

台灣植物工廠發展現況與展望

方煒

台灣大學生物機電系

摘要

基於國際趨勢與社會情勢的發展，近幾年來植物工廠 (Plant Factory) 在東亞受到高度重視，同一名詞在歐美則以垂直農業 (Vertical Farming) 稱之。不論是植物工廠或是垂直農業，不僅學研單位投入，農工商企業界與各地政府也都大力投入資源，目標不僅在取得研究成果，更考量其全球化的商機。本文簡介台灣在植物工廠領域投入的學研單位以及工商企業界投入的現況，並針對後者與前者在環境控制技術上的落差提出比較，可做為後者改善的目標。植物工廠的新型生產方式正成為改變傳統農業生產方式的新亮點，它不但有望以更少的資源產出更多的蔬菜和糧食；在農村年輕人力流失的現況，植物工廠還可為提高農村就業率做貢獻，為縮小城鄉差距作貢獻。更終極目標是促進高效糧食增產目標之實現，還農地於山林或海洋，為人類未來做出貢獻。

1. 前言

完全人工光控制型植物工廠在臺灣正逐步形成農工商融合的新產業；本文旨在介紹台灣植物工廠產業的發展，包括學研單位與工商企業界的推動現況與未來的展望。本文所謂植物工廠主要是指允許全年穩態量產短期葉菜、香料作物與具特殊風味的高單價作物的環控設施，不包括組織培養苗、菇蕈類、芽菜與花卉等作物的栽培設施。

傳統農業純屬靠天吃飯，量多價跌的鐵律使得豐收都不見得是好事。除了季節限制產品種類與天候影響栽培與收成之外，病蟲害的影響也頗大，於是農民使用農藥來確保收成。因農藥使用不當而造成消費者對食品安全產生疑慮的消息時有所聞；又為了提高產能，過度使用肥料也是常見，不僅增加成本、污染農田、河川、湖泊與海洋，更可能造成硝酸鹽含量過高，傷害了消費者。

全球人口的膨脹與水資源的匱乏都是全球性的大問題，全球人口目前為 70 億，未來四十年有可能增加到 92 億，以目前仍有將近 10 億的飢餓人口來算，40 年內需要提升將近 58 % 的糧食產能。以現有耕地已經使用了 80 %，加上全球暖化、海平面上升、氣候異常、土地沙漠化、農地轉型工業或都市用地、油價高漲、能源匱乏等不利因素下，前景堪慮。傳統農業也用去了全球約 87% 的淡水資源。所以單位面積生產力的大幅提升與節水技術

的建立都是刻不容緩的研究課題。

植物工廠並非新的科技，但近年來由於光電技術與空調技術的大幅進步，使得完全人工光型的植物工廠成為經濟上可行的投資，於是吸引了大多數人的重視。透過投資將影響收成的風險最小化，讓產品的品質與安全更有保障；透過管理讓栽培過程對環境的污染最小化，透過系統化設計讓高效能運轉成為常態，同時讓資源的使用更有效率，因為植物工廠產業的興起，高效能量產生鮮作物，同時兼顧節水、節地、節能、減碳、減廢的目標正逐步落實。

2. 植物工廠的特色

植物工廠是台灣該發展的新3C產業

植物工廠是新3C產業，此3C分別為Clean, Clear 與Cool。除了字面上的意義之外，都各有隱喻。Clean 除了代表產品潔淨，也指符合京都議定書所訂 Clean Development Mechanism (CDM, 清潔發展機制) 規範，包括節能、低碳等均屬之；Clear除了指產程透明與產期可規畫之外，也指符合農產品可追蹤化，可建立產銷履歷；Cool 則有更多元的意義，可代表栽培環境都有空調所以很涼或指工作輕鬆、環境舒適，也代表所有產品都具備產地的認證 (Certification Of Origin Labeling, COOL)，生產者自負產品的所有責任。

台灣發展植物工廠有非常好的優勢，首先是工業優勢，相關設備包括空調、無塵室、隔熱資材、節能燈具、控制系統、機電設備等有不少廠商，經過整合，系統造價絕對可以比日製系統便宜一半以上。加上台灣高學歷人才豐富，學界也已建立相關的關鍵設備與技術。再者，目前各縣市也有不少廢棄蚊子館或是各大企業停用的廠房或倉庫，未來因照不到足額學生而停開的幼稚園、中、小學的教室，這些硬體設施都可以作為植物工廠預定地。政府提供一些誘因，相信很多企業願意加入這一新產業，並讓廢棄的資產活化並提供就業機會。

植物工廠採用了製造業生產的光源、空調、感測、控制、節電、隔熱及資訊等相關技術。從這一意義上來說，植物工廠具有“工業性”，而栽培植物本身又是一種生命現象，需要採用農業和農學相關的栽培技術及經驗，所以又具有“農業性”。有人認為植物工廠是介於工業和農業之間的“中間產業”，事實上，不僅二者缺一不可，而且可說是一種超越了工農業的新產業。植物工廠還可能會涉及環保產業、服務業、知識產業及包括醫療、保健及福利在內的健康產業等，成為可稱作環保健康產業的新產業。

植物工廠產品的特色：1超1高2低3無與4定

完全密閉型植物工廠可以定期、定量、定品質的生產超新鮮、高營養（1超1高）、低生菌數、低硝酸鹽（2低）、無農藥、無重金屬、無夾雜蟲卵（3無）的蔬菜、香料及草藥。售價上也可以全年固定的單一價格。簡言之，產品的4定為定期、定量、定質與定價。此處的定期可以依銷售計畫做彈性設計，可以是每天、每兩天或是每週收穫。產品可以做到此四定，產能規劃、工作排程與後續的行銷規劃都相對容易進行。在日本，植物工廠產品的推動還可加上“無輻射”作為宣傳口號。

企業推動植物工廠的4好

企業推動植物工廠可帶來至少四個好處，首先是賞心悅目，企業內部空曠空間、廢棄倉庫、停用的半導體廠、無塵室、潔淨室等可以用來建立植物工廠，可使組織中的員工於每個月有數次在安全愉悅的環境下進

行蔬菜或是小型觀賞盆栽，譬如：放在桌上觀賞用的迷你玫瑰、迷你蝴蝶蘭、迷你仙克萊、觀賞用番茄、觀賞用辣椒等的生產。

其次是讓員工紓解工作壓力，不僅可以減少公司內部員工福利社買菜/佈置支出，更可增加美觀；還可以在收穫作物甚至是增加收入的同時享受生產與接觸到生物的樂趣，能體會此樂趣的人若增多，相信能減輕精神壓力，平日即可發揮植物的療效，不要等發生了心理疾病才想到園藝治療。

其三可以確保健康，自己種菜有沒有噴農藥自己知道，員工福利社使用自己種的蔬菜可確保安全；辦公室的空氣與植物工廠的空氣還可以互通，利用植物來淨化空氣。

其四，植物成長的乾物重，都等同於累積了二氧化碳，一旦碳足跡成為品牌價值，當低碳成為品牌的一部份，當碳稅成了可交易的金融商品，更顯植物工廠的優異性。由植物工廠的產能推算減碳量，在碳交易上也可有額外收入。大公司尤其是製造業在污染地球的同時還須考量地球責任，那麼推動植物工廠也可收減碳之效，推動在地化的植物工廠其實可以拯救工業。

植物工廠的五多

植物工廠採多層式立體化栽培，所以需要蓋廠的用地面積不大，位於日本京都北方琵琶湖附近的童話天使(Fairy Angel)公司福井植物工廠，年產300萬株葉菜（約300噸），其廠房也不過2850 m²。要達到類似產能的溫室，至少要數十倍以上的面積。植物工廠可建築在不平坦的土地、大小都市中的空地/畸零地、大型建築物的屋頂、室內、地下室、海埔新生地或荒地上，廢耕農地，混合住宅地，辦公大樓內；將可為希望從事半日輕勞動作業的人帶來工作機會及生存價值並增加區域經濟收入。

由於植物工廠可提供安全愉快的輕勞動工作，老農不用退休，每天從事半天輕勞動，不僅可當做運動健身也可以有收入，生活可以比現在仰賴補貼更有尊嚴。除了老年人之外，也可提供身障者、家庭主婦或失業者新的就業機會，可增加缺乏平坦耕地之地區及都市中新的就業機會，增加農家及相關人員的全年就業機會，也可讓從事不同領域工作的居民於日常生活中參觀、體驗植物工廠，

或於工廠內實際勞動，讓居民更加了解農業，也有助於食物教育及環境教育。

植物工廠的“五多”指的是允許在多樣的地區中以多樣的形式由多樣的人以多層的方式進行多樣植物的生產，可振興/創造以農業為基礎的全體環境健康產業。由植物工廠生產出的蔬菜及花卉提供給鄰近的都市社區，只需短程運輸，食品里程數短。減少輸送時間及包裝即是降低成本。除了在地生產、在地消費之外，也可實現產地直銷，做到生產者與消費者雙贏。

目前有機風氣盛行，但是台灣的大多數有機產品來自海外，或空運或海運，其碳足跡不少，顯然講究健康卻不管地球。植物工廠的產品可以做到又健康又環保。針對短期葉菜類而言，新鮮比有機更吸引人。

3. 台灣的植物工廠現況 (2012)-學研界 台灣大學

本校生物資源暨農學院於 2010 年組成橫跨十個系所的研究團隊，在校內、農委會、國科會與教育部經費支持下啟動了台灣植物工廠的研究、教育與推廣工作。在此之前台大生機系與億光公司、豐藝電子及中國砂輪等企業於 2007~2009 的產學合作中開啟了企業投入植物工廠研究的先河。在這幾家公司中，只有一家退出，其他目前都仍持續投入此產業。更早之前，台大與光茵公司更是針對 LED 應用於植物照明進行基礎研究與設備開發。

2010 年 1 月筆者投書中國時報社論廣場後獲得不少民眾對植物工廠的注意與迴響，後續促成新世紀光電公司投入此產業。更在天災人禍不斷的外在因素刺激之下，植物工廠相關軟硬體系統的需求增加，關注的企業數不斷增加，也促成了兩個協會的成立。

本校生農學院在李校長的支持下，於 2010 年 11 月建立太陽光利用型與完全人工光控制型植物工廠（圖 1，2）的研究與量產示範平台；也在農委會與國科會支持下，應用這些平台進行了三年（2010~2012）的研究；更在教育部支持下於本校推廣教育中心成立植物工廠學分班，開啟了將此領域對企業推廣的大門，目前也已完成累計五個學期的學分班、技術研習班與應用技術研習班，總計有超過兩百位企業人士參與至少三十小

時的授課與實習。期間亦協助促成台灣植物工廠產業發展協會與中華植物工廠協會的成立，前者由工研院主導成立，後者由台大推廣教育班學員自發性成立。

台灣大學所建立的試量產平台也於 2012 年 6 月開始進行試行銷的運轉，除了提供本校生農學院植物工廠研究團隊的研究之外，也結合校內福利社進行每日定量供貨銷售的小型商業化運轉，透過每日供貨的機制，讓學生與助理熟悉商業運轉所需各項細節的操作。具特別風味的新興產品（芝麻菜、冰花）也提供校內餐廳做創作料理的開發。



圖 1. 台大的完全人工光植物工廠以廢棄的頂樓溫室改建，遠端可看到屋頂建置太陽能板與風力發電裝置



圖 2. 台大的完全人工光植物工廠內部量產室一景，最上層使用 LED，下面兩層使用 T5 螢光燈管照明

農業試驗所

農業試驗所也在公務預算支持下於 2012 年在霧峰總所建立了一套示範系統，允許蔬菜作物的自動上下架。可惜因為是公家的身分，不進行量產的栽培。這點筆者有不同的看法，因為不進行量產，將看不到業界實際量產時面臨的問題，也可能錯失解決真正問題的機會。

台南區農業改良場

台南區農業改良場在 20 餘年前場址還在台南市內時就已進行芽菜立體化量產的自動化研究，目前也以溫室作為短期葉菜類的量產平台，同時包括一些相關自動化設備的研發。

4. 台灣的植物工廠現況 (2012)-企業界

工商企業界也自行或委外施工建置植物工廠並進行商業化量產運作，部分公司並開始對外招商與設廠。較知名的有光茵、野菜工房、昇活網、億光、新世紀光電、庭茂、太平洋集團等公司，較少人知道的則有日商新日輕、中國砂輪與主業為衛浴設備的麗萊登公司、中福國際與新金寶集團等。

光茵公司與太平洋集團合作，以推動家庭綠化、家庭農場與社區農場為主，光茵公司為設備供應商。野菜工房更已有協助多家公司建廠的實績，其中包括紅柿子食品、賀田植物工廠、元通光電、太平洋集團 SOFRE3H 廣場與映興電子等，主要生產萵苣類及十字花科類作物，部分以開設店面販售方式為主，局部作為契作戶，契作業者要獲利是相對困難的。庭茂科技的三廠正在建設中，預計年底可完工，一場在陽明山上、二場在信義計畫區，作為餐廳裝潢的一部分，提供展示與生產功能，以葉萵苣及冰花為主，搭配會員制餐廳銷售產品(圖 3)。中福國際為日產 300 株萵苣類作物的規模，在未全部完工之前即已投入局部量產(圖 4)，以葉萵苣及芫荽為主，產品銷售鄰近住戶與燒烤店。新金寶集團已完成一廠(圖 5)及二廠(圖 6)的建置，每日產能約為 1100 株，為目前規模最大的公司，以萵苣類及芽菜為主，在公司內外以會員制進行銷售。

光茵、野菜工房、億光、新世紀、元通、



圖 3. 庭茂植物工廠二廠之一景



圖 4. 中福國際植物工廠之一景
(施工中即投入量產)



圖 5. 新金寶集團植物工廠一廠
(研究中心)之一景



圖 6. 新金寶集團植物工廠二廠
(量產中心)之一景



圖 7. 新金寶集團植物工廠二廠栽培之波士頓萬苣

映興與金寶的負責人都是來自光電業，太平洋為建築業，紅柿子為食品業，賀田為金融業，庭茂為水電業，麗萊登為衛浴設備業者，中福為紡織業，均旺為能源業。

5. 針對環控的討論

業者自行建立或委外施工的植物工廠其自動化控制的層次差異相當大，當然投資額度也差異很大，兩者均為最高者當屬新金寶集團。該公司的植物工廠事業部門也是國內唯一取得兩項 ISO 認證的公司。

野菜工房在國內有不少業績，類似的系統已蓋了幾家，其環境控制頗陽春，只有透過空調系統進行溫度的控制，均缺乏日夜溫差的調控；濕度控制為選項之一，但大多數未安裝；養液控制也均全部仰賴手動調節。儘管系統較為陽春，在造價上似乎也不是很便宜。搶先其他公司具備建廠能力應是吸引其他有興趣業者委託施工的主因。

上述系統尚缺乏的控制項目包括了濕度控制、風速控制、二氧化碳控制、酸鹼度與養液電導度的控制等。其結果是作物栽培時間延長，產品鮮重較少，產能低、資源使用效率差、生產成本提高。對光源的選擇也缺乏判斷的標準，建廠者供應甚麼就接受甚麼。業主對於該光源所能提供的光量、光譜與耗電多半欠缺了解。對於作物的選擇也是跟著大眾走，不是萬苣就是十字花科作物，下一批適栽作物如何挑選，也缺乏一個評估的依據。光源選擇的性價比評斷標準更是沒有建立，廠商提供甚麼就是甚麼，日累積光量是否足夠也多半未被重視。

如表 1 所示為整合式環境控制系統應該包含的項目，但大多數業主目前的系統只有

表 1. 完全人工光型植物工廠適用的整合式環境監控

| | |
|---|---|
| 風 | 使用風扇將氣流速率調整到 0.3~1 m/s |
| 光 | 各階段日累計光量調整到最適當 (< 17 mol/m ²) |
| 溫 | 葉片溫度與空氣溫度維持在日夜最適值 |
| 濕 | 空氣濕度維持在 70~85% (VPD 調整到最適當) |
| 氣 | CO ₂ 濃度維持在 1000~2000 ppm |
| 養 | 養液調整到最適當，變動達最小 |
| 菌 | 有害微生物的繁殖與生長控制在最低 (過濾與滅菌) |

表 2. 兩不同單位栽培相同作物之環控項目差異與產能比較

| 環境控制項目 | XXX 公司 | 台灣大學 |
|----------------------|---|-----------------------|
| 日夜溫差 | 無 | 有 |
| 日累積光量 給光小時數 光量 | 偏低 10~12 hrs <150 μmol/m ² /s | 適當 16 hrs > 200 |
| 濕度控制 | 無 | 有 |
| 風速控制 | 無 | 0.5 ~ 1 m/s |
| CO ₂ 補充 | 無 | 1200 ppm |
| 電導度 | 1.8 mS/cm | 1.2 |
| 收穫日數 | 播種後 44 天 | 播種後 35 天 |
| 單株鮮重 | 60~75 克/株 | 120~140 克/株 |

表 3. 完整的監控系統應該具備的項目

| | |
|---|------------------------------|
| 1 | 執行感測，取得訊號輸入值 (AI, DI, Video) |
| 2 | 依據控制策略計算訊號輸出值 (AO, DO) |
| 3 | 輸出控制訊號，執行控制動作 |
| 4 | 輸出輸入訊號轉換成數據做儲存 |
| 5 | 儲存設定條件 |
| 6 | 允許在遠端進行歷史數據回顧、瀏覽與條件設定 |
| 7 | 警報訊號提供 |

溫度控制一項，較佳者還有日夜溫差的設定，較差者日夜溫差全然靠給光與不給光來決定。

如表 2 所示為兩不同單位栽培相同作物之環控項目差異與產能比較。基於控制項目的差異，該公司與台大栽培相同作物的比較，由播種至收穫所需日數上，前者多了一週多(44 vs. 35 天)，在單株鮮重上，前者則只有後者的一半。

日前，該公司自行計算栽培成本，在不考慮人工費用的前提下，單包葉菜的生產成本已達 43.5 元而售價是 49 元，其一包多半由 2~3 株所組成。若能透過整合式環境控制系統的建置達到改善之目標，相信在本成本上可以大幅降低，達到轉虧為盈之目的。

表 4. 學界與業界截至 2012 年建立的小、中、大型植物工廠在監控項目上的比較

| 完全人工光型 | 人工光源 | | | 規模, m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|----|--------------------|-----|------|------|------|----|----|----|-----------------|--------|----|-------|-----------------|-----|-----|---|
| | LED | CCFL | T5 | <5 | <50 | <100 | >100 | >500 | 溫控 | 光控 | 光質 | CO ₂ | 濕控 VPD | 氣流 | pH/EC | NO ₃ | 微生物 | ISO | |
| 光菌開放架 | X | O | O | X | X | O | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 光菌環控架 | O | O | O | O | X | O | X | O | X | X | | | | | | | | | |
| 野菜工房 賀田植物工廠 元通光電 映興電子 太平洋 SOFR3SH | O | O | X | X | X | O | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 庭茂 | O | O | O | O | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 昇活網 | O | O | X | O | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 億光 | O | O | O | O | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 新日輕 | O | O | O | O | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 中國砂輪 | O | O | X | O | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 麗萊登 | X | O | O | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 新世紀 | O | O | O | O | X | X | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| 台大開放架 | X | O | O | X | X | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| 台大環控架 | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | X |
| 台大量產型 | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | X |
| 金寶集團 | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| 中福國際 | O | O | X | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | X |

如表 3 所示為較完整的監控系統該具備的項目，但大多數業者的設備只有具備前三項最基本的功能，其他全部從缺。透過網路進行遠端監控並與影像監控結合的功能更是欠缺；雖非屬必要，但是當場數增加時，要能高效管理，此些系統也會成為基本配備。

如表 4 所示為目前學界與業界所建立的小、中、大各型植物工廠在監控項目上的比較，其中，多數業者只有溫控功能；對硝酸鹽的控管也較缺乏；有些業者甚至也缺乏二

表 5. 學界與業界截至 2012 年建立的小、中、大型植物工廠在人工光源與規模

| 完全人工光型 | 人工光源 | | | 規模, m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|----|--------------------|-----|------|------|------|----|----|----|-----------------|--------|----|-------|-----------------|-----|-----|-------|
| | LED | CCFL | T5 | <5 | <50 | <100 | >100 | >500 | 溫控 | 光控 | 光質 | CO ₂ | 濕控 VPD | 氣流 | pH/EC | NO ₃ | 微生物 | ISO | |
| 光菌開放架 | O | | | O | | | | | | | | | | | | | | | |
| 光菌環控架 | O | | | O | | | | | | | | | | | | | | | |
| 野菜工房 x2 | O | | | | | | | | | | | | | | | | | | O O |
| 賀田植物工廠 元通光電 映興電子 | O | | | | | | | | | | | | | | | | | | O |
| 太平洋 SOFR3SH | O | | | | | | | | | | | | | | | | | | O |
| 庭茂 x3 | O | | | | | | | | | | | | | | | | | | O O O |
| 昇活網 | | O | | | | | | | | | | | | | | | | | O |
| 億光 | O | | | | | | | | | O | | | | | | | | | |
| 新日輕 | O | O | | | | | | | | O | | | | | | | | | |
| 中國砂輪 | O | | | O | | | | | | O | | | | | | | | | |
| 麗萊登 | O | | | | | | | | | | | | | | | | | | O |
| 新世紀 | O | | | | | | | | | O | | | | | | | | | |
| 台大開放架 | O | O | O | O | | | | | | | | | | | | | | | |
| 台大環控架 | O | | | O | O | | | | | | | | | | | | | | |
| 台大量產型 | O | | | O | | | | | | | | | | | | | | | O |
| 金寶集團 x2 | O | | | | | | | | | | | | | | | | | | O O |
| 中福國際 | | | | O | | | | | | | | | | | | | | | O |

氧化碳施肥這項最基本的配備；對微生物的控管，確保產品品質，確保低生菌數的過濾與滅菌系統也大多缺乏。

表 5 為目前學界與業界所建立各型植物工廠在人工光源與規模的比較，其中，以小於 100 平方米的規模為最多，但是大規模的業者也在持續增加中；人工光源則以使用發光二極體為最多。

6. 結論

植物工廠被認為是二十一世紀解決人口、資源、環境問題的重要途徑，也是未來航太工程、月球和其他星球探索過程中實現食物自給的重要手段。現階段農業的核心價值除了食品安全與高效能之外，基於縮短食品里程數，在地生產、在地消費理念應是另一個核心價值。

學研界或是企業界重新研發台大在十餘年前就做過的環控、栽培、效能提升、成本降低、系統整合等課題，有些浪費資源。透過技術轉移或是授權的合作機制是目前台大在推動上的既定方向。整合所有資源，在既有的基礎上往下一步發展才是該走的方向。

光是環控一個課題目前局部業者建立的植物工廠就有很大的改善空間，產品安全、高效能與節水、減碳不能只是口號。以部分業者建立的系統來看，植物工廠的優點多半沒有具備，變成只是一個使用人工光栽培的水耕系統，沒有滅菌設備投入，沒做好衛生管理卻宣稱可以現場採栽，免洗直接鮮食。有些業者甚至把植物工廠變成是一個吸金的工具，以創投的宣傳方式，現場擺設臨時移植過來的作物，搞形象宣傳而沒有務實的投入。在產業新興之際，這些錯誤的理念與商業手法都非常不利於產業的永續發展。

做為全球的新3C產業，具備4定4好5多的特質，植物工廠值得政府跨部會整合資源來大力推動。政府只需提供誘因，台灣具有不錯的優勢來建立相關產業，產業建立後更可以整廠輸出模式在國際上推動，協助紓解全球化的包括三農/環境/水資源/能源/糧食等問題，行銷的內容可以是相關產品/設備/廠房/技術等。植物工廠的新型生產方式正成為改變傳統農業生產方式的新亮點，它不但有望以更少的資源產出更多的蔬菜和糧食。在農村年輕人力流失的現況，植物工廠還可為

提高農村就業率做貢獻，為縮小城鄉差距作貢獻。更終極目標是促進高效糧食增產目標之實現，還農地於山林或海洋，為人類未來做出貢獻。

參考文獻

1. 方煒。1993，發展本土化精密溫室與植物工廠之可行性分析，八十二年度國科會。國科會計畫編號：NSC 82-0409-B-002-028。
2. 方煒。2001。番茄種苗自動化立體栽培植物工廠之建立。農委會農糧處計畫。計畫編號：90 農科-5.1.1-糧-Z1(6)。
3. 方煒譯。古在豐樹編著。2011。太陽光型植物工廠—永續性的先進植物工廠。豐年社。ISBN 978-957-9157-49-0。
4. 方煒譯。高辻正基著。2011。完全人工光控制型植物工廠。豐年社。ISBN 978-957-9157-54-4。
5. 方煒、張明毅、鄔家琪。2007。發光二極體應用於都會區潔淨蔬菜量產之研究 I。億光公司產學合作報告。
6. 方煒、張明毅、鄔家琪。2008。發光二極體應用於都會區潔淨蔬菜量產之研究 II。億光公司產學合作報告。
7. 周瑞仁、方煒、林達德、江昭暘。2010。優化利用太陽能與傳統能源以發展先進植物工廠生產系統 I 結案報告。國科會。
8. 周瑞仁、方煒、林達德、江昭暘。2011。優化利用太陽能與傳統能源以發展先進植物工廠生產系統 II 結案報告。國科會。
9. 周瑞仁、方煒、林達德、江昭暘。2012。優化利用太陽能與傳統能源以發展先進植物工廠生產系統 III 結案報告。國科會。
10. 陳保基、方煒、林達德、羅筱鳳、鍾仁賜、陳郁惠等。2010。高效節能植物工廠 I 結案報告。臺灣大學生農學院。
11. 陳保基、方煒、林達德、羅筱鳳、鍾仁賜、陳郁惠等。2011。高效節能植物工廠 II 結案報告。臺灣大學生農學院。
12. 陳世銘、方煒、顏炳郎、廖國基、羅筱鳳、張耀乾。2010。整合節能與精準栽培技術

於植物工廠生產體系之研發 I 結案報告。農委會。

13. 陳世銘、方煒、顏炳郎、廖國基、羅筱鳳。
2011。整合節能與精準栽培技術於植物工廠生產體系之研發 II 結案報告。農委會。
14. 陳世銘、方煒、顏炳郎、廖國基、羅筱鳳。
2012。整合節能與精準栽培技術於植物工廠生產體系之研發 III 結案報告。農委會。

Current Status and Development of Plant Factory with Artificial Light in Taiwan

Wei Fang

Dept. of Bio-Industrial Mechatronics Engineering National Taiwan University

Abstract

Due to global trends and societal situations, plant factory caught lots of attention nowadays especially in East-Asia. The term ‘Vertical Farming’ is much popular than ‘Plant Factory’ in US and Europe. Both aiming at the same thing - growing plants in a controlled environment with or without artificial light in a vertical manner using multi-layer shelf. Due to its global business opportunity, PF attracts not only people from the academic sector, but also people from industry, business, finance and governmental sectors. This paper introduced the current situation of PF in Taiwan including the efforts from the academic sectors and from private companies. The difference in the levels of the integrated environmental control (IEC) from two parties also revealed that the IEC might lead to great difference in not only days to harvest but also the fresh weight of the produce. It is very promising that PF can operate efficiently, using less resource to produce more food, providing job opportunity in remote sites far from the cities. It is also promising in saving lands for the food production and returns the cultivated land to the Nature, thus making the contributions to mankind.