

品種與嫁接對設施小果番茄生育之影響¹

戴振洋、林煜恆、游富升²

摘 要

本研究目的在探討品種與嫁接對設施小果番茄生育之影響，試驗採用離地介質栽培，處理分別為(A)‘玉女’實生苗、(B)‘玉女’嫁接苗、(C)‘蜜三’實生苗、(D)‘蜜三’嫁接苗。試驗結果顯示，總產量表現以‘玉女’實生苗顯著優於嫁接苗，但‘蜜三’品種則實生苗與嫁接苗並無顯著性差異，各處理在番茄植株性狀也無顯著性影響。‘玉女’與‘蜜三’兩品種實生苗皆較嫁接苗之果高、果徑、果肉厚及單果重有較好表現，但可溶性固形物含量則以嫁接苗處理表現較好。經分析番茄葉片、莖及根中氮、磷、鎂、銅及鐵等元素含量，結果顯示處理間均無顯著差異。綜知，兩品種番茄以嫁接苗進行離地介質栽培能有效提高果實甜度，相關研究結果可供農民栽培參考。

關鍵字：番茄、設施、嫁接、果實品質

前 言

臺灣番茄(*Solanum lycopersicum* L.)栽培面積約 3,989 公頃，其中小果番茄適合生長乾燥冷涼且日夜溫差大的秋冬季，此時全臺各地皆可見小果番茄栽培⁽⁴⁾。近年來，臺灣設施小果番茄面積不斷增加，在高度競爭下對品質要求更趨嚴格，而決定品質好壞主要關鍵為果實甜度的高低⁽¹²⁾。農民栽培小果番茄常應用嫁接苗栽培，不僅可降低連作障礙、減輕青枯病及線蟲危害程度，亦可提高果實甜度^(3,9,13,23)。許多研究顯示嫁接可以增加植株土傳性病蟲害抗性、增強植株生長勢、增加產量及提升品質、提升耐逆境能力、促進養分及水分吸收^(3,9,13,25,26)。故臺灣設施番茄農民近年紛紛採用種苗成本較高的嫁接苗，番茄嫁接苗已逐漸取代自根苗使用，在設施土耕小果番茄嫁接苗使用比率已超過八成，高冷地露天大果番茄使用比率也在三到四成左右，其目的為提升品質及增加收益⁽³⁾。臺灣番茄嫁接砧木以茄子為主，其中以亞蔬—世界蔬菜中心所推廣之‘EG203’與‘EG195’茄砧最受各地育苗場喜愛使用⁽³⁾。

臺灣離地介質栽培應用，以中北部或高冷地山區為主，利用進口泥炭或椰纖以介質袋或栽培槽等方式種植，由於介質緩衝能力大，栽培管理較慣行土耕容易，而且收益良好。因此，許多農民將離地介質栽培擴展應用到番茄、甜椒、胡瓜等高經濟作物之週年栽培模式^(4,11)。由於離地介質栽培追求穩定及提升作物產量與品質，因無立即面臨土傳性病蟲害之威脅，所以農民在介質栽培番茄

¹ 臺中區農業改良場研究報告第 1030 號。

² 臺中區農業改良場副研究員、助理研究員及研究助理。

時，常無法明快決定是否選用成本較高的嫁接苗。本研究期針對國內設施栽培主要小番茄品種‘玉女’與‘蜜三’為對象，此二品種為彰化地區農民特別偏好栽培，眾所皆知‘玉女’為農友種苗公司主力小果番茄品種，‘蜜三’為苗栗後龍合興育苗場獨家販售之商業品種，經作者先前觀察‘玉女’生長勢較‘蜜三’強，葉片及果實較大，為探討‘玉女’與‘蜜三’在實生或嫁接苗於設施離地介質栽培是否對產量及品質影響有所差異，故進行本研究釐清相關問題。

材料與方法

一、試驗材料與地點

(一)供試品種：番茄供試品種為農友種苗公司‘玉女’(‘Rosada’)及苗栗後龍合興育苗場‘蜜三’(‘Mizo’)商業品種。

(二)栽培方式：介質槽耕栽培方式。

(三)灌溉機具：臺中區農業改良場(以下簡稱臺中場)研發自動肥灌系統，具有5支文氏管注肥器，可設定灌溉配方、灌溉量與灌溉驅動模式，介質槽耕微噴灌。

(四)試驗地區：於彰化縣大村鄉臺中場內強固型單開頂塑膠布 10 連棟溫室(N24.001456, E120.531684)，長度 40 m，每棟寬度 4.8 m，水槽高度 3.5 m，圓弧屋頂高度 4.85 m，側邊捲收塑膠布和防蟲網，建造於 2012 年，南北走向，中間 8 棟屋頂開設單側電動氣窗，氣窗開口面向東方，全開之垂直開口寬度 1.1-1.2 m。溫室隔成二區，本研究在東側實施。東側離地介質耕分成 10 田區，於南北向的田區 1 與 2 實施，每田區有 2 個栽培槽面積約 60 m²，槽寬 0.4 m，走道寬 1.1 m。

二、試驗方法

試驗田區設置於臺中場內蔬菜溫室，植株於 2020 年 9 月 29 日依各處理定植於介質栽培槽中，槽內採雙行植方式，株距 60 公分，試驗處理如(表一)，分別為 A：‘玉女’實生苗、B：‘玉女’嫁接苗(茄砧‘EG203’)、C：‘蜜三’實生苗、D：‘蜜三’嫁接苗(茄砧‘EG203’)。試驗番茄嫁接苗採用切接方式，栽培介質購自綠誼公司泥炭介質(pH 值 6.42、EC 值 0.27 dS/m、氮含量 7.8 g/kg、磷含量 2.4 g/kg、鉀含量 2.4 g/kg、鈣含量 10.4 g/kg 及鎂含量 2.2 g/kg)，養液灌溉水量控制為供給養液後，泥炭介質保持濕潤狀態為原則，番茄整枝方式採用雙幹整枝傾斜(與地面角度約 30-40 度)生長方式，番茄生育期間的栽培管理依慣行方式行之，養液調配參考日本山崎配方⁽¹⁾略修正，每噸水分別添加硝酸鉀(KNO₃) 400 g、硝酸鈣(Ca(NO₃)₂·4H₂O) 360 g、磷酸一鉀(KH₂PO₄) 120 g、硫酸鎂(MgSO₄·5H₂O) 250 g、鐵(Fe·EDTA) 20-30 g、綜合微量元素 20-30 g。

三、調查方法

本研究根據臺北農產運銷股份有限公司小番茄的分級標準⁽¹⁰⁾，調查果實品質，將小區每次採

收之番茄果實區分為特級果(Grade A)與優級果(Grade B)，並加以記錄，以求取各處理之結果數目、產量與茄果品質比例的變化等項目。特級果為果形完整、大小均勻、色澤優良、萼片完整、無病蟲害與其他傷害。優級果為熟尚適度、果形尚完整、大小尚均勻、色澤好良、萼片尚完整、無嚴重病蟲害與其他傷害。此外，並於採收初期、中期及後期，每小區逢機取樣 6 株，每株各取 4-6 果混合後調查其果實品質，包括果高、果徑、果皮肉厚度、總可溶性固形物及單果重等項目。

四、分析項目與方法

於番茄採收後期進行各處理植體樣品取樣，植體區分根、莖、葉各部位取樣，於每處理逢機取樣 4 株。植體樣品經 70°C 烘箱烘乾後磨粉，以濕灰法(硫酸)分解，測定氮、磷、鉀、鈣及鎂量，其中以微量擴散法測定全氮量⁽¹⁴⁾，利用鉬黃法呈色及分光光度計(於 420 nm 下)比色法⁽²⁰⁾測定其全磷量，利用發光分析儀測定其全鉀量，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量。微量元素鐵、錳、鋅及銅等則以 1 N 鹽酸反應⁽²⁷⁾後以原子吸收光譜儀(Atomic absorption spectrophotometer ZA3300, Hitachi, Tokyo, Japan)分析。

五、統計分析

各小區所得數據資料經變方分析後，若處理差異顯著，則使用最小顯著性差異測驗(least significance difference, LSD)比較處理間差異是否達到統計上顯著性。

表一、試驗處理

Table 1. The treatments of experiment

Treatment	Seedlings	Scion/Tomato	Rootstock/Eggplant
A	Self-root seedling	'Rosada'	-
B	Grafted seedling	'Rosada'	'EG203'
C	Self-root seedling	'Mizo'	-
D	Grafted seedling	'Mizo'	'EG203'

結果與討論

一、品種與嫁接對小果番茄植株性狀之影響

由品種與嫁接對小果番茄植株性狀調查結果顯示(表二)，番茄植株株高、莖粗、葉長(頂端下第四葉)、葉寬(頂端下第四葉)、節數及節間長度在不同處理間小果番茄植株性狀差異均不顯著。其中植株株高以 C 處理('蜜三'實生苗)的 323 cm 較高，其次為 D 處理('蜜三'嫁接苗)319 cm，B 處理('玉女'嫁接苗)315 cm 及 A 處理('玉女'實生苗)298 cm 較低。植株莖粗以 D 處理的 9.28 mm 較高，其次為 B 處理('蜜三'嫁接苗)9.22 mm，C 處理('玉女'嫁接苗)8.64 mm 及 A 處理('玉女'實生苗)8.27 mm 較低。葉長 C 處理的 54.3 cm 較高，其次為 D 處理 52.8 cm，A 處理 52.5 cm 及 B 處理 48.3 cm 較

低。葉寬以 D 處理的 42.8 cm 較高，其次為 A 處理 42.5 cm，C 處理 39.5 cm 及 B 處理 38.3 cm 較低。不同處理節間數介於 37.8-38.5 節，不同處理節間長介於 15.2-15.5 cm，節間數及節間長各處理均無顯著差異。

目前在臺灣設施蔬菜生產中，利用離地介質栽培方式在中部地區日益普及，惟農民即使在連作介質重複使用的高複種栽培模式之下，使用嫁接苗方式來解決連作所衍生問題並不多，習慣上以利用高溫蒸氣或熱水淋浴介質為主^(4,11)。本研究顯示嫁接與品種處理對番茄採收期植株性狀包含株高、莖粗、葉長(頂端下第四片成熟葉)、葉寬(頂端下第四片成熟葉)、節數及節間長度之影響，各處理間無顯著性差異。顯示使用茄砧(‘EG203’)的嫁接苗，與實生苗在番茄採收期末期植株性狀，不論是‘玉女’或‘蜜三’品種表現均無統計上差異。許多研究指出嫁接苗因使用之砧木特性不一，對番茄生長及果實品質所受影響是極大變因，此歸納主要受砧木-接穗間組合親合性有相互極強之影響^(7,22,23,24)。本研究各嫁接苗在嫁接茄砧‘EG203’癒合後，並無生長不良、萎凋及生理障礙等嫁接不親和現象，其與‘玉女’或‘蜜三’品種屬於親和性佳，且能順利發育成健康植株，如對番茄生育無顯著影響或能提升產量與品質，又能降低介質栽培連作障礙問題，依本研究在植株性狀結果，將可列入農民應用嫁接苗參考選項之一。

表二、品種與嫁接對小果番茄採收期末期之植株性狀影響

Table 2. The effects of variety and grafted on the plant characteristics of cherry tomato at harvest stage

Treatment ¹	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf		Node (No./plant)	Node length (cm)
			length (cm)	width (cm)		
A	298a	8.27a	52.5a	42.5a	38.5a	15.5a
B	315a	9.22a	48.3a	38.3a	38.0a	15.3a
C	323a	8.64a	54.3a	39.5a	38.5a	15.2a
D	319a	9.28a	52.8a	42.8a	37.8a	15.3a

¹ Description in Table 1.

² Means with the same letters in a column were not significantly different at $P \leq 5\%$ level by least significance difference.

二、品種與嫁接對小果番茄產量及品質之影響

品種與嫁接對小果番茄果數及果重之影響方面，將各小區(7.5m²)採收之小果番茄(包括特級果及優級果)果實數據，合計換算成每 0.1 公頃總果重與總果數結果(表三)。小果番茄特級果(Grade A)之果數以 A 處理(‘玉女’實生苗)255 千果/0.1 ha，其次依序為 D 處理(‘蜜三’嫁接苗)224 千果/0.1 ha，B 處理(‘玉女’嫁接苗)200 千果/0.1 ha，而 C 處理(‘蜜三’實生苗)198 千果/0.1 ha 最少，統計分析上各處理未達顯著性差異。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

數 133 千果/0.1 ha 較高，其次依序為 D 處理、B 處理及 C 處理，分別為 132 千果/0.1 ha、125 千果/0.1 ha 及 116 千果/0.1 ha，各處理間亦未達顯著性差異。在總結果數方面，以 A 處理結果數最高，其次依序為 D 處理、B 處理及 C 處理，分別依序為 388、356、325 及 314 千果/0.1 ha，處理間均未達顯著性差異。

在試驗期間小果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(表三)，特級果重產量以 A 處理者產量最高，其次依序為 E 處理者、B 處理者及 C 處理者，分別依序為 2,201、1,929、1,769、及 1,715 kg / 0.1 ha，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 E 處理者、B 處理者及 C 處理者，依序分別為 1,065、1,028、1,005、及 977 kg / 0.1 ha，各處理間未達顯著性差異。在總產量方面，亦以 A 處理 3,266 kg / 0.1 ha 最高，分別依序為 D 處理 2,906 kg / 0.1 ha、C 處理 2,820 kg / 0.1 ha 及 B 處理 2,797 kg / 0.1 ha，部分處理間表現已達顯著性差異。

表三、品種與嫁接對小果番茄果數及果重之影響

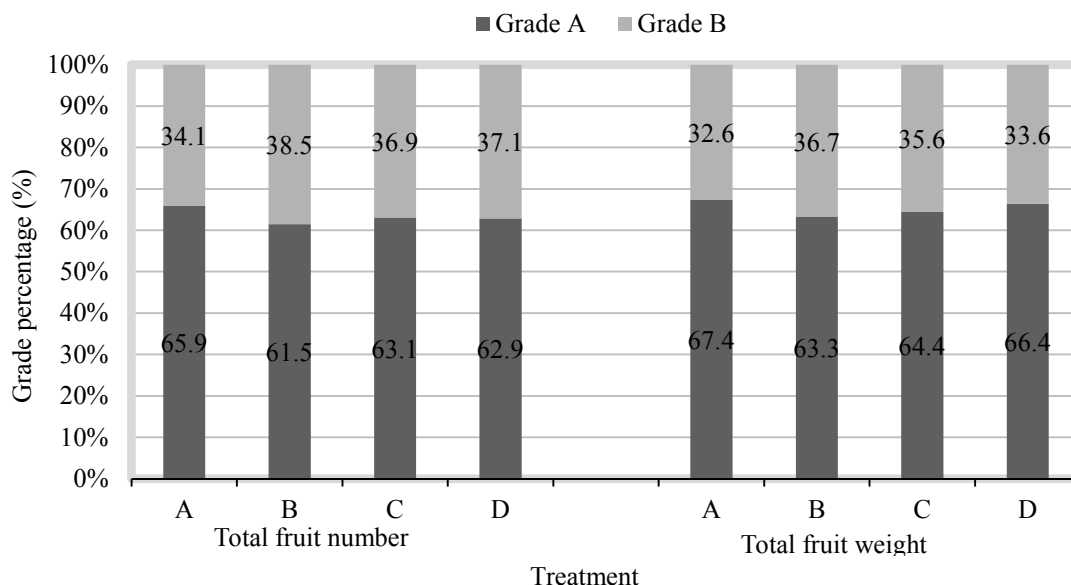
Table 3. The effects of variety and grafted on the fruit number and fruit weight of cherry tomato

Treatment ¹	No. of fruit(1000*No./ 0.1ha)			Fruit weight(kg / 0.1ha)		
	Grade A	Grade B	Total	Grade A	Grade B	Total
A	255a ²	133a	388a	2,201a	1,065a	3,266a
B	200a	125a	325a	1,769ab	1,028a	2,797b
C	198a	116a	314a	1,815b	1,005a	2,820ab
D	224a	132a	356a	1,929ab	977a	2,906ab

¹ Description in Table 1.

² Means with the same letters in a column were not significantly different at P≤5% level by least significance difference.

為進一步了解品種與嫁接對小果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A處理(‘玉女’實生苗)最高，達65.9%，其次為C處理(‘蜜三’實生苗)的63.19%，再次之為B處理(‘玉女’嫁接苗)62.9%，D處理(‘蜜三’嫁接苗)佔比例最少者為，僅為61.5%。而總果數中優級果佔比例最高者為B處理，達38.5%，其次分別為D處理的37.1%、C處理的38.5%，佔比例最少者為A處理，僅為34.1%。換言之，以C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A處理者最高，達67.4%，其次為D處理的66.4%、再次之為C處理的64.4%、佔比例最少者為B處理，僅為63.3%。而總產量中優級果佔比例最高者為B處理，達36.7%，其次分別為C處理的35.6%、D處理的33.6%，佔比例最少者為A處理者，僅為32.6%。換言之，以B處理者的採收茄果品質較差。



圖一、品種與嫁接對小果番茄果品不同等級百分率之影響

Fig 1. The effects of variety and grafted on the fruit grade percentage of cherry tomato

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^(2,5,12,15,17,19)。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，也為有效提升番茄品質途徑之一^(16,18)。臺灣設施蔬菜生產中，利用離地介質栽培在中部地區日益普及，惟在離地生產相較於土耕者其土傳病蟲害發生機率低，是否還需要利用番茄嫁接苗呢？一般而言，以‘玉女’嫁接苗平均種苗費約在11-13元/株，而‘玉女’實生苗種苗費僅5-6元/株，如以每分地種植2,200株計算‘玉女’嫁接苗種苗費在26,400元(12元*2,200株)，實生苗種苗費為12,100元(5.5元*2,200株)，相較下則可節省14,300元。因此，離地介質栽培者選擇‘玉女’嫁接苗，主要目的在提高果實甜度及增加特級果占比。本研究結果顯示嫁接及品種影響小果番茄總產量表現上，不同品種的嫁接苗與實生苗不相同，‘玉女’實生苗(A處理)總產量顯著優於‘玉女’嫁接苗(B處理)，但在‘蜜三’品種總產量表現則嫁接苗與實生苗並無顯著性差異。總果數或總產量的特級果與優級果比例變化，則不論是‘玉女’或‘蜜三’品種在嫁接苗與實生苗，並無顯著比例差異之趨勢，特級果與優級果比例似乎受到栽培管理技術所影響。朱等人指出3種品種番茄接穗嫁接於茄砧‘EG203’及‘EG195’時，單株產量及單果重皆較嫁接於番茄砧低，並達顯著之差異⁽³⁾。Oda等人研究亦有相同的結論，即番茄砧‘Hawaii 7998’確實生育及產量優茄砧‘Akanasu’⁽²³⁾。本研究為用不同品種接穗皆嫁接茄子‘EG203’為根砧，依作者觀察‘玉女’不論是生長勢、葉片開展或葉片大小均優於‘蜜三’品種，再經由嫁接後，植株易造成接穗與根砧在營養與元素轉運生理變化，無法如自根的實生苗，因此在生長勢較強的‘玉女’實生苗總產量顯著優於‘玉女’嫁接苗。

三、品種與嫁接對小果番茄果實性狀之影響

本研究分別於番茄採收初期、中期及後期調查果實性狀，根據番茄採收初期果實性狀調查結果顯示(表四)在果高、果徑、果肉厚、單果重及可溶性固形物含量在不同處理間有顯著性差異，其中番茄果高以A處理(‘玉女’實生苗)較高(39.8 mm)，次之為C處理(‘蜜三’實生苗) 37.0 mm，兩者間無顯著性差異，但與D處理(‘蜜三’嫁接苗)36.4 mm及B處理(‘玉女’嫁接苗)35.4 mm達顯著性差異。果徑以A處理較高(25.4 mm)，次之為C處理24.7 mm，兩者間無顯著性差異，但A處理與D處理23.1 mm及B處理22.5 mm已達顯著性差異。果肉厚以A處理較高(3.19 mm)，次之為C處理2.79 mm，兩者間無顯著性差異，但A處理與D處理2.57 mm及B處理2.49 mm已達顯著性差異。單果重以A處理較高17.0 g，次之為C處理14.9 g，兩者間無顯著性差異，但A處理與D處理12.7 g及B處理12.1 g達顯著性差異。可溶性固形物含量表現則與果高、果徑、果肉厚、單果重呈現相反趨勢，以B處理8.30° Brix最高，次之為D處理8.08° Brix，兩處理間並無顯著性差異，但與C處理7.18° Brix與A處理6.70° Brix達顯著性差異。

番茄採收中期果實性狀調查結果顯示(表四)在果高、果徑、果肉厚、單果重及可溶性固形物含量在不同處理間有顯著性差異，其中番茄果高以C處理(‘蜜三’實生苗)較高35.2 mm，次之為A處理(‘玉女’實生苗)33.9 mm，兩者間無顯著性差異，但均與B處理(‘玉女’嫁接苗)31.3 mm及D處理(‘蜜三’嫁接苗)31.3 mm已達顯著性差異。果徑以C處理較高(23.9 mm)，次之為A處理23.2 mm，兩者間無顯著性差異，但與B處理21.8 mm及D處理21.0 mm達顯著性差異。果肉厚以A處理較高(2.47 mm)，次之為C處理2.79 mm，兩者間無顯著性差異，但均與B處理2.15 mm及D處理1.98 mm達顯著性差異。單果重以C處理較高(13.3 g)，次之為A處理12.3 g，兩者間無顯著性差異，但與B處理9.8g及D處理9.2 g達顯著性差異。可溶性固形物含量表現則與果高、果徑、果肉厚及單果重呈現相反趨勢，以B處理8.37° Brix最高，次之為D處理7.92° Brix，兩者間無顯著性差異，但均與A處理7.27° Brix及C處理6.50° Brix達顯著性差異。

番茄採收後期果實性狀調查結果顯示(表四)在果高、果徑、果肉厚及單果重，各處理間無顯著性差異，其中番茄果高不同處理介於31.4-32.2 mm，果徑不同處理介於21.4-22.6 mm，果肉厚不同處理介於1.90-2.12 mm，單果重不同處理介於10.2-10.6 g。可溶性固形物含量以B處理8.46 Brix最高，次之為D處理8.15° Brix及C處理8.12° Brix，處理間無顯著性差異，而最低的A處理為7.41° Brix，且B處理及D處理兩者已達顯著性差異。

果實是番茄栽培的標的器官，果實外觀與內容物將影響販售價格及農民收益^(12,15)。小果番茄品質良莠受到品種、氣候環境及栽培管理技術影響極大，而品質與售價高低息息相關，其中品質首要考量因素為果實糖分含量多寡。在臺灣設施土耕小果番茄嫁接苗使用比率已超過八成，主要為能控制植株生長及發育，以提高果實甜度的栽培操作⁽³⁾。Lee 指出果實品質性狀，如果實形狀大小、果色、果皮光滑度、果肉質地和果肉顏色及可溶性固形物濃度等都受根砧所影響⁽²¹⁾。本研究結果

顯示，利用嫁接處理在採收前期及中期對番茄果實之果高、果徑、果肉厚、單果重及可溶性固形物含量，在不同處理間有顯著性差異，且不同品種間(‘玉女’與‘蜜三’)都顯示有相同趨勢，即實生苗處理者較嫁接苗處理者在果高、果徑、果肉厚及單果重有較好的表現，但可溶性固形物含量則以嫁接苗處理者表現較好。但採收後期則果高、果徑、果肉厚及單果重等差異並未達顯著性，僅在可溶性固形物含量之‘玉女’品種仍以嫁接苗處理者表現較好。利用嫁接方式提升番茄甜度是臺南及嘉義番茄農民常應用的方式，研究顯示以 3 種小果番茄‘金瑩’(Golden Sweet)、‘臺南 24 號’及‘玉女’之糖度及可滴定酸，嫁接於茄砧皆比嫁接於番茄砧者高，所換算之糖酸比，小果番茄‘金瑩’及‘玉女’嫁接於茄砧有較高的趨勢，口感較甜⁽³⁾。國外研究以茄子根砧在春作或秋作嫁接者其果實的葡萄糖和果糖表現上，均顯著優於番茄根砧，但蔗糖含量不論是茄子或番茄為根砧其含量介於 0.03-0.06%，兩者並無顯著差異，惟需注意以茄子根砧者在產量表現較番茄根砧者差，且其果實尻腐病發生率也較高⁽²³⁾。在本研究中調查果實尻腐病，不同處理間並未發現有尻腐病發生(資料未顯示)，推測可能為秋冬期作離地介質栽培，在水分或營養元素供應相對於土壤栽培供應更充足。因此，不同品種(‘玉女’與‘蜜三’)嫁接苗的果實都未有尻腐病發生。

表四、品種與嫁接對小果番茄採收初、中及末期果實性狀之影響

Table 4. The effects of variety and grafted on the fruit characteristics of cherry tomato at different harvest stage

Treatment ¹	Fruit				Total soluble solid (° Brix)
	height (mm)	diameter (mm)	thickness (mm)	weight (g / fruit)	
early harvest stage					
A	39.8a	25.4a	3.19a	17.0a	6.70b
B	35.4b	22.5b	2.49b	12.1c	8.30a
C	37.0ab	24.7a	2.79ab	14.9ab	7.18b
D	36.4b	23.1b	2.57b	12.7bc	8.08a
middle harvest stage					
A	33.9a	23.2a	2.47a	12.3a	7.27b
B	31.3b	21.8b	2.15b	9.8b	8.37a
C	35.2a	23.9a	2.33a	13.3a	6.50b
D	31.3b	21.0b	1.98b	9.2b	7.92a
late harvest stage					
A	32.2a	22.1a	2.12a	10.6a	7.41b
B	31.4a	22.6a	1.99a	10.2a	8.46a
C	31.5a	21.8a	1.97a	10.5a	8.12ab
D	31.6a	21.4a	1.90a	10.3a	8.15a

¹ Description in Table 1.

² Means with the same letters in a column were not significantly different at $P \leq 5\%$ level by least significance difference.

番茄果實糖含量由品種的複雜多基因調控其表現^(12,16)，且受環境因素影響至鉅^(5,12,17,19)，其環境及栽培管理因子包括光照、溫度、水分、施肥、修剪和病蟲害防治等都足以影響果實糖含量，要如何提高番茄果實的甜度是改善番茄品質的重要環節，也是栽培技術的關鍵⁽¹²⁾。由本研究結果顯示離地介質栽培應用嫁接苗栽培，確實能提高番茄果實甜度，而品質與售價高低息息相關，使用嫁接苗雖然其種苗費增加，但售價提高相對整體收益也增加，值得離地介質栽培農民有不同選擇應用。

四、品種與嫁接對小果番茄採收期無機元素含量之影響

以品種與嫁接對小果番茄葉片無機養分吸收之影響，結果(表五)顯示葉片中氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅、錳、鋅及鐵等元素含量，在不同品種(‘玉女’與‘蜜三’)與嫁接(嫁接苗及自根苗)處理間差異均不顯著，各處理氮含量介於 1.99-2.06%、磷含量介於 0.17-0.20%、鉀含量介於 3.08-3.75%、鈣含量介於 1.95-2.42%、鎂含量介於 0.56-0.70%、銅含量介於 16-28 ppm、錳含量介於 79-92 ppm、鋅含量介於 82-101 ppm 及鐵含量介於 124-154 ppm。

在小果番茄莖部無機養分吸收之影響，結果(表五)顯示在鈣含量方面，以B處理(‘玉女’嫁接苗)鈣含量達 2.16%最高，與其他處理者達極顯著性差異，其次依序為 D 處理(‘蜜三’嫁接苗)1.85%及 C處理(‘蜜三’實生苗)1.75%，兩者處理間無顯著性差異，鈣含量最低者A處理(‘玉女’實生苗)1.58%與 D 處理達極顯著性差異。在氮、磷、鉀、鎂、銅、錳、鋅及鐵等元素含量，各處理間差異均不顯著，各處理氮含量介於 1.14-1.37%、磷含量介於 0.15-0.22%、鉀含量介於 2.76-3.50%、鎂含量介於 0.40-0.53%、銅含量介於 17.8-13.0 ppm、錳含量介於 22-32 ppm、鋅含量介於 48-64 ppm 及鐵含量介於 35-44 ppm。

在根部無機養分吸收之影響，結果(表五)顯示在鉀含量方面，以 C 處理鉀含量達 2.11%最高，其次為 D 處理 1.32%，兩者處理間並顯著性差異，但與其他處理者 A 處理 1.99%與 B 處理 1.27%，則達極顯著性差異。在鈣含量方面，以 C 處理鈣含量達 1.92%最高，與其他處理者已極顯著性差異，其次依序為 A 處理 1.99%、D 處理 1.32%與 B 處理 1.17%，各處理間達極顯著性差異。在錳含量方面，以 A 處理與 C 處理錳含量均為 20 ppm，與其他處理者 B 處理 15 ppm 及 D 處理 12 ppm，處理間有顯著性差異。在鋅含量方面，以 C 處理 131 ppm 最高，其次為 A 處理 110 ppm，與 D 處理 66 ppm 及 B 處理 52 ppm，處理間有極顯著性差異。在氮、磷、鎂、銅及鐵等元素含量，各處理間差異均不顯著，各處理氮含量介於 1.33-1.48%、磷含量介於 0.12-0.19%、鎂含量介於 0.30-0.37%、銅含量介於 6.8-12.0 ppm 及鐵含量介於 42-48 ppm。

綜合品種與嫁接對小果番茄無機養分吸收結果顯示，不論是葉片、莖及根部位在氮、磷、鎂、銅及鐵等元素含量各處理間均無顯著影響。鈣含量在莖部及根部處理間有顯著影響，根部鉀、錳及鋅等元素含量則明顯有根砧與番茄實生根不同趨勢，不論是嫁接‘玉女’或‘蜜三’的不同品種間，這與茄子及番茄根部自身對無機養分吸收特性不同有所影響。依日本所訂之番茄葉片元素含量適量

基準，葉片氮含量介於 2.5-3.5%，磷含量介於 0.2-0.4%，鉀含量介於 4.0-5.0%，鈣含量介於 3.0-5.0%，鎂含量介於 0.5-1.0%⁽⁶⁾。本研究結果中葉片氮含量介於 1.94-2.06%、磷含量介於 0.17-0.20%，鉀含量介於 3.08-3.75%、鈣含量介於 1.95-2.42%、鎂含量介於 0.56-0.70%，氮、磷、鉀、鈣及鎂等元素含量均較日本適量基準含量為偏低。如參考臺灣所訂之番茄葉片要素含量適量基準，葉片氮含量介於 2.6-4.8%，磷含量介於 0.3-0.7%，鉀含量介於 2.3-4.2%間，鈣含量介於 1.52-3.17%，鎂含量介於 0.32-0.67%⁽⁷⁾。本研究結果中，葉片鉀含量(3.08-3.75%)、鈣含量(1.95-2.42%)及鎂含量(0.56-0.70%)符合臺灣所訂之適量基準。研究指出砧木旺盛的根系通常比接穗根更能有效地吸收植物養分，使用耐旱砧木可以改善離子吸收，增加氮(N)、磷(P)及鉀(K) 吸收與含量⁽²⁵⁾。即嫁接在有活力的砧木上的植物可以改善未嫁接植物的礦物質營養和養分吸收，尤其是在水分脅迫條件下。在本研究結果中顯示，養液肥分似乎不足，不論是嫁接與否或不同品種間其番茄各要素含量都顯不足，推測因本研究在生育中後期為提升小果番茄甜度，養液濃度控制在 1/2 之下且茄砧‘EG203’根系活力不足有所影響，此仍有待探討。

表五、品種與嫁接對小果番茄採收期葉片中無機元素含量之影響

Table 5. The effects of variety and grafted on leaf concentration of nutrients at cherry tomato harvested stage

Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	----- (%) -----			----- ppm -----			-----		
A	2.06a	0.19a	3.64a	2.17a	0.70a	28a	79a	101a	154a
B	2.00a	0.17a	3.71a	2.42a	0.64a	16a	92a	91a	141a
C	2.00a	0.20a	3.08a	1.95a	0.65a	23a	82a	82a	124a
D	1.94a	0.18a	3.75a	2.27a	0.56a	20a	91a	94a	128a

¹Description in Table 1.

²Means with the same letters in a column were not significantly different at $P \leq 5\%$ level by least significance difference.

表六、品種與嫁接對小果番茄採收期莖部無機元素含量之影響

Table 6. The effects of variety and grafted on stem concentration of nutrients at cherry tomato harvested stage

Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	----- (%) -----			----- ppm -----			-----		
A	1.37a	0.18a	3.33a	1.58c	0.50a	10.5a	22a	62a	44a
B	1.14a	0.15a	3.21a	2.16a	0.53a	7.8b	32a	48a	41a
C	1.37a	0.22a	3.50a	1.75bc	0.51a	13.0a	25a	64a	43a
D	1.24a	0.15a	2.76a	1.85b	0.40a	8.3a	23a	49a	35a

¹Description in Table 1.

²Means with the same letters in a column were not significantly different at $P \leq 1\%$ level by least significance difference.

表七、品種與嫁接對小果番茄採收期根部無機元素含量之影響

Table 7. The effects of variety and grafted on root concentration of nutrients at cherry tomato harvested stage

Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	----- (%) -----			----- ppm -----			-----		
A	1.45a	0.15a	1.99a	1.58b	0.33a	10.3a	20a	110a	48a
B	1.48a	0.12a	1.27b	1.41bc	0.31a	6.8a	15b	52b	42a
C	1.33a	0.19a	2.11a	1.92a	0.30a	12.0a	20a	131a	46a
D	1.37a	0.13a	1.32b	1.17c	0.37a	8.3a	12b	66b	45a
LSD	ns	ns	**	**	ns	ns	*	**	ns

¹ Description in Table 1.

² Means with the same letters in a column were not significantly different at $P \leq 5\%$ or 1% level by least significance difference.

參考文獻

1. 山崎肯哉 1982 養液栽培全編 博友社 東京,日本。
2. 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・収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。
3. 朱詠筑、楊藹華、劉依昌、黃圓滿、錢岳 2016 不同根砧對小果番茄果實品質之影響 臺南區農業改良場研究彙報 68: 26-34。
4. 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。
5. 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。
6. 高橋英一、吉野実、前田正男 1980 新版原色作物の要素欠乏過剩症 農文協 東京,日本。
7. 張庚鵬、張愛華 1997 蔬菜作物營養障礙診斷圖鑑 p. 1-109 農業試驗所特刊第 65 號 台灣省農業試驗所編印。
8. 郭敬華、董靈迪、焦永剛、石琳琪 2015 不同砧木嫁接對番茄生長發育產量及品質的影響 河北農業科學 19(1): 22-25。
9. 鄔家琪、張允瓊、邱奕志 2007 番茄嫁接苗生理代謝物之研究 臺灣園藝 53(2): 195-203。
10. 臺北農產運銷股份有限公司 2022 小番茄分級包裝 <http://www.tapmc.com.taipei/Pages/Market/Packing/G000C4> (2022.3.8 網頁版)。
11. 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。
12. 戴振洋 2020 探究影響小果番茄果實甜度之因素 農業世界 440: 32-36。
13. 戴順發、張武男 1997 蔬菜嫁接之研究與發展 科學農業 49(9,10): 266-274。

14. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: Methods of Soil Analysis (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney ed.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
15. Dorais, M., A. P. Padopoulos and A. Gosselin. 2001. Greenhouse tomato fruit quality. Horticultural Rev. 26: 239-319.
16. Helyes, L., A. Lugasi, Á. Pogonyi and Z. Pék 2009. Effect of variety and grafting on lycopene content of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*l. Karsten). Acta Alimentaria. 38 (1): 27-34.
17. Ho, L. C. 1999. The physiological basis for improving tomato fruit quality. Acta Hort. 487: 33-40.
18. Khah, E. M., E. Kakava, A. Mavromatis, D. Chachalis and C. Goulas. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. J. Applied Hort. 8(1): 3-7.
19. Kinet, J. M. and M. M. Peet 1997. Tomato. In : Wien H. C.(ed.) The Physiology of Vegetable Crops CAB International, New York, USA, p.207-258.
20. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. P.247-262. In: A. L. Page, H. Miller, and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York, USA.
21. Lee, J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I, current status, grafting methods and benefits. HortScience. 29: 235-239.
22. Marios C. K., Y. Rouphael, G. Colla, R. Zrenner and D. Schwarz. 2017. Vegetable grafting: The implications of a growing agronomic imperative for vegetable fruit quality and nutritive value. Frontiers in Plant Science | www.frontiersin.org.
23. Oda, M., M. Nagata, K. Tsuji and H. Sasaki. 1996. Effect of scarlet eggplant rootstock on growth, yield, and sugar content of grafted tomato fruits. J. Japan. Soc. Hort. 65(3): 531-536.
24. Pogonyi, Á., Z. Pék, L. Helyes and A. Lugasi 2005. Effect of grafting on the tomato's yield, quality and main fruit components in spring forcing. Acta Alimentaria 34(4): 453-462.
25. Sánchez-Rodríguez, E., R. Leyva, C. Constán-Aguilar, L. Romero and J. M. Ruiz 2014. How does grafting affect the ionome of cherry tomato plants under water stress? Soil Science and Plant Nutrition 60: 145-155.
26. Sora, D., M. Doltu, E. M. Drăghici and M. I. Bogoescu 2019. Effect of grafting on tomato fruit quality. Not Bot Hort. Agrobo. 47(4): 1246-1251.
27. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock and K. A. Gomez. 1976. Procedures for routine analysis of zinc, copper, manganese, calcium, magnesium, potassium, and sodium by atomic absorption spectrophotometry and flame photometry. p.27-34. In: Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock and K. A. Gomez (eds.). Laboratory manual for physiological studies of rice. IRRI. Philippines.

Effects of Varieties and Grafting on the Growth of Cherry Tomato in Facility¹

Chen-Yang Tai, Yu-Heng Lin and Fu-Sheng You²

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore the effects of varieties and grafting on the growth of cherry tomato in facility. The experiment used off-ground medium cultivation, and the treatments were (A) 'Rosada' self-root seedling; (B) 'Rosada' grafting seedling; (C) 'Mizo' self-root seedling; (D) 'Mizo' grafting seedling. The results showed that the total yield of 'Rosada' self-root seedlings was significantly better than that of grafting seedlings, but there was no significant difference between self-root seedling and grafting seedling of 'Mizo', and there was no significant difference in the effects of tomato plant horticultural traits among treatments. The self-root seedling of 'Rosada' and 'Mizo' had better performance than the grafting seedlings in terms of fruit height, fruit diameter, fruit thickness and single fruit weight, but the total soluble solid content was better with the grafting seedlings. The contents of nitrogen, phosphorus, magnesium, copper and iron in tomato leaves, stems and roots were analyzed, and the results showed that there was no significant difference between treatments. It was generally known that the grafting seedlings of both tomato varieties could effectively improve the fruit sweetness, which could be used as a reference for farmers in different choices and applications.

Key words: tomato, facility, grafting, fruit quality

¹Contribution No.1030 from Taichung DARES, COA.

²Associate Researcher, Assistant Researcher and Assistant, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Changhua, Taiwan, ROC.

