

產學合作案結案報告書

華生技 104 產學字 002 號

改善新型植物工廠應用於蔬菜 產能提升分析

甲方：王信記塑膠工業股份有限公司

乙方：中華學校財團法人中華科技大學

生物科技系

計劃主持人：郭鐘達、張育奇

摘要

隨著科技進步，現代農業科技發達，利用「植物工廠」所植栽的作物，以達到「二低三無」的階段，所謂二低，是指低生菌數、低硝酸鹽，而三無則是無農藥、無重金屬、無蟲卵。在樂活天堂與健康養生的同時，此類型飲食文化與食材已蔚為流行。近年來，台灣已有多間科技大廠，紛紛投入資金，建置環控式植物工廠，搭上健康養生的「綠金」風潮。而萵苣在西式餐點料理，其生菜沙拉中用量頗大，其價格亦高於一般葉菜。

因此本研究擬探討以植物工廠水耕栽培為主，以T12燈管作為植物生長之光源，分析三種不同配方，包括配方A(增加氮含量10%)，配方B(增加鉀含量5%)，配方C(增加氮含量10%及鉀含量5%)。觀察第零天、第七天、第十四天，每個配方分別施作在15株萵苣苗。在實驗進行過程中，每3天量測水耕養液之pH及EC變化。每7天量測各株葉片數、株高。實驗開始與結束各量測葉綠素值。結果發現配方C在株高上與葉片數增加上之表現最好，同時增加肥料含量，對萵苣生長速度都有明顯之影響(如圖一及圖二所示)。此外，我們亦比較萵苣之地上部鮮重及地下部鮮重，基本上三種配方(包括配方A、B、C)，其栽培的萵苣地上或地下鮮重，仍以配方C表現較優，未來將進一步在環控栽培室內以水耕種植，並探討養分對萵苣生長之影響。

關鍵詞：植物工廠、株高、鮮重、萵苣生產製程

前言與文獻回顧

植物工廠的定義，主要是指是指環境可以受到控制，且可以完全不管外在環境惡劣程度，達到全年無休的量產植物之場所。而量產植物則需要二大條件，包括：生長環境必須可控制，另一個要件則是減少植物生長的逆境。

例如在溫室中的光量控制，須以遮蔭網遮掩過多陽光，如果光線部則，亦需要以人工方式補光，以補自然光照之不足；此外，溫、濕度之調控，亦是十分重要。而達到全年穩定量產的設施，就稱之為「植物工廠」。

隨著科技進步，現代農業科技發達，利用「植物工廠」所植栽的作物，以達到「二低三無」的階段，所謂二低，是指低生菌數、低硝酸鹽，而三無則是無農藥、無重金屬、無蟲卵。在樂活天堂與健康養生的同時，此類型飲食文化與食材已蔚為流行。近年來，台灣已有多間科技大廠，紛紛投入資金，建置環控式植物工廠，搭上健康養生的「綠金」風潮。我們可以依照日本模式，透過觀察日本政府推動植物工廠之方向，以高額的補助設備與資材，使企業能快速及專注，建立植物工廠之發展商業模式及產品推廣。2011年311大地震之後，植物工廠逐漸受到日本消費者重視，整體營運逐漸達到商業化生產水準，使日本的植物工廠建廠水平與整體發展，皆已達到國際最先進之國家。

儘管日本的植物工廠發展較早，日本植物工廠經營實例中，仍將近60%植物工廠廠商發生虧損仍持續經營，目前僅有10%，具有營業利潤，其最主要之因素是沒有合適的銷售市場與通路管道。

整體而言，日本已成功之植物工廠公司，其背後具有兩大特點：包括第一、經營時間較長的業者已經在過去攤提設備成本，才能達到損益平衡。一般而言，大約 10 年以上投入設備成本之的業者，其相關設備投資成本才能回收，並邁向獲利渠道。第二、投入植物工廠營運前，已明確區隔顧客對象與銷售通路，包括特定的餐廳或實體連鎖超市通路等。

以亞洲國家所開發出來之植物工廠，大致可分為研究型、示範教學型、實體樣板店鋪型、大規模量產型、小型貨櫃模組型、小型家電型或家俱型。其中實體樣板店鋪型、與大規模量產型較為常見，也是目前植物工廠在商業營運模式之主流型態。以日本未來公司，此為實體樣板店鋪型之植物工廠，密閉型空間，同時完全以人工 LED 光源進行水耕栽培之植物工廠。以 20 坪單位面積，搭配 7 層的立體水耕式栽培法，主要栽種蔬菜及香草，同時依照種類不同，生產量每天可達 300 珠萵苣等蔬菜與 600 珠香草類蔬菜。並與知名餐廳合作，做為沙拉的食材。至 2012 年已開設 10 家門市，未來更朝著建造暨量產研發功能的研究量產型植物工廠(GreenRoom)，達到從研發、生產、銷售之上中下游和一隻整合型公司。

臺灣與日本比較，可以發現台灣擁有發展植物工廠極佳之優勢，包括台灣過去發展半導體廠，具有工業設計與設備之優勢，植物工廠相關設備，舉凡空調、無塵室、隔熱材料、節能 LED 產地、電子電機控制系統、機電設備等，台灣擁有重質式的設備整合能力。整體系統造價，可比日製系統便宜至少一半以上，達到降低設備成本之優先目標。

在日本，每株蔬菜之生產成本約為日幣 80-90 元，整體分析發現三分之一

為設備折舊費，三分之一是能源(光、熱)費，三分之一則是人事成本費，因此日本想盡辦法來透過研發設備來降低生產成本，而台灣相對於日本，設備成本、折舊費用都相對低，人事及管銷成本更是比日本低很多。可惜台灣政府當局並未充分支持與補助，使台灣即使有良好技術及發展空間，但是其建置與營運成本仍十分高昂，進而使食材與末端售價，無法與傳統農耕競比。此外，植物工廠之所使用之肥料，目前仍是十分熱門的主題，如何使葉菜類之賣相佳，口感與其他方面可以與一般栽培相提並論，因此本論文擬分析不同配方對萵苣之影響，進而作為植物工廠量產之分析模型。

材料及方法

1. 數值分析

本實驗以量化描述一個群體的特性，利用平均值(mean，及標準差(standard deviation)來概廓分析實驗結果，或者是依照其分布(distribution)情形來討論全體的狀況。測量值達常態分布，測量萵苣的長度，計算其平均值、標準差，並分兩大群以直方圖統計。此外，研究會針"樣本"作分析。樣本即是一個母體(具有一些我們感興趣的屬性,如數量,大小)的一小部份,取樣的原因是因為要捕捉,測量所有的個體是非常耗時或/且昂貴的,使樣本可以得到與做完全體測量的結果相近的結論。本次實驗參考捉放法,並分析準確性因子。捉放法最早由丹麥的漁業學家.G.J. Petersen 在 1890 年代發展,在 1930 年代後開始使用在其他生態學的研究。主要的做法是將群體中的一部份成員作上標記,再放回群體中,之後重新取

樣，計算有標記者的比例，進而依據下列的公式估計這個群體的總數量，作上標記的總數(M)/群體大小(N) = 取樣中有標記的數目(r)/取樣的總數(n)。

2. 實驗用的萵苣(*Lactuca sativa* L.)條件設置

先在小型植物生長箱內育苗長至 5-6 片葉大時，移入可控制溫濕度及光週期的環控栽培室內，以水耕種植，實驗進行2 週，約可成長至預定體型。其生長環境設定為日/夜溫25/22 °C，日/夜相對濕度為70% / 80%，光週明/暗期20/4 hr。

每個光質處理種植15 株萵苣苗。在實驗進行過程中，每3 天量測水耕養液之pH 及EC 變化。

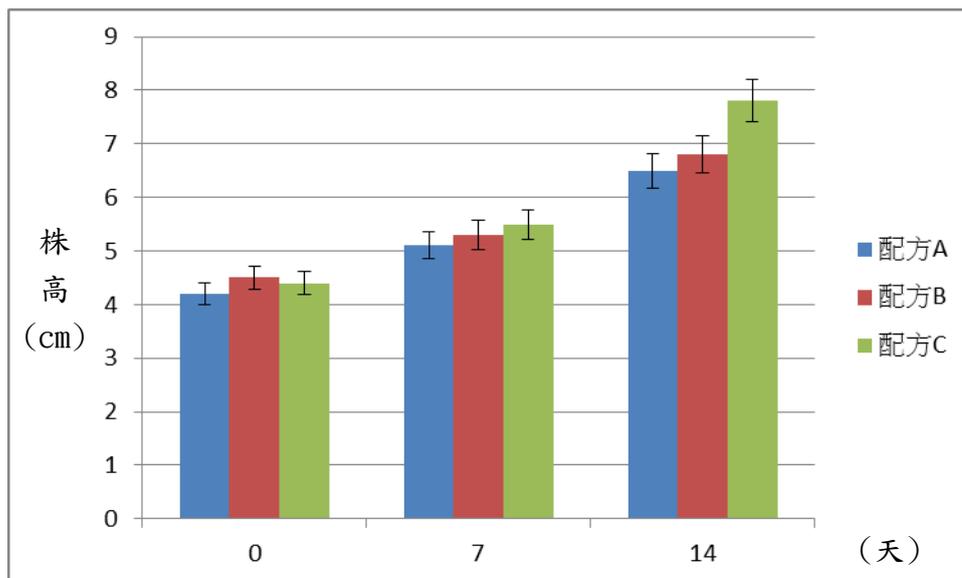
每7 天量測各株葉片數、株高。實驗開始與結束各量測葉綠素值。實驗結束後，量測各株地上部鮮重、地下部鮮重、糖度、維他命C、硝酸鹽含量及進行官能品評。官能品評的試驗方式為選10 位測試者，針對各處理組的萵苣的色澤、脆度、口感分別進行評分，最低為0 分，最高為5 分。

(上述實驗參考國立宜蘭大學生物機電工程學系張明毅、簡君良；國立宜蘭大學園藝學系鄔家琪、許碩庭、劉瑜珊；國立台灣大學生物產業機電工程學系方煒團隊研究資料)

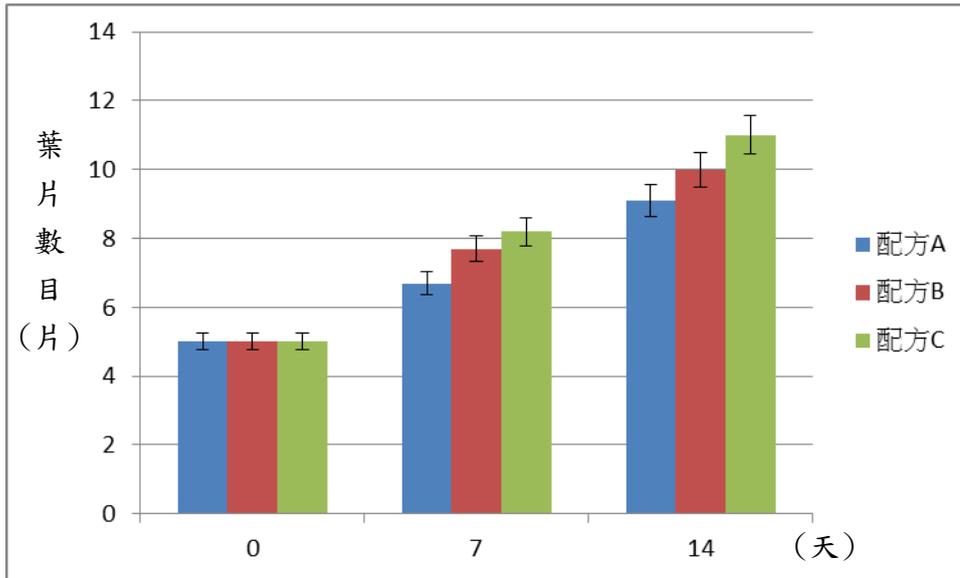
結果與討論

(1) 探討不同培養基對萵苣的葉片數與株高之生長曲線圖

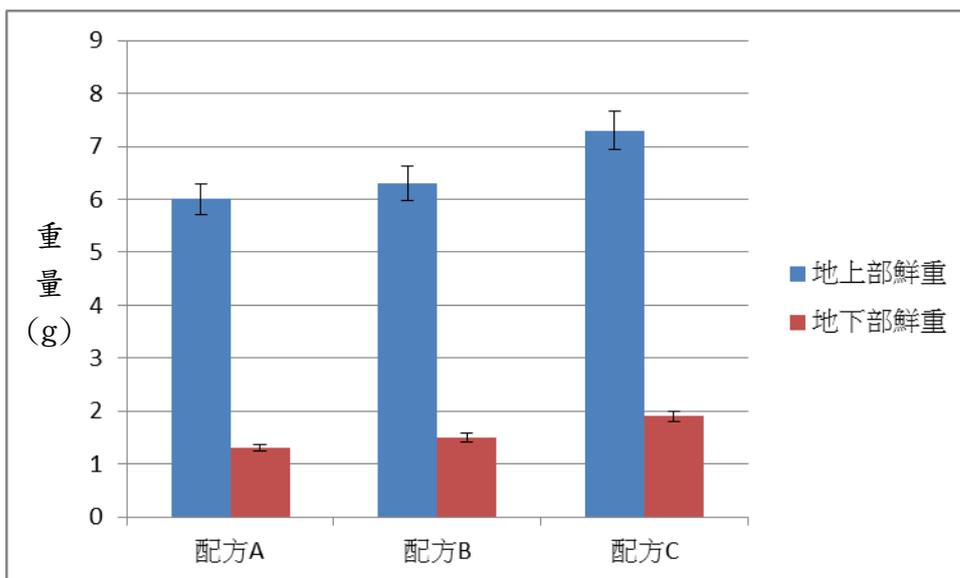
本次實驗，以T12燈管作為植物生長之光源，分別比較三種不同配方，包括配方A(增加氮含量10%)，配方B(增加鉀含量5%)，配方C(增加氮含量10%及鉀含量5%)。觀察第零天、第七天、第十四天，每個配方分別施作在15株萵苣苗。在實驗進行過程中，每3天量測水耕養液之pH及EC變化。每7天量測各株葉片數、株高。實驗開始與結束各量測葉綠素值。結果發現配方C在株高上與葉片數增加上之表現最好，同時增加肥料含量，對萵苣生長速度都有明顯之影響(如圖一及圖二所示)。此外，我們亦比較萵苣之地上部鮮重及地下部鮮重，基本上三種配方(包括配方A、B、C)，其栽培的萵苣地上或地下鮮重，仍以配方C表現較優(如圖三所示)。



圖一、不同植物工廠水耕肥料對萵苣之生長曲線-株高之分析圖



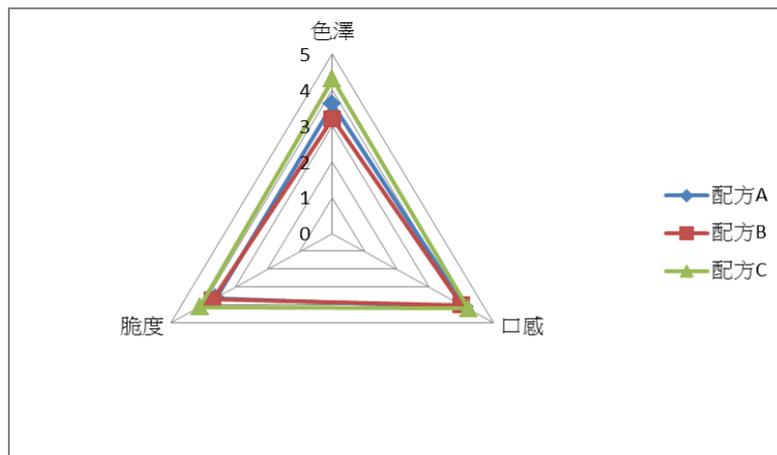
圖二、不同植物工廠水耕肥料對萵苣之生長曲線-葉片數目之分析圖



圖三、不同植物工廠水耕肥料對萵苣收穫時之重量比較

(2)官能品評分析

本次實驗以不同配方ABC，在第十四天種植出來之萵苣，進行官能品評。結果如下，部官式哪個配方(包括配方A、B、C)，其在口感度之表現都不錯，此外整體表現，分別在口感、色澤、脆度三方面，配方C之整體表現都十分傑出，其分數最高可達4.3分，而萵苣官能品評結果，圖中三角形愈大，欲接近正三角形者，品質較佳。



圖四、萵苣官能品評結果，圖中三角形愈大，欲接近正三角形者，品質較佳

致謝

感謝華生技 104 產學字 002 號之經費協助完成此產學合作案。

參考文獻

1. Yano Research Institute (2011) , “Plant Factories in Netherlands and Japan: Research Findings in 2010”Research Summary.
2. Chiba University: International Meeting of Plant Factory, Nov. 2012.
3. Yano Research Institute (2013) , “High Performance, High-Valued, “Next-Generation Plant Factory” Market in Japan: Key Research Findings 2013”Research Summary.” Research Summary.
4. 方煒 (2012) , “台灣植物工廠發展現況與展望” , 精密設施工程與植物工場實用化技術研討會專輯, 行政院農業委員會台南區農改場。

5. 蔡致榮、邱相文（2012），“荷蘭與日本植物工場最新發展”，精密設施工程與植物工場實用化技術研討會專輯，行政院農業委員會台南區農改場。
6. 方煒（2010），“東亞植物工廠現況與台灣發展相關產業的 SWOT 分析”。2010 農機與生機論文發表會論文集，中華農業機械學會。
7. 社團法人國家生技醫療產業策進會