

出國報告(出國類別:研究)

「利用分子標誌輔助育種開發適合東南亞市場抗病番  
茄新品系」計畫第四次出國報告

服務機關：行政院農業委員會花蓮區農業改良場

姓名職稱：王啟正 副研究員

派赴國家：泰國

出國期間：107 年 3 月 29 日至 4 月 4 日

報告日期：107 年 6 月 30 日

## 目 錄

摘要.....	1
壹、行程表.....	2
貳、出國目的.....	3
參、過程.....	3
1.泰國海外番茄品系試種圃之建立及參試品系性狀調查.....	3
2.泰國中果耐熱番茄產地參訪.....	12
肆、心得與建議.....	15
致謝.....	16

## 摘要

本次出國係配合新南向政策，調查抗黃化捲葉病毒番茄品系於泰國試種試驗田間的生長及園藝性狀，此泰國海外試種圃以完全逢機區集設計，共計 3 重複，雨季結束後於去年 11 月 8 日定植於泰國中部肯平山( Kamphaeng Saen )之亞蔬-世界蔬菜中心東南亞分部，試種之番茄一代雜交品系共計有 4 個抗黃化捲葉病中果品系、1 個感病中果品系、1 個抗病小果品系及 2 個泰國中部最歡迎的中果品種'TepPraTan' 及小果番茄品種'CH154' 當作對照。定植期間委託亞蔬-世界蔬菜中心東南亞分部進行管理及調查，此次前往進行調查本海外試種圃最後一次產量及可溶性固形物，並協助觀察台灣種苗協會委託種植於當地的 30 個番茄品系的表現。在定植初期僅有對照品種及感病品系有輕微病毒病病徵，田間並無病毒病害擴散情形，據悉今年泰國中部旱季期間為常常降雨的溼熱氣候，造成田間沒有媒介昆蟲銀葉粉蝨所致。其中耐熱性以當地中果品種'TepPraTan' 及參試品系 BT56 及 BT59 最佳，計算採收 7 周的產量，其中 BT56 及 BT59 為 11.7 kg/m<sup>2</sup> 及 10.9 kg/m<sup>2</sup> 顯著優於'TepPraTan' 的 8.9kg/m<sup>2</sup>，小果番茄 HT033 產量為 7.8 kg/m<sup>2</sup> 也顯著優於'CH154' 的 6.4 kg/m<sup>2</sup>。小果番茄 HT033 可溶固形物為 9.53 °Brix 顯著高於對照小果番茄品種'CH154' 的 8.74 °Brix。另外協助調查台灣種苗協會的 30 個番茄品系，TB1、TB2、TB3、TB5 等 12 個品系耐熱性佳，可溶性固形物最高為 TC28、TC22 及 TC29，分別為 9.20 °Brix、9.15 °Brix 及 8.98 °Brix。將針對此調查結果調整雜交組合並增加小果番茄的參試品系於今年雨季後試種。另外與東西種苗公司營業部經理討論小果番茄新品系試種事宜，並至泰國耐熱中果番茄產區素潘武里(Suphan Buri)及呵叻府(Nakhon Ratchasima)參觀其種植情形，相關結果可供種苗業界參考。'TePraTan'

## 壹、行程表

106年度計畫「利用分子標誌輔助育種開發適合東南亞市場抗病番茄新品系(106農科-21.1.3-農-C1(3))」第四次出國泰國行程表

計畫主持人：王啓正副研究員

出國人員：王啓正副研究員

行程：

日期	地點	行程
3/29(四)	1. 台北桃園 2. 曼谷	1. 桃園機場出發到達曼谷機場 2. 曼谷住宿
3/30(五)	曼谷-素潘武里-曼谷	1.與東西種苗公司討論小果番茄試種事宜 2.泰國中部番茄田間調查 住曼谷
3/31(六)	曼谷-素潘武里-曼谷	泰國中部番茄田間調查 住曼谷
4/1(日)	1. 曼谷 2. Kamphaeng Saen (肯平山)	至亞蔬-世界蔬菜中心東南亞分部調查試種番茄產量及品質 住 Kamphaeng Saen
4/2(一)	肯平山	調查試種番茄產量及品質 住 Kamphaeng Saen
4/3(二)	肯平山	調查試種番茄產量及品質 住 Kamphaeng Saen
4/4(三)	1. 肯平山 2. 曼谷 3. 桃園台北 4. 台北-花蓮	肯平山至曼谷機場 搭飛機起飛前往桃園機場 桃園機場至花蓮

## 貳、出國目的

番茄黃化捲葉病毒侵害一直是泰國地區生產的問題，造成果實減產及品質不良狀況產生，目前市面上也尚未有抗病品系釋出，因此育成抗病之優良番茄品系應為台灣種苗業者可切入泰國市場之重點項目，番茄抗病育種係為本場多年努力目標，目前也已經開發出番茄快速萃取 DNA 技術及分子輔助育種平台，為了配合新南向政策，本次與亞蔬-世界蔬菜中心東南亞分部合作，已於 106 年 10 月下旬於肯平山完成 5 個抗黃化捲葉病品系、1 個感病品系及 2 個當地的對照品種田間定植，建立了泰國海外示範圃，本次出國研究主要目的即為調查本計畫試種的番茄品系於田間的表現狀況，並進一步評估試種番茄品系並調整未來的試種品系。

## 參、過程

### 1. 泰國海外番茄品系試種圃之建立及參試品系性狀調查

本次在泰國的番茄品系試種圃有兩處，一處位在泰國佛統府亞蔬-世界蔬菜中心東南亞分部的試驗田區，委託世界蔬菜中心東南亞分部協助栽培管理，另一處則在泰國東北廊開府，由稼穡主苗公司協助管理。本次出國主要是調查亞蔬-世界蔬菜中心的試驗田區的番茄試驗表現，參試番茄品系有 6 個，預測的性狀及抗病基因如表一，中大果品系為 BT33、BT56、BT59、BT63 及 BT64，預測果型別為圓球形及橢圓形，果重為 60g 到 180 克不等，另外也加了一個 2015 年在泰國試種產量的第一，糖度第二的小果番茄品系 HT033，其中耐熱感病品系 BT59 可以作為田區病害壓力的指示品系，其他 5 個參試品系都帶有番茄黃化捲葉病毒的抗性基因，其中 BT63 及 BT64 品系為帶有 3 個黃化捲葉病毒的品系，但由於親本仍屬於 F3 世代，因此這兩個雜交品系在園藝性狀應該不是很均一，目的只是想觀察這 2 個品系的抗病性。另外，在此海外試種圃由世界蔬菜中心推薦 2 個對照品種，一個是小果品種'CH154'，一個是中果耐熱品種'TepPraTan'，此 2 個對照品種為泰國中部地區種植較多，但對於黃化捲葉病毒的抗性仍未知，詳細預測性狀如表一。

本試驗的種子在 9 月經由亞蔬世界蔬菜中心東南亞分部的協助，獲得了泰國允許進口證，因此又至防檢局辦理檢疫證明，此外本場還要出具非基因改造證明書及出貨水單，才能順利透過郵局的 EMS 快遞寄到泰國的世界蔬菜中心東南亞分部，這些種子分別於 106 年 9 月 26 日及 10 月 9 日播種，由於 106 年泰

國的雨季較晚結束，遲至 10 月底還有豪雨淹水的情形，在世界亞蔬中心東南亞分部的努力之下，田間終於可以種植，定植以完全逢機區集設計，共計 3 重複於 11 月 8 日定植，並在周圍設有保護行，如圖 1 及圖 2。



圖 1、本場委託於世界蔬菜中心東南亞分部內定植的番茄試種圃

圖 2、此番茄試種圃有依照本場要求進行保護行(圖中左側)的定植設計

表一、106 年定植於泰國的一代雜交番茄基本性狀表

Table 1. The tomato hybrids were planted at Thailand, 2017

	Fruit	Fruit	Resistance		Remark
	shape	weight	(Ty-2/Ty-3/ty-5)	(Ph-2/Ph-3)	
HT033-1	Round	16-18g	+/-/--	—	
BT33	Round	140-180g	+/-++/--	—	
BT56	Round	100-120g	--/++/--	+/-+-	
BT59	Round	60-80g	—	—	Heat tolerance
BT63	Oblong	80-100g	+/-+/-++	—	y
BT64	Oblong	80-100g	+/-++/++	—	y
CH154	Oblong	16-18g			CK
TepPraTan	Oblong	80-100g			CK

<sup>z</sup>: The check cultivars are popular at Thailand. The WorldVeg center recommend the popular cultivars, 'TepPraTan' and 'CH154'

<sup>y</sup>: The parent lines are select from F3 generation so that hybrids are not uniform. The purpose is monitoring the TYLCD resistance of combination of Ty-2/Ty-3/ty-5 genes.

期間由世界亞蔬中心協助調查開花期，開花期整理如表二，調查顯示 HT033、BT63 及商業對照品種'CH154' 及'TepPraTan' 為較早生的品種(系)，其中 HT033-1 第一花序開花僅需 12.2 天，第 3 花序開花也僅需 25.6 天，為十分早生的品系。在此次到訪時(12 月 25 日)早生品系 HT033-1 第 5 花序已經著果，表示此小果番茄品系在泰國有其優越性。

在第三次出國泰國時前往調查攝影時，第一花序的果實已經著果，並已經為中期膨大期的果實(圖 3-18)，其中其中 1 個當地對照品種'TepPraTan' 及感病品系 BT59 有少數植株開始出現黃化捲葉病毒病徵，但沒有持續蔓延現象，保護行的感病品系亦沒有嚴重黃化捲葉病毒病徵，表示泰國佛統府試種圃地區從定植到 12 月底並沒有很大的黃化捲葉病毒病壓力，田間觀察也沒有看到病毒媒介昆蟲銀葉粉蝨的出現。初步目測觀察 BT33、BT63 的果形為圓球形，BT56、BT59、BT64 則為橢圓形，BT63 則出現圓球形及橢圓形的果形，與當初預測(表一)仍有差距。

表二、 番茄品系於泰國佛統府試種圃試種之開花天數

品系	開花天數 <sup>1</sup>	開花天數 <sup>2</sup>
BT33	25.5±4.89	37.7±3.56
BT56	25.9±2.41	37.5±3.26
BT59	18.7±3.33	30.7±4.82
BT63	17.7±4.54	29.2±1.86
BT64	19.5±1.36	30.8±0.40
CH154	15.9±1.09	27.1±1.43
HT033-1	12.2±2.96	25.6±1.55
TepPraTan	15.6±1.10	27.0±0.05

1:為第一花序開花所需天數

2:為第三花序開花所需天數



圖 3、BT33 植株外觀



圖 4、BT33 果實



圖 5、BT56 植株外觀



圖 6、BT56 果實



圖 7、BT59 植株外觀



圖 8、BT59 果實





圖 9、BT63 植株外觀



圖 10、BT63 果實



圖 11、BT64 植株外觀



圖 12、BT64 果實



圖 13、HT033 植株外觀



圖 14、HT033 果實

	
<p>圖 15、對照品種'TepPraTan'植株外觀</p>	<p>圖 16、對照品種'TepPraTan'果實</p>
	
<p>圖 17、對照品種'CH154'植株外觀</p>	<p>圖 18、對照品種'CH154'果實</p>

本試驗開始在 2018 年 1 月 18 日開始採收，每周採收一次，計算採收 7 周的產量，如表三，其中 BT56 及 BT59 為 11.7 kg/m<sup>2</sup> 及 10.9 kg/m<sup>2</sup> 顯著優於對照品種'TepPraTan' 的 8.9kg/m<sup>2</sup>，小果番茄 HT033 產量為 7.8 kg/m<sup>2</sup> 也顯著優於 'CH154' 的 6.4 kg/m<sup>2</sup>，其他中大果品系 BT33、BT63 及 BT64 的產量為 7.4 kg/m<sup>2</sup>、8.5 kg/m<sup>2</sup> 及 8.9 kg/m<sup>2</sup>，與'TepPraTan' 的 8.9kg/m<sup>2</sup> 差異不顯著，因此就產量而言，本參試品系產量都在當地對照品種水平之上，因此就產量數據而言，本場所育成的品系很適合在泰國肯平山地區種植，然而細看亞蔬世界蔬菜中心泰國分部所提供的調查數據，有很多果實在採收時已經失去商品價值，由

於泰國天氣熱，果實成熟快，一周採收一次的頻度不夠，造成有些果實已經失去商品價值，今年秋天定植的番茄將請該中心泰國分部一周採收調查兩次。

由果重、果型指數(表四)結果顯示 BT33 及 BT56 為大果的番茄，果型指數為 0.87 及 0.98，分別為扁圓形及圓球形，屬於圓果形的番茄品系，以泰國市場來說這樣的果重及形狀並非現行主流，但在高級超市中已經出現販售，這樣的牛番茄型的番茄品種若能夠耐熱且能適合泰國的天氣，相信在未來一定能慢慢被泰國市場接受。泰國的番茄市場為 80-100 克，橢圓形的果實，本次參試的橢圓形品系初步有到達這樣的標準，但由於到了泰國當地了解橢圓形果番茄市場大，單價便宜，又有許多大型種子公司在控制市場，若台灣種子公司要進入東南亞市場可以考慮藍海策略，要走跟別人不一樣的路，或許圓果番茄可以當作牛番茄販售，加上耐熱及抗病毒的性狀，或許可以跟當前的紅海市場進行切割。另外 BT63 為 72 公克中果且為圓球形，這樣的產品並沒有在泰國見過，因此今年預定在泰國種植的將減少這一種雜交組合。BT59 及 BT64 則為中果高球型及橢圓形的品系，尤其以 BT64 之果型指數為 1.25，果重為 86 公克左右，為泰國受歡迎的果形及果重，且可溶性固形物相當高，達 6.28 °Brix，十分適合作為番茄切片沙拉食用。

採收的紅熟果實經攝影如圖 19 至圖 26，紅熟的果實皆呈亮紅色，其中小果番茄 HT033 及對照品種'CH154' 的果色均為較大果品系光亮的紅色，果形如果型指數結果相同(表四)，由縱切面可以看出種子充實度，種子充實程度可代表番茄的耐熱性，由圖 25 可看出'CH154' 切面沒有種子，表示此品系在高溫下只有授粉刺激造成的單為結果現象，但花粉因為高溫時失去活力而無法與胚珠結合成種子。



圖 19、BT33



圖 20、BT56



圖 21、BT59



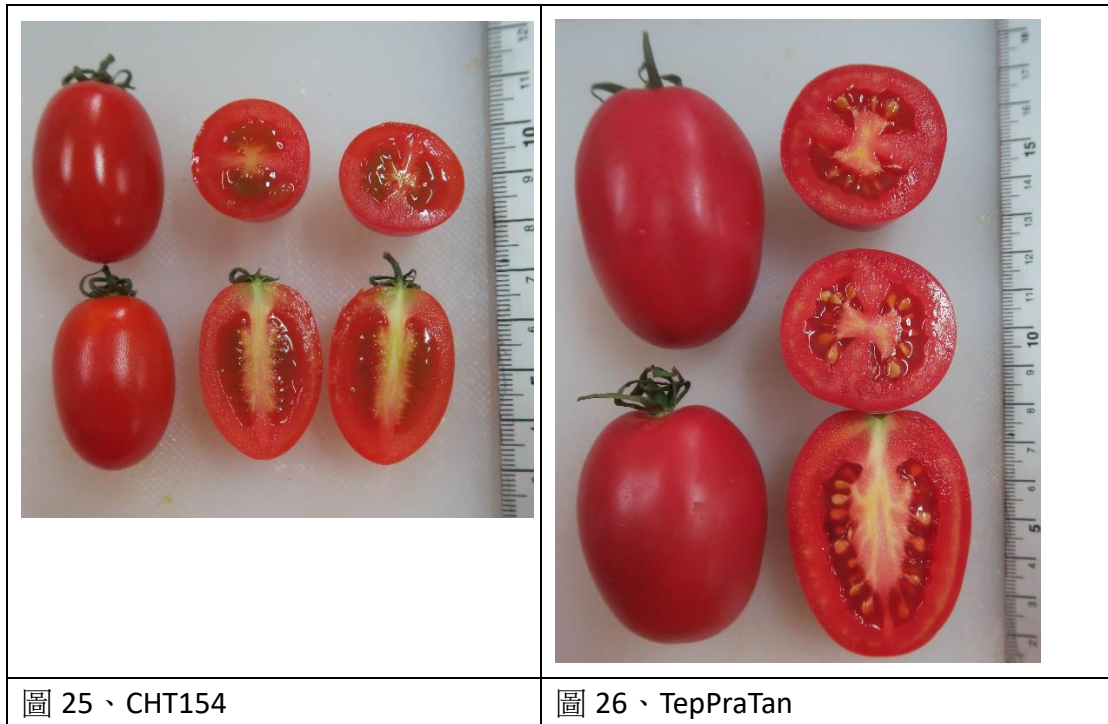
圖 22、BT63



圖 23、BT64



圖 24、HT033



在小果番茄可溶固形物比較結果顯示，小果番茄 HT033 可溶固形物為 9.53°Brix 顯著高於對照小果番茄品種'CH154'的 8.74°Brix，經試吃後，口感顯著優於對照品種'CH154'，本品系經過泰國農業大學 Kasetsart University 園藝系及東西種苗公司人員試吃後反應良好，泰國應該會有市場，另外本參試的小果番茄 HT033-1 在泰國已經試種第二次，受到不少好評，但泰國小果番茄市場偏好橢圓形，因此 107 年雨季後的泰國試種圃將採取不一樣的品系進行試種，探試泰國的番茄市場，將於今年根據泰國當地人員的建議，重新試種多放一些耐熱且糖度高的品種。

另外協助調查台灣種苗協會的 30 個番茄品系，TB1、TB2、TB3、TB5 等 12 個品系耐熱性佳，可溶性固形物最高為 TC28、TC22 及 TC29，分別為 9.20°Brix、9.15°Brix 及 8.98°Brix，雖然並不是跟以上同一個試驗田區，但本場小果品系糖度高達 9.53°Brix，應該也算是所有參試品種糖度最高的品系。

表三、2017年泰國肯平山試種番茄品系之產量及果數

Table 3. The yield and fruit number of tomato entries planted at Kamphaengsaen, Thailand, 2018.

Entry	Total yield /plot (kg.)	Total No. of fruit/plot	Total yield kg/m <sup>2</sup>
BT33	44.5±8.3	389.0±18.0	7.42±1.38
BT56	70.3±10.2	629.3±178.0	11.72±1.69
BT59	65.2±5.7	1231.3±195.1	10.86±0.95
BT63	50.9±3.7	1148.7±50.3	8.48±0.61
BT64	53.3±8.9	1185.3±152.1	8.88±1.48
CH154	38.7±3.4	5267.7±559.1	6.44±0.56
HT033-1	46.9±8.4	8342.3±1816.7	7.81±1.40
TepPraTan	55.1±2.8	1618.3±106.6	8.91±0.47

表四、2017年泰國肯平山試種番茄品系之果重、果型指數及可溶固形物含量

Table 4. The fruit weight, fruit shape index and total soluble of tomato entries planted at Kamphaengsaen, Thailand, 2018.

Entry	Fruit wt. (g.)	Fruit shape index	TSS
BT33	194.46±42.25	0.87 ±0.03	5.91±0.18
BT56	165.91±23.32	0.98±0.07	5.69±0.26
BT59	82.21±3.57	1.06±0.01	5.97±0.42
BT63	72.37±4.50	1.02±0.06	5.79±0.23
BT64	85.74±11.42	1.25±0.46	6.28±0.55
CH154	10.51±0.66	1.69±0.09	8.74±0.25
HT033-1	8.86±0.95	1.18±0.05	9.53±0.17
TepPraTan	45.20±5.26	1.16±0.46	5.55±0.27

## 2. 泰國中果耐熱番茄產地參訪

此行中有請泰國東西種苗營業部經理 Mike Yu Cai 帶筆者去泰國最受歡迎的番茄品種栽培區素潘武里府參訪(圖 27-28)，這種番茄為泰國青木瓜沙拉的主要原料，為中小果粉紅色、半停心型且十分耐熱，最受歡迎的品種適合在泰國中部的丘陵地栽培。因此出發前安排好行程，請 Mike 經理做嚮導前往素潘武里府。

此行發現這一區的粉紅色番茄正要接近採收期，大不分的農場主會雇工進行除葉處理，將接近成熟果實附近的葉子剪除，以增加通風性，避免病害發生

(圖 29)，但零星仍有一些沒有除葉處理的農場(圖 30)，管理良好的農場番茄產量高，幾乎沒有甚麼病蟲害(圖 31-32)，但有一些管理不好的農場，葉色偏淡，且有番茄黃化捲葉病毒危害及真菌性病害發生(圖 32-35)，有些農場為了節省竹子成本，使用當地的木頭做為番茄支柱(圖 36)，田間管理也不佳，在看完素潘武里府的番茄產區後，發現泰國有些農民或農場主的農業栽培技術水準非常好，因為這種最受歡迎的粉果品種並不具有任何抗病性，因此在栽培管理上，並須嚴加注意，而且因為潮濕的真菌病害威力更是嚴重，因此當地農民使用除葉處理增加通風性，加上適當的藥劑處理可使病蟲害大大減少。

另外，東西種苗公司有推出這種粉紅果的抗病品種，但耐熱性較差且品質也不如這個品種，因此抗病育種仍有空間。



圖 27、東西種苗公司營業部經理 Mike Yu Cai 與番茄農場主討論這種粉果番茄的種植法



圖 28、筆者與番茄農場主合影



圖 29、番茄成熟前除葉增加通風



圖 30、沒有除葉處理的番茄農場



圖 31、結實纍纍的粉果番茄



圖 32、經除葉處理的番茄農場，番茄生長勢良好



圖 32、另一個沒有除葉處理的番茄農場



圖 33、泰國素潘武里番茄遭受番茄黃化捲葉病毒感染的情形



圖 34、泰國素潘武里番茄遭受番茄黃化捲葉病毒感染及真菌病害危害的情形



圖 35、泰國素潘武里府番茄遭受番茄黃化捲葉病毒感染的情形





圖 36、泰國素潘武里府另一塊粉果番茄栽培農場使用木頭當支柱



圖 37、泰國素潘武里府雇工正在番茄農場進行除葉

## 肆、心得與建議

### 一、強化與當地研究機構合作

經過這次與亞蔬世界蔬菜中心合作的經驗，發現亞蔬世界蔬菜中心資源豐富，在國際上有許多種苗公司或其他國家的研究機構皆有人脈及合作計畫，政府如果要執行新南向農業相關政策，真的可以從亞蔬世界蔬菜中心著手，配合農業研究單位、種苗公司一起合作，將本國的優良種苗推廣出去，也是屬於一種外交軟實力。

### 二、南向發展必須深耕當地，進行市場拓展

由於台灣並不是東協會員國，要由境外輸入種子較為困難，本國如農友種苗公司、稼穡種苗公司深耕泰國多年，都在泰國本地或鄰國越南、寮國及緬甸進行生產種子再進口泰國，以避免無形的關稅障礙。然而本次試種番茄種子在進口種子時也遇到泰國禁止非會員國進口番茄種子的問題，所以必須拜託亞蔬-世界蔬菜中心先在泰國官方申請以試驗名義方式申請進口許可證，在經過電子郵件多方往來的結果，終於申請到泰方許可進口，因此保留本國最關鍵的技術，如親本及育種技術，至泰國或其他東南亞國家生產種子，再行銷至東南亞各國的方式才是可行的，在行銷時，必須深耕地方，利用當地中盤商進行推廣，這樣才有可能拓展東南亞市場的商機。

### 三、泰國番茄市場可以朝中型粉紅果及小果耐熱番茄兩種形式進行育種

根據去(106)年 9 月起至今年 3 月底泰國參訪及試種番茄，調查及參訪市場

顯示泰國最流行的加工及鮮食兩用的大果番茄品種在當地已經沿用已久，由於已經有秋作的抗病毒的新品種問世，台灣的種苗公司近期內似乎沒有切入空間，或許在大果耐熱的牛番茄型的番茄有未來的市場。而中型粉紅果及小果番茄種類中，缺乏高冷地中年栽培的抗晚疫病及抗病毒的品種，或者缺少曼谷周邊素潘武里府耐熱耐黃化捲葉病毒的粉果品種，似乎可以從這些品種切入市場較為容易。

### 致謝

本次出國及泰國試種相關試驗承蒙亞蔬世界蔬菜中心協助管理田間及調查資料，素潘武里等地的中果番茄產業參訪承蒙東西種苗公司協助，使出國行程順利，另外，科技部經費及農糧署支持本抗病番茄品系於泰國試種計畫，謹申謝忱。