

西洋南瓜直立式介質耕栽培

黃 笠 丞¹⁾ 宋 妤²⁾

關鍵字：西洋南瓜、直立式栽培、容器、介質、果重、乾重

摘要：西洋南瓜 (*Cucurbita maxima* L.)具獨特風味且營養豐富，在臺灣於秋冬季之設施內以介質耕採直立式栽培。以 5 L、8 L 栽培盆及以 4 株、6 株於一栽培籃栽培西洋南瓜'東英'，葉面積隨容器大小降低而減少，籃耕 4 株栽培下植株有最佳之生長勢，於定植後 60 天在莖徑、葉數、葉綠素含量及葉綠素螢光 (Fv/Fm)皆顯著較高，且第二雌花開花日數顯著減少，定植後 37 天時開花。在果實重量上籃耕 4 株及 6 株栽培下無顯著差異在 502.8-509.0 g。於籃耕及槽耕下使用泥炭或椰纖介質栽培，在槽耕栽培下下位葉老化較為快速，於採收時葉數及總葉面積皆顯著較低。果實重量及水分利用效率雖於處理間無顯著差異，果重在 909.6-981.7 g，水分利用效率為 12.34-13.55 g/L，然椰纖栽培下可顯著提高莖徑、葉綠素含量及乾重累積。

前 言

西洋南瓜 (*Cucurbita maxima* L.)又稱栗味南瓜，因果實風味佳且營養豐富，近年愈受消費者歡迎。在追求穩定生產、高產量及高品質下為栽培管理方便，可於設施下進行栽培，採用介質耕容器栽培生產模式已常被農民應用，南瓜生長快速，以介質耕栽培可以有效控制植株生長，雖生產成本較設施土耕栽培高，然可避免土耕栽培下植株營養生長過於旺盛而提高雌花節位，且在連續結果下母蔓過高將使授粉及栽培管理較為困難。在介質耕單幹整枝栽培下，可增加栽培密度提高設施內空間使用效率，有利於栽培管理，然較少研究有關西洋南瓜設施內介質耕栽培，因此需探討不同容器或介質對西洋南瓜植株及果實發育之影響，供農民栽培時參考。

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。
2) 國立中興大學園藝系教授，通訊作者。

材料與方法

一、栽培容器及密度

(一)試驗材料及方法:

本試驗之西洋南瓜品種為'東英'(農友種苗有限公司),以商用泥炭土 (Peltracom, 編號 VP1U306B-D5E6 + W.A., 拉脫維亞)為介質,將第一片本葉完全展開之植株分別定植於 5 L (24×18 cm)、8 L (24×24 cm)栽培盆及黑色塑膠籃 (長寬高 = 55 × 40 × 25 cm)以 4 株及 6 株以直立式單幹整枝進行栽培,單株介質量分別為 5 L、7.5 L、8.75 L 及 5.8 L,每株留 1 果,第二朵雌花以人工授粉留果,於果上留 10 片葉後摘心,株距為 40 cm,試驗於中興大學蔬菜室之簡易溫室進行,養液由山崎氏養液配方 (山崎, 1982)調整,參考李 (2010)試驗籃耕栽培西洋南瓜之配方。

(二)調查項目及分析方法

1. 植株性狀調查:

- (1)莖徑:以游標尺測量子葉上 1 cm 處之直徑,單位為 mm。
- (2)株高:以皮尺自子葉測量至生長點之總高度,單位為 cm。
- (3)葉數:計算完全展開葉片數量。
- (4)葉片葉綠素含量:以葉綠素計 (SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter)取自生長點算下第 4 片成熟葉,每片葉隨機取 2 點並計算平均值。
- (5)雌花開花日數:自定植至雌花完全開放所需日數。
- (6)雌花節位:子葉所在為第一節位,計算第一雌花及第二雌花節位。
- (7)植株鮮乾重:單位為 g,分別秤量植株葉片、葉柄及莖之鮮重,後置於牛皮紙袋以 72°C 烘乾 72 小時秤量乾重。
- (8)葉面積:於植株採收後以相機 (Nikon, Coolpix P330, 日本)拍攝後,以 Image J 軟體計算葉面積 (cm²)。
- (9)葉面積指數 (LAI):計算單位栽培面積上之總葉面積 (m²/m²)。
- (10)葉綠素螢光:於下午 6:00 進行暗馴化測定,以葉綠素螢光分析儀 (MINI-PAM, Walz, Germany)取自生長點算下第四片完全展開葉,葉片經暗馴化 30 分鐘後,先測定最小螢光值 (F₀),再測定最大螢光值 (F_m),後由儀器計算兩者差值 (F_v),獲得葉綠素螢光參數 (F_v/F_m)。

2. 果實性狀調查

- (1)果重:將果梗去除後果實之重量,以 g 為單位。
- (2)果肉重:果實剖半後將種子挖除後秤量重量,以 g 為單位。
- (3)果高、果寬:將果實剖半後測量最長及最寬部分長度,以 mm 為單位。
- (4)果心長及寬:將果實剖半後測量胎座部位最長及最寬部分長度,以 mm 為單位。
- (5)果肉厚:果實剖半後,測量於果梗處下在高度 1/2 處果皮至胎座距離,以 mm 為單位。

(6)總可溶性固形物 (TSS)：取中間段果肉 20 g 以水稀釋為 2 倍後打成汁，以手持式糖度計 (PR-101, ATAGO)測量，單位為 $^{\circ}$ Brix (%)，測量後數值乘 2 為實際果肉之總可溶性固形物含量。

二、栽培容器及介質

(一)試驗材料及方法:

第一片本葉完全展開之西洋南瓜'東英'分別定植至黑色塑膠籃 (長寬高 = 55 × 40 × 25 cm)及耕植槽 (長寬高 = 210 × 40 × 25 cm)內，籃耕每籃 4 株，槽耕每槽 12 株。以泥炭土 (Peltracom, 編號 VP1U306B-D5E6 + W.A., 拉脫維亞)及椰纖土根呼吸 (Coirfigre, 帛鑫國際有限公司, 桃園, 臺灣)為介質，將介質含水量維持至田間容水量 80%，每籃以 3 個穩壓滴頭 (RAIN BIRD) MRBxB-20PC，每個穩壓低頭約以 90 mL min⁻¹ 供給養液，每星期以土壤水分測定儀 (ProCheck, Decagon Device Inc., Pullman WA)測定介質含水量，調整滴灌時間及滴頭數量，維持介質含水量為 80%-90% 田間容水量，栽培管理同上一部份。

(二)調查項目及分析方法:

1. 植株及果實性狀調查方法同上。

2. 葉片營養元素分析

(1)葉片總氮含量：

依 Cunniff (1995) 方法，定植 20 天時取自生長點算下第四片完全展開葉，清水去除雜質，以 1% HCl 清洗，再用去離子水清洗三次後，放入牛皮紙袋以 100 $^{\circ}$ C 殺菁 1 小時後以 72 $^{\circ}$ C 烘乾，精秤 0.2 g 乾燥樣品以 ADVANTEC No.1 包覆置於分解管，加入 1 g 催化劑 (Selenium reagent mixture) 後加入 4.5 ml 濃硫酸，放置分解爐以 410 $^{\circ}$ C 加熱分解，待管中液體呈清之綠色後取出冷卻後加入 15 ml 蒸餾水。樣品移至 micro-Kjeldahl 裝置，加入 20 ml 12 N NaOH，以含 2% Boric acid 20 ml 接收氨氣及氨水至總體積達 50 ml，以 1/14 N H₂SO₄ 滴定，計算 N 百分比。

(2)葉片有效性磷、鉀、鈣、鎂與微量元素含量:

依 Mehlich's method 進行，精秤 0.5 g 樣品置於坩堝，放入灰化爐內，先以 200 $^{\circ}$ C 加熱 2 小時再以 400 $^{\circ}$ C 加熱 1 小時，最後以 550 $^{\circ}$ C 使完全灰化，樣品取出冷卻後加入 5 ml 2 N HCl，以去離子水經 Whatman #42 過濾並定量至 25 ml，放入 PE 瓶內保存。

(a) 鉀和鎂取 0.1 ml 濾液加 4.9 ml 去離子水稀釋 50 倍後，以原子吸收光譜儀 (atomic absorption spectrophotometer, Hitachi Z-2300)測定。

(b) 鈣取 0.1 ml 濾液加 8.9 ml 去離子水及 1 ml 5% 氧化鎳後，以原子吸收光譜儀測定。

(c) 磷以鉬黃法 (Vanadate-Molybdate Yellow Method)，取 1 ml 濾液加入 3 ml 去離子水及 1 ml 鉬黃試劑，靜置 30 分鐘後以分光光度計 (U-2900, HITACHI)測定 470 nm 波長下的吸光值。

(d) 微量元素 (鐵、錳、鋅和銅)直接使用濾液，以原子吸收光譜儀測定。

結 果

一、栽培容器及密度對西洋南瓜'東英'生育之影響

(一)栽培容器及密度對西洋南瓜'東英'植株生長之影響

植株定植後 60 天 (約授粉後 20 天)時植株生長情形如表 1，以籃耕 6 株栽培下葉數、株高及葉綠素上與籃耕 4 株栽培無顯著差異。定植後 60 天莖徑籃耕 4 株栽培下顯著最高為 7.05 mm，其它處理介於 5.91 至 6.28 mm 無顯著差異。葉數上，以每籃 4 株栽培下有顯著最高，每籃 6 株次之，盆器栽培顯著較低，分別為 24、22.7 及 20.3 片葉。葉綠素上，以籃耕栽培顯著高於盆器栽培。暗適應下葉綠素螢光數值 (Fv/Fm)上，果下 5 片葉之葉綠素螢光值以籃耕 4 株栽培下顯著最高為 0.81，其次為籃耕 6 株栽培 0.79，盆器栽培處理間則無顯著差異為 0.77，果上 5 片葉之葉綠素螢光值以籃耕 4 株栽培下顯著最高為 0.81，顯著高於盆器栽培處理 0.79，於籃耕栽培下著果為上下方葉片均有較高 PSII 效能。

在葉面積及葉面積指數 (LAI)如表 2，單株總葉面積以 5 L 顯著最低為 4001.5 cm²，8 L 次之為 4633.5 cm²，籃耕處理間則無顯著差異為 5136.6 及 5085.8 cm²，平均葉面積和總葉面積有相同趨勢，5 L 平均葉面積為 266.8 cm² 顯著最低，8 L 為 308.9 cm² 次之，籃耕處理間無顯著差異，分別為 339.0 cm² 及 342.4 cm²。LAI 在 5 L 處理下顯著最低為 2.50 m²/m²，籃耕栽培顯著較高，在 3.18-3.21 m²/m²。

表 1. 西洋南瓜'東英'於不同容器栽培定植後 60 天植株生長情形。

Table 1. The effect of different container size and plant density on plant growth of winter squash 'East elite' after transplant for 60 days.

plant/ container	stem diameter (mm)	height (cm)	True leaves (No.)	SPAD	5 leaves	5 leaves
					under fruit	above fruit
					Fv/Fm	
1 plant/5L pot	5.91 bz	164.8a	20.3 b	44.23 b	0.77 c	0.79b
1 plant/8L pot	6.27 b	180.0a	20.3 b	44.93 b	0.77 c	0.79b
4 plant/basket	7.05 a	183.5a	24.0 a	50.00 a	0.81 a	0.81a
6 plant/basket	6.28 b	179.3a	22.7 ab	48.12 a	0.79 b	0.80ab

²Means in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

表 2. 西洋南瓜'東英'於不同容器栽培 74 天果實採收時葉面積。

Table 2. The effect of different container size and plant density on plant fresh and dry weight of winter squash 'East elite' 74 after transplant for days.

plant/ container	Total leaf area (cm ² /plant)	Average leaf area (cm ² /leaf)	LAI (m ² /m ²)
1 plant/5L pot	4001.5 b ^z	266.8 b	2.50 b
1 plant/8L pot	4633.5 ab	308.9 ab	2.90 ab
4 plant/basket	5136.6 a	342.4 a	3.21 a
6 plant/basket	5085.8 a	339.0 a	3.18 a

^zMeans in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

(二)栽培容器及密度對西洋南瓜'東英'植株開花及果實生長之影響

雌花開花日期及節位結果如表 3，第一雌花於定植後 33.5 至 36.3 天開花，節位在第 9 節，節位及天數在處理間皆無顯著差異。第二雌花以籃耕 4 株栽培下定植至開花天數顯著降低為 37.7 天，其它處理間無顯著差異，在 43.8 至 46.5 天間，開花節位上，處理間無顯著差異在 14.7 至 16.2 節。

在果實品質上如表 4，果重隨容器大小降低而減少，籃耕 4 株及 6 株有最高的果重為 508.95 及 502.78 g，5 L 栽培下果重顯著最低為 339.28 g，果肉重上籃耕 4 株顯著最高為 451.75 g，5 L 栽培下顯著最低為 288.45 g。果寬、果高及果肉厚皆以籃耕栽培顯著高於盆器栽培。可溶性固形物 (TSS)含量上處理間無顯著差異，在 6.53-7.63°Brix。

二、栽培容器及介質對西洋南瓜'東英'生育之影響

(一)栽培容器及介質對西洋南瓜'東英'植株生長之影響

椰纖及泥炭介質以籃耕及槽耕栽培定植後 20 天植物生長情形如表 5，莖徑以椰纖籃耕栽培下顯著最高為 10.32 mm，其次為椰纖槽耕 9.64 mm，泥炭栽培下籃耕與槽耕間無顯著差異，分別為 9.10 及 9.19 mm，影響差異因子主要為介質，兩因子無交感作用。株高及葉數在處理間無顯著差異，株高在 203.3-218.8 cm 及葉片數為 20.8-21.4 片。葉綠素以椰纖栽培處理顯著高於泥炭栽培為 46.74、45.95、40.89 及 41.67，相同介質在不同容器處理中無顯著差異，介質為主要影響因子，兩因子無交互作用。在暗適應下測定自生長點算下第四片完全展開葉之 Fv/Fm，影響葉綠素螢光之因子為容器及介質，但兩因子無交感，椰纖槽耕顯著最高為 0.845，其次為泥炭槽耕 0.838 及椰纖籃耕 0.832，泥炭籃耕下顯著最低為 0.829。

表 3. 西洋南瓜'東英'於不同容器栽培雌花開花日期及節位。

Table 3. The effect of different container size and plant density on female flowering date and node of winter squash 'East elite'.

plant/container	First female flower		Second female flower	
	node (No.)	day (No.)	node (No.)	day (No.)
1 plant/5L pot	9.3 a ^z	35.0 a	15.3 a	43.8 a
1 plant/8L pot	9.0 a	34.2 a	16.0 a	45.5 a
4 plant/basket	9.0 a	33.5 a	14.7 a	37.7 b
6 plant/basket	9.5 a	36.3 a	16.2 a	46.5 a

^zMeans in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

表 4. 西洋南瓜'東英'於不同容器栽培下果實品質。

Table 4. The effect of different container size and plant density on fruit quality of winter squash 'East elite'.

plant/container	fruit weight (g)	fruit flesh weight (g)	fruit height (mm)	fruit width (mm)	fruit flesh thick (mm)	TSS (°Brix)
1 plant/5L pot	339.28 b ^z	288.45 c	74.53 b	100.91 b	14.37 b	6.73 a
1 plant/8L pot	419.28 ab	349.28 b	78.98 ab	106.14 b	15.76 b	7.63 a
4 plant/basket	508.95 a	451.75 a	84.83 a	115.22 a	19.13 a	7.47 a
6 plant/basket	502.78 a	426.53 a	82.09 a	116.09 a	20.63 a	6.53 a

^zMeans in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

表 5. 不同介質及容器栽培西洋南瓜'東英'於定植後 20 天生長情形。

Table 5. The effect of different media and container on plant growth of winter squash 'East elite' after transplant for 20 days.

media	container	stem diameter (mm)	plant height (cm)	True leaves (No.)	SAPD	Fv/Fm
coir	basket	10.32 a ^z	218.8 a	21.2 a	46.74 a	0.832 bc
	groove	9.64 ab	216.9 a	21.4 a	45.95 a	0.845 a
peat	basket	9.10 b	207.1 a	21.3 a	40.89 b	0.829 c
	groove	9.19 b	203.3 a	20.8 a	41.67 b	0.838 b
media		**y	NS	NS	***	*
container		NS	NS	NS	NS	***
media×container		NS	NS	NS	NS	NS

^zMeans in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

^yns, *, **, ***, indicated nonsignificant or significant at p = 0.05, 0.01, or < 0.01, respectively.

定植後 35 天 (授粉後 10 天) 不同節位葉片葉綠素含量如表 6, 分別測量 6-10、11-15、16-20 節葉片平均葉綠素含量 (SPAD), 6-10 片之 SPAD 值主要影響因子為介質, 以椰纖栽培下顯著高於泥炭栽培分別為 36.92、38.53、31.23 及 31.67。11-15 片葉之 SPAD 值主要影響因子為介質, 其次為容器, 兩因子間無交互作用, 以椰纖槽耕顯著最高 46.45, 泥炭籃耕顯著最低 38.17。16-20 片葉之 SPAD 值和 11-15 片葉有相似結果, 以椰纖槽耕顯著最高 47.92, 泥炭籃耕顯著最低 40.93。

採收時植株葉數及葉面積結果如表 7, 葉數以椰纖籃耕顯著最高為 15.5 片, 泥炭槽耕顯著最低為 11.2 片。總葉面積在泥炭槽耕栽培下顯著最低為 6113.1 cm², 以椰纖籃耕處理下顯著最高為 8868.6 cm²。平均葉面積處理間無顯著差異在 551.32-601.14 cm²。

同栽培容器及介質栽培西洋南瓜'東英'於定植後 20 天葉片大量元素含量如表 8, 氮元素含量於椰纖栽培下顯著較高為 5.70% 及 5.71%, 泥炭栽培下顯著較低為 5.39% 及 5.33%, 主要影響因子為介質, 兩因子間無交互作用。葉片磷元素含量主要影響因子為容器, 槽耕栽培下皆顯著高於籃耕栽培, 槽耕以椰纖及泥炭栽培下磷元素含量分別為 0.38% 及 0.37%。葉片鉀及鎂元素含量處理間無顯著差異。鈣元素含量上主要影響因子為介質, 兩因子間無交互作用, 泥炭介質栽培下葉片鈣含量顯著高於椰纖栽培, 分別在 2.16-2.44% 及 1.41-1.54%。

表 6. 不同介質及容器栽培西洋南瓜'東英'授粉後 10 天不同節位葉片葉綠素含量。
 Table 6. The effect of different media and container on chlorophyll content of leaves at different nodes of winter squash 'East elite' after pollination for 10 days.

media	container	SPAD		
		6-10 th leaves	11-15 th leaves	16-20 th leaves
coir	basket	36.92 a ^z	42.57 ab	46.08 a
	groove	38.53 a	46.45 a	47.92 a
peat	basket	31.23 b	38.17 c	40.93 c
	groove	31.67 b	40.35 bc	43.68 b
media		**y	***	***
container		NS	*	*
media×container		NS	NS	NS

^zMeans in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

^yns, *, **, ***, indicated nonsignificant or significant at p = 0.05, 0.01, or < 0.01, respectively.

表 7. 不同介質及容器栽培西洋南瓜'東英'採收時葉數及葉面積。
 Table 7. The effect of different media and container on number of leaves and leaf area of winter squash 'East elite' at harvest.

media	container	True leaves (No.)	Total leaf area (cm ² /plant)	Average leaf area (cm ² /leaf)
coir	basket	15.5 a ^z	8868.6 a	601.14 a
	groove	13.8 ab	7899.1 b	570.07 a
peat	basket	14.0 ab	7914.7 b	591.75 a
	groove	11.2 b	6113.1 c	551.32 a
media		*y	***	NS
container		*	***	NS
media×container		NS	NS	NS

^zMeans in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

^yns, *, **, ***, indicated nonsignificant or significant at p=0.05, 0.01, or < 0.01, respectively.

表 8. 不同介質及容器栽培西洋南瓜'東英'定植 20 天葉之大量元素含量 (單位：%)。

Table 8. The effect of different media and container on leaf macroelement content of winter squash 'East elite' after transplant for 20 days (unit: %).

media	container	N	P	K	Ca	Mg
coir	basket	5.70 a ^z	0.32 c	3.57 a	1.41 b	0.69 a
	groove	5.71 a	0.38 a	3.47 a	1.54 b	0.79 a
peat	basket	5.39 b	0.34 bc	3.53 a	2.44 a	0.62 a
	groove	5.33 b	0.37 ab	3.84 a	2.16 a	0.60 a
media		**y	NS	NS	***	NS
container		NS	**	NS	NS	NS
media×container		NS	NS	NS	NS	NS

^zMeans in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

^yns, *, **, ***, indicated nonsignificant or significant at p = 0.05, 0.01, or < 0.01, respectively.

不同介質及容器栽培西洋南瓜'東英'之葉片微量元素含量如表 9，葉片鐵元素含量以椰纖籃耕顯著最高為 229.50 ppm，其它處理間無顯著差異。錳元素含量主要影響因子為介質，椰纖栽培下錳元素含量顯著增加介於 121.58-137.17 ppm，泥炭栽培則在 24.25-26.58 ppm。鋅元素含量受介質及容器因子影響，兩因子間無交感，以椰纖槽耕顯著最高為 58.75 ppm，其它處理間無顯著差異分別為 47.83、42.50 及 48.67 ppm。銅元素含量影響因子為容器，椰纖槽耕處理下顯著最高為 2.50 ppm，椰纖籃耕及泥炭籃耕顯著最低為 1.30 及 1.27 ppm。

(二)栽培容器及介質對西洋南瓜'東英'果實品質及水分利用之影響

不同介質及容器栽培西洋南瓜'東英'之果實品質如表 10，在果重上處理間無顯著差異，果重在 909.6-981.7 g，果寬、果寬、果心長及果心寬在處理間皆無顯著差異，介質及容器對於果形及果實重量累積無顯著影響。在可溶性固形物含量 (TSS)上，以泥炭籃耕栽培下顯著最高為 6.40%，其次為椰纖籃耕及泥炭槽耕分別為 5.77 及 5.55%，椰纖槽耕顯著最低為 5.40%。

耗水量及水分利用效率 (water use efficiency, WUE)結果如表 11，耗水量以椰纖籃耕顯著較高，椰纖槽耕及泥炭籃耕次之，泥炭槽耕最低，由高而低每株耗水量分別為 79.85、75.84、75.05 及 66.46 L。WUE 為每公升灌溉水所生成果實鮮重，在處理間無顯著差異，每公升水所生產果實約在 12.34-13.55 g。

表 9. 不同介質及容器栽培西洋南瓜'東英'定植 20 天葉之微量元素含量 (單位：ppm)。

Table 9. The effect of different media and container on leaf microelement content of winter squash 'East elite' after transplant for 20 days (unit: ppm).

media	container	Fe	Mn	Zn	Cu
coir	basket	229.50 a ^z	137.17 a	47.83 b	1.30 b
	groove	169.42 b	121.58 a	58.75 a	2.50 a
peat	basket	167.00 b	24.25 b	42.50 b	1.27 b
	groove	135.92 b	26.58 b	48.67 b	2.10 ab
media		*y	***	*	NS
container		NS	NS	*	*
media×container		NS	NS	NS	NS

^zMeans in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

^yns, *, **, ***, indicated nonsignificant or significant at p=0.05, 0.01, or < 0.01, respectively

表 10. 西洋南瓜'東英'於不同介質及容器栽培之果實品質。

Table 10. The effect of different media and container on fruit quality of winter squash 'East elite' at harvest.

media	container	fruit weight (g)	fruit width (cm)	fruit height (cm)	fruit core long (cm)	fruit core width (cm)	TSS (%)
coir	basket	981.7 a ^z	15.39 a	9.75 a	6.13 a	11.32 a	5.77 ab
	groove	957.9 a	15.12 a	9.48 a	5.93 a	11.24 a	5.40 b
peat	basket	918.1 a	14.76 a	9.63 a	6.14 a	10.88 a	6.40 a
	groove	909.6 a	15.25 a	9.08 a	5.44 a	10.50 a	5.55 ab

^zMeans in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

表 11. 西洋南瓜'東英'於不同介質及容器栽培之水分利用情形。

Table 11. The effect of different media and container on water use of winter squash 'East elite'.

media	container	water use (L/plant)	WUE (g/L)
coir	basket	79.85 a ²	12.51 a
	groove	75.05 ab	12.78 a
peat	basket	75.84 ab	12.34 a
	groove	66.46 b	13.55 a
media		NS ^y	NS
container		NS	NS
media×container		NS	NS

²Means in a column with the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

^yns, *, **, ***, indicated nonsignificant or significant at p = 0.05, 0.01, or < 0.01, respectively

註:WUE (g/L) = 果實鮮重 (g)/單株耗水量 (L)

討 論

一、栽培容器及密度

設施內介質常以外國進口，約佔一季 60% 生長成本 (李, 2005)，介質之成本佔總生產成本高比例，因此以適當容器大小栽培可透過節省介質量或肥料使用減少成本。以較小容器栽培可透過限制根域調節地上部大小、影響植株內同化物分布、加速開花及增加果實品質 (Carmi, 1986)。前人研究中胡瓜及番茄單株所需介質量約在 10-14 L (Baudoin, 1990; Olympios, 1992)。設施內以介質耕栽培西洋南瓜，本試驗分別以 1 株/5 L 盆、1 株/8 L 盆、4 株/籃及 6 株/籃栽培，評估容器大小及密度對西洋南瓜'東英'植株生長及果實品質之影響。

(一) 栽培容器及密度對西洋南瓜'東英'植株生長之影響

在定植後 30 天 (表 1)(營養生長期)，處理間以每籃 6 株生長勢顯著較低外，其它處理間無顯著差異，在籃耕 6 株栽培下於植株生長前期植株因高密度而影響植株生長，在 Semchenko 等人 (2007) 研究中指出，限根下根系間競爭會影響根部生長及養分吸收而影響地上部生長。然在定植後 60 天 (表 2)(生殖生長期) 時栽培盆之處理生長勢皆顯著低於籃耕栽培，營養生長期受容器大小影響較小，但隨植物生長，容器大小影響變得更加顯著。在植株採收時鮮乾重上及葉面積 (表 3、4)，植株乾重累積及葉面積皆隨容器大小降低而減少，而籃耕栽培處理間無顯著差異，推測植株根系於籃內可伸展空間較盆栽大。在 Poorter 等人 (2012) 研究中分析容器大小對植株生長潛在組成影響顯示，較小容器使生物量累積減少主

要是由於光合作用的減少，本研究在定植後60天（表2），葉片葉綠素含量及結果位下及結果位上之暗適應下葉綠素螢光值皆以籃耕栽培下顯著高於盆器栽培，葉綠素含量及葉綠素螢光改變皆和光合作用相關，因此於籃耕栽培下葉片應有較高之光合作用效率。在王等(2013)研究中也發現，根域限制下，甜瓜葉片葉綠素含量、含水量及光合作用速率下降使單果重量降低。而根域限制使地上部生長勢降低也可能由限制根部生長引起，根域限制下植株生長後期易於容器邊緣盤根，根群密度過高而供氧不足使根部活力下降 (Peterson et al., 1991)，根系活力下降影響根部水分及養分吸收而改變地上部生長 (Gasim and Hurd, 1986)。

(二) 栽培容器及密度對西洋南瓜'東英'果實生長之影響

西洋南瓜'東英'果實果徑變化，在授粉後至20天內變化較大，果實膨大關鍵期應於授粉後20天內，授粉後10天果徑以籃耕4株及1株/8 L盆處理顯著較高，和前期營養生長勢有相同趨勢，然在授粉20天後1株/8 L盆處理下果徑增加趨緩，可見根域限制於栽培後期影響逐漸增加。在葉面積對果實影響上，本試驗中植株採收時葉面積及LAI(表4)和果實重量有相同趨勢，以5 L及8 L盆器和籃耕栽培下相比葉面積分別下降21%及9%，果重分別下降33%及17%，兩者有相當程度之相同趨勢，可見葉面積對果重之影響。葉片為重要之供源(source)對果實 (sink)發育有顯著影響，葉面積指數 (LAI)為單位栽培面積下之葉面積，反應葉片生長及密度變化，在徐等(2010)研究西瓜產量與葉面積指數相關性上，西瓜產量隨葉面積指數增加而上升。在施(2002)研究結果節位上葉面積對洋香瓜'亞魯斯'果重與品質影響發現，約5 cm²葉面積可產生1 g之洋香瓜果實且糖度隨葉面積增加而增加，然在本試驗中葉面積僅影響果實重量，果實糖度在處理間皆無顯著差異 (表6)，西洋南瓜'東英'根域限制下應主要由改變葉面積大小而影響果實產量。

二、栽培容器及介質

台灣設施內介質栽培常用塑膠籃或者耕植槽以泥炭介質栽培胡瓜、番茄、甜椒及甜瓜(戴, 2015)。泥炭介質有良好陽離子交換能力及保水力，為一優良介質，然其為緩慢再生資源，近年來價格有逐漸上升趨勢(黃, 2017)。以椰殼製成之椰纖介質因其於熱帶地區豐富性，且通氣排水性佳，近年來常用於替代泥炭介質。本試驗以籃耕及槽耕分別以泥炭及椰纖介質進行栽培，評估介質及容器對設施內介質耕西洋南瓜'東英'生育之影響。

(一) 栽培容器及介質對西洋南瓜'東英'植株生長之影響

在籃耕及槽耕栽培下，每株所使用介質量相同為12.5 L，在定植後20天(營養生長期)於椰纖栽培下莖徑、葉片葉綠素含量及葉綠素螢光皆顯著較高，然在株高及葉片數上無顯著差異，顯示不同栽培介質雖無影響生長速率，但椰纖栽培下有些微提高植株生長勢，而在籃耕及槽耕栽培下栽培前期並未影響植株生長。在生殖生長期葉片葉綠素含量 (SPAD)在下位、中位及上位葉皆以椰纖栽培下顯著較高。在採收時葉面積上(表8)，平均葉面積在處理間皆無顯著差異，單葉葉面積在551.32-601.14 cm²，然單株總葉面積葉片數皆以椰纖栽培及籃耕栽培下顯著較高，推測於栽培後期槽耕栽培下因在相同介質量下根系間競爭

更加激烈而使葉片老化更快速，使採收時葉片數下降。Leshem(1981)研究指出，葉片老化時葉片葉綠素含量下降，而葉綠素含量為植物生長情形及光合作用速率重要指標，影響植株生長及果實發育(李, 2013)。本試驗中於生殖生長期以椰纖栽培下全株葉片之葉綠素含量皆顯著較高，且於採收時葉片數、總葉面積及葉片乾重皆顯著高於泥炭栽培，顯示椰纖栽培下應可延緩葉片老化速度，維持光合作用速率以提高植株生長勢。

(二)栽培容器及介質對西洋南瓜'東英'葉片元素含量之影響

在定植後20天葉片大量及微量元素含量以椰纖栽培下葉片氮元素及錳元素含量顯著較高，椰纖栽培下葉片錳元素含量約為泥炭栽培5倍。在氮元素含量上，氮為葉綠素重要組成分，葉片葉綠素含量和氮元素含量關係密切(Peterson et al., 1993)，而錳元素為維持葉綠體構造重要元素，參與光合作用途徑及影響超氧化物歧化酶活性。Emerson和Lewis(1939)研究發現葉片缺乏錳元素會使光合作用量子產率下降，且添加錳對光合作用效率增加比添加其他微量營養元素要多。本試驗中於椰纖栽培下有較高氮及錳元素含量，此應為葉片葉綠素含量讀值較高之原因。葉片衰老為一氧化過程，涉及葉綠素降解，超氧化物歧化酶在活性氧代謝有重要地位，因超氧化物歧化酶能夠清除 O_2^- 形成 H_2O_2 減少細胞氧化性損傷(王等, 1989)，栽培後期椰纖栽培下葉片老化速度較慢可能與葉片錳元素含量增加相關。在鈣元素上雖以泥炭栽培下顯著較高，但於椰纖栽培下葉片無缺鈣徵狀，對植株生長之影響應較小。

(三)栽培容器及介質對西洋南瓜'東英'果實及水分利用之影響

栽培容器及介質對西洋南瓜'東英'果實品質影響，在果實重量上，不同處理間無顯著差異，果重約在909.6-981.7 g。前人研究指出，生產1.5公斤西洋南瓜約需20至25片葉，總葉面積約在10000 cm^2 (Kurata and Mizuno, 1982)，換算為平均葉面積在400-500 $cm^2/leaf$ 左右。在本試驗中採收時平均葉面積(表12)在551.32-601.14 cm^2 ，處理間無顯著差異，因測量葉片數時間為採收果實時，葉片數雖有顯著差異，然於果實膨大期葉片數應無太大差異，而此可能為果重無顯著差異之原因，然於生長後期因槽耕下葉片老化速度較快，於葉片數及總葉面積皆顯著降低(表12)，而使果實可溶性固形物些微下降(表14)。

在耗水量及水分利用效率上(表14)，處理間單株耗水量和採收時葉片數及葉面積有相同趨勢，耗水量隨葉片數降低而減少，槽耕栽培下因後期葉片數較低，單株耗水量皆些微低於籃耕栽培。在水分利用效率(WUE)上，水分利用效率為單位水分所生成之果實重量，處理間WUE在12.34-13.55 g/L，處理間無顯著差異。椰纖栽培在耗水量及水分利用效率上皆與泥炭栽培下無顯著差異，且於栽培前期有較好之生長勢，為一可利用替代介質，本試驗以單蔓整枝每株留單果栽培，後續試驗可以單株留多果為目標評估椰纖介質之效益。

參 考 文 獻

- 王偉娟、黃遠、汪力威、許全寶、別之龍。2013。根域容積對甜瓜生理特性、果實產量和品質的影響。華中農業大學學報 32(6): 27-31。
- 徐小利、趙衛星、常高正、李曉慧、楊帆、張四普。2010。西瓜產量與葉面積指數的相關性分析。河南農業科學 7: 84-85。
- 李阿嬌。2005。栽培介質對籃耕紅色甜椒栽培之影響。桃園區農業改良場研究彙報 57: 14-21。
- 李旺盛。2013。薤菜葉綠素含量多光譜影像遙測系統之研發。桃園區農業改良場研究彙報 73: 37-52。
- 施純堅。2002。澎湖地區高品質洋香瓜栽培技術之研究—III. 葉面積對溫室洋香瓜亞魯斯(Earl's)果實生長與品質之影響。高雄區農業改良場研究彙報 14(1): 31-42。
- 黃祥益。2017。稻穀在設施蔬菜栽培的應用。高雄區農業專訊 100: 10-11。
- 戴振洋。2015。設施果菜養液灌溉管理實例介紹。臺中區農業專訊 89(6): 20-25。
- Baudoin, W. O. 1990. Soilless culture for horticultural crop production. FAO of the United Nations. Rome.
- Carmi, A. 1986. Effects of root zone volume and plant density on the vegetative and reproductive development of cotton. Field Crops Res. 13: 25-32.
- Emerson, R. and C. M. Lewis. 1939. Factors influencing the efficiency of photosynthesis. Amer. Jour. Bot. 26: 808-822.
- Gasim, A. A. and R. G. Hurd. 1986. The root activity of fruiting tomato plant. Acta. Hort. 190: 267-279.
- Kurata, H. and M. Mizuno. 1982. The effect of leaf area on fruit growth of *Cucurbita maxima*. Tech. Bul., Faculty of Agriculture, Kagawa Univ. 33: 103-108.
- Leshem, Y. Y. 1981. Oxygen free radicals and plant senescence. Plant Physiol. 12: 1-4.
- Olympios, C. M. 1992. Soilless media under protected cultivation rockwool, peat, perlite and other substrates. Acta. Hort. 323:215-234.
- Peterson, T. A., M. D. Reinsel, and D. T. Krizek. 1991. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. "Better Bush") plant response to root restriction. J. Exp. Bot. 42: 1241-1249.
- Peterson, T. A., T. M. Blackmer, D. D. Francis, and J. S. Scheppers. 1993. Using a chlorophyll meter to improve N management. A Webguide in Soil Resource Management: D-13 Fertility. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska, Lincoln, NE, USA.
- Poorter, H., J. Buhler, D. V. Dusschoten, J. Climent, and J. A. Postma. 2012. Pot size matter: a meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. Funct. Plant Biol. 39: 839-850.
- Semchenko, M., M. J. Hutchings, and E. A. John. 2007. Challenging the tragedy of the commons in root competition: confounding effects of neighbor presence and substrate volume. J. Anim. Ecol. 95(2): 252-260.

Study on Container and Media of Winter Squash (*Cucurbita maxima* L.) Vertically Cultured in Greenhouse

Li-Chung Huang¹⁾ Yu Sung²⁾

Key words: Winter squash, Vertically culture, Container, Media, Fruit weight, Dry weight

Summary

Winter squash (*Cucurbita maxima* L.) has a unique flavor and is full of nutrients. In Taiwan, it can be cultivated vertically in various media in greenhouse in autumn and winter. Winter squash were cultivated using 5 L, and 8 L pots (one plant per pot) and baskets (four or six plants per basket). The leaf area reduced as the pot size decreased. Sixty days after transplant, the winter squash cultivated with four plants per basket exhibited the most vigorous plant growth. The stem, number of leaves, chlorophyll content and chlorophyll fluorescence (Fv/Fm) were significantly higher than the plants under other conditions, and the second female flowering day was significantly reduced at only 37 days after transplant. The winter squash cultivated in baskets had significantly high fruit weight of 502.8-509.0 g, and there was no significant difference in weight between winter squash planted four or six plant in a basket. Under groove treatment, the lower leaves aged quickly, and the number of leaves and total leaf area were significantly decreased at harvest. There were no significant differences in fruit weight and water use efficiency between different media and containers, at 909.6-987.7 g and 12.34-13.55 g/L, respectively. However, plant stem diameter, chlorophyll content and dry mass were increased by using coir.

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

