

介質及刻傷處理對木瓜插穗發根之影響¹

施伯明²

摘 要

有機栽培使用有機種子及種苗為未來趨勢，本研究探討未使用發根劑條件下不同介質及刻傷處理對木瓜（*Carica papaya* L.）插穗發根之影響，作為其有機種苗生產依據。2013 年介質試驗中，木瓜‘臺農 2 號’插穗於椰纖、河砂、泥炭土+椰纖（1：1，v/v）及泥炭土+河砂（1：1，v/v）等 4 種介質處理中發根表現較佳，發根率、發根數及平均根長分別為 48.6%-61.9%、8.0-9.7 及 12.7-14.4 cm。2014 年不同介質處理以河砂及泥炭土+河砂（1：1，v/v）發根率高於其他兩種介質，平均分別為 78.2%及 73.5%，椰纖發根率 50.4%最低；而刻傷處理後平均發根率達 78.9%，顯著高於未刻傷，顯示刻傷具促進木瓜插穗發根效果。

關鍵字：扦插、有機栽培、不定根、物理特性、化學特性

前 言

木瓜為臺灣重要熱帶果樹，因木瓜輪點病危害，多以白色平織塑膠網室栽培以隔絕蚜蟲傳播；而受到網室高度限制，約 1-2 年即需重新種植，每年皆有大量種苗需求（黃等，2009）。木瓜種苗一般分為實生苗、扦插苗、嫁接苗及組培苗，實生苗受父母本影響性別表現，需增加栽植密度，再於開花時選留兩性株，而扦插苗等因採無性繁殖，可生產全兩性株，已成為農民主要選用種苗。木瓜因幼年期短且產量高，投資成本回收較為迅速，具有發展為有機栽培果樹之潛力（查，2010）；但在扦插苗生產過程中，為促進插穗發根，仍多使用非有機資材作為發根劑（張和廖，1994；黃等，2009；Allan, 1995）。目前國內有機栽培雖尚未強制規定使用有機種子或種苗，但歐盟已有相關規範，考量有機栽培完整性及未來趨勢，有機種子及種苗之生產勢在必行

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 505 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者，lithops@tydais.gov.tw)。

(黃等, 2012a, b)。影響插穗發根的因子很多, 包括母株生理狀態、扦插季節、環境及介質等 (Chong, 2011; Osterc *et al.*, 2009; Xu, 2018), 其中介質因物理及化學特性差異, 影響插穗發根及根部生長 (Mehri *et al.*, 2013; Ozenc and Ozenc, 2007); 而刻傷處理有助於插穗吸收水分, 促使形成層產生較多癒傷組織, 誘導不定根生成, 常應用於一些木本植物的扦插繁殖 (Al-Salem and Karam, 2001; Mackenzie *et al.*, 1986)。本研究探討未使用發根劑下介質及刻傷處理對木瓜插穗發根之影響, 以提高插穗發根率及品質, 作為木瓜有機種苗生產業者及農友之參考。

材料與方法

一、材料

以臺農 2 號為材料, 插穗購自木瓜扦插苗專業生產種苗商 (長泉種苗園, 南投), 長度 10-15 cm、直徑 0.5-0.7 cm。由種苗園採穗後置塑膠袋密封, 送至桃園區農業改良場新埔工作站, 每插穗留頂端 4-5 片展開葉進行扦插處理。

二、介質理化特性分析

量測試驗介質物理特型及化學特性, 物理特性包括總體密度 (Bulk Density, BD)、充氣孔隙度 (Air-Filled Porosity, AFP)、容器容水量 (Container Capacity, CC) 及總孔隙度 (Total Porosity, TP), 化學特性為酸鹼度 (pH) 及電導度 (Electrical Conductivity, EC)。

(一) 物理特性分析

1. 參考 Bragg 與 Chambers (1988) 及 Huang 與 Fisher (2013) 方法, 剪取扦插處理穴盤相連 3 格, 下方排水孔以膠帶封住, 使介質裝入後無法掉出, 但水分仍可進出, 空穴格秤重 (W0)。
2. 穴格裝滿處理介質後, 置於注水塑膠籃中, 以下方吸水方式至介質完全吸濕, 移出自然排水 10 min, 重複 3 次, 使介質體積固定。完成第 3 次排水後, 再移入塑膠籃, 注水使籃中水位高度與穴格中介質高度相同, 待水位平衡, 以塑膠軟墊緊貼穴格底部避免水漏出, 將穴格移出秤重 (W1)。
3. 上述穴格經自然排水 15 min 後再秤重 (W2), 之後置烘箱烘乾至恆重 (W3), 步驟 1-3 每種處理介質重複 3 次。

4. 另取相同穴格，將下方排水孔以膠帶密封，注入蒸餾水至與裝介質時相同高度後秤重，重量除以水密度即為穴格內介質所占體積（V），重複 3 次。

$$\text{總體密度} = (W3 - W0) / V \text{ (g mL}^{-1}\text{)}$$

$$\text{充氣孔隙度} = [(W1 - W2) / 1] / V \times 100\%$$

$$\text{容器含水量} = [(W2 - W3) / 1] / V \times 100\%$$

$$\text{總孔隙度} = \text{充氣孔隙度} + \text{容器含水量}$$

(二) 化學特性分析

依介質吸水特性，加入不同量去離子水量測 pH 及 EC 值。真珠石、泥炭土、河砂、泥炭土+椰纖（1：1，v/v）及泥炭土+河砂（1：1，v/v）等以介質：水=1：10（w/v）混和，椰纖以介質：水=1：20（w/v）混和，1 小時後以酸鹼度計（Ohaus Starter 3100, USA）及電導度計（Suntex SC-2300, Taiwan）測定（行政院農業委員會農業試驗所，2012a, b）。

三、扦插介質對木瓜插穗發根之影響

2013 年 6 月 7 日進行扦插介質試驗，於 70 格圓格穴盤隔穴扦插，介質分別為真珠石（粒徑 1-3 mm）、泥炭土（BVB Substrates 7A, Netherlands）、椰纖（Euro Substrates, Sri Lanka）、河砂（粒徑 0.21-0.83 mm）、泥炭土+椰纖（1：1，v/v）及泥炭土+河砂（1：1，v/v）等共 6 處理，採完全隨機設計（CRD），每處理 3 重複，每重複 35 枝插穗，放置於溫室內床架，床架上方覆蓋 50%遮光率遮陰網，床架四周由地面至遮陰網高度以透明 PVC 布包圍以維持濕度，噴霧設定每日 6 時至 18 時每 2 h 噴霧 1 min，7 月 1 日調查發根率、發根插穗之發根數量及平均根長，發根數及平均根長皆以第 1 級根計算。試驗期間平均日/夜溫度 33.3°C/26.5°C，平均日/夜濕度 85.1%/95.2%。

四、介質及刻傷處理對木瓜插穗發根之影響

於 2014 年 7 月 9 日進行插穗刻傷處理試驗，於插穗基部 4 個方位平行插穗各縱切 1 刀，每傷口深約 0.1 mm，長約 1cm，隔穴扦插於 70 格圓格穴盤，以未刻傷為對照，介質分別為椰纖、河砂、泥炭土與椰纖混和（1：1，v/v）及泥炭土與河砂混和（1：1，v/v），採複因子設計，完全隨機設計（CRD）排列，每處理 4 重複，每重複 35 枝插穗，放置於溫室內床架，8 月 2 日調查發根情形，床架設置、噴霧設定及調查項目如前述，試驗期間平均日/夜溫度 31.9°C/26.0°C，平均日/夜濕度 88.0%/95.1%。

結 果

一、扦插介質理化特性分析

比較介質理化特性差異，在物理特性中，總體密度以河砂處理 1.35 g mL^{-1} 最高，其次為泥炭土+河砂（1:1, v/v）處理 0.69 g mL^{-1} ，其餘介質處理介於 $0.07\text{-}0.16 \text{ g mL}^{-1}$ 之間；總孔隙度以河砂及泥炭土+河砂（1:1, v/v）處理較低，其餘皆高於 69%；充氣孔隙度以真珠石處理 55.1% 最高，顯示其通氣性最佳，其餘介質處理孔隙度皆較低，河砂處理僅 6.5%；容器含水量以椰纖及泥炭土+椰纖（1:1, v/v）處理較高，分別為 70.0% 及 69.4%，真珠石處理 20.5% 為最低，保水性較差（表 1）。在化學特性中，pH 值以真珠石處理 7.4 最高，椰纖處理 5.8 最低，其餘處理介於 6.1-6.6；EC 值以椰纖及泥炭土+椰纖（1:1, v/v）處理較高，分別為 0.56 dS m^{-1} 及 0.51 dS m^{-1} ，真珠石及河砂處理最低，皆為 0.06 dS m^{-1} （表 1）。

表 1. 扦插介質理化特性

Table 1. Physical and chemical properties of rooting media.

介質 Media	物理特性				化學特性	
	Physical properties				Chemical properties	
	總體密度	總孔隙度	充氣孔隙度	容器含水量	酸鹼度	電導度
	BD (g mL^{-1})	TP ----- (%)	AFP ----- (%)	CC -----	pH	EC (dS m^{-1})
真珠石 Perlite	0.09	75.6	55.1	20.5	7.4	0.06
泥炭土 Peat moss	0.16	69.6	15.0	54.6	6.1	0.23
椰纖 Coir	0.07	81.6	11.6	70.0	5.8	0.56
河砂 Sand	1.35	39.7	6.5	33.2	6.6	0.06
泥炭土+椰纖 (1:1, v/v)	0.11	78.0	8.6	69.4	6.1	0.51
Peat moss+Coir (1:1, v/v)						
泥炭土+河砂 (1:1, v/v)	0.69	53.0	9.6	43.4	6.4	0.09
Peat moss+Sand (1:1, v/v)						

BD: Bulk Density, TP: Total Porosity, AFP: Air-Filled Porosity, CC: Container Capacity, EC: Electrical Conductivity.

二、介質對木瓜插穗發根之影響

扦插初期木瓜插穗呈現萎凋狀，之後逐漸恢復，第 24 日調查木瓜插穗發根情形，發根率以椰纖、河砂、泥炭土+椰纖（1：1，v/v）及泥炭土+河砂（1：1，v/v）4 種介質處理表現較佳，介於 48.6%-61.9%，真珠石及泥炭土處理發根率顯著較低，分別為 30.5%及 38.1%。在發根數方面，以真珠石處理發根數 5.9 最少，其他介質處理發根數介於 8.0-9.7，顯著高於真珠石處理；而平均根長以椰纖、河砂、泥炭土+椰纖（1：1，v/v）及泥炭土+河砂（1：1，v/v）4 種介質處理較長，介於 12.7 -14.4 cm，其次為泥炭土處理，以真珠石為介質之處理插穗根長最短，僅 7.4 cm（表 2）。綜合比較下，木瓜插穗在椰纖、河砂、泥炭土+椰纖（1：1，v/v）及泥炭土+河砂（1：1，v/v）4 種介質處理下發根表現較佳，其次為泥炭土處理，而真珠石處理在本試驗條件下，不論發根率、發根數或平均根長皆顯著較其他處理為低，較不適作為木瓜插穗發根介質。

表 2. 扦插介質對木瓜插穗發根之影響

Table 2. Effects of the media on rooting of papaya cutting.

介質 Media	發根率 Rooted percentage (%)	發根數/發根插穗 No. of roots/ rooted cutting	平均根長 Root length (cm)
真珠石 Perlite	30.5±5.9 ^z c ^y	5.9±0.8 b	7.4±0.4 c
泥炭土 Peat moss	38.1±4.4 bc	8.0±0.9 a	11.8±1.1 b
椰纖 Coir	48.6±2.9 ab	9.3±0.5 a	13.6±0.9 ab
河砂 Sand	60.0±10.3 a	9.5±0.9 a	14.4±1.3 a
泥炭土+椰纖 (1:1, v/v)	57.1±12.5 a	8.7±0.6 a	13.2±1.4 ab
Peat moss+Coir (1:1, v/v)			
泥炭土+河砂 (1:1, v/v)	61.9±9.2 a	9.7±2.1 a	12.7±1.2 ab
Peat moss+Sand (1:1, v/v)			

z 數值表示平均值±標準差（n=3）

Values represent the mean±SD（n=3）.

y 同行英文字母相同者表示經 LSD 測驗在 5%水準差異不顯著。

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by fisher's protected LSD test.

三、介質及刻傷處理對木瓜插穗發根之影響

2013 年在未使用發根劑下，木瓜插穗發根率最高為 61.9%，與商業生產扦插苗使用發根劑相較下較低；為提高發根率，於 2014 年選擇前 1 年發根情形較佳介質（組合），探討介質及刻傷處理對插穗發根之影響。不同介質處理間發根率差異達極顯著水準，河砂及泥炭土+河砂（1：1，v/v）處理發根率高於其他兩種介質處理，以椰纖處理發根率最低；而刻傷處理後平均發根率 78.9%，顯著高於未刻傷處理，其中河砂介質配合刻傷處理後，發根率達 96.4% 為最高，顯示刻傷處理具促進發根效果，但不同介質處理與刻傷處理間交互不顯著，而發根數及平均根長於介質處理及刻傷處理間皆無顯著差異（表 3）。

表 3. 介質及刻傷處理對木瓜插穗發根之影響

Table 3. Effects of media and wounding on rooting of papaya cutting.

介質 Media (M)	刻傷 Wounding Treatment (W)	發根率 Rooted percentage (%)	發根數/發根插穗 No. of roots/ rooted cutting	平均根長 Root length (cm)
椰纖 Coir	刻傷 Wounding	58.6±9.5	10.8±1.2	11.5±1.3
	對照 CK	42.1±11.8	9.7±1.4	10.9±1.0
河砂 Sand	刻傷 Wounding	96.4±5.4	10.5±1.5	13.0±1.8
	對照 CK	60.0±7.7	10.6±2.0	12.1±1.4
泥炭土+椰纖 (1:1, v/v) Peat moss+Coir (1:1, v/v)	刻傷 Wounding	78.6±4.9	9.0±2.6	11.7±3.7
	對照 CK	54.3±8.4	9.2±1.1	12.2±1.6
泥炭土+河砂 (1:1, v/v) Peat moss+Sand (1:1, v/v)	刻傷 Wounding	82.1±10.5	9.7±0.9	12.9±2.6
	對照 CK	60.7±9.4	8.7±0.8	11.9±2.5
ANOVA				
介質 M		**	ns	ns
刻傷處理 W		**	ns	ns
介質 × 刻傷處理 M × W		ns	ns	ns

ns, ** 經 F 測驗差異不顯著或達 1% 顯著水準。

Nonsignificant or significant at 1% level of F-test, respectively.

討 論

介質物理特性中，對根影響較大者為總體密度、總孔隙度、充氣孔隙度、容器含水量及粒徑等，這些特性在交互作用下影響根之生長、功能及型態 (Mathers *et al.*, 2007)。

總體密度為單位介質體積的重量，介質體積包括固體顆粒和孔隙，故總體密度大小除與顆粒質地有關外，通常介質固體顆粒內及顆粒間孔隙大者總體密度較小 (Bilderback *et al.*, 2005; Mathers *et al.*, 2007)。而單位體積介質中顆粒內及顆粒間之孔隙所占比例，稱為總孔隙空間或總孔隙度，良好介質之總孔隙度以 65% 至 70% 較佳 (Chong, 2011)。2013 年試驗中真珠石與泥炭土+椰纖 (1:1, v/v) 處理之總體密度及總孔隙度相近，但發根率、發根數及根長皆具顯著差異；而椰纖、河砂、泥炭土+椰纖 (1:1, v/v) 及泥炭土+河砂 (1:1, v/v) 4 種介質處理總體密度及總孔隙度差異大，但插穗間發根情形並無顯著不同，推測總體密度及總孔隙度與並非影響木瓜插穗發根主要因子。

充氣孔隙度為介質排出自由水後，介質間孔隙占容器容積的百分比，代表介質通氣性，充氣孔隙度過低導致根圈氧氣不足，而使作物生長緩慢，較易受寒害或病蟲害等其他環境因素影響生育 (Chong, 2011; Mathers *et al.*, 2007; Raviv *et al.*, 2004)；而介質排出自由水後，剩餘水所占容器容積百分比為容器含水量，一般表示保水力，容器含水量高可減少灌溉次數，但過高易造成根部缺氧及腐爛 (Chong, 2011)。試驗中以真珠石處理較不適合做為木瓜插穗發根介質，其充氣孔隙度為參試介質中最高，而容器含水量為最低，推測因此造成保水力不足而不利木瓜插穗發根；而除真珠石處理外，其他介質處理充氣孔隙度介於 9.6%-15.0%，容器含水量介於 33.2%-70.0%，發根情形皆較真珠石處理為佳，顯示在此範圍內適合本試驗條件下木瓜插穗發根。

介質化學特性中，pH 值對於盆栽生長之影響，在許多作物中已有詳盡探討，相較之下 pH 值對插穗發根之相關研究則較少 (Chong, 2011; Mathers *et al.*, 2007)。pH 值主要影響元素的溶解度或可利用性，一般認為 pH 5.5-6.5 適合多數作物發根，但許多作物在此範圍外亦有不錯的發根能力，而喜好酸性環境之杜鵑花屬植物及藍莓，在高於適合生長的 pH 值下，插穗亦能正常發根 (Chong, 2011; Fischer *et al.*, 2016)，因此，亦有學者推測 pH 值對於插穗發根影響不大 (Chong, 2011)。本試驗中發根較佳介質處理之 pH 值介於 5.8-6.6，符合上述 pH 值範圍；但真珠石處理插穗發根不佳

是否與其 pH 值較高有關，則仍需進一步證實。而插穗對介質鹽類含量非常敏感，尤其是草本植物，一般認為 EC 值應小於 0.2 dS m^{-1} 才不致對插穗發根產生負面影響，約為盆栽栽培合適 EC 值之 20% (Chong, 2011; Maronek *et al.*, 1985)。試驗介質中椰纖及泥炭土+椰纖 (1:1, v/v) 處理之 EC 值雖高於 0.2 dS m^{-1} ，但 2013 年試驗中發根率與河砂及泥炭土+河砂 (1:1, v/v) 等 EC 值較低介質處理相較之下並無顯著差異，推測木瓜插穗對於介質 EC 值耐受性較高，適合發根之範圍較廣，在本試驗條件下介質 EC 值並未對插穗發根產生太大影響。

扦插為許多作物主要營養繁殖方式，當插穗切離母體導致細胞受傷後，誘導茉莉酸 (jasmonic acid)、活性氧 (Reactive oxygen species, ROS) 或多酚 (polyphenols) 等一系列訊息傳遞，促插穗基部 auxin 累積，進而促使細胞分裂及分化，形成根原體，而誘導不定根生成 (Steffens and Rasmussen, 2016; Xu, 2018)，而刻傷處理即利用此種特性，促進插穗生根，已應用於許多作物之扦插繁殖 (Hartmann *et al.*, 1997)。木瓜插穗經刻傷處理後，發根率顯著較未刻傷為高，推測刻傷處理主要增加插穗受傷細胞數量，加大創傷反應，使插穗基部累積較多 auxin 而促進發根，其中以河砂及泥炭土+河砂 (1:1, v/v) 處理發根率顯著較高，其理化性質可能較適合創傷處理後木瓜插穗發根；而刻傷處理對發根數及平均根長並無顯著影響，推測木瓜插穗發根後根之生長可能與介質特性關係較大，刻傷處理對其較無影響。

參考文獻

- 行政院農業委員會農業試驗所。2012a。TARI S101.1B 土壤電導度測定方法。
<<https://www.tari.gov.tw/sub/form/index-1.asp?Parser=2,27,298,277,,,4691>>。
- 行政院農業委員會農業試驗所。2012b。TARI S501.1B 土壤酸鹼值 (pH 值) 測定方法—電極法。
<<https://www.tari.gov.tw/sub/form/index-1.asp?Parser=2,27,298,277,,,4695>>。
- 查秉辰。2010。探討有機栽培番木瓜之可行性。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。70pp。
- 張明聰、廖松淵。1994。番木瓜扦插繁殖及生長結實特性之研究。中國園藝 40:11-28。
- 黃士晃、張錦興、林棟樑。2009。番木瓜種苗及繁殖方式簡介。臺南區農業專訊 70:3-6。
- 黃亮白、黃玉梅、楊佐琦。2012a。有機種子現況及我國有機種子產業因應措施 -上-。種苗科技專訊 78:24-27。
- 黃亮白、黃玉梅、楊佐琦。2012b。有機種子現況及我國有機種子產業因應措施 -下-。種苗科技專訊 79:19-22。
- Allan, P. 1995. Propagation of 'Honey Gold' papayas by cuttings. Acta Hort. 370:99-102.
- Al-Salem, M.M. and N.S. Karam. 2001. Auxin, wounding, and propagation medium affect rooting response of stem cuttings of *Arbutus andrachne*. HortScience 36:976-978.
- Bilderback, T.E., S.L. Warren, J.S. Owen, Jr., and J.P. Albano. 2005. Healthy substrates need physicals too! HortTechnology 15:747-751.
- Bragg, N.C. and B.J. Chambers. 1988. Interpretation and advisory applications of compost air-filled porosity (AFP) measurements. Acta Hort. 221:35-44.
- Chong, C. 2011. Media and containers for seed and cutting propagation and transplanting. p. 43-56. In: Beyl, C.A. and R.N. Trigiano (eds.). Plant propagation concepts and laboratory exercises. CRC Press. FL.
- Fischer, D.L.O., G.W. Fernandes, E.A. Borges, C.F.B. Piana, and M.S. Pasa. 2016. Rooting of blueberry hardwood cuttings as affected by irrigation water pH and IBA. Acta Hort. 1130:431-436.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies, Jr., and R.L. Geneve. 1997. Plant propagation principles and practices. 6th ed. Prentice-Hall, N.J.

- Huang, J. and P. Fisher. 2013. Porosity testing for propagation substrates in trays. University of Florida IFAS Bulletin FRA S10.
- Mackenzie, K.A.D., B.H. Howard, and R.S. Harrison-Murray. 1986. The anatomical relationship between cambial regeneration and root initiation in wounded winter cuttings of the apple rootstock M.26. *Ann. Bot.* 58:649-661.
- Maronek, D.M., D. Studebaker, and B. Oberly. 1985. Improving media aeration in liner and container production. *Proc. Intl. Plant Prop. Soc.* 35:591-597.
- Mathers, H.M., S.B. Lowe, C. Scagel, D.K. Struve, and L.T. Case. 2007. Abiotic factors influencing root growth of woody nursery plants in containers. *HortTechnology* 17:151-162.
- Mehri, H., K. Mhanna, and A. Soltane. 2013. Root growth of arbutus cuttings as influenced by organic and inorganic substrates under the conditions of Al-Jouf (KSA). *Amer. J. Plant Physiol.* 8:74-83.
- Osterc, G., M. Štefančič, and F. Štampar. 2009. Juvenile stockplant material enhances root development through higher endogenous auxin level. *Acta Physiol Plant.* 31: 899-903.
- Ozenc, D.B. and N. Ozenc. 2007. The effect of hazelnut husk compost and some organic and inorganic media on root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *J. Agron.* 6:113-118.
- Raviv, M., R. Wallach, and T.J. Blom. 2004. The effect of physical properties of soilless media on plant performance - A review. *Acta Hort.* 644:251-259.
- Steffens, B. and A. Rasmussen. 2016. The physiology of adventitious roots. *Plant Physiol.* 170: 603-617.
- Xu, L. 2018. *De novo* root regeneration from leaf explants: wounding, auxin, and cell fate transition. *Curr. Opin. Plant Biol.* 41:39-45.

Effects of medium and wounding on rooting of papaya cuttings¹

Po-Ming Shih²

Abstract

There is a trend towards the use of organic seeds and seedlings in organic farming. This study was aimed to evaluate the effect of medium and wounding on rooting of papaya (*Carica papaya* L.) cuttings without using rooting hormones and to provide a guideline for the production of organic papaya plantlet. In the rooting medium trial of 2013, the rooting performances of ‘Tainung No.2’ papaya cuttings in coir, sand, peat + coir (1:1, v/v), and peat + sand (1:1, v/v) were better than in other media. Rooting percentage, rooting counts, and average root length were 48.6%-61.9%, 8.0-9.7, and 12.7-14.4 cm, respectively. In 2014, the rooting percentage of papaya cuttings in sand and peat + sand (1:1, v/v) were 78.2% and 73.5%, respectively, higher than that in the other two media. Coir gave the lowest rooting percentage at 50.4%. The rooting percentage with wounding reached 78.9% in average, significantly higher than that of not wounding, indicated that wounding was effective in promoting rooting in papaya cuttings.

Key words: cutting, organic, adventitious root, physical properties, chemical properties

¹. Contribution No.505 from Taoyuan DARES, COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author, lithops@tydais.gov.tw), Taoyuan DARES, COA.