

出國報告（出國類別：訪問）

赴美交流水稻稻熱病研究近況與 洽談雙邊合作議題

服務機關：行政院農業委員會桃園區農業改良場

行政院農業委員會農業試驗所

姓名職稱：簡禎佑 副研究員

吳東鴻 副研究員

派赴國家：美國(戴爾邦伯斯國家水稻研究中心)

出國期間：中華民國111年10月07日至10月18日

報告日期：中華民國 111 年 12 月 14 日

目次

一、摘要.....	3
二、研究行程.....	4
三、研究內容	
1. 美國農部農業研究署戴爾邦伯斯國家水稻研究中心(DBNRRC)簡介.....	5
2. 臺美水稻稻熱病研究近況與交流.....	7
3. 新抗潛力來源-臺美雜草稻的比較.....	8
4. 阿肯色州立大學水稻研究與推廣中心簡介及交流.....	9
5. 美國水稻產業及栽培管理概況.....	10
四、國際合作交流心得及建議.....	11
五、參考文獻.....	12
六、交流影像紀錄.....	13

一、摘要

本次拜訪美國阿肯色州斯圖加特市的戴爾邦伯斯國家水稻研究中心(Dale Bumpers National Rice Research Center, DBNRRC)，該中心為美國農業部農業研究署下專責進行水稻研究的機構，其內包含9位專職研究人員，進行有關水稻遺傳、種原分析、作物生理、作物病理學、耐旱及節水等相關研究。該中心研究人力精簡，但經過相互間密集討論，並與學校單位合作，專心致力於學術研究與發表，可常在相關領域的重要期刊見到近年的研究成果。Dr. Yu-Lin Jia 為 DBNRRC 的資深植物病理學家，專精於水稻稻熱病及紋枯病的病理研究，相關著作發表及研究經驗豐富。

由於稻熱病為我方全臺各地稻作產區影響最為嚴重的病害，對於稻穀產量及農民收益危害甚鉅，近年復因氣候暖化、農民用肥加重、得病秧苗運移...等因素，擴大稻熱病傳播範圍及提早發病時間，也連帶使得農藥使用加重並衍生伴隨的抗藥性等問題，在在不利於國內稻作栽培環境的永續發展。有鑑於此，開發友善的防治資材以替代部分農藥施用、育成抗稻熱病品種、擴大蒐集並分析國內的稻熱病菌株的組成結構、宣導降低肥料用量、把關潔淨秧苗的品質等，為我農業試驗單位及各地區農業改良場的當務之急。所幸，在近年研究人員的努力下，對於國內稻熱病菌株近年的生理分群、地理分布，及抗稻熱病品種的選育，已略有些許研究進展。然而，為能維護所導入的抗病基因不會快速崩解失效，對於田間生理小種的演變預測及其他深入的研究仍須持續進行。因此，本次申請會內計畫，拜訪美國水稻研究中心的作物病理學家 Dr. Jia，與其交流討論可行的研究方向。

Dr. Jia 近年的豐碩研究成果中，最特別的是接種強致毒性稻熱病菌株至美國的雜草型紅米之一"黑殼長芒"品系，進而探勘得到新的廣幅性抗病基因 *Ptr*，他以此例向我們介紹，從其他非栽培型種原亦可發現到有效的抗性基因，藉此引入一般廣為栽培的水稻品種，可擴大抗病基因的歧異度，避免基因庫過度窄化及減緩抗性基因快速崩解失效的問題。Dr. Jia 除給予我方 *Ptr* 基因的檢測資訊外，他也建議我們可針對近年所蒐集菌株的非致毒性基因(Avr)進行分析，可歸納這些

菌株對應的有效抗病基因，以確認哪些抗性基因具有抗病能力。

除了拜訪 DBNRRC 之外，透過 Dr. Jia 的聯繫，拜訪同樣位於斯圖加特市的阿肯色州立大學水稻研究及推廣中心(Rice Research & Extension Center, University of Arkansas)。該中心主要的任務，乃在於解決阿肯色州農民及產業的需求，育成新的水稻品種、提供原原種子及推廣妥適的栽培管理技術等工作。該中心主任 Dr. Alton Johnson 親自接待訪賓，並與 Dr. Yeshe Wamishe 及 Dr. Christian De Guzman 進行座談，交換臺美雙方的水稻栽培環境、產業需求等差異。會後 Dr. Guzman 向我方介紹不同的稻種直播機，並導覽試驗田內說明播種機的操作及試驗田的配置，也不吝惜說明不同栽培地區的需求與育種目標的差異。

此次拜訪雖然時間短暫，但訝異於美方不論學校或研究單位的工作效能，僅利用少許人力即可創造巨大成效，專注於研究本務，是值得我方借鏡的方向。

二、研究行程

日期	行程
10月7日(Fri.) 10月8日(Sat.)	搭機出國(台灣桃園國際機場→舊金山→休士頓→小石城)
10月9日(Sun.)	參訪 Plantation Agriculture Museum (種植園農業博物館)
10月10日(Mon.)	驅車前往斯圖加特市 途中訪視水稻、大豆收割情形，及水稻收購中心 RiceLand 繳穀作業
10月11日(Tue.)– 10月13日(Thr.)	拜訪 DBNRRC 戴爾邦伯斯水稻研究中心，進行演講、研習及討論未來合作計畫的可行性
10月14日(Fri.)	拜訪 Arkansas Agricultural Experiment Station, Rice Research and Extension (阿肯色州立大學農業研究與推廣中心)，交流直播稻栽培與水稻育種方向 參訪 Museum of the Arkansas Grand Prairie (阿肯色大草原農業博物館)
10月15日(Sat.)	驅車回小石城 參訪 Farmers & Artisans Market 農民市集
10月17日(Mon.)– 10月18日(Tue.)	搭機離境(小石城→休士頓→舊金山→台灣桃園國際機場)

三、研究內容

1.美國農部農業研究署戴爾邦伯斯國家水稻研究中心(DBNRRC)簡介

美國農部農業研究署戴爾邦伯斯國家水稻研究中心位於阿肯色州斯圖加特 Stuttgart，該中心任務主要藉由發展學術科研與栽培技術，以強化美國稻作產業在該國國內與國際市場競爭力，研究標的包含高產、稻米品質附加價值、害蟲抗性與逆境耐性等。隨著灌溉用水的短缺與夜溫增加均對稻作生產的品質與產量產生嚴重負面衝擊，對於水稻植株的生物與非生物逆境的危害程度都明顯提高，而後疫情時代下也加速該中心資深研究人員組成的更新與異動，目前積極延攬博士後研究人員投入基因體相關研究，以提升植物病原菌的抗病性，或極端高溫、乾旱與鹽害等造成的非生物逆境耐受性等。此外，隨著栽培環境的變遷，了解微生物、寄主植株與栽培環境的三角相互關係顯得更加迫切需求，甚至了解土壤微生物在變動栽培環境與生產管理上而發生溫室氣體的產出量。

該中心地處阿肯色州，農業研究署中專責負責水稻研究與栽培技術外，也是小型穀物種原中心第二處水稻種原繁殖分贈的研究單位，近年透過多項跨機關與跨國合作針對多套水稻核心種原(RDP1、RDP2)等進行性狀調查與全基因體基因型分析，基因定位多項優良特徵的關鍵基因強化種原利用，並以基礎研究做為產業競爭力，績效產出則以相關研究成果發表為主。本次進行雜草稻栽培管理論文宣讀時，也承襲相關科研基礎支持產業發展的模式 (Wu et al., 2020; Huang et al., 2021; Hsu et al., 2022)，其演講的管理策略將詳述如下；有鑑於美國主要為大型農場(每塊田區至少 50 英畝)，農民在雜草稻管理上多採用商業公司所販售的抗除草劑 F₁ 雜交稻品種，初期管理效應良好，但面臨抗除草劑花粉漸滲至雜草稻中衍生為抗性雜草稻外，F₁ 雜交稻的落粒稻種也隨之成為田間性狀分離的自生苗，演講後研究人員 Dr. Rohila 也針對雜草稻花粉漸滲與田間自生苗管理等議題提出討論，為讓更多讀讀者了解目前移植體下雜草稻管理策略，分述如下：

- (1) 優先確認使用稻種純度，避免使用到混雜稻種/秧苗，或是育苗介質中有雜草稻胚，請注意要有充分腐熟為佳，臺灣雜草稻的種子休眠性薄弱但種子壽命

可達數年，乾燥環境只是讓雜草稻等待發芽。

- (2) 請注意田區收穫的聯合收穫機，經常是不同田區或長距離傳播的主要媒介工具；而防止雜草稻進入土壤種子庫成為長年發生的水田雜草，藉由水旱輪作並無法有效管理雜草稻，針對臺灣水稻連作體系，應該在收穫後大量雜草稻落粒尚在土壤表面上先進行灌溉，避免先收穫後直接進行粗整地，會讓大量稻種提高土壤種子庫密度，應採先灌溉誘導落粒稻種發芽，稻草與稻叢腐爛的方式可以選擇採取焚燒稻草或施用商售稻草分解液，泡水分解七天，同時誘導休眠薄弱的雜草稻稻種發芽，這部分可以削減約8成的雜草稻種庫存量。同時採用濕整地後，長期讓水田浸泡連續達45天，這在第一期作與第二期作間的時間，也可以泡爛土壤種子庫中的紅米稻種，本研究團隊試驗顯示僅剩1%以下的雜草稻未腐爛。有機農田也適用該方式。
- (3) 插秧移植後，最好在插秧後兩周內施用萌前除草劑(丁基拉草等均可)，因為雜草稻、稗草與栽培稻是同屬同種，利用移植秧苗與萌前禾本科雜草的選擇性除草機制，可以有效控制稻田土壤種子庫雜草稻自生苗的問題；因為種子埋藏深度不同會誘導雜草稻種延後發芽，如果該田區的自生苗數量較多或是連續發芽期間長，請連續施用2-3次萌前除草劑，每次7天要完全跑水，切記移植後切勿多日放乾稻田，在移植初期的雜草稻自生苗生長速度可以追上移植三葉齡秧苗。大概可以清除2成雜草稻的族群數量。
- (4) 最後，如果上述步驟均確實完成的話，大概只剩下不到1%雜草稻的植株有機會存活，這些雜草稻植株通常都是圍繞在田埂周遭，主要是因為地勢偏高而無法有效長期浸泡除草劑或泡水不足，請在該田區孕穗期進行田間異形株的割除，80%的雜草稻跟栽培稻不是成熟株高的差異，而是抽穗時間差異造成的節間伸長期差異造成的高度差，這高度差只維持約一周而已，一定要在孕穗期前進行雜草稻割除作業，等到成熟期是無法進行判別差異。

針對上述四個環節進行雜草管理，該田區通常會在1-3個期作後就能大幅清除99%的雜草稻數量，而且通常雜草稻生長位置若在稻叢內就是混雜秧苗而來，

一定要使用乾淨稻種，若是雜草稻多在稻叢之間則是該田區的土壤種子庫，而且單株雜草稻附近通常有多株生育期不等的雜草稻族群，表示是上一期作該位置有一株成熟雜草稻落粒的分布，請連續落實管理雜草。

2. 臺美水稻稻熱病研究近況與交流

稻熱病在臺灣幾乎是稻作生產面臨最嚴重的病害，在疫情嚴重的情況下，產量減損可達 30-60%；而在美國，稻作生產區主要集中在阿肯色州及鄰近州的平原地帶，當地所植幾乎為秈稻的品種，因此可推知其田間的稻熱病菌株與我國內流行菌株不同。此外，在阿肯色州的稻作種植季，少降雨、濕度低，且農民施肥量不若臺灣偏好高肥方式栽肥，當地稻熱病疫情並不嚴重；然而在其他州受到降雨影響或栽培品種差異，可能仍會有稻熱病的疫情發生。

本次造訪阿肯色州的戴爾邦伯斯國家水稻研究中心，該中心的資深植物病理學家 Dr. Yu-Lin Jia，專精於水稻稻熱病的病理研究，因此我們在行前與其聯絡，並徵得該中心同意，使我們得以在新冠疫情稍緩之際，飛赴美國阿肯色州的 DBNRRC，盼能與其交流並給與我方相關研究指教。我們在訪問過程中，也就國內稻熱病近年研究近況，包括啟動各地的病原菌株蒐集、分群、地理分布等結果，以及國內幾個粳稻品種的抗稻熱病育種試驗進度及成效進行說明。演講會中 Dr. Jia 除讚許國內進行菌株分布等基礎研究外，也提出相關問題進行討論。

Dr. Jia 也大方分享他近年的試驗成果，包括：接種高致毒性稻熱病菌株 (IB33) 至雜草型紅米的其中一個種原 "黑殼長芒" 品系，進一步定位分析探勘得到新的廣幅抗性基因 *Ptr*，位於第 12 條染色體已知抗稻熱病對偶基因 *Pita* 附近，並深入解構該基因序列及蛋白結構在抗感性品種間的差異 (Zhao et al., 2022)；利用 11 支稻熱病生理小種接種 "明恢 63" 與 "M202" 雜交建構的重組自交系族群，以各菌株抗感反應探勘得到數個微效的抗稻熱病基因 (Jia et al., 2022)。此外，Dr. Jia 所率團隊也分析自 1975-2009 年自美國南方稻作田區所蒐集到的 258 支稻熱病菌株的非致毒性基因 (Avr) 進行序列擴增及分群，並由其中歸納及確認對應的有效的抗病基因，確保這些基因仍有抗病能力。Dr. Jia 也建議我方後續的研究可朝此方向

進行。

3.新抗潛力來源-臺美雜草稻的比較

雜草稻與栽培水稻屬於同源同種，然而雜草稻在田間具有多項生物性與非生物逆境特徵，而得以讓植株維持競爭優勢並維持族群繁衍。田野稻熱病族群大多維持高度遺傳異質性，使得流行菌系得以維持高度致毒能力，造成栽培水稻面臨病害侵擾而危害產量與品質，但田間生長的雜草稻植株仍可維持穩定抵抗能力(Jia and Gealy, 2018)。在美國研究團隊已經發現美國雜草稻帶有新穎抗性基因，不同以往從野生稻或栽培稻不同亞種所探勘的對偶基因，這將有助於擴大稻熱病抗性來源的豐富性以及種原間的利用門檻(Goad et al., 2020; Jia et al., 2021; Zhao et al., 2022)。

不同栽培管理與生產環境也影響各地區雜草稻適應性與其競爭性狀，美國阿肯色州主要採取單年度生產、稻種直播種植，氣候環境屬於四季分明且長日照與低濕度環境，而臺灣主要採取移植秧苗連作兩期作，這樣的耕作管理有助於田間雜草管理，但地處亞熱帶海島型氣候也讓田間病害更易好發。目前已知美國雜草稻具有較高株高(不具半矮性基因)，有利光合作用競爭能力，高度休眠特徵得以度過冬季寒冬維持土壤種子庫密度，而美國雜草稻的遺傳親緣貼近於 *aus* 與 *indica* 籼稻兩亞種間，目前已經知道美國雜草稻長芒黑殼的品系不僅對於稻熱病抗性良好，在近年已發表的 *Ptr* 基因座並攜有新穎抗性對偶基因，不同於一般栽培稻上的抗感對偶基因，且進一步發現新穎稻熱病抗性基因是來自早期源於非洲的野生稻未馴化抗性基因，目前已有多篇研究文獻顯示雜草稻是一項有別於野生稻或不同栽培稻亞種間的生物逆境抗性來源(Zhao et al., 2022)。

國內雜草稻受到移植體系的長期管理篩選下，因為其遺傳親緣比較貼近 *indica* 與早期 *indica* 原生地方品系(Wu et al. 2020)。目前國內稻作生產面積以超過 9 成主要為稈稻栽培品種，大多流行菌株也對於稈稻栽培品種均具高度致毒能力，因此國內栽培品種的接種結果顯示大多屬於感病性，而臺灣雜草稻具有早期籼稻低腳烏尖的親緣組成，部分臺灣雜草稻品系也貼近籼稻台中籼 10 號，而國

內大部分秈稻品種都因在 *Pita* 基因座上攜有抗性對偶基因而具優良抗性。從國內秈稻與美國以及臺灣雜草稻收集系對於國內主要稻熱病流行菌群的接種結果，並合併其親緣關係與遺傳漸滲的結果，稻熱病檢定結果暗示著臺灣雜草稻因優良且豐富抗性，是值得開發的遺傳資源，並可針對秈稻品種比較缺乏的 *Pita* 與 *Ptr* 等抗性對偶基因優先篩選確認。

4.阿肯色州立大學水稻研究與推廣中心簡介及交流

本次除拜訪戴爾邦伯斯國家水稻研究中心(DBNRRC)外，透過 Dr. Jia 的聯繫與引介，得有機會拜訪同樣位於斯圖加特市的阿肯色州立大學水稻研究及推廣中心(Rice Research & Extension Center, University of Arkansas)。此為阿肯色州立大學農學院農業研究站(Arkansas Agricultural Experiment Station, Division of Agriculture, University of Arkansas)下的 5 個研究及推廣中心之一，該中心主要的任務，乃在於解決阿肯色州農民及產業的需求，育成新的水稻品種、提供原原種子及推廣妥適的栽培管理技術等工作，此外也針對大豆、玉米、高粱和小麥等作物進行研究。該中心最大的成就，為過去 35 年內釋出 30 個水稻品種。該單位內除了有專精於水稻育種的研究人員外，尚有針對水稻生理、作物灌溉及水分管理、作物昆蟲學、作物病理學、農業經濟學等相關研究的學者，合計 11 位研究人員。

此次拜訪由該中心主任 Dr. Alton Johnson 親自接待，並與 Dr. Yeshi Wamishe 及 Dr. Christian De Guzman 進行座談，交換臺美雙方的水稻栽培環境、產業需求等差異，對比臺灣目前對於中短粒型米的育種目標最重視為品質(包含外觀及食味口感)，在當地所重視仍為追求產量提升，期使美國稻農收益提升，並維持對外出口穩定；至於其他關於提升病蟲害抗性及因應氣候變遷所朝向耐旱、耐高溫的育種目標，則是雙方都正努力的方向。

由於當地採用直播稻的栽培系統，我們對此感到興趣並提問如何在試驗中以直播方式進行，Dr. Guzman 則引導我們至其農機具間介紹不同的稻種直播機，及實驗室內說明試驗稻種的準備程序，並帶我們到試驗田內說明播種機的操作及試驗田的配置。此外，Dr. Guzman 也說明當地依據三種稻米型態(中粒型米、長

粒型米及雜交稻)，進行不同的育種方向，中粒型米常伴隨半矮性株型作為選拔方向；雜交稻育種以追求高產為主要目標；而一般長粒型米品種選育仍以具有高產、低白堊質、抗病、抗蟲、強桿等項狀為育種目標，有些甚至以早熟為育種方向。該中心在品種推出前，也會先在阿肯色州內的 6 個地方進行試驗(如同我國的區域試驗)，評估產量、碾米品質、倒伏性及抗感病性表現，此外也針對氮肥、磷肥等肥料利用效果進行測試。

5.美國水稻產業及栽培管理概況

美國近 3 年平均栽培面積為 26.7 萬英畝(合約 108.2 萬公頃，將近台灣稻作 4 倍面積)，以阿肯色州、加利福尼亞州、路易斯安那州、密西西比州、密蘇里州及德克薩斯州為主要的生產地區，其中，又以阿肯色州的稻作栽培面積占約該國的 50%，且該州所植幾乎皆為秈稻品種。當地所植水稻以直播種子方式，以播植機或輕型飛機進行稻種灑播，在播植一個月後，再進行淹水灌溉。栽培過程中以輕航機或大型噴霧機噴施 1-2 次除草劑及病蟲害藥劑，肥料亦適度適量使用。水道收穫時以大型聯合收穫機進行，僅割取植株上半部稻穗部分，後續下半部稻稈殘株以焚燒、耕鋤或冬季長期湛水腐化處理。該地區每隔一段距離因有內陸湖泊及蓄水池可供灌鄰近 50 英畝稻田，故栽培期間仍以水田方式操作；唯今年到訪期間，研究人員表示今年與歷年相較，缺乏降雨導致略顯乾旱情勢，我們也觀察田埂旁雜草顯現枯黃佐證此現象。

當地另有一特殊景象，即當稻田收穫後在冬季來臨前，各田區會灌注滿水，迎接遷徙水鳥的到來。每年冬季有數百萬計的雁鴨水禽沿著密西西比河向南遷徙，尋找食物和棲息地，而此收穫的稻田為遷徙的水禽候鳥提供了完美的環境棲息地和食物來源，形成生產與生態共榮的情景。

在驅車前往斯圖加特市的路上，我們仍可見少數仍在收穫並繳交稻穀的貨櫃車，跟隨載滿穀物的貨車來到了當地的稻穀乾燥與集運中心，**Riceland** 公司。該公司每年收購阿肯色州和密蘇里州約 5,500 名農民種植的稻米和大豆，並收購、儲存、運輸和銷售超過 250 萬噸的稻穀，除銷售美國各地外，尚出口至全世界

75 個目的地，被認為是全球最大的稻米加工業者和銷售商之一。除了 Riceland 公司總部設於斯圖加特市外，尚有另一家乾燥及碾米廠商 Producers 公司，總部亦設於此地。我們開車亦行經其乾燥中心，廠區內一整排數十個高聳偌大的稻穀儲藏筒，及地面鋪設鐵軌直通廠區，可知其稻穀收穫量之大及快速運送大量稻穀至全美各大城市的能量。

四、國際合作交流心得及建議

1. 此次有機會拜訪美國戴爾邦伯斯國家水稻研究中心，在新冠疫情尚未完全解封之際，實屬不易。受到疫情影響，可選擇航班減少，因此原預期總計 16 天行程縮短為 12 天，又搭機需經 2 次轉機才得進到阿肯色州小石城。出國參訪之目的地受航班、轉機、當地交通狀況、時差...等諸多不確定因素，當中需預留時間彈性以因應無法預期之突發狀況。
2. 本次拜訪 DBNRRC 接續吳東鴻博士之雜草型紅米研究計畫，得與該中心資深水稻病理學者 Dr. Jia 進行交流討論，並參訪其實驗室、溫網室及當地田間試驗田等。該中心為純學術型研究機構，人力配置僅約一個改良場分場的人力，然而試驗規模及發表能量之大，著實令我方讚服。
3. 此外，本次透過 Dr. Jia 亦有機會拜訪阿肯色州立大學水稻研究及推廣中心，經與該中心育種教授商討，瞭解當地稻作產業需求並實際到田間介紹直播稻的選拔操作，使我獲益良多。在臺灣當前遭遇缺水灌溉的情境越趨頻繁，以及農業勞力日漸老化減縮的困境下，或許以直播稻種方式播植於田間，並搭配節水灌溉栽培模式，可望減緩上述的產業衝擊。

五、參考文獻

1. Goad, D.M., Jia, Y., Gibbons, A., Liu, Y., Gealy, D.R., Calcedo, A.L., Olsen, K.M. 2020. Identification of novel QTLs conferring sheath blight resistance in two weedy rice mapping populations. *Rice*. 13:21.
2. Hsu, W.C., Wu, D.H., Chen, S.W., Castillo, S.A.C., Huang, S.D., Li, C.P., Wang, Y.P. 2022. Insights into the Genetic Spatial Structure of Nicaragua Weedy Rice and Control of Its Seed Spread. *Pest Management Science* 78:3685-3696.
3. Huang, Y.F., Wu, D.H., Wang, C.L., Wang, Du, P.R., Cheng, C.Y., Cheng C.C. 2021. Survey of rice production practices and perception of weedy red rice (*Oryza sativa* f. *spontanea*) in Taiwan. *Weed Sci.* 69:526-535.
4. Jia, Y., Gealy, D.R. 2018. Weedy red rice has novel resistance resources to biotic stress. *The Crop Journal*. 6:443-450.
5. Jia, Y., Jia, M., Yan, Z. 2022. Mapping blast resistance genes in rice varieties ‘Minghui 63’ and ‘M-202’. *Plant Disease* 106:1175-1182.
6. Jia, Y., Singh, V., Gealy, D.R., Liu, Y., Ma, J., Thurber, C.S., Roma-Burgos, N., Olsen, K.M., Caicedo, A.L. 2021. Registration of two rice mapping populations using weedy rice ecotypes as a novel germplasm resource. *Journal of Plant Registrations*. 16:162-175.
7. Wu, D.H., Gealy, D., Jia, M., Edwards, J.D., Lai, M.H., McClung, A. 2020. Phylogenetic origin and dispersal pattern of Taiwan weedy rice. *Pest Management Science* 76:1639-1651.
8. Zhang, Z., Jia, Y., Wang, Y., Sun, G. 2022. A rapid survey of avirulence genes in field isolates of *Magnaporthe oryzae*. *Plant Disease* 104:717-723.
9. Zhao, H., Liu, Y., Jia, M., Jia, Y. 2022. An allelic variant of the broad-spectrum blast resistance gene *Ptr* in weedy rice is associated with resistance to the most virulent blast race IB-33. *Plant Disease*. 106:1675-1680.

六、交流影像紀錄



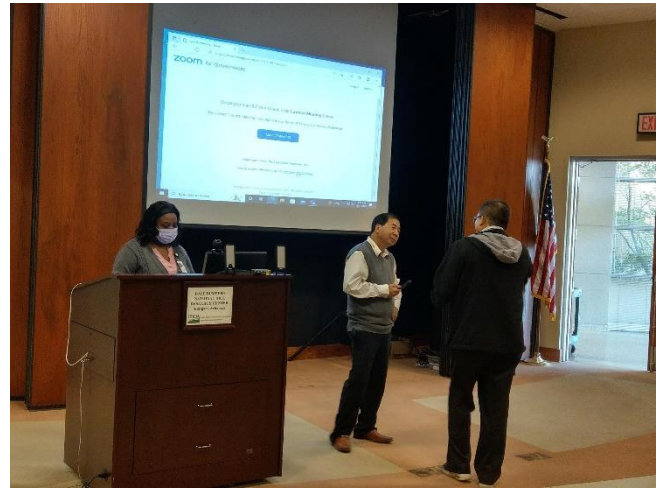
拜訪 DBNRRC 並在大廳與 Dr. Jia 合影



與 Dr. Jia 合影留念



Dr. Jia 透過視訊會議介紹來自來灣的兩位訪問講者



演講後回覆 Dr. Jia 針對我國內稻熱病研究之提問



與 Dr. Jia 討論可能的試驗方向，並給予指導建議



Dr. Jia 導覽實驗室設備



Dr. Jia 說明試驗材料準備經過與注意事項



Dr. Jia 介紹 DBNRRC 有關稻熱病的研究成果



Dr. Jia 說明雜草型紅米中發現稻熱病抗性基因的試驗過程



Dr. Jia 說明培養稻熱病菌及產出孢子的技術



Dr. Jia 於溫室說明收穫後材料風乾及後續測量性狀



Dr. Jia 於田間說明試驗處理方式及田區排列



美國雜草型紅米品系田間栽培及留種



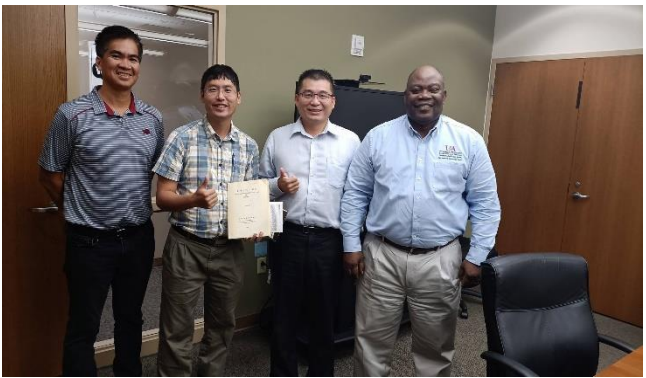
Dr. Jia 介紹田間儲水塘可供灌附近試驗田地



Dr. Jia 向前中心主任 Dr. McLung 介紹台灣訪客



拜別 DBNRRC，Dr. Jia 與 Dr. Wu 寒暄



拜訪阿肯色州立大學農業研究與推廣中心，與所長 Dr. Johnson 及 Dr. Guzman 合影



與阿肯色州立大學農業研究與推廣中心參與水稻試驗之教授交流，討論台美雙方稻作產業與栽培體系之異同



Dr. Guzman 介紹試驗用稻種直播機



直播稻分行播植於田間生長情形



Dr. Guzman 說明雜交稻育種以追求高產為主要目標



Dr. Guzman 說明阿肯色州稻作育種目標



車行斯圖加特途中遇水稻田間收割情形



繳穀貨車拖運至 RiceLand 穀倉繳穀



參訪 Plantation Agriculture Museum



參訪 Museum of the Arkansas Grand Prairie