出國報告（出國類別：考察）

馬來西亞設施示範農場辣椒栽培現況與辣椒產業調查

服務機關：農業試驗所　農業化學組
農業試驗所　農業工程組
鳳山熱帶園藝試驗分所　蔬菜系
鳳山熱帶園藝試驗分所　植物保護系

姓名職稱：林素禎　助理研究員
陳俊仁　聘用助理研究員
王三太　研究員兼系主任
許秀惠　研究員兼系主任

派赴國家：馬來西亞

出國期間：108 年 3 月 18 日至 3 月 22 日

報告日期：108 年 4 月 22 日

摘要

在科發基金新南向經費支援下，由農業試驗所農化組與農工組以及鳳山熱帶園藝試驗分所的蔬菜系與植物保護系，共 4 人，於 108 年 3 月 18 日至 3 月 22 日，前往馬來西亞瞭解柔佛地區調查辣椒產業同時調查設施示範農場辣椒栽培現況。分三部份來敘述，(一) 設施內外氣象站設置，(二) 設施示範農場辣椒栽培現況調查，(三) 馬來西亞辣椒產業調查等。此次考察，檢討與建議共列九項，分別為 ：1.設施環境即時監控，2. 居鑾設置塑膠布溫室的優勢，3. 設施土壤改良新模式評估，4. 設施土壤養液施用與土壤電導度 (EC) 管理，5. 設施辣椒病毒病害管理模式，6. 品種引入，7. 植株密度控制，8. 利用雨水貯存灌溉，9. 產官學激勵新團隊的形成等。

目次

壹、目的.....3

貳、過程.....4

一、設施內外氣象站設置.....4

二、設施示範農場辣椒栽培現況調查.....6

三、馬來西亞辣椒產業調查.....9

叁、檢討與建議.....16

肆、文獻.....18

伍、考察過程圖片與說明.....20

壹、目的

依據 105 年「馬來西亞農業設施產業調查」，調查結果發現，緊臨新加坡的柔佛地區較有意願設置設施及設備。

107 年 3 月行政院農委會林聰賢主委率團赴馬來西亞柔佛州時，宣示未來將在柔佛地區推動台灣設施農業計畫，盼透過建立示範場方式，以增加兩國的農業合作。同年 5 月農試所及台灣設施業者一同參訪西馬的農業設施，最後至柔佛州場勘未來共同合作的農業設施示範場用地，也與農民洽談興建溫溫室設施規劃與未來合作內容，至 10 月時，農民同意先出資出地，由台灣皆展公司興建 0.25 英畝的設施溫室，至今 108 年 1 月 13 日開始搭建的 2 棟設施溫室，已於 1 月底前完成設施溫室等興建工程。

因此，為了增加馬來西亞對我國設施農業的各項資材、技術、產品與農業生產技術的認知與信任，達到行銷我國設施農業與農產品生產技術之目的，希望藉由建立台灣設施農業蔬菜栽培示範場來達成以上目標。所以，本年度目標將進行蔬菜作物的栽培與管理，而主要栽培技術將由蔬菜專家輔導，與嘉義大學、農試所共同協助合作，此示範場同時也會引進台灣種苗（農友種苗公司）、肥料（全宇公司）、防治資材等試驗，並協助培育蔬菜的栽培管理人員、收集各項生產資料等工作；最後，將舉辦示範場設施使用管理觀摩會，涵蓋蔬菜栽培生產、病蟲害防治管理、台灣的農業設施業者、種苗公司及肥料公司等之新產品或新技術觀摩活動。

總而言之，108 年度計畫將延續 106 年的「馬來西亞設施農產目標市場調查與示範場域規劃評估」成果，進行設施蔬菜示範場的技術輔導與人才培訓，預計達成下列目的：

1. 協助設施蔬菜示範場的土壤改良、栽培與管理技術；
2. 推廣臺灣的設施農業、種苗、肥料與防治資材等；
3. 蒐集設施蔬菜示範場的各項生產資料等；

4. 協助培訓設施蔬菜示範場的栽培與管理人員；

5. 進行臺灣設施蔬菜示範場的成果宣導會活動與調查。

馬來西亞永榮批發行有限公司負責人楊漢平先生(楊老闆)，具有銷售通路，對於搭建台灣設施具有高度意願，設施蔬菜示範場位於柔佛州居鑾地區，租賃的農地約有 50 英畝 (約 20 ha)，目前以種植供貨給永榮批發行的短期蔬菜作物為主。設施蔬菜示範場目前已由台灣專業設施農業「皆展公司」依馬來西亞的氣候、楊老闆及辣椒作物需求，規劃設計搭建了兩棟塑膠溫室 (共 0.1 ha) 做為示範園，而楊老闆想在示範園種植辣椒。

此次考察主要目的有三:

1. 設施內外氣象站設置，並將資料回傳台灣，作為未來設施辣椒栽培環控基本資料。
2. 設施示範農場辣椒栽培現況調查，檢討與調整措施，作為未來示範觀摩準備。
3. 馬來西亞辣椒產業調查，確認產業問題與設施必要性，並且發掘新的機會。

貳、過程

一、設施內外氣象站設置

架設日期為 3 月 19 日至 20 日，地點位於東經 103.20111 度、北緯 1.97526 度居鑾示範園，架設 2 個位於溫室設施內、1 個位於緊鄰溫室設施旁之露天田區共 3 個觀測點，觀測項目為大氣溫度、濕度與土壤溫度，配合觀測作物需求，3 個觀測點的溫、溼度感應器位於土壤上方約 80 公分、土壤溫度感應器埋入地下 20 公分，由於溫室設施為狹長型，因此架設位置選在溫室中央，露天觀測點亦與二間溫室採用相同位置，氣象站相關規格說明如下

(一)氣象感應器規格

大氣溫、溼度感應器，原廠規格溫度誤差±0.3℃、濕度±2%RH，架設前實測溫度誤差小±0.3℃、濕度約為±5%RH；土壤溫度感應器，原廠規格溫度

誤差±0.5℃，架設前實測溫度誤差小於±0.5℃，考量耐候性，大氣溫、溼度感應器置於白色抗輻射照之百葉箱內，感應器外圍有玻璃纖維網防護，水氣凝結時可能使相對濕度的量測值暫時偏高。

(二)通訊傳輸設備

氣象站資料接收傳輸方式分為內、外網路二部分，內、外網路傳輸都要正常，資料才能正確傳回農試所資料庫，分別說明如下

1.內網傳輸，為農試所自行開發的 LoRa (低功率長距離) 傳輸設備，採用星狀網路架構，資料傳輸頻率為 2 分鐘一筆，3 個 LoRa 氣象站可在當地直接接收，但當地無電源供應設備，因此需要搭配上網裝置。

2.外網傳輸，在當地工寮設置 1 個 LoRa 轉 4G 接收站，透過此種方式將 3 個 LoRa 氣象站資料透過 4G 上網裝置直接回傳至農試所資料庫。

(三)電源供應

由於現場無電源，氣象站相關設備全賴 12V 蓄電池作為供電，需要每週定期更換電池以維持整體系統運作。

系統安裝、測試與人員訓練部分，3 月 20 日安裝設備，同時對現場人員進行簡單的教育訓練，內容包含設備指示燈號意義、電壓檢測、更換電源、更換感應器等工作，架設完成後，現場資料接收穩定，但 3 月 21 日凌晨資料斷線，因此再回現場檢視，發現內網傳輸正常，當時疑為 4G 訊號不穩定造成訊號無法正常回傳至農試所資料庫，電源重置後已正常運作。

截至 4 月 3 日下午 5 點 37 分，系統已經成功傳回 20,287 筆資料並存入農試所資料庫中，資料量雖多但品質極不穩定，此種現象在台灣使用未曾發生過，可能是與使用 0.1W 的 LoRa 低功率傳輸設備，再加上收、發天線位置過低等因素有關，已經向在馬來西亞的現場人員反應，請其協助架高天線，如果再無改善，則需另行郵寄較高功率設備與天線請人員協助更換。另外，電源供應也是影響資料傳輸的直接因素之一，已經告知現場人員每週務必更換蓄電池。

氣象觀測資料，目前存放在農試所資料庫，可由 http://210.69.150.246/qwmy1.php 檢視最近 100 筆資料，相關的查詢與統計功能目前正在編寫中，在查詢功能未完成前，每月固定將原始資料與統計資料電郵給團隊相關人員以便分析，本次架設因電氣因素，光度計感應器未能裝上，建議下年度計畫除補裝光度計外，可加裝土壤電導度計、土壤含水率、雨量計、風速計等設備完善整個氣象觀測系統。

二、設施示範農場辣椒栽培現況調查

設施示範農場設置在柔佛洲的居鑾，包含兩棟塑膠溫室 (約一分地) 及一處露天栽培為對照，溫室由台灣的「皆展公司」於一月底完成搭建，種苗由「台灣農友公司」的馬來西亞企業「集合農友公司」提供，土壤改良與肥料由台灣的「全宇公司」提供。栽培辣椒品種共四種，於二月底完成種植，但露天對照於三月十日才種植辣椒。整個示範農場辣椒栽培調查查分七個部份分述於下；

(一)溫室 ：二棟溫室地點及搭建方向的選擇佳，讓溫室具有通風性良好的特質，因此溫室內的溫度與溫室外的溫度相差不大，且溫室搭建二扇門，這二扇門若能確實執行進出管制，對於昆蟲的防範具實效性。設施搭建採用 32 目的網子，雖然對蚜蟲有防治效果，但對小型昆蟲如蟎類 (mite)，薊馬 (thrips)，粉蝨 (whitefly) 等無法隔離，但考量通風性，只能選擇 32 目的網子，針對小型昆蟲的防治需依賴其他方法如物理及化學的方法來防治。

(二)土壤 ：示範園土壤經採樣送馬來西亞 FGV analytical laboratory 分析，其土壤理化性質分析結果如表 1 所示，由表 1 可知，示範園土壤為強酸性，pH 值 4.2－4.4，總氮含量 0.14%－0.16%，有機碳含量 0.46%－2.42%，有效性磷含量偏低 (1－7 mg/kg)，交換性鉀、鈣、鎂含量皆偏低，土壤質地為黏土。示範園在種植前需要經過土壤改良與營養調控，對後續辣椒種植才不會發生營養障礙。土壤改良可施用當地的各種農業廢棄物如可可殼渣、咖啡渣或油棕

子渣等，降低土壤總體密度，提高土壤有機質含量，並配合其他化學肥料或

表 1. 馬來西亞示範園土壤理化性質分析

Soil sample	pH (1:2.5)	Total N (%)	Org- C (%)	Ave-P (mg/kg)	Ex-K (cmol(+)/kg)	Ex-Ca (cmol(+)/kg)	Ex-Mg (cmol(+)/kg)	Texture
A	4.4	0.16	2.42	7	0.15	0.71	0.27	Clay
B	4.2	0.15	0.46	1	0.14	0.48	0.14	Clay
C	4.4	0.14	2.16	6	0.14	0.54	0.21	Clay
D	4.4	0.14	2.04	4	0.24	0.74	0.25	Clay
Mean	4.4	0.15	1.8	4.5	0.17	0.62	0.22	Clay

有機質肥料提高土壤磷、鉀、鈣、鎂含量。

適合辣椒生長的土壤 pH 值在 5.6 - 6.8 間，但當地土壤的 pH 值偏低 (低於 pH 4. 5)，所以種植前已經先進行客土，客土前示範園管理員(葉豐仁先生，以下簡稱葉班長)將全宇公司提供的肥料直接灑覆於原來土壤之上，再將約 30 公分的客土覆蓋在撒佈肥料的原有土壤上面，葉班長說明：因作業時間倉促，以及地不平等因素，原有土壤未經翻耕，而且 30 公分的客土土壤也未打碎混勻，所以土壤團塊較大。由於土壤改良資材未與原有紅壤混勻，無法達到土壤改良之目的，待辣椒根系發展到 30 公分以下，可能會造成根部生長障礙。另外，兩棟溫室內未作畦，人走動踩踏土壤可能使土壤硬實，影響根系發育，而養液滴灌，若未監控可能導致土壤電導度 (EC 值) 過高，這些因素對植株生長不利，因此，建議監控土壤 EC 值。

(三)滴灌設施 ： 示範農場設施內採用滴灌給水種植辣椒，可減緩土壤病害蔓延，但，問題是滴灌的管路若出現問題，再加上該客土的土壤團塊較大且黏性高，易導致局部積水或乾旱，尤其在露天對照區，就發現幾處積水的問題，影響

辣椒植株生長，甚至造成植株死亡，建議應該即時檢查滴灌設施，避免問題發生。

(四)辣椒種植 ： 品種包含朱雀 (朝天椒)、夏紅 (古來種)，以及集合農友公司的 S449 與 S469 等四個辣椒品種，辣椒品種分別育苗後，於二月下旬種植於試驗區內，三月 20 日我們去示範農場發現苗株種植的深度不夠，仍可見原有的苗栽介質，對植株生長發育不佳。在露天對照區供試驗的辣椒植株死亡略多，可能因使用老苗 (太晚移植)，根系太老，吸水不易，因而造成辣椒苗株死亡略多。另外，為了彰顯設施的優點，建議辣椒種植期能經過馬來西亞的雨季，最好種植期能拉長到 6 個月以上。

(五)病蟲害 ： 全世界栽培辣椒的病害多達 26 種以上，綜合 Shukor 等 (1988)，Chew 等 (1992) 以及 Mohamad & Ong (1992) 等報告，馬來西亞辣椒發生的病害包括，病毒病如辣椒葉脈斑駁病毒 (CVMV)，辣椒葉脈斑駁病毒 (PVMV)，胡瓜嵌紋病毒 (CMV)，菸草嵌紋病毒 (TMV)，番茄嵌紋病毒 (ToMV)，番茄斑萎病毒 (TSWV)，及 Tobacco etch virus (TEV) 等 ； 細菌性病害如細菌性斑點病 (bacterial spot)，青枯病 (*Ralstonia* wilt)，軟腐病 (bacterial soft rot) 等 ； 真菌性病害如炭疽病 (anthracnose)，白絹病 (*Sclerotium* wilt) 等。

常見的蟲害包括，蟎類 (mite)，薊馬 (thrips)，粉蝨 (whitefly)，蚜蟲 (aphid)，番茄葉蛾 (tomato fruitworm)，斜紋夜蛾 (tobacco cutworm)，切根蟲 (black cutworm)，斑潛蠅 (tomato leaf miner) 等。由於到示範農場勘查的時間，辣椒剛種植三星期，只發現少許蟲害問題，關於病害則尚未發生。但我們進行辣椒產業調查時，在農民種植的辣椒田，植株較大已開花結果，發現病毒病發生非常普遍，且多處田已發生細菌性斑點病，但可能當地栽培辣椒的農民，施用藥劑防治非常頻繁，導致產生的斑點病徵有典型的也有不典型的病徵。

有關辣椒病蟲害藥劑防治資料檔案，於考察時已經將植物保護手冊中

有關辣椒病蟲害資料的檔案提供給陳文聖先生存檔參考。在這裡，有關蟲害的問題是，蟲害可傳播病毒病，如薊馬、粉蝨、蚜蟲均可以傳播病毒病，因此防蟲課題很重要。建議蟲害防治可利用物理性防治，建議依植株生長情形於適當的距離及高度懸掛黃色及藍色的黏板，同時可監控蟲害密度，再配合化學防治，建議適時噴施適當的藥劑來防治，藥劑可參考植物保護手冊。另外，為了更能瞭解辣椒在馬來西亞居鑾地區栽培期間所發生的問題，建議能每星期傳送黏板及辣椒植株病蟲害等相關照片協助病蟲害管理。另外，建議辣椒栽培示範農場，留意雜草防除，可避免雜草成為病原菌及昆蟲殘存場所。

三、馬來西亞辣椒產業調查

馬來西亞的蔬菜生產，分為高地農業與低地農業，其中低地農業最重要的蔬菜是辣椒 (Shukor et al., 1989)。辣椒與甜椒栽培面積在 1990-1995 年期間介於 1700-1800 公頃，總產量介於 1,900-2,100 公噸，至 2012-2017 年期間介於 2,835-4,014 公頃間，總產量介於 27,358-59,775 公噸，面積與總產量皆持續增加中 (FAOSTAT, 2019)，但在 2011-2016 年每年進口生鮮辣椒與甜椒由 2011 年的 40,240 公噸增加至 2016 年的 55,904 公噸，進口總值由 2011 年的 3,233 萬美元持續增加至 2016 年的 6,007 萬美元，進口的總量近年已超越馬來西亞生產的總量 (表 2)。

經調查馬來西亞辣椒價格最好時期包括:

1. 需求增加:馬來人新年-「開齋節」，在 9-11 月期間，華人的過年，在 1-2 月。
2. 雨季:經調查表示 11 月至隔年 1 月，但以主要產地新山 (Johor Bahru) 或預定進行設施栽培居鑾 (Kluang) 為例，5 年每月平均日溫、夜溫、降雨天數與雨量如表 3 所示，如果以每月降雨量 150 公厘以上或降雨達 15 天以上為潮濕月份，新山與居鑾只有 2 與 6 月為相對乾燥月份，其他皆是高溫多濕月份，是病害好發環境。

表 2. 馬來西亞 2011-2016 年新鮮辣椒與甜椒生產與進口量 (FAOSTAT)

年	馬來西亞新鮮辣椒與甜椒生產量 (公噸)	馬來西亞新鮮辣椒與甜椒進口量 (公噸)
2011	28,766	40,240
2012	40,097	43,138
2013	59,775	43,950
2014	40,521	49,109
2015	47,015	55,068
2016	43,738	55,904

表 3. 馬來西亞辣椒生產基地新山與居鑾 5 年 (2015-2019) 每月平均氣候資料

新山												
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
日溫(℃)	31	31	32	32	32	32	32	31	32	32	31	32
夜溫(℃)	25	24	25	26	26	26	25	26	25	24	24	25
降雨天數	21	13	16	23	19	11	15	13	15	18	28	17
降雨量 (mm)	237	130	160	173	171	129	177	166	173	168	241	276
居鑾												
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
日溫(℃)	31	32	33	33	32	32	32	32	31	32	32	32
夜溫(℃)	25	23	23	24	25	25	25	24	24	24	23	24
降雨天數	21	12	27	24	23	13	11	18	17	16	29	19
降雨量 (mm)	246	103	146	154	158	128	159	152	167	166	243	272

資料來源: Johor Bahru Monthly temperatures 2015 – 2019
https://en.climate-data.org/asia/malaysia/johor/johor-bahru-3087/
Kluang Monthly temperatures 2015 – 2019
http://hikersbay.com/climate/malaysia/kluang?lang=en
https://en.climate-data.org/asia/malaysia/johor/kluang-25956/

馬來西亞辣椒產業，在此分十一項特性來逐一討論：

(一) 品種類型與特性

馬來西亞的辣椒類型分為朝下細長的‘Besar’類型與朝天短小辣的

‘Padi’類型，朝天的‘Padi’果小單果輕，不易採收，為提高採收效率，以每公斤採收 3 元馬幣計算工資，有別於按日計酬，但近年來越南與泰國進口的低價朝天椒在市場流通，種植意願大幅降低，主要栽培類型為為朝下細長的‘Besar’。而‘Besar’類型中分為油椒與古來椒兩個主要地方品種，其中古來椒約占 70-80%，雖多年來許多種子公司的豐產雜交品種或馬來西亞研究單位 MARDI 選出 MC4’等多個品種，但市場仍以古來種為主，主要因為市場需要其特性：香、辣、薄皮、無皮渣感，加工浸醋不會變黑等特性，其他辣椒品種雖然豐產抗病，但如不具這些特性，不易推廣。

(二) 氣候變遷

雖然傳統上認為 11 月至隔年 1 月為雨季，但訪問多位他們共同認為「氣侯變遷」是主要生產限制因子之一，他們表示 2018 年全年雨量超多，今年 1 至 3 月已連續 3 個月未下雨，而造成乾旱現象與以往經驗不同，遇到水源用盡的困境，經問是否利用地下水，他們表示水的用量大，很難補齊到足夠，如何節水栽培是未來辣椒栽培面臨的挑戰，雖然有缺水問題，他們採用的灌溉方式常常是噴灌與滴灌併行方式，為何不採用滴灌方式節水，可能噴灌不僅提供水，也同時降低氣溫，此外對紅蛛蜘、薊馬、粉蝨等小型害蟲有一定程度減少作用，但不可忽略以噴灌給水同時也提供細菌性斑點病、軟腐病、炭疽病等病害發生的環境。此次採訪當地最大農場的經營管理人林紹彬先生，他認為今年連續「乾旱」達三個月，為辣椒生產最重要的限制因子。以近年來世界二氧化碳濃度持續增加，氣侯變遷加劇，雖然總雨量未必增加，但澇旱不一現象，不僅在台灣也在馬國發生，另一個氣侯變遷的影響是赤道的降雨帶可能北移，未來是否更乾旱，值得關切。

(三) 病毒病

此次田間調查 5 個點共同面對的問題是病毒病發生嚴重，植株生長被影響，著果較差。根據 MARDI 研究辣椒有 CVMV、CMV、PVMV、TEV、ToMV、TMV、TSWV 等七種病毒及其複合感染，其中以 CVMV 占 26.6% 最高，其次為 CMV

的 9.4%，複合感染占 24.6%，其中以 CMV 與 CVMV 複合感染 54.9%最高，其次為 CVMV 與 PVMV 的 11.4%，其中 CMV、CVMV 主要傳播媒介為蚜蟲，而 TMV 與 ToMV 為機械傳播病毒，可藉由種子、人為採收等過程傳播。而蚜蟲密度與病毒發生呈現正相關，覆蓋反光的銀黑色塑膠布與雨水可減少蚜蟲，延緩病毒發生 (Mohamad & Ong，1992)。田間觀察 5 個點皆是古來椒，雖然整體而言雖被病毒感染，出病毒病徵，但仍可以持續結果，也有少部分植株未發生病徵，有可能是抗耐病單株，但也有可能因蟲害管理強度高而未發生，唯有進一步研究，才能確認。若田間定植密度降低，行株距拉大，株距甚至達 50-100 公分，再配合農藥噴施，由上而下與由下而上各噴施一次，當地農民種辣椒前會先種植黃秋葵當做間作，再種植辣椒，可以達到遮光，不但降低辣椒苗定植初期的高溫逆境，他們認為也會減少病毒發生，但實際上對滅少病毒病發生的成效，應再謹慎確認。

(四) 炭疽病

炭疽病是真菌性病害與高溫多濕有密切關係，在台灣平地 5 至 6 月梅雨季開始會發生嚴重，防治困難，因其為潛伏感染特性，在適合發病環境下 (高溫多濕) 於辣椒開花期或幼果期即侵入感染，於果實紅熟期才出現發徵，尤其在綠果時採收，目視未發病，但包裝出售後，就出現病徵，容易造成行銷糾紛。馬來西亞主要產地新山為例 (表 2) ，如果以月雨量 150 公厘以上或 15 天以上降雨量為炭病疽病好發的環境，1 年中有 10 個月達有利發病的環境，僅有 2 與 6 月非連續兩個月，而辣椒生育期以 6 個月標準，因此炭疽病發病壓力較大。在馬來西亞嚴重炭疽病可減少 60%產量 (Chew et al., 1992)。常規使用方法為葯劑防治，經調查當地使用 Previcur (普拔克) 防治，嚴重時 1 個月噴 5-6 次，但如果如 4 月有 23 天與 11 月 28 天的降雨，即使噴施葯劑防治，容易被淋洗，導致防治不易。雖然馬來西亞有抗耐炭疽病品系或雜交組合 (Melor, 1992)，但不確定是否推廣或能被接受。

(五) 細菌性斑點病

細菌性斑點病高溫多雨愈嚴重，造成落花、落葉、落果現像，影響產量，馬來西亞平地高溫多雨，容易發生，此次田間調查雖然已經 2 個多月未下雨，仍有細菌性斑點病發生，與農民施用噴灌有關，噴灌造成多濕的環境，且同時傳播細菌性斑點病。藥劑防治細菌性斑點病，是經常使用的方法，主要有銅劑、抗生素類藥劑或兩者混合的藥劑，但馬國禁止抗生素類藥劑的使用，在只能使用銅劑的情形下，是否能有效防治，以及是否銅劑施用過重，已造成抗藥性產生等問題都需留意，另外，馬國是否有對細菌性斑點病具抗耐病的品種，不得而知。

(六) 薊馬與粉蝨

薊馬與粉蝨為調查最主要害蟲，因為高頻度防治控制在一定蟲害範圍，而由薊馬傳播的 TSWV 病毒，發生率只有 0.3% (Mohamad 與 Ong,1992)，但如果在溫室內栽培不易防治，是否會更嚴重，有待觀察。粉蝨依據近年研究，可能傳播雙子星病毒，但在馬來西亞發生情形，則不得而知。

(七) 辣椒栽培土壤管理

馬來西亞約 70% 的土壤屬於 Ultisol 土綱 (極度發育的土壤) 和 Oxisol 土綱 (氧化物的土壤，指磚紅壤)。這些土壤本質上是酸性的，pH 值範圍為 4~5。土壤中存在的磷易被鐵鋁氧化物 (sesquioxides) 固定，因此這些土壤的有效磷極其貧乏，磷被認為是熱帶作物生產中最受限制的營養素。這些土壤還具有非常低的鹼性陽離子 (Ca^{2+}、Mg^{2+}) 。馬來西亞有各式各樣的土壤，目前已發現有 500 多個土系。馬來西亞土壤質地差異很大，從低至 3%（砂質土壤）到超過 90%（粘質土壤）的粘粒含量。 馬來西亞土壤的平均含砂量為 41%，與粘粒含量(43%)相近。馬來西亞土壤的總體密度介於 0.8 至 1.9 g / cm^3 之間。

馬來西亞降雨量很大，該國年降雨量為 2000-3000 毫米，因此，水侵蝕特別重要。在馬來西亞，土壤侵蝕的控制使用三個基本原則：（1）農藝方法，（2）土壤管理方法，（3）機械方法。農藝方法是使用植被來保護土壤，土壤管理方法是提高土壤肥力和土壤結構以提高土壤抗侵蝕能力，而機械方法是利用牆體和山地

梯田等物理和人工結構來減少土壤侵蝕。改善土壤物理性質是減少土壤侵蝕的最重要方法之一。Moraidi *et al.*（2015） 報導連續施用油棕空果串（Empty Fruit Bunches, EFB）當作覆蓋材料 3 年，可增加土壤團粒構造、團粒的穩定性、田間土壤保水力及土壤有效含水量，使用 EFB 可使整個土壤剖面中的土壤水分分佈更均勻。

在馬來西亞的橡膠種植園中，據報導，由於施用超過 100 年的硫酸銨，土壤 pH 值已降低 1 個單位至約 pH 4:00（Shamshuddin *et al.* 2015）。有幾種方法可以減輕土壤酸度，通常的做法是施用石灰，使用磨碎的鎂石灰石是提高土壤肥力的標準做法。其他方法包括有機物質改良和石膏應用。在強酸性土壤中施用磷肥，在施用後立即與鋁和鐵的複合物結合產生沉澱，無法讓植物吸收利用。除了提高土壤 pH 之外，克服該問題的另一種方法是使用溶磷菌(phosphate-solubilizing bacteria，PSB)。Chung *et al.*（2005）發現難溶性磷可被微生物溶解轉化為可溶性磷，特別是 PSB 和叢枝菌根菌（arbuscular mycorrhizal fungi，AMF）具有將磷溶解在土壤中並減少化學肥料投入的能力（Arpana & Bagyaraj 2007）。

此次田間調查訪問 5 處辣椒栽培農民，至少 4 個以雞糞做為基肥，施用量每英畝 (約 0.4 公頃) 舊地施用 300 包，新地用 350-400 包 (每包 5-10 公斤) ，換算成公頃約施用 5.6 噸~7.5 噸的用量。馬來西亞研究人員提到雞糞慣用量為每公頃 10 噸，另一個他們推薦有機肥為棕梠油粕 (Palm Oil Mill Effluent)，在含砂量達 95% 的砂質土壤每公頃施用 16 噸棕梠油粕，可增產 72% (Vimala & Zahara, 1992) 。在酸性土壤，當地農民每英畝會施用 100 包石灰，每包 10 公斤，換算成每公頃約施用 2.5 公噸。MARDI 的研究人員栽培辣椒會用石灰改良酸性-硫酸土壤 (Acid-sulphate Soils)，因為酸性-硫酸土壤 pH 可達 4 以下，低 pH 造成大量鋁、鐵與錳溶出，而低 pH 造成氮、磷、鉀、鈣、鎂有效性降低，不利辣椒生長，在施用每公頃 6 公噸下，可增產 22%產量 (Vimala & Zahara 1992)。馬來西亞半島農業部 (Peninsular Malaysia's Department of Agriculture) 推薦小米辣椒 (*Capsicum*

frutescens L.，hot chili) 肥料施用量為氮：磷酐：氧化鉀＝135：35：75 kg/ha，而辣椒 (*Capsicum annum* var. *acuminatum* L.，chili) 肥料施用量為氮：磷酐：氧化鉀＝180：180：255 kg/ha。

(八) 勞力問題

馬來西亞農業經營者多為華人，許多已由農夫轉變為農場管理者，高度依賴外勞，包括印尼、孟加拉等外勞，但近年來印尼的經濟成長，外勞輸出減緩，及馬國政府外勞使用審查趨向嚴格，而國際化與東協國家的辣椒輸入，造成價格偏低，馬國辣椒經營者面對內外壓力。

(九) 新加坡市場

馬國的新山緊臨新加坡，猶如新加坡的後院，而居鑾至新加坡也大約 2 個小時，猶如西螺至台北，但土地、勞力成本大幅降低，如果能克服氣侯造成的不穩定生產，並達成新加坡農藥殘留標準，穩定供貨，大有可為，而現況顯示，新加坡辣椒的輸入，很多是從馬來西亞來的，也說明其潛力。

(十) 辣椒品種問題

馬來西亞辣椒主要類型為古來種，因為該品種為開放授權品種 (OP)，所以許多農民會自行留種，所以各自留種的不同，因此，農民間自留的古來種，可能會有所差異，而此種歧異度，也是適應不同逆境的生存之道，但也發現辣味由辣至不辣植株間有差異，有改善的空間與必要性。目前包括立達、集合農友與 Agronish 皆有古來辣，價格便宜，但‘夏紅’雖為古來類型，但價格與一代雜交種相同，是否為選拔的古來椒或雜交古來椒，有待確認，而古來椒與油椒雜交的豐產雜交種‘841’是日本坂田種苗推出的雜交種，是否能被市場接受，則有待觀察。朝天椒主要品種為集合農友公司，但受進口越南或泰國朝天椒影響，市場可能有所影響。

(十一) 設施栽培辣椒的可行性

馬來西亞辣椒生產主要問題包括

(1) 雨水 ： 高濕帶來炭疽病、細菌性斑點病、軟腐病、青枯病等問題，

(2) 昆蟲 ： 蚜蟲、粉蝨與薊馬等昆蟲帶來病毒病，

(3) 酸性土壤 ： 造成鐵、鋁、錳等微量元素毒害或大量元素不足的問題，

(4) 乾旱 ： 可能長期不降雨，造成產量下降，甚至植株死亡。

塑膠布溫室及滴灌能直接降低因雨水及高溫造成的炭疽病、細菌性斑點病與軟腐病等問題，青枯病可以用無土介質、抗病品種、抗病根砧等方式配合設施改善。蚜蟲傳播病毒可以用 32 目紗網與雙重門入口方式改善，苗期早期感病毒株能即早拔除，可降低傳播速度 ； 另，種子以磷酸三鈉 (10%) 溶液處理，減少 TMV 經種子傳播病毒 ； 採收與整枝剪刀定期消毒，限定區域使用，避免全園傳播。酸性土壤能以客土、施用石灰及施用有機質改善。乾旱可藉由塑膠布溫室收集雨水使用，以新山或居鑾每年約 2000 公釐降雨，收集與利用雨水除了可避免乾旱問題外，也同時改善因馬國酸性土壤多，造成地下水也偏酸情況。所以設施配合上述栽培管理的調整，有機會生產出具有競爭力的辣椒，但回歸到基本面，設施所增加的成本是否划算? 如果在炭疽病大發生時期，價格勢必高漲，泰國與越南一樣有雨季問題，如果雨季出口價格應該也不低，一年中至少固定有兩個季節有機會。一般土耕如未達 6 個月廢園，認為沒有經濟效益，如果以設施配合栽培管理超過 6 個月，甚至 1 年，而產量一般古來椒約每公頃 15 噸，如設施栽培能達到 20 噸以上，就具有經濟效益。所以設施辣椒如能較露天栽培達成增產 30%，生長期延長 30% (6 個月變 8 個月)，及炭疽病發生時期能正常生產高價格產品，設施辣椒才算成功建立生產模式。另外，未來需建立輪作制度、土壤病害及鹽害綜合管理措施。

叁、檢討與建議

1、設施環境即時監控 ：

本次任務中居鑾的設施環境，經測試能將當地設置的氣溫、濕度、土溫等

資訊立即傳回台灣的農試所，或指定人的手機，能讓決策者及時掌握遠端的環境資訊，能在第一時間及時處理，或做為後續成敗檢討之用，並做為後續環境控制或自動化的基礎。

2、居鑾設置塑膠布溫室的優勢 ：

經設置的環境監控裝置得知，設施內外溫度差異不大，除了中午短暫時設施會高達 41℃，主要是居鑾有風的特性，中午的高溫，可以先觀察辣椒結果情形，如果有影響，可以用加強滴灌或高溫時段強制通風等方式改善。

3、設施土壤改良新模式評估 ：

設施中酸性土壤以客土取代一般施用石灰或有機質來改良土壤，其成本不同，是否速效改善，能否持續多作有用，為觀察重點。

4、設施土壤養液施用與 EC 管理 ：

以市售商品 A、B 水溶液肥料滴灌方式，提供作物營養，能達到速效成果，並配合作物生長不同階段，加快營養生長、促進開花或幫助果實肥大，但同時必需及時監控土壤 EC 值，避免土壤鹽分累積，造成作物生長障礙。

5、設施辣椒病毒管理模式 ：

選擇抗耐病品種，種子以磷酸三納處理，苗期必需注意隔離，在設施下加強噴藥處理，防治蚜蟲、粉蝨與薊馬，操作人員避免抽煙或接觸傳播病毒株，育苗時必需控制雜草，減少媒介病毒昆蟲隱藏其中，周圍避免有其他感病毒植株。進入設施應即關閉，以雙重門避免媒介昆蟲進入設施，初期以高頻度噴藥防治媒介昆蟲，並以黃色及藍色黏板監控，初期應以零容忍為目標。初期感病毒株應拔除，避免擴散。使用器械採收應分區限制使用，定時定期消毒。

6、品種引入 ：

抗耐病毒品種應先考慮，台灣的種苗業可以考慮農友、生生、長生、瑞成、稼穡種苗等公司產品，當地可以嘗試農友集合、立達、Agronish、坂田種苗或者

嘗試由 MARDI 引入抗病毒的品種。

7、植株密度控制 ：

密度太高蟲害病害很難控制，葉片互相遮蔭，影響光合作用效率，所以去除第一分叉下側芽，上面枝條如果密度太高，可用雙幹整枝，甚至單幹整枝，或者先採收初期產量，等到密度太高，再用疏伐方式降低密度。老葉去除，避免病蟲害在其中滋生。

8、利用雨水貯存灌溉 ：

台灣蔬菜生產，大部分都是用地下水，主要原因是避免引入雜草種子及相對乾淨的水源，馬來西亞有可能乾旱與地下水因土質而酸化問題，如能利用塑膠布溫室收集雨水放入地下貯存，配合滴權使用，在有年雨量 2000 公釐，較台灣更平均分配全年情況下，能克服缺水危機。

9、產官學激勵新團隊的形成 ：

本次馬來西亞設施辣椒在產業達人、學界農經專家、農試所蟲害專家、農試所土壤與微生物專家、農試所環境監測與控制專家及農試所作物專家配合當地實際操作人員組成，針對辣椒專一主題，探討在設施生產的可行性，並實際驗證，透過回饋回來的資訊與照片，不斷修正，累積相當的資訊，跨領域整合，是試驗性質整合，已逐步接近設定目標，非常難能可貴。

肆、參考文獻:

Arpana, J. and D. J. Bagyaraj. 2007. Response of Kalmegh to an arbuscular mycorrhizal fungus and a plant growth promoting rhizomicroorganism at two levels of phosphorus fertilizer. Am. Euras. J. Agric. Environ. Sci. 2：33－38.

Chew, B. H., S. Y. Mah, and R. Melor. 1992. Breeding for anthracnose resistance in chilli pepper.P.180-194. *in*: Conference on Chill Pepper Production in the Tropics (Mamat, J. ed.), 13-14. October 1992, Kuala Lurmpur, Malaysian Agricultural Research and

Development Institute (MARDI), Kuala Lumpur, Malaysia. 281 pp.

Chung, H., M. Park, M. Madhaiyan, S. Seshadri, J. Song, H. Cho, and T. Sa. 2005. Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of crop plants of Korea. Soil Biol. Biochem. 37：1970－1974.

Fertilizer use by crop in Malaysia. First version, published by FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome, 2004.

Melor, R. 1992. Development of chilli varieties in Malaysia. P.186-194. *in*：Conference on Chill Pepper Production in the Tropics (Mamat, J. ed.), 13-14. October 1992, Kuala Lurmpur, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Kuala Lumpur, Malaysia. 281 pp.

Mohamad Ross, M. N. and C. A. Ong. 1992. Epidemilogy of aphid-borne virus diseases of chilli in Malaysia and their management.p130-140 in: Conference on Chill Pepper Production in the Tropics (Mamat, J. ed.), 13-14. October 1992, Kuala Lurmpur, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Kuala Lumpur, Malaysia. 281 pp.

Moraidi, A., C. B. S. Teh , K. J. Goh, M. H. A. Husni, and C. I. Fauziah. 2015. Effect of four soil and water conservation practices on soil physical processes in a non-terraced oil palm plantation. Soil Till. Res. 145：62－71.

Shamshuddin, J., Wan Noordin, W. D., Roslan, I., Fauziah, C.I., and Qurban, A. P. (eds.). (2015). Ultisols and Oxisols: Enhancing Their Productivity for Oil Palm, Rubber and Cocoa Cultivation. UPM Press, Serdang, Malaysia.

Shukor, N. M., B. H. Chew, S. Noraini, and M. N. M. Roff. 1989. Tomato and chilli pepper growing in Malaysia. P508-520. *In* : Tomato and Pepper Production in the Tropics (Green, S. K., T. G. Griggs. and B. T. McLean eds.) Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan. 619 pp.

Vimala, P and A. Zahara. 1992. Chilli cultivation on problem soils in Malaysia. P.67-79. *in*: Conference on Chill Pepper Production in the Tropics (Mamat, J. ed.), 13-14. October 1992, Kuala Lurmpur, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Kuala Lumpur, Malaysia. 281 pp.

伍、考察過程圖片與說明

一. 拜訪永榮批發行有限公司 - 馬來西亞新山地區
時間：108 年 3 月 19 日(星期二)　10:00→11:00 AM
地區：新山

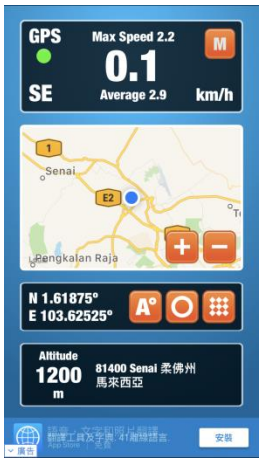
永榮批發行有限公司	楊漢平老闆 (右一)
永榮批發行有限公司	永榮批發行有限公司
辣椒不同成熟度	辣椒商品

辣椒商品	辣椒商品
辣椒商品	辣椒商品

二. 參訪李嘉偉農民辣椒園 - 馬來西亞新山地區

時間：108 年 3 月 19 日(星期二)　11:00→12:00 AM

地區：柔佛州 Senai (N: 1.618750，E:103.62525)

	
農民辣椒園地點 GPS	辣椒園與農民

辣椒與秋葵共同種植	秋葵營養缺乏症狀
辣椒新葉皺縮	與農民合照

三. 參訪 FRESH HUB 生鮮超市 - 馬來西亞柔佛州

時間：108 年 3 月 19 日(星期二)　13:00→13:30 PM

地區：柔佛州 Senai (N: 1.63336，E:103.62935)

FRESH HUB 生鮮超市	FRESH HUB 生鮮超市

FRESH HUB 生鮮超市辣椒	FRESH HUB 生鮮超市辣椒價格

四. 參訪精準農業有限公司 - 馬來西亞柔佛地區

時間：108 年 3 月 19 日(星期二)　13:30→14:30 PM

地區：柔佛州 Taman Mewah (N: 1.67008，E:103.60694)

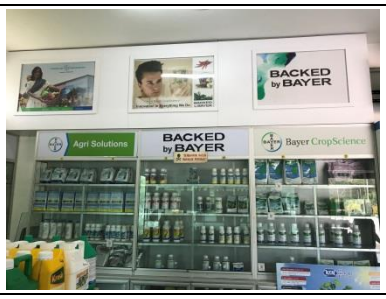
精確農耕有限公司	精確農耕有限公司櫥櫃
精確農耕有限公司販售之肥料	橋標-5-5-5-蔗渣堆肥

液肥	液肥

五 參訪青天農業貿易有限公司 - 馬來西亞柔佛地區

時間：108 年 3 月 19 日(星期二)　16:00→16:30 PM

地區：柔佛州

青天農業貿易有限公司	青天農業貿易有限公司-販售商品
	
青天農業貿易有限公司-販售商品	青天農業貿易有限公司-販售商品

六. 參訪傳統市場 - 馬來西亞柔佛地區

時間：108 年 3 月 20 日(星期三)　9:00→9:30 AM

地區：柔佛州 居鑾 (N: 2.04031，E:103.32259)

居鑾地區傳統市場	居鑾地區傳統市場
居鑾地區傳統市場辣椒商品	居鑾地區傳統市場辣椒價格
居鑾地區傳統市場	居鑾地區傳統市場
居鑾地區傳統市場辣椒商品	居鑾地區傳統市場辣椒商品

七. 參訪居鑾示範園 - 馬來西亞柔佛地區

時間：108 年 3 月 20 日(星期三)　10:30→12:00 AM

地區：柔佛州 Simpang Kanan　(N: 1.97526，E:103.20111)

居鑾辣椒示範園	示範園監測系統組裝
示範園監測系統	示範園辣椒生長情形
示範園外對照組	示範園滴灌供水系統及營養液調配桶

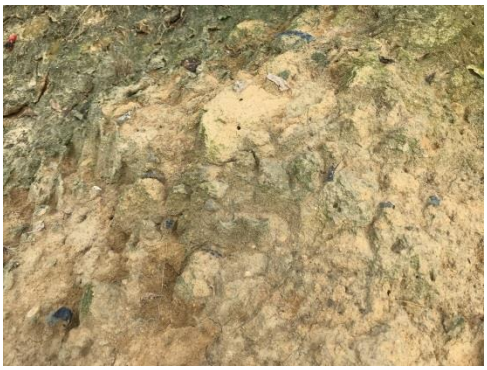
八 參訪陳涼喜-鄭祥達-林紹彬先生辣椒園 - 馬來西亞柔佛地區

時間：108 年 3 月 20 日(星期三)　13:30→16:00 PM

地區：1. 柔佛州 Simpang Kiri　(N: 1.96042，E:102.96498)；

2. 柔佛州 Simpang Kiri　(N: 1.97155，E:102.95068)；

3. 柔佛州 Simpang Kiri　(N: 1.96214，E:102.94009)

陳涼喜先生辣椒園	陳涼喜先生辣椒園
	
土壤乾燥密實	辣椒缺水葉片下垂
鄭祥達先生辣椒園	鄭祥達先生辣椒園辣椒生長情形

林紹彬先生辣椒園	林紹彬先生辣椒園合影

九 參訪蔡偉豪先生辣椒園 - 馬來西亞柔佛地區

時間：108 年 3 月 21 日(星期四)　9:00→12:00AM

地區：柔佛州 Ulu Sungai Johor (N: 1.89773，E:103.67806)

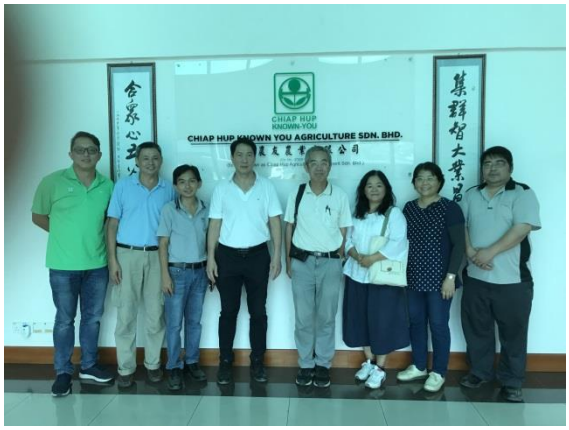
蔡偉豪先生辣椒園	蔡偉豪先生辣椒園
蔡偉豪先生辣椒園	蔡偉豪先生辣椒園

蔡偉豪先生辣椒園所使用的堆肥	蔡偉豪先生辣椒園所使用的堆肥成分

十 參訪集合農友公司 - 馬來西亞吉隆坡

時間：108 年 3 月 21 日(星期四)　16:00→16:30AM

地區：Kawasan Perindustrian Tangkak

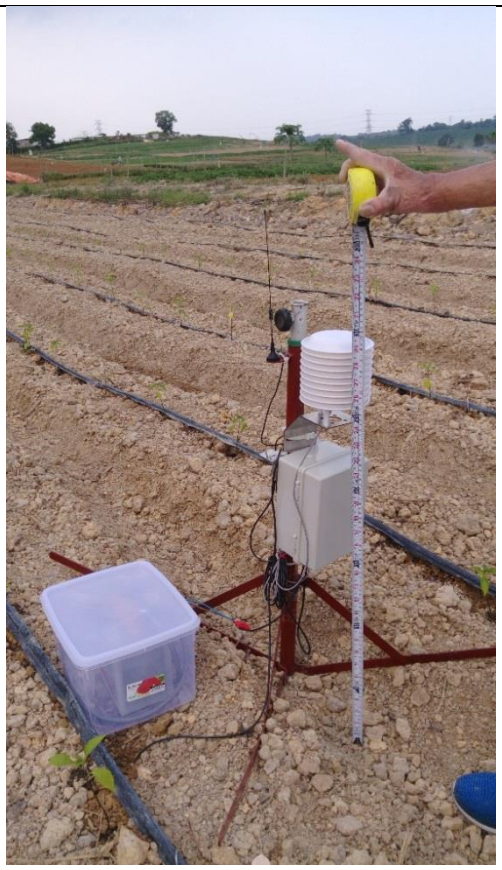
	
集合農友公司合影	集合農友公司產品
集合農友公司機器	集合農友公司生產套袋

十一. 居鑾示範園 - 設施內外氣象站設置

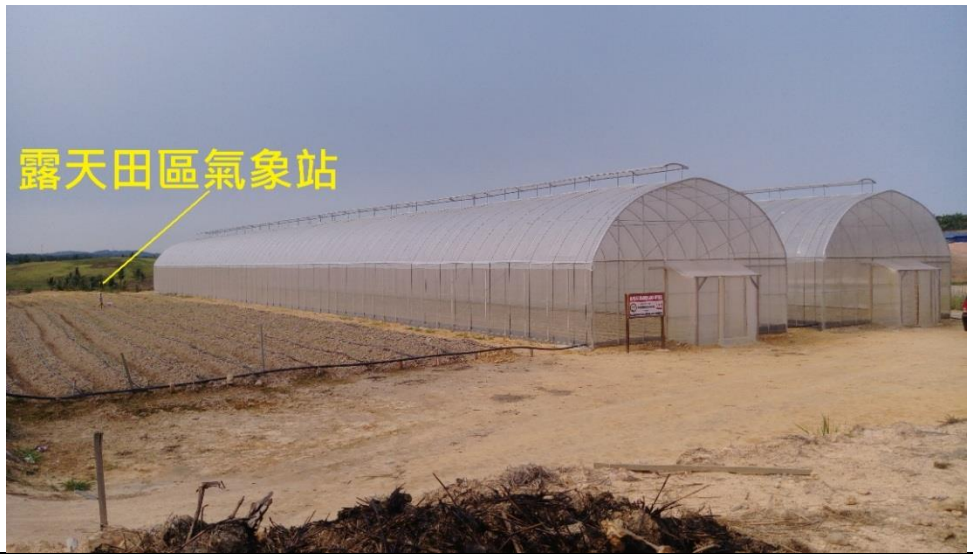
時間：108 年 3 月 19 日~20 日

地區：柔佛州 Simpang Kanan (N: 1.97526，E:103.20111)

溫室內氣象站-架設完成



露天田區氣象站-架設完成



露天田區與溫室