

出國報告 (出國類別:考察)

2018 年穀物品質考察團 赴美考察報告

服務機關：台灣糖業股份有限公司

姓名職稱：洪火文 副總經理

派赴國家：美國

出國期間：107 年 08 月 18 日至 08 月 26 日

報告日期：107 年 10 月 22 日

摘要

美國穀物協會臺灣辦事處為促進我國與美國農業合作與交流，籌組 2018 年穀物品質考察團，邀請產、學、研於 107 年 8 月 18 日至 8 月 26 日，由美國穀物協會盧智卿駐臺代表帶隊赴美參訪，參訪與重點心得主要分三部分：一、生物科技公司 (Monsanto)：由傳統種植至導入人工合成化學肥料、植物育種、農藥、生物製劑 (應用微生物改善作物生長環境)、基因改造種子、栽培技術、土壤監測、天氣預測及水文分析，並結合大數據資料庫進行精準化管理。在美國農業部、穀物協會及生技公司合作下，玉米生產量近百年來已增加 7 倍產量，對於人類糧食產量及價格的穩定，具相當程度的貢獻。二、完整的玉米產銷鏈：參訪的農場大部分為家族傳承第四代經營者，種植及採收過程人力投入少且大量使用大型機具，並導入現代科技及空拍機觀察作物生長情形，透過農業保險及預售方式分散風險，能感受到美國農民對務農的自豪與驕傲且對產業未來深具信心，目前即將進入 9 月收成季節，產量及品質預期均優於去年；生產出的穀物由農民穀倉、鄉村穀倉、河邊穀倉至出口港穀倉，透過卡車、火車及駁船等交通工具運輸，有一套完整的運銷鏈結，農民可透過網站即時查詢各地公開透明的穀物盤價，每個環結獲取了各自的利潤，同時為穀物出口而努力；穀物出口方面，比較特別的是，由於美國很多物資由亞洲以貨櫃方式進口，並以芝加哥為轉運站，因此僅需應用運回亞洲的回頭櫃 (empty returned containers)，加上穀倉及螺運機 (screw conveyor) 等簡單的設備，即可創造貨櫃出口玉米至亞洲的商機。三、乙醇工廠及能源公司：印證長期靠政府補助下的產業無法永續經營，在 2012 年之前的能源政策補貼下，設立了很多的乙醇工廠，但未充分考慮原料取得及產品銷售等因素。在政策轉向停止補貼及發生乾旱使玉米價格大漲時，造成多家乙醇工廠倒閉，只有設廠於玉米產地且有便利的交通運輸位置者，才能持續經營下去，目前多靠乙醇收入維持工廠運作，而副產品玉米酒粕則成為獲利的關鍵。另外，甲基第三丁基醚 (methyl tert-butyl ether, MTBE) 為在無鉛汽油生產過程添加以改善汽油燃燒效率減少爆震的添加劑，然因其會污染地表水及地下水，並證實長期暴露會誘發各種癌症，在美國已禁用，主要替代品為醚類及醇類。乙醇即是目前美國主要推廣取代 MTBE 之商品，E10 汽油 (添加 10%乙醇) 在美國市面上已經相當普及，甚至已開發出 E85 的商品。綜上，美國玉米及玉米酒粕的生產、運輸和檢驗具完善的產銷供應鏈，生技公司投入大量研究經費開發新技術，並與農民合作進行試驗，使美國農民能夠保持優質及穩定的糧食供應。

目次

壹、目的	4
貳、過程	5
參、重點摘錄與心得	30
肆、建議	32

壹、目的

美國穀物協會臺灣辦事處為促進我國與美國農業合作與交流，籌組 2018 年穀物品質考察團，邀請產、學、研於 107 年 8 月 18 日至 8 月 26 日，由美國穀物協會盧智卿駐臺代表帶隊赴美參訪，此次考察主要目的參訪玉米農場、產地穀倉、河邊穀倉、港口設施、貨櫃裝運站、玉米酒精工廠及生命科技公司等單位，了解美國玉米和 DDGS 的生產、檢驗及運輸，並實際了解 2018/19 玉米作物種植及生長的最新情況，並了解生物技術如何使美國農民能夠保持優質和穩定的美國粗糧供應。

貳、過程

一、參訪團團員

單位	職稱	姓名	備註
美國穀物協會	穀物協會全球方案資深總監	Mr. Cary Sifferath	
美國穀物協會	駐臺代表	盧智卿	領隊
台灣糖業股份有限公司	副總經理	洪火文	團長
臺灣卜蜂企業股份有限公司	協理	劉惠玲	
中華民國養豬合作社聯合社	經理	曾義順	
大成長城企業股份有限公司	執行專員	張伊君	
國立中興大學動物科學系	副教授	江信毅	
行政院農業委員會畜產試驗所	助理研究員	范耕榛	

二、行程與活動

日期	行程
8月18日(六)	一、23:50 自桃園機場搭機，經洛杉磯轉機至亞特蘭大 二、與 Mr. Cary Sifferath 全球方案資深總監會合
8月19日(日)	自亞特蘭大搭機前往聖路易斯市 St. Louis
8月20日(一)	一、參訪孟山都 Monsanto 公司 二、參訪 Mark Scott 農場
8月21日(二)	一、參訪 ADM 穀物公司 二、參訪 Center Ethanol 酒精公司 三、參訪 Saale 玉米農場/當地穀倉/種子經銷商
8月22日(三)	前往伊利諾伊州 一、參訪 Litchfield 農場穀倉 二、參訪 Tim Seifert's 玉米農場 三、參訪 Marquis 能源公司
8月23日(四)	一、參訪 CHS 玉米酒精工廠 二、參訪 DeLong 貨櫃裝運站 三、抵達芝加哥歐海爾國際機場，飛往西雅圖
8月24日(五)	參訪 Temco 出口碼頭
8月25日(六)	一、Mr. Cary Sifferath 返回 Washington DC 二、12:01 自西雅圖機場搭機，經首爾轉機回臺
8月26日(日)	23:45 抵達桃園國際機場

參觀 Monsanto

Monsanto 是一家跨國農業生物技術公司，首先聽取 Monsanto 專家進行簡報之後參訪六處實驗部門。Monsanto 研發中心，目前有 1500 名左右之科學家在此場域從事研發工作，目標為創造出更好的植物產品，此場域近年投入 4 億 5 千萬美金更新研究大樓相關設備及設立 26 座智能溫室，日前拜耳公司正式合併 Monsanto 公司，Monsanto 每年投入研發資金約 15 億美元，兩公司合併後之研究能量將更為提升。公司內部設有一專利牆走道，兩側掛滿其獲得之機械、化學及流程修正等所有專利證書。

Monsanto 公司主要理念為由食物、纖維、燃料及飼料等面向導入，利用有限資源來生產全球人口所需的產量，包含五大研發方向並設研究中心，一、植物保護 - 化學農藥產品；二、生物技術（基因改造及基因轉殖）；三、植物育種改良；四、微生物製劑（包括有益微生物開發或具分解有害微生物作用之微生物開發，主要為改變土壤環境，讓根系生長更為茂密而不影響植物本體）；五、大數據資料庫應用（開發相關管理系統及收集數據，提供農民相關管理建議及數據判讀）。

該公司針對其現有或未來產品介紹，專家先介紹農桿菌 (*Agrobacterium tumefaciens*) 具有腫瘤誘發質體 (Tumor induce plasmid, Ti)，感染植物體時會使植物形成王冠瘿瘤 (Crown gall)，同時擁有基因轉殖能力，能將外源基因片斷導入植物細胞中；蘇力菌 (*Bacillus thuringiensis* Berliner, Bt) 是一種格蘭氏陰性細菌，在芽胞形成期會產生伴胞晶體蛋白，此結晶蛋白具毒性，當昆蟲食入結晶蛋白質後，昆蟲腸內鹼性環境，會將蘇力菌毒素蛋白質分解成多勝肽，多勝肽會破壞昆蟲食道的表皮細胞，使表皮細胞膨潤、破裂進而導致蟲體的死亡，不同之 Bt 家族會分泌不同的毒素，1970 - 1980 年間農民大量應用 Bt 菌粉進行田間撒播，用來減少病蟲害，現今有機種植產業仍大量使用。Monsanto 利用二種菌之特性，先自 Bt 菌中利用限制酶切出分泌抗蟲蛋白質之基因片斷，同時自農桿菌中取出 Ti 質體，利用限制酶切除部分質體，利用重組 DNA 技術將 Bt 菌生產毒素蛋白質之基因導入至 Ti 質體中，將 Ti 質體重新置入至農桿菌中，再利用載有毒素蛋白質基因的農桿菌去感染玉米，使玉米生長過程中即會分泌這種殺蟲毒素，此玉米即具有抗蟲害能力，與傳統農民田間灑佈 Bt 菌粉的差別僅在於一個是直接灑在植物體上，而另一個是以感染方式使植物體具分泌毒性能力。玉米改造基因步驟如圖 1，1. 插入基因片斷、2. 培養基加入特定抗生素，進行植株篩選、3. 讓篩選之植株生長，因為基因插入為隨機情形，會在不同位點上，所以會產生多種不同之特徵植株、4. 依所需要的特徵，選留種子並做實際種植測試。成品與玉米外觀完全相同，只多了抗蟲基因存在。基因改造植物在上市之前皆需經過安全監管相關部

門進行審查並監控，監控基改基因產生之蛋白質表現量，當先前已認證通過之產品如再做些微的改變，就已算是新構築的項目，需要重新申請審查。Monsanto 公司認為基改產品是安全的原因有二，1. 其為蛋白質，在人的消化過程中會分泌胃酸將蛋白質變性，不具有生物累積性；2. 基改作物的抗蟲害作用主要為昆蟲具有農桿菌分泌之毒素的接受體，在功能表現上需要有接受體才能發揮作用，而人體並無相同之接受體，故人體健康不受危害。

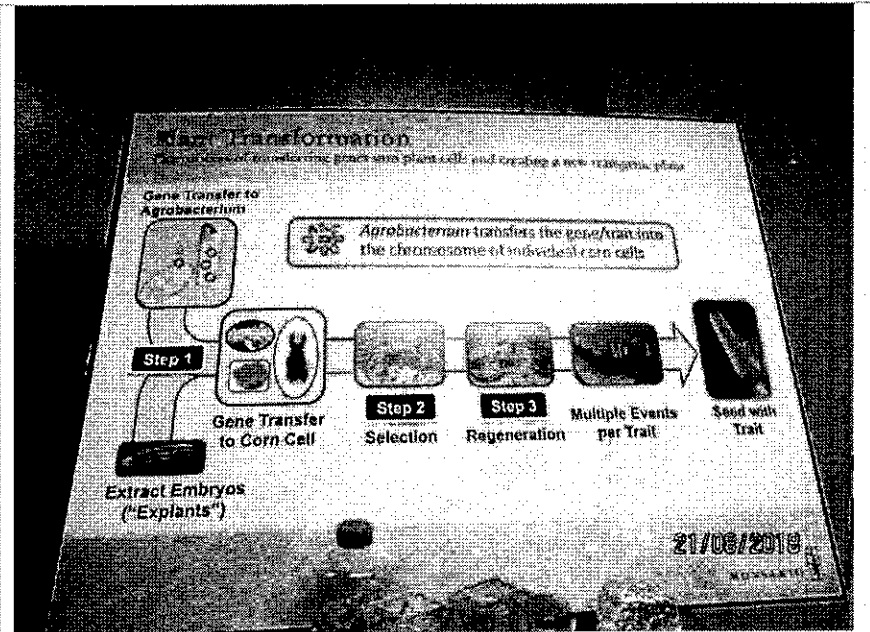


圖 1. 植物基因轉殖步驟（以玉米為例）。

傳統育種及植物種子的選留，都以實際表現進行觀察量測，被動的等種子生長至完成一個世代的植物生命週期後才能知道實際成果，如何以不同的種子、不同的基因組成或不同的季節，去挑選來得到最強的根系或最佳的產量個體，即是一個農民所關注的課題，當轉基因技術的導入後，例如育成抗蟲害的種子，這意味著我們不必過度噴灑植物殺蟲劑，因為噴灑在作物上高達 90%的農藥是浪費掉的，且其中大部分最終留在土壤上，如果在實驗室中能夠提供正確的訊息，就會減少浪費並提高生產力，而通過生物技術可以實現這一目標。在 12 年前 Monsanto 公司開發了育種技術，可使科學家於植物種植前就能夠了解其特徵。種子切片機（圖 2）為 Monsanto 專利技術，透過機械自動手臂可以自動切取不影響種子發育之部位，取得之樣品直接進入含有小珠子的托盤，小珠子會將材料粉碎成細粉末，在通過另一台機器進行 DNA 定序（Monsanto 公司 DNA 定序已進入第三代 SMRT 技術，大幅縮短定序時間），在獲得 DNA 序列（基因型）資訊後，即可與切片剩餘的種子所栽培之植株（表現型）進行比較，了解植物基因體如何影響植株表現。在大量定序種子基因體下可建立龐大基因體資料庫與組織培養資料庫比對，即在何種 DNA 序列下，其何種性狀植物體表現會如何，皆有

相關的資料庫進行對應，已不需全部種子都進行田間試驗，DNA 序列比對摒除不需要進行的樣品，大幅減少投入的人力及物力。組織培養及轉基因是 Monsanto 公司 33 年來每天重複在做的事，其有 130 個人工小型培育室（圖 3）及 26 座人工溫室（圖 4），可以進行日照、溫度、溼度等人工氣候模擬，進行不同環境下作物生長及產量調查，當以前述方法挑選到符合目標的種子時，即進行種植觀察，此時植物工廠大幅減少等待試驗期間（季節），並可模擬不同的作物生長環境，而一般新品種之植物從研發、法規審查及上市約需歷時 12 年左右。

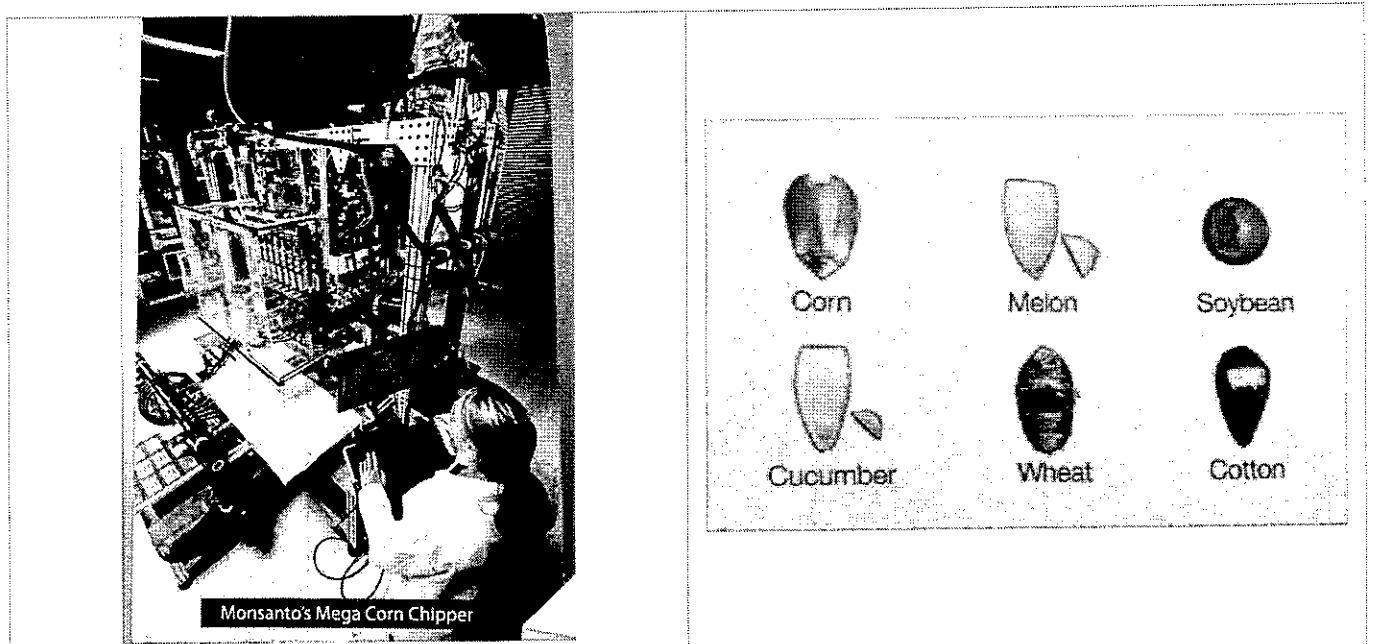


圖 2. 種子切片機，透過切片技術取得種子碎片並保留種子生長能力，分析 DNA 後可推測植物成熟時特徵，在開發產品初期大幅減少種植程序及時間，最後針對有潛力的種子進行栽培試驗即可（右圖為各類種子理想切片位置）。



圖 3. 小型環控培育室。

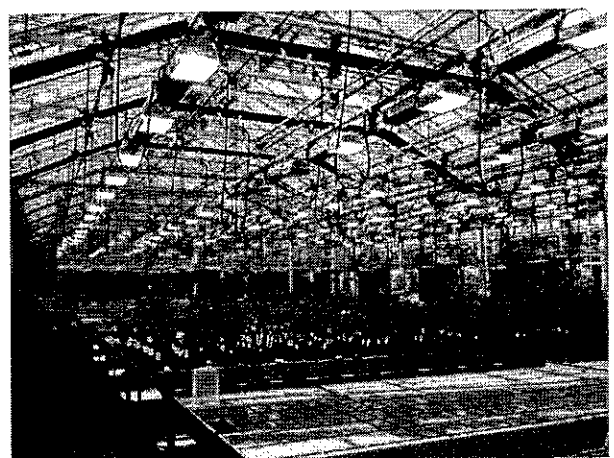


圖 4. 大型人工溫室。

以下為 Monsanto 產品介紹：

1. Smartstax[®]：Monsanto 現正審核中之未來商品，由於一種抗蟲害基因改造技術，其產品之有效期約 10 - 20 年，此乃因生物演化會產生出相對應的改變，當昆蟲長期吃時會產生對 Bt 毒素的抵抗能力（類似抗藥性的作用），因此此商品直接嵌入三種不同機制（根系改善、抗化學藥劑及抗蟲），多種功效合一，一網打盡。
2. Morton, TX：由於在南美洲有一昆蟲叫玉米耳朵蟲（Corn earworm）*，當耳朵蟲咬了玉米穗之後會使穗造成感染，真菌會在穗上生長，即為長黴，此玉米商品之目標為處理根上部之部分（*註：玉米未採收前，看起來像耳朵，所以耳朵是玉米穗之別稱）。
3. DroughtGard[®]：此商品為傳統育種技術及生物技術結合之商品，Monsanto 於其種子的種原庫中篩選耐旱品種之玉米，以減少用水量爭奪資源現象產生，並以 Smartstax[®]做雜交，產生出 DroughtGard[®] hybrids 商品，其在乾旱之情形下仍具有相當高之玉米產量。



圖 5. 兩側為非基改玉米，中間為 Smartstax[®]，非基改玉米葉片已出現病變，其地下部根系生長受阻。

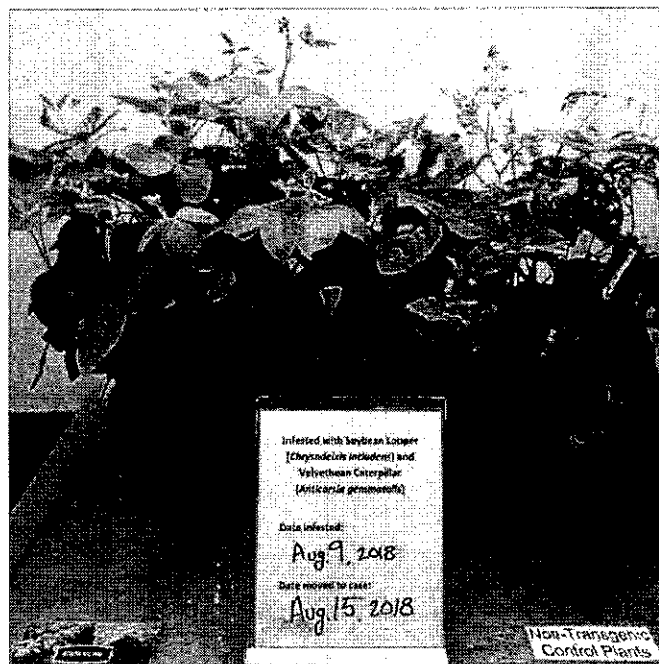


圖 6. 右側為非基改黃豆，左側為基改黃豆，在害蟲侵入後，非基改黃豆葉片即遭害蟲快速啃食，而基改黃豆葉片不受害蟲侵擾。

高密度玉米系統種植技術：由歷史資料來看，1920 - 1930 年代間為傳統種植方式，玉米產量為 20 - 30 英斗/英畝 (1,255-1,883 kg/公頃)，1930 - 1960 年代由於人工合成肥料的導入玉米產量提升至 30 - 50 英斗/英畝 (1,883-3,138 kg/公頃)，1960 年引進了科技技術，玉米產量由 50 英斗/英畝 (3,138 kg/公頃) 迅速以倍增方式至目前的 170 英斗/英畝 (10,670 kg/公頃)，玉米產量增加達 7 倍，Monsanto 目前有 90%市佔率自認居功厥偉，Monsanto 更進一步將玉米一般現行耕作方式 30,000 顆種子/每英畝 (約 74,000 顆種子/每公頃)，植株間距約 10 英吋 (25.4 公分)，改進為 45,000 顆種子/每英畝 (約 111,000 顆種子/每公頃)，並以縮短植株距離、去除雜草、抗蟲害之增加種植量方法來提高產能，測試相同的種植面積下，期望能夠提高玉米產量。

Monsanto 公司收購加州氣候公司 (The Climate Corp.) 後，應用氣候變化、土壤與收成變化等大數據進行精準農業管理，結合衛星、空拍機、土壤探測等技術，將相關資料上傳至雲端進行判讀，建議農民使用何種種子、農藥用量及施肥量，再以去年收集之數據作為今年種植作物的決策提供建議 (圖 7-圖 11)。以收穫產量圖加強作物管理，搭配土壤、水文、季節等相關因素，給予特定種植建議 (種子品種或同塊田特定區域種植不同品種的混合種植模式)，搭配智能數據卡及 GPS 定位，和農民一起制定播種計畫，以可變速率的播種機，決定田區各區域的種子播種量，提供最佳的種植建議。講解過程中並以一張圖來展示精確播種下所種出來的玉米迷宮 (圖 12)。另外展示了伊利諾州的一戶農戶資料，顯示該片田具有 7 種不同型態之土壤特性，同時以紅色代表缺水，綠色代表水分充足，其衛星照片顯示部分區域為缺水狀態，並由去年之收穫產量圖建議其綠色產量多之區域多種種子，紅色產量少之區域少種種子，同時可以即時顯示土壤狀況，如去年 9 月 15 日前田間大部分面積呈現紅色缺水狀況，9 月 15 日經下雨後只有非常少之部分仍呈現紅點缺水情形，目前能以每 100 m²之面積大小做土壤肥量及水量之即時呈現，讓場主作為擬訂應變決策時參考。



圖 7. 農業資訊系統畫面中顯示各項基礎資料參數。



圖 8. 田區種植二種品種之玉米分佈情形。

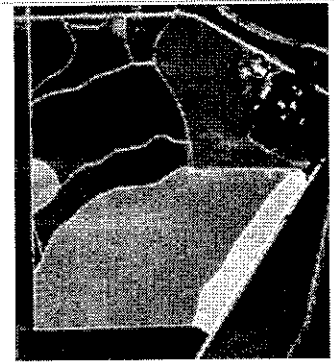


圖 9. 此田區有 7 種不同型態土壤特性。

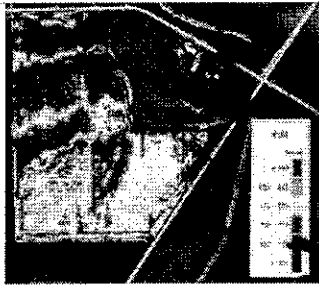


圖 9. 田區玉米收穫量分佈情形 (綠色區產量多，紅色區產量少)。



圖 10. 未下雨前田區土壤含水量分析 (紅色區表缺水)。



圖 11. 下雨後田區土壤含水量分析 (缺水區域減少)。



圖 12. 透過 GPS 定位系統以精確播種種植出玉米迷宮圖。
(<https://www.groupon.com/deals/gl-weather-family-farms-corn-maze>)



圖 13. Monsanto 解說人員與考察團成員合影。

參訪 Mark Scott Farms

當日下午參觀馬克史考特農場，其為密蘇里州玉米協會會員，該協會有 2,500 個會員，種植面積玉米約 1,500 萬英畝 (約 607 萬公頃) 及大豆 2,500 萬英畝 (約 1,000 萬公頃)，合計約 4,000 萬英畝，相當於 1,600 萬公頃，農民會自主的依其出售產品量以 1 美分/英斗繳交費用 (非強制性) 供協會辦理展覽及媒體宣導使用，據場主表示黃豆連作 2 年之後

產量會降低，因此以玉米及黃豆每年輪作一期方式經營，農場面積 1,700 英畝 (687 公頃)，相當於 25 座之大安森林公園面積，每年四月至五月期間播種，並於八至九月期間收成，每年只耕作一次 (之前有種過冬麥但獲利不佳)。場主有二台播種機，一台收穫機 (玉米及大豆可共用收穫機，只需要更換收割器)，工作能量為 68 英畝/趟次 (27.5 公頃)，15 英畝/小時 (6 公頃)，種子量 31,000 顆/英畝 (76,000 顆/公頃)，故若以每天工作 6 小時計，1,700 英畝的耕地只需 19 個工作天即可完成播種，收穫機速度為 5 公頃/小時，即約 23 個工作天即可完成收穫。該農場部分土地為坡地，需要灌溉，植物才能獲得充分的水源生長，預計今年玉米產量為 131 英斗/英畝 (8 公噸/公頃)，遠低於目前今年官方公佈預估 181.3 英斗/英畝 (11.38 公噸/公頃) 的產量。場主在玉米收穫前會讓其植株在田野上自然老化風乾，等到穗之含水率低於 25% 左右才會進行採收，採收後由烘乾設備進行烘乾，燃料使用液態瓦斯，以熱風通風方式進行乾燥至 14% 左右之含水率。場主並現場展示測得其玉米含水率 13.1%。今年農場的耕地較為乾旱，因此結穗程度較差，30 年前產量為 30 英斗/英畝 (1,883 kg/公頃)，現改種耐旱基改玉米產量大幅提升最少可達 100 英斗/英畝 (6,276 kg/公頃)。據場主表示 ADM 公司不收非基改玉米，且種植非基改玉米其收穫及儲存設備皆需要與基改玉米區隔，依整體產量售價及相對成本計算後，非基改玉米種植利潤增加不大的情況下，該場決定不種植非基改玉米。

美國玉米分級共分五級，並依容積重、破碎玉米及夾雜物、總損壞/熱損壞率進行分級，本場產製之玉米多為第二級，產品主要給 Archer Daniels Midland (ADM) 公司收購，部分出售給農場附近養豬場。為進行風險管理，場主以約 38 美元/英畝 (約台幣 2,800 元/公頃)，即 0.22 美分/英斗 (約台幣 0.26 元/kg)，投保農業保險，在出售價格方面，場主在一月份時會參考芝加哥期貨市場價格，並與收購公司議價後，出售今年預估產量之 30%，其餘 70% 部分等收成後以現貨價格出售，而出售價格波動受農場平均庫存、收成量及穀倉飽和度所影響。先前播種及施肥等種植技術主要由密蘇里州附近之學校推廣教育取得，近二年也開始與 Monsanto 合作，導入 GPS 定位及土質分析等相關技術，期能創造更好的收益。

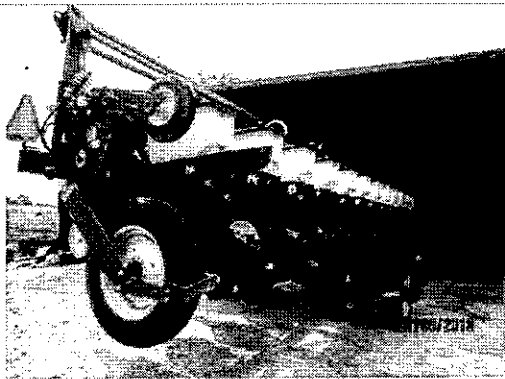


圖 14. 播種機。



圖 15. 收穫機。



圖 16. 場主展示如何進行含水率測定。



圖 17. 場主與考察團成員合影。

Tuesday, August 21, 2018

參訪 ADM

ADM 為全球大型的農產品加工和飼料原料供應商，旗下超過 3 萬名員工，具 500 處農作物採購地點，270 處飼料生產設施，44 個創新中心和全球首屈一指的農作物運輸網絡，生產食品，動物飼料，工業和能源用途等相關產品。今日上午參訪 ADM 穀物公司位於 St. Louis 河邊穀倉，St. Louis 地區之穀物總吞吐量每年約 1,780 萬公噸，ADM 此處穀倉具 16 座原料儲存桶可存 120 萬英斗（約 3 萬公噸）穀物，收購對象 20% 為農民，80% 為商業單位，其收購玉米、小麥、高粱、黃豆、冬麥等穀物及玉米酒粕，其穀物來源運作模式有二種，一種為收購農民種植之穀物，ADM 提供至農場取貨服務，但絕大部分農民會自行以卡車運送入廠內經過磅後，由取樣員操作機械手臂經採樣器吸取足量之穀物後進行分級，農民與 ADM 為合作夥伴關係，彼此信任採樣分級結果並計價，偶有爭議時會交由第三方協助檢驗或取消交易，每輛卡車可載 850—1,000 英斗（約 21.5—25.4 公噸），一天可卸貨 500 輛卡車，並以每年 1-3 月期間最為忙碌，會有卡車於廠區外大排長龍等著進廠卸貨，卡車有三種卸貨方式，1. 車斗下方有二個排料口可供卸貨、2. 後傾式車斗可將車斗抬頭由後方卸貨、3. 固定式卡車且無排料口由廠區設備將卡車抬高卸貨。另一種運作模式為經鐵道由火車運送入廠，因在裝載火車時已於源頭採樣分級並出具報告，因此入廠時不會再進行採樣分級直

接入倉，俟裝載駁船時再採樣 1 次並做分級，一天可卸貨 110—150 節車廂。廠區中控室設有多台監視器及流程控制電腦設備，監控入倉及出倉情形，並由可程式邏輯控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 控制，隨時監控設備運作之溫度及速率，並具有過載自動停機功能，另設有二個碼頭各自可停二艘駁船，駁船倉內無分倉且有多個裝填孔，每艘駁船穀物裝填時間約 3 小時，除非下大雨才會停工，雨量不大時仍持續運作，駁船多艘聯結後經水路運輸至墨西哥灣出口港卸貨裝船，裝船時再一次採樣分級，然計價時仍以原始採樣點做基礎 (即填裝駁船時之採樣結果)。

廠區於西元 1,900 年起即開始營運，設有以液態瓦斯為能量來源之烘乾設備，當農民所交之穀物含水率較高時即會啟動進行烘乾，烘乾時穀物採多次進出烘乾機方式進行，以避免加熱過度影響穀物品質。其運輸方式有三種，1. 內陸市場在 180—240 英哩短距離使用卡車運輸銷售，2. 距離較遠之內陸採火車運輸，如運送至明尼蘇打洲或加拿大等地，3. 以駁船運送至出口港裝船。前二者之出貨輸送裝置有 2 組，並可共用出貨碼頭，裝載速率為 3,000 英斗/小時 (約 76 公噸/小時)，廠區內所有磅秤每 3 個月進行內部校正，每年政府部門也會派員前來做外部校正，以確保量測的準確性。

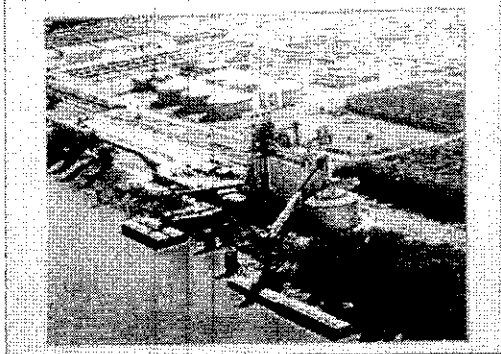


圖 18. ADM 河邊穀倉。



圖 19. ADM 員工與考察團成員合影。

參訪 Center Ethanol 乙醇公司

Center Ethanol 乙醇工廠主要收購二級玉米，由卡車或火車將玉米運到工廠時，會以人工操作自動採樣機取數個點之樣品，自動採集的玉米樣品會經管道直接送到收料室，人員開始操作分樣器，依前述玉米分級項目進行分級、在品質要求上除了水分可以放寬接受至含水率 17% (會減價收購) 外，其餘不符二級玉米的規格外玉米或有發黴者皆予退貨。乙醇一般製程為將原料穀物 (玉米) 經前處理磨碎增加表面積，經液化、醱化將澱粉分解成易發酵的單醣，再經發酵、蒸餾製程產生乙醇。Center Ethanol 乙醇工廠的製程也大致相似，將

玉米經過錘磨機粗碎後會放入漿料槽中，此時會加入水、氨及酵素，經加熱後在液化槽中，經 2 - 3 小時糊化後冷卻，讓澱粉初步分解醱化後，在注入發酵槽中以批次發酵方式進行乙醇生產，發酵槽為 95 萬加侖/桶 (350 萬公升)，在發酵槽中會加入另一種酵素、酵母菌及尿素以進行 48-50 小時發酵，過程中產生的二氧化碳以管道收集賣給隔壁的公司，產生液體部分會經數次的蒸餾將乙醇及水分離，經蒸餾的乙醇再通過分子篩過濾水氣，利用乾燥劑吸收水分，由於乙醇及水的分子量不同，所以利用孔徑不同來達到分離的目的，產生純度更高的乙醇，此時會加入 5% 的汽油，生產出變性乙醇，由於蒸餾過程中會有礦物質結晶沈澱造成蒸餾管細孔塞住的情形，利用酸性環境下礦物質較傾向成游離態，不會形成鹽類結晶，阻塞篩網細孔，因此會添加硫酸。固體的部分含水約 60% 不耐久存，曾經離心機去除大量的水分後，再以滾筒烘乾機進行乾燥，成品即為玉米乾酒粕 (DDGS)。液體的部分會以物理方式使油水分離，產製出玉米油，整個由玉米粉碎到完成乙醇之產製程約歷時 55-56 小時左右。廠區原料入倉能力為 15,000 英斗/小時 (約 381 公噸)，設有 2 個玉米原料儲存槽，可儲存 600,000 英斗 (約 1 萬 5 千公噸) 的玉米，可使用 10 天，每天可以粉碎 1,400 公噸左右的玉米，使用 1 英斗 (25.4 kg) 的玉米約可製出 2.8 加侖 (約 10.6 L) 的乙醇，同時伴隨著 DDGS 及玉米油等副產物的生產。詳細製程可參考 <https://www.e-education.psu.edu/egee439/node/673>。

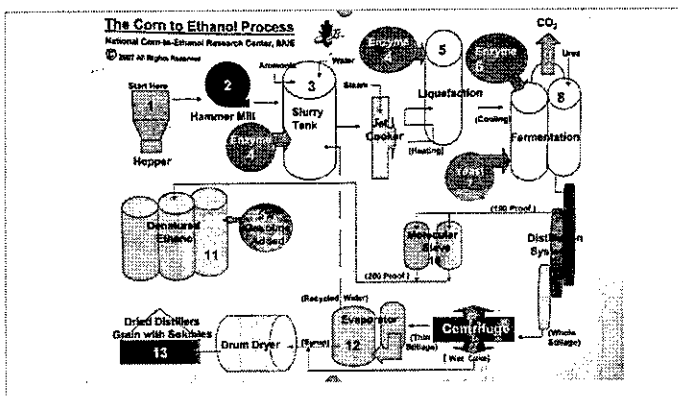


圖 20. 乙醇工廠製造流程圖。

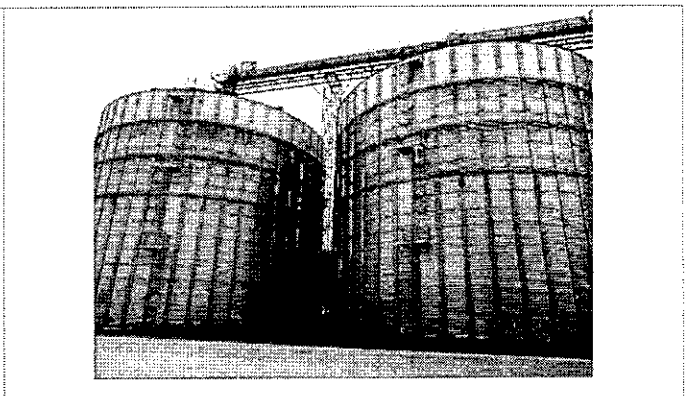


圖 21. 乙醇工廠玉米原料穀倉。

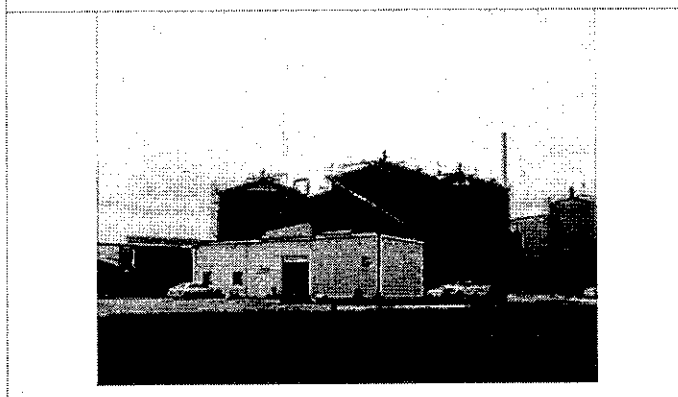


圖 22. 乙醇工廠發酵槽。

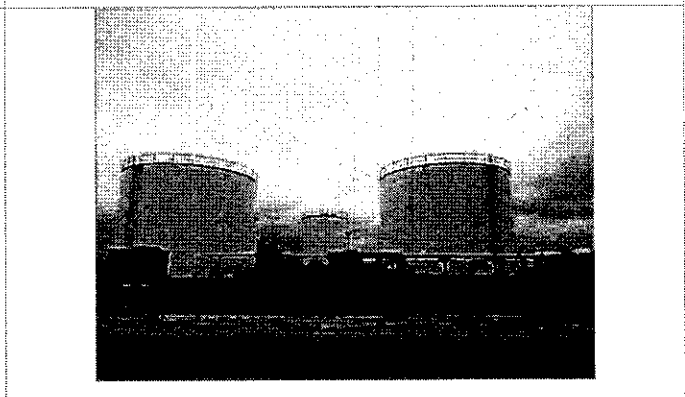


圖 23. 乙醇成品儲存槽。

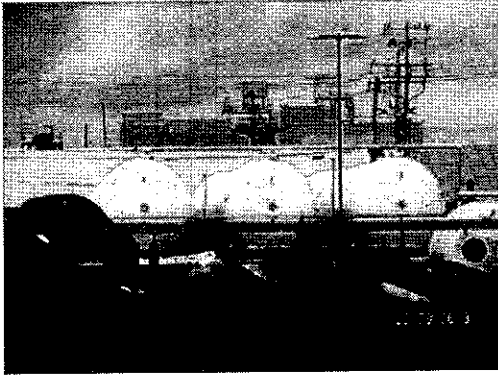


圖 24. 乙醇工廠二氧化碳儲存槽。



圖 25. 乙醇工廠員工與考察團成員合影。

參訪 Saale Farm & Grain Co - corn farm/ elevator/ seed dealer

當日下午參訪 Saale 玉米農場及穀倉，起源於 1940 年現為第 4 代經營，農場穀倉位在密西西比河及密蘇里河流域中間，雖具有地利之便可沿河運往南方運輸，但也有缺點，在西元 1993 年大洪水時辦公室水淹達到 120 cm 左右。目前自有耕作土地達 1,100 公頃，設有每座穀倉可儲存 120,000 英斗（約 3,050 公噸）的玉米，穀倉儲存能力約 22,861 公噸，也收購附近農民的玉米，收購耕作面積達 19,000 英畝（約 7,700 公頃），為區域穀倉，所生產的玉米有 80% 出口，其餘 20% 為出售附近之養豬業者及乙醇工廠。

農場以種植抗除草劑及抗蟲害的基因改造玉米為主，種植過程可減少農藥使用量，除降低種植成本及產量增加外，也具減少化學及水污染風險，達環境保護效果。一般僅有簽訂契約時農戶才會種植非基因改造玉米，但由於產量不高且施農藥的次數會高於基因改造玉米，整體經濟效益並不會比較好。每年會以芝加哥 12 月及 3 月玉米期貨為依據預售今年即將生產的玉米，7-8 月期間會清倉舊穀，9 月採收新穀，穀倉設有烘乾設備並以天然氣為燃料，將田間日曬乾燥含水率約 25% 的玉米烘乾至 15% 以下，今年的單位面積產量高於去年，預計可達 180 英斗/英畝（約 11.3 公噸/公頃）。這戶農場同時也是種子及農藥經銷商，為依法區分食用玉米或飼料用種子，種子會以種子鍍膜機進行鍍膜，在混合機中加入鍍膜液使種子與種衣劑充分混合後，經過熱風吹乾後即上色完成，只供種子用不能食用，種衣劑另具有防黴及殺蟲作用，使播種時不會被蟲吃掉，種子包膜費用為 9 元美金/50 磅種子（0.4 元美金/kg），種子使用 Monsanto 及 Pioneer 的商品，現有 1 區域正在測試這 2 家公司共 18 項之玉米品系產品的種植收成情形，預計 3 週後收成即可知道那種品系在他的田間收成最好。試驗田外圍因光線及營養狀況較好，玉米株可結 2 個品質好且飽滿的穗，但深入田區裡面每棵植株只能結 1 穗，同品種玉米株高及結穗高度整齊，玉米穗大小也很相似。另外，種植密度也是關鍵，密度較低時作物得到的養分較佳，一株可長兩耳穗，但反而每耳的穗不大，密度

較高時，會導致每株只長一耳但穗反而比較飽滿。

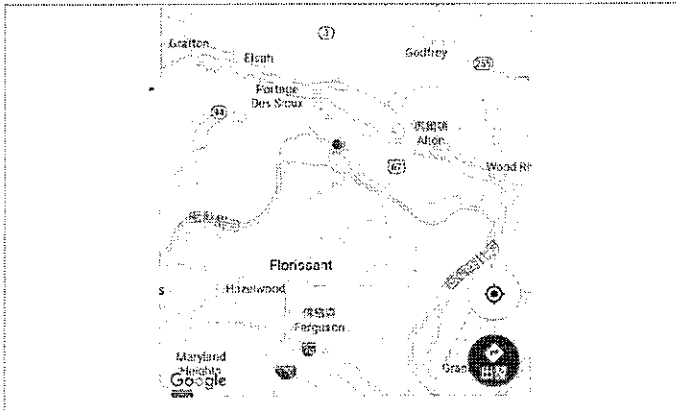


圖 26. 農場位於密西西比河及密蘇里河二河流域之間。

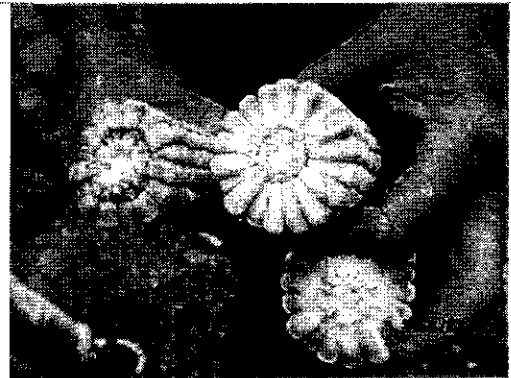


圖 27. 場主展示二種品種即將收成之玉米生長情形。

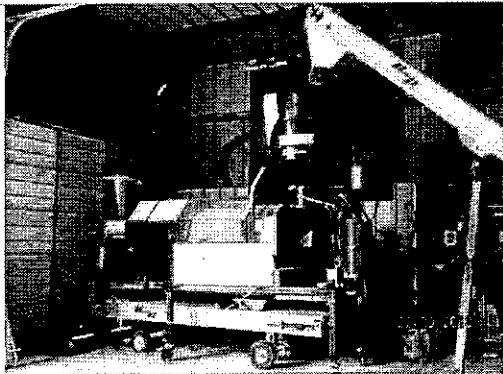


圖 28. 種子鍍膜機。

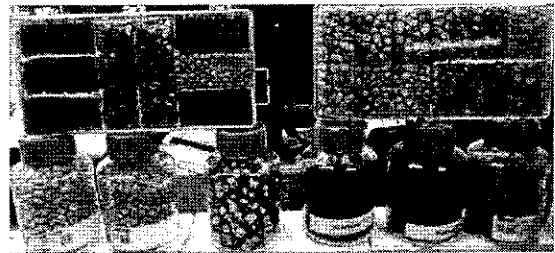


圖 29. 種子及鍍膜後的飼料用種子

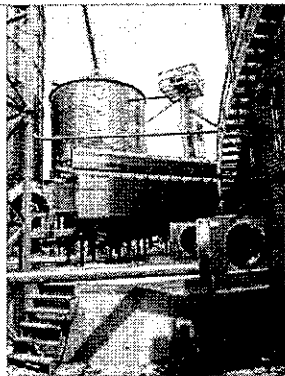


圖 30. 穀倉及烘乾設備。



圖 31. 場主與考察團成員合影。

Wednesday, August 22, 2018

參訪伊利諾州 Litchfield 農場穀倉

當日上午參訪農場穀倉成立於 1894 年，主要為收購農民種植之玉米後轉賣給 ADM 等河邊穀倉或乙醇工廠，分別佔其營業量之 75%及 25%，每年到八月左右倉儲只會剩下 10%左右，十月左右倉儲庫存量會達到最滿的情形，運作方式有時會將農民的玉米運入這個農場穀

倉中儲存，但有時貨物會直接由農民處送到河邊穀倉，主要從事貿易的角色，會依時價判斷先行將場內庫存出售給河邊穀倉或是先購入穀物之後再出售。貨物運輸方式主要以河運出口為主，少部分使用卡車，雖也有火車運輸方式，但很少在用，除非是要運送到德州（墨西哥灣區）或 PNW（美國西北部的太平洋岸）。與農民交易時大部分是以議價方式進行，但也有農民是喜歡用基差買賣並每日詢價，現在穀物交易價格已相當透明（可網路查詢，例如：<https://www.lfdfarmers.com/>）。例如今日的價格是以 9 月期貨價格減 20 美分或以河邊穀倉購入價減少 20 美分/英斗（約新台幣 0.24 元/公斤）跟農民收購，這 20 美分即是運費及利潤。在討論到價差、期貨價格與現貨價格等議題上，穀倉人員表示，現貨價格有時會高於期貨，這可能是在乾旱、沒有火車運輸或者每年 3-4 月期間，當貨量比較少的時期，但這種情形很少發生，因為現貨高於期貨使得基差變正時，中間商會很急，此時出口行情會更佳，穀倉會吸收農民端的運輸費用以增加玉米吞吐量。在西元 2014 年通過農業法案之後，政府已取消所有的政策補貼，農民都改由投保農業保險作風險管控，這種情形下也造成了價差的縮小，在這自由經濟體下，如果農民搶種某一穀物，而造成價格的崩盤，此時政府是不會補償收購，這部分就由前述的農業保險來處理。由於中國大陸及美國現正進行貿易戰爭，而中國大陸是美國黃豆主要進口國，因此現在現貨較多，所以價格也較低，以往平均約是期貨價格減 60 - 80 美分，但現在行情已達到減 150 美分了，運輸方向也由美國西北部的太平洋岸（出口中國大陸）改運至墨西哥灣區（出口歐洲）。

名詞解釋：引述源自「MBA 智庫百科」<https://wiki.mbalib.com/zh-tw/>

基價 (Basis Price/base price)：基價指國際貿易中作為計價基礎的商品價格。在商品交易中，買賣雙方商定作為以後計算實際交割商品作價基礎在一定品質規格下該種商品價格。根據基價增減價並不是固定的，買賣雙方常根據市場的變化，議定基價增減的幅度。基差：期貨價格是市場對未來現貨市場價格的預估值，兩者之間存在密切的聯繫，由於影響因素相近，期貨價格與現貨價格往往表現出同升同降的關係；但影響因素又不完全相同，因而變化幅度也不完全一致，現貨價格與期貨價格之間的關係即為基差。基差 = 現貨價格 - 期貨價格，反映現貨和期貨兩個市場之間的運輸成本和持有成本。基差為正（反向市場）時：表示市場短缺，持有成本為負，近期價格高於遠期價格，價差沒有一定的上限，看短缺程度而定。因此，基差是期貨價格與現貨價格之間實際運行變化的動態指標。

同時業主也與團員分享穀物交易心得，交易價格漲跌趨勢主要由心理因素所影響，當預期價格會下跌時，農民會搶著出售現貨，造成價格又更低，此時鄉間穀倉會儘量把穀倉裝滿，因為價格到最低時就表示價格要回升了。在買賣契約約定方面，現 60 歲以上的農民還是遵循以往只做現貨買賣，但年輕農民有避險的觀念所以會預售分散風險，在西元 2012 年以前多以農場當年度預估產量的 70%作為預售量，但 2012 年時發生旱災，農民普遍交不出合約量，因此合約協議往後延一年至 2013 年，但交易價格略為調降，所以現行農民預售量比例已調降為 30%左右，每年 3-5 月間播種時，即依當年度的種植面積推算產量進行預售，在契約訂定方面，主要以電話溝通後一週內農民會有書面的回復，但有時也只有口頭承諾，其也算合約，在預售階段只有議價並沒有實際金錢交易。但在臺灣市場認為每年年初時為美國繳稅的季節，農民會大量出售農作物以籌措應繳稅額，但實際上並非如此，因為稅賦有級距，繳的稅額也是前一年度最後的結果，所以農民會調整每年的收入總額，不會有很大的波動，而且也不會因為繳稅而增加出售量。

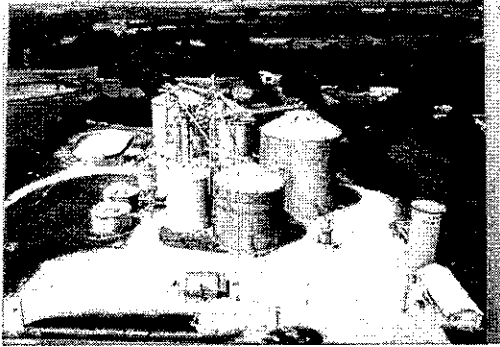


圖 32. Litchfield 農場穀倉。

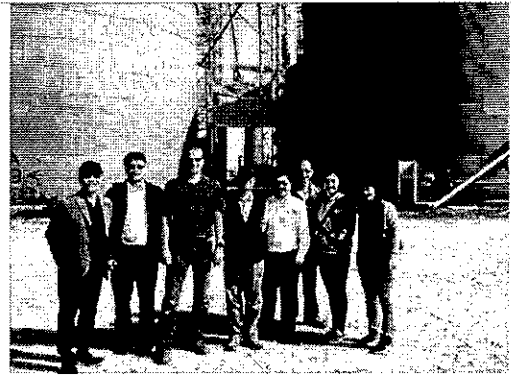


圖 33. 場主與考察團成員合影。

參訪伊利諾伊州位於 Auburn 的 Tim Seifert 玉米農場

當日上午參訪 RTS 玉米農場及穀倉，起源於 1945 年現為第 4 代經營，目前耕作種植面積達 3,200 英畝（約 1,300 公頃），最北與最南相距 22 英哩（約 36 公里），目前種子使用 Monsanto 及 Pioneer 的商品，其中有 400 英畝（約 162 公頃）以契作方式種植黃色或白色的非基改食用玉米，運往芝加哥餐廳使用，運費每英斗 38 美分（約新台幣 0.45 元/公斤），非基改玉米出售價格一般以芝加哥期貨市場價格再外加 50 美分（約新台幣 0.60 元/公斤）進行計價，以價差方式鼓勵農民種植，種植時有嚴格的定義，包括需與基改玉米種植距離 80 英呎（約 24.4 公尺）以上，所有使用到的播種及收割等設備皆需仔細的清洗達 2 小時之久，出口時非基改玉米純度需達 99%，才符合標準，而本農場基改玉米含量平均約在 0.33-

0.56%之間，符合相關規定。玉米種植方式為條狀翻土撒播，農藥使用策略為種植前後施用除草劑，在結穗時追加一次殺蟲劑及除菌劑，共三次噴藥，黃豆種植則為全田區翻土後再播種，種植前後施用殺草劑及殺蟲劑，即二次噴藥。早期在植株間進行施肥，氮肥在施肥後約 2 週植株才能吸收到養分，現在施肥設備大幅精進，現施肥後僅 10 小時，植株即能吸收到養分。每年約在 4 月 1 日開始種植，9 月底開始收割，通常在 11 月中前完成收割，收割約歷時 35-40 日左右完成，收割後的植株讓其自然的在田間分解以恢復肥力（部分農民會用火燒方式處理），每年冬天會有 30-40 吋（約 76-102 cm）左右的積雪，積雪在三月份時會融化讓田野得到充分的水分以滋養農作物，但如果前一年積雪量不足時，在四月種植時就會有水分不夠的情形發生。本場優勢在地處位置往東 140 公里、往南 120 公里及往西 70 公里的距離就可達貨物集散中心，可採河運或火車運輸，本場有一區域試驗田與 Monsanto 公司針對微生物製劑及農藥等進行相關試驗，同時也有進行不同密度及不同藥物處理種子種植測試。使用空拍機進行田間管理，實際展示時空拍機解析度可精細看到每一植株的生長狀況，由空拍結果可以看到有些區域已完成施氮肥所以呈現綠色，有些區域較黃表示植株得到的肥分較少，若到收穫季節使空拍顏色呈現綠色時，則距離採收時間還有超過一個月以上，如果顏色呈現黃色時則 2 週後即可開始採收。另外在收割後會進行土壤中有機質、氮、磷及鉀等含量測試，依土壤肥沃度作為擬訂下一年度種植時最適合理化施肥之參考數據。

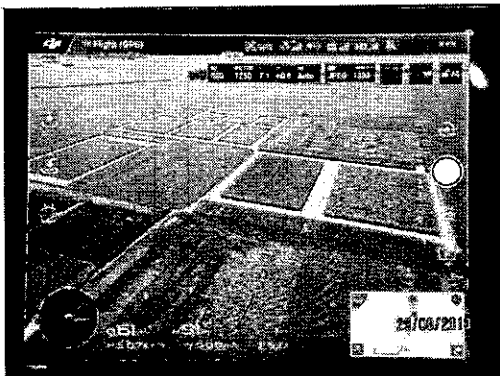


圖 34. 空拍機拍攝農田實景。



圖 35. 空拍機可清晰的觀察到個別植株生長情形。

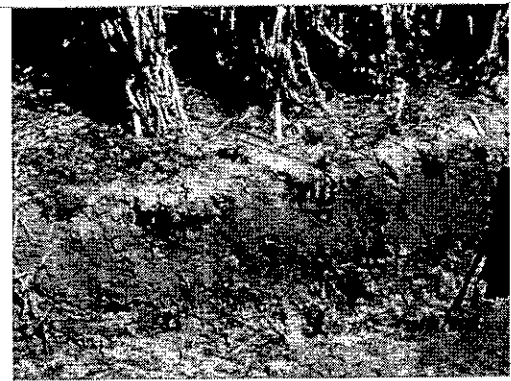


圖 36. 不同品系玉米栽培試驗。



圖 37. 試驗田溝可清楚觀察根系生長情形。



圖 38. 場主展示不同玉米品系的穗軸。



圖 39. 不同種植密度之黃豆產量比較。



圖 40. 曳引機。

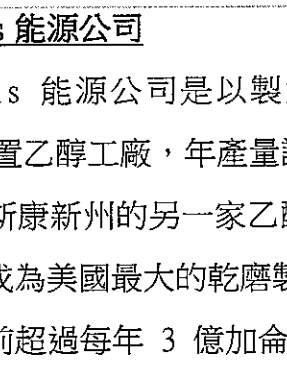
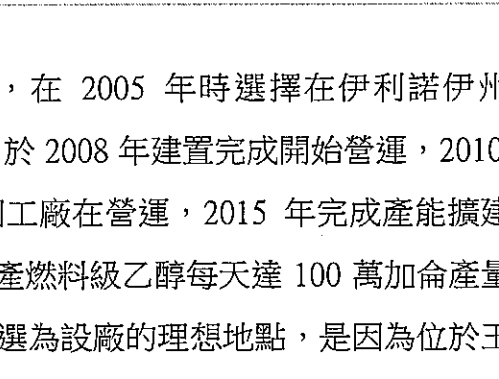


圖 41. 場主與考察團成員合影。



參訪 Marquis 能源公司

Marquis 能源公司是以製造肥料起家的公司，在 2005 年時選擇在伊利諾伊州的 Hennepin 設置乙醇工廠，年產量設定每年 1 億加侖，於 2008 年建置完成開始營運，2010 年收購了在威斯康新州的另一家乙醇工場，目前有二個工廠在營運，2015 年完成產能擴建，使該公司已成為美國最大的乾磨製程的乙醇工廠，生產燃料級乙醇每天達 100 萬加侖產量，生產能力目前超過每年 3 億加侖。Hennepin 最初被選為設廠的理想地點，是因為位於玉米生產中心地帶，利用周邊豐富的玉米供應作為原料，鄰近的 18 個城鎮，每年生產超過 6 億英斗的玉米，臨近州際公路及鐵道可用卡車及火車運輸，直接運至東海岸的燃料市場，並有伊利諾河流經最終注入密西西比河，可利用駁船（30 艘）低成本運輸到墨西哥灣沿岸，周邊也有電力及天然氣主供應線配合，充分利用地理優勢及內陸與水道系統向國內及全球國際客戶銷售產品。在西元 2012 年之前能源政策補貼下，設立了很多的乙醇工廠，然在政策轉向停止補貼及 2012 年發生乾旱玉米價格大漲時，造成多家之乙醇工廠倒閉，靠政府補助之下的企業無法永續經營，只有設廠於玉米產地且有便利的交通運輸位置者，才能持續經營下去，此能源公司已經連續十年的營運沒有出現赤字，對未來很有信心，現階段美國國內乙醇工廠應不會再增設，會進入盤整期及產生併購潮。

Marquis 能源公司乙醇製程與一般相同，為將原料穀物（玉米）經前處理磨碎增加表面積，經液化、醱化將澱粉分解成容易發酵的單醣，再經酵母菌發酵、蒸餾製程產生乙醇，透過先進技術監控生產流程，如有問題可立即做出決策，使最大限度提高產量，目前使用 1 英斗 (25.4 kg) 的玉米約可製出 2.9 加侖 (約 11 L) 的乙醇；固液體部分有不同的製程處理並出售不同的通路，一部分溼的直接賣給臨近的肉牛場供做牛的飼料，另一部分會進行乾燥，廠區有 6 組批次烘乾設備，每批次的物料會進行三次烘乾程序，烘乾蒸氣溫度設定在 220°F (104.4°C) 左右，控制溫度上限使玉米酒粕乾燥時不會過熱，烘乾後的玉米酒粕會在室內冷卻 2 天，含水率約為 11.5%，每日約有 3,000 噸產能，滿倉時可儲存 13,000 噸的酒粕約 4 天的產量，目前多靠乙醇收入維持廠區運作，玉米酒粕副產品成為獲利的關鍵。

由於中美貿易戰爭，中國大陸對美國玉米酒粕課徵反傾銷稅，使得產品在大陸市場無競爭力，現改以出口土耳其為主。另外，甲基第三丁基醚 (methyl tert-butyl ether, MTBE) 其是在石油煉製過程中所產生出的副產物，在無鉛汽油生產過程會添加，以改善汽油燃燒效率減少爆震的添加劑，然其會污染地表水及地下水，並證實長期暴露會誘發各種癌症，在美國已禁用，主要替代品為醚類及醇類，乙醇即是目前美國主推之商品，E10 汽油 (添加 10% 乙醇) 在美國已經相當普及，甚至已開發 E85 商品，汽車引擎在不需要改裝之情形下即可使用高濃度乙醇汽油。

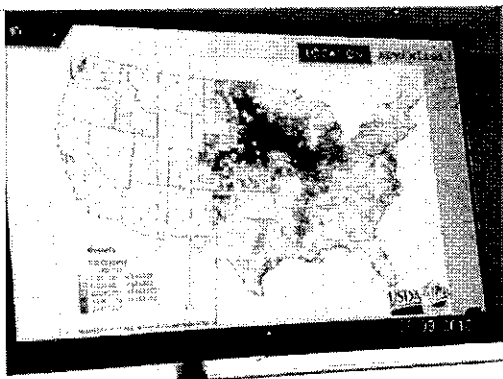


圖 42. 美國玉米產量分布圖。



圖 43. Marquis 能源公司設備。

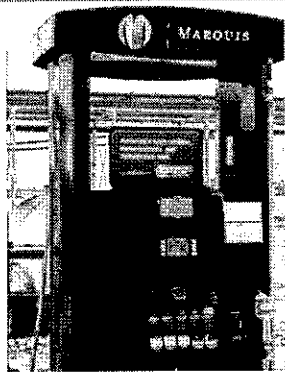


圖 44. 乙醇汽油加油站。

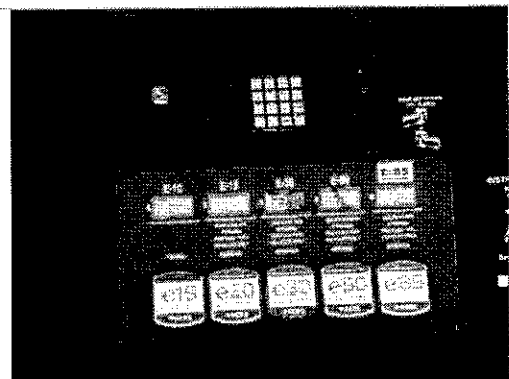


圖 45. 汽油有 5 種乙醇添加比例。

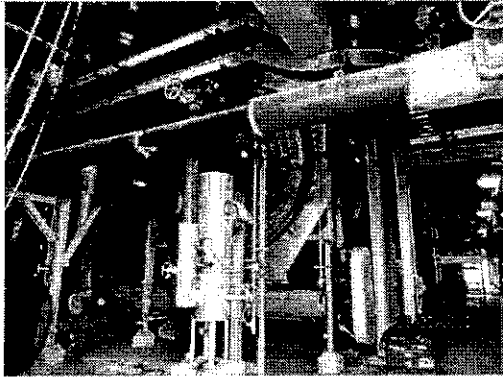


圖 46. 玉米酒粕乾燥設備。

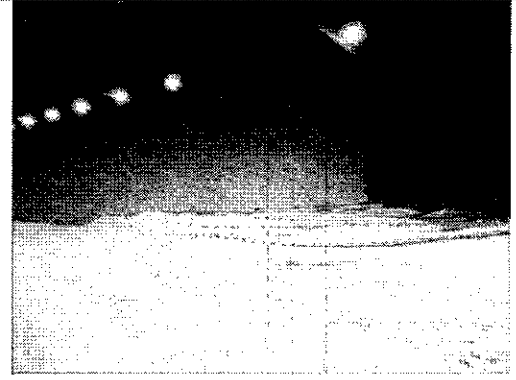


圖 47. 玉米酒粕儲存倉庫。

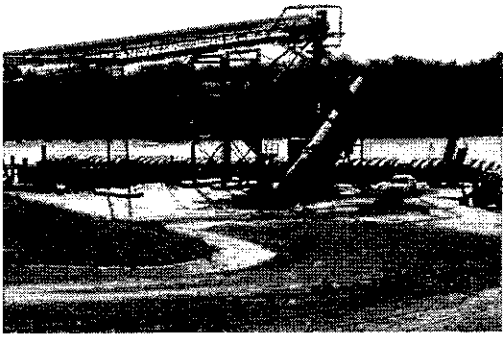


圖 48. 玉米酒粕運輸駁船碼頭。

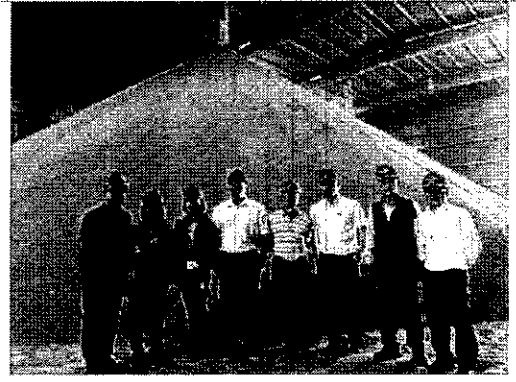


圖 49. Marquis 員工與考察團成員合影。

Thursday, August 23, 2018

參觀 CHS 玉米乙醇工廠

CHS 是西元 1929 年成立的一個農民合作社，以農業（糧食營銷、動物飼料、作物投入及精準農業…等）、能源工業（石油、燃料精製、可再生燃料…等）、商業服務（運輸與物流、農場與牧場保險、金融服務…等）與食品及食品添加物等多角化經營，為整個美國的生產者和消費者提供服務，向全球 70 個國家的客戶提供穀物和其他產品，在美國和其他 24 個國家共僱用了超過 12,000 名員工。今日參觀位於伊利諾伊州 Rochelle 佔地 81 英畝的玉米精煉乙醇工廠。於 2004 年 11 月開始興建，2006 年 12 月開始生產出乙醇，目前擁有 65 名員工，每年 365 天 24 小時營運，全年無休，工廠運作流程及商品通過美國 FSMA 認證（食品安全現代化法案）、GMP 認證（良好製造規範）及 HACCP 認證（危害分析重要管制點）且無抗生素殘留。

乙醇工廠收購二級玉米，由卡車運到工廠時，也是經前述之採樣、分樣及分級作業，每週一至週五 6:30-16:30 收料入倉，每小時可收 30 輛卡車（25 短噸/輛，約 22.67 公噸/輛），一天約 200-250 輛卡車載運原料玉米入倉，廠區有 150 萬英斗（約 3.8 萬公噸）原料儲存桶，可以使用 10 日，製程也是將原料穀物（玉米）經前處理磨碎增加表面積，經加熱液化、醱化將澱粉分解成易發酵的單糖（前處理時間約 8 小時），採批次發酵，廠區有 9 個

發酵槽，每批次發酵 2 日，操作溫度維持在 93°F(約 33.9°C)，發酵後經蒸餾及分子篩過濾後分離出乙醇，整個發酵流程由 4 個人於控制室 24 小時監控及運作各流程，每個流程時間點切換皆以手動方式啟動進入一下個流程；發酵剩餘的固液體部分主要含有未完全發酵完的穀物殘渣（含蛋白質、纖維、脂肪和高達 60 - 65%左右的水分），由於含水量不耐久存，保鮮期為 4 - 5 天，通常出售給乙醇工廠周圍的牛場使用，另外也以物理性離心方式多次分離，再經天然氣為燃料的烘乾設備進行二階段烘乾，於倉庫內室溫自然冷卻 24 小時，再以 40 呎的貨櫃裝載約 28 短噸（25.4 公噸）的 DDGS 出售，每貨櫃由第三方駐點採樣 20 次並檢驗後出具檢測報告，樣品常溫保存 6 個月。

目前廠內每英斗的玉米可產製 2.87 加侖乙醇（有時還會高達 2.90 - 2.95 加侖）及伴隨著 15.25 磅的 DDGS 及 0.80 磅玉米油的副產物產生，廠區每日約使用 136,000 英斗的玉米（約 3,450 公噸），可生產 385,000 加侖乙醇（約 146 萬公升）及 1,040 短噸的 DDGS（約 943 公噸）及 13,000 加侖的玉米油（49,210 升），玉米油主要供作飼料用或生質柴油使用。每週一至五期間每日會裝載 45-60 個貨櫃的 DDGS 出售，乙醇及玉米油則是每日運出，90%的乙醇運往芝加哥地區的碼頭。產製的 DDGS 飼料規格為粗蛋白質含量不低於 27%、粗脂肪不低於 8%、粗纖維低於 15%、粗灰分不高於 5.5%、水分不高於 12%。

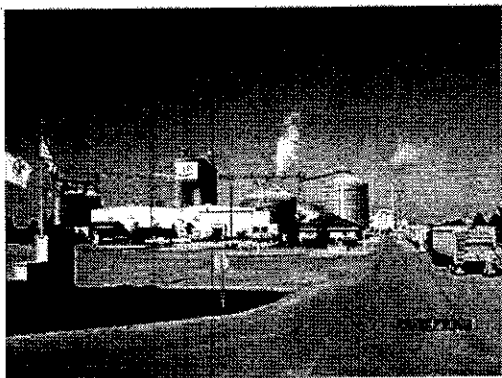


圖 50. CHS 乙醇工廠。

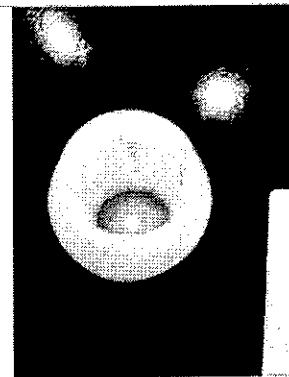


圖 51. CHS 產製之乙醇。



圖 52. 乙醇生產過程之副產物 DDGS。

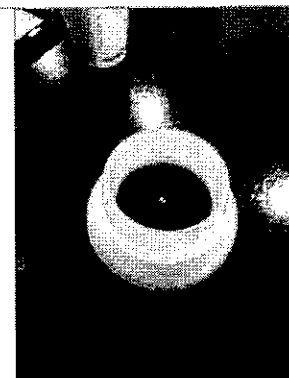


圖 53. 乙醇生產過程之副產物玉米油。



圖 54. CHS 員工與考察團成員合影。

參訪 Delong 貨櫃(containers)裝運站

Delong 貨櫃裝運站主要裝載玉米，90%出口臺灣，由於美國很多的物資是由亞洲進口至美國本土，芝加哥是一個大的轉運站，當所有的貨櫃由芝加哥發散至美國本土各地時，需要運回亞洲的回頭櫃就成為貨櫃裝運站增加利潤的利基點。此運作方式大量利用起源於西元 2003 年起並至 2008 年左右達最高峰（北京奧運建場館，大部分的散裝船皆受雇於載運鐵砂及建材，導致散裝貨運費大漲，甚至有一段期間臺灣進口之玉米皆仰賴貨櫃方式進口，此貨櫃裝運站主要出售收購自農民種植及自己公司種植的玉米，玉米收購及分級方式與前述相同，每月吞吐量 200 萬英斗（約 5 萬公噸）。

公司運作方式敘述如下，回頭櫃會先經第三方檢驗確定櫃體完整無破損，進來公司時也會由人員進入貨櫃後關上門看有無光線透入，確認貨櫃沒有問題後移至裝貨碼頭，工作人員會先折厚紙板隔在貨櫃門口，並裝上 5 片－7 片的木板（此木板事先已經過燻煙消毒，並蓋有完成消毒之印記，裝櫃時會將有印記處呈現在貨櫃右側，以利進口國海關抽檢），確保玉米不會有洩露的情形，以螺運機將玉米填入貨櫃中，並利用卡車前進方式使玉米能平均分布在貨櫃中，在裝櫃的過程中會抽樣檢查分級出據檢驗報告，同時在關上貨櫃門後會鉛封，封條上有其各自之編號，以確保直到客戶收貨前貨櫃是沒有曾經被開啟，裝好之貨櫃會經由鐵路運輸至加州出口，鐵路運輸約 7 天內抵達港口，在裝船運行至臺灣航期最快 18 日，因此一個月內即可由美國玉米產地運抵臺灣。

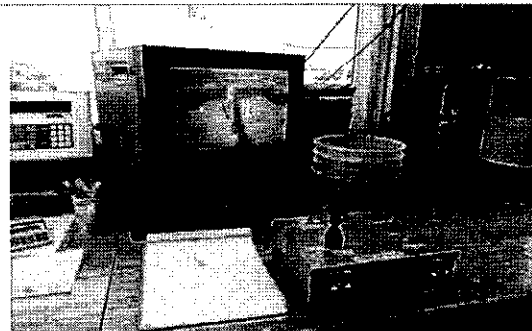
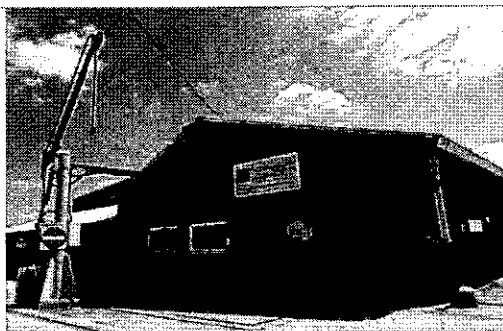


圖 55. DeLong 貨櫃裝運站原料採樣器。

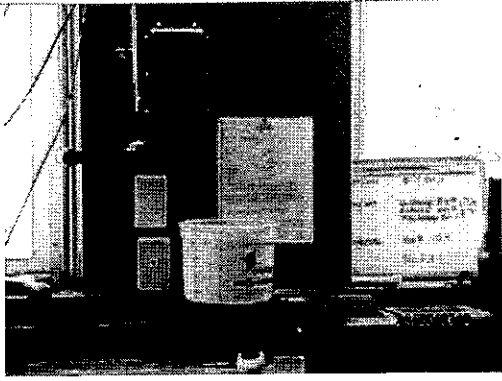


圖 56. 原料採樣器操縱裝置。



圖 57. 原料進樣處及承裝容器。

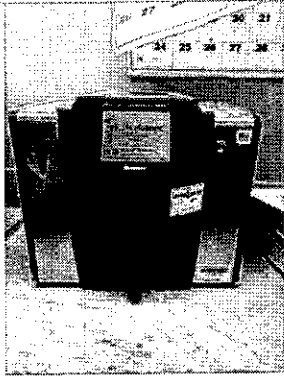


圖 58. 分樣器。



圖 59. 水分測定儀。



圖 60. 玉米分級時使用之篩網。

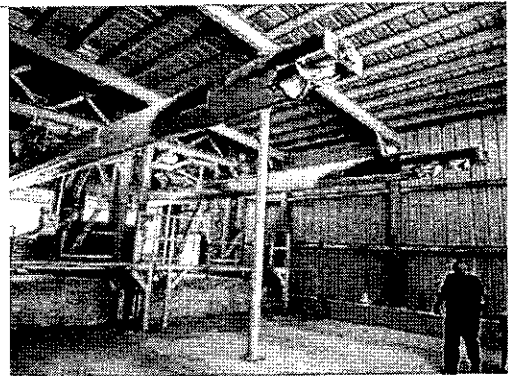


圖 61. 量秤破碎粒含量以進行分級。



圖 62. 裝填貨櫃使用之螺運機。



圖 63. 消毒後蓋戳章之貨櫃檔板。



圖 64. 玉米裝填貨櫃實景。



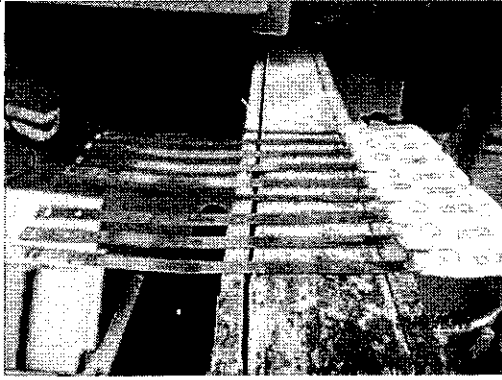


圖 65. 貨櫃用鉛封封條。

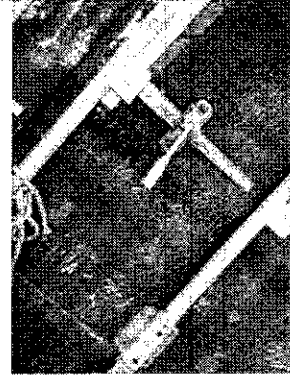


圖 66. 貨櫃鉛封實景。

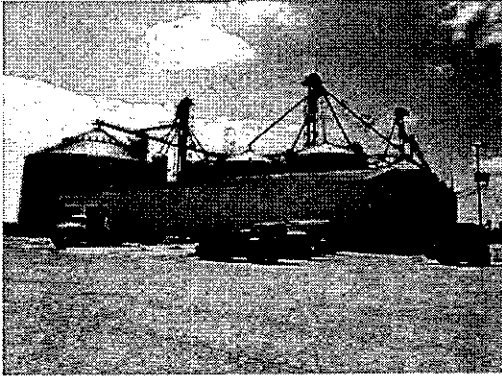


圖 67. Delong 貨櫃裝運站實景



圖 68. Delong 員工與考察團成員合影。

抵達芝加哥歐海爾國際機場，飛往西雅圖。

Friday, August 24, 2018

參訪 TEMCO 出口碼頭

在西元 1915 年起 Sperry Flour Co.、Tacoma Grain Co.和 Puget Sound Flouring Mills Co. 三家公司在穀物出口上蓬勃發展，到了西元 1975 年 Tacoma 建造了一個最先進的穀物運輸和出口設施，穀物儲存桶容量為 7.5 萬公噸，與西元 1900 年一整年 Tacoma 的所有穀物出口量相同。到了今日 Tacoma 現為美國出口第四大港口，持續向世界出口穀物。TEMCO 是西元 2012 由 Cargill, Inc 和 CHS, Inc 各出資 50%合資成立，是這港口最大的沿岸勞工的雇主，從美國西北岸出口到遠東如中國大陸、台灣、日本及韓國等目的地的玉米和大豆，超過 1/3 的出口量是由 TEMCO 經手，TEMCO 出口碼頭最大的特色是其擁有可以在雨中安全裝載商品的遮雨棚。

TEMCO 穀倉儲存容量約 300 萬英斗 (7.5 萬公噸)，由 80 個倉筒 (48 個 50,000 英斗及 32 個 12,000 英斗) 及 8 個運輸倉筒 (22,000 英斗) 組成，每個月可以裝載 2,000—2,300 萬英斗 (50 萬—58 萬公噸) 的穀物 (6—8 艘的船)，年裝載量為 2 億 2 千 5 百萬—2 億 5 千萬英斗 (550 萬—600 萬公噸)，有二個鐵路碼頭、可容納 300 節車廂，並有三條鐵道線，每小時可卸 80,000 英斗 (2,000 公噸) 的穀物，大約 15 節車廂 (1 節車廂約 100 公噸)，裝

載出貨至船舶容量能力平均約 10 萬英斗/小時 (2,500 公噸/小時)，碼頭 138 公尺 * 63 米，船隻為巴拿馬型長 225 公尺 * 寬 32 公尺，每艘船約裝 58,000—72,000 公噸 (即 2.3—2.8 百萬英斗；14,000 至 17,000 英畝地的生產量；600—650 節車廂運輸量)。遮雨棚 80 公尺 * 46 公尺花費 720 萬美元建成，可覆蓋 3 個船艙口，碼頭水深 22 公尺，吃水深度夠船隻可裝到 7 萬 2 千公噸的穀物，反而是受限於卸貨港的吃水深，無法滿載。

在品質控制部分，一般穀物檢驗流程由農場到穀倉時在卸貨之前會先進行檢查及分級，合於標準者才會收料入倉，由穀倉裝載進入火車車廂時，美國聯邦穀物檢驗局 (Federal Grain Inspection Service, FGIS) 或第三方公證實驗室會對每節車廂穀物進行評級，來到出口碼頭後裝載到海洋船舶之前會由美國農業部動植物衛生檢驗署 (APHIS) 和 TEMCO 穀物質量控制人員依按國家分級的批次採集樣本，經官方檢驗合格後才能裝船，有時獨立實驗室對船隻樣本進行額外的質量測試。在 TEMCO 裝運之穀物具有可追溯性，如巴拿馬極限級船具有 7 個貨倉，每個貨倉裝載的穀物可以追溯到由那幾個倉筒裝填，是由那一輛火車運入，來自那一州那一個來源穀倉，只是可能由多個穀倉來源混合而成。TEMCO 碼頭有三組裝貨口，每組裝貨口有各自配有穀物暫存桶，穀物會先從倉筒輸送至暫存桶，過程中會有自動進樣器以每 18 秒取樣一次經過的穀物，每次取樣品約 70 克，大約每 1,000 公噸會取到大約 25 磅的樣品，樣品會立即檢驗及分級，合乎標準者即可裝載至船舶，不符合規格者即由另外的管道回送不會裝船，裝船時最初以最大速度輸送至船倉，到最後時則需減緩速度並以龍捲風式填充理貨，使船隻平衡。整過裝貨過程全由可程式邏輯控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 控制，人員在控制室監控，窗戶上貼有一個量角器並設定 42° 為裝貨時最大臨界的傾斜角，到達 42° 時穀物改裝到另一邊的船倉中，讓船隻保持平衡，穀物裝填完成後會測船隻的水平，並由吃水深度推估重量及出倉時量測得到的重量進行比對，以雙保險校正出倉重。

一旦美國的「玉米帶」在 9 月到 11 月開始收穫時，玉米將持續被運往 Tacoma，主要是以遠東為出口目的地，就種植面積和總產量而言，玉米是美國最主要的作物，大多數情況下，玉米被用作畜禽飼料，也用於製造乙醇、食用植物油、高果糖玉米糖漿和玉米麩質飼料等。在太平洋西北地區 (PNW) 出口的玉米量占美國玉米出口總量約 20%，出口至臺灣、中國大陸、日本及韓國較多比例是由 PNW 出口，臺灣約佔 PNW 出口量的 13% 左右。黃豆、豌豆、苜蓿和三葉草都是豆科植物，向日葵、油菜籽及黃豆等都是主要的油籽，大多數黃豆會被壓碎以獲得豆粕和豆油，而經由 PNW 黃豆出口量占美國出口總量約 25%。明尼蘇打州生產的黃豆粗蛋白質含量較低，而伊利諾伊州的品質較好，所以臺灣多喜歡伊州的黃豆，其運輸有以火車運至加州出口至臺灣或以河運至墨西哥灣岸再出口至臺灣二條路徑。TEMCO 裝運的

黃豆出口量中國大陸佔 99%的比例，近期因為中美貿易戰爭使得裝船數減少，由於 TEMCO 在華盛頓洲有塔科馬 (Tacoma) 和卡拉馬 (Kalama) 二處碼頭，因此現階段多以此處較南方的卡拉馬 (Kalama) 碼頭就近裝填貨物。

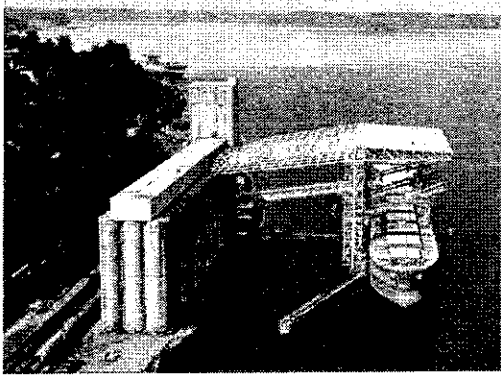


圖 69. TEMCO 公司碼頭全景。散裝貨船載貨操作區上方設有遮雨棚。

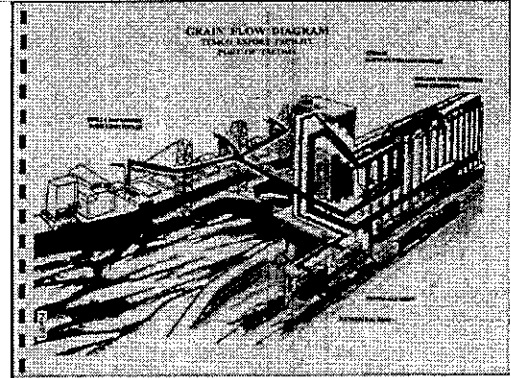


圖 70. 碼頭穀物進出穀倉示意圖。

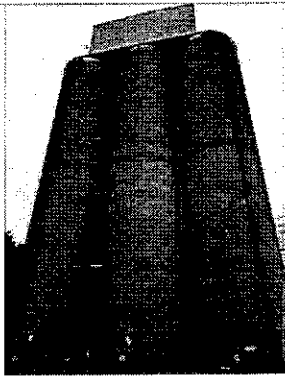


圖 71. 碼頭穀倉實景。

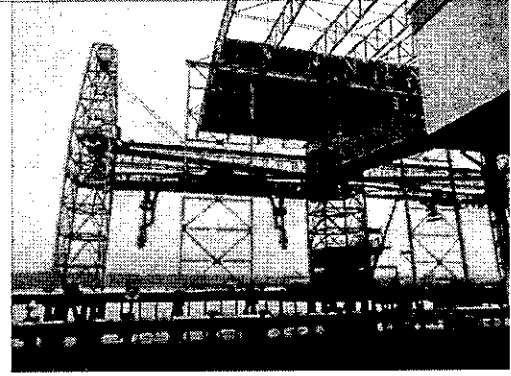


圖 72. 碼頭有雨遮及三組穀物裝貨口。

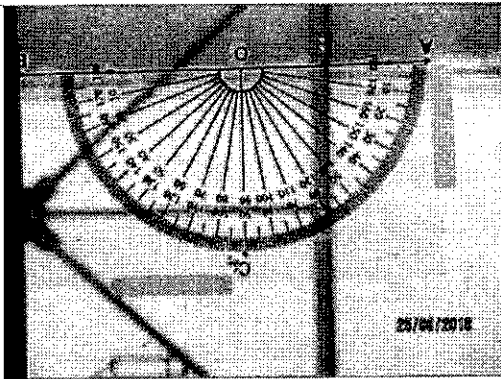


圖 73. 以量角器監測裝船時傾斜角。



圖 74. 穀物裝船理貨影像。



圖 75. TEMCO 公司碼頭員工與考察團成員合影。

Saturday, August 25, 2018

8/25 (六) 由西雅圖機場經韓國首爾轉機。

Sunday, August 26, 2018

8/26 (日) 23:45 抵達臺灣桃園國際機場。

參、重點摘錄與心得

1、健全的產銷供應鏈：

- (1) 農民：參訪的美國玉米田農場都是歷史超過或接近百年經濟世襲的產業，農民對於農場是以家族企業的態度來經營，對於自身從事的事業感到驕傲及尊重，願意讓自己的孩子持續的接棒，孩子也願意投入，以大量的機械力替代人力的投入，以最省人工方式栽培，以農業保險及部分產品預售方式分散風險，將所獲得的利潤持續的投入購置新設備，對於產業未來深具信心，並配合生技公司進行試驗研究，具積極嘗試各種改變，找尋最適合自己的運作模式，除了輪作玉米和黃豆外，也有兼營收購其他農民作物、販售種子及農藥等多角化經營模式。
- (2) 穀物銷售：農民可透過網站即時查詢各地公開透明的穀物盤價，出售生產的穀物由農民穀倉、鄉村穀倉、河邊穀倉至出口港穀倉層層轉運，透過卡車、火車及駁船等交通工具運輸，有一套完整的運輸體系，每個環結獲取了各自的利潤，共同目標為穀物出口；穀物出口方面，除了散裝船運外，貨櫃裝運站以物流及地利之便創造了商機，依不同的玉米產區、不同輸運路線、不同的出口國及不同的需求，做了不同的適切調整因應之。

- (3) 行千里路勝讀萬卷書，實地到美國玉米產地至港口走一遭，無論是農地種植、玉米乙醇工廠、國際知名穀物商以及屬一屬二的出貨港口，都讓我們對其規模之巨及競爭力之強而感到讚嘆。
- (4) 科技對於農業之應用，會因國家地理條件而有所不同，因此試用於美國現今農業之科技應用不見得就試用於台灣，但整個參訪過程中依舊讓我們印象深刻，尤其是美國農民對於自身事業的尊重及勇於實驗、改變的精神，參訪的農民皆已傳承第四代，而且也都長期與科技公司進行各項試驗以提供生產率，並以規模經濟來提升出口競爭力，這種精神值得我輩學習。

2、乙醇工廠、能源公司及玉米乾酒粕

- (1) 美國在西元 2012 年之前能源政策補貼下，設立了很多的乙醇工廠，在 2012 年發生乾旱，乙醇工廠使用之玉米原料價格大漲，而美國政府政策轉向停止補貼，造成多家之乙醇工廠倒閉，故長久要靠政府補助扶持的企業無法永續經營，只有當初設廠於玉米產地，配合有便利的交通運輸位置者，能以低運輸成本獲得原料及出售相關產品時，才能持續經營下去，印證 Location, Location, Location 的重要性。
- (2) 玉米乾酒粕為新興飼料原物料。由農業廢棄物轉為農業副產物，甚至成為玉米酒精工廠之重要收益。亞洲飼料廠對於玉米乾酒粕之品質與使用效果尚未具備充足信心。但因應全球人口上升與可耕地減少，使用可替代穀物之農副產物做為動物飼料原料為不可抗拒之趨勢。
- (3) 甲基第三丁基醚 (methyl tert-butyl ether, MTBE) 在無鉛汽油中添加以改善燃燒效率及減少爆震，然其會污染地表水及地下水，並證實長期暴露會誘發各種癌症，在美國已禁用，主要替代品為醚類及醇類，乙醇即是目前美國主推之商品，E10 汽油 (添加 10%乙醇) 在美國已經相當普及，甚至有 E85 的商品，為維護國人健康，臺灣應加緊腳步逐步停用 MTBE。
- (4) 由於中美貿易戰爭，中國大陸對美國玉米、黃豆及玉米酒粕等課徵反傾銷稅，使得相關產品在大陸市場無競爭力，現改以出國土耳其為主。參訪出口港時清閒的狀況顯示國家穩定政策、提升產品競爭力及分散市場風險的重要性。

3、生物科技公司 (Monsanto)

- (1) 生技公司：產業自主投入相關多的研發經費，生技公司研究人工合成肥料、植物育種 (育成耐旱、抗逆境品種)、農藥、生物製劑 (應用微生物改善作物生長環境)、基因改造種子 (抗病蟲、抗農藥)、栽培技術、土壤分析及水文監測等，

並結合衛星定位、空拍機、天氣預測等資訊，以大數據資料庫進行分析，建議農藥及肥料施用量，並以去年各田區收穫產量分布圖，給予種植建議（種子品種或同塊田特定區域種不同的品種混合種植），搭配 GPS 定位以可變速率的播種機，決定各區域（100 m² 為一耕種單位）的播種密度，進行科學化的田間管理，前瞻科技與大數據如何應用於提升農業生產效益與農業資源管理，另人印象深刻。

- (2) 由農民觀點闡述基改種子可減少農藥施用，減少人力並確保收益。高達 90%農民自願選擇種植基改玉米，也配合種子公司進行種子改良，極富研究精神，更顯示先進國家之農業技術改革中農民素質與教育水準皆扮演重要角色。在地大學之農業推廣教育功不可沒。
- (3) 美國農民在種植穀物作物時，以數據農業精確的進行合理化施肥及減量使用農藥，不僅可降低玉米的種植成本，也比較不會汙染環境，讓土壤永續使用避免土地超限利用的精神，非常值得我們學習。
- (4) 在未參訪 Monsanto 前並不是那麼的了解其公司成立理念與業務範疇，然而經過其引導人員詳細的解說及實地參觀後，即使無法馬上解除心目中的疑惑，但至少能夠理解其致力於農產品研發改良之用心及肯定其對於增加世界糧食供用之成就。
- (5) 在美國農業部、穀物協會及生技公司合作下，玉米生產量近百年來，已增加 7 倍產量，對於人類糧食產量及價格的穩定，具相當程度的貢獻。使美國的玉米及黃豆的出口銷售方面更表現出規模經濟的競爭力。

肆、建議

1、美國穀物協會

- (1) 依美國玉米分級中含水量會標示於官方所核發的分級證書中，但並不以含水量來決定該樣品之分級。含水量通常由買方於合約中指定，與分級無關。而 2015 年報告中所有出口集中區之玉米水分含量為 15.6%至 15.7%。美國玉米含水率略高，在不通風換氣的運輸過程中，會增加質變的風險，因此，水分可能是個問題，另外美國玉米近幾年粗蛋白質含量也有偏低的情形，目前幾乎在 7 - 7.5%，甚至偶爾也有測到 7%以下。
- (2) 承上，依臺灣目前飼料管理法，捌、飼料類國家標準成分表玉米粉最低粗蛋白質含量為 8%，水分含量為 14%，假設(1)為屬實則粉碎後即難以符合(2)。建議美國農民提高玉米的乾物率，考量氮肥施肥量是否足夠，若為玉米品種因素導至粗

蛋白質含量較其他產地為低時，建議依正規管道請相關單位做適切因應調整以符合相關規定。

- (3) 美國玉米分級方式僅參考外觀、破碎率及雜質等，尚未將玉米營養組成納入評價，但針對願意投入改善生產物品質的農戶，其產品能否做有效的市場區隔，讓有願意採購較高品質的買家得以有管道採買，也讓栽種較高品質的農戶取得相對報酬，產生正向循環。
- (4) 本次參訪中，美國大型穀倉公司、玉米酒精工廠或穀物收集站等，原料入倉前採樣區在自動取樣設備上方都沒有架設遮雨棚，若下雨天將增加質變風險，可能是黴菌毒素控制的漏洞，建議加裝遮雨設備。
- (5) 當玉米破碎粒或含粉量高時，在臺灣高溫潮溼的環境不利貯存，需增加防黴劑及黴菌毒素吸附劑的添加量，使飼料成本上升，改善玉米粒完整性與降低含水率，在產品競爭力上會更具優勢。
- (6) 參訪玉米農田過程中在田間可看到少量玉米已有長黴，臺灣亦曾對進口玉米進行黴菌毒素及保存期間毒素消長的調查研究（林等，2015），在北美洲生產的玉米嘔吐毒素（DON）較其他產地高，同時也有測到其他種類的黴菌毒素，詳如 <https://www.csas.org.tw/upload/file/20150923090632346.pdf>，黴菌毒素會隨著儲存時間而增加檢出率，倉儲期間劣變會增加玉米黴菌毒素之含量。
- (7) 承上，玉米乙醇工廠副產物的玉米酒粕纖維含量及適口性是限制單胃動物使用的因素，在豬飼料中一定比例以上會有採食減少的情形發生，故當玉米及大豆的價格便宜時，玉米酒粕使用量即會下降；另外，玉米油粕的產製過程，除營養分增加三倍外，黴菌毒素也會增加三倍，如何降低玉米的黴菌毒素含量，減少倉儲期間玉米的水分含量或者研發抗黴菌的基改玉米品種也許是個方向。如果能降低玉米酒粕的黴菌毒素含量，在飼料的使用上應該會更廣泛。
- (8) 送樣檢驗黴菌毒素通常為農民發現可疑（遭毒素污染）之樣品，因此導致檢驗數據偏高。美國聯邦穀物檢驗局（FGIS）應可提供官方依標準抽檢程序之正確資料，做為黴菌毒素污染陽性率官方數據，以消彌採樣偏差造成之誤導（商業廠自行檢測數據）。
- (9) 穀物運輸中遭受污染或毀損之風險，應可列於農產品保險含蓋之範圍內。如有航運中之物品變質，應確實追縱並調查受損貨物之原因，淘汰不適航運公司與提升運輸品質。在全球出口貿易競爭下，航運品質可能是影響貨物品質最關鍵也最難控制之最後一哩路。

- (10) 玉米酒粕乾燥製程可能形成梅納反應 (Maillard reaction)，造成品質的降低，雖然粗蛋白質含量高，但胺基酸的組成及品質可能不是很理想，首先可以建立國內畜禽對 DDGS 胺基酸利用率的基礎值建立，再以科研方式提升胺基酸利用率及調整成理想胺基酸比例，提供業者使用上參考。
- (11) DDGS 之胺基酸消化率，黴菌毒素檢測濃度報告，油質含量為影響飼料廠使用 DDGS 之主要考量。建議每批 DDGS 應有詳細標示，以利用用戶配方設計。
- (12) 應盡速建立使用 DDGS 於國內品種豬、雞、牛隻之飼糧參考配方，供飼料廠方便參考，減少因使用錯誤產生對商品之誤解。
- (13) 不同產區及不同工廠產品品質差異大，107 年的產品蛋白質及脂肪含量較歷年低外，第三季產品結塊狀況發生頻率比平均值高，結塊問題讓公司進貨入倉耗時外，巨大結塊的玉米酒粕突然被震下貨櫃時，突增工作人員的危險性，期能改善玉米酒粕於貨櫃內結塊問題、降低產品品質差異性及建立優良品質之廠商名單，讓購買者能選擇採買對象及品質。
- (14) 目前臺灣養豬場飼料自配戶中，原料使用玉米酒粕者似乎不多，原因除了價格考量因素外，農場的倉儲桶普遍不足是主要原因，透過補助倉儲桶費用不失為一種有效的推廣方法。
- (15) 國內對 DDGS 仍以農業廢棄物之概念使用。因此在價格上應較市場常用之蛋白質補充料便宜，以利區隔市場。
- (16) 目前台灣國內對於酒精添加在汽油的資訊並不普及，不管是環境空汙層面或是價格成本優勢還有目前有營運的駐點位置都不清楚。以現行運作方式，一般消費者依舊很難接收資訊，若中央層級不易推行，建議以人多或是願意採納環境議題的地方政府，大量文宣或是資訊流通的方式，讓民眾意識到酒精添加的好處並透過民眾的力量讓中央願意正視推廣酒精添加的議案，如果能讓台灣一般民眾了解，在汽油中添加酒精的優點，那麼消費者應該會較喜歡添加酒精的汽油。
- (17) 建議與國內醫學院合作調查 MTBE 對小鼠之為害。以國內汽油為材料進行測試對大眾較有說服力。
- (18) 建議與國內工程學系（大學）或車廠合作研究含酒精氣油對於引擎效能之影響。
- (19) 要改變使用習慣需要不斷的向社會大眾進行推廣，除政府單位的認同外，也要與業者達成某種程度（雙贏）的妥協，豬聯社每年辦理 10 多場的分區業務研討會都可以提供貴會宣導推廣。

- (20) 參訪人員絕大多數應是第一次參訪此類活動，建議美國穀物協會行前資料中可先提供美國官方統計數據、大學研究報告或歷次參訪之 Q&A，使參訪者約略了解美國穀物與其它產地穀物之具體差異與潛在優勢，並在行前會議中與當次參訪人員針對參訪對象初步蒐集相關問題。
- (21) 由於參訪行程間的討論都是即時且複雜，為能確實記錄實質內容，應於當日參訪完畢後進行討論，有助於團員對參訪內容有更深入的了解。
- (22) 美國經常辦理乳業展、豬業展、畜牧展及畜牧機械展等等，考察團行程規劃時可考慮配合展覽期程順道參訪，有助國內畜牧業之發展，進而增加穀物需求量。

2、政府

- (1) 氣候變遷極端天氣造成之農業損失與日俱增，農業保險「高需求、低意願」，初期編列大筆預算注挹推動落實，推動同時配合逐年調降天然災害救助金補助數額，讓農民對農業保險有感之後，再逐年減列恢復常軌。
- (2) 合理的施藥及施肥之環境友善耕作，輔以精準科學化的農業種植技術及結合大數據資料庫，提升單位產量及降低投入人力及成本，並由掌握種子公司的育成苗及種子數，在農產品單項種植量過高前給予警示，減少農產品過剩的機率。
- (3) 此次參訪農民及出口港口充分感受到中美貿易戰爭帶來的衝擊，顯示對單一出口佔有太大的比重也充滿著不確定因素，因此政經穩定政策是人民的殷切期待。
- (4) MTBE 逐步的減少使用量，對國人的健康應是有正面的幫助。

3、產業

- (1) 高需求、低意願的農業保險；生產機具及技術的更新與提升；農民自主性挹注協會或聯合會成立產業穩定基金，可能都是努力的方向，產業發展初期可靠政府的扶持與補助，步入常軌後仍需產業自主向上提升，逐步減少對政府的依賴。
- (2) 玉米由農場、穀倉、出口港至裝船過程中，有一套採樣流程及可追溯源機制，以確保出口玉米品質，購買的玉米有時粉狀物較多時，應是運輸過程導至玉米粉及破碎粒的集中或倉底所致。
- (3) 當士、農、工、商轉為商、士、工、農時，在傳統價值觀上從農不是一個好的選擇，為解決農業缺工問題，農委會竭心盡力推出新農業運動政策，推出漂鳥、築巢、園丁、農村再生及新農民培育計畫，主要都是號召青年與壯年返鄉歸農，多年來逐步有些成效，也有許多成功的案例，期望未來能翻轉農業，讓臺灣的農業也能和美國一樣，以家族企業的態度來經營，成為經濟世襲的產業。

