

## 發現農業新商機

# 「生物工廠/場」跨業交流 活動報導

撰文/許嘉伊·劉依蓁

### 前言

為推廣農業生技研發成果、並推動農業跨科技產業化整合發展，行政院農業委員會「農業生物技術產業化發展方案」委託台灣經濟研究院舉辦「2012發現農業生技新商機-跨業交流活動」，活動主題為「生物工廠/場(包含植物、畜禽及水產)」，藉由邀請產、官、學界重要人士參與，推廣農業生技研發成果並促進產學交流，進而推動生物工廠/場之技術開發合作、以及促成產業化整合發展(表一、圖一)。會議邀請到行政院農業委員會陳文德副主任委員致詞，陳副主委亦是農業生物技術產業化發展方案召集人，他表示過去雖然曾發生糧食危機，但隨著國際貿易盛行，一般認為糧食危機似乎不會造成很大的嚴重性，因為各國間的糧食可互補；然而近幾年國際穀物價格波動卻越來越頻繁，且波動時間越來越短，長期穀物價格變化過大，反應出全球人口急遽增加、可耕地有限的情況，使得糧食的「量」再度受到重視。因此育種家不斷開發新品種，甚至是導入外來基因的基改技術，皆希望克服種種困難，提高單位面積產量。此外，如何在有限的土地下立體化栽培增產，植物工廠(場)也是另一重要議題，植物工廠(場)發展空間大，然而競爭力需建立於成本上，各種應用技術都提供各界進一步思考的方向。生物工廠(場)不論在植物、動物、魚類

都有無限發展空間，因此藉助專家學者及業者共同聚焦討論，為促進臺灣農業發展及全球糧食安全邁進。

### 永續生物產業-生物工廠(場)

農業生物技術產業化發展方案吳金洵總主持人談「永續生物產業-生物工廠(場)」，從氣候異常、人畜爭糧、海洋資源耗盡、糧食短缺、能源危機等國際重要議題，切入以生物工廠(場)作為因應對策之探討，導出農業生物技術產業化發展方案相關之研發成果，包括：蝴蝶蘭梗苗海運人工光源、抗逆境及高肥料利用率之優良水稻、生產無特定病原迷你豬、生長快速吳郭魚種苗之篩檢平台、石斑魚口服免疫增重技術、全球第一支豬用 PRRS 次單位疫苗、國內第一支本土蘇力菌製劑等。希望藉由此交流活動，促進植物、水產、畜禽、跨領域產業之產學研技術交流與合作，形成系統化產業鏈，產生聚落聯盟效應，以農業生物技術配合資通訊科技、環控設備等技術，讓台灣成為全球生物工廠(場)的開創先鋒。

台灣經濟研究院生物科技產業研究中心孫智麗主任談到在綠色革命後，農作物產量的提升雖然解決了糧食問題，但化肥及農藥的大量使用對土地造成極大壓力，不但遠超過土地的負荷量，也造成河川海洋的汙染。另一方面，科技雖然大幅提升農業

表一 2012年「發現農業生技新商機-跨業交流活動」議程

時間	活動/演講主題	主持人/演講者
9:30-9:50	報到、交流	台灣經濟研究院生物科技產業研究中心
9:50-10:00	貴賓致詞	行政院農業委員會 陳文德 副主任委員
10:00-10:15	永續生物產業-生物工廠(場)	農業生物技術產業化發展方案 吳金冽 總主持人
10:15-10:20	農業科技再起!	台灣經濟研究院生物科技產業研究中心 孫智麗 主任
10:20-12:00	「植物工廠/場」趨勢與展望	台灣大學生物機電系 方煒 主任 行政院農委會農試所 施昭彰 研究員 野菜工房農業科技公司 林銘村 總經理 太平洋建設公司 章啟明 總經理
12:00-14:00	交流餐會	農業生物技術產業化發展方案 台灣經濟研究院生物科技產業研究中心
14:00-15:00	「水產工廠/場」趨勢與展望	成功大學生物科技所 陳宗嶽 所長 慕洋生物科技有限公司 楊惠郎 執行長 中華海洋生技公司 林宗憲 副總
15:00-16:00	「動物工廠/場」趨勢與展望	台灣大學動科系 蕭世民 教授 慕德生物科技有限公司 張覺前 總經理 祥圃實業股份有限公司 林陽山 協理
16:00-17:00	交流討論	農業生物技術產業化發展方案 吳金冽 總主持人

產量，但是相對必須耗用更多能源及水資源，在能源短缺的今日，如何節約並使用再生性能源成為無可避免的趨勢。此外，由於糧食長程運輸造成食品品質低下的食品安全議題，引起先進國家消費者對在地農產品的重視；然而更加嚴重的問題是糧食跨海運輸的模式大量消耗石化能源，造成近年糧價隨石油價格波動，此時在地生產以及全年穩定供應農產品，成為全球已開發國家的重要課題。因此，無論從供給、需求、環境或生態層面來看，目前主流的慣行農業都必須轉型。而我國工業發展目前也面臨發展之瓶頸，過去鮮少追求產品創新卻致力於不斷降低生產成本、大規模生產競爭之結果，造成工

業產品生命週期縮短、業者利潤微薄，以致產業外移及就業減少之現象。因此，如何運用農工科技之跨領域整合，將農產品在環境控制下進行工廠化、規格化生產，發展品質穩定之高附加價值農產品，將是重要課題，也是主辦這次跨業交流之主要目的。

### 「植物工廠/場」趨勢與展望

#### (一) 植物工廠(PF) / 垂直農業(VF)--理念、訴求

臺灣大學生物機電系方煒主任以「植物工廠(PF) / 垂直農業(VF)--理念、訴求」為題指出，作物栽培系統之演進由露天栽培、簡易設施、環控溫

室、至植物工廠(場)，藉由投資提高可控項目，降低風險。由於植物工廠(場)生產的蔬菜，可說天天是當季，其背後隱含地產地消的概念，不僅超新鮮且食品里程低；不再因受限於天然環境而強調所謂的適地適作，免除高損耗、高油耗的產銷方式，「LOCAL for LOCAL」將成為主流。以德國 VF 計畫為例，建築使用 0.2 公頃腹地，年產能 4,900 噸，相當於 216 公頃農地年產能，節地幅度 1,080 倍。植物工廠(場)的理念是將生產過程的風險控管至最低，包括天災、病蟲害、水、空氣汙染等，關鍵訴求有：(1) 1 超、1 高(新鮮、營養)；(2) 4 無(農藥、重金屬、蟲卵、輻射)；(3) 3 低(生菌數、硝酸鹽、損耗)；(4) 5 定(產能、產程、成本、售價、品質)；(5) 5 C (Clean, Clear, COOL, Cheerful, Convenient)，其中 COOL 是指 Certification Of Origin Labeling。植物工廠(場)具高度時代意義，連結到糧食安全、食品安全、追求價值等議題，為一個農工商整合的平台，新農業需要新農民。植物工廠(場)不能只重設備、硬體，更重技術及軟體，且系統整合、系統設計為關鍵。

## (二) 人工光源在植物工廠(場)的角色

行政院農業委員會農業試驗所施昭彰研究員探討「人工光源在植物工廠(場)的角色」，人工光源應用在作物生產需具備的要件包括：滿足作物生育所需的波長及強度、投入成本低、壽命長、使用方便、置換簡易快速等。在增進光對高密度種植的效用方面，在鄰近植株因遠紅光子的反射降低了紅光對遠紅光子的比率，從而導致莖伸長率增加；隨著植株老化，樹冠密閉，進一步相互遮蔭增加了光合的競爭；遮陰的葉片在樹冠下獲得較低光合有效輻射和較低紅光對遠紅光子的比例。在對策上可採整型、修剪植株，以截(擷)取最大光源，或是開發類似太陽光之人工光源利用。在光波長對植物生育影響方面，紫外光 B 區對形態生理的影響極小；紫外光 A 區具光周期效應，抑制莖伸長；藍紫光於葉

綠素等光合色素吸收比例最高，光合效率高；綠光於葉綠素吸收率低，色素的吸收率不高；紅橙光有利於光合產物如醣類的合成，對光合作用與光周期效應影響顯著；紅外光則影響開花與種子發芽。接著探討高壓鈉燈、LED 燈、混合光源於作物生產及能率、成本的問題，不同光源組合需考慮氣溫方能高產。

## (三) 野菜工房

野菜工房農業科技公司林銘村總經理表示，過去一般對於植物工廠(場)的定義，均以生產高品質、潔淨無毒的蔬菜為訴求，希望作到穩定生產，突破環境、氣候因素，不再看天吃飯。新一代的植物工廠(場)不再只是強調先進技術、邊際應用效應，而是產能、成本控制與節能。大家對植物工廠(場)其實並不陌生，例如菇蕈/豆芽類栽培可說是最成熟的植物工廠(場)應用；花卉種植也使用半封閉型環控，結合太陽光及人工補光系統，控制光週期、溫濕度等；而葉菜類植物工廠(場)則採用多層次架構，需完全依賴人工光源；瓜藤、漿果類屬於長時生長周期作物，於養分調整、光照度要求、光週期控制、授粉等作業均更複雜，需對栽培技術有更深了解，以進行嚴謹環控。一般而言，使用趨近於全光譜的 LED 燈進行多種物種的種植均可適用，但在照度的需求上則需配合物種而調整強弱與照射時間，與不同植物的需光特性相同。現行的植物工廠(場)除了在技術方面不斷突破之外，更強調安全食材的概念，甚至有貼近一般家庭的家庭農場。

## (四) 植物工廠(場)商業應用與發展

太平洋建設公司章啟明總經理談到「植物工廠(場)商業應用與發展」，近年營建業吹起綠色風潮，太平洋建設把人工光源型植物工廠(場)導入社區與家庭，迷你農場宛如精緻的具擺飾，種菜收就在自己的客廳裡，成為植物工廠(場)實務應用上的新風貌。太平洋植物工廠(場)商業化模式，是與不動產結合，運用太平洋品牌建立通路，建構



綠色平台，並創造綠色運動，引起風潮。除了植物工廠(場)生產外，通路包括家用型、社區型、商圈型、項目開發型等各階段規劃。家用型傢俱化家庭菜園，可因應裝修櫃體打造，景觀植生牆、食用香草栽種、觀賞花朵、水生動植物箱等，在家享受農趣，吃得安心，且富教育意義。社區型太平洋鮮活綠色超市，在台北東區設置前店後廠之都會型植物工廠(場)，具備生產、通路、零售、展售、觀光、生態教育之綠色概念店。商圈型太平洋森活廣場，在中國重慶已設置大型綠色超市，建立商品銷售平臺與植物觀光工廠(場)，並於上海五角場地下商場，打造結合森活理念的多元服務綠色商場。甚至構思太平洋森活市，打造生態城市綜合體。

## 「水產工廠/場」趨勢與展望

### (一) 未來的水產養殖產業趨勢--發展水產生物工廠(場)

成功大學生物科技所陳宗嶽所長以「未來的水產養殖產業趨勢 -- 發展水產生物工廠(場)」為題指出，相較於植物與畜產，水產養殖的複雜度較

高，不論在水體的處理及相關的工程設施都具有很大的挑戰性。除了人類食用之外，漁產同時也是飼料的重要成分，面對人畜爭食的壓力，發展水產養殖來滿足市場需求便成為當務之急。石斑魚為台灣水產養殖業的主要魚種之一，具有較高的經濟效益，如何提高附加價值為養殖魚業的發展重點。水產養殖產業發展的瓶頸為病害問題，一般石斑魚種苗的存活率不到 0.3%，疾病控制的重點在於環境好壞、宿主的抗病能力以及病原體，過去傳統水產養殖產業的最大盲點為過度依賴經驗法則，欲發展工業化水產養殖模式必須透過相關軟體開發，以及養殖數據資料蒐集來逐步完成。成大經過七年的時間，以標準化動物模式建立第一代養殖系統，以及第二代和第三代育苗場，並建構標準的養殖流程(SOP)，輔以 Radio Frequency Identification (RFID) 等技術將石斑魚資料建檔，數據化管理將有助於個體管理以及配種等工作。目前的生物工廠(場)多在魚苗的階段，種魚部分尚無法以生物工廠(場)的模式經營，未來將可以結合後續冷凍及加工產業，使石斑魚的生產履歷更為一體。

## （二）研發石斑養殖科技到產業落實

慕洋生物科技有限公司楊惠郎執行長分享「研發石斑養殖科技到產業落實」之經驗。產業科技化可以協助水產養殖業者達到永續經營，然而水產養殖業的發展瓶頸為病害問題，從 80 年代發展的草蝦、白蝦，以至於九孔及石斑魚都遭受病害問題的影響，面對這些問題，學者必須徹底分析原因，建立科技化 (Technology based) 水產養殖產業。該團隊以石斑魚為目標魚種，著手解決魚苗質與量的問題，針對疾病預防、育苗環境的物理及生化條件以及營養來源等關鍵點進行改善。石斑魚飽受神經壞死病毒及虹彩病毒的危害，80 天的育苗期都有可能受到病毒的感染，於是研發團隊開發可在魚苗階段使用之口服疫苗，爾後也完成注射型病菌或病毒次單位疫苗的開發，並進一步建立無病毒石斑育苗生產系統，分別就疾病控制、環境以及營養層面控管，迄今近四年已連續成功生產無病毒感染之魚苗，有 100% 的穩定成功再現率，除此之外在單位產量及魚苗品質方面也大幅提升。綜合以上所述，研發團隊由一系列的產品開發，建立高品質石斑魚苗生產系統 SOP，此技術已技轉慕洋公司，並建立穩定石斑魚苗生產平台，其高抗病力之魚苗（資優斑）的存活率皆大於 80%。安全生產鏈的建立，將使石斑魚養殖業達到永續經營，朝農業精緻化邁進。

## （三）高價石斑魚商業化室內養殖概況

中華海洋生技公司林宗憲副總以題為「高價石斑魚商業化室內養殖概況」表示，管理學大師曾預言水產養殖是二十一世紀最具潛力的投資標的，但全球水產養殖業面臨許多風險，包括天候變化、環境汙染、病毒感染、濫用藥物以及水質生態破壞等，產業的發展將仰賴學界的支援。因為水產養殖的建造成本較高，中華海洋生技以單價較高的石斑魚為主要生產標的，模擬海洋的自淨作用，發展出無須換水的 Ecological Recirculation Aquaculture System (ERAS) 生態循環養殖系統，使養殖環境能

夠不受天候影響，封閉的系統更可以有有效的防治外來病菌，提高存活率。養殖成功的四大因素包括穩定的水質生態、健康的魚苗、健康的餌料、以及科學化的管理，每一個養殖期的數據資料統計和分析都對未來的養殖環境控管帶來相當的助益。中華海洋生技積極發展技術合作與整廠輸出業務，目前已於馬來西亞建立石斑魚生態循環養殖場，並且扶植汶萊興建約 20 公頃的生態養殖園區。如何兼顧產值與環境保護成為發展生物科技養殖技術的重要議題，然而室內生態循環養殖將是最佳的解決方案，同時也將創造無限的商機以及永續經營。

## 「動物工廠/場」趨勢與展望

### （一）垂直農場進化為垂直菜市場

國立台中教育大學國企系鄭尹惠副教授以「垂直農場進化為垂直菜市場」的概念，闡述低碳農業 - 跨領域合作的絕佳商機。農業發展面臨土地資源減少、運送成本、以及消費者信任度等問題，為了解決以上問題以及開創新的產業型態，促成「垂直農場進化為垂直菜市場」的概念形成。垂直農場的概念是將垂直養殖的植物模組結合水產養殖模組，在同一棟大樓或是鄰近的垂直農場生產農產品，在消費區生產的食物除了新鮮度大幅提升之外，產品的生產過程也在消費者的就近監督下接受最嚴格的考驗。此外，超市模組是將垂直農場結合自動販賣機，成為垂直菜市場，使消費者體驗現摘蔬菜及現撈活魚的全新感受。在生物工廠（場）化方面，以豬隻批次生產為例，將每一批生產的哺乳仔豬將進行分批飼養，採用批次統進統出的模式管理，減少水平感染的機會，相較於連續式一貫化生產，豬隻具有較佳的健康狀態。阻斷疾病傳播為批次生產系統的最大優點，其次豬舍還可定期清空，利於維修和清理，並且增加豬隻的生產效率，同時也可以使豬隻的生產履歷更加完整。垂直菜市場及豬隻批次生產都是以現代科技結合傳統農業而成的概念，期望能夠以科技的形象提升年輕人參與的意願，達成戶

戶皆農場，自備菜市場」的願景。

## （二）生物工廠(場)技術--豬隻產業 整合應用與發展

慕德生物科技公司張覺前總經理談「生物工廠(場)技術--豬隻產業 整合應用與發展」表示，生物技術聚焦在畜禽產業的主要目的在於增加產量、改善品質以及降低成本。為了建構整合型農業生技產業平台，除了生物營養、疾病防治、繁殖育種等技術之外，還必需整合田間管理系統，才能夠生產出品質優良、價格有競爭優勢的農產品。產品規格標準化是工廠化生產的關鍵，利用最有效的成本完成科技化發展可說是十分重要。全球最大的豬肉消費市場在中國，大約占全球豬隻的 51%，但中國的豬隻產率和良率相當低，因此亟需生物安全系統與生物工廠(場)系統來管理。相較於傳統連續式的豬隻生產流程，三點式生產流程的建構是將哺乳仔豬、保育豬以及生長肥育豬分成三個定點管理，小豬在出生 24 小時內就透過 RFID 開始進行個體化管理，包括批次辨認、豬舍管理、疫苗接種以及飼料投予，在溫度自動控制的環境下，開放性的管理更能符合動物福利的理念。目前正在建構 A+++-i5 Model，建立「農業雲」系統，將各廠豬隻的生理值以及農業資訊匯流在一起，進行智能化的管理。期望台灣能發展扎實的農業智財發展平台，協助農業生技的產業應用國際化，使轉譯農業成為台灣的競爭優勢。

## （三）祥圃實業

祥圃實業股份有限公司林陽山協理表示，「吃的安心」是消費者對於農產品的一大訴求，建立透明、安心、信賴的食材供應鏈是企業應具備的社會責任。祥圃實業從國外的產品代理做起，2005 年開始從事飼料製作，從原料來源做嚴格把關，運用 Datastor 生產控制系統，以條碼標示控管包含物料配方、秤量、批次、倉儲以及產品追蹤的整個生產過程，建立完整的產品履歷追溯系統。公司近年來

更擴展業務範圍，於 2011 年購置牧場，與 Hypor 公司進行豬隻的種源技術合作，結合豬場管理系統以及 RFID 科技，協助品牌肉品的發展。另一方面該公司也積極開拓食材通路以及建立品牌餐廳，使豬肉供應鏈更加完整，成為農場到餐桌的整合者。以生物工廠(場)的模式經營畜牧產業，除了消費者要有正確的認知，更應要同時兼顧農民的合理收益、動物福利以及生態環保，農業生技的整合將提供給農場與消費者雙方互利的生產平台。

## 結語

發現農業新商機 -「生物工廠/場」跨業交流活動不僅邀集植物、畜禽及水產生物工廠(場)相關之產官學研代表齊聚一堂，更邀請光電業、電子業、及創投與會，從跨界對話的模式激盪創新思維，共同關注此一跨領域整合之發展趨勢。

AgBio

許嘉伊 台灣經濟研究院 生物科技產業研究中心 專案經理  
劉依柔 台灣經濟研究院 生物科技產業研究中心 助理研究員