

財團法人台灣香蕉研究所
112 年度工作報告

中華民國 112 年 12 月

目錄

一年來機關成果摘要	3
研究成果.....	6
品種改良.....	6
一、體細胞變異株系於網室內進行香蕉黃葉病抗病株系選拔.....	6
二、化學誘變株系比較試驗及園藝特性調查.....	8
三、保水劑對香蕉生育影響之調查.....	10
栽培管理及碳匯研究	12
一、香蕉碳匯農耕模式的建立.....	12
二、香蕉施用有益微生物改良田間生長模式建立.....	16
三、建立香蕉綜合管理技術套組及產期調節標準作業流程.....	17
植物保護.....	19
一、利用熱處理與非農藥資材防治外銷香蕉軸腐病效果評估.....	19
剩餘資材及循環經濟	26
一、香蕉電動智能採收車及省工電動農地搬運車.....	26
二、不同栽培模式對香蕉假莖採收與效益之評估.....	30
業務服務.....	32
種苗供應.....	32
一、不同華蕉品種組培苗國內/外之銷售情況.....	32
二、強化香蕉種苗生產內控系統管理.....	34
技術服務.....	35
一、病蟲害診斷服務及天然災害警報發布	35
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.....	35

三、政策執行及宣導	35
推廣輔導.....	36
一、國產微生物肥料及農田地力肥料推廣	36
二、香蕉產業策略聯盟推廣	36
年度重要紀事	37
一、刊物發表	37
二、112 年度研究計畫及經費來源	38
附錄.....	40
一、第 18 屆董事會董事暨監察人	40
二、行政及研究技術人員	41

一年來機關成果摘要

品種改良

本(112)年度完成利用體細胞變異株系於網室內進行香蕉黃葉病抗病株系選拔，試驗材料為本所香蕉種原庫保存之‘Grand Nain’原原種，經感染 3 個月後進行黃葉病罹病檢定，共計選獲 9 個具抗(耐)黃葉病潛力株系，分別編號為 GNTCV-2385、2386、2387、2390、2392、2393、2394、2395 及 2396，另外，利用 EMS 化學誘變處理選育具黃葉病抗病潛能之‘Grand Nain’新品系 EMS-9、EMS-61 及 EMS-106 經田間品系比較試驗結果顯示其抗病表現不如預期，將不持續下一階段試驗。此外，為了解保水劑於香蕉栽培上的節水效果，本年度與台塑公司合作，施用保水劑與結合不同比例之灌溉條件，了解該保水劑對香蕉生長之影響，經一年期香蕉生育調查顯示，其保水劑能在香蕉植株灌溉較少的情況下涵養水分，幫助香蕉植株順利生長。

栽培管理及碳匯研究

推動少耕犁/不整地、草生栽培減少土壤有機質分解模式，讓植物根部存留於土中可有效增加有機碳含量。本年度採取慣行與草生覆蓋蕉園植前與種植至抽穗階段土壤分析。但逢 112 年第三季數颱風侵襲帶來數周大雨，土壤經雨水沖刷後表土至 30 公分土壤有機碳採樣受影響，經計算得慣行試驗區土壤碳儲量變化為 -1.68 tons C/ha，草生覆蓋為 -3.59 tons C/ha，二試驗區土壤儲碳量較植前雖有減少但其在分析上為不顯著，顯示需長期投入改變栽種與田間管理模式，方可達到對土壤碳匯上的功效，且其結果易受環境因子影響而具差異性。同時進監測慣行與草生覆蓋蕉園氣體通量並計算平均值，草生區土地日間淨吸收 11.5 tons CO₂e/ha，慣行與裸土皆為淨排放，慣行為 25.9 tons CO₂e/ha，裸土為 21.9 tons CO₂e/ha。導入香蕉植株與土壤平均碳吸排結果顯示，草生覆蓋區 CO₂ 淨吸收 34.6 tons CO₂e/ha，慣行區 CO₂ 淨排放為 9.4 tons CO₂e/ha。施行草生覆蓋較慣行香蕉植株可多增加 6.6 tons CO₂e/ha 吸收量，維持草長 10 公分以上即可達此功效。因此，短期監測雖無顯著成效，未來應配合有機質與生物碳施用，草生覆蓋減少土壤流失等多元方法，可增加蕉園土壤碳匯。此外，為有效增加土壤營養元素施用效率並降低香蕉黃葉病菌密度，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試驗，於雲林、高雄及屏東產區建立三試驗區。屏東試驗設立於本所有機農場，對照組與各土壤改良資材處理間對有機田效果較不顯著，於 112 年 5 月 27 日定植至年底發病率達 25.3%。高雄試驗區前期為水稻田，種植 5 個月後各處理間平均植株高度為 107.83 ~ 147.50 公分，皆優於對照組 97.83 公分，試驗區無香蕉黃葉病發生。雲林試驗區合作農民偏好催肥，種植 5 月後皆已達到 240 公分以上，各處理間平均高度約為 246.23 ~ 258.17 公分，皆高於對照組的 244.17 公

分，少量蕉株已有抽穗發生。雲林試驗區田裡有局部積水現象，香蕉黃葉病零星發病於積水區域，發病率約 1.93%。預計持續觀察至 113 年完成採果。

植物保護

香蕉於採後與貯藏期間易有重要貯藏性病害香蕉軸腐病危害，根據調查結果顯示軸腐病之發生多以夏蕉為主，夏蕉之發生率高於 40%，而冬蕉之發生率則低於 10%，導致 2020 年臺灣夏蕉輸日到港之合格率低於 80%，影響我國香蕉外銷甚鉅。目前防治方式多以化學農藥於採前或採後進行處理，然而在安全農產品與農產品外銷逐漸重視之趨勢下，為尋求替代化學農藥用於軸腐病之採後處理資材，本研究將嘗試以熱處理搭配不同非農藥防治資材探討對軸腐病之防治效果，使用控溫水浴槽對整把果把進行熱處理，處理溫度 50℃，處理時間為 5 分鐘。再搭配 0.5% (w/v) 焦亞硫酸鈉。貯藏於冷藏庫(溫度 15℃相對溼度 80-85%)中 7 天後催熟，第 7 天調查罹病度為 38.10% (軸腐防治率 46.67%)；貯藏於冷藏庫中 14 天後催熟，第 7 天調查罹病度為 57.14% (軸腐防治率 29.41%)，能在不影響品質之情況下延長果實儲架壽命，未來可替代化學農藥並納入香蕉採後處理之一環。

剩餘資材及循環經濟

香蕉為一年生高大草本植物，可在短期生長達 2.5 公尺，抽穗後的香蕉果串高度可達 3 公尺，果實成熟後重量更可超過 30 公斤，因此採收過程對於體力負荷極大，加上近年農業從業人口年齡老化，已嚴重影響香蕉產業的發展。藉由省工電動機具的開發，替代仰賴人工的採收方式實為重要。此外，香蕉採收後之假莖雖然富含有機質及纖維等可循環利用之價值，但假莖依品種不同重量可達 30~50 公斤，導致田間搬運及處理困難，一般假莖殘體及葉片常置於田間作為覆蓋或有機質使用，為了有效開發假莖剩餘資源及減少香蕉假莖採收的成本，香蕉種植時可改採寬窄行種植法及假莖採收時保留 30 公分以上之裁切高度，利於導入假莖省工採收機械及加速宿根蕉株的生長，此栽培管理方式的建立將有助於香蕉假莖多元之開發利用，並落實香蕉永續循環之目標。

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，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 140 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 444 件，總投保面積共 431 公頃，提升植蕉保障。發行李刊「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，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。於示範場域內導入包括灌溉、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、體細胞變異株系於網室內進行香蕉黃葉病抗病株系選拔

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)，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 個月後進行黃葉病罹病檢定，並定義四個抗感等級，分別為未感染者；輕微感染者；中度感染者及嚴重感染者。本試驗於 5 月完成組織培養苗網室種植及香蕉黃葉病病原菌接種，並於 9 月完成黃葉病抗病單株選拔(圖 1)。經由橫切香蕉球莖根部，觀察病斑分布情形，以了解病原菌侵入植體的狀況，其中對照品種‘北蕉’全數為嚴重感染(圖 2)，顯示本抗病接種為有效試驗。經檢定結果顯示，‘Grand Nain’於本次試驗共計選獲 9 個具抗(耐)黃葉病潛力株系，分別編號為 GNTCV-2385、2386、2387、2390、2392、2393、2394、2395 及 2396，後續經網室選育之抗(耐)病株系，將在田間密植栽培進行第 1 年抗(耐)病優良品系選拔。

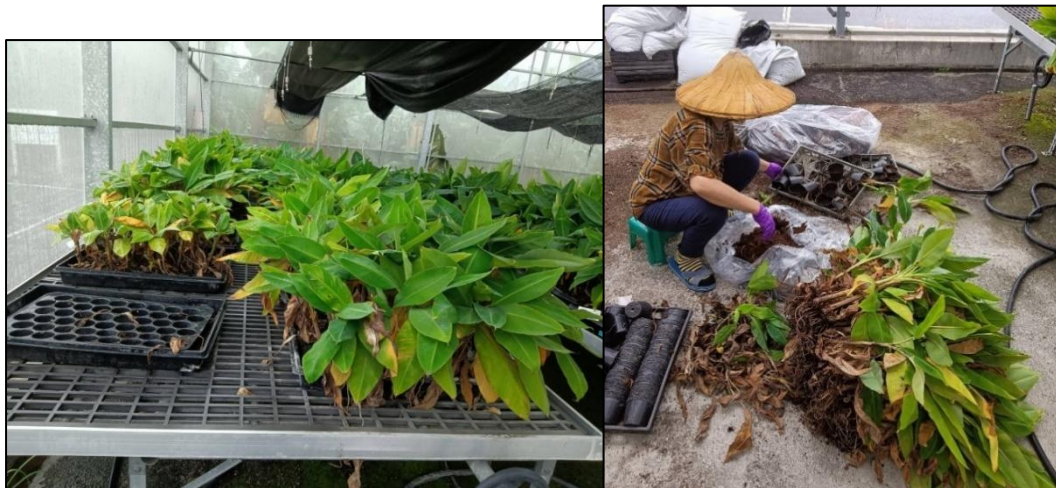


圖 1、‘Grand Nain’於網室進行香蕉黃葉病罹病檢定。



圖 2、球莖根部不同罹病程度造成之褐化情形，(由左而右分別為 EMS-9、‘Grand Nain’、‘台蕉 5 號’及‘北蕉’)

二、化學誘變株系比較試驗及園藝特性調查

將去(111)年利用 EMS (Ethyl methanesulfonate)化學誘變處理，經兩次田間密植試驗評估篩選後具抗黃葉病潛能之‘Grand Nain’株系 EMS-9、EMS-61 及 EMS-106(表 1)，利用組織培養進行增殖培育蕉苗後，於 3 月在本所黃葉病疫病區(A4 試驗區)種植，每品種系各種植 3 重複（黃葉病病原菌密度： 5×10^4 個孢子/每公克土壤）進行第 1 年抗病性及園藝性狀之品系比較試驗；試驗之品種將分別以‘台蕉 5 號’、‘北蕉’及測試品系之親本為對照品種。本年度已完成田間抗病力調查及園藝特性調查。結果顯示，EMS-9、EMS-61 及 EMS-106 新品系定植至田間後，黃葉病發病率分別為 37.5%、62.5%及 77.5%，對照母本‘Grand Nain’為 92.5%；‘台蕉 5 號’發病率 32.5%，而感病對照品種‘北蕉’發病率已達 95.0%，雖然 EMS-9 抗病能力較其他品系佳，但其抗病表現不如預期(表 2、圖 3、圖 4)，故擬不將本品系持續調查。

表 1、‘Grand Nain’新品系及對照品種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	2	9	89	2.87	親本
EMS-9	6	44	10	40	1.84	
EMS-40	0	10	8	82	2.72	
EMS-61	0	28	24	48	2.2	
EMS-85	0	14	30	56	2.42	
EMS-106	0	36	20	44	2.08	
EMS-170	1	10	22	67	2.55	
EMS-279	0	20	23	57	2.37	
台蕉 5 號	10	26	12	52	2.06	抗病
北蕉	0	2	10	88	2.86	感病

1.種植日期:110 年 5 月

2.檢定日期:110 年 9-10 月

表 2、參試香蕉品種(系)之黃葉病發病率調查結果。

品種(系)	種植株數	黃葉病株數	發病率(%)	說 明
EMS-9	40	15	37.5	Grand Nain 抗病選系
EMS-61	40	25	62.5	Grand Nain 抗病選系
EMS-106	40	31	77.5	Grand Nain 抗病選系
Grand Nain	40	37	92.5	母本
台蕉 5 號	40	13	32.5	對照品種
北蕉	40	38	95.0	對照品種

種植地點：A4 試驗區（黃葉病病原菌密度： 5×10^4 個孢子/每公克土壤）



EMS-9

EMS-61

EMS-106

圖 3、經 EMS 化學誘變 ‘Grand Nain’ 參試香蕉植株田間種植情形。



Grand Nain

台蕉 5 號

北蕉

圖 4、‘Grand Nain’參試香蕉植株與對照品種田間生長外觀比較。

三、保水劑對香蕉生育影響之調查

本試驗使用‘台蕉 1 號選－烏龍種’組織培養苗以美植袋種植（介質比率：2/3 完全消毒乾淨之土壤+1/3 泥炭混合介質），將試驗分為正常供水之對照組（CK）及添加台麗保水劑 TAIRYSORB 於介質中並降低 1/2 灌溉水量與 1/3 灌溉水量的處理組；調查香蕉植株在節水栽培下之生長株高、葉片數量、徑周與栽培介質中的土壤水分張力變化及土壤水分濕度。經調查結果顯示，試驗組添加保水劑後土壤水分張力（圖 1），與未施用保水劑的 CK 組相較下，二種節水方式並無顯著差異；惟因 4 月開始，保水劑分解後試驗組 1/3 的土壤水分張力便出現較低的情形，於 4 月底添加第二次保水劑後，可觀察到恢復至與 CK 相似的趨勢；7 月後，因天氣炎熱，澆水次數提高，且第二次添加之保水劑已分解完畢，因此土壤水分張力的部分，僅觀察至 8 月為止。在土壤水分濕度的變化（圖 2），未施用保水劑的對照組 CK，與施用保水劑後減少 1/2 與 1/3 澆水量之試驗組前期皆為穩定。保水劑逐漸分解過程，節水灌溉組土壤水分溼度含量變低現象，即介質容易乾燥情形，尤其天氣轉炎熱下，較易出介質濕度變化幅度較大情形，以 1/3 組數據為明顯。土壤水分張力與土壤水分濕度變化兩者有相似的趨勢。

在香蕉生長方面，從表 1 的結果顯示，在香蕉生長幼苗至中株期，施用保水劑並給予減水灌溉的組別，直至 7 月份前香蕉生長株高皆無顯著差異；7 月後，因保水劑分解，且香蕉植株進入中株期後，需水量更甚，三處理間出現統計上之差異。節水供應下蕉株較為矮小，尤以減至 1/3 灌溉量的中株期較為顯著。在香蕉健康葉片數方面，從表 2 中的結果值得知，即便經統計分析發現並無顯著差異。表示保水劑的添加後，執行節水灌溉仍可有效維持香蕉生長發育所需之葉片數。香蕉每月平均徑周的觀測結果可以發現，與香蕉每月平均生長株高有著相同的趨勢。完成 4 月底添加保水劑後，直至 7 月保水劑分解，處理間會因灌溉水量不足產生差異，隨蕉株生長期影響甚劇，缺水之蕉株株高與徑周明顯受到抑制。

本次試驗結果發現，在香蕉生長前期即幼苗至中株期，施用兩次保水劑並減水灌溉的植株每月平均株高、徑周與正常灌溉者無顯著差異，直至 7 月分保水劑分解後，始出現顯著差異。顯示施用台麗保水劑 TAIRYSORB 在未分解前，減少用水量 1/2 及 1/3 後並不影響香蕉植株生長。但中株期之後減少用水量則影響植株生長。惟本次試驗使用美植袋栽培，未來仍需進一步進行田間試驗，方能更完整瞭解保水劑應用於香蕉節水栽培上之成效。

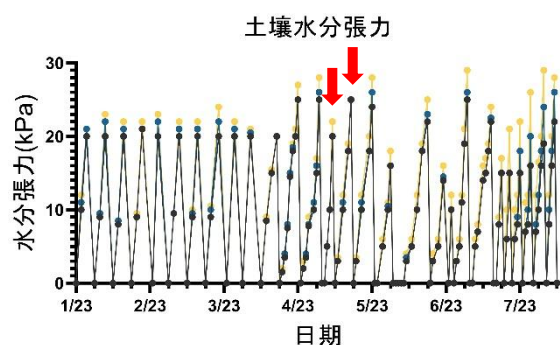


圖1、土壤水分張力變化圖。

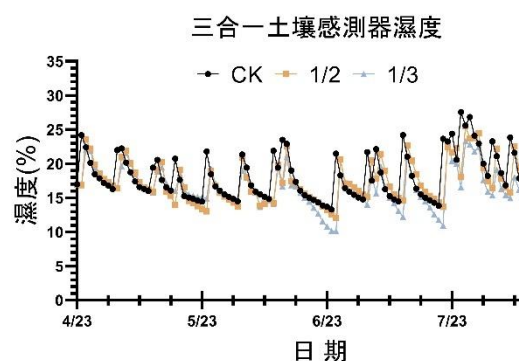


圖2、三合一土壤感測器濕度變化。

表 1、香蕉每月平均生長植株高(cm)

Month	CK	1/2	1/3
2 [†]	19.31	17.49	16.56
3	26.12	26.13	25.36
4 [†]	43.46	42.95	41.44
5	57.81	56.49	55.67
6	67.09	66.22	62.15
7	87.97	86.61	82.21*
8	108.74	106.64*	99.94**
9	120.68	115.71*	108.65**
10	129.49	123.74*	114.30**
11	144.58	136.75**	128.44**
12	160.42	151.43**	143.74**

†表示該月有添加保水劑。

*, **: Significant at $P \leq 0.05, 0.01$. Means with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

表 2、香蕉每月平均健康葉片數。

Month	CK	1/2	1/3
2 [†]	6.61	6.67	6.94
3	9.33	9.11	9.24
4 [†]	11.17	11.89	11.76
5	13.00	12.67	12.17
6	11.80	11.60	11.74
7	10.75	10.35	10.10
8	12.50	12.43	11.97
9	13.84	12.97	12.74
10	14.56	13.17	13.64
11	14.82	13.96	13.75
12	15.30	14.75	14.32

†表示該月有添加保水劑。

表 3、香蕉每月平均徑周 (cm)。

Month	CK	1/2	1/3
4 [†]	25.43	25.32	25.74
5	26.88	26.67	26.41
6	29.05	28.15	27.53
7	32.48	31.65	28.91*
8	36.75	33.52*	29.71**
9	40.74	35.42*	30.14**
10	45.61	37.11*	32.09**
11	48.74	40.52**	36.75**
12	50.32	44.67**	40.75**

†表示該月有添加保水劑。

*, **: Significant at $P \leq 0.05, 0.01$. Means with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

栽培管理及碳匯研究

一、香蕉碳匯農耕模式的建立

作物碳足跡的計算為其生命週期活動中所有使用材料、能源消耗和代謝產物的總和。以農作物生產過程而言，從幼苗育苗至成株、採收結合複雜環境因子及生長條件不同，計算作物固碳與增碳匯能力實屬不易。因此，建立合理化栽培與管理模式為發展臺灣本土碳匯方法學計算最重要也最具急迫性的項目之一。香蕉是全球第四大作物，產量僅次於稻米、小麥、與玉米。臺灣種植面積約為 1 萬 5000 公頃，年收 34 萬公噸以上，整個香蕉產業產生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，尤其是含氮肥料的生產和使用，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。其次為來自於耕作、採收與包裝過程中使用的機械亦占了 16 - 20% 溫室氣體排放量。因此，香蕉生產過程考量碳中和 (carbon neutrality)，實現正負抵消而達到相對零排放，透過碳補償機制，尤其香蕉一般為 1 年生高大植株，可在短期內達到 250 公分以上高度，應屬於具有高潛力固碳能力 (carbon sink)。本計畫規劃比較不同栽培模式以建立低碳或零碳排的耕作技術，以植物性有機肥料施用作為香蕉營養來源並增加土壤中有機含量，將採收後的香蕉副產物回饋農田增加土壤碳匯等方法達到香蕉碳匯農耕標準模式。

瞭解香蕉慣行與草生栽培管理下，作為增碳匯或低碳排的潛力耕作模式，確認園區在管理下其土壤中碳匯變化量及香蕉與地表碳排放量的監測，計算生產成本及效益性，評估適合本土栽培且又不影響生產品質、產量的最佳方法。經結果顯示，土壤酸鹼度，電導度、有機質與有機碳變化除受栽培模式影響外，環境與氣候因子亦是決定重要因素。經多日大雨可影響其測量數據且有下降趨勢。比較植前與種植至抽穗土壤有機碳含量變化 (0 - 30 公分)，慣行法為由 34.60 減少 32.92 tons C/ha，變化量為 -1.68 tons C/ha；草生栽培則為由 31.68 減少為 28.08 tons C/ha，變化量為 -3.59 tons C/ha (表 1)。因此，短期不同栽培法對土壤儲碳量提升較無顯著改變，需投入長時間的努力改變，同時易受環境等因子影響。此外，建置香蕉田香蕉植株與地被碳排放監測基礎資料，配合草況 (人工除草、噴灑除草劑、草長) 收集慣行農法及草生栽培氣體通量監測數據，確認碳排或碳吸收之成效。草生區土地日間平均淨吸收 11.5 tons CO₂e/ha，慣行耕作區平均淨排放 25.9 tons CO₂e/ha，裸土區則平均淨排放 21.9 tons CO₂e/ha。結合植株與土壤平均碳吸收結果為，草生栽培 CO₂ 淨吸值 34.6 tons CO₂e/ha，慣行區 CO₂ 淨排放 9.4 tons CO₂e/ha (表 2)。草生栽培因草類覆蓋土地後呈現淨碳吸收，並隨草類覆蓋高度增加，地表之碳吸收通量亦上升 (圖 1)。因此，可藉由除草週期，草況控管，以及

土壤 CO₂ 吸排量分析，結合施肥量下果園土地氧化亞氮 (N₂O) 通量與含光照時數與日射量之場域氣候資料，建立草生栽培管理與碳吸收量相關性。

從生產成本與對香蕉品質和產量上分析，不施用化學肥料與除草劑對於臺灣本土蕉園普遍栽種方式接受度不高 (圖 2、表 3)。因此，未來可於慣行蕉園中避免蕉園土壤過度翻土、深耕或中耕除草導致加速土中有機質分解。同時於蕉株間種植非香蕉病蟲害寄主草種，增加果園保水能力與肥力並降低土壤有機質的分解。園區內優勢草種覆蓋田土可降低過多雜草種類帶來的除草成本及過量除草劑施用對土壤酸化程度，減少香蕉黃葉病發生機率。

表 1、慣行與草生栽培蕉園土壤於蕉株定植前與抽穗後土壤理化性質變化。

	總體密度(tons/m ³)	pH	EC(mmhos/cm)	有機質(%)	有機碳(%)	土壤有機碳含量 (tons C/ha)
慣行						
耕犁前	1.35	6.76	0.07	1.48	0.86	34.60
抽穗期-採收	1.40	4.84	0.04	1.35	0.78	32.92
草生						
耕犁前	1.40	6.34	0.06	1.30	0.75	31.67
抽穗期-採收	1.39	4.97	0.03	1.16	0.67	28.08

表 2、香蕉果園一期作 (183 日) 碳吸排量估算 (tons CO₂e/ha)。

碳吸排量	草生	慣行	裸土
香蕉植株	23.1 ± 5.1	16.5 ± 7.9	-
果園地表	11.5 ± 1.4	-25.9 ± 7.2	-21.9 ± 2.8
合計			
香蕉植株+地表	34.6 ± 5.6	-9.39 ± 3.5	-
淨差值(tons CO ₂ e/ha)			
	草生vs慣行	草生vs裸土	慣行vs裸土
香蕉植株	6.6	-	-
果園地表	37.4	33.4	-4.0

正值為淨吸收；負值為淨排放

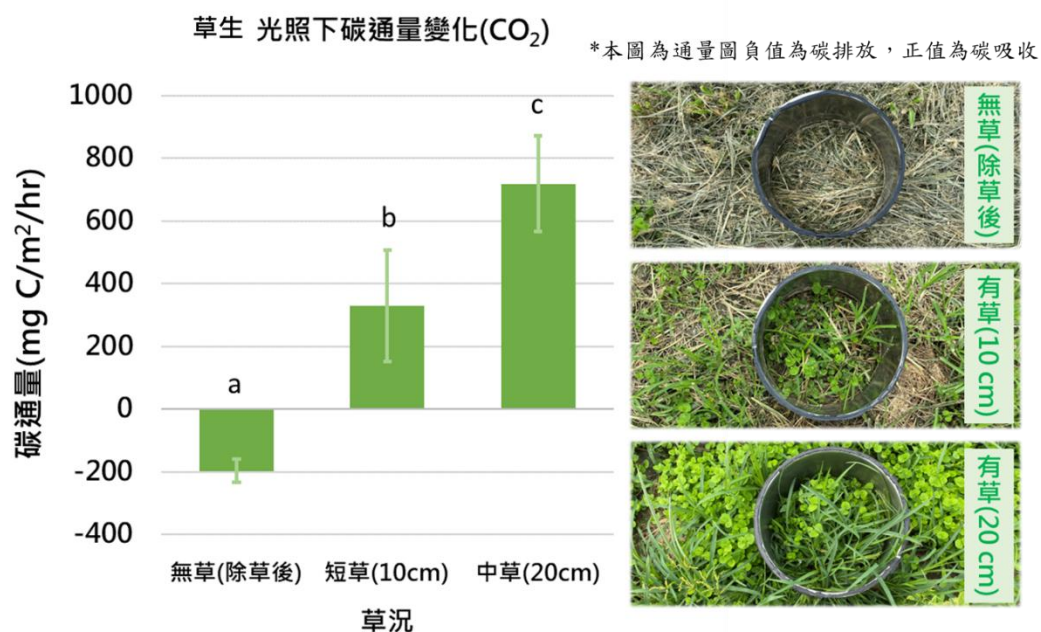


圖 1、草生區之三個樣區草況與碳通量相關圖。除草呈現淨碳排放。於雜草草高約 10cm 時之土地，其淨碳通量呈現吸收狀態。而草高達約 20 公分時，其碳吸收能力約為 10cm 草之兩倍。



	慣行	草生覆蓋
株高(公分)	278.1	269.6
莖周(公分)	62.3	57.2
單株果重(公斤)	25.0	20.3
果把數(把)	7.9	6.8
香蕉黃葉病(%)	45.4	32.9

圖 2、慣行與草生栽培生育性狀與香蕉黃葉病發病率調查。

表 3、每分地慣行與草生栽培香蕉生產成本分析。

	慣行	草生覆蓋
人力成本	102,528	170,880
除草劑	8,800	-
油料	390	9,360
施肥成本	4,000	5,760
總投入成本	115,718	186,000
說明	1. 人力成本一日為 1,424 元。一個月工作 6 天，共需 8,544 元。12 個月約 102,528 元。 2. 除草劑每分地施用一次 1,100 元，一年約 8 次。共需 8,800 元。 3. 種植初期人工除草一次，1 分地約 10 公升汽油，油價每公升 30 元。共需 300 元。每 20 公升汽油添加二行程潤滑劑一罐需 180 元，一年約需 0.5 罐。共需 90 元。油料共需 $300 + 90 = 390$ 元。 4. 每株一年施肥 2 公斤。一分地 200 株，共 400 公斤。一包肥料 40 公斤，共需 10 包，一包 400 元，需 4,000 元。(農友黑旺台肥特 4 號，氮-磷-鉀-氧化鉀：11-5.5-22)。	1. 人力成本一日為 1,424 元。一個月工作日需 10 天，共需 14,240 元。12 個月為 170,880 元。 2. 除草機使用油耗 1 分地約 10 公升汽油，每個月割草 2 次，需 20 公升汽油，一年約 240 公升，油價每公升 30 元，共需 7,200 元。每 20 公升汽油添加二行程潤滑劑一罐需 180 元，一年約需 12 罐。共需 2,160 元。油料共需 $7,200 + 2,160 = 9,360$ 元。 3. 每株一年施肥 6 公斤，一分地 200 株，共需 1,200 公斤。一包肥料 25 公斤。共需 48 包，一包 120 元，5,760 元。(金興 6 號 (吉地寶)，全氮 5%、全磷 3%-全氧化鉀 3%、有機質 70%。為植物性有機質肥料。主要成份：豆粕、蓖麻粕、菜籽粕、米糠)。

二、香蕉施用有益微生物改良田間生長模式建立

農業過度密集耕作操作結果，往往造成土壤之物理、化學與生物性質退化，而導致土傳性病害發生頻率增加，造成作物產量減少、病蟲害增加及農藥與肥料使用量加倍等問題，使土壤從健康狀態轉變成劣化。土壤微生物相的平衡狀態將影響土壤健康程度，其變化極可能將健康土壤導向劣化土壤。

因此，為建立臺灣香蕉園健康土壤微生物評估指標，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（圖 1），自蕉苗苗圃管理、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長情形並彙整分析，期程為 112 年 04 月至 113 年 11 月為止。

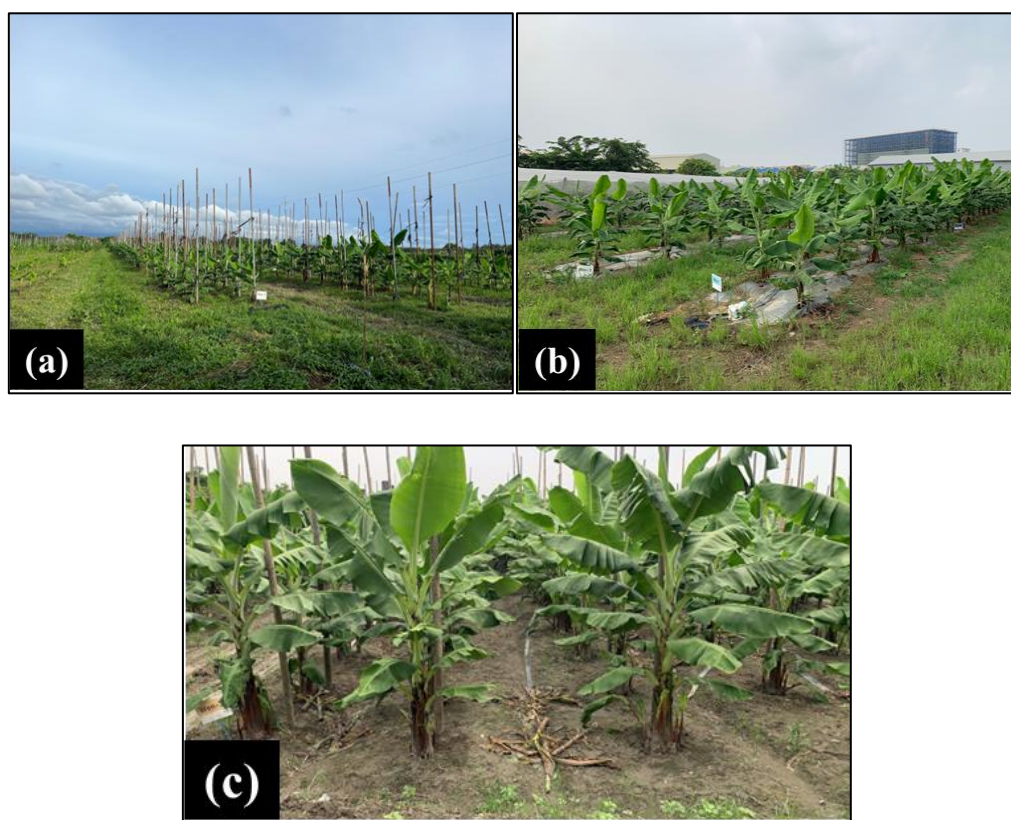


圖 1、香蕉園土壤微生物評估指標試驗田區建立。(a) 屏東九如香蕉研究所有機田、(b) 高雄大寮慣行田、(c) 雲林刺桐慣行田。

本所有機農場為多年生宿根栽培，田區香蕉黃葉病密度較高，平均約為 5.33×10^3 cfu/g，於 112 年 5 月 27 日定植至年底發病率達 25.3%，對照組與各土壤改良資材處理間效果較不顯著。高雄試驗區前期為水稻田，於 6 月 27 日完成定植，試驗區蕉株生長旺盛，種植 5 個月後各處理間平均植株高度為 107.83 ~ 147.50 公分，皆優於對照組 97.83 公分，試驗區無香蕉黃葉病發生。雲林試驗區前作為薑，109 年前曾種植香蕉，試驗組於 6 月 7 日完成定植。合作農民偏好催肥，蕉植生長非常快速，種植 5 月後皆已達到 240 公分以上，各處理間平均高度約為 246.23 ~ 258.17 公分，皆高於對照組的 244.17 公分，少量蕉株已有抽穗發生。雲林試驗區田裡有局部積水現象，香蕉黃葉病零星發病於積水區域，發病率約 1.93%。三區試驗仍持續調查，預計 113 年完成採收。



	株數	發病株	發病率(%)
屏東	336	85	25.30
高雄	336	0	0.00
雲林	672	13	1.93

圖 2、屏東、高雄、雲林試驗田香蕉黃葉病發病率調查。發病植株全株黃化，新葉變形黃化枯萎。

三、建立香蕉綜合管理技術套組及產期調節標準作業流程

蕉園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。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、建立增進農田地力肥料推廣示範點與香蕉合理化施肥宣導講習會。

植物保護

一、利用熱處理與非農藥資材防治外銷香蕉軸腐病效果評估

香蕉於貯運期間易有重要貯藏性病害香蕉軸腐病危害，根據調查結果顯示臺灣軸腐病之發生多以夏蕉為主，夏蕉之發生率高於 40%，而冬蕉之發生率則低於 10%，導致 2020 年臺灣夏蕉輸日到港之合格率低於 80%，影響我國香蕉外銷甚鉅。軸腐病主要危害果軸與果實，入侵感染部位為香蕉下把之切口處，先於果軸傷口處呈褐化腐爛現象，有時會長出灰白色菌絲，隨著儲藏時間增加，患部沿果梗往下延伸造成果指容易脫落，甚至可能干擾寄主細胞中的乙烯代謝進而加速後熟，除使果實失去商品價值外亦使儲架壽命縮短（圖 1）。引起軸腐病之病原菌因適應環境不盡相同，因此所分離之病原菌菌相與感病程度也具地區性與季節性的差異，目前全球已有紀錄之病原菌包含 *Musicillium theobromae* (syn. *Verticillium theobromae*)、*Colletotrichum musae*、*Thielaviopsis paradoxa* (syn. *Ceratocystis paradoxa*)、*Thielaviopsis musarum*、*Lasioidiplodia theobromae* (syn. *Botryodiplodia theobromae*)、*Nigrospora sphaerica*、*Cladosporium* sp.、*Acremonium* sp.、*Penicillium* sp. 與 *Aspergillus* sp.，以及多種鐮孢菌屬病原菌 *Fusarium incarnatum* (syn. *F. semitectum* and *F. pallidorozeum*)、*F. verticillioides*、*F. sporotrichioides*、*F. oxysporum* 與 *F. solani* 等，臺灣則以 *C. musae*、*F. incarnatum*、*L. theobromae* 與 *Fusarium* spp. 為主，其中栽培全期皆能造成感染的 *C. musae* 為最主要之病原菌，其分離率高於 30%。

目前軸腐病仍以化學農藥防治為最主要的方式，已有許多研究指出廣效性的殺真菌劑於採收後處理傷口具有防治功效，依據植物保護資訊系統推薦以苯并咪唑類 (benzimidazole) 的腐絕 (thiabendazole) 與免賴得 (benomyl) 於香蕉採收後進行防治，兩者皆屬系統性藥劑能夠防治具潛伏感染特性之軸腐病，其作用機制為影響真菌微質管的形成與抑制有絲分裂 β -tublin 之組合，然而 β -tublin 已被證實有多個核苷酸位置上可能發生突變，已被殺菌劑抗藥性行動委員會 (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC) 證實為易使真菌產生抗藥性之高風險藥劑。臺灣軸腐病常見之病原菌 *C. musae* 於國外已發現抗藥性產生，而臺灣對軸腐病抗藥性之相關研究較缺乏，但不排除是導致防治效果不佳之原因。而農產品的農藥殘留更是主要非關稅貿易障礙之一，外銷農產品不僅須遵守本國用藥規定外，亦須同時符合輸入國的標準，各輸入國對農藥殘留容許量標準不一，如有違反農藥殘留標準則須銷毀或退運，嚴重影響國家之農產品安全品質形象，在安全農產品與農產品外銷逐漸重視下，農民積極尋求替代化學農藥於香蕉軸腐病之採後處理資材，本研究將以目前大宗種植品種‘台蕉 5 號’或‘台蕉一號選

- 烏龍種’果實進行試驗，評估利用熱處理並搭配不同非農藥防治資材例如：碳酸鈉、重碳酸鈉、次氯酸鈉、二氧化氯、幾丁聚醣與焦亞硫酸鈉等對軸腐病之防治效果，期望能夠在不影響蕉果品質之情況下達到延緩或有效防治香蕉軸腐病之功效，以利未來作為替代化學農藥並納入香蕉採後處理之一環，延長儲架壽命提升臺灣香蕉外銷品質。



圖 1、香蕉軸腐病的病徵。

1. 熱處理不同溫度與時間對軸腐病與果實品質之影響：台蕉 5 號’或‘台蕉一號選-烏龍種’果實購自高屏地區香蕉外銷集貨場，果實經外銷集貨標準選別，外觀完整且無病蟲害與明顯外傷，每把果手淨重 2.1 - 4.6 公斤，將整把香蕉以香蕉刀由果軸剖分，每 3 - 4 果指為一小把，熱處理 (heat treatment, HT) 分為蒸熱處理 (vapor heat treatment, VHT) 與溫湯處理 (hot water treatment, HWT)，蒸熱處理為使用蒸汽殺菌機以溫度超過 90 °C 之蒸汽對果軸切口進行處理，處理時間為 1、2、4 秒三個時間，而溫湯處理則使用控溫水浴槽對整把果把進行處理，處理溫度為 47、50、53 °C 三個溫度，處理時間為 3、5、7 分鐘五個時間，果實處理後以流動清水淋洗，使果表溫度與室溫相同，另以流動清水淋洗處理與浸泡 40% 腐絕 WP 稀釋 2000 倍 3 分鐘作為正負對照組，共計 14 個處理組合，每組處理 9 重複 (不同果手)，試驗進行 2 次，風乾後再置入有孔塑膠籃中，貯藏於溫度 15 °C 相對溼度 80 - 85% 冷藏庫中，於第 7 天、第 14 天與第 21 天後取出催熟，不同天數取出催熟的樣本數為 3 重複，調查並記錄果肉穿刺阻力、可溶性固形物、果皮轉色速率、果實櫥架壽命與果軸褐化腐爛情況 (圖 2)。



圖 2、試驗一熱處理不同溫度與時間對軸腐病與果實品質之影響。

2. 熱處理搭配不同非農藥防治資材對軸腐病與果實品質之影響：‘台蕉 5 號’或‘台蕉一號選－烏龍種’果實購自來源與前處理同試驗一熱處理，經試驗一結果擇定熱處理條件，果實經熱處理後浸泡室溫冷水與非農藥防治資材溶液 10 分鐘，處理分別為：HT + 室溫冷水；HT + 1% (w/v)碳酸鈉(SC)；HT + 1% (w/v)重碳酸鈉(SB)；HT + 1% (w/v)次氯酸鈉(SH)；HT + 2% (w/v)二氧化氯(CD)；HT + 0.1% (w/v)幾丁聚醣(CT)；HT + 0.5% (w/v)焦亞硫酸鈉(SM)，以及單純浸泡非農藥防治資材溶液 10 分鐘之處理，處理分別為：1% (w/v)碳酸鈉(SC)；1% (w/v)重碳酸鈉(SB)；1% (w/v)次氯酸鈉(SH)；2% (w/v)二氧化氯(CD)；0.1% (w/v)幾丁聚醣(CT)；0.5% (w/v)焦亞硫酸鈉(SM)，另以流動清水淋洗處理與浸泡 40%腐絕 WP 稀釋 2000 倍 3 分鐘作為正負對照組，共計 15 個處理組合，每組處理 9 重複(不同果手)，試驗進行 2 次，風乾後再置入有孔塑膠籃中，貯藏於溫度 15 °C 相對溼度 80 - 85%冷藏庫中，於第 7 天、第 14 天與第 21 天後取出催熟，不同天數取出催熟的樣本數為 3 重複，調查並記錄果肉穿刺阻力、可溶性固形物、果皮轉色速率、果實軸架壽命與果軸褐化腐爛情況 (圖 3)。



圖 3、試驗二熱處理搭配不同非農藥防治資材對軸腐病與果實品質之影響。

3. 罹病等級判定：觀察因軸腐病造成果軸褐化腐爛情況，依據 Alvindia 等人訂定之香蕉軸腐病罹病等級(the crown rot index, CRI)，分為 0-7 個等級 (圖 4)。並以下列公式計算罹病度與軸腐防治率：(1) 罹病度% = $[\Sigma(\text{罹病等級} \times \text{觀察到該等級的果把數}) / 7 \times \text{總觀察把數}] \times 100\%$ (2) 軸腐防治率% = $[(\text{浸泡室溫冷水 20min 之對照組 CRI} - \text{處理組 CRI}) / \text{浸泡室溫冷水 20min 之對照組 CRI}] \times 100\%$ 。

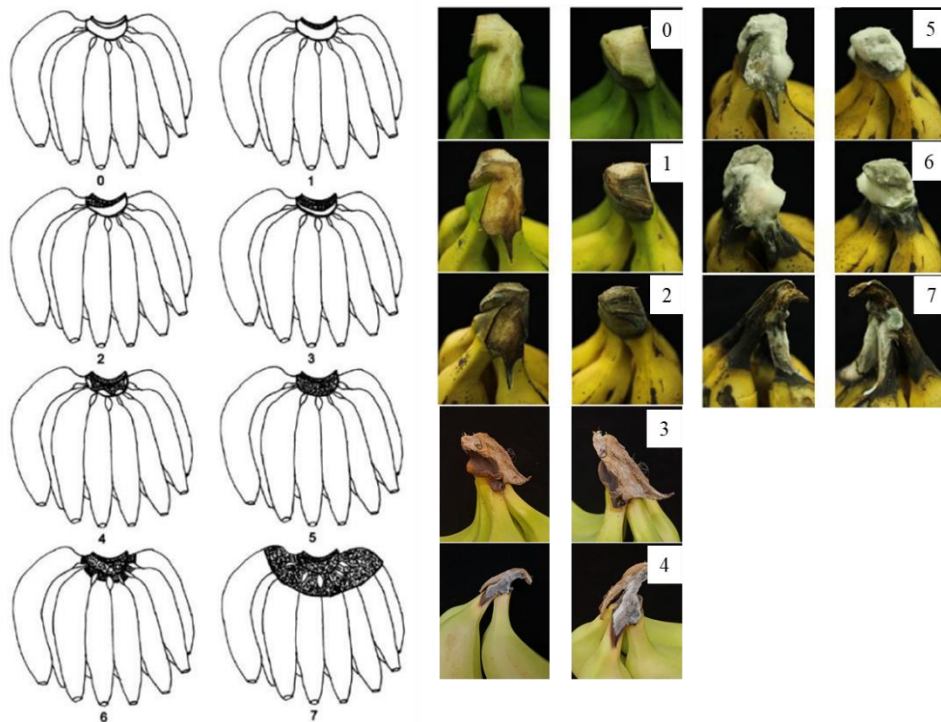


圖 4、香蕉軸腐病罹病等級判定，觀察因軸腐病造成果軸褐化腐爛情況，依據 Alvindia 等人訂定之香蕉軸腐病罹病等級(the crown rot index, CRI) (Alvindia *et al.* 2004 as modified in Alvindia 2012)，分為 0-7 個等級，0 級：果軸健康，沒有變色或菌絲體生長，1 級：果軸變色或菌絲體生長，但僅限於果軸切面，2 級：10%以下果軸變色腐敗，3 級：11-40%果軸變色腐敗，4 級：41-70%果軸變色腐敗，5 級：71-100%果軸變色腐敗，6 級：果軸變色腐敗並已沿果梗向果指蔓延，7 級：果指變色腐敗於調查紀錄時脫落。

4. 蕉果品質測定：催熟後之蕉果品質指標評估包含果肉穿刺阻力、可溶性固形物、果皮轉色速率與果實櫥架壽命等特性之測定。1. 果肉穿刺阻力：於果指之色級指數六級(全黃)時，以物性儀測定，其方法係將直徑 0.6 公分之不銹鋼平頭探針，以 5.0 cm/min 之速率穿刺香蕉果肉，取其所受阻力之最高值代表該測定點之最大硬度，每一樣本之測定點分別固定在果腹(中央部位)與以果腹為中心向兩端延伸之兩個中點，共計三點，並以其最大值代表該果肉樣本之硬度；2. 可溶性固形物：以手持式屈折計測定；3. 果皮顏色變化：將果指色及指數由一級(全

綠)到達四級(黃多於綠)所需之日數記錄為果皮轉色速率；4. 果實櫥架壽命：當果指色級指數達四級時，即提升庫溫至 20 °C，待果指色級指數轉至七級(生理斑點出現)時，記錄其所需之日數作為該黃熟蕉果之果實櫥架壽命。

5. 統計分析方法：數據統計以 SPSS 20 (Statistical Product and Service Solution) 軟體進行分析，採用單因子變異數分析 (Analysis of Variance, ANOVA) 與最小顯著差異檢定 (Least significance difference test, LSD) 分析各處理間的差異性 (P=0.05)。

試驗一：熱處理不同溫度與時間對軸腐病與果實品質之影響，試驗結果顯示使用控溫水浴槽對整把果把進行熱處理，處理溫度 50 °C，處理時間為 5 分鐘。貯藏 7 天後催熟，第 7 天調查罹病度為 23.81% (軸腐防治率 16.67%)，第 9 天調查罹病度為 33.33% (軸腐防治率 36.36%)。貯藏 14 天後催熟，第 7 天調查罹病度為 28.57% (軸腐防治率 33.33%)，第 9 天調查罹病度為 42.86% (軸腐防治率 18.18%) (表 1)。

試驗二：熱處理搭配不同非農藥防治資材對軸腐病與果實品質之影響，試驗結果顯示使用控溫水浴槽對整把果把進行熱處理，處理溫度 50 °C，處理時間為 5 分鐘。再搭配 0.5% (w/v) 焦亞硫酸鈉。貯藏於冷藏庫 (溫度 15 °C 相對溼度 80 - 85%) 中 7 天後催熟，第 7 天調查罹病度為 38.10% (軸腐防治率 46.67%)；貯藏於冷藏庫中 14 天後催熟，第 7 天調查罹病度為 57.14% (軸腐防治率 29.41%) (表 2、表 3)，能在不影響品質之情況下延長果實櫥架壽命，未來可替代化學農藥並納入香蕉採後處理之一環。

表 1、不同溫度熱處理與經貯藏 7、14、21 天後催熟對果實軸腐病罹病度之影響。

Storage days	Treatment	Disease severity (%)				
		1 day	3 days	5 days	7 days	9 days
7 days	Control	9.52	9.52	19.05	28.57	52.38
	HWT 50°C for 5min	9.52	9.52	19.05	23.81	33.33
	HWT 53°C for 3min	9.52	9.52	19.05	33.33	47.62
14 days	Control	9.52	33.33	38.10	42.86	52.38
	HWT 50°C for 5min	9.52	9.52	28.57	28.57	42.86
	HWT 53°C for 3min	9.52	9.52	28.57	28.57	47.62
21 days	Control	14.29	71.43	80.95	80.95	90.48
	HWT 50°C for 5min	14.29	85.71	85.71	90.48	95.24
	HWT 53°C for 3min	14.29	71.43	76.19	76.19	90.48

表 2、熱處理搭配不同非農藥防治資材經貯藏 7 天後催熟對果實軸腐病罹病度之影響 (HWT: hot water treatment 50 °C for 5min; SC: sodium carbonate 碳酸鈉; SB: sodium bicarbonate 重碳酸鈉; SH: sodium hypochlorite 次氯酸鈉; CD: chlorine dioxide 二氧化氯; CT: chitosan 幾丁聚醣; SM: sodium metabisulfite 焦亞硫酸鈉)。

Storage days	Treatment	Disease severity (%)			
		1 day	3 days	5 days	7 days
7 days	Control	0.00	4.76	52.38	71.43
	HWT	4.76	19.05	52.38	61.90
	HWT+SC	14.29	14.29	33.33	66.67
	HWT+SB	0.00	14.29	38.10	47.62
	HWT+SH	4.76	14.29	33.33	52.38
	HWT+CD	19.05	38.10	76.19	90.48
	HWT+CT	9.52	14.29	19.05	33.33
	HWT+SM	4.76	14.29	28.57	38.10
	SC	4.76	9.52	38.10	66.67
	SB	14.29	23.81	38.10	66.67
	SH	4.76	9.52	33.33	52.38
	CD	19.05	28.57	61.90	90.48
	CT	0.00	14.29	42.86	57.14
	SM	0.00	4.76	28.57	47.62
	Thiabendazole	0.00	4.76	33.33	42.86

表 3、熱處理搭配不同非農藥防治資材經貯藏 14 天後催熟對果實軸腐病罹病度之影響 (HWT: hot water treatment 50 °C for 5 min; SC: sodium carbonate 碳酸鈉; SB: sodium bicarbonate 重碳酸鈉; SH: sodium hypochlorite 次氯酸鈉; CD: chlorine dioxide 二氧化氯; CT: chitosan 幾丁聚醣; SM: sodium metabisulfite 焦亞硫酸鈉)。

Storage days	Treatment	Disease severity (%)			
		1 day	3 days	5 days	7 days
14 days	Control	38.10	66.67	71.43	80.95
	HWT	23.81	38.10	66.67	71.43
	HWT+SC	23.81	28.57	61.90	61.90
	HWT+SB	19.05	47.62	57.14	61.90
	HWT+SH	28.57	52.38	61.90	66.67
	HWT+CD	90.48	95.24	95.24	100.00
	HWT+CT	23.81	47.62	61.90	66.67
	HWT+SM	28.57	47.62	52.38	57.14
	SC	38.10	61.90	76.19	76.19
	SB	33.33	57.14	71.43	76.19
	SH	33.33	57.14	76.19	76.19
	CD	76.19	95.24	95.24	100.00
	CT	33.33	47.62	61.90	66.67
	SM	28.57	42.86	61.90	66.67
	Thiabendazole	23.81	28.57	52.38	52.38

剩餘資材及循環經濟

一、香蕉電動智能採收車及省工電動農地搬運車

臺灣地小人廣，農作種類豐富，四季盛產多種類園藝作物。其中，香蕉為國人最受歡迎的水果，種植面積達 1 萬 5 千公頃，產量為 34 萬公噸以上，占 109 年水果生產總量 13.72%，僅次於柑桔類與鳳梨，是種植最廣泛的水果作物。生產的香蕉具獨特風味與酸甜比例，早期深受日本消費者喜愛。唯台蕉輸日則仍需面對 20~25% 關稅，相較菲蕉進口所課關稅僅 5.5%~9.1%。此外，香蕉市場供應呈現集中與品質不穩定性，主因為小規模經營者為多，種植分散和產期分配不均，加上香蕉採收多以人力，工資高，生產成本無法與菲國香蕉競爭。

近年來農業從業人口年齡老化遽增，香蕉採收多以人力作業為主要方式，且體力負荷極大、勞力與費時，目前香蕉採收作業由二位人員協同於蕉園中採收香蕉果串，並搬運至田邊的手推車（或引擎式履帶車），在承接果串和搬運是極為勞力與費時的工作，易造成蕉果擦壓傷，進而影響賣價與銷售。在高齡化及缺工的大環境下，最迫切急需的是省工、省力的輔助機具。

香蕉以往採收過程由操作人員以刀具截斷果軸，並由 1 人在果串下以肩、或雙手緊握果軸搬運至載運車運出田間。其主要運輸方法有以下四種主要方式。

1. 索道運送：採收時兩人一組，果房自蕉株割下後，隨即放在另一人肩上之軟墊上，或置放在襯有棉被的獨輪車中，然後搬運至索道線上，吊上掛鉤、隔桿，由人力或動力拖至集貨場，經去除蕉花後，以鑿刀由上而下逐一分把（圖 1），放入水池（第一水池即吐乳池）內，經選別後之合格品（或再放入第二水池），再經清水沖洗取出放在果盤上稱重、裝箱。



圖 1、蕉株上分離果房負於肩上搬運及懸掛索道上下把。

2. 車輛運送：部分香蕉園狹長車輛無法進入，因此香蕉果房割下後、以人力肩負搬運或置於襯有棉被的獨輪車上、搬運至鋪設乾淨棉被之車輛上（圖 2），以棉被分層包裹，送至集貨場，以後分把選別、分級包裝作業程序與(一)之方式相同。



圖 2、香蕉果房放置鋪設棉被之車輛上。

3. 田邊分把：果房整串割下後，包以棉被，用獨輪車送至園邊路旁，懸掛在鐵架或竹架上、使用鑿刀逐一分把並修整果軸、放置在運輸工具之襯物上、單層排列果手，以棉被隔層、最多以五層為限，運送到集貨場，或是園邊裝籃運送至集貨場進行選別及包裝（圖 3）。經選別分成合格品與不合格品，分別過磅稱重，合格品放入洗蕉水池沖洗，以後的分級包裝作業程序與(一)之方式相同。



圖 3、香蕉下把後置運送工具車上或園邊設置簡易分把並裝籃處理場。

4. 蕉株上直接分把：將香蕉果房套袋解下，從蕉株上將每一果手逐一割下，一把一把放在鋪有棉被的獨輪車或搬運車上吐蕉乳，避免陽光照射，可利用割下來的蕉葉覆蓋，避免蕉果曬傷，或隨即利用獨輪車或搬運車，將每一果手運至園邊，轉放到大型搬運車或卡車上堆疊（圖 4），或是園邊裝籃送至集貨場進行選別及包裝。



圖 4、蕉株上下把後放置舖有棉被車上，由搬運車轉置大型搬運車上。

場地現況：上述採收過程中易因果串著力點過重或果軸彎曲導致果指易有擦壓傷，淪為次級香蕉。同時，田間搬運車反覆行走畦間消耗油料，且堆疊於車台上的香蕉容易因搖晃而造成果指受傷。因此，如何降低採收成本並提高資源利用效率以減少石化能量的使用，進而降低碳排放，為臺灣香蕉產業未來發展的趨勢。由於過往香蕉栽培多沿用單行種植，車道窄且狹長車輛無法進入，僅有手推車或是小型搬運車易於前行。因此香蕉須採寬窄行排列法種植（雙行密植）。推崇寬窄行高畦栽培模式，其寬行為 3 公尺，窄航為 1.2 公尺，株距為 2.1~2.25 公尺。如圖 5 所示。每公頃可植蕉株 1851~1984 株。此栽培模式有利於滿足試驗中的搬運車及採收車行走或是轉向所需寬度。



圖 5、寬窄行栽培行株距。

本研究目的為開發符合香蕉產業搬運需求機具，藉以節省農民搬運作業之時間與勞力成本，為避免農民於香蕉採收作業操作引擎動力搬運車(機)所造成廢氣排放問題，及重覆抬起搬運作業所造成的腰椎疲勞及肩肘等工作傷害；提升作業效率及降低農業勞動職業傷害之風險。因應產業需求由國立中山大學林韋至教授計畫團隊與香蕉研究所合作，導入省工機具應用於香蕉採收作業，替代傳統仰賴人力進行採收方式。開發一款能夠減輕農民體力負擔並降低香蕉損傷的承接香蕉

機具，採收車設有兩段式油壓升降機構，高度可達 3.2 公尺，承接機構最大展開尺寸為 55 公分，可承載重量為 100 公斤，透過環繞方式托接香蕉，防止蕉串傾倒，可降低香蕉擦壓傷機會，採用電動馬達搭載電池系統，減少燃油排放污染，具有淨零減碳的效益，使香蕉採收邁向省工、省力及電動化新作業模式（表 1）。

表 1、香蕉採收車規格

項 目	規格
長、寬、高(cm)	272 * 144 *185
車體總重(Kg)	800
承接機可荷重(Kg)	100
扭力(N・m)	25
電動馬達 (KW)	8.3
電池系統	50.8 伏、34 安培/時 2 組
適用坡度	10～15 度
傳動方式	CVT 無段變速箱

香蕉採收車採集過程，由採收車上方切割工具將香蕉果房割下，並利用升降功能使香蕉果房高度降低，並吊掛於前方吊掛式搬運車上（圖 6），不僅僅減少人工背負式搬運或單輪車運送造成香蕉外果皮機械式損傷等問題。操控香蕉採收車及香蕉吊掛式搬運車，藉由機械化協助人員減少反覆性的負重工作，以避免肌肉與骨骼等傷害。目前已完成雛型機，現進行田間作業測試其穩定性及續航力。最重要的是作業時不會產生有害廢氣，為從事農業生產過程的省工、省力兼具綠能的機械。



圖 6、香蕉採收車及吊掛式搬運車。

香蕉搬運目前皆以貨車進行運送，在以往採收作業中香蕉果房割下後、以人力肩負搬運或置於襯有棉被的獨輪車上、搬運至田邊路上並由貨車載運至集貨場，其過程相當耗人力與費時。其中以果房或是果手(把)堆疊方式置於貨車上，路程上易因車體晃動而有擦壓傷風險，尤其壓傷易於下方果指部分最為明顯。電動農地搬運車操作與一般汽柴油動力搬運車無異，配合附掛的省力搬運平台車更易於田間香蕉採收後的搬運作業、並讓果房下把作業更富有彈性。搬運平台車的上下兩個平台一次可供搬運 6 - 8 個香蕉果房，比以往的人工及獨輪車搬運作業更為省工省時外，其平台車更可整台推放置搬運車上並運送至集貨場，並不需田邊額外搬運及換車。至集貨場後搬運平台車上的平台更可提供香蕉下把作業，亦不需為香蕉下把作業而將香蕉果房搬運下車，除省時省力外、也減少搬運作業上造成的擦壓傷風險。為避免電控元件故障無法行駛時，另於電動搬運車電池上緣裝有緊急切斷電源開關，保護電控原件完整性重新啟動電動搬運車，避免電控元件失靈時仍可保護作業安全；目前進行田間作業測試其穩定性及續航力 (圖 7)。



圖 7、電動農地搬運車及省力搬運平台車。

二、不同栽培模式對香蕉假莖採收與效益之評估

香蕉為一年生高大草本植物是全球第四大作物，也是台灣最重要的果樹，年栽培面積約 15,000 公頃，可在 6 個月生長達 2.5 公尺以上，香蕉採收後，假莖雖可放置於田間作為覆蓋或有機質來源，但也同時增加病蟲害的藏匿。由香蕉組織特性可了解，假莖本身富含纖維具多元化開發利用的價值，若單以粉碎還田著實浪費可惜。但香蕉假莖依品種不同可重達 30-50 公斤，香蕉採收後假莖以人工進行截切再搬運出田間，消耗人力成本極高，若無省力的收集方式，將影響香蕉假莖多元化的開發與應用。

坊間多數蕉農香蕉的種植方式採用方型種植法(行距 2.4 公尺，株距 2.1~2.4 公尺)，此距離較適合以人力進行搬運很難提高假莖收集效率。因此，本研究採評估不同行株距的寬窄行種植法 [寬行 3.6 公尺，窄行 1.6 公尺，株距為 1.8 x 1.8、2.0 x 2.0、2.2 x 2.2、2.4 x 2.4 (公尺 x 公尺) 4 種組合]，以不影響香蕉的生長情況下，導入機械使採收假莖獲取最高效益；同時測試並釐清機械採收香蕉假莖後，保留於地面上不同假莖高度 (0、30、50 公分)，探討對後續新芽宿根栽培的影響。

結果顯示，不同行株距的寬窄行種植法，對於香蕉的生育情況（圖 1）及黃葉病罹病率並無顯著性差異（表 1），但株距 1.8 公尺 x 1.8 公尺會影響搬運車採收假莖的順暢性；地面上的假莖剩餘高度保留 30 公分以上之母株殘體，可加速宿根株的生長（表 2），及減少假莖中重量佔比高的球莖部份，可達減少運輸重量效果。初步省工採收的流程建議如圖 2，此法可快速、省時、省力的搬運假莖及加速宿根香蕉植株的生長。

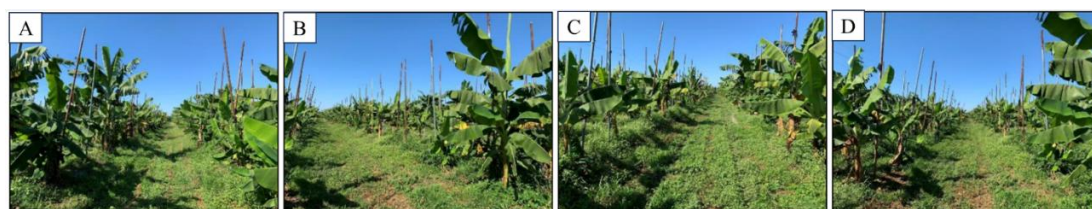


圖 1、香蕉採用不同株距種植之生長情況。

(A) 株距 1.8 x 1.8；(B) 2.0 x 2.0；(C) 2.2 x 2.2；(D) 2.4 x 2.4(公尺 x 公尺)。

表 1、香蕉採用不同株距種植之黃葉病之罹病率。

株距(公尺)	1.8x1.8	2.0x2.0	2.2x2.2	2.4x2.4
黃葉病發病率%	38.3	37.6	39.3	42.3

表 2、香蕉採收後保留不同假莖高度對於速宿根株的生長情況。

生長特性 保留假莖 (cm)	株高	葉寬	葉長	葉數	抽穗率
	(cm)	(cm)	(cm)	No.	(%)
0	273.3	82.3	199.0	8.0	60
30	303.0	88.7	210.6	8.9	70
50	293.0	85.4	207	8.6	70



圖 2、香蕉假莖省工採收的流程建議。

(A) 假莖的裁切保留地上部 50 公分以上；(B) 利用輔助平台將假莖直接傾倒於平台上；(C) 進行假莖的修整；(D) 假莖的堆疊與運輸。

業務服務

種苗供應

一、不同華蕉品種組培苗國內/外之銷售情況

1. 國內：

臺灣 112 年度香蕉種植面積約 14,866 公頃，總收穫量約 33.3 萬公噸，其中屏東、南投、嘉義和高雄種植面積 2,000 公頃以上，屏東為最大產區，總種植面積 4,013 公頃，生產量占 112 年總量的 31.7% (約 10.5 萬公噸)。農民對種植品種的需求仍受日本市場及國內香蕉盤商收購類別偏好影響，以‘台蕉一號選-烏龍種’為國內主要種植大宗，其次為‘台蕉 5 號’。112 年種苗銷售量 (194.8 萬株) 與 111 年 (201.8 萬株) 相近，但‘台蕉一號選-烏龍種’種苗銷售佔比 112 年 (67.5%) 較 111 年 (60.5%) 增加 7%，顯示未來‘台蕉一號選-烏龍種’仍是國人的種植首選，而‘台蕉 5 號’佔比 (23.0%) 亦是重要的栽種品種。

112 年國內華蕉類香蕉品種種苗銷售量 ‘台蕉一號選-烏龍種’ 1,315,793 株、‘台蕉 5 號’ 447,538 株、‘北蕉’ 115,445 株及其它品種 (‘台蕉 7 號’、‘台蕉 8 號’、‘台蕉 2 號’及‘寶島蕉’等) 69,635 株，共計銷售 1,948,411 株 (圖 1)。由 101 - 112 年各品種的銷售情況如圖 2，其中 Foc TR4 呈耐病反應的香蕉品種銷售數量由 101 年約 50% 逐年增加至 112 年已超過 90%，顯示國內香蕉產業的維持種植抗病品種已是不可獲缺 (圖 3)。而芭蕉類銷售數量以高南華 81,384 株最高其次蛋蕉 10,940 株、三尺蕉 6,348 株及紅皮蕉 4,208 株，112 年蕉苗總銷售量為 205,1291 株。

2. 國外：

蕉苗外銷因受疫情影響銷量顯著減少 112 年僅剩 55,000 株，其中銷往菲律賓 Saragani 公司 45,000 株及越南植物保護研究所 10,000 株。隨著疫情的解封陸續有菲律賓、越南、馬來西亞、印尼及中美洲國家來詢問或參訪有關黃葉病的防治方法及本所抗病品種特性，相關蕉苗出口業務亦在洽談中。此外，為增加出口蕉苗的到貨品質，進行蕉苗發根技術的改進，以可站立塑膠袋進行發根 (圖 4)，此法不僅使出口蕉苗維持高存活率，同時方便裝箱及增加空間利用率的特性，可減少蕉苗出口時昂貴的運費。

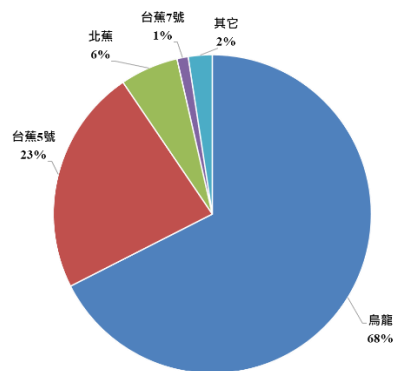


圖 1、112 年度本所華蕉品種供銷狀況

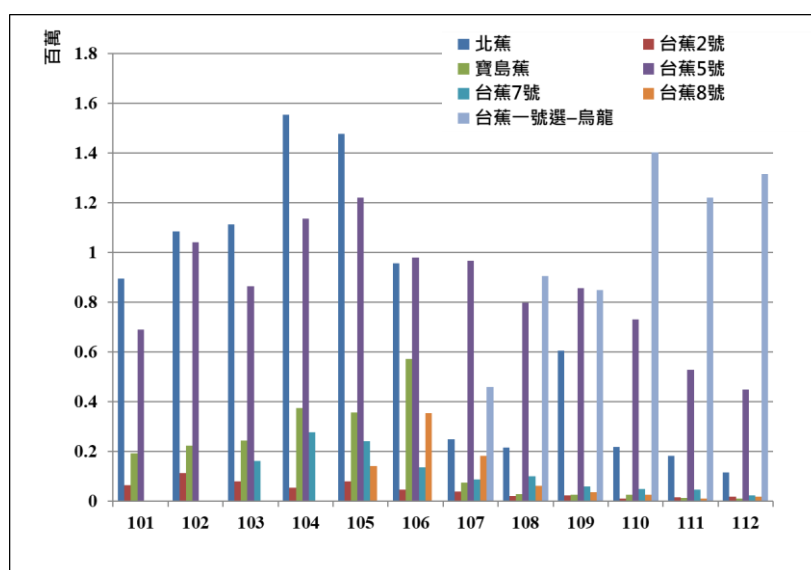


圖 2、各年度不同香蕉品種健康種苗銷售數量

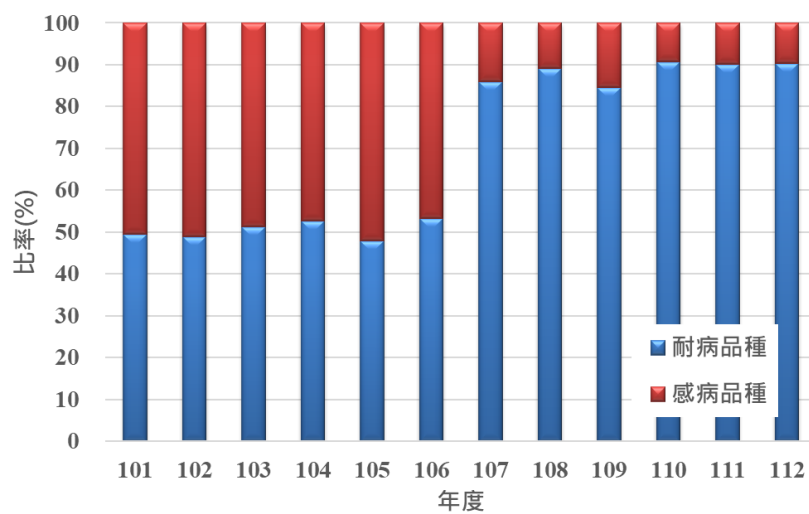


圖 3、各年度耐/感病品種銷售比率。



圖 4、蕉苗不同發根方式之生長情況。(左圖：可站立式塑膠袋；右圖：傳統玻璃容器)

二、強化香蕉種苗生產內控系統管理

為建立穩定香蕉健康種苗的品質，種苗之生產除依香蕉種苗病害驗證作業須知持續進行‘北蕉’、‘寶島蕉’、‘台蕉 5 號’及‘台蕉 7 號’之栽培管理。而目前國內種植面積最大的‘台蕉一號選-烏龍種’，於 112 年進行「原種」之栽培管理並取得「原種苗」之證書。種苗生產及育苗場完成健康種苗 ISO9001 認證的查驗，並依標準規範生產蕉苗，有效提升育苗量與工作效率。

由於本所苗圃位置較低窪，當瞬間雨量太大時常會造成苗圃積水，影響育苗環境導致蕉苗品質下降，改善方式於苗圃相對低窪處挖掘匯流池，並裝設自動抽水馬達，當水量累積達到一定高度時抽水機會自動啟動將水抽到大排水溝中，目前苗圃積水情況已獲改善。

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。112 年度蕉農服務病害問題 22 件，蟲害問題 16 件，有害生物 2 件，其他藥害與生理障礙 20 件，合計 60 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

112 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 960 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 140 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，投保件數 444 件，總投保面積共 431 公頃，提升植蕉保障。發行李刊「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 512.83 公頃，擴增 115.1267 公頃。香蕉為我國重要經濟果樹，惟一般民眾仍未能進一步認識食用香蕉的益處，辦理 20 場食農教育，尤其從學生開始教育，深入每一個階層。介紹消費者認識香蕉及香蕉創意料理，深獲國內消費者肯定。

年度重要紀事

一、刊物發表

-
1. 蘇育彥、范俊雄、邱祝櫻。2023。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 69：P90。
 2. 賴牧謙、蘇育彥。2023。氣候變遷對臺灣香蕉產期推估之影響。台灣園藝學會 69：P90。
 3. 劉諺、賴牧謙。2023。台麗保保水劑於香蕉栽培之效果。台灣園藝學會 69：P99。
 4. 陳奐宇、賴牧謙。2023。香蕉黃葉病捲土重來威脅國際重要香蕉產區。農業部動植物防疫檢疫署 季刊。 77 30-32。
 5. 賴牧謙、范俊雄、林忠逸 (通訊作者)。2023。被遺忘的保健聖品香蕉花。農業世界。484：74-78。
 6. 林忠逸、范俊雄、陳奐宇、蘇育彥。2023。香蕉。農作物天然災害損害率客觀指標。P205-209。
-

二、112 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、112 年度蕉園生育期需水量調查(第二期)-農試所 契約編號：1122028	1,333,334	農試所
2、112 年度具行銷全球潛能之黃葉病抗病品種之選育 112 農科-4.1.3-糧-Z1(2)	760,000	農糧署
3、112 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 112 救助調整-4.3-作- 01(Z)	1,800,000	農糧署
4、111 年度氣候變遷對臺灣香蕉產期推估之影響計畫 (111.07.01-112.08.31) 111 農科-4.2.3-糧-Z5	912,600	農糧署
5、112 年不同栽培模式對香蕉假莖採收與效益之評估 112 農科-16.1.1-科-a2	2,760,000	農業部
6、112 年香蕉碳匯農耕模式的建立計畫 112 前瞻-18.1.2-糧-Z2(9)	2,500,000	農糧署
7、112 年度國產微生物肥料及農田地力肥料推廣計畫(補助) 112 農基金-3.1-糧-08	4,000,000	農糧署
8、112 年度香蕉產業策略聯盟統籌示範計畫 112 農再-2.2.1-2.7-糧-005	6,999,138	農糧署
9、112 年度香蕉策略聯盟中心衛星體系及冷鏈推動計畫 112 農糧-4.5-銷-12-果 1	39,730,000	農糧署
10、112 年度水果產業結構調整計畫-112 年推動外銷果品產銷供應 鏈計畫 112 救助調整-2.3-作-01(1)	8,000,000	農糧署
11、112 年水果產業結構調整計畫-香蕉永續經營管理計畫 112 救助調整-2.3-作-07	737,930	農糧署
12、112 年度因應陶斯松退場在香蕉象鼻蟲類害蟲防治替代藥劑之 研究 112 農科-1.6.1-藥-P2(1)	95,000	農業部

13、112 年利用熱處理與非農藥資材防治外銷香蕉軸腐病效果評估 112 農科-5.3.2-檢-B5(4)	700,000	防檢署
14、112 年度強化植物有害生物防範措施計畫 112 救助調整-檢-01(2)	280,000	防檢署
15. 112 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 112 管理-13.1-植防-2(1)	40,000	防檢署
16. 112 年度香蕉保險收入 112 農基金-農險-糧-02	15,000	財團法人 農業保險 基金
合計	70,663,002	

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	王毓華	農業部農業試驗所農場組組長
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

副研究員兼主任	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	劉諺
助理研究員	姝莉
助理員	范俊雄
技術員	劉月春
技術員	歐陽志強

生理生化組

副研究員兼主任	林忠逸 (主持人)
助理研究員	賴牧謙
助理員	楊晴晴

農場經營組

副研究員兼主任	曾旭光
技術員	蘇殷裕

技術服務組

助理研究員兼主任	陳奐宇 (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

研究員兼主任	邱祝櫻 (主持人)
會計	黃禮應
出納	黃雅瑜
總務	陳淑芬
人事文書	潘唯心