

微量介質式果菜栽培系統研發 應用

戴振洋

行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員

taijy@tdais.gov.tw

摘要

臺灣農業在生產上遭受到不良氣候環境影響極大。利用各種設施以改善栽培環境，可以減輕災害損失，達到穩定生產、增加產量、提高品質，甚至調節產期、計畫生產的目的，此是促使高品質蔬菜生產朝向設施栽培的原始動力。至今，設施介質耕栽培蔬菜已經為農民所接受及應用，並已成為臺灣蔬菜產業中重要的一環。本文將探討探討臺灣介質耕從用袋耕、籃耕、耕植槽耕及微量介質袋耕等生產模式，是否對番茄生育及產量有所影響。在不同介質容量 (0.6-7.5 公升 / 株) 對番茄產量及品質之影響，其番茄單株特級果果數及產量皆以 2.0 L/bag/plant 及 15 L/bag/2 plant 處理者顯著較佳。在探討不同栽培容器及介質量對設施番茄生育及產量之影響。在番茄之株高、莖乾重、葉乾重及根乾重等園藝性狀，以及果高、果徑、單果重及可溶性固形物含量等果實品質性狀，在不同介質栽培槽處理間均無顯著影響。在採收總果數及總果重，以籃耕栽培處理 18.1 fruit / plant 及 2,071 g/plant 表現較好。由番茄採收期介質及葉片營養元素分析顯示，不同介質栽培容器處理間差異不顯著。綜合本研究結果，採用適當栽培管理，配合各型式介質栽培容器特性施用適量養液，即使較低成本的微量介質栽培方式，也可順利達到生產優質的番茄，將可供日後研究與業者應用參考。

關鍵字：番茄、設施、介質

前言

臺灣農業生產在夏季常遭遇颱風和豪雨，冬季則有寒流和乾旱等不利的氣候因素造成災害損失。因此，臺灣農業在生產上遭受到不良氣候環境影響極大。現今臺灣蔬菜栽培所追求的目標已不在是單純的要求產量高，更講究的是高品質。傳統的露天栽培方式，已無法滿足此目的，許多高品質蔬菜栽培管理務必更精緻、照顧更要求的無微不至^(5,9)。而利用各種設施以改善栽培環境，可以減輕災害損失，達到穩定生產、增加產量、提高品質，甚至調節產期、計畫生產的目的，此是促使高品質蔬菜生產朝向設施栽培的原始動力。至今，設施介質耕栽培蔬菜已經為農民所接受及應用，並已成為臺灣蔬菜產業中重要的一環；目前也已發展精緻蔬菜如胡瓜、番茄、甜椒及甜瓜等利用設施介質耕栽培的模式，此方式須自國外進口大量的泥炭介質在蔬菜栽培之使用，不僅成本較高，而且耗費外匯^(4,5,19)，如依設施「介質袋」栽培估算，每公頃使用介質量如以 70 公升約為 4,000 包，每包介質市價約為 250-300 元之間，則購買介質成本在一佰萬元左右^(5,9)，佔生產成本極高，所以無法每年更換新介質，故農民仍重複使用，在連作且高複種之下，如操作不慎易衍生栽培管理上的問題^(5,9,12)。

養液介質耕即是利用調配養分技術實現調控根層養分濃度^(1,3,8)及控制養分吸收^(3,14,15,19,20)的策略，藉由調控根圈環境可以改善根系生長，增強養分的吸收，達到對植物生長發育之影響^(6,7,8)。研究顯示以肥料量及單株介質量等生產資材成本分析，以槽耕栽培每株成本 130.5 元 / 株最高，其次分別為袋耕栽培 75.9 元 / 株，籃耕栽培 69 元 / 株及微量袋耕 18.7 元 / 株⁽¹³⁾。因此，探討臺灣介質耕從用塑膠袋耕、塑膠籃耕、耕植槽耕及微量介質袋耕等生產模式，其不同介質栽培容器相對單株介質量也不同之下，是否對番茄生育及產量有所影響，因本場多年在投入設施蔬菜介質栽培研究已有顯著之成果，為擴展設施栽培更精準操控，以朝向設施蔬菜精緻化及高收益之發展。本文擬介紹本場近期在介質栽培研發成果，以供未來設施蔬菜介質栽培研究與應用之參考。

不同介質容量對番茄產量及品質之影響

本試驗針對不同介質容量栽培對番茄產量及品質之影響進行探討，其不同試驗處理分別為 (A) 每袋容量 0.6 公升，種植 1 株；(B) 每袋容量 0.8 公升，種植 1 株；(C) 每袋容量 1.5 公升，種植 1 株；(D) 每袋容量 2.0 公升，種植 1 株；(E) 每袋容量 15 公升，種

植 2 株 (對照組) ，以目前慣行方式栽培。在番茄單株果數及果重方面，顯示 (表 1) 單株番茄特級果 (Grade A) 之果數以 E 處理 (15 L/bag/2 plant) 17 fruit / plant 及 D 處理 (2.0 L/bag/plant) 16.1 fruit / plant 較高，其次依序為 C 處理 (1.5 L/bag/plant) 及 B 處理 (0.8 L/bag/plant) ，而 A 處理 (0.6 L/bag/plant) 11.2 fruit / plant 最少。在優級果 (Grade B) 方面，累積歷次採收至後期果數，以 A 處理之優級果果數 2.27 fruit / plant 較高，其次依序為 B 處理、E 處理、C 處理及 D 處理。在總結果數方面，以 E 處理結果數最高，其次依序為 D 處理、C 處理、B 處理及 A 處理，分別依序為 18.6、17.4、14.4、14.0 及 13.5 fruit / plant ，處理間除 E 處理及 D 處理者未達顯著性差異外，與其他處理間差異顯著。

在試驗期間單株番茄採收累積之特級果、優級果及總結果的果重產量調查結果顯示 (表 1) ，特級果重產量以 E 處理最高，其次依序為 D 處理、C 處理、B 處理及 A 處理，分別依序為 2,121、2,099、1,946、1,921 及 1,895 g/ plant ，部分處理間表現達顯著性差異。在優級果以 A 處理者產量最高，其次依序為 B 處理者、E 處理者、C 處理者及 D 處理者，依序分別為 193、176、142、101 及 99 g/ plant ，部分處理間表現已達顯著性差異。在總產量方面，亦以 E 處理 2,267 g/ plant 最高，分別依序為 D 處理 2,197 g/ plant 、B 處理 2,097 g/ plant 、A 處理 2,089 g/ plant 及 C 處理 2,047g/ plant ，部分處理間表現已達顯著性差異。

表 1. 椰纖容量對單株番茄果數及果重之影響

Treatment	No. of fruit (no./ plant)			Fruit weight (g / plant)		
	Grade A	Grade B	Total	Grade A	Grade B	Total
A	11.2c ¹	2.27a	13.5c	1,895b	193a	2,089ab
B	11.9bc	2.10ab	14.0bc	1,921b	176a	2,097ab
C	13.0b	1.43bc	14.4b	1,946b	101a	2,047b
D	16.1a	1.30c	17.4a	2,099a	99a	2,197a
E	17.0a	1.57bc	18.6a	2,121a	142a	2,267a

¹ Means with the same letter in a column were not significantly different at 5% level by least significance difference.

為進一步了解介質容量處理對番茄果實品質的影響，乃分析總果數及特級果與優級果間的總產量比例。如圖一所示，在總果數中特級果所佔的比例以 D 處理 (2.0 L/bag/plant) 最高，達 92.5%，其次為 E 處理 (15 L/bag/2 plant) 的 91.6%，再次之為 C 處理 (1.5

L/bag/plant) 的 90.1%、B 處理 (0.8 L/bag/plant) 的 85%，佔比例最少者為 A 處理 (0.6 L/bag/plant)，僅為 83.2%。而總果數中優級果佔比例最高者為 A 處理，達 16.8%，其次分別為 B 處理的 15%、C 處理的 9.9%、E 處理的 8.4%，佔比例最少者為 D 處理，僅為 7.5%。換言之，以 A 處理的採收茄果品質較差，特級果佔總果數的比例最低。在總產量中特級果所佔的比例以 D 處理者最高，達 95.5%，其次為 C 處理的 95.1%，再次之為 E 處理的 93.7%、B 處理的 91.6%、佔比例最少者為 A 處理，僅為 90.8%。而總產量中優級果佔比例最高者為 A 處理，達 9.2%，其次分別為 B 處理的 8.4%、E 處理的 6.3%、C 處理的 4.9%，佔比例最少者為 D 處理者，僅為 4.5%。換言之，以 A 處理者的採收茄果品質較差。

番茄品質主要受到品種、栽培環境、栽培型式和果實成熟度等多種因素交互影響^(2,3,16,17,18)。因此，除了長期以育種方式改良品質外，短時間內可透過栽培技術或開發新的栽培方式來提高番茄的品質，也為有效提昇番茄品質途徑之一^(16,17)。台灣設施蔬菜生產中，利用籃耕栽培或介質耕栽培等生產方式在中部地區日益普遍，惟農民往往重複使用栽培介質，於連作且高複種之下，如操作不慎，易衍生栽培上的問題^(6,10,20)。本試驗結果顯示椰纖容量影響番茄果實品質，椰纖容量在 0.8 L/bag/plant(B 處理) 以下時，總果數或總產量的特級果與優級果比例有下降的趨勢。換言之，當椰纖容量低於 0.8 L/bag/plant，其採收茄果的品質較差。如以本試驗之低椰纖量，以降低生產成本，每年更新介質，且配合適當的栽培管理下，椰纖容量 1.5-2.0 L/bag/plant 與對照組 15 L/bag/2 plant 處理所生產的設施番茄產量與品質無顯著差異。

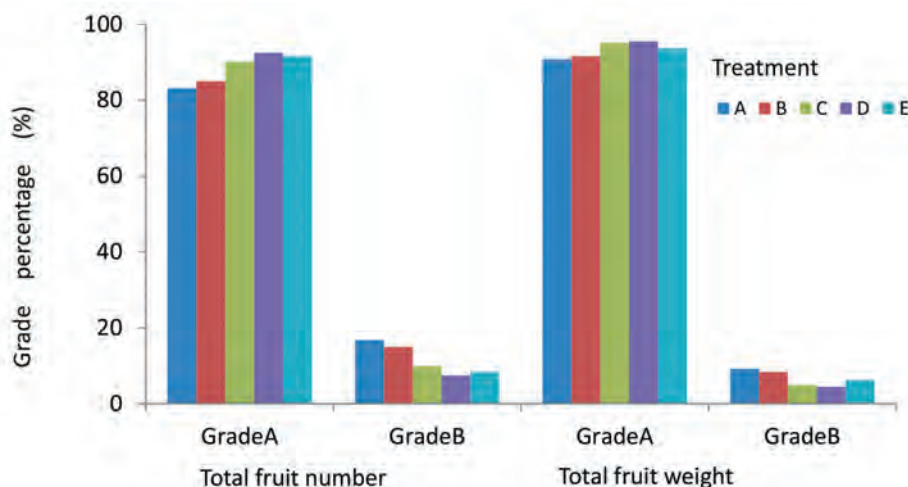


圖 1. 椰纖容量對番茄果品不同等級百分率之影響

不同型式介質栽培容器對番茄採收期之園藝性狀影響

本試驗針對不同型式介質栽培容器對番茄採收期之園藝性狀影響，試驗處理分別為 (A) 袋耕栽培 (容量 100 公升)，每袋種植 6 株；(B) 籃耕栽培 (容量 60 公升)，每籃種植 4 株；(C) 微量袋耕 (容量 1.5 公升)，每袋種植 1 株；(D) 槽耕栽培 (槽高 30 公分 × 槽寬 40 公分)。由調查結果顯示 (表 2)，番茄植株株高、葉長 (頂端下第四葉)、莖乾重、葉乾重及根乾重在不同處理間差異不顯著，番茄植株莖粗 (中段節位)、葉寬 (頂端下第四葉) 在不同處理間互有差異。其中莖粗以槽耕栽培處理 (D) 的莖粗 17 mm 較粗，與籃耕栽培的 16.1 mm，兩者處理無顯著差異，但與微量袋耕處理 (C) 的 12.9 mm 及袋耕處理 (A) 的 12.4 mm，處理間已達顯著差異。葉寬以槽耕栽培 (D) 處理的 68.6 cm 較高，其次為籃耕栽培 (B) 處理 53.0 cm，以微量袋耕栽培 (C) 處理 44.9 cm 及袋耕 (A) 處理 43.8 cm 較低。目前在臺灣設施蔬菜生產中，利用籃耕栽培或介質槽耕栽培等生產方式在中部地區日益普遍，惟農民往往重複使用栽培介質，於連作且高複種之下，如操作不慎，易衍生栽培上的問題^(6,10)。本試驗顯示不同介質栽培槽處理對番茄採收期園藝性狀 (株高、葉長 (頂端下第四葉)、莖乾重、葉乾重及根乾重) 之影響，各處理間無顯著性差異。如對番茄產量或品質也無顯著或略受影響，將可降低介質量栽培方式列入考量，以節省設施蔬菜生產成本，或解決連作栽培問題。

表 2. 不同型式介質栽培容器處理對番茄採收期之園藝性狀影響

Treatment	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem DW. (g/plant)	Leaf DW. (g/plant)	Root DW. (g/plant)
A	171a ¹	12.4b	44.8a	43.8b	48.1a	62.8a	65.1a
B	183a	16.1a	47.8a	53.0b	71.8a	88.9a	64.3a
C	170a	12.9b	43.6a	44.9b	51.8a	72.9a	70.6a
D	185a	17.0a	53.5a	68.6a	67.4a	73.0a	77.5a

¹ Means with the same letter in a column were not significantly different at 5% level by least significance difference.

不同型式介質栽培容器對番茄品質及產量之影響

比較不同型式介質栽培容器對設施番茄產量及品質之影響，試驗處理分別為 (A) 袋耕栽培 (容量 100 公升)，每袋種植 6 株；(B) 籃耕栽培 (容量 60 公升)，每籃種植 4 株；(C) 微量袋耕 (容量 1.5 公升)，每袋種植 1 株；(D) 槽耕栽培 (槽高 30 公分 × 槽寬 40 公分)，結果顯示 (表 3) 單株番茄特級果 (Grade A) 之果數以籃耕栽培處理 (B) 12.3 fruit / plant 較高，其次依序為槽耕栽培處理 (D) 10.8 fruit / plant、袋耕處理 (A) 10.4 fruit / plant 及微量袋耕栽培 (C) 處理 9.6 fruit / plant；除槽耕栽培處理未達顯著性差異外，與其他處理間差異顯著。單株番茄優級果 (Grade B) 之果數，各處理間未達顯著性差異，分別依序為袋耕處理 (A) 5.92 fruit / plant 較高，籃耕栽培處理 5.73 fruit / plant、微量袋耕處理 5.29 fruit / plant 及槽耕栽培處理 4.06 fruit / plant。

在特級果 (Grade A) 之果重方面，累積歷次採收至後期果實重量，以槽耕栽培 (D) 處理之特級果果重 1,812 g / plant 最重，其次依序為籃耕栽培 (B) 處理 1,642 g / plant、袋耕處理 (A) 1,371 g / plant 及微量袋耕栽培 (C) 處理 1,277 g / plant。在優級果 (Grade B) 之果重方面，各處理間未達顯著性差異，分別依序為袋耕處理 (A) 432 g / plant 較重，籃耕栽培 (B) 處理 429 g / plant、微量袋耕栽培 (C) 處理 416 g / plant 及槽耕栽培 (D) 處理 366 g / plant。

在試驗期間單株番茄採收累積之總結果的果數及果重產量調查結果顯示 (表 3)，總結果的果數，以籃耕栽培 (B) 處理 18.1 fruit / plant 較高，其次依序為袋耕處理 (A) 16.3 fruit / plant、微量袋耕栽培 (C) 處理 14.9 fruit / plant 及槽耕栽培 (D) 處理 14.8 fruit / plant；除袋耕處理 (A) 未達顯著性差異外，與其他處理間差異顯著。在總產量方面，以槽耕栽培 (D) 處理之特級果果重 2,178 g / plant 較重，其次依序為袋耕處理 (A) 2,071 g / plant、籃耕栽培 (B) 處理 1,804 g / plant 及微量袋耕栽培 (C) 處理 1,693 g / plant，部分處理間表現已達顯著性差異。

表 3. 不同型式介質栽培容器對番茄果量與產量之影響

Treatment	No. of fruit (fruit/plant)			Yield (g/plant)		
	Grade A	Grade B	Total	Grade A	Grade B	Total
A	10.4b ¹	5.92a	16.3ab	1,371bc	432a	1,804bc
B	12.3a	5.73a	18.1a	1,642a	429a	2,071ab
C	9.6b	5.29a	14.9b	1,277c	416a	1,693c
D	10.8ab	4.06a	14.8b	1,812a	366a	2,178a

¹ Means with the same letter in a column were not significantly different at 5% level by least significance difference.

不同型式介質栽培容器對番茄果實性狀之影響

番茄於定植後 84 天 (生育中期) 及定植後 128 天 (生育後期), 逢機取樣果實調查其結果顯示 (表 4), 不論是在生育中期或生育後期, 在果高、果徑、單果重及可溶性固形物含量等果實性狀, 不同型式介質栽培容器處理間差異均無顯著性差異, 僅在硝酸態氮有顯著性差異, 在生育中期以袋耕處理 (A) 的 268 mg/kg 最高, 其次為籃耕栽培處理 (B) 248 mg/kg 及微量袋耕處理 (C) 213 mg/kg, 上述處理間差異不顯著。而以槽耕栽培處理 (D) 169 mg/kg 最低, 分別與袋耕處理 (A) 及籃耕栽培處理 (B) 有顯著性差異。在生育後期硝酸態氮與生育中期有相似的情形, 仍以袋耕處理 (A) 的 324 mg/kg 最高, 其次為籃耕栽培處理 (B) 316 mg/kg 及微量袋耕處理 (C) 252 mg/kg, 而以槽耕栽培處理 (D) 201 mg/kg 最低, 不同型式介質栽培容器處理間有顯著性差異。

表 4. 不同型式介質栽培容器對番茄果實性狀及品質之影響

Treatment	Fruit height (mm)	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g/fruit)	Nitrate content (mg/kg)	Total soluble solid (°Brix)
84 days after transplanting					
A	52.2a ¹	69.3a	149a	268a	3.6a
B	54.7a	70.3a	144a	248a	3.7a
C	52.5a	67.7a	132a	213ab	3.6a
D	55.7a	73.7a	159a	169b	3.9a
128 days after transplanting					
A	60.1a	70.1a	153a	324a	3.9a
B	60.4a	70.8a	161a	316a	3.9a
C	58.6a	70.1a	155a	252b	3.9a
D	59.9a	72.8a	172a	201c	3.7a

¹ Means with the same letter in a column were not significantly different at 5% level by least significance difference.

果實是番茄的栽培的標的器官，果實外觀及內容物將影響販售價格及農民收益^(12,13,17)。根域限制栽培是近年來研究在控制植物地上部的生長及發育，以提高果實品質的新技術^(3,8)。本試驗結果顯示，利用微量袋耕處理 (1.5 公升 / 株) 或槽耕栽培處理 (30 公升 / 株)，對番茄果實在果高、果徑、單果重及可溶性固形物含量等果實性狀，處理彼此間差異均無顯著性差異，顯示在本試驗中當介質容量降低 (C 處理 1.5 Liter/plant) 時，如果能透過灌溉系統適時提供養液 (表 7)，以本試驗中單株生育全期各處理養液灌溉量介於 415-574 L，可達到番茄生育所需之養分，就試驗結果而言，其番茄果實性狀，各處理則無統計上顯著性影響。

不同型式介質栽培容器對番茄採收後期介質化學特性之影響

於番茄生育後期進行不同型式介質栽培容器之介質化學特性分析，結果顯示 (表 5)，其中 pH 值約在 6.44-6.98 之間，以微量袋耕的 pH 值 6.98 最高，而槽耕栽培 6.44 顯最低，但處理間差異不顯著。電導度 (EC) 在不同處理間在 0.21-0.45 之間，以籃耕栽培的電導度 (EC)0.45 及微量袋耕 0.43 顯著高於其他處理者 (袋耕栽培及槽耕栽培)。在介質氮、磷、鉀、鈣及鎂含量分析中，以介質鉀及鎂含量在不同處理間並無顯著性差異，

而氮含量以槽耕栽培 (D 處理) 的 0.86% 最高，其次為微量袋耕 (C 處理) 的 0.83%、籃耕栽培 (B 處理) 的 0.80%，而與袋耕栽培 (A 處理) 的 0.71% 有顯著性差異。在磷含量以微量袋耕的 0.081% 最高顯著於袋耕栽培 (0.061%)、籃耕栽培 (0.053%) 及槽耕栽培 (0.052%)。而鉀含量在不同處理間在 0.24~0.26% 之間，處理間差異不顯著。鈣含量在不同處理間在 1.36~1.78% 之間，處理間部分有顯著差異，以微量袋耕 (C 處理) 的 1.78% 最高，其次為袋耕栽培 (A 處理) 的 1.6%，而與籃耕栽培 (B 處理) 的 1.47% 及槽耕栽培 (D 處理) 的 1.36% 有顯著性差異。鎂含量在不同處理間在 0.39~0.46% 之間，處理間差異不顯著。

戴等 (2014) 指出介質的電導度 (EC) 及無機元素含量有隨著介質容量減少而有增加的趨勢，顯然當介質量越少，電導度 (EC) 及無機元素含量有容易累積的情形⁽¹²⁾。本試驗中與栽培介質量多寡對介質電導度 (EC) 及無機元素含量是否容易相對累積並無一致性趨勢，但介質量較少的微量袋耕 (C 處理) 1.5 Liter/plant 與籃耕栽培 (B 處理) 15 Liter/plant；在電導度 (EC) 方面顯著高於槽耕栽培 (D 處理 30 Liter/plant 及袋耕栽培 (A 處理) 16.7 Liter/plant。而在處理間介質的無機元素含量資料顯示中，則無隨著養液灌溉量較多 (從 B 處理 415 L/plant 到 D 處理 574 L/plant) 而有增加的趨勢。

表 5. 不同型式介質栽培容器對番茄採收後期介質化學特性之影響

Treatment	pH (1 : 10)	EC(1 : 10) (dS/m)	N -----	P -----	K (g/kg)	Ca -----	Mg -----
A	6.69a ¹	0.21b	0.71b	0.061b	0.24a	1.60ab	0.41a
B	6.97a	0.45a	0.80a	0.053b	0.26a	1.47b	0.44a
C	6.98a	0.43a	0.83a	0.081a	0.24a	1.78a	0.46a
D	6.44a	0.24b	0.86a	0.052b	0.25a	1.36b	0.39a

¹ Means with the same letter in a column were not significantly different at 5% level by least significance difference.

不同型式介質栽培容器對番茄葉片元素含量之影響

不同型式介質栽培容器對番茄對葉片無機元素吸收之影響結果顯示 (表 6)，葉片氮含量以槽耕栽培 (D 處理) 的 2.43%，其次依序為微量袋耕 (C 處理) 的 2.29%、袋耕栽培 (A 處理) 的 2.23% 及籃耕栽培 (B 處理) 1.89%，各處理間部分有顯著性差異。葉片磷含量袋耕栽培及微量袋耕均為 0.69%，與槽耕栽培的 0.55% 差無顯著性差異，但與籃耕栽培的 0.43%，各處理間部分已達顯著性差異。葉片鉀含量以袋耕栽培的 3.91% 最高，依序為槽耕栽培的 3.88% 及微量袋耕的 3.53%，而以籃耕栽培的 2.87% 最低，各處理彼此間無顯著性差異。葉片鈣含量以袋耕栽培的 3.46%，其次依序為籃耕栽培的 3.39%、微量袋耕 3.42% 及槽耕栽培的 3.28%，各處理彼此間差異不顯著性。葉片鎂含量介於 0.70-0.85% 之間，處理間差異亦不顯著。

表 6. 不同型式介質栽培容器對番茄生育後期葉片元素中氮、磷、鉀、鈣及鎂含量之影響

Treatment	N	P	K	Ca	Mg
	----- (%) -----				
A	2.23ab ¹	0.69a	3.91a	3.46a	0.71a
B	1.89b	0.43b	2.87a	3.39a	0.74a
C	2.29a	0.69a	3.53a	3.42a	0.70a
D	2.43a	0.55ab	3.88a	3.28a	0.85a

¹ Means with the same letter in a column were not significantly different at 5% level by least significance difference.

依日本學者高橋等所定之番茄葉片元素含量適量基準，葉片氮含量介於 2.5~3.5% 之間，磷含量介於 0.2~0.4% 之間，鉀含量介於 4.0~5.0% 之間，鈣含量介於 3.0~5.0% 之間，鎂含量介於 0.5~1.0% 之間⁽⁷⁾。本試驗結果中葉片磷含量各處理介於 0.43~0.69% 之間，相較日本學者所定元素含量之適量基準磷含量是偏高，而氮含量介於 1.89~2.43% 之間較日本學者所定之氮含量適量基準大部份偏低，鉀含量介於 2.87~3.91% 之間較日本學者所定之鉀含量適量基準均屬偏低，鈣含量介於 3.28~3.46% 之間較日本學者所定之鈣含量適量基準，為標準內略低一些，僅有鎂葉片含量 0.70~0.85% 符合日本學者所定之適量基準。戴等 (2014) 指出在椰纖介質在適當容量範圍內提供適當的養液下，其容量多寡並不會影響番茄葉片各要素含量⁽¹²⁾。此與本試驗在不同栽培容器對番茄葉片無

機元素吸收結果顯示，不論是在氮、鉀、鈣及鎂等無機元素含量，在不同處理間差異也是未達顯著性。

不同型式介質栽培容器對番茄養液灌溉量之影響

不同栽培槽處理對自番茄生育期 (103 年 9 月 23 日至 104 年 3 月 4 日) 養液灌溉量 (水量及肥料量) 之影響結果顯示 (表 7)，灌溉量方面以槽耕栽培微噴灌溉方式水量每株達 97.5 L/plant，其次分別為微量袋耕 50.9 L/plant，袋耕栽培 37.3 L/plant 及籃耕栽培 28.8 L/plant，滴管方式明顯較槽耕栽培微噴灌溉方式節省灌溉水量。硝酸鉀以槽耕栽培的 19.5 g/plant，其餘處理間硝酸鉀用量介於 5.8~10.1g/plant 之間。硝酸鈣以槽耕栽培的 17.6 g/plant，其餘處理間硝酸鈣用量介於 3.6~6.4 g/plant 之間。硫酸鎂以槽耕栽培的 12.2 g/plant，其餘處理間硫酸鎂用量介於 3.6~6.4 g/plant 之間。磷酸一鉀以槽耕栽培的 4.88 g/plant，其餘處理間硝酸鉀用量介於 1.44~2.55 g/plant 之間。綜合微量元素及 EDTA- 鐵均分別在槽耕栽培的 1.46g/plant，其餘處理間綜合微量元素及 EDTA- 鐵用量介於 0.43~0.76 g/plant 之間。綜合上述不論是灌溉量及肥料量以籃耕栽培較省水及節省肥料，惟這是番茄生育期的調查分析，應配合植株生育性狀、產量及番茄果實等園藝性狀之比較，以確定是否整體在產量及品質上之表現。

表 7. 不同型式介質栽培容器之灌溉量及肥料量比較

Treatment	Irrigation (L/plant)	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂	MgSO ₄	KH ₂ PO ₄	EDTA-Fe	micronutrient mixture*
		----- (g/plant) -----					
A	559	85.1	76.6	53.2	21.8	6.38	6.38
B	415	83.1	74.8	52.0	20.8	6.24	6.24
C	449	89.8	80.8	56.1	22.4	6.73	6.73
D	574	114.9	103.4	66.5	28.7	8.62	8.62

不同型式介質栽培容器處理之生產資材成本分析

不同型式介質栽培容器處理自番茄生育期 (103 年 9 月 23 日至 104 年 3 月 4 日) 使用之肥料量成本及換算單株介質量成本進行生產資材成本分析，結果顯示 (表 8)，以槽

耕栽培每株成本達 130.5 元 /plant，其次分別為袋耕栽培 75.9 元 /plant，籃耕栽培 69 元 /plant 及微量袋耕 18.7 元 /plant。籃耕在植株生育性狀、產量及番茄果實相較其他處理等園藝性狀整體表現較優 (表 8)，但如以生產資材成本分析而言，採用適當栽培管理，配合其介質栽培容器特性施用適量養液，較低成本的微量介質栽培方式，也可順利達到生產優質的番茄。因此，生產資材成本與收益建議以籃耕為宜，微量袋耕栽培次之。

表 8. 不同型式介質栽培容器之番茄生產成本分析比較

Treatment	Substrate ¹	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂	MgSO ₄	KH ₂ PO ₄	EDTA-Fe	micronutrient mixture*	Total
A	63.5	4.94	2.15	0.96	1.31	1.40	1.60	75.9
B	57.0	4.82	2.09	0.94	1.25	1.37	1.56	69.0
C	5.7	5.21	2.26	1.01	1.34	1.48	1.68	18.7
D	114.0	6.66	2.90	1.20	1.72	1.90	2.16	130.5

¹ Substrate:3.8 NT \$/L ; KNO₃:58 NT \$/kg ; Ca(NO₃)₂:28 NT \$/kg ; MgSO₄:18 NT \$/kg ; KH₂PO₄:60 NT \$/kg ; EDTA-Fe:220 NT \$/kg ; Micronutrient mix. : 250 NT \$/kg 。

結語

在臺灣蔬菜生產以露天栽培為主，但臺灣因全年溫度及溼度較高，病蟲滋生容易，且受不良氣候影響極大。利用設施栽培蔬菜具有提高產量，改善品質，並達到穩定生產等效果，而建置設施需於短時間投資設施、設備的成本極高，故設施內常採高度密集栽培，相對種植作物種類單純極易產生栽培上的障礙，即使以設施介質耕方式，也是會發生連作障礙問題。因此，如何減少介質使用量，使生產成本降低，又可每年更新介質，且達到穩定及提升作物產量與品質，實為解決當前設施蔬菜介質耕困境之重要課題^(5,11,13)。本場過去試驗曾進行有微量介質式果菜栽培系統之研發，如以生產資材成本分析而言，採用適當栽培管理，配合其介質栽培容器特性施用適量養液，以較低成本的微量介質栽培方式，也可順利達到生產優質的番茄。因此，利用此栽培模式，經由設施介質栽培及養液灌溉管理系統，使能更適宜蔬菜之生育，達到高產質優的栽培模式，提昇我國蔬菜產品之競爭力，將使臺灣設施蔬菜栽培更加發揚光大，開創未來蔬菜產業的美景。

參考文獻

1. 山崎肯哉 1982 養液栽培全編 博友社 東京日本。
2. 木村武 1999 施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 (6) : 475-480。
3. 吉田裕一、松野大樹、後藤丹十郎、高田圭太 2010 培養液濃度が根域制限一日射比例給液栽培トマトの生育量と果実品質に及ぼす影響 岡山大農センター報告 32: 15-19。
4. 李文汕 1999 蔬菜無土介質容器栽培 蔬菜容器栽培技術開發研討會專輯 p.1-17 國立中興大學編印。
5. 李文汕 2001 臺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。
6. 李曙軒 1984 茄果類的栽培生理 p.281-345 李曙軒 (編) 蔬菜栽培生理 上海科學技術出版社 上海。
7. 高橋英一、吉野実、前田正男 1980 新版原色作物の要素欠乏過症 農文協 東京, 日本。
8. 樊懷福、杜長霞、朱祝軍 2012 不同容積盆栽對櫻桃番茄果實品質和葉片氮代謝影響 中國農學通報 28(16):150-154。
9. 戴振洋 2009 設施番茄介質耕栽培技術 台中區農業技術專刊 179 : 1-14。
10. 戴振洋 2012 食用番茄之環境親和型施肥技術 豐年半月刊。
11. 戴振洋、林煜恆、陳令錫、田雲生 2015 設施介質耕環境親和型栽培技術之開發 行政院農業委員會臺中區農業改良場 104 年科技研究報告。
12. 戴振洋、蔡宜峯 2014 椰纖介質容量對設施番茄生育之影響 台中區農業改良場研究彙報 123 : 1-9。
13. 戴振洋、林煜恆 2016 不同栽培容器及介質量對設施番茄生育之影響 臺中區農業改良場研究彙報 132: 13-21。
14. Bar-Tal, A. and E. Pressman. 1996. Root restriction and potassium and calcium solution concentrations affect dry-matter production, cation uptake, and blossom-end rot in greenhouse tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4):649-655.

15. Chen, J.L., Y.L. Zhang, T.L. Wang, H. T. Zou, B. Li and N. Yu 2010. Effects of different water and fertilizer on irrigation amount, yield and fruit quality of tomato with low pressure of node subsurface irrigation in protected field. *Agricultural Research in Arid Areas* 28(1):49-53.
16. Dorais, M., A. P. Padopoulos and A. Gosselin. 2001. Greenhouse tomato fruit quality. *Horticultural Rev.* 26 : 239-319.
17. Ho, L. C. 1999. The physiological basis for improving tomato fruit quality. *Acta Hort.* 487 : 33-40.
18. Shishido, Y., C. J. Yun, T. Yutomu, N. Syama and S. Imada.1991.Changs in photosynthesis, translocation and distribution of ¹⁴Cassimilates during leaf development and the rate contribution of each to fruit growth in tomato. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 59(4) : 771-779.
19. Tian, J. L. and Y. H. Wang 2000. Current situations and prospects of researches on soilless-culture substrates. *Acta Agr. Shanghai* 16 (4) :87-92 °
20. Wang, Y. J. and G. Cheng 2007. Environmental safety agriculture in Japan and its inspiration to China *J. Anhui Agr. Sci.* 35(16) : 4949-4952 °

Research and Development of Micro-bag Medium Culture System to Cultivate Vegetable in Greenhouse

Chen-Yang Tai

Associate researcher, Taichung-DARES

taijy@tdais.gov.tw

Abstract

The extreme climate change has greatly impact on agricultural production in Taiwan. Using different kinds of facilities to improve the vegetable cultural environment can reduce the damage by disaster, improve the vegetable quality, regulate the production period and enhance the yield of the vegetable. So far, using the medium-culture system to cultivate vegetable in the facilities have been successfully accepted by the farmer and became an important part of Taiwan's vegetable industry. This article will explore the development of media culture from the bag culture, basket culture, tillage culture and micro-bag culture that whether the impact on tomato growth and production. The effects of different medium capacity (0.6~7.5 liters / plant) on the yield and quality of tomato were significantly higher than those of the control ($P < 0.05$). The results showed that there is no significant effect on plant height, stem weight, leaf dry weight, root dry weight and fruit traits (high fruit, fruit diameter, fruit weight and soluble solids content, etc.) when tomato plants cultivated at the different cultural containers. The analysis of the nutrient elements in the medium and leaf of the tomato harvest showed that the difference was not significant between the different media cultivated containers. The total fruit number and total fruit weight of the harvest were 18.1 fruit / plant and 2,071 g / plant. Based on the results of this study, the appropriate cultivation and management, with the use of various types of medium culture container characteristics of the appropriate amount of liquid, even if the lower cost of micro-medium cultivation methods, which will also be available for research and industry application in the future.

Key words: tomato, greenhouse, growth substrate