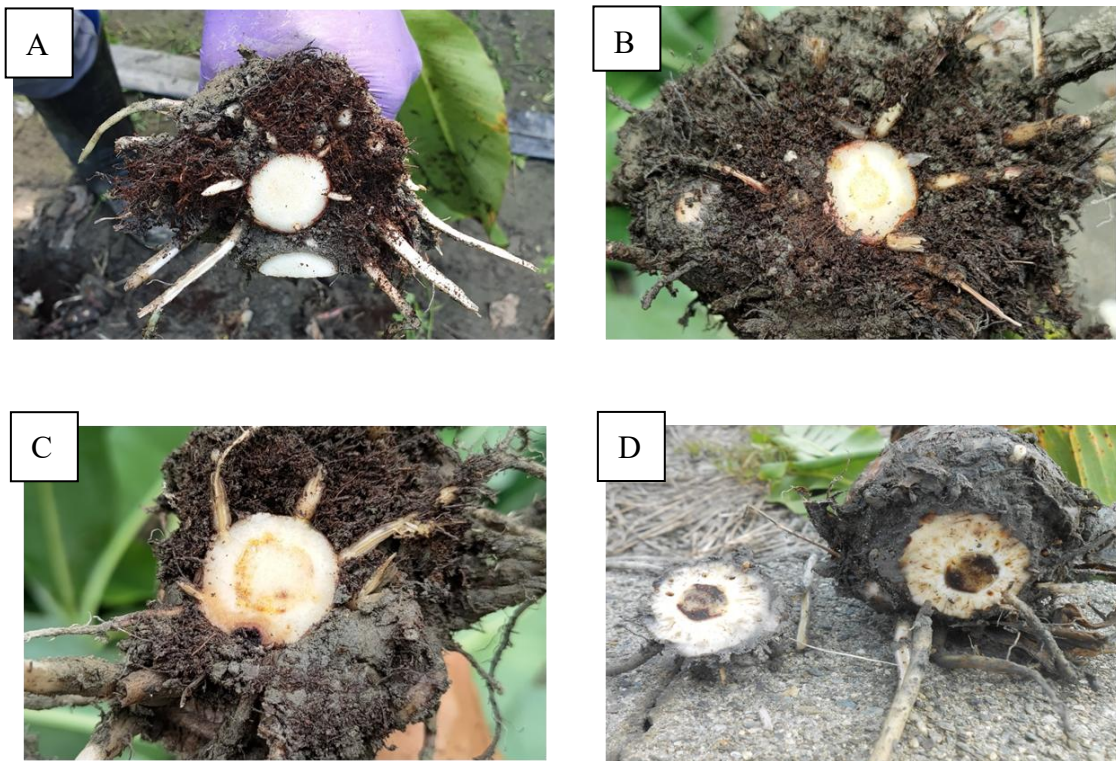


圖 1、各個黃葉病抗感程度(分級)於根部橫切面的發病情形，(A)未感染；(B)輕微感染；(C)中度感染；(D)嚴重感染



圖 2、田間密植栽培(圖左)及香蕉黃葉病抗病性檢定情形

二、‘台蕉 5 號’選育之新品系 GCTCV-2376 第 1 年品系比較試驗：

將 109 年自本所農場種植之香蕉品種‘台蕉 5 號’選獲兼具矮性及果形良好特性新品系 GCTCV-2376，利用組織培養進行增殖培育蕉苗後，於本所 Foc TR4 疫病區（黃葉病病原菌密度： 3×10^4 個孢子/每公克土壤）種植，每品系(種)各種植 3 重複，每重複至少 20 株，試驗之品系以親本‘台蕉 5 號’及‘北蕉’為對照品種(圖 1)。本試驗已完成第 1 年參試品系 GCTCV-2376 及對照品種‘台蕉 5 號’、‘北蕉’園藝性狀及香蕉黃葉病發病率調查，經園藝性狀調查統計結果顯示，新品系 GCTCV-2376 之平均植株高度為 224.3 公分，與親本‘台蕉 5 號’之株高 269.0 公分及‘北

蕉'269.8 公分差異分別為 44.7 公分及 45.5 公分(圖 2)，結果具顯著差異，符合本試驗育種目標，而其它園藝特性包含:果軸長度、葉柄長度、果把數總果指數(可食用果指數)皆與兩對照品種具明顯可區別性(表 1)，此外，GCTCV-2376 及親本‘台蕉 5 號’經調查發現其兩性花殘留強度分別為 81.4%及 7.7%，亦具顯著差異(表 2、圖 3)，另外，香蕉黃葉病抗病特性調查結果顯示，GCTCV-2376 黃葉病發病率為 10.4%，對照親本‘台蕉 5 號’發病率 29.2%，而感病對照品種‘北蕉’發病率已達 60.6%(表 3、圖 4)，對比各參試品種後，其 GCTCV-2376 具顯著及穩定之 Foc TR4 抗病能力，且經由觀察及檢定其植株個體，發現在相同環境下，各植株主要性狀維持不變，且性狀表現符合一致性，可推斷品種具有穩定性。

表 1、GCTCV-2376 及對照品種第 1 年新植園藝特性調查

品種(系)	營養生 長期 (天)	植株 高度 (公分)	假莖 莖周 (公分)	果軸 長度 (公分)	果軸 寬度 (公分)	葉柄 長度 (公分)	果把 數 (把)	總果 指數 (指)
北蕉	230.6 ^a	269.8 ^{a*}	68.4 ^a	54.4 ^a	21.9 ^a	43.9 ^a	8.2 ^b	143.1 ^b
台蕉 5 號	214.0 ^b	269.0 ^a	63.7 ^b	55.0 ^a	21.3 ^a	44.9 ^a	7.9 ^b	144.8 ^b
GCTCV-2376	213.1 ^b	224.3 ^b	67.0 ^a	40.9 ^b	22 ^a	33.9 ^b	11.3 ^a	184.8 ^a

註:a, b indicate significant differences at the 0.05 significance level.

表 2、GCTCV-2376 及親本‘台蕉 5 號’兩性花殘留強度調查

品種 特性	兩性花殘留強度(%)		等級
	台蕉 5 號	GCTCV-2376	
弱	84.6	11.6	3
中	7.7	4.7	5
強	7.7	81.4	7

表 3、GCTCV-2376 及對照品種第 1 年新植黃葉病發病率及植株變異率調查

品種(系)	種植株 數	黃葉病 株數	黃葉病發病率 (%)	植株變異率 (%)	說明
北蕉	48	29	60.62 ± 4.50a*	0	對照品種
台蕉 5 號	48	14	29.17 ± 4.50b	0	對照品種(親本)
GCTCV-2376	48	5	10.42 ± 3.40c	0	台蕉 5 號抗病選系

1.種植地點: B8 試驗區 (病原菌含量為 3×10^4 個孢子/每公克土壤)。

2.*Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to the least significant difference (LSD) test.



圖 1、參試香蕉品種(系)由左至右分別為 GCTCV-2376、對照品種‘台蕉 5 號’與‘北蕉’植株。



圖 2、GCTCV-2376 與‘台蕉 5 號’、‘北蕉’的植株高度具顯著差異



圖 3、GCTCV-2376 (圖左)與對照品種‘台蕉 5 號’(圖右)的兩性花殘留強度具顯著差異。



圖 4、GCTCV-2376 及對照品種‘北蕉’的田間黃葉病抗病檢定發病情形比較後，具顯著且穩定之抗黃葉病特性

蕉園碳匯與香蕉種苗碳足跡研究

一、草生栽培增加蕉園土壤碳匯模式建立

世界農業生態系主要分佈在溫帶、亞熱帶和熱帶地區，其中約一半位於溫帶地區，另一半位於熱帶及亞熱帶氣候區。香蕉為全球栽培占第四大作物，占相當大的面積，依聯合國糧食與農業組織(FAO)報導 2020 年全球香蕉總產量為 1.2 億公噸，以每株生產 30 公斤及每公頃種植 2000 株計算，種植面積至少 200 萬公頃以上，還不包含欠收與黃葉病危害的估算。臺灣種植面積為 1.5 萬公頃，九成九以施用除草劑慣行法為主要管理模式。相比短期種植模式(如稻田)，蕉園多採多年宿根栽培，其生態系統更具穩定性，適用的田間措施可以放大果園生態系所提供的生態服務。研究表示，果園林下管理對於改善環境生態和經濟效益具重要性。相對於裸土、清園耕作，草地維護是一種潛在的更好的地面管理措施。園區地表以草生維護可增加土壤有機碳含量，但依草種不同與管理模式影響有機碳的組分。

相較慣行農法，蕉園草生栽培常產生正負二面生態結果，一般認為蕉園草生栽培會導致果實生產力下降，尤以有機栽培耕作。在一定資源情況下，草種不可避免地會與香蕉競爭部分水分與養分。但亦有研究指出果園覆蓋植物有利於水果產量和品質的正面影響)。此外，草生栽培可改變園區土壤多方面的特性，例如增加土壤養分含量，改變土壤動物與微生物群落組成，刺激土壤生物活性，及果園有機質與有機碳增加等功能。臺灣常見雜草種類以菊科、禾本科、莧科及十字花科為主。適宜之管理模式，並非將雜草完全除去，而是當雜草造成作物生長或栽培管理的干擾時，才進行移除或防治。因此，在草種選擇上，以具淺根性、覆蓋率高、節間部位易生根及根部固著土壤能力強；無攀附性、根部分泌物對主要作物無毒害；與主要作物的水分及養分競爭性低，非重要病蟲害之傳播媒介；且具耐陰、耐旱、耐踐踏及越冬性佳等為主。建立合適園區草生模式可增加土壤團聚與改善物化性、生物等性。草類的根生長過程能突破硬土層，使土壤鬆化。此外，草類每年約有半數以上的根系老化後成為土壤有機質，增加養分含量。同時草生栽培可避免土壤因溫度驟變而傷害果樹根部，影響生活在土壤或果樹間昆蟲和動物群落的組成，從而改變害蟲與補食者之間的相互作用，使果樹從改變食物鏈的相互作用下受益。

依 112 年研究顯示施用除草劑的慣行田測得土壤為碳排收。因此，監測草生栽培對蕉園土壤降低碳排效益及對土壤香蕉黃葉病菌落的消長情形，降低集約化管理引起過多有機質變化。本計畫預計將建立香蕉慣行耕作並於蕉株間間作優質草種方法建立增加土壤碳匯，以種植此模式減少田間裸土或過多惡性雜草叢生並增加土壤中有機質、有機碳含量，同時田間香蕉黃葉病菌密集度。於慣行蕉園寬行間種植黃花蜜菜、蔓花生及水薄荷三種，並以蕉園原生草種及施用除草劑為

對照組，分析不同時期蕉園 0-50 公分深土壤樣本。選用屏東地區香蕉種植園區，為宿根栽培，種植品種為‘台蕉 5 號’。田間設計採完全隨機設計(completely randomized design)，共 4 個處理 (草種 1、草種 2、草種 3 與原生草種)，每區各 0.5 分地，每區劃分為 3 小區，共 3 重複，每重複 25 株。以原生草種作對照組，採用慣行農法管理 (圖 1)。



圖 1、建立黃花蜜菜、蔓花生及水薄荷不同草種之草生栽培蕉園試驗場域。

分析試驗區域優質草種植後 1 個月至 10 個月間土壤條件變化 (表 1)，此試驗地為多年宿根栽培之田地，因此土壤缺乏養分，EC 值偏低。試驗期間以特 4 號肥料施用 2 公斤/株，經種植 10 月後 EC 值仍是偏低，表示香蕉應多施用肥料以補充養份的需求。土壤 pH 值與總體密度變化量則呈現較穩定。土壤含石率會影響土壤有機碳儲存量的估算，本試驗區含石率約 20%，經分析砂粒：63%~81%；黏粒：17%~27%；粉粒：0%~20%，經判斷屬於砂質壤土 (表 2)，兼具砂土的排水性好和壤土的保水保肥能力。具有較好的結構、透水性、通氣性，且保水保肥能力比砂土好，略差於壤土，通過定期添加有機質來維持良好的結構，改善保水保肥能力。

表 1、不同草種種植後 1 及 10 個月後 0-30 公分與 30-50 公分 EC 值、pH、土壤總體密度與含石率。

		EC (ms/cm)		pH		總體密度 (BD)(tons/m3)		含石率(%)
		1個月	10個月	1個月	10個月	1個月	10個月	
慣行	0-30 cm	0.048	0.028	6.34	6.41	1.25	1.25	19
	30-50 cm	0.032	0.023	6.38	6.60	1.19	1.30	23
原生草種	0-30 cm	0.046	0.024	6.40	6.61	1.36	1.32	19
	30-50 cm	0.030	0.023	6.37	6.57	1.15	1.22	18
黃花蜜菜	0-30 cm	0.059	0.028	6.36	6.55	1.29	1.33	19
	30-50 cm	0.042	0.024	6.25	6.32	1.22	1.22	22
蔓花生	0-30 cm	0.047	0.019	6.44	6.36	1.36	1.27	22
	30-50 cm	0.045	0.026	6.25	6.34	1.18	1.28	21
水薄荷	0-30 cm	0.053	0.027	6.48	6.36	1.30	1.29	25
	30-50 cm	0.030	0.028	6.45	6.37	1.27	1.32	28

表 2、試驗田區土壤質地分析

計算公式			%	判定
樣本1	砂粒	100-D40S/50*100	63	砂質壤土
	黏粒	D2hr/W*100	27	
	粉粒	100-(砂粒+黏粒)	10	
樣本2	砂粒	100-D40S/50*100	81	砂質壤土
	黏粒	D2hr/W*100	19	
	粉粒	100-(砂粒+黏粒)	0	
樣本3	砂粒	100-D40S/50*100	77	砂質黏壤土
	黏粒	D2hr/W*100	23	
	粉粒	100-(砂粒+黏粒)	0	
樣本4	砂粒	100-D40S/50*100	63	砂質壤土
	黏粒	D2hr/W*100	17	
	粉粒	100-(砂粒+黏粒)	20	
樣本5	砂粒	100-D40S/50*100	65	砂質壤土
	黏粒	D2hr/W*100	17	
	粉粒	100-(砂粒+黏粒)	18	

草生覆蓋可增加土壤中碳匯量，三種種植草種對土壤 0-50 公分深碳匯情形每公頃可增加：黃花蜜菜區為 2.64 tons C，蔓花生區為 2.03 tons C，水薄荷區為 3.40 tons C。對照組原生草種每公頃則增加了 1.60 tons C；施用除草劑慣行區則是減少 13.59 tons C(表 3)。顯示表土經由草種覆蓋的方式皆可有效增加土壤中有機碳庫存量。其中又以水薄荷覆蓋率高，覆蓋厚度大，同時兼具保水功能。試驗田原生草種多以大型禾本科草類為主，生長速度快但覆蓋面積較不緊密，易造成

田間管理不易，若可及時去除並維持蕉園矮性雜草，保留耐蔭，覆蓋率高無攀爬性且易於控制，農民無須額外種植草種，接受度高，可降低草生成本及減少除草劑施分析香蕉黃葉病密度經不同草種覆蓋(包含原生草種)，可有效降低病菌密度並減緩發病頻率，相較施用除草劑，病菌密度提高且植株發病率亦顯著提升 (表 4)。

表 3、不同草種種植干預對後 0-30 公分與 30-50 公分土壤深度有機碳含量分析與碳匯情形。

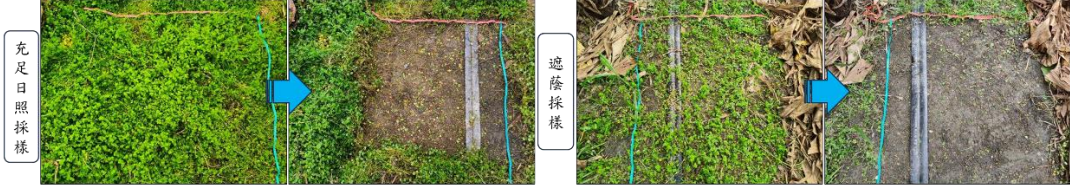
		有機碳 OC(%) 未干預前	有機碳 OC(%) 干預後	0-50 公分 碳匯增加量 (tons C/50cm-ha)
慣行	0-30 公分	1.13 ± 0.25	1.02 ± 0.17	-13.59
	30-50 公分	0.92 ± 0.13	0.56 ± 0.08	
原生草種	0-30 公分	1.15 ± 0.26	1.18 ± 0.04	1.60
	30-50 公分	0.57 ± 0.20	0.58 ± 0.10	
黃花蜜菜	0-30 公分	1.02 ± 0.33	1.08 ± 0.00	2.64
	30-50 公分	0.45 ± 0.06	0.48 ± 0.03	
蔓花生	0-30 公分	1.17 ± 0.43	1.26 ± 0.07	2.03
	30-50 公分	0.53 ± 0.05	0.54 ± 0.07	
水薄荷	0-30 公分	0.87 ± 0.05	0.92 ± 0.01	3.40
	30-50 公分	0.38 ± 0.52	0.44 ± 0.04	

表 4、不同草種對土壤香蕉黃葉病菌密度及發病率分析。

	黃葉病病菌密度 (cfu/g)		發病率 (%)
	植草前	植草 10 個月	
慣行	3.3 * 10 ³	1.03 * 10 ⁴	44.23
原生草種	6.67 * 10 ³	3.33 * 10 ³	28.00
黃花蜜菜	6.67 * 10 ³	2.67 * 10 ³	30.67
蔓花生	3.33 * 10 ³	3.00 * 10 ³	28.00
水薄荷	6.67 * 10 ³	3.33 * 10 ³	32.00

取蕉園草種每平方公尺地上面分析在充足日照與遮蔭下，單位面積生草所帶來的含碳量 (表 5)。各草種間含碳量約為 32%- 40%，以充足日照下水薄荷地上部每公頃可提供 1,434.8 公斤為最佳，其次是黃花蜜菜的 1,030.23 公斤。蔓花生在蕉園生長緩慢且原生草種以禾本科較多無法完全覆蓋，故單位面積下提供碳量較少 (表 6)。

表 5、充足日照與遮蔭下每平方公尺內不同草種養分含量分析



檢測項目	充足日照				遮蔭			
	氮(%)	碳(%)	氫(%)	硫(%)	氮(%)	碳(%)	氫(%)	硫(%)
原生草種	2.50 ± 0.15	39.68 ± 0.23	4.83 ± 0.39	0.26 ± 0.09	2.08 ± 0.04	38.04 ± 0.43	5.22 ± 0.04	0.23 ± 0.01
黃花蜜菜	1.96 ± 0.04	40.47 ± 0.43	5.48 ± 0.09	0.16 ± 0.02	2.13 ± 0.29	32.89 ± 0.43	4.53 ± 0.04	0.14 ± 0.00
蔓花生	1.84 ± 0.36	40.93 ± 0.06	5.36 ± 0.08	0.09 ± 0.02	1.73 ± 0.07	40.08 ± 1.05	5.33 ± 0.18	0.09 ± 0.02
水薄荷	1.73 ± 0.09	37.70 ± 0.58	4.98 ± 0.08	0.20 ± 0.02	2.83 ± 0.28	37.70 ± 1.32	5.12 ± 0.28	0.17 ± 0.03

表 6、不同草種在充足日照與遮蔭下提供之鮮草產量、乾物產量及供碳量。

	平均鮮草產量		平均乾物產量		平均提供碳量	
	(公斤/公頃)		(公斤/公頃)		(公斤/公頃)	
	充足日照	遮蔭	充足日照	遮蔭	充足日照	遮蔭
原生草種區	10,900	4,600	2,213.63	822.67	878.37	312.94
黃花蜜菜區	12,500	3,500	2,545.67	655.97	1030.23	215.75
蔓花生區	10,100	4,300	2,430.47	957.67	994.79	383.83
水薄荷區	18,900	2,800	3,805.83	584.37	1434.80	220.31

農民對雜草認知觀念為「除之而後快」，正常以不妨害田間管理及非主要病蟲害滋生的草種，對於蕉園土壤皆具有保護作用。倡導農民雜草勿抱有除盡的想法著實困難，常被認為是有機或草生栽培而拒絕配合。依目前慣行蕉園施用雜草覆蓋的例子不多，但其成功效益與果串品質皆符合高品質香蕉規格。因此，增加本土慣行蕉園土壤碳匯為長期努力之目標，草生覆蓋，減少田土施用除草劑或避免裸土種植方式對於土壤中碳含量提升雖是有限，但持續不斷進行多年田間管理改善方可見其增匯功效。在產量與生產品質前提下，建立符合本土農民慣用栽培模式，並提高資源利用及減少土壤有機質的分解，新栽培模式的建立著實重要。未來應與農民田間合作，改善或精進方法可行性，有效增加臺灣廣大香蕉種植面積土壤碳匯。

二、香蕉生產鏈碳足跡盤查以提升國際市場競爭力之研究

全球氣候變遷已證實與溫室氣體排放具密切關係，國際掀起碳中和(carbon neutrality)熱潮，於「2050 淨零排放」已成為全球共同目標。歐盟執委會於 110 年 7 月提出「碳邊境調整機制」(Carbon Border Adjustment Mechanism,CBAM)法案，2026 年起將正式對進口的高碳排產品課徵關稅。農業活動在氣候變遷下為溫室氣體排放的主要來源之一，因此，以園藝或糧食作物進行栽培管理規劃及量化計算，應可提供更好的碳交易和碳匯，在應對氣候變化的負面影響方面發揮著更大的作用。從作物的種類、栽培條件和生態區域，制定合乎作物的適應策略。同時，密切關注大區域種植面積作物的碳匯潛力，將進一步有助於制定解決氣候變化相關問題的藍圖。

許多農業管理措施的執行目的是用來增加土壤中的碳匯。從頻繁耕作到減少犁田與土壤擾動、免耕的轉變被認為是潛在有效的策略之一。然而，對於種植香蕉以減少或免耕對提升園區土壤中碳的固存受各地栽培模式影響，執行上較為保守與消極性。依據研究，免耕或施行有機栽培可增加土壤中有機質含量，但仍受到環境與生態多樣性的影響。種植多年宿根有機蕉園推測可有效增加園區土壤有機碳的累積，然現行蕉園以慣行方式為主，施用殺草劑抑制雜草生長減少對水分及養分的競爭，提高生產力。然而，裸露土壤會因有機質的氧化與微生物的分解而增加土壤養分的損失，並增加 CO₂ 的排放。因此，農業集約化生產是造成土壤退化的主要原因。

香蕉生產的碳足跡遍布整個生產價值鏈，包含肥料施用、機械操作、塑料、紙製品、運輸以及香蕉採後處理能源消耗使用等，其中無機肥料是生產中最主要碳足跡的來源，從香蕉產生的溫室氣體總量中，約有 24-49%是來自於氮肥的使用。依聯合國糧食與農業組織(FAO)報導 2020 年全球香蕉總產量為 119,833,677 公噸，依方法學計算不同平均產生 100 公克香蕉需排放約 0.11 公斤的二氧化碳當量(CO₂e)下，換算可得全球一年生產香蕉可排放巨量 131,817,045 公噸的二氧化碳當量。然而，香蕉為 1 年生高大植株，可在短期內達到 250 公分以上高度，屬於具有高潛力固碳 (carbon sink)植物，利用適當的栽培管理模式以碳補償機制考量碳中和，正負抵消而達到相對零排放。同時，瞭解作物生產對環境的影響將為消費市場和行銷的政策制定提供基本資訊。香蕉從生產到零售的碳足跡，透過分析與條件上的改善對於運輸過程和基本生產條件所產生的溫室氣體排放可以顯著減少。因此，生命週期碳足跡評估一直是瞭解溫室氣體排放的有力工具，並找出改善果園管理以減少水果生產中排放的關鍵措施。分析蘋果、香蕉、柳丁、桃和梨果園生產碳足跡，水果生產的碳足跡範圍從 2.9 至 12.8 tones CO₂e/ha。其中又以香蕉平均碳足跡 9.7 tones CO₂e/ha 為最高，其次是梨子、蘋果和柳橙，分別為 8.6、8.2 和 7.1 tones CO₂e/ha，以桃子 5.9 tones CO₂e/ha 為最低。主要施用氮肥占溫室氣體排放總量的 50%以上，因此，制定低碳生產消費策略和營銷機制，

減少水果生產過程碳排放，同時降低運營成本、符合友善環境與響應國際市場需求並兼顧改善傳統農業形象。

本計畫為建立臺灣香蕉生產鏈碳足跡與碳盤查，依循「行政院環境部推動產品碳足跡管理要點」規範進行香蕉產品的碳足跡之盤查作業，引用環境部通過「碳足跡產品類別規則(carbon footprint product category rule, CFP-PCR)」並公告之「生鮮水果(PCR 登錄編號：22-061)」，其適用範圍包括國內外生產栽培之食用水果，與貨品分類號列(CCC Code 0803 -0810)之所有生鮮產品，但不含乾果實、冷凍果實或堅果類產品，其中鮮或乾香蕉(包含芭蕉，但不含乾果實)貨品分類號為 CCC Code 0803。再根據香蕉種苗生產流程，包含蕉苗生產過程中母材採樣、組培繁殖、販售前瓶苗或洗出苗之處置、苗圃管理(包含智能溫室及傳統苗圃)及販售，各項工作所需資材、耗材及各項能源設備(水、電)使用量等 (圖 1)。將所蒐集之資料經分類、歸納，彙整成有效的一級活動數據，有些資料如無法取得一級數據，將以次級資料取代之。同時監測智能溫室與傳統苗圃碳排熱點，設置水錶與電錶，記錄使用肥料、農藥及加溫用重油用量等 (圖 2)。並建立新南向國家合作模式，進行當地果園實地參訪與交流，瞭解該國香蕉生產中碳排熱點與減排方法，提倡免耕、少耕犁、淺層耕犁、覆蓋耕種等保育耕犁耕作模式。降低氣候變遷對生產衝擊與增加農民信心。

香蕉苗碳足跡盤查範疇與系統邊界

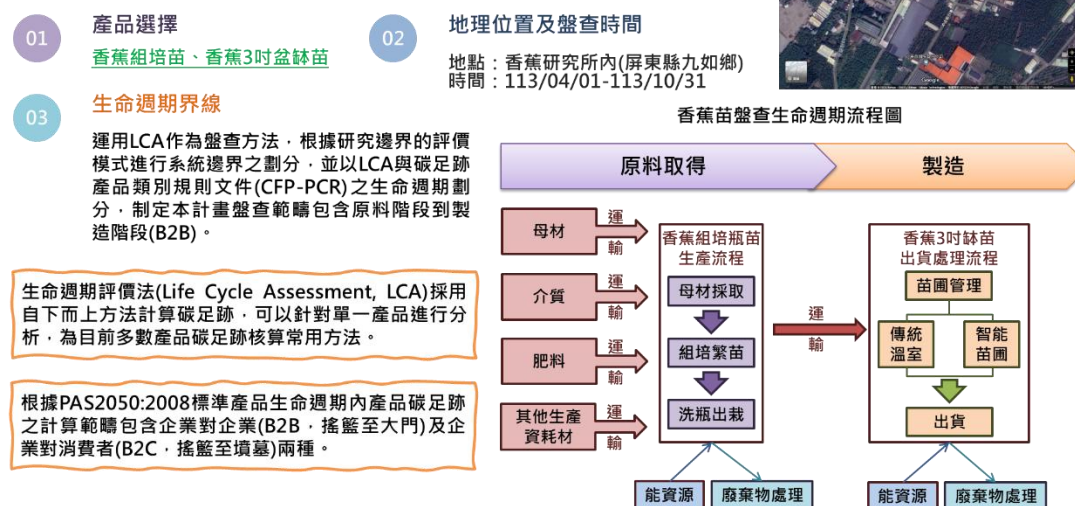


圖 1、香蕉碳足跡盤點項目與邊界範圍之設定。

香蕉苗生命週期碳足跡盤查分析

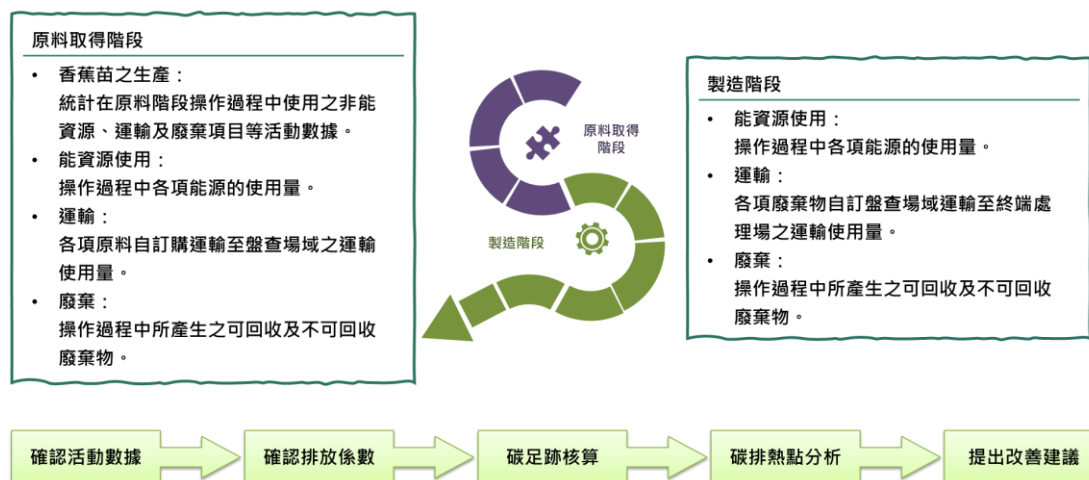


圖 2、香蕉生產流程初步盤點模式之建立。

分析香蕉組培瓶苗碳足跡熱點，本項產品碳足跡以標的物總用電量(所內場區用電)為主要碳足跡來源為 0.138 kgCO₂e，佔了總碳足跡量的 98.88%，其次為精緻細砂(0.000515 kgCO₂e，0.43%)及天然氣(0.000435 kgCO₂e，0.31%)，所內場區用電為本項產品之碳排熱點 (圖 3)，匯集盤查期間所記錄之各項活動數據匯入產品碳足跡資訊網計算之成果，香蕉研究所之香蕉組培瓶苗產品計算出之碳足跡數值為 0.14kgCO₂e/株，組培瓶苗之碳排熱點為所內場區用電，主要為組培操作檯、培育室冷氣及培養基配製時鍋爐用電，緩解方法可朝將廠區內電器設備(如冷氣)更換為省電裝置以減少用電量。

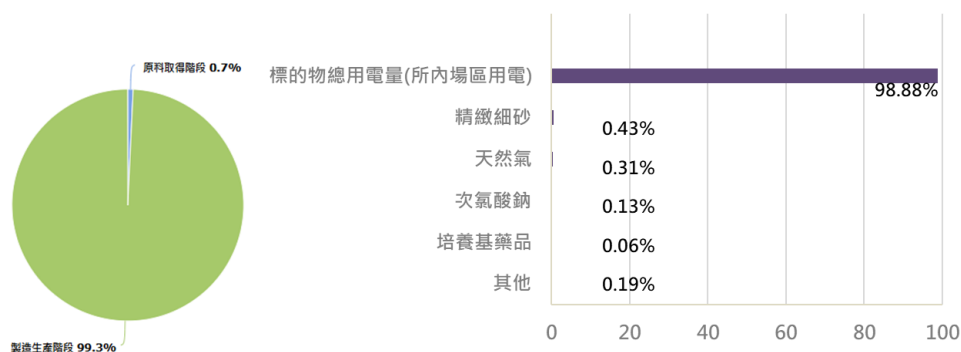


圖 3、香蕉組培瓶苗產品碳排熱點。「其他」係為未列於熱排前 5 名之生產過程中所使用之原料、能資源、運輸及廢棄等項目之加總。

香蕉 3 吋鉢苗碳足跡熱點分析因產品生產過程中使用大量栽培介質(泥炭土)，依據文獻指出泥炭土的開採及使用皆會產生碳排放，尤其在使用泥炭土時每立方公尺會產生 275 公斤的二氧化碳當量，導致介質的使用為目前蕉苗生產最大碳排熱點來源 (圖 4)。所內場區用電及智能溫室用電分別佔香蕉 3 吋鉢盆苗產

品碳足跡之 2、3 名，亦可視為碳排熱點，本次盤查期間所記錄之各項活動數據匯入產品碳足跡資訊網計算之成果，香蕉研究所之香蕉 3 吋鉢苗產品計算出之碳足跡數值為 0.35 kgCO₂e/株。未來應針對栽培介質進行改良以降低本項原料之碳足跡量，其次為所內場區用電及智能溫室用電，將規劃生產流程使智能溫室使用效率最大化，並配合香蕉熱帶生長模式，調控風扇與水牆啟動溫度至 30℃，減少反覆啟動帶來的耗電量且更能促進蕉苗快速發育。

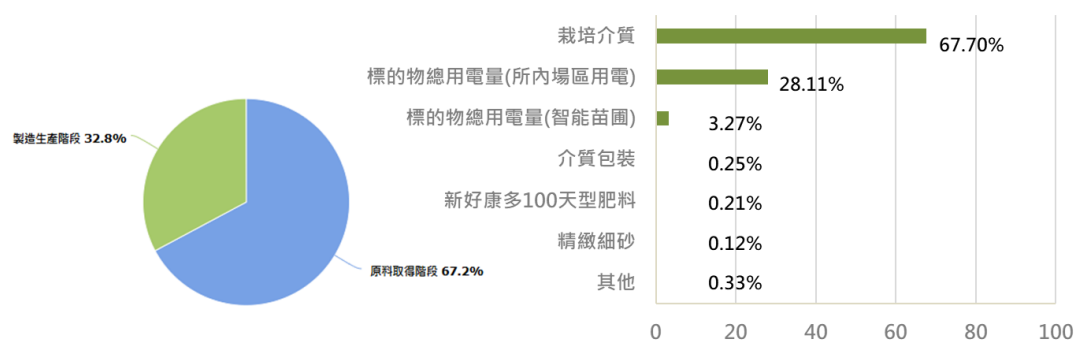


圖 4、香蕉 3 吋鉢苗產品碳排熱點。「其他」係為未列於熱排前 6 名之生產過程中所使用之原料、能資源、運輸及廢棄等項目之加總。

完成於臺菲雙邊農業會議進行提案報告，透過菲方協助媒合當地香蕉生產公司，並參訪菲律賓 Alsons Aquaculture Unit 種苗生產公司(SACI)的香蕉場域生產鏈，比較與臺灣香蕉產業之優缺點（圖 5）。菲國因灌溉引用河水，香蕉黃葉病嚴重，摧毀當地香蕉近 6 成以上，導致輸日訂單與數量縮減。雖引進臺灣抗病品種「寶島蕉」有效降低得病率至 3 成以下。唯其組織培養與苗圃生產成本過高，且苗圃設備簡略又引河水灌溉，易因上游水源汙染而降低存活率與高變異率。菲國業者選擇逐漸關閉種苗生產端，轉向急需臺灣更佳抗病品種且兼固國際減排趨勢的蕉苗輸入。此外，菲方種植模式為簇生栽培，較為粗放，熱點田間以農機具噴灑農藥時使用油料及肥料施用為主要碳排熱點，且因香蕉種植產地為於南部民答那峨島，船運及空運等長程運輸油耗為整個生產鏈最大碳排熱點。



圖 5、參訪菲國 SACI 香蕉生產場域，共同栽培情形與減碳排之可能性進行討論。

儘管香蕉是全球重要的產品，占世界第四大作物且種植面積廣大，但碳足跡分析卻很少已發表，結果因方法（例如邊界設定）和使用的碳排係數而異。以田間至運輸階段，不同國家生產每公斤香蕉碳足跡差異性大，厄瓜多 0.11 kgCO₂e、瓜地馬拉 0.11 kgCO₂e、哥倫比亞 1.23 kgCO₂e、美國 0.86 kgCO₂e 及中國大陸 0.73 kgCO₂e 等。儘管定義了不同的邊界，多數盤查資料顯示香蕉碳足跡確定運輸（包括冷媒）為整個香蕉供應鏈中溫室氣體排放的主要貢獻者。運輸排放量的大小取決於船運、路運甚至空運行駛的距離、物流的最佳化程度以及使用的冷媒類型。化學肥料的生產和使用則被認為香蕉供應鏈的第二大溫室氣體排放源。依目前文獻資料，尚未專對香蕉生產鏈前端種苗部分進行過碳盤查。蕉研所為全球首先利用組織培養方法建立香蕉種苗繁殖技術，從母材蒐集至鉢苗出售具有一貫化作業流程，搭配設有傳統苗圃與智能溫室，無論在簡易或精控操作方法皆可提供可靠盤查數據。碳盤查結果顯示無論內銷 3 吋盆鉢苗 0.35 kgCO₂e/株或外銷組培苗 0.14 kgCO₂e/株，其碳排量相對田間與運輸仍占重要比率，顯示對本土蕉苗碳盤查的重要性。

三、香蕉施用有益微生物改良田間生長模式建立

延續 112 年本所與農業試驗所合作於臺灣三大香蕉產區進行試驗，包括屏東九如蕉研所有機農場，高雄大寮慣行蕉園與雲林刺桐慣行蕉園三處，蕉苗苗圃管理、田間種植、施肥、採收的栽培管理中，調查施用有益微生物及土壤改良劑的香蕉生育及果實品質調查。

經香蕉 1 期生長周期結果分析，高雄與雲林試驗區平均株高皆可達 250 公分以雲林組表現最佳，在種植初期 98 天可達到 180 公分左右。屏東有機試驗田高度則較慣行組低，未及 250 公分，有益微生物效果不顯著（圖 1）。有機試驗田

健葉數數量數周年低於 10 片，推斷與土壤肥力不足及為防治葉部病害割除較多葉片所致。高雄試驗區蕉株生長旺盛，葉片長生佳，有達 16 片。雲林區初期可達 14 片，後期至抽穗採收維持在 10 片（圖 2）。有機農場為多年生宿根栽培，田區香蕉黃葉病密度較高，後期發病率達 8 成以上，施用有益微生物對其抑制力有限。高雄與雲林試驗區黃葉病發生主要位於較易積水區域，導致各組間發病率有極大的標準誤差。若排除積水區，有益微生物施用可減少黃葉病的發生率（圖 3）。

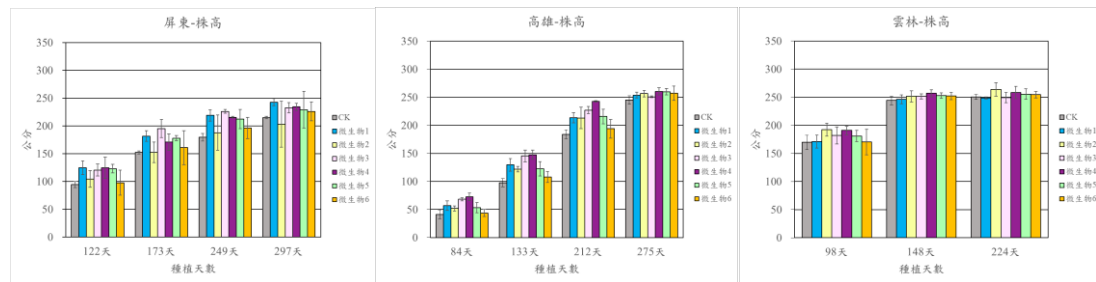


圖 1、屏東九如所有機田、高雄大寮慣行田與雲林刺桐慣行田三試驗區施用有益微生物對調查不同天數下對株高促進之影響。

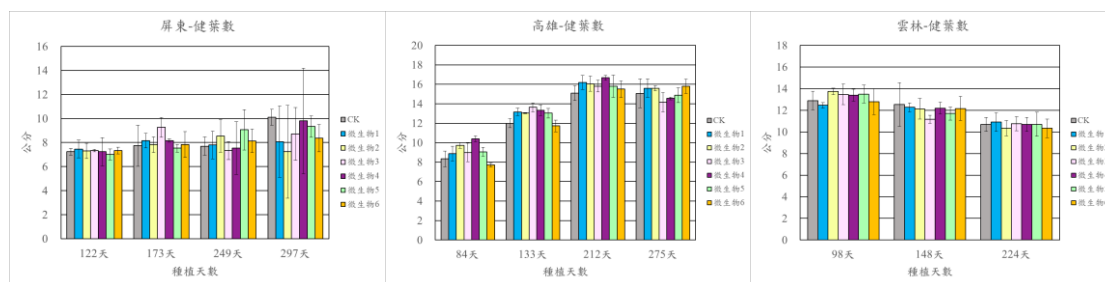


圖 2、屏東九如所有機田、高雄大寮慣行田與雲林刺桐慣行田三試驗區施用有益微生物對調查不同天數下對植株健葉數數量之影響。

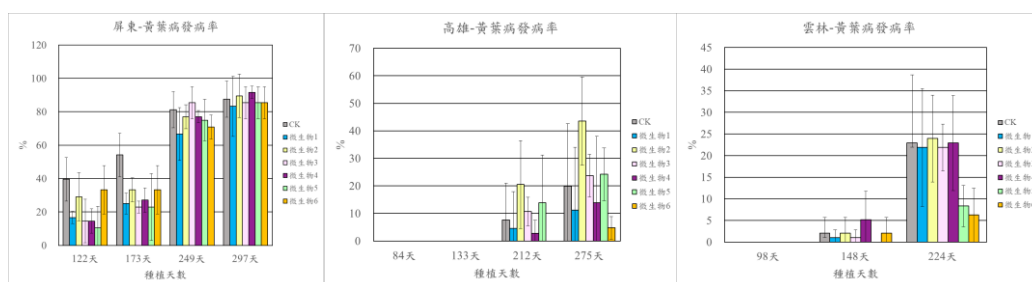


圖 3、各試驗區施用有益微生物對香蕉黃葉病發病相關性調查。

果串分析為施用有益微生物最終亦是最重要的決定成果。依初步分析結果顯示果串重量與施肥及栽培管理關係性較高。雲林試驗區農民偏好高頻率施用化

肥，植株生長速度快，但後期健葉數較少，果串重量不足 20 公斤，但亦可能受氣候與灌溉雨量影響，有益微生物施用對果串影響不顯著。高雄試驗區氣候炎熱雨量充足，農民有規劃性全年均勻施用有機質肥料，降低過量化肥施用，後期植株生長強健，健葉數多，果串大而豐產。唯屏東有機農場因香蕉黃葉病危害嚴重，果串欠收（表 1）。

表 1、有益微生物施用對各試驗區香蕉果串重之影響

果重統計	屏東					高雄					雲林				
	1	2	3	Average	STDEV	1	2	3	Average	STDEV	1	2	3	Average	STDEV
CK	0.00	0.00	10.20	10.20	-	30.83	26.29	31.50	29.54	2.83	19.26	17.18	18.86	18.43	1.11
微生物1	0.00	17.60	0.00	17.60	-	30.25	27.93	28.41	28.86	1.22	18.41	15.89	18.99	17.76	1.65
微生物2	0.00	0.00	0.00	0.00	-	32.26	30.40	31.57	31.41	0.94	17.84	16.51	18.17	17.51	0.87
微生物3	0.00	0.00	0.00	0.00	-	27.56	28.09	27.25	27.63	0.43	16.20	15.92	15.42	15.85	0.39
微生物4	0.00	0.00	0.00	0.00	-	31.35	32.80	32.25	32.13	0.73	17.67	18.35	16.41	17.47	0.98
微生物5	19.60	0.00	0.00	19.60	-	31.35	33.39	31.65	32.13	1.10	18.74	17.46	16.28	17.50	1.23
微生物6	13.50	0.00	0.00	13.50	-	30.93	32.06	30.93	31.31	0.66	20.11	17.57	19.50	19.06	1.33

四、國產微生物肥料及農田地力肥料推廣

香蕉種植首要條件為土壤地力改良以增加土壤永續經營，農民應瞭解種植蕉園土壤特性，進行必要之土壤地力改良，依氣候、土壤特性及香蕉養分需求正確施肥，才可以減少肥料施用量，降低生產成本。亟需透過土壤肥力檢測，使用肥料資材進行土壤地力改良，施用有機質肥料增加蕉園土壤有機質含量，改善土壤物化性及平衡微生物相，降低香蕉黃葉病之危害。田區規劃應將土壤深層翻犁，設置排灌水系統，尤以種植前進行土壤分析最為重要，依分析結果進行有效土壤地力改良。以有機肥料施用改善土壤條件最為重要。種植前每株可施用 2 公斤有機肥料，與土壤充分混合，約 10-14 天後再種植香蕉。植後初期施肥為重要關鍵，每株可施用 2 公斤的特 4 號複合肥料，應於花芽分化前施用完畢（植後 6 個月內）。蕉研所配合農政單位辦理蕉園土壤分析服務，協助臺灣青果運銷合作社各分社、一般蕉農及大面積香蕉生產團體等蕉園土壤診斷服務，根據土壤分析資料，針對土壤肥培管理給予建議。從作物健康管理、肥料減量、增進農田地力肥料栽培管理，輔導農友朝不用化學物質之有機耕作模式發展，並由建立增進農田地力肥料推廣示範點 10 座，進行慣行或有機香蕉園土壤環境品質之調查與評估。辦理增進農田地力肥料推廣宣導工作與香蕉合理化施肥宣導講習會 10 場次（圖 1）。透過土壤肥力檢測，使用肥料資材進行土壤地力改良，施用有機質肥料增加蕉園土壤有機質含量，改善土壤物化性及平衡微生物相，降低香蕉黃葉病之危害。

蕉園養分管理會影響香蕉保存與催熟品質，為維護優質香蕉果園，良好田區規劃，將土壤深層翻犁，設置排灌水系統，種植前進行土壤分析，土壤地力改良，按分析結果合理化施用肥料，降低過量導致土質酸化現象。並提供集團栽培及產銷班參觀、觀摩，進行優質香蕉推廣。同時建立香蕉栽培管理模式，產量規

劃生產及綠皮香蕉採收之標準，宣導農民常溫下易導致香蕉品質劣變造成之損失，提倡以冷鏈技術保存及運送，以穩定市場香蕉品質與數量。



圖 1、香蕉合理化施肥宣導講習會與建立增進農田地力肥料推廣示範點。

植物保護

一、檬果藥劑委託試驗

本組於 113 年度執行「藥劑委託試驗」專案，聚焦於檬果炭疽病防治的田間藥效與殘留調查，並依據 GLP（優良實驗室規範）全程監督，確保試驗結果之科學性與完整性。兩項試驗分別針對不同藥劑組合進行。第一項為「115g/L 百克敏+230g/L 得克利水懸劑防治檬果炭疽病之田間試驗」，試驗田區選定於屏東縣佳冬鄉，該區具檬果穩定生產條件，田區土壤肥沃且排水良好，適合作為藥劑田間評估基地。此試驗設計包含三個藥劑梯度濃度處理組、兩個參考藥劑組與空白對照組，共計六個處理組，採逢機完全區集設計，每組配置四個重複，總計二十四個小區。每小區均包含三株樹勢良好、樹齡相當的檬果植株，並於小區間設置緩衝區與明確警示標示，維持田區試驗操作安全與資料可比較性。

第二項試驗為「150g/L 亞托敏+375g/L 扶吉胺水懸劑防治檬果炭疽病之田間試驗」，同樣選址於佳冬田區，試驗設計保持與前述試驗一致，區集與小區規劃及試驗模式完全比照，確保試驗間可交叉驗證與比較。兩項試驗均於 2024 年度完成試驗計畫書撰寫與試驗設計審核，並配合藥劑供應商提供之規格檢驗報告，確認供試藥劑品質符合標準後展開田區配置作業。

施藥方式依據病害田間發生特性，規劃於檬果開花初期（BBCH 生育指標 510-515 期）開始施藥，每隔 7 天施藥一次，累計四次；謝花結果後改為每隔 14 天施藥一次，至果實成熟前再施藥四次，總計八次施藥。施藥操作前，完成施藥器械校正及配藥作業，並由專業人員全程穿戴防護裝備執行，嚴格避免交叉污染或藥劑逸散（圖 1）。田間監測部分，包含每次施藥之田間溫度、濕度、降雨量等氣象資料記錄，以及生育期生育指標和病害發生狀況紀錄，採樣方式為每重複小區隨機採樣檬果果實進行病斑面積量測，並計算罹病度與防治率；若試驗期間發現藥害徵象，則依藥害評級標準詳實紀錄並追蹤恢復情形。

截至年底止，兩項試驗均已完成田區建置與施藥前準備，並視田間生育進度進行部分施藥作業示範及採樣流程演練，確保後續作業順利進行。預計 114 年度全面展開正式施藥及多次樣品採樣調查，試驗計畫整體執行期程將於 114 年 6 月前完成，屆時彙整田間試驗資料與監測結果，撰寫並提交完整技術報告書。



圖 1、佳冬檬果試驗田田間設立與試驗人員於田間進行藥劑試驗

二、臺灣香蕉重要有害生物藥劑感受性評估及其族群監測與綜合防治技術開發

香蕉外銷果品易在採收時因花薊馬 *Thrips hawaiiensis* (Morgan)造成之水銹斑而被評定為格外品造成損失。花薊馬是臺灣發生最普遍的薊馬之一，香蕉抽穗開花時期花苞氣味強烈吸引花薊馬，成蟲自四方大量聚集於苞片內側，於抽穗後 5-6 日內族群密度達到高峰，依次危害苞片內側、花乃至幼果；產卵於花苞內果房幼嫩表皮形成許多突起之產卵斑，並以刺吸口器取食蕉果外輪果指表皮形成褐化組織，初呈短條細紋狀後轉為粗糙疤痕。根據研究指出，花薊馬於香蕉上年發生約 23 世代，一般約需 21-30 天完成一個世代，於乾旱季節 10 月至隔年 5 月密度較高，其中又以 10-11 月抽穗至翌年 3~4 月上旬採收之蕉果受害率最高。現行香蕉花薊馬防治方式包含：(一)選擇適當品種、(二)蕉園定期進行雜草防除並提早套袋以及 (三)每隔 3-5 天巡視蕉園 1 次，務必在花苞即將抽出莖頂前期或初彎時期於第 1-2 葉鞘內施用藥劑進行防治，假若果軸彎曲之前疏忽防治，將會導致害蟲侵入花苞危害。然因近來農村人力老化並勞動力降低，如何精準實施此三步驟成為亟需面對之問題。

此外，香蕉在果實貯運過程中，常受多種真菌性倉儲病害干擾而出現品質耗損；其中由香蕉炭疽病菌 *Colletotrichum musae*，可同時造成軸腐及果腐兩種病徵而最為常見。罹病香蕉首先於果皮表面或果軸處出現褐黑色斑點，之後擴大互相癒合而成橢圓到長橢圓形壞疽，嚴重時果皮凹陷腐敗，並於壞疽中央產生粉紅色分生孢子，炭疽病菌除感染傷口表皮造成壞疽，甚至可干擾寄主乙烯代謝而進而影響後熟對香蕉的品質造成嚴重的影響。炭疽病菌因潛伏感染特性，易在採收選別時被低估，而成為外銷貯運期間之重要干擾因子，到貨時外銷香蕉每批炭疽病、果腐或軸腐病發生比例不定，嚴重時合格率低於 70 %。

現行香蕉真菌性病害的防治方法多以化學方式為主，臺灣目前推薦包括苯并咪唑類 (benzimidazoles)、吡啶類 (pyridines)、史托比類 (strobilurins)、二硫代胺基甲酸鹽類 (dithiocarbamates)、及氯腈類 (chloronitriles (phthalonitriles)) 等各式殺菌劑，用以防治香蕉黑星、葉斑和軸腐等病害；其中雖然僅有苯并咪唑類 (benzimidazoles) 之腐絕 (thiabendazole) 及免賴得 (Benomyl) 被推薦用於防治採收後之軸腐病。苯并咪唑類藥劑已被國際抗殺菌劑委員會 (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC) 證實為易使真菌產生抗藥性之高風險藥劑 (Genet 2005)。目前已有多篇報告顯示臺灣有多種抗苯并咪唑類藥劑之真菌族群產生，包括同為熱帶果樹倉儲病害病原菌的芒果炭疽病菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*) 和番石榴瘡痂病菌 (*Pestalotiopsis* spp.) 等。目前許多報告指出，抗 benzimidazole 類產生的機制是因為真菌 β -tubulin 基因上核苷酸突變，可能發生的突變點為第 6、50、134、165、167、198、200、240、241 及 257 密碼子等。2020 年，台灣部分個案農友在使用免賴得處理後，香蕉軸腐或炭疽等採後病害的罹病率仍超過 30%，大幅降低外銷合格率並造成損失。初步於 2021-22 年間調查，於雲林及南投等地區分別分離得到 1 株 *Collectotricum musae*，對免賴得呈現低感受性，EC₅₀ 值各為 229.5 及 272.9 $\mu\text{g/mL}$ ，田間已出現 benzimidazole 類抗藥性菌株。當前，非農藥病蟲害防治資材之開發與應用已成為重要趨勢。本研究先前已釐清各種清園措施與軸腐和炭疽病發生的相關性，其中老葉割除程度與炭疽病和軸腐病罹病程度呈負相關；另已篩選出亞磷酸等非農藥資材可於田間施用時降低採收後真菌病害的發生。

1. 香蕉軸腐病相關真菌對藥劑感受性之評估

1. 1. 香蕉炭疽菌株對 benzimidazole 類殺菌劑的免賴得 (benomyl)、腐絕 (thiabendazole) 與貝芬替 (carbendazim) 之感受性

本研究共自香蕉主要產區蒐集得到 66 株香蕉炭疽病菌 (表 1)，其中 64 株 *C.musae* 同時對免賴得、腐絕與貝芬替呈現高感受性 (圖 1)，屬於敏感性菌株，其中除了菌株 TC5JJ02、WLGK04、WLGK05、WLGK09 和 WLGK010 對腐絕的 EC₅₀ 值分別為 5.548、6.296、5.932、7.647 及 7.158 $\mu\text{g a.i./mL}$ ，後三者對免賴得的 EC₅₀ 值分別為 1.092、1.994、1.24 $\mu\text{g a.i./mL}$ 外，其餘分離株對三種藥劑之 EC₅₀ 值皆小於 1 $\mu\text{g a.i./mL}$ 。TC5JJ21、WLGK07 為 *C.musae*，分別來自集集的台蕉 5 號與古坑的烏龍蕉，對藥劑皆呈現低感受性，兩者對免賴得之 EC₅₀ 值分別為 272.867 和 229.452 $\mu\text{g a.i./mL}$ ，屬於抗性菌株；對腐絕之 EC₅₀ 值分別為 37.147 和 44.816 $\mu\text{g a.i./mL}$ ，屬於中度抗性菌株；對貝芬替之 EC₅₀ 值皆大於 500 $\mu\text{g a.i./mL}$ ，屬於高度抗性菌株。對免賴得表現抗性的菌株，對腐絕、貝芬替也呈低感受性，因此苯并咪唑類藥劑之間存在交互抗性。已有許多研究報導不同作物上炭疽病菌族群，對於 benzimidazole 類藥劑之抗藥性，如貝芬替和腐絕對芒果與文旦炭疽病菌之孢子發芽與菌絲生長抑制效果甚差，對香蕉炭疽病菌則為有良

好抑制效果；本研究發現之抗藥性菌株分離自古坑與集集，皆屬於我國香蕉中部山區產區，前期調查結果曾發現，此區域之小型集貨或合作社場採後仍以果軸直接施用腐絕等方式防治軸腐或炭疽等採收後病害，雖此方式符合腐絕於香蕉防治採後病害之核准用法，然此類方式於高屏地區大型香蕉集貨場較少見，此或為抗藥性菌株產生之原因。

表 1、本研究所使用香蕉炭疽病菌之菌株列表

County /City	location	Cultivar	Isolate ^a
Changhua	Zhutang	line Oolong	WLZT02
Yunlin	Tuku	Pei-Chiao	PCTK03, PCTK05
	Gukeng	line Oolong	WLGK04, WLGK05, WLGK06, WLGK07, WLGK08, WLGK09, WLGK10
	Huwei	line Oolong	WLHW14, WLDL21, WLZP126, WLMX3, WLMX3b, WLMX4
	Cihtong	Latundan	LZCT01
Pingtung	Jiur	line Oolong	WLJR11, CMJR01, CMJR03, CMJR04, CMJR05, CMJR06, CMJR1, CMJR2, CMJR3, CMJR4, WLJR59, WLJR11, WLJR8,,WLJR9, WLJR14, WLJR15, WLJR17, WLJR18, WLJR19, WLJR20, WLJR31
	Nanzhou		WLNZ21, WLNZAN, WLNZ32a, WLNZ21, WLNZ29, WLNZ30, WLNZ41, WLNZ46, WLNZ49, WLNZ54, WLNZ56, WLNZ57, WLNZ58
Nantou	Jiji	Tai-Chiao No. 5	TC5JJ21, TC5JJ02, TC5JJ2, TC5JJ04, TC5JJ06, TC5JJ07
Chiayi	Minxiong	Line Oolong	WLMX3b, WLMX4, WLMX3
Kaohsiung	Daliao	Pei-Chiao	PCDL117, PCDL118, WLDL105, WLDL113, WLDL114
Tainan	Nanxi	Kluai Namwa	NWNX01

^aIsolates PCTK03 and LZCT01 belonging to *C. tropicale* and *Colletotrichum* sp. and all the other isolates belonging to *C. musae*.

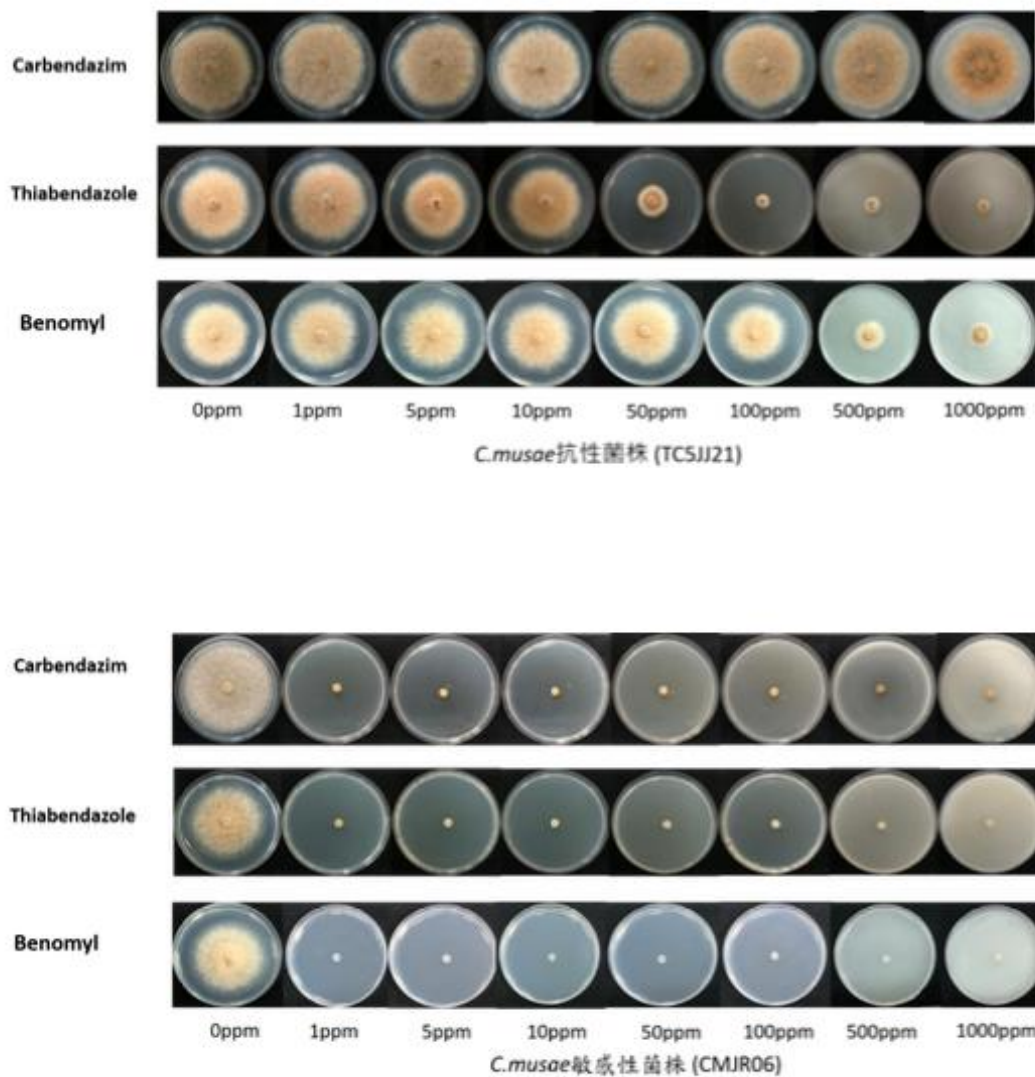


圖 1、*Colletotrichum musae* 在不同免賴得、腐絕與貝芬替濃度之 PDA 上菌絲生長情形。

1.2. β -tubulin 基因抗藥性突變區段序列分析

將對免賴得、腐絕與貝芬替呈現低感受性之炭疽病菌株，進一步分析其 β -tubulin 基因可能發生點突變之區段是否與敏感性菌株有所差異，因此挑選出 TC5JJ21、WLGK07 與兩株敏感性菌株 CMJR06、WLGK04 進行比較(表 2)。C' 與 F 引子對增幅出約 600 bp 的 DNA 片段，經解序後 TC5JJ21、WLGK07 和 CMJR06 與 *C. musae* (GenBank accession no. KX094297.1)的 β -tubulin 基因之 852- 1433bp 區段相似度分別為 99.82、100.00 與 100.00%；而 WLGK04 則與 *C. musae* (GenBank accession no. KX094292.1) β -tubulin 基因之 869-1433bp 區段相似度為 100.00%。序列比對後，僅有抗性菌株 TC5JJ21 於第 972 個核苷酸與其他菌株有差異，此點突變使第 198 密碼子由 GAG 變為 GCG，胺基酸由 glutamic acid

變成 alanine，然而第 165、167、200、240、241 及 257 密碼子並未出現點突變；WLKG07 則在上述 7 個位點皆未出現點突變。T1 與 Bt2b 引子對增幅出約 700 bp 的 DNA 片段，解序後 TC5JJ21、WLKG07 和 CMJR06 與 *C. musae* (GenBank accession no. KC566214.1) 的 β -tubulin 基因之 1-688 bp 區段相似度分別為 100.00、99.85 與 100.00%；而 WLKG04 則與 *C. musae* (GenBank accession no. JN121299.1) β -tubulin 基因之 1-728bp 區段相似度為 99.86%。比對序列後，抗性菌株 WLKG07 於第 50 密碼子由 TAC 變為 TCC，胺基酸由 Tyrosine 變成 Serine。 β -tubulin 基因分析結果，確實在抗性菌株第 50 及 198 密碼子有點突變的發生。過去有研究指出，第 198 密碼子從 GAG 變成 GCG 或 AAG 時會產生抗藥性極強的菌株，本研究中第 198 密碼子為 GCG 之菌株對貝芬替的 EC₅₀ 值大於 500 $\mu\text{g a.i./mL}$ ，屬於高度抗性菌株，因此符合前人研究結果。曾有研究指出中度抗性菌株 ($100 < \text{EC}_{50} < 500 \mu\text{g a.i./mL}$)，於第 200 密碼子有出現突變，然而在本試驗結果中，並沒有在菌株第 200 密碼子發現突變。除了 β -tubulin 基因突變的因素外，ATP-binding cassette (ABC) 轉運蛋白與絲狀真菌的多重抗藥性有關，因此可能造成炭疽病菌對 benzimidazole 類藥劑呈低感受性。

表 2、對免賴得、腐絕與貝芬替為高度抗性及敏感性菌株之 β -tubulin 序列分析

Isolate	Sequence in codon (amino acid)							
	50	165	167	198	200	240	241	257
TC5JJ21	TAC	GCC	TTC	<u>GCG</u>	TTC	TTG	CGT	ATG
	(Tyr)	(Ala)	(Phe)	(Ala)	(Phe)	(Leu)	(Arg)	(Met)
WLKG07	<u>TCC</u>	GCC	TTC	GAG	TTC	TTG	CGT	ATG
	(Ser)	(Ala)	(Phe)	(Glu)	(Phe)	(Leu)	(Arg)	(Met)
CMJR06	TAC	GCC	TTC	GAG	TTC	TTG	CGT	ATG
	(Tyr)	(Ala)	(Phe)	(Glu)	(Phe)	(Leu)	(Arg)	(Met)
WLKG04	TAC	GCC	TTC	GAG	TTC	TTG	CGT	ATG
	(Tyr)	(Ala)	(Phe)	(Glu)	(Phe)	(Leu)	(Arg)	(Met)

2. 香蕉花薊馬(Thrips hawanensis)監測預警系統

2.1. 四色黏紙對香蕉花薊馬之誘集效果 選用國內市售常見之黃、綠、藍、白四色黏紙，將各色黏紙逢機排列於誘集裝置之平面上，於 113 年 3 月間於蕉研所內有機蕉園（屏東縣九如鄉惠農段 1262、1289 號）中選擇 20 株初抽穗之蕉株，將誘集裝置中心面向抽穗之花苞中部（間距約 40 公分），14 天後取回黏紙並鏡檢統計誘集之花薊馬數量。結果顯示，藍色黏紙平均誘集數量為 13.6 ± 1.1 隻，

對花薊馬之誘集效果顯著高於其它三色黏紙，其次為白色黏紙 6.8 ± 1.1 隻；黃、綠兩色黏紙分別為 1.5 ± 0.3 隻、 1.4 ± 0.3 隻，誘集效果最差 (圖 2)。

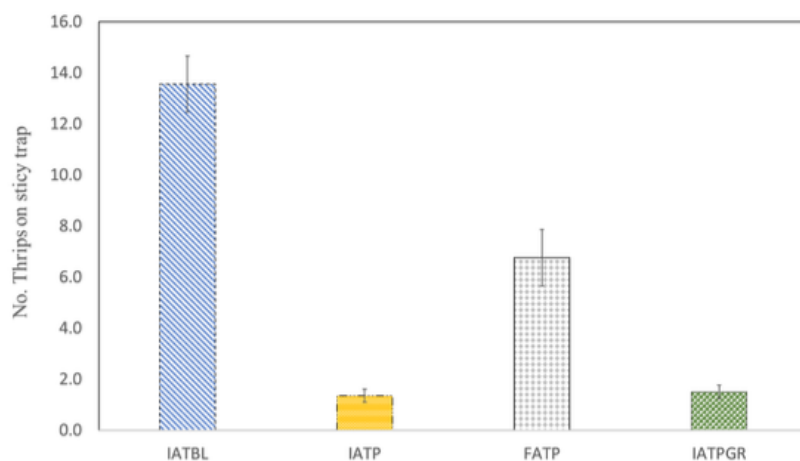


圖 2、不同顏色黏紙對田間香蕉花薊馬(*Thrips hawianensis*)之誘集效果

2.2. 以黏紙法監控香蕉抽穗期花薊馬之族群量變化參考前試驗結果，排除綠色黏紙(IATPGR)，將三色黏紙(IATP、IATBL、FATP)分別固定於誘集裝置上，調查結果顯示，白、黃二色黏紙在 10 天的連續調查中，單日誘集到的花薊馬數量在 0-5 隻之間，無法監測到薊馬族群量的變化；反之，藍色黏紙誘集之花薊馬數量在第 6-7 日出現明顯高峰，之後數量急遽下降，顯示後續調查應以藍色黏紙進行 (圖 3)。前人研究中曾對本試驗使用之同廠牌各色黏紙進行反射光波長比較，各色黏紙之反射光譜率曲線結果顯示，黃色黏紙反射率在光波長 550~700nm 間維持一個較高的水平 (相對反射率>50%)，藍色黏紙在 480nm 最高 (相對反射率>50%)，白色黏紙在 435nm 及 480nm 各具一個峰值 (相對反射率>70%)，同時 500~700nm 間反射率亦高 (相對反射率>50%)；同時，亦有兩篇類似的研究在香蕉田間的花薊馬調查中發現，黃色 (570~600nm) 對花薊馬誘集效果最佳，其次為藍色 (435~450nm)、粉色 (410~440nm)、青色 (450~492nm) 或淺藍色 (485~500nm)，紅色 (630~780) 等其他顏色誘集效果最差。將上述前人研究與本試驗比較，香蕉花薊馬誘集效果最高之反射光波段應在 570~600nm (黃色) 之間，其次為 400~500nm (藍色)，而本試驗中使用之黃色黏紙雖包含上述波段，但亦含有對薊馬引誘力(Attractive)較低之紅色(600~700nm)波段；當含有較寬反射光波段或多種光波段混合時，對薊馬之引誘力可能變得極高或極低，本試驗中黃色與白色黏紙可能受此影響，雖包含特定反射光波段，但對花薊馬誘集效果極差。後續將藍色黏紙所調查之動態族群變化數量擬合不同模型，結果表明本次調查之薊馬變化量類似於邏輯模型，方程式為 $Y = 29.5 / (1 + \text{EXP}(-0.28 * (X - 14.8)))$ ，其中 Y

為黏紙蟲數，X 為開花後天數；其中模型在 Y 為 8.5 附近進入線性區，建議可在黏紙上蟲體 超過 8 隻時進行預警或干預措施。

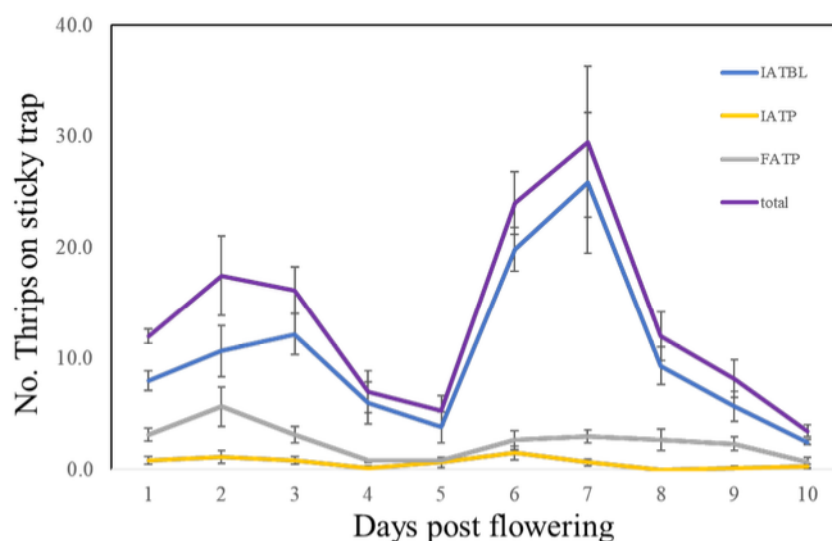


圖 3. 利用不同顏色黏蟲紙在香蕉抽穗後誘集之香蕉花薊馬數量

2.3 以冷凍花苞方法估計抽穗期間香蕉花薊馬在花苞內的族群量田間採收對應香蕉抽穗後天數之各階段花苞，結果顯示花苞中薊馬總蟲口數隨天數增加，由第一天的 24 隻逐漸遞增，在第 7 天達到高峰 895 隻，後逐漸下降至第 12 天的 39 隻；果串內薊馬產卵斑總數亦在第 7 天達到高峰，調查得 7,621 點產卵斑，後未有明顯增長並隨著萼片脫落緩慢下降 (圖 4)；進一步分析調查結果顯示，抽穗後第三天花薊馬即可侵入香蕉花苞至第 12 手並留下產卵斑，果手上產卵斑隨著天數增加，由第三天調查得 1141 點增加至第七日的 6,160 點，後維持穩定數量。

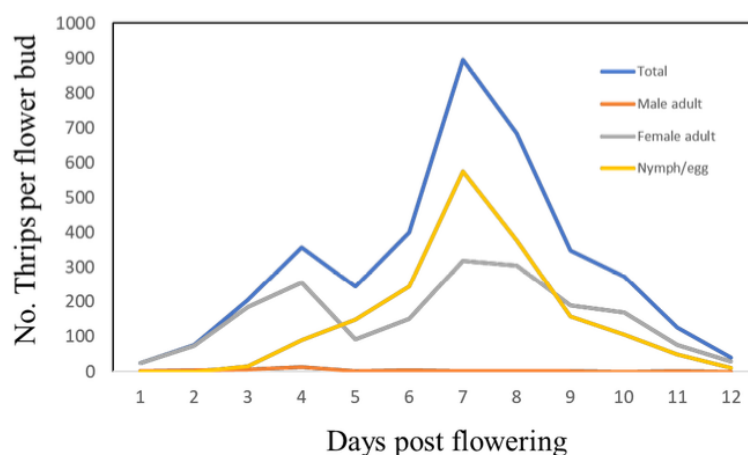


圖 4. 利用花苞冷凍方法於抽穗後估計每日花苞內之香蕉花薊馬族群量

2.4. 兩種族群評估方法之族群動態變化趨勢相關性分析將上述兩種方式之原始數據進行相關性分析，結果顯示兩組數據呈現線性關係，可擬合為一線性模型，顯示其有正向的相關趨勢，進一步分析其皮爾森相關係數為0.728，p值0.009，在95%信賴情形下，兩組數據之趨勢正相關，將來或可利用黏紙方法評估花薊馬之族群變動趨勢。

香蕉軸腐病為香蕉主要的貯運並害，在裝箱外銷船運期間，果軸腐爛並影響商品價值；前調查顯示香蕉軸腐病為複合病害，台灣主要之病原菌為香蕉炭疽病菌 (*Colletotrichum musae*)，目前軸腐病主要為化學防治，推薦用於防治的殺菌劑為已被 FRAC 證實高度抗藥性風險藥劑，本研究利用分子生物學技術分析台灣各地區香蕉炭疽病菌 β -tubulin 基因上胺基酸密碼子的點突變情況，並配合培養皿的生物學試驗，發現台灣已出現對免賴得及腐絕兩核准用藥產生抗效性之菌株，未來可增加來自各樣區的菌株，分析抗感性菌株差異，及調查抗藥性菌株與藥劑管理方式之相關性，藉此更了解田間的抗藥情形，並用以做為防治策略研擬之參考。

以市售四色黏紙調查香蕉抽穗期間之花薊馬族群數量，結果以藍色黏紙 (型號:IATBL)誘集花薊馬效果最佳，平均誘集數量為 13.6 ± 1.1 隻，顯著高於其他色黏紙；又進一步比較香蕉抽穗後不同天數之田間花薊馬族群量變動，結果顯示以藍色黏紙誘集之花薊馬數量在第6-7日出現明顯高峰，平均 19.8 ± 1.9 與 25.8 ± 6.3 隻，之後數量急遽下降至第10日的 2.5 ± 0.2 隻；實際於田間採收不同發育天數的香蕉花苞，於實驗室內計算不同果手處花薊馬、產卵斑數量，結果顯示花苞中花薊馬總蟲口數隨天數增加，由第一天的24隻逐漸遞增，在第7天達到高峰895隻，後逐漸下降至第12天的39隻；果串內花薊馬產卵斑總數亦在第7天達到高峰；相關數據顯示防治措施應在抽穗第三天之前施為。

三、香蕉假莖象鼻蟲之蟲生真菌生物防治技術開發

香蕉假莖象鼻蟲 (*Odoiporus longicollis*) 是台灣香蕉產業的重要地下害蟲，其幼蟲會蛀食假莖內部，導致植株萎縮、枯死，甚至整片果園遭受嚴重損害 (圖1)。由於象鼻蟲長時間隱藏於假莖內部，使得傳統農藥噴灑難以有效控制，而近年來部分化學藥劑如陶斯松的禁用，更讓防治面臨嚴峻挑戰。因此，針對象鼻蟲生活史特性與環境友善非化學防治技術的開發，成為香蕉產業的重要需求。



圖 1、假莖象鼻蟲藏匿香蕉假莖咬食其組織，導致香蕉植株生長發育不良或壞死。

本計畫旨在透過篩選高致病力的本土蟲生真菌，建立人工飼養技術，並測試不同施用方式，以探索田間應用的可行性。透過這項研究，期望能提供一種兼具環境友善與農業實用性的防治技術，為台灣香蕉產業提供永續的害蟲管理策略。

研究工作主要聚焦於象鼻蟲人工飼養技術的建立、蟲生真菌菌株的篩選與感染力測試，以及防治技術的初步評估。

1. 建立象鼻蟲人工飼養技術

為了確保穩定的試驗材料，建立了一套完整的象鼻蟲人工飼養流程（圖 2）。透過控制溫濕度與提供適當的假莖材料，成功建立穩定的繁殖環境，使象鼻蟲可在實驗室內穩定產卵與發育至成蟲。這項技術的建立為後續的生物防治試驗奠定了基礎。



圖 2、香蕉假莖象鼻蟲人工飼養

2. 蟲生真菌菌株篩選與感染力測試

本研究團隊從受感染象鼻蟲體內分離出 17 株蟲生真菌（圖 3），並透過室內生物測定試驗，篩選出 4 株具有高感染力的菌株，包括：TBRI-B10、B19 (*Beauveria bassiana*)、TBRI-M26、M32 (*Metarhizium anisopliae*)



	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
TBRI-B10	Beauveria bassiana	987	987	95%	0.0	99.45%	553	OK356479.1
TBRI-B19	Beauveria bassiana	1003	1003	98%	0.0	99.28%	565	OK356484.1
TBRI-M26	Metarhizium anis...	1005	1005	98%	0.0	99.64%	555	PP753770.1
TBRI-M32	Metarhizium ping...	983	983	96%	0.0	99.63%	695	LR792764.1

圖 3、真菌培養與篩選結果 (A) 被感染的象鼻蟲 (B) 真菌培養 (C) 與 Genbank 資料比對。

本研究篩選出的蟲生真菌白殭菌 *Beauveria bassiana* (TBRI-B10, B19) 與黑殭菌 *Metarhizium* 屬 (TBRI-M26, M32) 菌株，展現出較強的感染能力。在試驗中，感染象鼻蟲後可見明顯的菌絲生長，顯示其具備潛在的生物防治應用價值 (圖 4)。此外基因比對結果顯示，這些菌株與已知的高效防治菌株具有超過 99% 的基因相似性 (圖 3C)。依臺灣大學昆蟲系黃柏誠和蕭旭峰 (2023) 研究，球孢白殭菌 (*Beauveria bassiana*) 防治香蕉假莖象鼻蟲成效最佳，於香蕉假莖注射 1×10^9 conidia/mL 濃度之球孢白殭菌孢子懸浮液，兩週後幼蟲之死亡率可達 95.0%，更支持其作為生物防治資源的潛力。



圖 4、真菌感染測試 (A) 腹部 (B) 頭部

3. 寄主範圍測試與應用潛力評估

本研究進一步評估了篩選出的蟲生真菌菌株在不同害蟲上的寄生能力，並進行寄主範圍測試。初步試驗顯示，部分菌株對其他香蕉害蟲具有感染潛力，除了感染香蕉假莖象鼻蟲外，亦能有效感染香蕉上的蚜蟲、粉介殼蟲與葉蝻等其他害蟲（圖 5）。

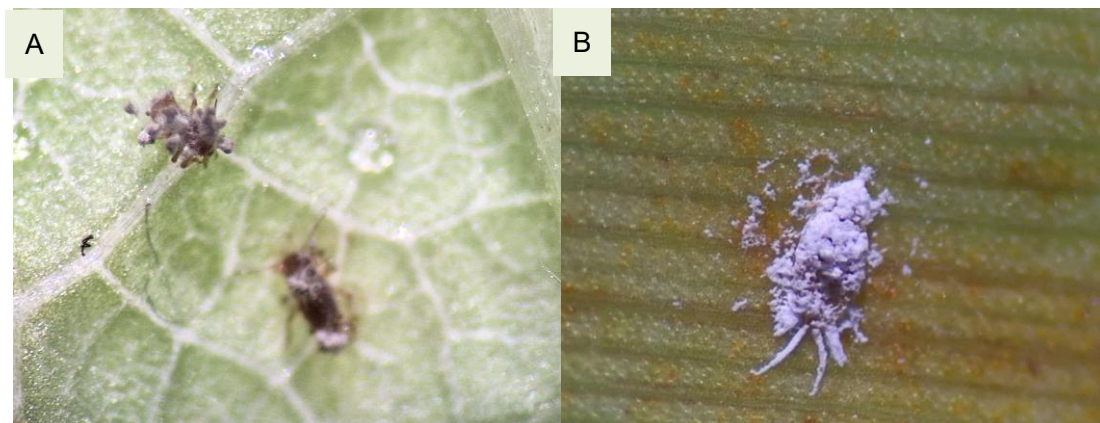


圖 5、寄主範圍測試，感染後蟲體發病情形 (A) 蚜蟲 (B) 介殼蟲

這些結果顯示，所篩選出的菌株具有較廣泛的寄主範圍，在應用上更具潛力，未來有機會發展為針對多種香蕉害蟲的生物防治製劑。此外，對於菌株生長溫度與最佳培養條件的進行生理生化測試，以確定最適合其生長與量產的環境條件。這些數據將作為第二年研究計畫的重要基礎，進一步優化發酵技術，確保菌株的穩定量產，為未來田間應用鋪路。

本研究成功篩選出適用於田間應用的本土化菌株，並確立穩定的人工飼養技術，為未來的生物防治技術開發奠定基礎。與既有的研究相比，本計畫的菌株不僅展現更高的致病性，還在環境適應性與施用可行性方面具有明顯的優勢，顯示未來發展為田間生物製劑的潛力。透過本研究的進展，農民將有機會採用更環保且操作簡便的防治策略，以降低對化學農藥的依賴。此外人工飼養技術的建立不僅能支援後續生物防治試驗，亦能作為未來相關研究的基礎，推動更多關於象鼻蟲生態與控制策略的發展。

在下一年度的研究計畫中，本團隊將進一步擴大田間試驗的規模，以驗證生物防治技術的實際應用效益。除了評估菌株在不同環境條件下的存活與感染能力，也將測試不同的施用方式，探索直接噴灑、餌劑引誘等策略的可行性。此外研究團隊將持續優化菌株量產技術，以確保大規模生產的穩定性與成本效益，並進行生物製劑的初步開發測試。針對農民端的應用，本計畫也將與農業推廣單位合作，進行技術推廣與培訓，提升生物防治技術在實際生產上的可行性。透過持續的研究與試驗，期望本計畫能夠為台灣的香蕉產業提供更永續的害蟲防治策略，減少對化學農藥的依賴，並促進環境友善農業的發展。

四、蕉園生育期需水量調查

香蕉是臺灣重要的生產水果，但針對該作物尚未建立本土香蕉的水分灌溉模型。許多研究已初步在各地區利用 CROPWAT 8.0 模型計算香蕉作物需水量和灌溉制度，如非洲和印度。作物模型非常有用，此模型採用 Penman-Monteith 方法計算參考作物蒸散量 (ET_o)，目前是糧農組織建議的方法。但它們也有其限制。由於電腦無法匹配植物複雜的自然生長系統，農業中的一些生物、生理和過程尚未被完全理解。在某些情況下，模型輸出和自然系統之間的差異無法完全解釋。尤其農民關心是否影響香蕉產量無法進行評估，需配合實地生長調查驗證作物模型，以實現自然特徵和模型特徵之間的最接近擬合。然而，在農業研究中，基於模型的計算值和實際測量值的比較對於評估模型的準確性非常重要，可得出一個適用且一致的明確條件範圍。

依據 113 年蕉園需水量調查與 CROPWAT 模型進行第三年宿根栽培香蕉試驗田灌溉量計算，CROPWAT 軟體所需之海拔、緯度、經度使用需水觀測田區中心位置資料；每日最高溫、最低溫、平均濕度、平均風速使用中央氣象局佳冬站 (C0R540) 之資料；日照時數則使用農業氣象站崎峰國小 (CAQ030) 之資料，帶入 CROPWAT 軟體取得每日 ET_o 並儲存計算結果。以每日 ET_c 及每日 ET_o 結果計算每日作物係數 K_c 值； $K_c = ET_c / ET_o$ 。利用 CROPWAT 8.0 軟體計算生育期間每旬有效雨量、需要灌溉量、灌溉規劃。計算所得幼苗期蒸發散量 (ET_c) 為 2.17，潛勢蒸發散量 (ET_o) 為 5.08，作物係數 K_c 值為 0.47，中株期蒸發散量 (ET_c) 為 3.53，潛勢蒸發散量 (ET_o) 為 5.43，作物係數 K_c 值為 0.65，抽穗幼果期蒸發散量 (ET_c) 為 4.65，潛勢蒸發散量 (ET_o) 為 4.70，作物係數 K_c 值為 0.97，果實成熟期蒸發散量 (ET_c) 為 4.06，潛勢蒸發散量 (ET_o) 為 3.91，作物係數 K_c 值為 1.09。

113 年香蕉栽培期慣行的實際用水量為 495.89mm，降雨量達 2,205.00 mm，用水總量達 2,700.89 mm，計算理想灌溉量則為 456.5mm。進一步比較各生育階段之用水量，幼苗期理想灌溉量為 62.9mm、慣行用水量為 193.53mm，中株期理想灌溉量為 363.5mm、慣行用水量為 236.90mm，抽穗幼果期理想灌溉量為 0.0mm、慣行用水量為 22.29mm，果實成熟期理想灌溉量為 30.1mm、慣行用水量為 43.17mm。各時期累積之理想灌溉量與慣行灌溉量，繪製成折線圖呈現於圖 1。

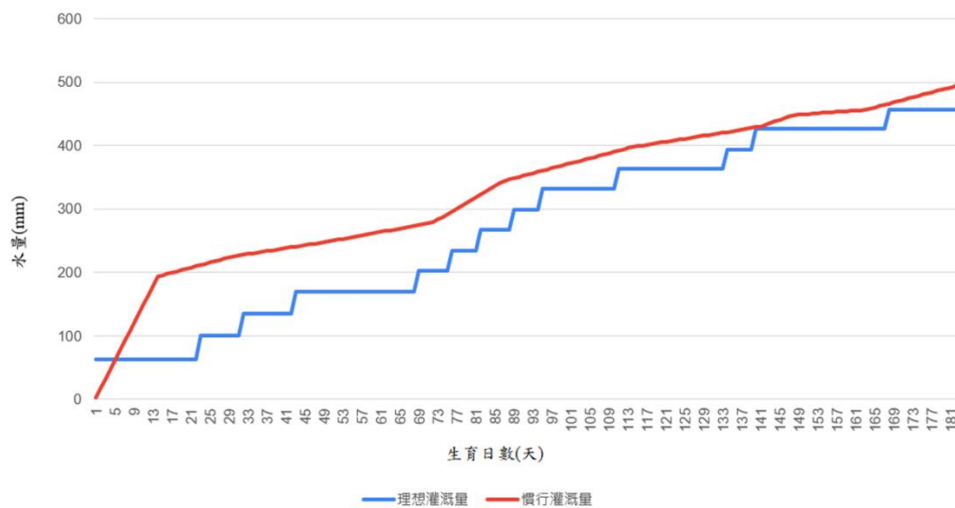


圖 1、香蕉宿根試驗園區之慣行灌溉量與 CROPWAT 理想灌溉量比較圖。

分析不同階段生育條件，幼苗期（生育日數 14 天）株高平均 158.64 cm，莖周長平均 53.04 cm，第三葉葉寬平均 59.28 cm，第三葉葉長平均 152.24 cm，總健葉數平均 9.32 片葉，中株期（生育日數 141 天）株高平均 287.12 cm，莖周長平均 76.00 cm，第三葉葉寬平均 81.48 cm，第三葉葉長平均 203.08 cm，總健葉數平均 6.88 片葉。抽穗幼果期終花平均生育日數 163 天，株高平均 287.12 cm，莖周長平均 76.00 cm，第三葉葉寬平均 81.48 cm，第三葉葉長平均 203.08 cm，總健葉數平均 6.88 片葉，果串總重平均 17.76 kg，扣除果軸之果把總重平均 15.65 kg，果把數平均 7.80 把，每把果把平均 2.00 kg，果指總數平均 145.80 條，第三把果指數平均 18.80 條，最末把果指數平均 16.70 條，每條果指平均 0.10 kg（圖 2 - 5）。

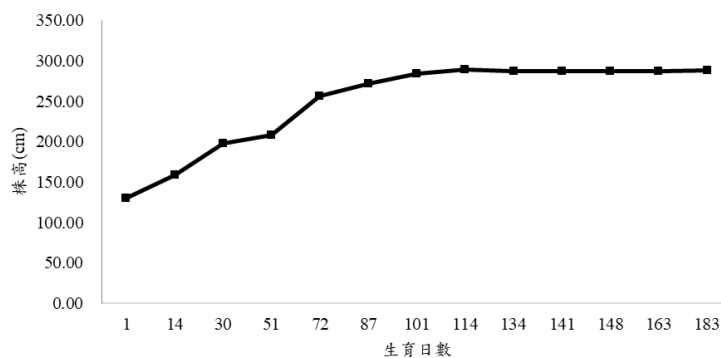


圖 2、香蕉試驗田區宿根苗生育日數與株高之關係。

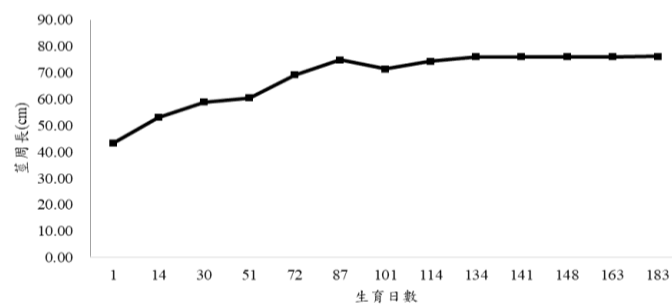


圖 3、香蕉試驗田區宿根苗生育日數與莖周長之關係。

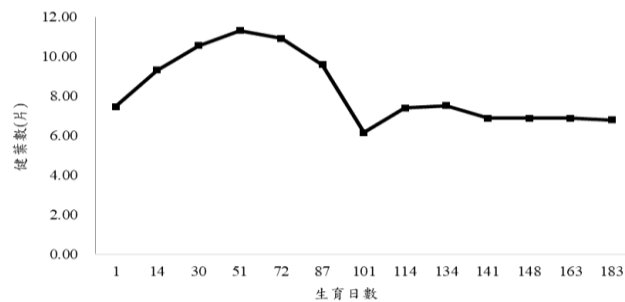


圖 4、香蕉試驗田區宿根苗生育日數與健葉數之關係。

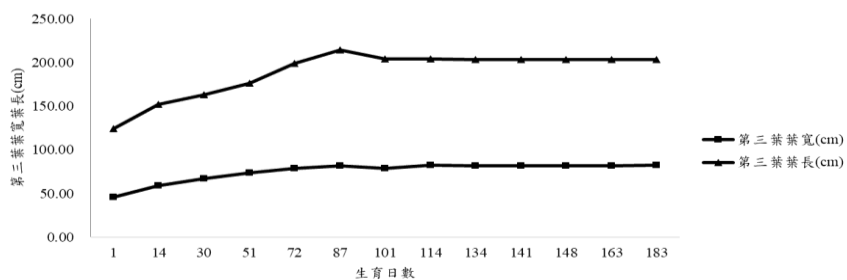


圖 5、香蕉試驗田區宿根苗生育日數與第三葉葉長葉寬之關係。

將第三年宿根田區之理想灌溉量與慣行灌溉量比較 (表 1)，可發現較大的落差位於幼苗期與中株期，幼苗期的慣行灌溉量異常增加(差距約 130mm)，原因為田間管理不當、水管線破裂後未及時維修，導致幼苗期後期灌溉水量大增，也因後期過度灌溉，之後田區的管理者著量減少中株期初期之灌溉量，間接造成中株期理想灌溉量高於慣行灌溉量之結果(差距約 130mm)。總結以上調查數據與結果，經本研究取得之香蕉宿根園各項參數，經 CROPWAT 軟體運行結果事實上與農民的慣行灌溉量差異不大，並有機會排除人為疏失與管理者主觀因素，為未來進行實地試驗應證打下良好基礎。

表 1、香蕉試驗田區第三年宿根苗不同生育期之理想灌溉水量與實際灌溉量比較。

生育階段	生育日數(天)	CROPWAT 理想 灌溉量(mm)	慣行灌溉量 (mm)
幼苗期	14	62.9	193.53
中株期	127	363.5	236.90
抽穗幼果期	15	-	22.29
果實成熟期	27	30.1	43.17
全期合計	183	456.5	495.89

剩餘資材及循環經濟

香蕉為全球第四大作物，也是台灣重要的果樹，年栽培面積約 1.5 萬公頃，果實年產量約占香蕉植株重量 21%(約 35 萬公噸)，其餘 79%為地上物(如：假莖、葉片及花苞等，圖 1)，其中廢棄假莖年產量達 130 萬以上。研究顯示，香蕉假莖抽取之纖維擁有良好的彈性、抗張強度、剛度、吸收及散發水分皆快速，是為生態友好可生物降解的纖維。但香蕉假莖含水量占總重 80%以上，重量可達 30–50 公斤，以人工將其搬至田區外圍著實不易，導致假莖多棄置於田間任其腐化。

為減少香蕉假莖採收之成本，本所已開發香蕉假莖省工採收之輔助，可利用市售的搬運車為主體架構進行安裝，增加採收輔助的通用性及便利性，達成省工省力的採收目標，亦可用於平時栽培管理時的資材搬運，相關之示意圖及初代採收輔助設備如圖 2。

目前本所已建立高效的假莖取纖及渣料處理流程(圖 3)，自香蕉種植初期的種植株距、採收時機、裁切高度、輔助機械的使用、假莖的存放、取纖前處理(剖片)、纖維抽取(半自動取纖)、纖維的乾燥、取纖渣料的乾燥及加工等，可有效減少人力的使用及加快取纖速率，並透過香蕉纖維紡織技術的研究可擴大香蕉纖維的利用性，有助於永續香蕉假莖的循環運用。

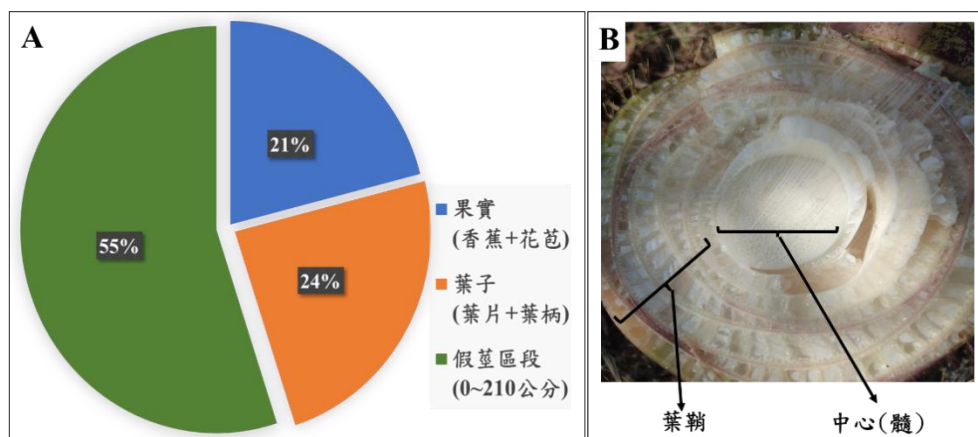


圖 1、香蕉植株假莖重量占比及內部結構。
(A)香蕉植株地上部不同組織重量占比。(B)香蕉假莖橫切面內部結構。

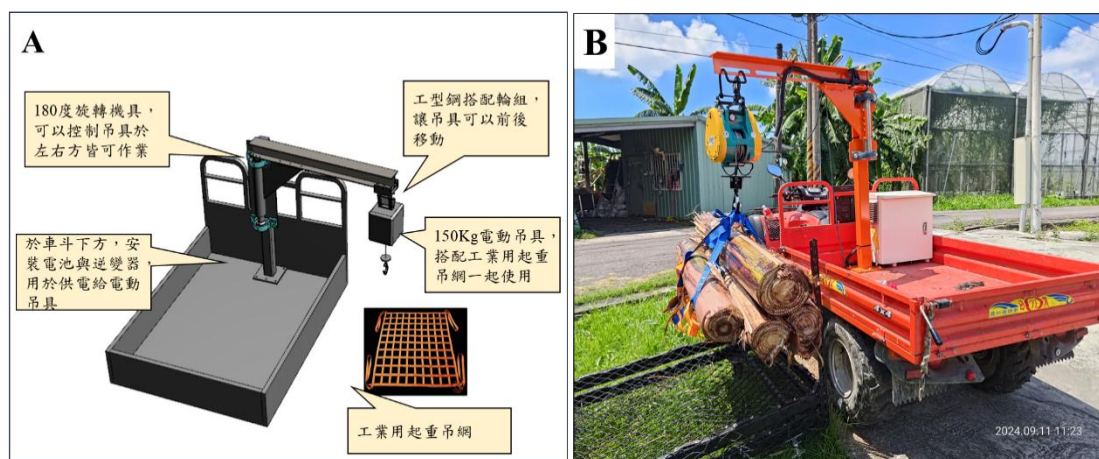


圖 2、香蕉假莖省工採收輔具的開發。
(A)香蕉假莖採收輔具架構示意圖及。(B)省工採收輔具的使用。



種植方式：採用單行或寬窄行的種植方式，較適合導入搬運工具搬運假莖。

假莖採收時機：香蕉抽穗後再取纖，有較好的抽纖率及纖維品質。



假莖裁切高度：假莖裁切高度要大於30公分，可避免搬運重且無法取纖的球莖部份。

輔助機械的使用：利用纜繩或吊具等輔具，可減少假莖搬運時的勞力。



香蕉假莖的存放：由田裡取回的假莖放置於通風處，並盡快處理避免假莖腐爛。

取纖前處理：先去除乾枯組織及腐爛組織，再利用刀子或機械切割假莖。



纖維抽取：假莖片段依序放入取纖機進行取纖。

纖維的乾燥：抽取之纖維先區分不同位置，並盡快進行乾燥。



取纖渣料：假莖取纖後之渣料約90%，均可循環再利用。

渣料的乾燥：先將渣料汁、渣分離，再經自然曝曬(或烘乾機械)使渣料乾燥，後續可運用於多種可生分之產品。



圖 3、高效的假莖取纖及渣料處理流程。

業務服務

種苗供應

一、不同香蕉品種種苗之銷售情況：

113 年因受連續風災影響蕉價高，導致農民種植意願增加種苗銷售量 (252 萬株)較 112 年 (195 萬株)增加 29.3%，其中屏東為最大產區，其次為南投、嘉義和高雄種植面積都在 2,000 公頃以上。由於農民選擇之種植品種受日本市場及國內香蕉盤商收購偏好為主，仍以‘台蕉一號選-烏龍’(簡稱‘烏龍’)為種植大宗。

國內華蕉類香蕉品種種苗銷售量‘烏龍’1,738,571 株，種苗銷售占比 69.0%較 112 年(占 67.5%)增加 1.5%，顯示‘烏龍’種的品種特性受蕉農喜愛。其次‘台蕉 5 號’486,951 株、‘北蕉’200,912 株及其它品種(‘台蕉 7 號’、‘台蕉 8 號’、‘台蕉 2 號’及‘寶島蕉’...等) 93,330 株，共計銷售 2,519,764 株(圖 1)。由 101-113 年耐/感香蕉黃葉病 4 號生理小種(Foc TR4)品種的銷售情況(如圖 2)，呈耐 Foc TR4 反應的香蕉品種銷售占比由 101 年 50%逐年增加至 113 年已超過 90%，顯示國內香蕉產業的維持耐病品種蕉苗已是不可獲缺(圖 3)。而芭蕉類銷售數量以高南華 22,061 株最高，其次蛋蕉 14,725 株、三尺蕉 6,342 株、紅皮蕉 4,628 株及其它芭蕉品種 3,355 株，113 年芭蕉苗總銷售量為 51,111 株。

二、厚植種苗產業價值鏈

為建立穩定香蕉健康種苗的品質，種苗之生產依香蕉種苗病害驗證作業須知進行栽培管理，已完成‘北蕉’、‘寶島蕉’、‘台蕉 5 號’、‘台蕉 7 號’及‘台蕉一號選-烏龍’驗證。此外，為開拓國內香蕉品種多元化，經評估選出較具推廣潛能之芭蕉品種(‘牛角蕉’、‘南華蕉’、‘蛋蕉’及‘紅皮蕉’)4 種，目前已完成以上品種優良母材的選取，後續亦依香蕉種苗病害驗證作業須知進行栽培管理與種苗生產。本年度亦通過 ISO9001 的管理系統驗證(圖 4)，範圍包括園藝作物健康種苗與瓶苗的生產，將能有效提升育苗品質與工作效率。

由於氣候變遷加上勞動人力的減少，為不影響蕉苗品質已於溫室內安裝智慧化控制系統，設施環境依香蕉苗適合之生長條件進行自動調整，當照度大於 $1100\text{w}/\text{m}^2$ 外網遮蔽，內部照度大於 $800\text{w}/\text{m}^2$ 內網遮蔽。降溫風扇共有 4 組，當室內溫度分別高於 29°C 啟動第一組、高於 31°C 啟動第二組、高於 33°C 啟動第三組、高於 35°C 啟動第四組，水牆溫度高於 32°C 時啟動，當溫度低於 12°C 時內部塑膠膜會自動遮蔽以維持室內溫度，藉以穩定溫室內溫度，減少溫度變化太過劇烈造成種苗受損。

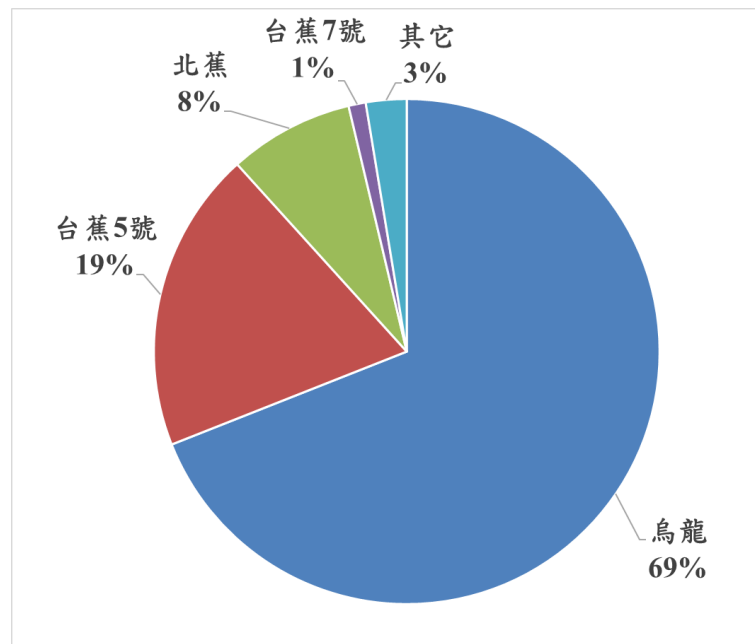


圖 1、113 年度本所華蕉品種供銷情況

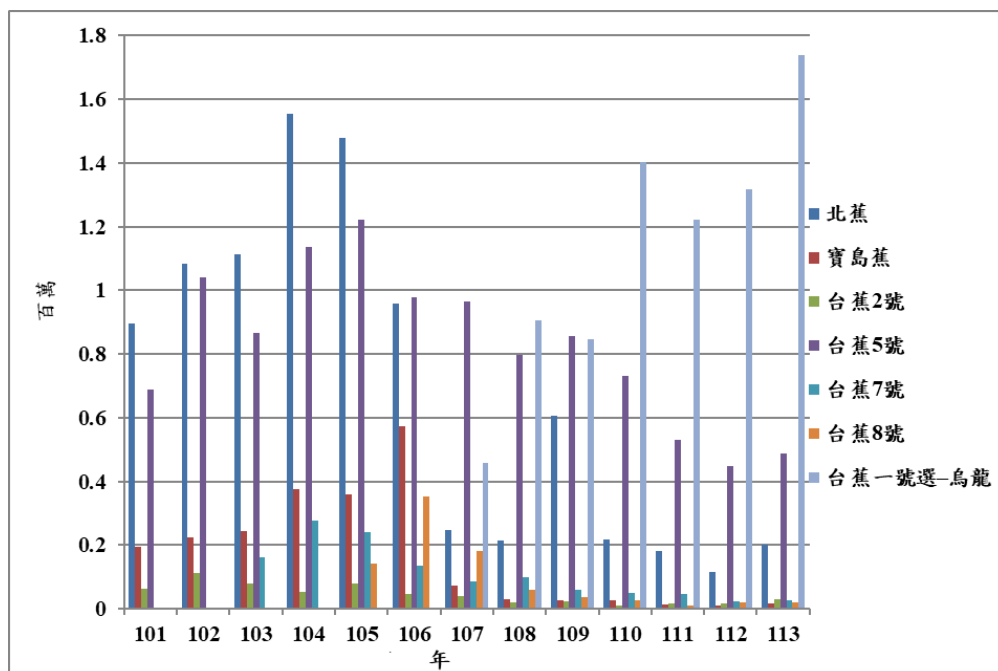


圖 2、101-113 年度不同香蕉品種健康種苗銷售數量

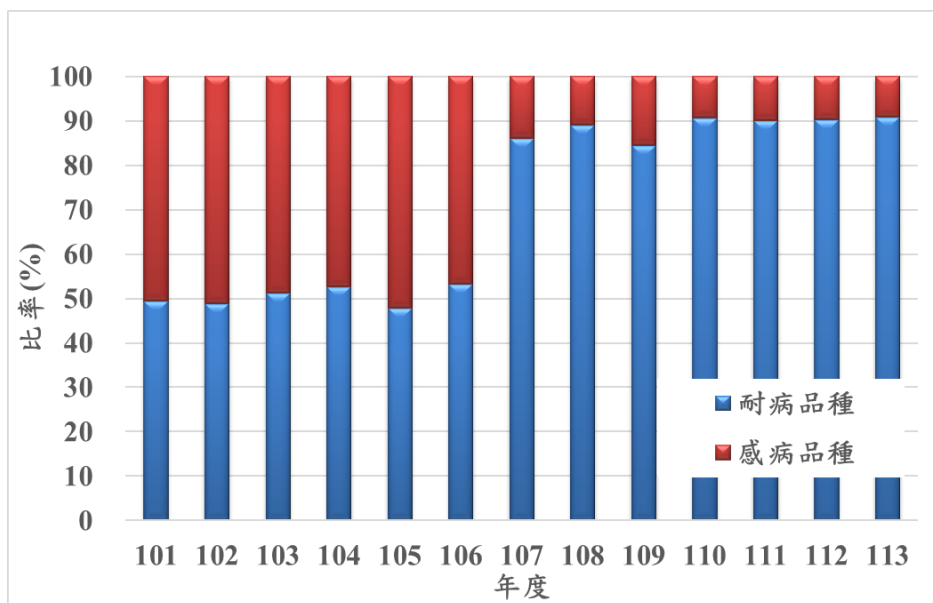


圖 3、各年度耐/感病品種銷售比率



圖 4、ISO9001「園藝作物健康種苗與瓶苗的生產」管理系統驗證證書

技術服務

一、病蟲害診斷服務及天然災害警報發布

本所設置病蟲害診斷服務站，即時進行疑難問題診斷，提供安全經濟有效之防治配方予蕉農選用。113 年度蕉農田間服務診斷 20 件，蟲害問題 12 件，藥害與生理障礙 24 件，合計 56 件。並且參酌氣象資料研判，適時發布香蕉災害預防警報，加強宣導後續災後復耕措施。

二、強化植物有害生物防範措施計畫重要檢疫害蟲偵測調查

113 年 1 - 12 月，持續在屏東及高雄地區各鄉鎮區蔬果產區設立 40 個外來有害生物偵察點，每 2 週以昆蟲性費洛蒙、黃色黏板、克蠅香及甲基丁香油等誘殺器材進行偵察調查，本年度共計調查 520 點次，結果並未發現蘋果蠹蛾、桃蛀果蛾及地中海果實蠅等外來檢疫害蟲，偵察結果登錄植物疫情資訊管理及協作平台，作為我國為特定疫病蟲害非疫區之佐證資訊。

三、政策執行及宣導

配合農糧署定期執行香蕉主產區產期產量預估工作，提升內銷市場產能及蕉價變動之監控預警成效，並於香蕉外銷集貨場抽樣辦理農藥殘留檢驗，共計抽驗 197 件，協助把關外銷供貨品質及安全。配合農金署與農險基金宣導香蕉植株與收入保險，總保險面積達 479 公頃，較 112 年擴增 51 公頃，提升植蕉保障。發行 113 年季刊「香蕉產業熱訊」共 4 期供學者、業者及農友們參考。

推廣輔導

一、國產微生物肥料及農田地力肥料推廣

增進農田地力肥料推廣宣導工作與香蕉增進農田地力肥料栽培管理，輔導蕉農朝有機耕作模式轉型發展。辦理土壤肥力檢測與作物需肥診斷服務，根據土壤分析資料，針對土壤肥培管理給予書面建議。建立增進農田地力肥料推廣示範點 10 座，從作物健康管理、肥料減量、增進農田地力肥料栽培管理，輔導農友朝不用化學物質之有機耕作模式發展。內容包含(A) 蕉園土壤地力改良：瞭解蕉園土壤特性，進行必要之土壤地力改良，依氣候、土壤特性及香蕉養分需求正確施肥，減少肥料施用量，降低生產成本。(B) 建立香蕉栽培管理模式：蕉園養分管理會影響運輸期間香蕉外觀及品質，為維護香蕉品質，亟需建立香蕉栽培管理模式。(C) 蕉園土壤地力改良及香蕉栽培管理示範試驗。(D) 慣行及有機香蕉園土壤環境品質之調查與評估。(E) 土壤肥力檢測：種植前、採收後採土分析，提供當年度和第二年施肥參考。

二、香蕉產業策略聯盟推廣

擴大推動香蕉產銷履歷驗證面積，同時配合超市行銷需求，推動產履驗證面積達 478.6 公頃，全國香蕉品項通過產銷履歷驗證面積為 585.89 公頃。推動青蕉與黃蕉多元化加工達 1,414.2 公頃。推廣‘台蕉 5 號’苗 414,173 株做為臺灣香蕉輸日外銷重點，並建立台蕉一號選-烏龍種性狀穩定之種苗生產體系與推廣 1,505,364 株。辦理香蕉食農教育推廣及教育講習 20 場次，介紹小學生、中學生、大學生及消費者認識香蕉及香蕉創意料理，普及作物生態、循環科學及飲食教育。

年度重要紀事

一、刊物發表

-
1. 蘇育彥、邱祝櫻、黃世宏。2024。選育具國際推廣潛能之香蕉黃葉病抗病品種。台灣園藝學會 70：P109。
 2. 黃世宏、范俊雄、邱祝櫻。2024。香蕉假經纖維的開發。台灣園藝學會 70：P190。
-

二、113 年度研究計畫及經費來源

計畫編號、名稱	金額(元)	經費來源
1. 113 年度蕉園生育期需水量調查(第三期)-農試所 契約編號：1133021	1,333,334	農試所
2. 113 年度具行銷全球潛能之黃葉病抗病品種之選育 甲、113 農科-4.1.3-糧-01(2)	760,000	農糧署
3. 113 年度厚植種苗產業價值鏈計畫-提升種苗產業營運效能計畫 甲、113 救助調整-4.3-苗- 01(2)	1,849,890	農糧署
4. 113 年香蕉假莖搬運及纖維利用計畫 i. 113 農科-14.1.1-永-01	2,500,000	農業部
5. 113 年度國產微生物肥料及農田地力肥料推廣計畫(補助) 甲、113 農基金-3.1-糧-08(2)	4,000,000	農糧署
6. 113 年草生栽培增加蕉園土壤碳匯模式建立計畫 甲、113 前瞻-18.1.2-糧-02(8)	1,200,000	農糧署
7. 113 年度香蕉生產鏈碳足跡盤查以提升國際市場競爭力之研究計畫 甲、113 農科-1.2.4-國-06	3,700,000	農業部
8. 113 年度水果產業結構調整計畫-113 年推動外銷果品產銷供應 鏈計畫 甲、113 救助調整-2.3-果-01(1)	9,144,040	農糧署
9. 113 年度香蕉產業策略聯盟統籌示範計畫 甲、113 農再-2.2.1-2.7-糧-008	8,000,000	農糧署
10. 113 年臺灣香蕉重要有害生物藥劑感受性評估及其族群監測 與綜合 防治技術開發 甲、113 農科-5.3.1-檢-03(7)	500,000	防檢署
11. 113 年度強化植物有害生物防範措施計畫 甲、113 救助調整-檢-01(2)	280,000	防檢署

12. 113 年度植物病蟲害診斷諮詢服務及植物防疫相關業務之推動計畫 i. 113 管理-13.1-植防-1(1)	40,000	防檢署
13. 113 年度香蕉假莖象鼻蟲之蟲生真菌生物防治技術開發計畫 甲、113 中基-農-8	300,000	中正基金會
14. 113 年度植物品種檢定及維護費用	255,000	種苗場
15. 113 年度香蕉策略聯盟中心衛星體系及冷鏈推動計畫 甲、113 農糧-1.5-企-01-果-果 1	121,000	國聯社
16. 113 年度香蕉保險收入 甲、113 農基金-農險-糧-02	15,000	財團法人 農業保險 基金
合計	33,998,264	

附錄

一、第 18 屆董事會董事暨監察人

職 稱	姓 名	現 任 職 務
董事長	陳建斌	財團法人台灣香蕉研究所董事長
常務董事	陳瑞榮	農業部農業科技司副司長
常務董事	陳立儀	農業部農糧署南區分署署長
常務董事	袁華興	農業部國際事務司簡任技正
常務董事	周啟中	台華貿易股份有限公司總經理
常務董事	余致榮	保證責任台灣省青果運銷合作社理事主席
常務董事	洪挺軒	國立台灣大學植物病理與微生物學系教授
董事	蘇登照	農業部農糧署果樹及花卉產業組組長
董事	陳 述	農業部農業試驗所遺傳資源及生物技術組組長
董事	盧惠珠	經濟部國際貿易署高雄辦事處處長
董事	葉信宏	中央研究院農業生物科技研究中心副主任
董事	曾詠松	保證責任台灣省青果運銷合作社總經理
董事	陶淑芬	保證責任高雄市綠種子蔬果生產合作社經理
董事	許維君	如記食品有限公司副總經理
董事	邱祝櫻	財團法人台灣香蕉研究所所長
常務監察人	蘇芳玉	農業部會計處專門委員
監察人	彭克仲	屏東科技大學農企業管理系教授
監察人	葉俊潔	保證責任台灣省青果運銷合作社理事

二、行政及研究技術人員

董 事 長	陳建斌
研究員兼所長	邱祝櫻

品種改良暨種苗培育組

研究員兼主任	邱祝櫻（主持人）
副研究員	黃世宏
助理研究員	蘇育彥
助理研究員	歐密爾
助理研究員	姝莉
助理員	范俊雄
技術員	歐陽志強
技術員	劉秉翔
正職儲備人員	趙龍鎮
正職儲備人員	周瑩

生理生化組

副研究員兼主任	林忠逸（主持人）
正職儲備人員	廖承志

農場經營組

助理研究員兼主任	劉諺
技術員	蘇殷裕

技術服務組

副研究員兼主任	林忠逸（主持人）
助理研究員	黃昭寰
助理研究員	蕭文琍
助理研究員	曾國維

秘書室

助理研究員兼主任	蘇育彥
會計	黃禮應
出納	黃雅瑜
總務	陳淑芬
人事文書	潘唯心