

輪轉吊盤式立體栽培架之研製

田雲生、蔡正宏、張金元、戴振洋

摘 要

試驗研製1臺輪轉吊盤式立體栽培架，以AC 220 V×1/2 HP電動減速馬達驅動，鏈輪、鏈條帶動6組懸吊承盤迴轉，可依作物栽培需求而調整承盤之間歇迴轉頻率、速度，以及搭配輪轉定位進行噴霧灑水作業。經試驗結果顯示，吊盤式栽培架日耗電量320 wh，換算電費約1元；設施內光照強度6~8萬Lux，輪轉吊盤式栽培架每盤平均光照2.5~3萬Lux；白天平均溫度44.6°C，每盤溫度介於30~35°C，因栽培架具遮陰效果，夏季芫荽於設施內生長良好；另穴盤芫荽較一般露地夏季栽培快10天採收，產量則為1.7倍。

前 言

臺灣氣候複雜多變化，農業生產經常遭逢颱風、季節風、寒流及乾旱等天災逆境影響，造成農作物減產、損害而引發產銷失衡、物價波動等問題。現愈來愈多農友採行設施溫網室栽培，尤以蔬果、花卉等高經濟作物為大宗，並運用各類機械化、自動化技術輔助作業，以及在設施內配置環境控制設備，可調節溫度、濕度與光照等微氣候條件，並營造穩定生長環境，以提升農產品品質與收益；另藉由改善設施結構、立體化栽培等措施，可提高土地利用與管理效能，達節能省碳的功效。

所謂「立體栽培」，就是使用多層架進行栽培管理，並結合無土介質(泥炭苔、椰纖等)、容器(槽、籃、袋等)耕作、養液肥灌(滴灌、微噴灌等)、電照補光技術加以應用。國內外目前已有旋轉式、根系噴霧式、垂直多層平面式、立柱式等立體栽培方法，種類型式繁多，其中構造最簡單的栽培裝置是「垂直多層平面式栽培床」，光照量為其生產管理上最大的影響因子，意即下層栽培床會受上層之遮蔽

影響，因而產生遮陰效應，造成作物徒長、生長勢不一致等問題，雖可經由人工補光或調整種植間距、定植時間等方式克服之，但仍有其限制條件。

本場本(102)年度執行「設施蔬菜立體化栽培模式－關鍵技術之研發」計畫，係為解決芫荽夏季高溫生理障害問題，並試驗研發與應用立體化栽培架，以適度提高單位面積產量，期減輕該敏感性作物產銷失衡之機率為主要研究目標。基於每一作物皆可獲得較為均勻光照量的考量，並以35格穴盤(長55×寬39 cm)為栽培容器，試驗研製橫移植床、垂直迴轉承盤、改良 A 型架及輪轉吊盤等4種型式之栽培裝置，前三者係無動力式；最後者則為電力驅動，且其作業性能較為完善，即針對該輪轉吊盤式栽培架之組成、性能與試驗結果簡介如下。

內 容

規劃設計輪轉吊盤式立體栽培架之組成架構包括機架與支撐座、垂直對稱六瓣板、6組懸吊承盤、動力源與傳動機構、電控箱，以及附屬噴霧裝置等，若以承盤面積(6盤×66×320 cm)除以栽培架佔地面積(200×350 cm)約等於1.8而言，本立體栽培架之土地利用可增加80%。

輪轉吊盤式立體栽培架為水平迴轉作動，動力源採AC 220 V×1/2 HP電動馬達，並以鏈輪、鏈條帶動懸吊承盤迴轉，懸吊承盤係以2塊對稱六瓣形支撐板承載懸吊盤，每組承盤上皆可放置穴盤或其他栽培容器進行生產管理。若以每盤35格之穴盤為例，同時間可放置42盤，相當於1,470株或其倍數。電控裝置可設定懸吊承盤每天迴轉作動之起訖時間、每次迴轉後之間歇(暫停)時間，選擇正逆轉方向、手動或自動作業，調整迴轉速度，以及緊急停止等安全機制之作業功能。另附掛式噴霧裝置，可搭配懸吊承盤迴轉定位控制而進行噴霧灑水作業。圖一為試驗組裝完成之輪轉吊盤式立體栽培架外觀與噴霧作業情形。

為了解穴盤內介質多寡對芫荽生長的影響，以長55×寬39×高6.7 cm之35格穴盤為栽培容器，每盤裝填泥炭土(歐盟)深度分別為1、2、3、4、5 cm等5種處理(自底部突起約0.7 cm起算)，每處理3重複，並以慣常方式栽培管理；每穴播種3粒，發芽後留1株，每週隨機擇取5株調查葉片數、地上部鮮重、地上部乾重，並比較其差異。自101年12月26日播種，102年2月20日試驗結束之調查結果如表一所示，可

知芫荽的葉片數、地上部鮮重、地上部乾重皆隨介質深度增加而增加，其中介質深度5 cm的葉片數是介質深度1 cm的1.73倍；地上部鮮重與乾重則更提高至6.57及6.21倍。所以，可確定的是穴盤栽培之介質裝填量必須儘量至滿載為佳；另在試驗調查的過程中亦發現，當介質裝載量較少時，芫荽萌芽、生育初期之光照情形，會受穴格內壁遮蔽影響，造成植株徒長現象，並以介質深度低而愈趨明顯。



圖一、輪轉吊盤式立體栽培架。

Fig.1. The rotary type vertical culture device.

表一、穴盤芫荽不同介質深度之試驗結果

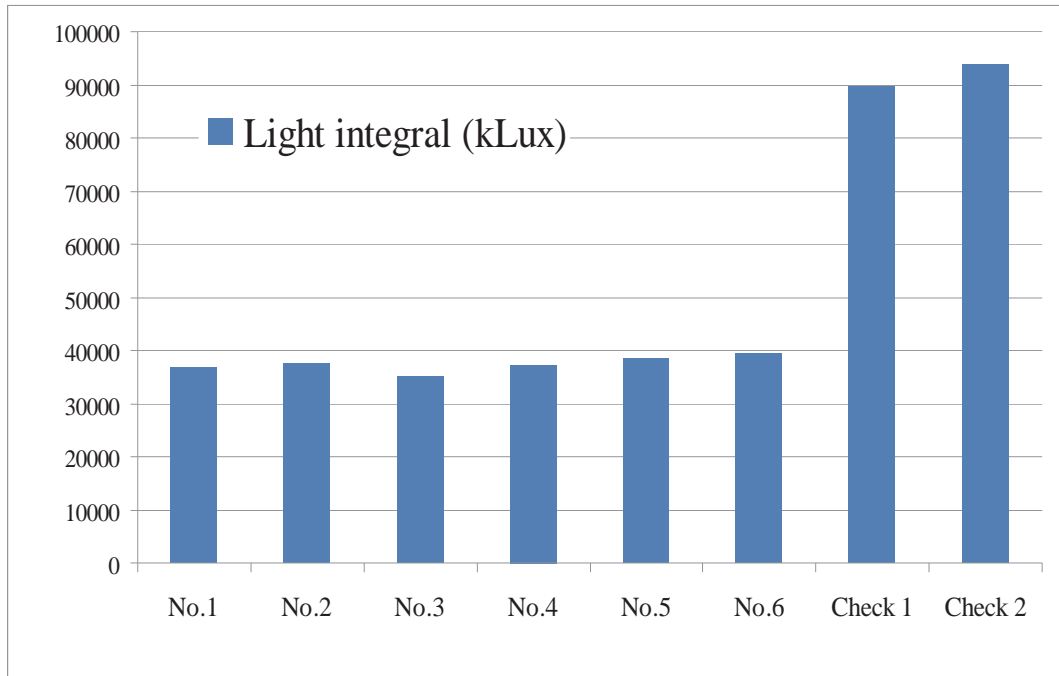
Table 1. The test results of different media depth for coriander by plug trays

Item	Depth of the medium in the plug trays				
	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
Number of leaf (No.)	13.00	15.00	18.00	19.90	22.50
Top fresh weight(g)	4.50	6.99	11.02	18.91	29.55
Top dry weight(g)	0.75	1.22	2.01	3.11	4.66

芫荽種子在播種前之預措處理，較簡易節能之方式為浸種6~12 hr最適宜，但超過24 hr則發芽率就會下降。當播種至穴盤穴格內，再堆疊於室內陰涼處催芽3天後，移到設施內輪轉吊盤式栽培架上生長管理，2~3天即可出土約2 cm，較田間土耕可縮短萌芽5~7天。另外芫荽發芽期全遮光平均發芽率達80%以上，如光照16 hr則發芽率下降至45%，因此如以土耕栽培者，播種後覆蓋黑色塑膠網或稻草為較佳處理方式。

於輪轉吊盤式栽培架之6組承盤上及對照2位置，分別固定1個HOBO Pendant 袖珍型溫/照度紀錄器(UA-002-64)，並標註編號1、2、3、4、5、6及對照1、2，其中對照1是相對承盤迴轉至最高點位置，對照2則再往上約60 cm高。栽培架設定每5 min迴轉1/6轉(60度)，紀錄器每30 sec記錄1筆溫度與照度資料，圖二為102年8月28日上午5:30至下午18:00彙整之照度累積值。由試驗結果可知，設施內光照強度為6~8萬Lux，而吊盤式栽培架每盤平均光照2.5~3萬Lux；其中編號3之照度累積值最低，編號6最高，分別為對照1之39%及44%，但6組承盤因間歇迴轉而使照度累積值趨於一致，其間的差異經評估是受設施骨架或其他設備遮光所造成的。另每盤白天平均溫度介於30~35°C，對照1、2分別為44.6°C及48.4°C，由於立體栽培架具遮陰效果，平均溫度較對照組低10°C以上。由對照1與對照2之比較結果亦知，設施內相對位置愈高，其照度、溫度平均值與照度累積值皆愈高，可證明設施內確實存在熱累積問題，必須設法解決，包括增加設施高度與運用遮陰、散熱、通風等設備。

表二及表三為穴盤芫荽在春季、夏季分別於輪轉吊盤式栽培架、平面栽培架生長性狀與產量的試驗結果，並以土耕栽培為對照比較。經試驗結果發現，輪轉吊盤式栽培架之穴盤芫荽自浸種、催芽至收穫約35~40天(株高20~30 cm)，較露地夏季芫荽快10天採收。6~9月因日照強且設施內溫度過高，芫荽易有矮化、黃化或不萌芽等現象，須以遮陰維持正常發芽與生長。一般夏季露天芫荽產量約500 kg/0.1 ha，輪轉吊盤式栽培架換算產量約846 kg/0.1 ha，為露天栽培之1.7倍。若每天懸吊盤設定5:00 A.M.~19:00 P.M.迴轉，每分鐘間歇迴轉1/6轉，則由數位電表顯示其平均日耗電量320 wh，換算電費大約1元。



圖二、懸吊盤及對照組之光積值差異。

Fig. 2. Compare of daily light integral with 6-suspended trays and 2-control groups.

表二、春季立體栽培對芫荽生長性狀與產量影響

Table 2. The effects of vertical culture on the growth and yield of coriander in spring

Item	Plant height (cm)	Number of Branch (No.)	Fresh weight (g)	Yield/plug (g)	Yield (kg/4.5m ²)
Rotary type vertical culture plug production	29.7 b ¹	4.9 b	3.2 b	446 a	9.5 (×1.8) ^{2,3}
one-dimensional plug production	25.7 c	5.5 ab	1.8 c	246 c	5.3
soil culture	56.2 a	5.6 a	8.3 a	—	16.5

¹ Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P<0.05 level by Fisher's protected LSD test.

² Yield of rotary type vertical culture plug production can be further multiplied by 1.8 times

³ 102 /04 /09 planting, 102 /05 /20 harvesting

表三、夏季立體栽培對芫荽生長性狀與產量影響

Table 3. The effects of vertical culture on the growth and yield of coriander in summer

Item	Plant height (cm)	Number of Branch (No.)	Fresh weight (g)	Yield/plug (g)	Yield (kg/4.5 m ²)
Rotary type vertical culture plug production	20.8 a ¹	5.0 b	1.75 a	224.1 a	4.8 (×1.8) ^{2,3}
one-dimensional plug production	17.4 b	5.6 a	1.10 b	153.4 b	3.3
soil culture	15.8 b	3.9 d	1.21 b	—	2.4

¹ Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P<0.05 level by Fisher's protected LSD test.

² Yield of rotary type vertical culture plug production can be further multiplied by 1.8 times

³ 102 /05 /20 planting, 102 /06 /25 harvesting

輪轉吊盤式栽培架係針對農作物離地栽培管理與增加土地利用空間而研發，經種植芫荽試驗調查結果可知，每一懸吊盤之作物生育情形與產量因穩定輪轉而大致相同，且單位面積可提高80%之土地利用效率，確具產業利用性。而懸吊承盤採水平方式間歇或連續迴轉，使承盤上作物之光照、溫度等生長環境趨於一致；另以電控裝置選擇或調整承盤迴轉速度、暫停時間、正逆轉方向，以及手動或自動操作等，使栽培管理富彈性，確具新穎性。又懸吊承盤可放置穴盤或其他栽培容器進行管理應用，而噴霧裝置設計搭配懸吊承盤迴轉定位控制而驅動噴霧灑水作業，其噴霧次數、時間及高度可選擇或調整，確具進步性。遂以「輪轉吊盤式立體栽培架」申請獲得本國新型專利(證書號數：M472399)。

結 語

完成輪轉吊盤式立體栽培架，較一般地面或單層植床可提高土地利用效率達80%，增加產量約70%。其自動控制功能完善，可依作物需求而調整，應用於夏季設施穴盤芫荽之生育情形良好。但立體栽培架之設備費用較高，恐影響推廣使用意願，正設法降低成本；另除了供芫荽栽培管理外，亦兼用於其他作物，以提升應用範圍。

參考文獻

1. 田雲生、張金元、戴振洋、蔡正宏 2013 輪轉吊盤式立體栽培架之研發應用 臺中區農業專訊 82: 4-6。
2. 宋好、劉程煒 2011 茄科作物立體化栽培之應用 行政院農業委員會農糧署。
3. 呂杰峰、王伯瑜、謝孟翰、洪辰雄 2011 旋轉式設施栽培機能源消耗與植物生長之探討 生機與農機論文發表會 嘉義大學 嘉義，臺灣。
4. 陳正男 1994 遮陰處理對芫荽生育及收量之效應 桃園區農業改良場研究會報 09: 43-47。
5. 楊紹榮、鄭錦容、余合 1999 穴盤蔬菜栽培之研究 臺南區農業改良場研究彙報 36: 46-58。
6. 戴振洋 2005 蔬菜－芫荽 p.415-418 臺灣農家要覽增修訂三版 豐年社 臺北市。