

# 茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置之研發應用<sup>1</sup>

洪榆宸、張金元、田雲生<sup>2</sup>

## 摘 要

本研究係改良開發「輸送帶嫁接輔助機具」，並結合機械手臂研製自動夾持與斜切複數苗株之裝置，以提升嫁接機械自動化程度。本裝置適用番茄接穗及茄子根砧，同時可夾切8株苗株，並具備苗株中心定位、輸送、對齊及防苗株受損等功能。試驗結果顯示，本裝置單次作業時間約16 sec，處理單株番茄接穗及茄子根砧平均為1.88 sec及2.0 sec，其番茄接穗及茄子根砧作業成功率為99.04%及85.58%，估算一小時可處理919株番茄接穗及794株茄子根砧，共可生產7.6盤(104格穴盤)之嫁接苗，存活率為70.19%。茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置已獲得新型專利(證號書：M600527)，搭配輸送帶嫁接輔助機具進行嫁接作業，提升嫁接自動化與作業效率，具嫁接苗產業實務應用之潛力，有助提升產業競爭力。

**關鍵詞：**機械手臂、自動化、夾持、斜切、嫁接

## 前 言

番茄為臺灣重要的經濟蔬菜作物之一，屬溫帶作物，一般於秋冬季生產，而夏季因高溫多濕之氣候，生長時常受青枯病、萎凋病及根瘤線蟲等土壤傳播性病害危害，導致夏季產量短缺<sup>(8,9)</sup>。近年來在研究人員與育苗產業的合作下，逐漸提升番茄的嫁接技術，免除產期過於集中之現象外，且應用茄砧之番茄嫁接苗，具提高產量、耐鹽性、耐熱性及抗病性等優點，需求量有逐年遞增之趨勢，估計年需求量可達千萬株以上<sup>(1,3)</sup>。然而現行的嫁接作業仍以人力為主，且嫁接工作非一般員工可立即作業，需一定的訓練與經驗累積才得以勝任，但臺灣農村長期季節性缺工，又面臨高齡化，使得技術人員培養不易。因此，嫁接作業機械化、自動化技術之開發，已成為擴大產業規模、降低生產成本及提高競爭力的重要方向<sup>(10,11)</sup>。

目前國內外茄科嫁接機已有多種型態<sup>(6)</sup>，如國外西班牙 EMP-300<sup>(15)</sup>、荷蘭 ISO Graft 系列<sup>(16)</sup>及義大利 GR 300<sup>(14)</sup>等機型，而國內研發本土化之套管式番茄苗嫁接機<sup>(13)</sup>、嫁接輔助機具<sup>(7)</sup>及輸送帶式嫁接輔助機具<sup>(5)</sup>等機型，作業方式皆為人員供苗，機具再進行或輔助人員夾苗、切苗及嫁接等作業，可提高嫁接作業效率，並降低作業困難度。隨著自動化持續的演進與發展，目前已有搭載機

<sup>1</sup>行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0984 號。

<sup>2</sup>行政院農業委員會臺中區農業改良場研究助理、助理研究員、副研究員。

械手臂進行全自動嫁接作業，每小時作業效率210-240株，作業成功率約90%<sup>(17)</sup>。本場於107年設計開發「輸送帶嫁接輔助機具」，具有輸送帶及分站作業臺之功能，可達到作業流程化、規格化、規模化及標準化，以4人分工每小時作業效率1,058株，成功率為97%。為提升輸送帶嫁接輔助機具之自動化程度及作業效率，本研究結合機械手臂設計研製茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置，並進行相關效能測定，期提供相關育苗業者及農友參考應用。

## 材料與方法

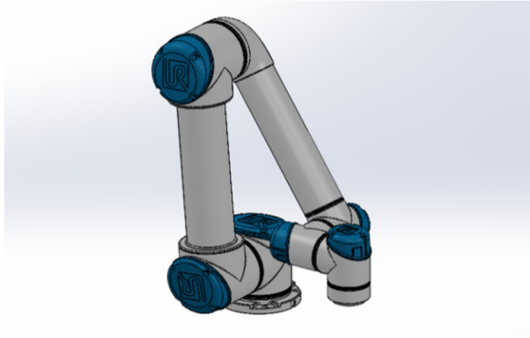
### 一、茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置之設計概念

本裝置以機械自動化的形式，結合機械手臂、夾持器、可程式控制器及氣壓供應組件等機構，進行從穴盤中夾取苗株、輸送及斜切等作業，達到作業效率之提升，並提供標準化穗砧苗供後續嫁接作業之用。本裝置設計概念如下：

- (一)提高夾持及斜切效率：以複數型式進行夾持及斜切，比起以往的單株作業，可有效提升作業效率。
- (二)夾持及斜切標準化：具備穩定夾持苗株、斜切苗株、定位對齊、斜切角度一致等功能。
- (三)符合國內種苗業者穴盤規格：調查目前國內種苗業者生產茄子根砧，使用104格穴盤(盤長：盤寬= 56.5 cm: 36.5 cm)為大宗，即以此穴盤規格作為本裝置設計研發之依據。
- (四)適用茄子根砧及番茄接穗：裝置設計不限單一苗種使用，使作業更具彈性。

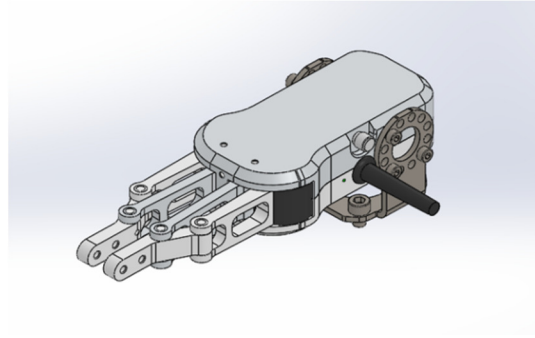
### 二、試驗設備與材料

- (一)試驗設備：茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置、UR5機械手臂(圖一)、RG2夾持器(圖二)、薄型雙導桿氣壓缸(MCGJ-12-12-10)、可程式控制器及氣壓供應組件。
- (二)試驗材料：茄子根砧(104格穴盤、EG203品種)、番茄接穗(128格穴盤、玉女番茄品種)，選擇苗齡3-4週、莖徑2-3 mm之苗株。
- (三)零件製程設備及材料：Form 3 3D列印機、From Wash 自動清洗機、From Cure溫控光固機、Grey Pro樹脂及Flexible樹脂。
- (四)環控與量測器材：恆溫培養箱(LBR-575)、計時器(CABORT 168，精度0.01 sec)、游標卡尺(Mitutoyo Super Caliper Series 500，精度0.01 mm)。



圖一、UR5 機械手臂具程式設計容易、快速設置、靈活部屬及協作安全等特點。

Fig. 1. The UR5 manipulator has the features of easy programming, quick setup, flexible deployment, and safe collaboration.



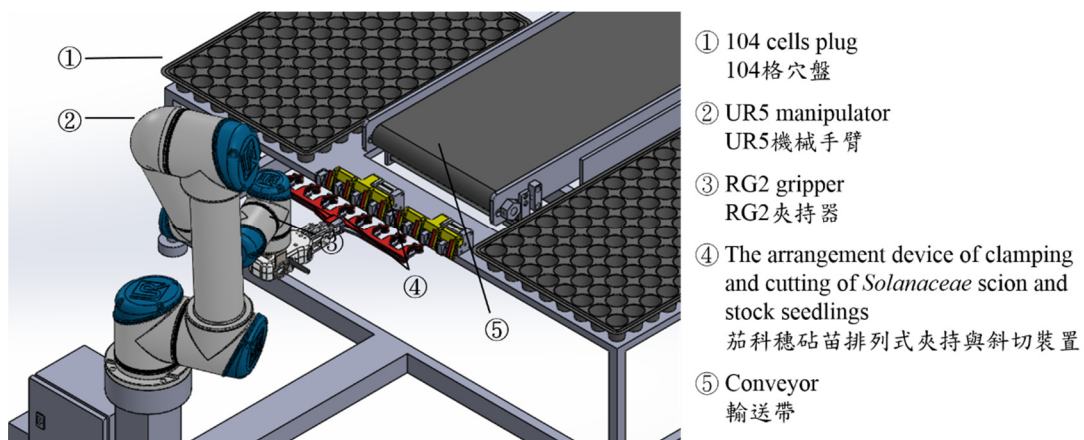
圖二、RG2 夾持器具快速部署、輕鬆設定及程式設計等特點。

Fig. 2. The RG2 gripper has the features of fast deployment, easy setting and programming.

### 三、茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置之效能測定

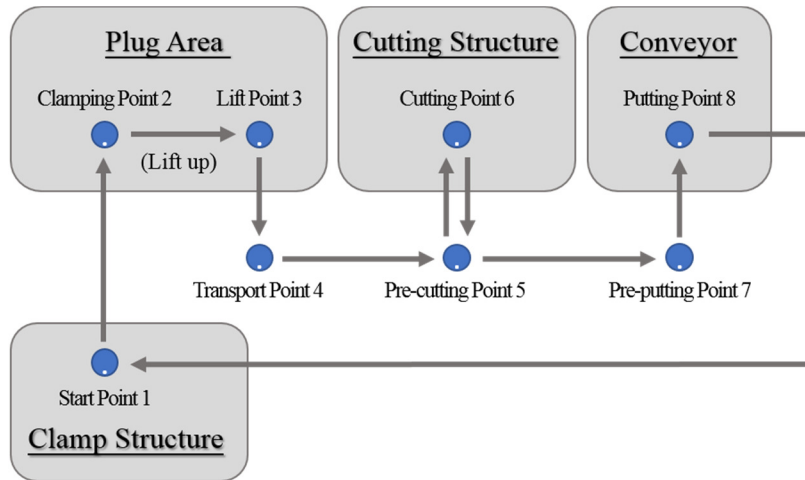
(一)本裝置與其他機構之配置圖如圖三，規劃從開始作動，進行夾持苗株、斜切苗株及放置苗株至輸送帶等動作，稱為一單次作業，作業路徑設置如圖四，以下說明動作分解：

1. 夾持苗株：起始點1→夾苗點2→(夾苗抬起)→抬起點3→輸送點4。
2. 斜切苗株：輸送點4→預備切苗點5→切苗點6→(斜切苗株)→預備切苗點5。
3. 放置苗株：預備切苗點5→預備放苗點7→放苗點8→(放置苗株)→起始點1。



圖三、茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置與其他機構配置圖。

Fig. 3. The plot plan of the arrangement device of clamping and cutting of Solanaceae scion and stock seedlings and other mechanisms.



圖四、茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置之單次作業路徑圖。

Fig. 4. The graph path of single operation of the arrangement device of clamping and cutting of Solanaceae scion and stock seedlings.

(二)本裝置試驗項目包含苗株夾持成功率、苗株斜切成功率、裝置作業效率及嫁接苗存活率等試驗。

#### 1. 苗株夾持成功率

本裝置單次夾持8株苗株，以104格穴盤作為試驗，其穴盤為8×13個穴格所組成，1穴盤需進行13次單次作業。本試驗測試番茄接穗與茄子根砧各一盤，每單次作業記錄每爪頭夾持之成功或失敗，並記錄失敗原因，求得整體夾持成功率及個別爪頭夾持成功率，個別爪頭由左至右編號No.1-No.8爪頭。

#### 2. 苗株斜切成功率

接續上述夾持條件，本裝置單次斜切8株苗株，每單次作業記錄每刀具斜切之成功或失敗，並記錄失敗原因，求得整體斜切成功率及個別刀具斜切成功率，個別切台由左至右編號No.1-No.8切台。

#### 3. 裝置作業效率與嫁接苗存活率

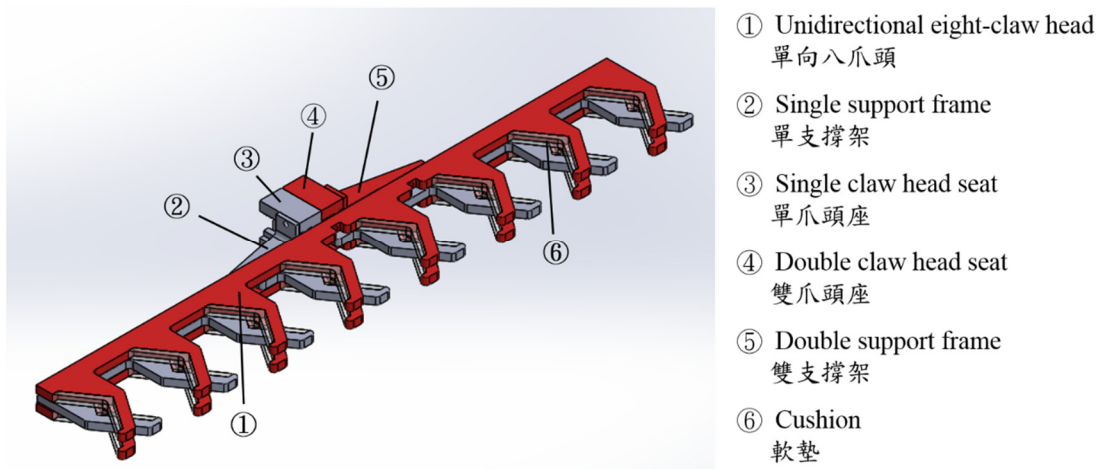
本裝置以先處理茄子根砧，再處理番茄接穗之流程進行作業，記錄番茄接穗及茄子根砧之平均單次作業時間，求得兩者每苗株各需多少作業時間，並推算作業一小時可完成多少嫁接苗。處理完成之穗砧苗，利用「輸送帶嫁接輔助機具」之苗株嫁接站進行人員嫁接，完成之嫁接苗放入 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 恆溫培養箱中進行癒合，每日觀察並維持濕度，待7日後計算其存活率。

## 結果與討論

### 一、茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置之研製成果

本裝置提供夾持與斜切複數苗株，並具備苗株中心定位、對齊及防苗株損傷等功能，裝置分為「夾持結構」與「斜切結構」兩部分。「夾持結構」結合UR5機械手臂同時裝載至RG2夾持器上作動，單次作業可從穴盤中夾取1至8株苗株，夾持輸送苗株進行斜切及嫁接等作業；「斜切結構」搭配氣壓缸、可程式控制器及氣壓供應組件，其設計單次作業可自動斜切1至8株苗株，以固定20°斜面切割，增加斜切之表面積，提高嫁接成功率。

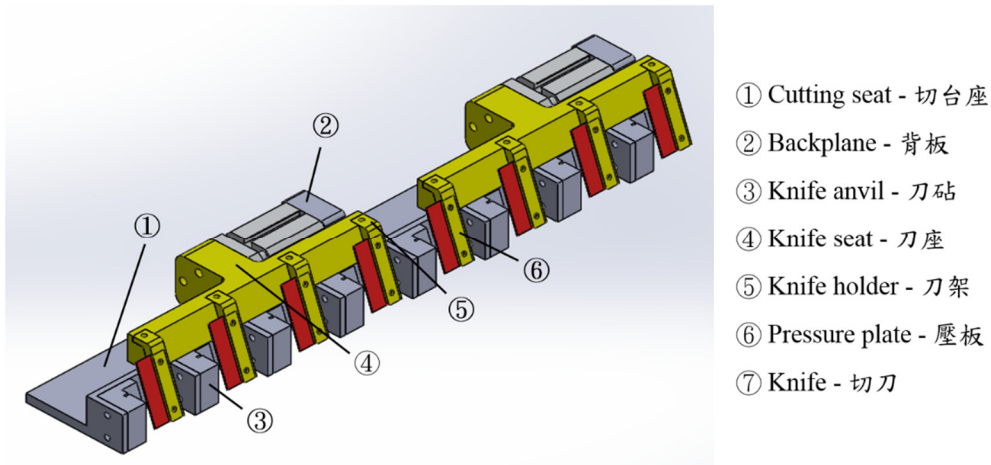
「夾持結構」如圖五，此結構由單向八爪頭、單爪頭座、雙爪頭座、單支撐架、雙支撐架及軟墊等零件組成。夾持結構主要以三單向八爪頭構成夾持之動作，爪頭設計く型結構，使夾持時苗株向く型中央集中，具定位之效果。單、雙爪頭座用於固定RG2夾持器上並固定單向八爪頭，單、雙支撐架則是加強固定爪頭座與單向八爪頭。軟墊以光固化3D列印之Flexible樹脂製成，達到穩定夾持苗株及避免苗株受傷之功能，其設計同樣く型結構，嵌入單向八爪頭中固定。



圖五、夾持結構。

Fig. 5. Clamping structure.

「斜切結構」如圖六，此結構由切台組及刀座組以複數排列形式所組成。切台組包含切台座、背板及刀砧等零件，其前半部為刀座組作動之區域，後半部為氣壓缸放置平台。背板主要固定切台座與氣壓缸，而刀砧為斜切苗株之區域，具有苗株對齊依靠及刀具凹槽之功能。刀座組包含刀座、刀架及壓板等零件，刀座結構有與氣壓缸結合及固定刀架之四凹槽兩部分。刀架為∧型結構，上部結構嵌入刀座凹槽中，下部結構有一凹槽，用於刀具的放置及定位。壓板為固定刀具之零件，刀架凹槽放入刀具後，再放入壓板加以固定。



圖六、斜切結構。

Fig. 6. Cutting structure.

## 二、茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置之效能測定

### (一) 苗株夾持成功率

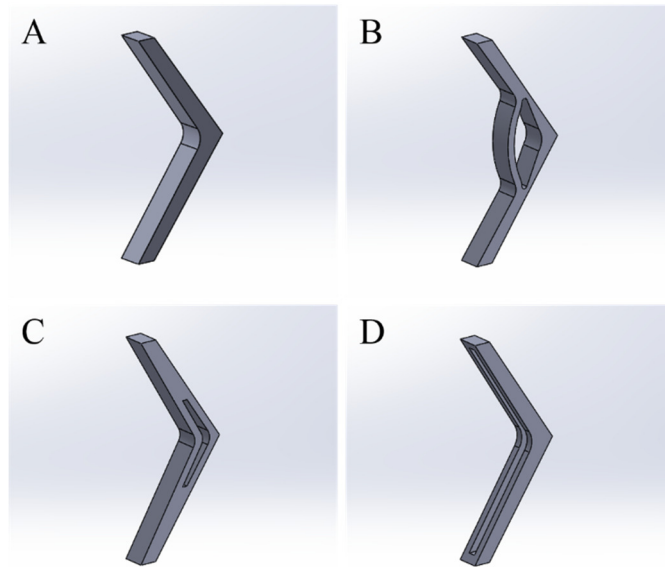
#### 1. 軟墊的設計

原版軟墊如圖七 A 進行多次夾持測試得知，能穩定夾持單株及少數(2至4)苗株，但同時夾持 8 株苗株卻不盡理想，推測的原因有三點：

- (1) 苗株的莖徑大小不一，較粗之苗株夾緊抬起，而較細之苗株則鬆動。
- (2) 苗株播種位置及生長勢不一致。
- (3) 軟墊材質雖具彈性但稍硬。

因本裝置夾持與斜切為一連貫之作業，夾持情況優劣會大大影響斜切成功率，因此為了能有效同時夾持 8 株苗株，針對上述三點原因，重新設計 3 種軟墊如圖七 B-D，並測試何種夾持成功率為最佳，以下為軟墊之說明：

- (1) 第 1 版軟墊中央鏤空並有一類彈簧片之設計，只更換中央單向八爪頭之軟墊。
- (2) 第 2 版軟墊中央鏤空く型形狀，單向八爪頭之軟墊皆更換。
- (3) 第 3 版軟墊為薄殼的形式，單向八爪頭之軟墊皆更換。



圖七、四種型態之軟墊。(A)原版軟墊；(B)第 1 版軟墊；(C)第 2 版軟墊；(D)第 3 版軟墊。

Fig. 7. Four types of cushions. (A) Control; (B) Version 1; (C) Version 2; (D) Version 3.

## 2. 四種軟墊夾持苗株之結果

測試各軟墊夾持番茄接穗及茄子根砧，以同時夾持 8 株苗株，並重複 15 次之結果顯示於表一，原版軟墊在番茄接穗的夾持成功率為 77.5%，茄子根砧的夾持成功率為 43.33%，其結果不盡理想。新設計的 3 種軟墊明顯提高了夾持成功率，其中以第 2 版軟墊最佳，番茄接穗及茄子根砧的夾持成功率分別為 97.5% 及 91.67%，由於中央鏤空的設計，使得夾持的彈性空間增大，更能應對同時需夾持不同莖徑之苗株。

第 1 版軟墊綜合夾持成功率雖有達到 85%，但夾持番茄接穗部分會使苗株受損甚至夾斷，且夾持茄子根砧後期出現軟墊裂開之情況；而第 3 版軟墊雖以薄殼的型式提高了軟墊的柔軟度，但夾持茄子根砧仍只達 70.83% 的成功率，建議第 1、3 版軟墊如選擇較為彈性柔軟的樹脂，可再提高裝置的夾持成功率。

表一、四種軟墊之苗株夾持成功率

Table 1. The seedlings clamping success rate of 4 types of cushions

Cushion type	Clamping success rate(%)	
	Tomato scion	Eggplant stock
Control	77.50	43.33
Version 1	84.17	85.83
Version 2	97.50	91.67
Version 3	85.00	70.83

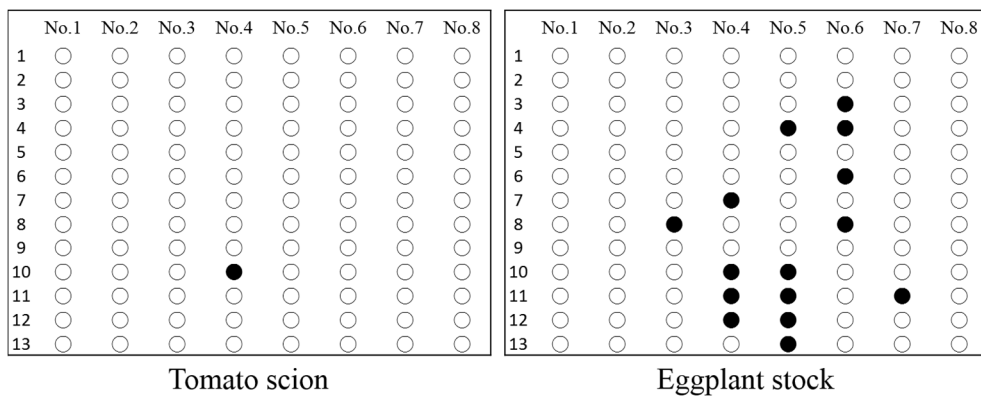
綜合以上，選定 2 版軟墊進行本裝置之效能測定，單次作業番茄接穗及茄子根砧各 13 次，其夾持結果顯示於表二，番茄接穗的夾持成功率達 99.04%，而茄子根砧的夾持成功率為 85.58%。本裝置夾持番茄接穗的部分相對穩定，每一爪頭皆有效夾持苗株，其中失敗原因為該苗株莖徑小於 2.2 mm，造成夾持時鬆脫。

夾持茄子根砧之每爪頭夾持成功率依序為 100%、100%、92.31%、69.23%、61.54%、69.23%、92.31%及 100%，顯示爪頭 No.4 至 No.6 的夾持情況不佳，並以圖八可明顯看出夾持失敗的區域為中間的區塊，此區塊偶會發生夾持不緊，使苗株鬆動的現象。不管是夾持番茄接穗或茄子根砧，皆有中間區塊較鬆，兩旁區塊較緊之情形，推測與夾持動力源的RG2夾持器有關，其作動機制與夾持力道對於持續穩定夾持 8 株苗株有其難度。

表二、裝置之苗株夾持成功率

Table 2. The seedlings clamping success rate of the device

Claw number	Tomato scion			Eggplant stock		
	Success (n)	Fail (n)	Clamping success rate(%)	Success (n)	Fail (n)	Clamping success rate(%)
No.1	13	0	100	13	0	100
No.2	13	0	100	13	0	100
No.3	13	0	100	12	1	92.31
No.4	12	1	87.5	9	4	69.23
No.5	13	0	100	8	5	61.54
No.6	13	0	100	9	4	69.23
No.7	13	0	100	12	1	92.31
No.8	13	0	100	13	0	100
Total	103	1	99.04	89	15	85.58



圖八、裝置之苗株夾持成敗分佈區域圖(○：成功；●：失敗)。

Fig. 8. The area chart of seedlings clamping success or fail of the device (○: Success; ●: Fail).



## (二) 苗株斜切成功率

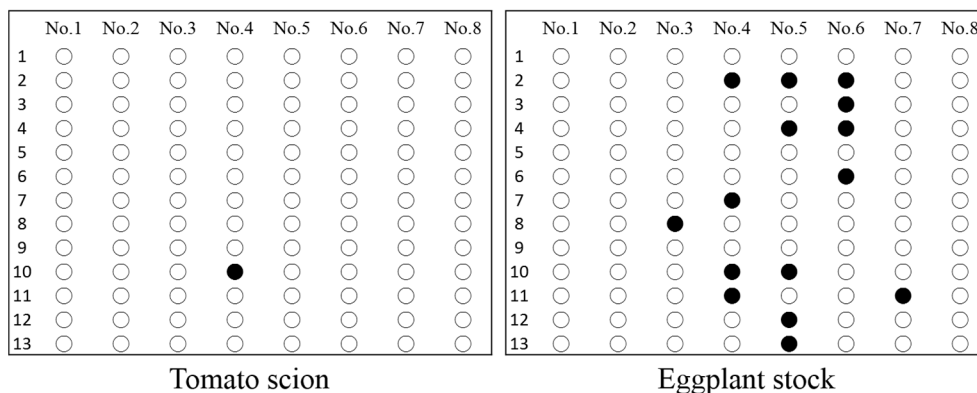
茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置之斜切部分結果顯示於表三，番茄接穗及茄子根砧的整體斜切成功率分別為 99.04% 及 85.58%，番茄接穗斜切失敗的原因是由於夾持失敗所導致，而茄子根砧每切台斜切成功率依序為 100%、100%、92.31%、69.23%、61.54%、69.23%、92.31% 及 100%，顯示切台 No.4 至 No.6 的斜切情況不佳，並以圖九可看出斜切失敗的區域為中間的區塊。

由以上可得知斜切成敗與否，每爪頭夾持的苗株情況占了很大的要素，而造成斜切失敗主要有兩個原因：夾持鬆脫的苗株及生長歪斜的苗株，但本裝置可將斜切失敗的苗株重新進行作業，具可修正之特色，避免作業失敗造成苗株損失。

表三、裝置之苗株斜切成功率

Table 3. The seedlings cutting success rate of the device

Cut table number	Tomato scion			Eggplant stock		
	Success (n)	Fail (n)	Cutting success rate(%)	Success (n)	Fail (n)	Cutting success rate(%)
No.1	13	0	100	13	0	100
No.2	13	0	100	13	0	100
No.3	13	0	100	12	1	92.31
No.4	12	1	87.5	9	4	69.23
No.5	13	0	100	8	5	61.54
No.6	13	0	100	9	4	69.23
No.7	13	0	100	12	1	92.31
No.8	13	0	100	13	0	100
Total	103	1	99.04	89	15	85.58



圖九、裝置之苗株斜切成敗分佈區域圖(○：成功；●：失敗)。

Fig. 9. The area chart of seedlings cutting success or fail of the device (○: Success; ●: Fail).

## (三)裝置之平均作業效率與嫁接苗存活率

作業效率如表四所示，本裝置單次作業番茄接穗平均需 15.01 sec，茄子根砧平均需 16.03 sec，可得出處理單株番茄接穗及茄子根砧分別平均為 1.88 sec 及 2 sec。估算作業一小時，裝置先處理茄子根砧再處理番茄接穗之流程，並扣除作業失敗率，得出可完成處理番茄接穗 919 株及茄子根砧 794 株，過程經由人員持續嫁接，以 104 格穴盤共可生產 7.6 盤的嫁接苗。

表四、裝置之平均作業效率

Table 4. The average operating efficiency of the device

Seedlings	Average operating time		One hour of operation
	Single (sec)	A seedling (sec)	Number of seedlings (n)
Tomato scion	15.01±0.34	1.88±0.04	919
Eggplant stock	16.03±0.13	2.00±0.02	794

茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置之嫁接苗存活率如表五所示，在104株嫁接苗中，成功 73 株，失敗 31 株，其存活率為 70.19%。推測造成嫁接失敗有以下原因：

1. 番茄接穗與茄子根砧斜切角度不合，部分茄子根砧斜切角度並沒有達到 20°標準，導致與番茄接穗接合的部位稍有落差，傷口無法彼此密合造成嫁接失敗。
2. 斜切位置也是可能影響存活率的因素之一，一般人工嫁接中，茄子根砧斜切於子葉至接近第一本葉之間的位置，番茄接穗苗斜切於第一本葉上方位置<sup>(8)</sup>，而本裝置無法像人工彈性地選擇位置上。

表五、嫁接苗之存活率

Table 5. The survival rate of grafted seedlings

Grafted seedlings	Success	Fail	Survival rate
	(n)	(n)	(%)
	73	31	70.19

## (四)夾持及斜切過程失敗原因及探討

經試驗過程中發現，影響茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置作業成敗綜合以下幾點：

1. < 型結構的角度以小於120度為佳，因當 < 型兩側的弧度過大，會導致苗株尚未集中至 < 型的中心點，裝置就將苗株夾起，造成無法定位。
2. RG2夾持器作動機制以弧形運動進行動力夾持，此一動力夾持擴充至八爪頭夾持，以至每爪頭之夾持情況會相互影響，弧形運動夾持方式使兩側外爪頭的夾持最緊，而由內爪

頭夾力遞減，又加上RG2夾持器為電力輸出，夾持力道有限，而造成中間苗株鬆動之情況。

3. 苗株個體形態之差異如生長勢不一、歪斜及播種位置過偏，皆會造成作業失敗，歷年來相關嫁接機引進測試或本土化研發，也受到苗株規格之限制，進而影響嫁接自動化之操作。

綜合本研究與前人研究，符合嫁接機使用之苗株，其莖徑需達2.2-3.0 mm、下胚軸長度達3 cm以上及形態挺直之番茄接穗及茄子根砧，方可提升作業成功率及嫁接成活率<sup>(4,6)</sup>。目前已有專家研究利用光源及暗期處理的方式影響苗株之生長，透過T5燈管及LED燈可育苗出莖徑及下胚軸長度符合嫁接機規格之苗株，另外暗期處理可有效誘導茄砧幼苗下胚軸伸長，透過暗期處理育苗之苗株具一致性，且符合人工與機械嫁接操作之需求<sup>(2,12)</sup>。

## 結論與建議

### 一、 結論

茄科穗砧苗排列式夾持與斜切裝置可複數夾切苗株，並具有定位、對齊及防苗株損傷等功能。番茄接穗及茄子根砧單次作業分別所需約15 sec及16 sec，成功率為99.04%及85.58%，估算每小時可處理番茄接穗919株及茄子根砧794株，搭配輸送帶嫁接輔助機具進行嫁接作業，共可生產7.6盤的嫁接苗，其存活率為70.19%。機械自動化應用嫁接苗產業，生產規格化及品質一致的穗、砧苗是機械嫁接的重要課題，苗株會影響機具夾持、斜切及嫁接接合之精確度及作業效率，以致苗株規格須符合嫁接機所需，才能有效提升作業效率、嫁接成功率及成活率，有利於機械之推廣應用。

### 二、 建議

自動化的成功須代表諸多條件標準化，如植株的型態需符合機械自動化的規格，才能降低失誤率，提高作業效率，因失誤率產生，成本也隨之提高，另外機械結構上亦需持續調整，讓整體裝置更能符合產業需求，如本裝置動力夾持可改為氣壓缸推動，也可搭配龍門系統進行作業。產業的發展需仰賴各領域專家的研究，唯有跨領域的協同合作，才能促進產業進步，提升競爭力。

## 誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會科技計畫項下補助經費。中興大學生物產業機電工程學系盛中德專任教授、建國科技大學自動化工程系暨機電光系統研究所樂家敏退休教授斧正，以及農機研究室全體同仁鼎力配合協助，方得以順利完成，謹此一併誌謝。

## 參考文獻

1. 王三太、許秀惠 2017 應用嫁接根砧生產設施番茄 p.64-75 設施蔬果病蟲害管理暨安全生產研討會論文集 農業試驗所特刊第205號。
2. 朱詠筑、楊藹華、陳宗禮 2019 不同光質對嫁接用小果番茄苗及茄砧苗生長之影響 臺南區農業改良場研究彙報 73: 9-21。
3. 吳麗春 2006 台灣番茄產業概況 桃園區農業專訊 56: 8-14。
4. 張金元、田雲生 2017 番茄嫁接苗之生產改進 臺中區農業改良場特刊 133: 81-88。
5. 張金元、田雲生 2019 輸送帶嫁接輔助機具之研發應用 p.83-92 農業省工機械化研發應用研討會論文集 行政院農業委員會臺中區農業改良場編印。
6. 張金元、田雲生、林學詩 2015 國內外嫁接機械發展現況 P.99-106 種苗產業發展新趨勢研討會專刊 行政院農業委員會臺南區農改場編印。
7. 張金元、田雲生、林學詩 2016 嫁接輔助機具 中華民國新型專利M545432號。
8. 張振厚、鄭榮瑞、鍾瑞永 2002 番茄機械嫁接技術 台南區農業專訊 42: 1-6。
9. 郭宏遠、何超然 2010 臺灣番茄市場及品種簡介 苗栗區農業專訊 50: 11-13。
10. 陳世芳、張金元、田雲生 2016 玉女番茄育苗場導入嫁接機之經營效益分析 臺中區農業改良場研究彙報 131: 45-55。
11. 黃圓滿 2014 蔬果嫁接 科學發展 496: 14-19。
12. 錢昌聖、陳葦玲、張金元 2017 光強度、穴格容積與暗處理對於茄砧苗生育之影響 臺中區農業改良場研究彙報 134: 41-52。
13. 鍾瑞永、鄭榮瑞、劉政宏、許健興、黃圓滿 2005 套管式番茄苗嫁接機之研製測試 臺南區農業改良場研究彙報 45: 74-84。
14. Agrupamex GR 300. <<http://tech.atlanticgroup.it/equipment/gr300/>>
15. Conic-system EMP-300. <<https://www.conic-system.com/wp/gallery/emp300/?lang=es>>
16. ISO Graft series. <<https://www.iso-group.nl/en/>>
17. Pardo-Alonso, J.L., Á. Carreño-Ortega, C.C. Martínez-Gaitán, I. Golasi and M.G. Galán. 2019. Conventional industrial robotics applied to the process of tomato grafting using the splicing technique. *Agronomy* 9(12): 880.

# Development and Application of the Arrangement Device of Clamping and Cutting of Solanaceae Scion and Stock Seedlings<sup>1</sup>

Yu-Chen Hung, Chin-Yuan Chang and Yun-Sheng Tien<sup>2</sup>

## ABSTRACT

The purpose of this research is to improve the development of "Conveyor Type Grafting Auxiliary Machinery", which raises the automation of grafting machinery. We develop a device that is combined with manipulator to automatically clamp and cut multiple seedlings. This device can clamp and cut 8 seedlings at the same time, both tomato scion and eggplant stock are suitable. It also has the functions of seedling center position, transportation, alignment and prevention of seedling damage. The results show that the single operation time of this device is about 16 seconds, and the average processing time for a tomato scion and eggplant stock is 1.9 seconds and 2.0 seconds. Operation success rate of tomato scion and eggplant stock is 99.04% and 85.58%. It is estimated that one hour can process 919 tomato scion and 794 eggplant stock, and a total of 7.6 plugs (104 cells plug) of grafted seedlings can be produced, its survival rate was 70.19%. The developed device of clamping and cutting of Solanaceae scion and stock seedlings has obtained a new patent (Certificate number No.: M600527). It can be used with Conveyor type grafting auxiliary machinery for grafting operations, which raises grafting automation and working efficiency. It has the potential for practical application in the grafted seedling industry, which will help enhance the industrial competitiveness.

**Key words:** manipulator, automation, clamping, cutting, grafting

---

<sup>1</sup>Contribution No. 0984 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup>Research Assistant, Assistant Researcher and Associate Researcher of Taichung DARES, COA.