

介質水耕式果菜栽培系統研發 應用

高德錚、林秋全

行政院農業委員會臺中區農業改良場副場長、技工

techen.kao@gmail.com

摘要

經五年的測試，臺中區農業改良場已完成一種底部以營養液流灌及頂部以清水滴灌的介質水耕式果菜栽培系統；本套介質水耕式果菜栽培系統係結合本場既有的動態浮根式水耕系統、8 吋栽培盆、本土有機介質及自製簡易滴灌管，使果菜類蔬菜的上位根系生長於 8 吋栽培盆之介質中而下位根系則伸展於栽培床中。如此之設計，誘使果菜類蔬菜之下位根系從事養份吸收而上位根系則進行水份之供給。經實際試種結果顯示此設計特別適合夏季果菜類蔬菜之生產，可比養液水耕法及介質槽耕滴灌法較為節能（減少 3.9~64.4KW/1000M², 作）、省肥（減少水肥污染 21.6/1000M², 作 漏排遺）及增產 10~20%。

前言

近十年來國內以無土設施來生產蔬果之面積逐年日增，以介質耕來栽培設施番茄、番椒、花胡瓜、甜瓜及南括等茄果之面積已達 250 公頃左右，農民採用非土壤之栽培介質，配合養液滴灌系統將化學肥性養液自動灌溉於茄果根系中，每公頃每天使用化學性養液用量約為 30~50 公噸及清水灌溉用量約為 50 公噸，當夏季炎熱時，隨著灌溉次數及灌溉用量之頻繁，而約有 20% 的養液流入設施內之土地及混入地下水中而污染到農業生產環境。因之，急待開發一套最少養液使用量及養液循環再利用且不排放之栽培系統去解決廢棄養液污染大地之困擾。

介質水耕式果菜栽培系統之設計

一、栽培系統之配置

如圖 1 所示，本套介質水耕式果菜栽培系統係結合本場既有的動態浮根式水耕系統 (45 公分寬，深度 15 公分及長 180 公分之槽式保利龍栽培長床，上附平面保利龍承板)、8 吋栽培盆、本土有機介質及自製簡易滴灌管，使果菜類蔬菜的上位根系生長於 8 吋栽培盆之介質中而下位根系則伸展於栽培床中。

二、栽培承板

每一保利龍保利龍栽培床用 2 片長 90 公分，寬 45 公分，厚 3 公分之承板蓋住，每一承板有等距離排列 80 個直徑 186 公分之圓形栽培孔 (圖 1)。

三、防漏塑膠布：

構築栽培床時係依地形之長短，而以基本栽培床連接之，為避免漏水及著生藻類，栽培床內緣罩以 0.15~0.2mm 之 PE 黑色塑膠布。

四、空氣混入器

空氣混入器結構如圖 1 所示，在每條栽培床前均裝置 2 個空氣混入器，當養液流入栽培床時，必需先經過此空氣混入器。由於空氣混入器之下方凸出處，裡面裝有 2 組十字型重疊塑膠閘門，一旦養液流經此處時會產生 8 條水流而沖出，再者凸出處上方開有 2 個 0.1mm 直徑之圓洞，在養液流經時可將外界空氣隨之吸入而混入養液中。

五、雙環式排液器

如圖 1 所示，在栽培床尾設置雙環式排液器乙只，排液器構造為 ABS 塑膠射出成型的圓筒裝置，其中由外環及內環所組成。圓筒之外環直徑為 10.5 公分，固定高度為 8 公分，在圓筒下方左右有一對稱且直徑為 2 公分之排水口。內環亦為 ABS 材質之塑膠套環，其直徑為 7.5 公分。又內環係由四個厚度不一的套環所組成其厚度細分成 3 公分 (1 個)，2 公分 (2 個) 及 1 公分 (1 個) 等三組。進行水位調整時，依實際需要將各套環組成而精確控制水位成 0~8 公分。

一般操作時內環之高度為 4 公分，栽培床內之養液可經由外環之圓洞，進入內環塑膠管而流回養液槽。若栽培床內水位高於 8 公分時，養液會因淹過外圍塑膠管上方，直接進入內環管而流回養液槽。因此裝置養液升降排液器之優點為每次灌液至下一次灌液時，栽培床內水位維持在 8~4 公分間。

六、養液槽

以 $1,000\text{m}^2$ 栽培面積為例，需於栽培床進液處之下方配置一個容量為 10 噸裝清水黑色 PE 硬質塑膠桶，而在栽培床後下方排液處之地下有容量 20 公噸之裝養液 PE 硬質塑膠桶。在地下塑膠桶中裝設有抽水幫浦，其作用為允許栽培床流回地下養液槽。

七、抽水幫浦

以 $1,000\text{m}^2$ 之栽培面積為例，在栽培床後方與地下塑膠桶連接之抽水幫浦的規格為 2HP 之高速馬達，轉速為 3,400rpm。

八、定時器

作為控制栽培床前方抽水幫浦之定時操作作用，其規格為 24 小時循環式，每一動作時間為 15 分鐘或更短。盛夏時從上午 9 時至下午 16 時間，每二小時動作一次，每次 15~30 分，至夜間 12 時再動作 30 分鐘，若春、秋、冬季時，則中午 12 時及下午 12 時各動作一次，每次 30 分鐘。

九、迴流曝氣裝置

於栽培前方之大養液槽上，當後方抽水幫浦打入養液時，其入口處加裝一個蓬噴頭，使養液成噴水狀進入大養液槽，且在前方大養液槽之抽水幫浦處加裝一條管路，一旦馬達啟動時允許部分養液再迴流至大養液槽中，因之，在其入水口處亦加裝一個蓬噴頭，藉以增加養液中之溶氧量。

十、底部養液流灌供液系統

供液系統採用養液循環回收再使用之方式，養液由栽培床前之地下養液槽定時流入栽培床中。即盛夏之際，每日 9~16 時間，由定時器啟動 2 HP 抽水幫浦每小時兩次將養液灌入栽培床，以加速栽培床中養液之流動。

十一、頂部清水滴灌系統

清水滴灌供液系統採用循環回收再使用之方式，即在外盛夏之際，每日 8~16 時間，由定時器啟動 2HP 抽水幫浦將 500~2000 公升 / 日 / 1000M^2 。清水由栽培床前之地下水槽定時地將清水滴入栽培盆中，多餘的清水再經栽培槽與養液混合流回養液槽中。

十二、底部養液流灌配方

表 1. 瓜類液肥配方 (gm/1000L)

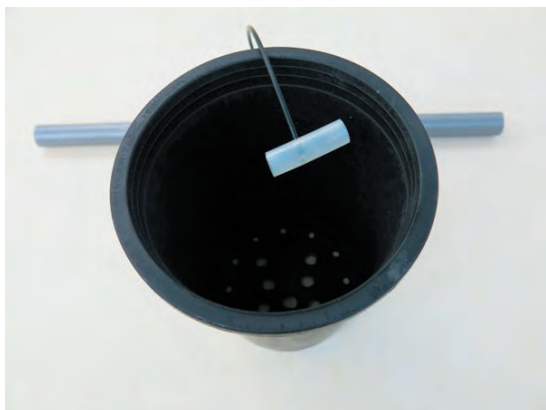
	成分	營養期	開花期	結果期
硝酸鈣	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	236	295	354
硝酸鉀	KNO_3	202	303	404
磷酸一銨	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	74	111	148
磷酸一鉀	KH_2PO_4	46	69	92
硫酸鎂	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	236	295	354
嵌合鐵	$\text{Fe} \cdot \text{EDTA}$	12	12	15
綜合微量肥		12	15	18
硼酸	H_3BO_3	5	8	10
EC(mS/cm)		0.9	1.1	1.3
pH		6.0	6.0	6.0



自製滴幹灌管



養液可循環再利用之槽式水耕栽培床



8 吋塑膠盆及底部打洞允許更根系可研延伸到槽式水耕栽培床中



在槽式水耕栽培床中底部灌養液與底頂部滴灌清水之相關配置



圖 1. 介質水耕栽培系統之設備配置

介質水耕式果菜栽培系統之栽培成效

一、構築成本

構築一套介質水耕式果菜栽培系統成本每 1000 M² 包括栽培床、塑膠盆、空氣混入器、黑色 PE 塑膠布、抽水幫浦、養液槽、栽培架、定時器、滴灌管、1/4” PVC 管等等約新台幣 27 萬 3000 千元。

二、栽培成效

由表 1-3 之試驗資料顯示，夏季花胡瓜、夏季中國南瓜、冬季小果番茄及春季長茄之生長於介質水耕式系統中之單株產量、單株產果量、良果率及採收日數均優於生產動態浮根水耕式系統及介質槽耕系統，增產效應達 10~20%。夏季花胡瓜、夏季中國南瓜、冬季小果番茄及春季長茄之生長於介質水耕式系統可因減少更根部受害率及根系伸長 (如圖 2) 而致良果率較高。

表 1. 不同栽培型式對夏季花胡瓜生產力之影響

栽培系統別	單株產量 (條/株)	單株產量 (公斤/株)	良果率 (%)	根部受害 死亡率 (%)	採收日數 (日)
介質水耕式	57.3	6.48	93.1	3.4	51.2
動態浮根水耕式	50.9	5.94	91.2	8.5	47.3
介質槽耕式	39.4	3.24	84.6	11.3	41.2

表 2. 不同栽培型式對夏季中國南瓜生產力之影響

栽培系統別	單株產量 (公克/果)	單株產量 (個/株)	良果率 (%)	根部受害 死亡率 (%)	採收日數 (日)
介質水耕式	898.3	3.6	97.3	1.9	53.2
動態浮根水耕式	774.2	3.6	93.2	3.4	50.4
介質槽耕式	741.7	2.9	89.3	11.2	51.3

表 3. 不同栽培型式對冬季小果番茄生產力之影響

栽培系統別	單株產量 (公斤/果)	單株產量 (個/株)	良果率 (%)	根部受害 死亡率 (%)	採收日數 (日)
介質水耕式	2.57	257.6	91.2	3.9	97.2
動態浮根水耕式	2.37	243.1	92.1	5.4	90.4
介質槽耕式	2.25	225.7	88.4	8.1	85.5

表 4. 不同栽培型式對春季長茄生產力之影響

栽培系統別	單株產量 (公斤/果)	單株產量 (條/株)	良果率 (%)	根部受害 死亡率 (%)	採收日數 (日)
介質水耕式	5.73	34.2	89.2	1.9	77.2
動態浮根水耕式	4.98	29.3	82.1	3.4	79.4
介質槽耕式	4.21	27.6	78.4	13.2	65.5



花胡瓜之根系生長於動態浮根式水耕系統 (右病株) 及介質水耕系統 (右病株) 之比較



中國南瓜根系生長於動態浮根式水耕系統 (右病株) 及介質水耕系統 (右病株) 之比較



小番茄根系生長於動態浮根式水耕系統 (左) 及介質水耕系統 (右) 之比較



長茄根系生長於動態浮根式水耕系統 (左) 及介質水耕系統 (右) 之比較

圖 2. 不同栽培型式對蔬果根系生長之影響

三、節能省肥成效

由表 5 資料顯示，用介質水耕式系統栽培夏季花胡瓜可比用動態浮根水耕式水耕系統及介質槽耕滴灌系統較為節能 (減少 33.9~64.4KW/1000M², 作)、省肥 (減少水肥污染 (21.6/1000M², 作漏排))。

表 5. 不同栽培型式對栽培花胡瓜節能省肥之影響

栽培系統別	用水量 公噸 /1000M ² / 作	用肥量 公噸 /1000M ² / 作	用電量 KW//1000M ² / 作
介質水耕式	58.2	49.4	312.4
動態浮根水耕式	0	97.5	356.3
介質槽耕式	0	117.3 (21.6 漏排)	376.8

結論

臺中區農業改良場已完成一種底部以營養液流灌及頂部以清水滴灌的介質水耕式果菜栽培系統；本套介質水耕式果菜栽培系統係結合本場既有的動態浮根式水耕系統、8 吋栽培盆、本土有機介質及自製簡易滴灌管，使果菜類蔬菜的上位根系生長於 8 吋栽培盆之介質中而下位根系則伸展於栽培床中。如此之設計，誘使果菜類蔬菜之下位根系從事養份吸收而上位根系則進行水份之供給。經實際試種結果顯示此設

計特別適合夏季果菜類蔬菜之生產，可比養液水耕法及介質槽耕滴灌法較為節能 (減少 3.9~64.4KW/1000M², 作)、省肥 (減少水肥污染 21.6/1000M², 作漏排遺) 及增產 10~20%。

參考文獻

1. 李久生、2005 滴灌施肥灌溉原理與應用第二版 中國農業科學技術出版社 北京。
2. 李文汕 2001 台灣蔬菜設施栽培之現況與發展 國際果蔬產業技術論壇論文專輯 福建省廈門市。
3. 郭彥彪、刘兰生、张承林 2007 施灌溉技術 第一版 化學工業出版社 北京。
4. 高德錚 1991 動態浮耕式水耕系統之開發利用 pp. 119-127 台中區農業改良場特刊 27 號 台中區農業改良場出版。
5. 戴振洋、蔡宜峯、蔡正宏 2012 甜瓜有機養液栽培技術 p.129-138 有機農業研究團隊研發成果研討會。
6. 王永靜、程廣斌 2007 日本環境保全型農業對其我國的啓示 安徽農業科學 35(16) : 949-4952。
7. 田吉林、汪寅虎 2000 設施無土栽培基質的研究現狀、存在問題與展望 上海農業學報 16(4) :87-92。
8. 陳令錫、戴振洋、田雲生、何榮祥 2009 自動注入式施肥灌溉系統使用於介質槽耕栽培胡瓜之研究 台中區農業改良場研究彙報 104:29-37。
9. 蔡宜峰、高德錚 2002 本土化蔬菜有機介質配方之開發 臺中區農業改良場專訊 38: 4-11。
10. 詹惠雯、李文汕 2006 有機介質簡化養液栽培對胡瓜‘夏迪’生長發育之影響 興大園藝 31(3): 43-56。
11. 小川雄一 2008 養液栽培の新マニュアル 366pp 社團法人 日本施設園藝協會編。
12. 青木宏史、梅津憲治、小野信一 2001 養液土耕栽培の理論と實際 264pp 誠文堂新光社出版。
13. 木村武 1999 施設園藝における環境保全型土壤、肥培管理 日本土壤肥料學雜誌 70(特別號) : 475-480。

14. Ball Vic. .2001. Plugs-the way of the 2000, p 137-154 In Ball Red Book-Greenhouse Growing (21 edition). Geo. J. Ball Inc.
15. Benoit, F. and N. Ceustermans. 1995. A decade of research on ecologically sound substrates. *Acta Hort.* 408:17-29.
16. Bruckner, U. 1997. Physical properties of different potting media and substrate mixtures-especially air and water capacity. *Acta Hort.* 450:263-270.
17. Hagin J. and Anat Lowengart 1996 Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers. *Fertilizer Research* 43: 5-7.
18. Hilhorst, M. A. and K. Schurer. 1998. Sensing moisture in soils and substrates. *Acta Hort.* 421:179-184.
19. Olympios C. M.. 1992. Soilless media under protected cultivation: rockwool, peat, perlite and other substrates. *Acta Hort.* 323:215-234.
20. Prasad, M. 1997. Physical, chemical and biological properties of coir dust. *Acta Hort.* 450:21-27.
21. Sheldrake, R. 1983. Bag culture update. *Amer. Veg. Grower* 31(8) : 32-33.

A Novel Design of Hydroponic-Substrate Cultivation System ~Specially Developed for Fruity Vegetable in Humid Hot Season ~

Te-Chen Kao. Chiou-chyuan Lin

Deputy Director and Technician of Taichung District Agricultural Research and Extension
station, COA

techen.kao@gmail.com

Abstract

By five years of experiment, a novel design of hydro-substrate culture system special for fruity vegetable cultivation was developed by Taichung district Agricultural Research and Extension Station in 2017. This set of hydro-substrate-culture system were combined Dynamic Root Floating Hydroponic System, 8 inches cultivation pot, local organic media and the homemade simple drip irrigation tube to induce the upper root fruity vegetable to grow in 8 inches cultivation pot and the lower part of root system to stretch in the cultivation tray. Such a design, tempting to force the lower root system of fruity vegetables becoming nutri-root to the nutrient absorption and the upper root system to supply of water only. By a 5-year actual trial, the results show that this system is well-suited for the summer production of fruity vegetables. The effort is better than its grows in both liquid hydroponics and substrate tray drip irrigation farming method via more energy efficient (saving 3.9~64.4KW/1000M²,crop), fertilizer (reducing liquid fertilizer pollution (21.6/1000M²,crop) and increase 10~20% fruit yield/crop.