

出國報告(出國類別：短期研究)

農業菁英培訓計畫
「活化農地利用、節省水資源—硬質
玉米耐旱種原篩選模式及設施評估」

服務機關：行政院農業委員會臺南區農業改良場朴子分場

姓名職稱：詹雅勛 助理研究員

派赴國家：墨西哥

出國期間：104 年 8 月 27 日至 11 月 24 日

報告日期：104 年 12 月 21 日

摘要

為了改善 20 萬公頃的休耕農地閒置問題，促進農地活化利用，並增加糧食安全性減少進口依賴，本次短期研究計畫目的為學習硬質玉米耐旱種原篩選模式及設施評估議題，借重國際組織豐富資源與經驗技術，應用於臺灣玉米育種程序之早期篩選及檢定模式，促進品種改良工作。本計畫於 104 年 8 月 27 日至 11 月 24 日前往墨西哥，參加國際玉米及小麥改良中心（International Maize and Wheat Improvement Center, CIMMYT）舉辦之 Technologies for Tropical Maize Improvement 培訓課程，並學習傳統育種實務、基因組選種（Genomic Selection, GS）分子輔助育種項目及乾旱逆境外表型檢定方法與儀器設備之利用。本次行程與 CIMMYT 研究人員及其他國家的訪問學者建立人脈關係，有助於日後的研究訊息分享，人員互訪與進一步進行國際合作的機會。建議國內強化研發人力與團隊合作能量，與國際接軌。並參考 CIMMYT 育種策略與方法導入其資源，助於我國硬質玉米朝耐旱及低投入方向之新品種研發。

目 次

一、研習目的	4
二、研習行程	5
三、研習內容	6
四、研習心得及建議.....	12
五、研習參訪照片	13
附件 1：Technologies for Tropical Maize Improvement 培訓課程表	16
附件 2：結訓證書	20

一、 研習目的

臺灣農業組成是以小農為主體，常有生產成本高於收益的問題，加上農村人力老化，雇工不易，逐漸發展為種植設施栽培作物，國內農產品如精緻栽培之小番茄或洋香瓜，以高品質及高單價獲得高利潤。但臺灣為淺碟型市場，易因生產過剩或低價替代品等因素造成產銷失衡，故調整作物生產面積極為重要，過去採用休耕補助綠肥等方式來調節作物栽培面積。近年來受限財政窘困，且休耕農地未能有效利用頗為浪費；另一方面，我國每年約進口 420 萬公噸硬質玉米作為飼料或利用其澱粉進行加工用途，高度依賴進口，在國際糧食價格上漲時，產生糧食危機；如果在國內生產硬質玉米，因需求量大且有良好銷售體系，可避免產銷失衡，還可解決糧食安全及休耕農地閒置未能有效利用等問題。因此，推廣休耕農地種植省工及低投入的硬質玉米，發展以大佃農或代耕業者模式，藉由大面積栽培和全程機械化生產，生產過程中採用少施肥、不噴藥且不灌溉的低種植成本方式，深具發展潛力。但休耕農地利用問題主要來自灌溉水源不足及水資源缺乏區域，而且臺灣秋作硬質玉米生長期（每年 9 月至隔年 2 月）為低溫且乾旱的季節，而在氣候變遷下，連續乾旱或降雨不均等氣候變化，春作（每年 2 月至 6 月）硬質玉米也可能面臨乾旱缺水造成產量降低，故篩選在乾旱環境下仍可維持產量的耐旱品種極為重要。本次短期研究計畫目的為向國際玉米及小麥改良中心（International Maize and Wheat Improvement Center, CIMMYT）學習硬質玉米耐旱種原篩選模式及設施評估議題，借重國際組織豐富資源與經驗技術，期應用於臺灣玉米育種程序之早期篩選及檢定模式，促進新品種研發，改善或解決乾旱地區之糧食生產問題。

二、研習行程

日期	地點	行程與工作內容
8月27日(星期四)	臺南區農業改良場朴子分場 →臺灣桃園國際機場→美國 舊金山國際機場	搭乘 11:10 美國聯合航空 UA872 班機, 7:30 抵達美國 舊金山國際機場。
8月28日(星期四) ^{1,2}	美國舊金山國際機場→墨西 哥 Benito Juárez 國際機場→ 墨西哥州特斯科科城 (Texcoco) / CIMMYT 總部(El Batán)	搭乘 13:05 美國聯合航空 UA821 班機, 19:25 抵達墨 西哥 Benito Juárez 國際機 場。
8月28日(星期五)	CIMMYT 總部 El Batán	培訓課程報到。
8月31日(星期一) 至	CIMMYT 總部 El Batán / 試驗 站 Agua Fria / 試驗站	參加 CIMMYT Headquarters Technologies for Tropical
9月11日(星期五)	Tlaltizapan	Maize Improvement 培訓課 程。
9月14日(星期一) 至	CIMMYT 總部 El Batán / 試驗 站 Agua Fria / 試驗站	學習玉米田間育種工作實 務、玉米耐旱評估設備、分
11月20日(星期五)	Tlaltizapan / 試驗站Toluca	子標誌輔助育種流程及數據 分析。
11月23日(星期一)	墨西哥州特斯科科城 (Texcoco) / CIMMYT 總部(El Batán) → 墨西哥 Benito Juárez 國際機場→美國舊金 山國際機場	搭乘 6:35 美國聯合航空 UA820 班機, 9:30 抵達美國 舊金山國際機場; 接續搭乘 12:05 美國聯合航空 UA871 班機。
11月24日(星期二)	美國舊金山國際機場→臺灣 桃園國際機場→臺南區農業 改良場朴子分場	搭乘 12:05 美國聯合航空 UA871 班機, 18:25 抵達臺 灣桃園國際機場。

註：

1. 受訓期間 8 月 27 日至 11 月 23 日皆住宿於 CIMMYT 總部 El Batán (Texcoco, 特斯科科城)。
2. 9 月 3 日、9 月 8 日、9 月 23 日、9 月 30 日、10 月 12 日及 11 月 5 日赴試驗站 Agua Fria; 9 月 5 日、10 月 6 日、10 月 8 日、10 月 21 日及 10 月 26 日赴試驗站 Tlaltizapan; 11 月 18 日赴試驗站 Toluca; 餘在 CIMMYT 總部 El Batán。

三、 研習內容

CIMMYT 屬於國際農業研究磋商組織（Consultative Group for International Agricultural Research, CGIAR）的 15 個研究中心之一。自 1966 年成立，以降低農村貧困，加強糧食安全，改善人類健康和營養，並確保自然資源的可持續性為其發展宗旨。該組織合作夥伴包括國家和地區的研究機構，民間組織，學術團體和私營部門等，密切地交流往來。其貢獻卓越獲得世界公認，CIMMYT 有世界最大的種原庫，至 2013 年統計，收集、選育並保留小麥 150,000 份和玉米 27,000 份的種質資源。過去 25 年已無償發送 158,000 份次小麥和 91,000 份次玉米品種給超過 100 個國家使用。並且對於培訓科學人員不遺餘力，為全球培訓超過 10,000 個研究人員。直接與間接幫助發展中國家農民避免貧困飢餓，提供糧食保障基礎。因此，本次研習著重於育種工作的參與，與資深育種人員進行經驗交流，並學習玉米耐旱特性的篩選及評估方法，搭配基因組選種（Genomic Selection, GS）等新技術，獲益良多。

（一） Technologies for Tropical Maize Improvement 培訓課程

針對熱帶玉米品種改良及相關技術的培訓課程自 8 月 31 日至 9 月 11 日，為期兩週，由位於墨西哥總部的玉米研究人員共同講授課程。課程領域廣泛，內容涵蓋熱帶低地、亞熱帶及高原氣候玉米育種程序、分子輔助育種、單倍體創製、逆境生理、病理學及玉米品質與營養成分等面向（課程表如附件 1）。來自孟加拉共和國、中國、哥倫比亞、印度、伊朗、馬拉威、墨西哥、莫三比克、巴基斯坦、秘魯、菲律賓、南韓、土耳其、臺灣及辛巴威共 15 個國家的 24 位研究人員參與培訓。第一週每日包含 4 個至 6 個演講，並安排參訪試驗站 Agua Fria 及 Tlaltizapan。第二週採分組討論方式，可進一步對於感興趣的主題深入交換資訊。課程內容充實，除了學習不同領域的相關知識，亦可了解 CIMMYT 的分工組織，專業領域間合作互助，共同完成目標與任務。



圖 1. 參與培訓課程人員全體合影

（二） 傳統育種田間實務

CIMMYT 除了總部位於 El Batán，在墨西哥尚有四個試驗站，分別代表不同氣候環境類型。研習期間往來三個試驗站 Agua Fria、Tlaltizapan 及 Toluca。總部 El Batán 海拔約 2,200 公尺，面積近 80 公頃，屬於高原氣候；試驗站 Agua Fria 海拔約 50 公尺，面積 50 公頃，屬於熱帶低地氣候，夏季可達 48°C 高溫；試驗站 Tlaltizapan 海拔約 940 公尺，面積 55 公頃，屬於亞熱帶氣候；試驗站 Toluca 海拔約 2,600 公尺，是地方種（Landrace）玉米的繁殖重要場所。

研習期間主要向資深育種人員 Felix San Vicente 博士學習傳統育種實務，核心育種程序於早期世代即給予高密度的篩選壓力，每公頃約 95,000 株至 100,000 株；對於抗病性等高遺傳力性狀亦於早期世代評估，由團隊中病理學家進行接種與檢定。耐旱性及產量等數量性狀易受環境影響，且無法以自交系直接評斷 F1 雜交種表現，故於組合力檢定對測交後代進行評估。該組織育種基礎深厚是因為持續進行族群改良，十分嚴謹且紮實的執行每一個育種步驟。透過重

組，提高有利對偶基因的頻度，不斷創造優良種質資源。

另一個育種工作重點為雜種優勢群之建立，目前美國多以 StiffStalk × Non-StiffStalk；歐洲以 US Dent × European Flint；中國以 Domestic × Lancaster/RVD/PN 及熱帶地區以 Tuxpeño × Caribbean Flint/Tuson/ETO 等方式作為基礎，互為檢定親進行雜交組配，評估組合力。親本間的親緣關係較遠，雜種優勢較強，因此將重要的遺傳資源建立雜種優勢群，可以減少盲目的雜交組合配對，提高育種效率。目前臺灣的育種程序中，多是依循 Dent × Flint 的模式進行，若能加入分析重要品系間之遺傳距離，有效釐清親緣關係或可避免費時繁重的大量測交篩選。

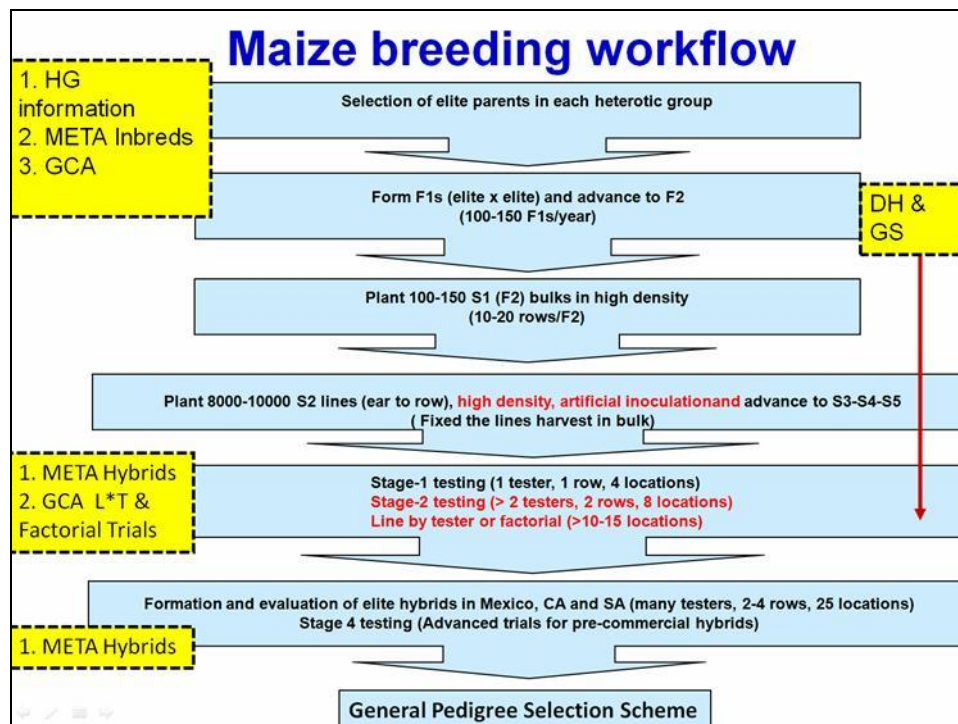


圖 2. 玉米核心育種程序

(三) 玉米耐旱評估系統

隨著氣候變遷，極端氣候加劇，逆境環境中仍可穩定生產已成為 CIMMYT 玉米研究團隊的第一育種目標。2014 年 CIMMYT 提供非洲約 52,000 公噸的耐旱玉米種子，降低乾旱導致糧食減產的問題。Samuel Trachsel 博士為玉米研究團隊

中的生理學家，根據墨西哥栽培玉米的環境，每年元月至四月為當地旱季，欲篩選耐旱品系，選擇一個良好的試驗環境為首要步驟，避免降雨等天候因素改變環境控制。耐旱性試驗設置於第四個試驗站 Obregon，屬於低海拔且乾熱的環境，本次研習期間非與之重疊，未能實際參與耐旱品種的選拔實為可惜。Samuel Trachsel 博士建議，耐旱育種應維持 4 個月的旱季為理想條件，可利用品系的積溫回推播種日期，至少應確保開花期至吐絲期為乾旱而提高評估準確性。一般而言，玉米開花與吐絲的間隔天數越短，具有較好的抗旱能力。搭配葉綠素儀（SPAD）、葉片氣孔導度（Leaf Porometer）或測定標準化植生指數（Normalized Difference Vegetation Index, NDVI）等儀器進行生理性狀鑑定。經過研究，這些次級性狀容易測量且具有高遺傳力，亦與產量相關程度高，可應用於選拔耐旱且高產之品系。

（四） 基因組選種（Genomic Selection, GS）

基因組選種亦屬於分子標記的應用，全球玉米計畫（Global maize program, GMP）中由 Zhang Xue-cai 博士進行相關研究，目前已結合傳統育種工作並著手進行耐旱性、抗病性及品質等育種目標的選育。GS 是以一訓練族群同時進行外表型調查與分子標記基因型分析，兩者結果之相關性用以估計每一分子標記的育種價，藉此建立分子標記資料庫做為「訓練模型（training model）」。接著從訓練族群中挑選少數外表型優異的個體雜交，產生新的遺傳重組族群。爾後僅需依此模型的分子標記資訊對新族群做基因型選拔，節省外表型評估所花費之時間。利用 GS 的基礎在於，高通量的基因型鑑定技術，其基因型鑑定費用已不是問題，並且開發統計模型預測個體表現。對於複雜性狀的選拔比分子標記輔助輪迴選種（Marker-assisted Recurrent Selection, MARS）效果優異，因為複雜性狀往往由多個微效基因控制，與微效基因緊密連鎖之分子標記並不容易被偵測（未達顯著水準）。相反的，GS 則是使用大量的分子標記，每個分子標記的效應

皆會被估算，並且納入個體育種價估計值，減少可能忽略微效基因效應的疑慮。研究指出，以電腦模擬玉米低遺傳率性狀的選拔，GS 的遺傳增進比 MARS 高出 43 %。GS 能夠應用於複雜性狀選拔，增加選拔效率。

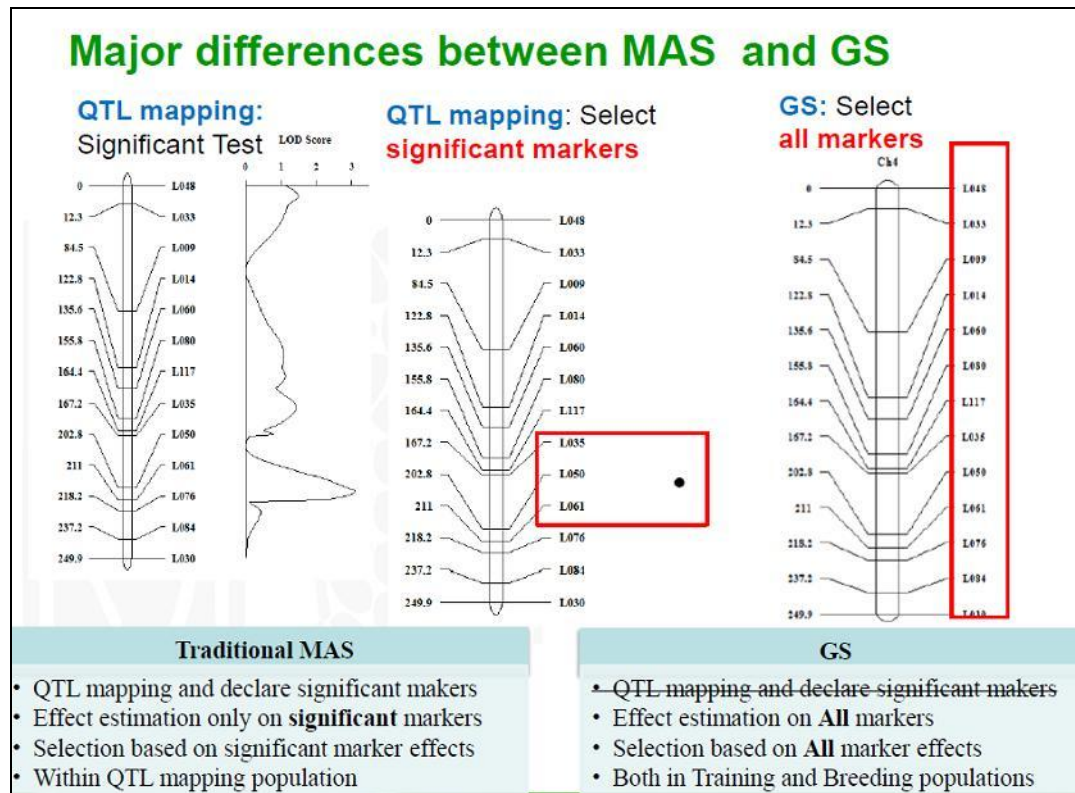


圖 3. MARS 與 GS 相較最大的差異處，GS 是以所有的分子標記進行選拔，而非僅用 25 個至 30 個顯著相關的分子標記選拔。

（五）數據分析

CIMMYT 執行育種工作已長達 50 年，已開發數個有效的整合系統，並建立數據庫供研究人員或各國學者處理及查閱龐大資訊，本次研習期間，學習三個數據分析軟體皆可免費下載使用，網址如下：

1.Fieldbook

<http://dtma.cimmyt.org/index.php/information-tools/software-download>

2.BREEDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS)

<https://www.integratedbreeding.net/breeding-management-system>

3. Meta R

<http://data.cimmyt.org/dvn/>

當品系於不同地點之產量表現差異甚大，稱為品系與地區間的交感效應($G \times E$)。R.A.Fisher 早年即提出產量等數量性狀並非單受基因型所控制，而是受到基因型、環境以及基因型與環境間的交感效應所共同調控，其中顯著的交感效應限制育種家對於品系的比較，造成品種選拔的困難。故玉米核心育種程序中，從 Stage 1 起，新品系與檢定親的雜交後代於多個試驗點評估，為的是重複驗證基因型與環境的交感效應。隨世代推進，亦會加入多年期的評估，確保新品系具有良好的穩定性。利用 Meta R 軟體即可分析多個試驗點間的遺傳相關性、各調查性狀間的遺傳相關性，並可以運算最佳線性無偏估值 Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) 和 Best Linear Unbiased Estimator (BLUE)，藉此可分析新品系在多地區與多年度間產量等性狀的排序，獲得新品系的一般組合力表現及目標性狀的遺傳力高低等資訊。

整體而言，三個月的短期研究為傳統育種搭配基因組選種及單倍體育種等技術應用，並結合標準化的外表型鑑定技術及數據分析。即以玉米育種程序為中心，學習基礎理論，並且結合田間實務，受益匪淺。

四、 研習心得及建議

- （一）CIMMYT 組織內玉米育種團隊分工細膩，更重視合作協調，臺灣可做為借鏡，學習其模式建立研究團隊，以育種為中心，結合生理學家、肥培管理農藝學家、病理學家及分子生物學家，勤於橫向溝通激發研究能量。並藉此發展對等關係，加強國際交流機會。
- （二）CIMMYT 玉米育種程序完善且研究人員務實經營，考量國內育種資源，可善用現有的人力及物力，簡化但確實的執行每一育種步驟，促進品種改良工作。從種原蒐集、種質創製、遺傳、生理、病理或肥培等多面向的領域涉獵，能擴展育種工作思路。
- （三）本次短期研究對於我國耐旱育種的建議，可適當調整播種期使育種材料於每年元月至二月開花，確保開花期的乾旱環境以利選拔；並且可以加入開花吐絲間隔期（Anthesis-silking Interval, ASI）、標準化植生指數（NDVI）及葉片捲曲程度（Leaf Rolling）等次級性狀作為耐旱逆境篩選指標，建立標準化的外表型鑑定流程。
- （四）為了避免育種基礎群體的遺傳歧異性越來越狹窄，國內研究人員可善用 CIMMYT 的種質資源；透過國際合作，亦可取得特殊種原（抗病或其他性狀）的引進。與國際組織的交流，應朝向長期往來發展，除了增加研究人員的國際觀並可學習相關技術與獲得研究資材。通過本次研習建立良好的管道與橋樑，助於日後合作發展契機。
- （五）CIMMYT 彙集各國頂尖研究人員，其中不乏曾於孟山都或先鋒等大型公司工作者，對於市場需求及新知技術皆深入了解。透過與研究人員交流，提升自我視野。並與不同國家的訪問學者進行互動，分享交流知識訊息，除了提升外語能力，亦可學習文化差異。CIMMYT 訂於明（106）年 9 月 27 日至 29 日舉辦 50 年週年慶典，榮重盛大邀請其他國際組織及各國合作夥伴與會，若有機會參與，藉此建立人脈，助於日後人員互訪。

五、研習參訪照片



圖 1. 參與培訓課程人員於試驗站 Agua Fria 全體合影



圖 2. 於試驗站 Tlaltizapan 進行低氮品系篩選



圖 3. Denise Costich 博士介紹種質資源庫



圖 4. 分子生物研究室負責人 Gordon Huestis 博士說明基因型篩選平臺



圖 5. 資深育種家 Felix San Vicente 博士解說新品系特性



圖 6. 耐旱新品系 CML574



圖 7.單倍體誘導之篩選過程



圖 8.單倍體育種項目主持人 Vijay Chaikam 博士田間解說



圖 9.生理學家 Samuel Trachsel 博士講述耐旱評估之環境控制



圖 10.標準化植生指數 (NDVI) 之量測

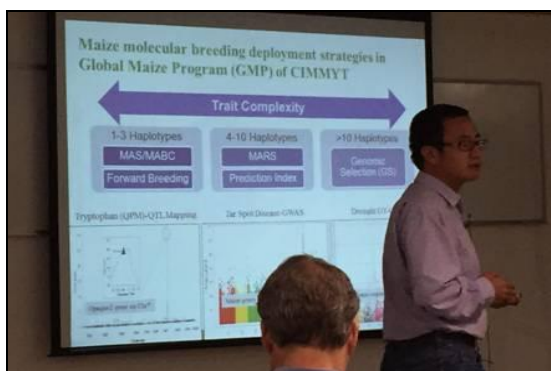


圖 11.Zhang Xue-cai 博士講述基因組選種理論課程



圖 12.玉米穗腐病感病品系（人工接種）



圖 13.試驗站 Toluca 展示地方種



圖 14.參與國際日等活動與各國研究人員交流

附件 1. Technologies for Tropical Maize Improvement 培訓課程表

1.8 月 31 日至 9 月 1 日課程

			
Program for CIMMYT training course on "Technologies for Tropical Maize Improvement"			
August 31 – September 11, 2015 CIMMYT Headquarters El Batan, Mexico			
Monday, 31 Aug, 2015	08:00 – 08:30	Registration (in front of the Sasakawa conference room)	Laura Rodriguez
	08:30 – 08:45	Welcome and introduction to the training course, introduction of the participants	Felix San Vicente
	08:45 – 10:00	Maize breeding : History and overview of different methods used	Terence Molnar
	10:00– 10:30	Coffee break and Group picture in front of the main building	Laura Rodriguez
	10:30-12:00	Importance of nutritionally enriched maize and development of germplasm resources for nutritional quality traits	Natalia Palacios
	12:00 – 13:30	Lunch break - CIMMYT Cafeteria	Laura Rodriguez
	13:30 – 14:45	Germplasm development and evaluation for sub-tropical environments	Thanda Dhlwayo
	14:45-16:00	CIMMYT Global Maize Program-an overview and impacts	Felix San Vicente
	16:00-16:15	Coffee break	
	16:15-17:30	Germplasm development and evaluation for tropical lowlands	Felix San Vicente
Tuesday, 1 Sept, 2015	08:00 – 09:15	Germplasm development and evaluation for highland environments	Jose Luis Torres
	09:15 – 10:15	Characterization of testers and heterotic groups in tropical hybrid maize breeding programs	Felix San Vicente + Xuecai Zhang
	10:15-10:30	Coffee break	
	10:30 – 12:00	Breeding support tools-Field designs and Data analysis - overview	José Crossa
	12:00 – 13:30	Lunch break - CIMMYT Cafeteria	Laura Rodriguez
	13:30 – 14:45	Doubled Haploid technology in maize breeding	Vijay Chaikam
	14:45 – 16:00	Abiotic stresses affecting maize productivity and development of abiotic stress tolerant maize germplasm	Samuel Trachsel
	16:00-16:15	Coffee break	
	16:15-17:30	Maize diseases	Aleksandre Loladze

2.9月2日至9月4日課程

			
Program for CIMMYT training course on “Technologies for Tropical Maize Improvement”			
Wednesday, 2 Sept, 2015	08:00 – 09:15	Use of molecular markers in maize breeding	Gordon Huestis
	09:15–10:30	Genomic selection in maize breeding	Xuecai Zhang
	10:30 – 10:45	Coffee break	
	10:45-12:00	Pre-breeding: expanding the diversity of maize germplasm	Terence Molnar
	12:00 – 13:30	Lunch break - CIMMYT Cafeteria	Laura Rodriguez
	13:30 – 14:45	Technology for production of Doubled Haploid(DH) lines	Vijay Chaikam
	15:00-17:30	Field visit : El Batan (Highland breeding program, land race improvement, DH)	Jose Luis Torres+ Martha Wilcox
Thursday, 3 Sept, 2015		Program for Agua Fria station visit	
	6:00	Departure from El Batan in front of guest house	
	9:00	Arrival at Agua Fria station	
	09:00-09:30	Breakfast at the station and introduction by station manager	
	09:30-11:00	Field visit: Tropical breeding program	Felix/Vijay/Xuecai
	11:00-14:00	DH: Field and lab visits	
	14:00-15:30	Travel to Mi Ranchito Restaurant, Xicotepec	
	15:30-16:30	Lunch at Mi Ranchito Restaurant, Xicotepec	
Friday, 4 Sept, 2015	8:00-09:15 AM	Landrace improvement strategies	Martha Wilcox
	09:15 -10:15	Maize seed systems and a model for public-private partnerships	Arturo Silva
	10:15-10:30	Coffee break	
	10:30-12:00	Plenary lecture: Tropical maize breeding in CIMMYT- Historical perspectives and considerations for future	S.K. Vasal
	12:00-14:00	Lunch break - CIMMYT Cafeteria	
	14:00-15:00	Maize germplasm bank visit-Trainees need to assemble in front of the germplasm bank	Denise Costich
	15:00-15:30	Coffee break in Sasakawa	
	15:30-16:00	CIMMYT tour-trainees need to assemble at the reception area	Isabel Pena
	16:00-16:30	Bioscience laboratory tour	Gordon Huestis

3.9 月 5 日至 9 月 6 日課程

			
Program for CIMMYT training course on “Technologies for Tropical Maize Improvement”			
Saturday, 5 Sept, 2015		Program of visit to Tlaltizapan station	Oscar/Andrea/Edgar
	7:00-7:45	Breakfast in CIMMYT cafeteria	
	7:45	Departure from El Batán in front of the guest house after breakfast	
	10:30-11:30	Field visit- Sub-tropical breeding program	
	11:30-12:30	Field visit- Physiology	
	12:30-13:30	Other activities at Tlaltizapan station	
	13:30-14:30	Lunch at Tlaltizapan station	
	14:30	Departure from Tlaltizapan station	
	15:30	Arrival at El Batán	
Sunday, 6 Sept, 2015	9:00-14:00	Visit to Pyramids of Teotihuacán	Laura Rodriguez

4.9月7日至9月11日課程



Program for CIMMYT training course on “Technologies for Tropical Maize Improvement”

Program for 2nd week			
Monday, 7 Sept, 2015	Whole day	Participants will be trained in the selected discipline	Felix + Thanda + Vijay + Xuecai + Gordon + Sam
Tuesday, 8 Sept, 2015	Whole day	Participants will be trained in the selected discipline	Felix + Thanda + Vijay + Xuecai + Gordon + Sam
Wednesday, 9 Sept, 2015	Whole day	Participants will be trained in the selected discipline	Felix + Thanda + Vijay + Xuecai + Gordon + Sam
Thursday, 10 Sept, 2015	08:30 – 12:00	Field data analysis- workshop(for all participants) in room B22	José Crossa
	12:00 – 13:30	Lunch break	Laura Rodriguez
	1:30-5:00	Options: Nutritional quality/ Plant physiology/Maize diseases Participants select one topic other than their preference for specialization and works with respective scientific program for half day	Natalia Palacios/Samuel Trachsel/Aleksandre Loladze
Friday, 11 Sept, 2015	8:30-12:00	Options: Molecular markers/Genomic selection/Doubled Haploids Participants select one topic other than their preference for specialization and works with respective scientist for half day	Gordon Huestis/ Xuecai Zhang + José Crossa / Vijay Chaikam
	12:00 – 14:00	Lunch break	
	2:00-3:00	Graduation ceremony - Sasakawa Conference Room	GMP and GRP colleagues
	3:00-5:00	Free: Participants can interact with any scientist with prior appointment	

附件 2.結訓證書

1.Technologies for Tropical Maize Improvement 培訓課程證書



2.三個月短期研究結訓證書

