

出國報告（出國類別：實習）

參加「2023年AARDO種子生產及品質評估訓練計畫」報告

Report of Participating in the
“2023 AARDO Training Program on Seed
Production and Quality Evaluation”

服務機關：行政院農業委員會種苗改良繁殖場

姓名職稱：蔡秉芸 助理研究員

派赴國家/地區：印度

出國期間：112年2月11日至2月23日

報告日期：112年6月1日

摘要

種子為農業最基礎的生產來源，優良種子不僅提供優異的作物性狀，均一的發芽勢使田間易於管理，同時降低生產初期農業用藥，可見優良種子是永續農業的基石。種苗改良繁殖場為我國專責種子種苗研究及生產技術開發之機構，為持續與國際技術接軌，並且強化研究人員交流，本場由行政院農業委員會推薦派員赴印度參加亞非農村發展組織主辦的種子生產及品質評估訓練，期望持續精進我國種子生產及品質管控能力。本次訓練內容包含種苗相關法規及產業動向、種子生產技術、種子檢查技術共三大面向，另外訪問種子調製工廠、國家種子公司及其他研究設施，包含奈及利亞、肯亞、摩洛哥、蘇丹、孟加拉、葉門、斯里蘭卡及尚比亞等共 10 個國家共同參與。

關鍵字：亞非農村發展組織（ African-Asian Rural Development Organization, AARDO）、印度農業研究所(Indian Agricultural Research Institute, IARI)、印度(India)、種苗法規(Seed Regulations)、種子檢查(Seed Testing)

目次

摘要.....	1
一、目的.....	3
二、行程表.....	3
三、課程內容.....	5
種苗相關法規及產業動向.....	5
種子生產技術.....	7
種子檢查技術.....	7
四、心得及建議.....	7
五、致謝.....	9
六、附錄.....	10

一、目的

亞非農村發展組織(Afro-Asian Rural Development Organization, AARDO)以消除亞非國家之文盲、飢餓及貧病，並發展農村建設為宗旨，每年均開設多種農業相關訓練課程。有鑑於全球種苗產業迅速發展，亦開設「種子生產及品質評估訓練計畫」，期望透過計畫促進會員提升種子生產及種子檢查技術，並且完善各國種子種苗相關法規建置。

行政院種苗改良繁殖場(以下簡稱種苗場)為我國專責之植物種苗研究及生產機構，致力於推動國內種(子)苗穩定供籌，配合政策生產優種苗供應市場，並且選育優質抗病作物品種，配合種苗繁殖與生物檢測技術研發，提升種苗品質，任務與本次訓練計畫不謀而合，本次參與訓練計畫不僅期望可以將我國種子生產及品質管理技術與國際進行交流，並了解國際目前產業困境，更期望能創造未來國際間合作的橋梁。

二、行程表

Day / Time	課程
第一天 2月11日	自桃園國際機場出發
第一天 2月12日	經曼谷轉機，抵達印度新德里
第二天 2月13日	報到
	Regulatory framework for seed quality assurance in India
	Variety development, evaluation and release procedure in India
	Plant Variety Protection: Indian Perspective
	Visit to National Phytotron Facility, ICAR-IARI, New Delhi
	Visit to National Phenomics Facility, ICAR-IARI, New Delhi
第三天 2月14日	Nucleus and Breeder seed production programme in India
	Prospects and constraints of seed production in millet crops
	Principles and practices of seed production in Maize (including field visit)
	Principles and procedures of seed sampling and physical purity analysis
	Practical Session: Sampling using Mechanical divider, Boerner divider, Gamet divider, Soil divider, Random cup method, Hand halving method, Spoon method)

	Practical Session: Determination of different purity components, use of purity tolerance tables, calculation & reporting of results
第四天 2月15日	Principles and practices of seed production in Chickpea and lentil (including field visit)
	Principles and practices of seed production in oilseed crops
	Principles and practices of disease free agri-horticultural crops seed production
	Principles & procedures of germination and seed moisture testing
	Practical Session on germination testing and seed moisture testing (Different germination methods; Moisture testing and reporting of results)
第五天 2月16日	Principles and practices of seed production in soybean
	Principles and practices of seed production in vegetable crops
	Entrepreneurship development through seed production
	Genetic Purity Testing of seed: Importance, Principles, Tools and Essential Protocols
	Practical Session on varietal and genetic purity testing and GM Seed Testing (DNA extraction; Quantification; amplification; horizontal electrophoresis, Gel documentation and other GM seed testing methods)
第六天 2月17日	Seed Industry: Past, present and future prospects
	DUS Testing for plant variety protection
	Seed storage and deterioration: An overview
	Seed Vigour and viability testing: Concept, Principles and Methods
	Practical Session on Seed Vigour and Viability Testing (TZ test: Staining in different Crop Species; EC Test, AA Test)
第七天 2月18日	Procedures and practices of seed production in wheat and barley (including field visit)
	Principles and practices of seed production in Rice
	Post-harvest handling, processing and safe storage of seed (including visit to processing and storage facilities)
第八天 2月19日	Visit to Seed Certification Agency, Agra
第九天 2月20日	Seed health testing for quality assurance
	Seed quality assurance system: A Global perspective (With special reference to OECD, ISTA, UPOV)
	Practical Session on detection of seed borne diseases
	Visit to National Seeds Corporation, New Delhi
	Seed production of vegetable and ornamental crops under protected

	cultivation including field visit
第十天 2月21日	Long term seed storage in gene banks and visit to Gene Bank, ICAR-NBPGR, New Delhi
	Seed quality enhancement - principles and procedures
	Visit to IARI Museum and National Agricultural Science Museum, NASC Complex
第十一天 2月22日	Seed germination analysis and reporting of results
	Presentation by trainees
	Presentation by trainees
	Feedback and wrap programme
第十二天 2月23日	返國

三、課程內容

本次課程大致可分為三大面向：種苗相關法規及產業發展、種子生產技術及種子檢查技術，其中每個課程中也包含一部分的實作課程及參訪行程，整體課程內容豐富，雖然在短期間內無法在各領域內進行深度的探究，但是提供各國每個專業領域的人員，整體種子品質把關各項流程更加全面的視野，以下就各面向分述大致內容。

種苗相關法規及產業動向

課程內容包含種子種苗業相關法規、品種權保護及種子產業發展動向。印度的種子種苗法規發展相當早，在 1966 年種子法(Seed Act, Act No.54 of 1966)建立，全國的種子種苗業受到官方管控種子純度、販售前種子檢查及販售實基本標示，並確立國家相關驗證機構執掌，以保障農民取得之種子具有基本品質，穩定國內生產，此時多數種子均由政府及政府輔導成立的法人進行主要的原種生產，至 1988 年種子政策逐漸開放，外國種子得以經過基本檢查後輸入印度，因此包含各式蔬菜種子、花卉球莖等等開始在印度快速發展，同時另外以較寬鬆的規定促進農民留種及交換種子，為鄉村地區無法購買商業種子的農民提供另一個取得種子的管道。2001 年植物品種保護及農民權利法(Protection of Plant Varieties and Farmers Right Act)建立，主張育種者具有植物品種權，鼓勵育種家育成更多優良品種，並以國際品種權檢定方法為依據，檢測品種新穎性、可區別性、一致性及穩定性，另外糧食作物需另外檢測生產特性，如對肥料及農藥之反應性，配合區域試驗確認基本生產量，最後每個品種推出前均須存放一份

備份於國家種子庫中，即獲得品種權。印度政府有鑑於國內農民普遍知識及經濟狀況多處於弱勢，為避免農民因依循過去使用習慣而侵害品種權，也特別設立農民免責條款，保護農民自行使用之種子，可以進行種植、留種、交換等行為，而免受品種權管制，另外與國際慣行作法不同，印度政府為保護地方品種之多樣性與地方適應性，鼓勵農民以地方品種申請農民品種，由政府協助初步純化品種使表型一致，再以較寬鬆的品種檢定條件認定農民品種，並且追認已經長久存在於農村中的作物具有農民品種權，鼓勵農友持續種植地方品種，避免種子公司壟斷種子市場，使貧困農民需要付出更多成本獲取種子的困境。

印度種子產業每年產值達 27 億美元，每年提供國內超過 1.5 億農民生產各式農作物。印度現代化種子生產起源於由中央政府建立的國家種子公司，主要生產國內所需的糧食作物種子，並且配合國農研機構育成多個高產品種，在近 20 年間更因為生物技術蓬勃發展而快速發展分子輔助育種之品種，而基因改良品種，考量對於人體影響尚未明確，僅開放棉花可以使用。私人種子公司也在近 60 年快速發展，現今印度國內有超過 400 家私人種子公司，主要販售棉花、蔬菜種子，得利於豐富的氣候環境及低廉的勞力，印度有將近 95% 種子來自國內生產。隨著勞力成本逐漸提升，印度的農業也朝向機械化及省工的方向發展，另考量氣候變遷因素，也開始發展環境永續之栽培技術，例如節水栽培及保護性設施皆在印度快速發展，未來發展方向大致可以整理為下列項目：

1. 持續發展生物技術輔助優良品種育成，目前以基因編輯技術為發展重點，基因改造品種雖尚未能於印度國內通行，但是相關技術及研究仍在國家支持下持續進行，待基因改良農產品安全性受確認後，即可直接應用相關技術。
2. 鼓勵私人種子公司同時發展雜交種子及開放授粉品種，一方面提供國內具有雜交優勢之品種，促進國內農產品質，另一方面開放授粉品種，提供偏鄉農友穩定的生產收入，面對氣候變遷所造成的損害，能快速利用儲藏的糧食轉換為種子利用，提供農業韌性。
3. 發展配合省工栽培之品種及種子處理技術，例如發展雜交稻，以強勢生長勢促進直播稻之競爭力，另外如種子披衣及化學處理技術，促進種籽發芽勢並可配合播種機自動化播種。
4. 發展外銷海外之品種，有別於過去主要發展國內需求之品種，育種目標轉向國際市場之偏好，力求發展國際市場。

種子生產技術

種子生產技術課程中包含種子良種生產制度、病蟲害保護、生產設施、採後處理及儲藏。種子良種生產制度中，印度生產種子可分為 4 級，分別為核心種子(nucleus seed)、育成種子(breeder seed)、原種種子(foundation seed)、驗證種子(certified seed)，其中核心種子及育成種子皆由研發單位自行繁殖，其中核心種原餘品種育成時即進行分裝保留，繁殖時如有發現任何混雜就整個族群淘汰，不進行去雜工作，而育成種子則由核心種子繁殖，或者由育成種子本身經嚴格去雜作業進行維持，原則上族群內不可有任何混雜發生，當發現混雜則人工去除。而原種種子生產及驗證種子生產則與我國狀況相近，驗證種子生產後經國家驗證機構發證明書，確認其種子品質後提供農民進行生產。另外目前發展較快速的則是採後處理技術，目前國際上披衣技術發展相對成熟，包含包覆農藥、促進發芽勢的滲透調節物質等等，不過本次多數參與的成員國家多表示，雖然相關技術已相對成熟，但是同時處理大量種子的量能，目前仍然掌握在少數種子處理公司手上，因此對於目前售價較低的種子來說，實際應用層面仍然受到成本考量的限制，因此利用仍尚未廣泛推廣到各項作物上。

種子檢查技術

種子檢查規則基本上遵守國際種子檢查協會(International Seed Testing Association, ISTA)所訂之技術，課程內教授包含抽樣、純度、發芽率、含水量、種子活力檢測及特定病害檢測。種子純度檢查中，目前仍然以種植後田間檢查為主要檢查方法，並且輔以種子外觀、幼苗性狀以及酚類氧化能力檢查，這些方法雖然無法有效區別品種內是否含混雜，但相較於田間檢查，所需花費時間短、人力也較少，因此仍然廣泛應用於純度檢查中，隨著分子技術成熟，其應用成本也大幅下降，因此利用分子標誌輔助雜交種子檢查其純度也越來越普及，是目前最快速最快速便捷的方法。另外種子活力檢測，除了最基本的種子老化檢測，將種子置於濕潤環境中進行高溫處理，再行測量離子滲漏率等基本檢測，也利用相當多化學檢測方法進行輔助，例如四唑檢定法(Tetrazolium test) 廣泛應用於穀物及雜糧，麩胺酸脫羧酶活性(Glutamic Acid Decarboxylase Activity, GADA) 測試，利用酵素活性來推測種子的狀態。

四、心得及建議

種子為農業生產之本，優良的種子品質才能生產均質且高品質農產品，提升農民收益，並提供優良產品給消費者。本次課程涵蓋面相廣泛，從基礎理論廣納種子生理至病蟲害防檢疫，再到種子生產及檢查的操作實務，橫跨許多不同專業領域綜合性的

教授基礎知識，在短時間內給予各國不同領域專家更加全面性的種子生產藍圖，不過也因為含納範疇廣闊，因此各項內容均無法相當深入，個別領域想要透過此課程深入了解新技術，力道相對薄弱。

在課程教授過程中，各國針對相同議題所持的不同立場及相應作法在討論的激盪中，迸發許多新的思維，是這個訓練中相當可貴之處。以品種權保護為例，印度因農民族群廣大且普遍經濟弱勢，因此對於農民採取更保守的保護措施，提供許多免責條款，更進一步產生農民品種權的概念於正式法律中，然而以奈及利亞角度出發，為了鼓勵更多國際種苗商進入國內市場，使得國內農民有更多品種可以選擇，生產更具經濟價值的園藝作物，透過提升品質創造價值，以改善農民處境的角度出發，因此對品種權的規定較為嚴格，限縮部分農民自行留種的權利，兩個國家均以提升農民利益為出發點進行政策制定，卻朝向完全不同的方向發展，各自也有遇到相應的困境，各國彼此的思維碰撞在一起，雖然無法當下迸出解方，但都在彼此的想法中開創了另一個途徑，等待未來持續發展。另一方面各國也有面臨相同挑戰的時刻，本次課程中各國對於種子驗證制度皆有推動上的共同困境，種子生產透過三級制驗證制度確保品質、純度及活性等重要特性不受汙染，然而各國皆有種子於原種階段遭受提早販售、採種種子遭人為混合非驗證種子後銷售牟利等問題，各國對此仍沒有較好的防範措施，只能多教育生產者種子品質對於產業永續發展之重要性，訴諸農民自我管控。

因為各國的學者皆以學員的身分參與課程，對談上氛圍更加輕鬆，透過這類型的非正式研討，不僅能看農業政策上建國際更多的觀點，同時也建立各國研究人員間的情誼，有望未來提供更多合作的可能，建議未來持續參與此類型的國際活動。本次受訓建議摘要如下：

- 1.多元化的品種發展：自從氣候變遷對全球農產產生重大的損害，各國也發現過去專注於集約高產的品種已不足以因應現代的農業困境，自由貿易也讓全球農糧產品的相互依賴性更加深化，有鑑於此，各國開始致力於推動具氣候韌性的品種，並力圖提升基本的糧食自產率。以印度為例，政府提出的農民品種權，雖然以保護弱勢農民為出發點，但也間接有效的保存許多在地品種，維護了遺傳多樣性以因應快速變化的環境，鼓勵育成開放授粉品種為解方，使產品兼具種子與糧食之特性，促進在地農糧生產彈性，可供我國發展品種策略參考。
- 2.更開放的科學研究策略：印度目前僅開放棉花核准使用基因改良品種，對基改產品仍採取保守的保護政策，然而在科學研究方面仍然採取開放的態度，針對目前尚有爭議的基改等技術皆持續投入資源進行人才培養及科學研究，避免技

術產生斷層，在外來仍然可以隨時上陣應用，建議我國也應採取隨時準備好科學量能的態度鼓勵研究發展。

3. 新型防偽機制，杜絕種子混雜：課餘時間中，奈及利亞的研究人員分享近年開始推動的種子防偽標籤(Seedcodex)，規定國內販售經國家單位檢查後，需在包裝上貼上防偽標籤，商品在販售後，消費者可以刮除防偽標籤上的保護層，掃描上方具專一性的條碼，獲取種子生產過程、檢查結果等資訊，同時電子系統也會記錄已經被掃描過的種子批號，當特定批號種子被掃描的次數過多，就顯示可能有人非法複製條碼，這個批號的種子便會被示警為高風險種子，並追溯回供應商。現今驗證系統除了發放證書，在實務上很難調動大量人力去檢視流入市面的種子是否皆符合相關規範，透過新型的防偽科技，將提供農民更多一層的保障。
4. 行前充分準備我國基本資訊：亞非農村發展組織為我國少數以正式國家名稱參加的國際組織，因此在各課程活動期間及交流過程中，很常會有人將我國縮寫與中華人民共和國混淆，然而經過交流與解釋，反而是各國許多不同單位的人對我國有更加深入了解的機會，相當感謝行前場內的同仁提醒過要多加準備介紹台灣的資訊，透過課餘時間與各國學者交流我國風土、國情、文化與觀光資源等等，有助於各國增進對台灣的了解。
5. 保留課餘時間給學員：本次訓練有個與以往課程不同的地方，在每日上午及下午時間，均保留約 20 分鐘的休息時間，學員常常在這個時間討論課程的內容在自己國內的經驗，或者僅就其他話題進行閒聊，不同於課堂上的討論，休息時間的討論更顯輕鬆且不保留，提供了很充分的交流時間，建議未來安排類似國際交流活動或課程也可以納入行程考量。
6. 課程外的文化交流：本次主辦單位非常用心，除了安排詳進的課程內容，因印度作息通常於晚間 8 點以後才用餐，在課後至晚餐間還有部分的空檔，主辦單位也安排了德里市區觀光行程供學員自由參加，例如印度門、甘地紀念公園等地點，雖然停留的時間短暫，但是經過介紹，對於印度也多了不少認識，對於推廣國家文化相當有效果，可以作為未來活動安排之參考。

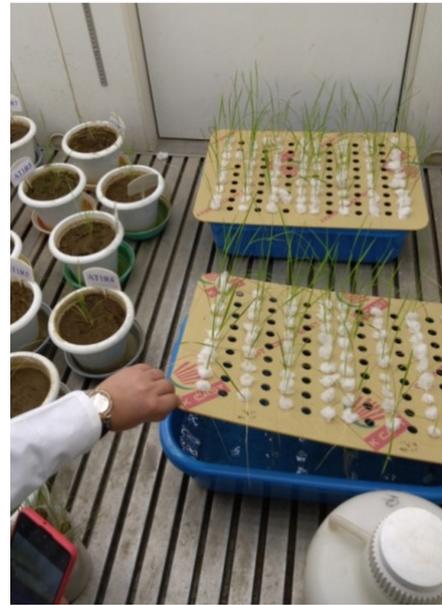
五、致謝

感謝亞非農村發展組織及印度農業研究所主辦本次訓練，提供亞非共 10 個國家能齊聚一堂學習與交流，同時感謝行政院農業委員會及種苗改良繁殖場支持，提供機會赴印度參加種子生產與品質評估訓練，特此感謝

六、附錄



圖一、國家人工氣候室研究中心



圖二、國家人工氣候室研究中心協助執行多項有關氣候變遷之試驗工作



圖三、國家表型研究中心基本研究流程



圖四、表型研究中心用軌道輪換植株生長位置，降低因環境因子造成的誤差



圖五、表型研究中心透過多種光譜鏡頭，拍攝植株外觀其反映其他生理狀態之光譜



圖六、種子檢查實習及其工具



圖七、進行發芽率試驗



圖八、進行發芽率試驗



圖九、進行發芽率試驗



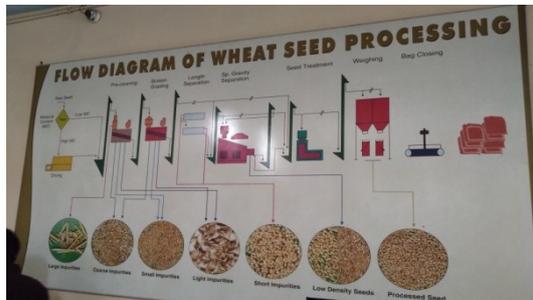
圖十、講師示範萃取 DNA 技術



圖十一、種子放入水中進行活性測試



圖十二、測量種子離子滲漏率，確認種子品質



圖十三、種子調製工廠調製流程



圖十四、種子初步透過震動篩選機去除雜質



圖十五、種子調製完成依規定標註數量、生產等級等必要資訊



圖十六、透過 X 光機器判定種子於運輸過程有無產生碎粒，確保種子品質



圖十七、小麥核心種原生產，鄰近田區為原原種



圖十八、種子真菌性病害檢查



圖十九、印度農業研究中心內設施栽培中心



圖二十、番茄新品種於設施內進行性狀調查



圖二十一、設施內以水耕設備生產葉菜



圖二十二、菊花於設施內進行採種工作



圖二十三、報到及開幕



圖二十四、閉幕