



# BULLETIN OF TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION STATION, MINISTRY OF AGRICULTURE

No. 167

June 2025



農業部臺中區農業改良場

# 研究彙報

第167期

中華民國 114年 06月

## CONTENTS

The Breeding of Pear ‘Taichung No.5’ ..... Ching-Mu Hsu.... 1

The Application of Tree Branch Compost as Culture Media for Production of  
Lettuce and Muskmelon .....You-Hong Zeng and Ming-Chich Hsu...13

Development and Performance Testing of Electric Blower Sprayers.....  
.....Chin-Yuan Chang, Chia-Wei Chang, Chun-Chieh Chiu and Yu-Ting Lin...41

Study on the germination properties of different varieties of domestic soybeans.....  
..... Chih-Jou Su and Yi-Chun Chen...57

Establishment of Harvest Maturity Index of Dry Matter Content of Mature Green  
Fruit of Mango ‘Taichung No. 1’ Using Near-infrared Spectroscopy.....  
..... Meng-Sung Chen and Ching-Yu Chou...71

The Breeding of Sweet Pepper ‘Taichung AVRDC No.1’ .....  
.....Yu-Heng Lin and Shih-Wen Lin...87

## 目次

梨‘台中5號’之育成.....徐錦木... 1

果木枝條堆肥應用於萵苣及洋香瓜介質生產.....曾宥紘、許明傑...13

電動化鼓風噴霧機性能自測之研究.....張金元、張佳偉、邱俊傑、林祐廷...41

國產大豆不同品種發芽性質之研究.....蘇致柔、陳依純...57

利用非破壞性近紅外光果實品質測定儀建立芒果‘台中1號’綠熟果乾物重  
之採收成熟度指標.....陳盟松、周錦玉...71

番椒‘台中亞蔬1號’育成.....林煜恒、林世雯...87

農業部臺中區農業改良場

研究彙報第一六七期

中華民國一十四年六月

TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND  
EXTENSION STATION, MINISTRY OF AGRICULTURE  
Tatsuen Hsiang, Changhua, Taiwan, Republic of China

ISSN: 0255-5905



GPN: 2006500018  
定價：新臺幣100元

農業部臺中區農業改良場 編印  
彰化縣 大村鄉

# 梨‘台中5號’之育成<sup>1</sup>

徐錦木<sup>2\*</sup>

## 摘 要

梨‘台中5號’係2007年以‘如玉梨’為母本，‘橫山梨’為父本進行人工雜交育成之新品種，經F<sub>1</sub>雜交種子培育成植株後，歷經10年田間選拔。該品種在園藝性狀及果實品質方面與親本皆呈現顯著差異，並於2021年取得植物品種權。植株生育中等偏弱，花芽分化能力強，屬短果枝結果型，低溫需求量低，適合低海拔地區栽培。根據彰化地區試驗結果，開花後141-150天為最適採收期，約7月中旬開始採收，屬中生品種。本品種為褐皮梨，白色套袋果皮為黃褐色，果肉乳白色，質地細緻多汁，平均果汁率82.7%，總可溶性固形物12.9°Brix，可滴定酸度0.25%，酸甜比例適中，風味佳。果實適採期長達4星期，提供農民採收彈性；惟貯藏時需注意溫度管控，低溫易誘發梨蜜症而影響品質，建議貯藏溫度維持10°C左右，可保持商品價值達2週。為促進推廣應用，本品種將採非專屬授權模式提供予合格種苗業者及個別農戶，以擴大產業化栽培。

**關鍵字：**梨台中5號、育種、低溫需求

## 前 言

2023年國內梨栽培面積為4,865 ha (臺灣農業統計年報, 2024)，主要分佈在臺中市、苗栗縣、新竹縣及嘉義縣(臺灣農業統計年報, 2024)。在中低海拔地區主要種植‘橫山梨’，其特性是樹勢強、低溫需求少，風土適應性佳及產量高，但果實石細胞多，不耐貯放(廖等人, 2005)，目前多用於高接梨的砧木使用。臺中市和平區梨山里及平等里在海拔1,600 m 以上山區則以‘新世紀’植株為主，植株上嫁接多種品種，生產‘新雪梨’、‘蜜梨’、‘馥梨’及‘寶島甘露梨’等品種果實，另外生產‘寶島甘露梨’的梨接穗供應中低海拔高接梨產業使用。

高接梨為1975年東勢張榕生先生所開發的梨果生產技術(林等人, 1979；張, 1979)，利用商業品種已花芽分化完全的枝條，剪下冷藏打破休眠後，再重新嫁接

<sup>1</sup>農業部臺中區農業改良場研究報告第1107號。

<sup>2</sup>農業部臺中區農業改良場助理研究員。

\*通訊作者：徐錦木，Email: hsucm@tcdares.gov.tw

到梨樹砧木上，能在亞熱帶地區經濟規模生產梨果，並將產期提早1-3個月，可在5-8月採收梨果，具有產期調節的功效。但高接梨嫁接期需要大量優質的梨接穗及充足的嫁接人力，每年重複嫁接工作，以致於高接梨生產成本較世界其它梨產地的成本高出甚多(廖等人，2005)。

近年來氣候變遷造成國內百年平均溫度上升 1.6°C(臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台，2021)，導致夏季增加 27.8 天，冬季減少 29.7 天(周等人，2017)，對需要冬季低溫打破休眠的溫帶作物影響極巨。2018-2019 年暖冬，大梨山地區(和平區梨山里及平等里)低溫累積量無法滿足‘新世紀梨’、‘新雪梨’等梨品種的低溫需求量，致使梨樹無法正常開花，造成果實品質不佳及產量銳減。顯示大梨山地區種植的梨樹有冬季低溫累積量不足的隱憂，急需進行低需冷性梨品種更新作業，才能確保產業的穩定性。

為了創新品種及生產技術，使用低需冷性的‘橫山梨’和高品質的商業梨品種為親本，以雜交方法使遺傳因子重新組合，由子代中選拔具低需冷性和特殊風味等性狀的優良品種，可用於大梨山地區梨品種更新，也可於國內中低海拔地區栽培且不需要每年重複嫁接，降低氣候變遷及農業人力缺乏，所帶來的衝擊及提高產業競爭力。

## 材料與方法

### 一、雜交親本

母本為‘如玉梨’，父本為‘橫山梨’。‘如玉梨’(母本)：為苗栗縣卓蘭鎮劉申權先生於2005年，在臺中縣東勢鎮山城週刊發表的品種。植株生長勢中偏弱，在國內中低海拔地區以高接梨方式生產，秋季剪取枝梢進行冷藏打破休眠，每年重新嫁接方式保留品種。果重約 400 g 左右之綠皮梨，經套袋後為白色，肉質細脆，可低溫貯藏 2 個月。約於花後 120-130 天可採收。

‘橫山梨’(父本)：自中國華南地區引進品種，目前為國內中低海拔栽培的主要品種。樹勢強健豐產，果重約為 550 g，大果可超過 1,000 g 以上，褐皮果，果肉帶酸味、肉質粗且石細胞多，低溫貯藏力差，約於花後 180-200 天可採收。

### 二、雜交授粉

2007 年於東勢鎮高接梨園進行雜交，母本為‘如玉梨’、父本為‘橫山梨’。於雜交授粉前父本花朵先行套袋，授粉當日取花粉；母本於開花前 2 日先行去雄後套袋，授粉後再重新套袋，直到確定著果後掛牌標幟再解開套袋，後續依一般高接梨管理直到採收。

### 三、雜交苗之培育及定植

果實採收後取出種子經洗淨後，以 50% ‘免賴得’可濕性粉劑 1,000 倍稀釋液浸泡 30 分鐘殺菌，放入浸溼珍珠石中密封後，置於 5°C 冷藏庫貯放 2 個月打破種子休眠，濕冷層積處理後將種子取出播種於穴盤中，於苗高 15-20 cm 再移至 3 吋育苗盆，2008 年 2 月移至臺中區農業改良場位於彰化縣大村鄉田洋村的實驗田定植，行株距為 3 x 1 m。依一般梨園田間管理作業進行，雜交子代共計 586 株。

### 四、調查項目

在彰化低海拔地區冬季累積低溫量不足，植株於 2018 年 1 月 20 日，2019 年 1 月 25 日，2020 年 1 月 17 日噴施 1.25% 氰滿素催芽。依據「梨品種試驗檢定方法」附件梨品種性狀表，在 2018 年 1 月 1 日至 2020 年 8 月 31 日，試驗品種及 2 種對照品種各種植 10 株，順序排列，隨機取樣 5 株調查植株性狀及生育性狀，枝梢、葉片、芽、葉、花及果實等性狀則每株隨機取樣 5 個樣品調查，試驗數據以梨品種性狀表級距為主，輔主 CoStat 6.2 統計軟體(CoHort Software, Monterey, CA, USA)進行最小顯著差異(Fisher's least significant difference, LSD test)分析，顯著水準以 *P* 值為 5% 為界，分析各品種間有無顯著差異。

## 結 果

### 一、實生苗初選

雜交實生苗於 2008 年定植後，於 2011 年後陸續開花結果，初期結果多在頂芽，果皮顏色有綠色至褐色，果粒大小在 100-700 g，成熟期在 7 月上旬到 8 月中旬，果肉糖度在 10-15 °Brix。經過 4 年選拔，於 2015 年依果實外形、果色、肉質及風味等選出優良單株編號：60104，61506，61735 等品系(表一)，61735 品系即為後續的梨‘台中 5 號’。

表一、不同品系雜交梨之果實特性

Table 1. The characteristics of fruit in different hybrid lines

Hybrid line	Fruit weight (g)	Total soluble solids (°Brix)	Days from flowering to harvest	Harvest date	Skin color	Flesh color	Flesh texture
61735	309.0±52.2	12.9±0.9	140	late Jul.	brown	yellowish white	fine
60104	437.7±42.1	13.7±0.7	125	mid Jul.	green	white	fine
61506	225.5±21.1	12.6±0.8	130	mid Jul.	brown	white	fine

## 二、品系複選

2015 年以初選之 60104，61506，61735 等品系於場內‘橫山梨’樹進行更新高接，經過 3 年調查果實特性，61735 品系果實品質優良，依據梨品種性狀表進行調查，並於 2019 年 12 月提出品種權申請，經果樹植物品種審議委員會第 41 次會議，決議以‘橫山梨’和‘如玉梨’為對照品種進行性狀檢定。

## 三、性狀檢定結果

### (一)植株與枝條特性

於 2019 年 10 月分調查枝條生長情形及枝條色澤，並計算中間節位皮孔數，調查結果如表二。‘台中 5 號’生長勢弱至中等，一年生的枝梢色澤偏綠褐色，皮孔數中等。‘橫山梨’生長勢強，一年生的枝梢色澤偏赤褐色，皮孔數中等。‘如玉梨’生長勢弱，一年生的枝梢色澤偏綠褐色，皮孔數少。在植株與枝條特性上‘台中 5 號’與‘橫山梨’有 2 項性狀具明顯差異性，與‘如玉梨’有 1 項性狀具明顯差異性。

表二、梨‘台中 5 號’與對照品種‘橫山梨’及‘如玉梨’植株與枝條性狀之比較  
Table 2. The shoot characters of ‘Taichung No. 5’, ‘Hengshan’ and ‘Ruyu’ pear

Characteristics	Taichung No. 5	Hengshan	Ruyu
tree : vigor	weak-medium	strong	weak
one-year-old shoot : color	greenish brown	red brown	greenish brown
one-year-old shoot : number of lenticels	medium	medium	few

### (二)花芽及花特性

於 2019 年 11 月分取當年生枝條調查花芽外形、鱗片色澤，利用解剖顯微鏡調查花芽分化情形。翌年春季開花前後調查開花前花瓣顏色、每個芽體的小花數、花瓣形狀、花藥顏色及花粉有無，調查結果如表三及圖一。‘台中 5 號’腋花芽形成率良好，單一枝梢可達 7.9 個芽，花芽形狀圓形，鱗片為褐色，每個芽體內小花數 4 朵，未開花前花瓣為白色，每朵花有 5 花瓣、圓形缺刻少，花藥顏色為亮紅色具有花粉。‘橫山梨’腋花芽形成率良好，單一枝梢有 6.5 芽，花芽形狀卵形，鱗片為紫褐色，每個芽體內小花數 5.7 朵，未開花前花瓣為白色，每朵花有 5 花瓣、圓形缺刻少，花藥顏色為白色具有花粉。‘如玉梨’腋花芽單一枝梢有 5.1 芽，花芽形狀圓形，鱗片為褐色，每個芽體內小花數 3.2 朵，未開花前花瓣為白色，每朵花有 6.8 花瓣、圓形缺刻少，花藥顏色為暗紅色具有花粉。在花芽及花特性上‘台中 5 號’與‘橫山梨’有 4 項性狀具差異性，與‘如玉梨’有 2 項性狀具差異性。

表三、梨‘台中5號’與對照品種‘橫山梨’及‘如玉梨’花芽及花性狀之比較

Table 3. The flower bud and flower characters of ‘Taichung No. 5’, ‘Hengshan’ and ‘Ruyu’ pear

Characteristics	Taichung No. 5	Hengshan	Ruyu
flower bud : number of axillary flower buds	7.9±1.1a <sup>1</sup>	6.5±1.0b	5.1±2.0c
flower bud : shape	round	ovate	round
flower bud : color of scales	brown	purple brown	brown
petal : color of outer side just before opening of flower	white	white	white
petal : shape	round	elliptic	round
petal : number of notches on margin	few	few	few
flower : number of petals	5.0±0.0b	5.0±0.0b	6.8±2.1a
anther : color (befor opening)	light red	white	dark red
anther : pollen	present	present	present

<sup>1</sup>Means ± standard error (n=10). Means within each row followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher’s protected LSD test.



(a)



(b)



(c)

圖一、花藥顏色：‘台中5號’淡紅色(a)，‘橫山梨’白色(b)，‘如玉梨’暗紅色(c)。

Fig. 1. Anther of (a) ‘Taichung No. 5’ pear shows light red, (b) ‘Hengshan’ pear shows white, and (c) ‘Ruyu’ pear shows dark red.

### (三)葉片特性

於春季萌芽後調查幼葉顏色及是否具有絨毛，於7-8月取成熟葉片調查葉片性狀如表四。‘台中5號’幼葉呈現亮紅色葉背具絨毛，成熟葉片為卵形、綠色，葉尖為尖細形、葉基為圓形、葉緣為細鋸齒狀。‘橫山梨’幼葉呈現亮紅色葉背具絨毛，成熟葉片為橢圓形、綠色，葉尖為尖細形、葉基為圓形、葉緣為細鋸齒狀。‘如玉梨’幼葉

呈現亮紅色葉背具絨毛，成熟葉片為圓形、綠色，葉尖為尖細形、葉基為圓形、葉緣為圓鋸齒狀。在葉片特性上‘台中 5 號’與‘橫山梨’有 1 項性狀具差異性，與‘如玉梨’有 2 項性狀具差異性。

表四、梨‘台中 5 號’與對照品種‘橫山梨’及‘如玉梨’葉片性狀之比較

Table 4. The leaf characters of ‘Taichung No. 5’, ‘Hengshan’ and ‘Ruyu’ pear

Characteristics	Taichung No. 5	Hengshan	Ruyu
young leaf : color of upper side	light red	light red	light red
young leaf : pubescence on lower side	present	present	present
leaf blade : shape	ovate	elliptic	round
leaf blade : color	green	green	green
leaf blade : shape of top	acuminate	acuminate	acuminate
leaf blade : shape of base	rounded	rounded	rounded
leaf blade : incisions of margin	serrate	serrate	crenate

#### (四)果實特性

在彰化實驗田區 7 月上旬採收‘如玉梨’，7 月下旬採收‘台中 5 號’，9 月上旬採收‘橫山梨’並進行梨果實特性調查(表五)。「台中 5 號」果實縱剖面呈廣橢圓形，梗漥寬達 4.1 cm，萼漥深 1.4 cm，萼片宿存平均 2.6 個，果重達 533 g，果皮為黃褐色，果點平均大小為 2.3 mm 密度中等，表皮平滑，果柄粗 3.3 mm 基部無肉質化，果心為廣紡錘形，平均具有心室 5.1 個，果肉乳白色、細緻、中等硬度，總可溶性固形物平均為 12.9 °Brix，低酸度 0.25%，不含澀味，果汁率 82.7%，具有卵圓形中形種子。「橫山梨」果實縱剖面呈圓形，平均梗漥寬達 3.1 cm，萼漥深 1.2 cm，萼片宿存平均 4.1 個，果重達 558 g，果皮為紅褐色，果點大小平均為 2.4 mm 密度稀疏至中等，表皮粗糙，果柄粗 4.4 mm 基部有肉質化，果心為廣紡錘形，心室平均為 5.0 個，果肉乳白色、粗糙、硬度高，總可溶性固形物平均為 11.3 °Brix，中等酸度 0.39%，不含澀味，果汁率 82.7%，具有卵圓形大形種子。「如玉梨」果實縱剖面呈倒卵圓形，梗漥寬 2.6 cm，萼漥深 1.2 cm，萼片宿存平均 1.4 個，果重 395 g，果皮為黃綠色，果點大小平均為 1.1 mm 密度稀疏，不易發生銹斑，果柄粗 2.6 mm 基部無肉質化，果心為廣紡錘形，具有心室 5.0 個，果肉乳白色、細緻、硬度低，總可溶性固形物平均 12.3 °Brix，低酸度(0.16%)，不含澀味，果汁率 82.5%，具有卵圓形中大形種子。在果實特性上‘台中 5 號’與‘橫山梨’有 12 項性狀具差異性，與‘如玉梨’有 7 項性狀具差異性。

表五、梨‘台中5號’與對照品種‘橫山梨’及‘如玉梨’果實性狀之比較

Table 5. The fruit characters of ‘Taichung No. 5’, ‘Hengshan’ and ‘Ruyu’ pear

Characteristics	Taichung No. 5	Hengshan	Ruyu
hape in longitudinal section	broad elliptic	round	obovate
width of stalk cavity(cm)	4.1±0.3a <sup>1</sup>	3.1±0.4b	2.6±0.4c
depth of calyx basin(cm)	1.4±0.3a	1.2±0.3a	1.2±0.3a
persistance of calyx	2.6±1.4b	4.1±1.0a	1.4±2.0b
size(g)	533.2±58.9a	558.8±85.5a	395.4±51.7b
over color of skin	yellow brown	red brown	yellow green
size of lenticelles(mm)	2.3±0.4a	2.4±0.4a	1.1±0.2b
density of lenticelles	medium	sparse-medium	sparse
surface texture (brownish fruit)	smooth-medium	rough	--
russeting (yellow green fruit)	--	--	weak
thickness of stalk(mm)	3.3±0.4b	4.4±0.8a	2.6±0.2c
swelling of stalk	absent	present	absent
shape of core	broad spindle shaped	broad spindle shaped	broad spindle shaped
number of locules	5.1±0.3a	5.0±0.0a	5.0±0.0a
color of flesh	yellowish white	yellowish white	yellowish white
firmness of flesh(kg/cm <sup>2</sup> )	4.6±0.8b	11.7±3.1a	3.6±0.5b
texture of flesh	fine	coarse	fine
total soluble solids	12.9±0.5a	11.3±0.7b	12.3±0.6ab
acidity content (%)	0.25±0.02b	0.39±0.18a	0.16±0.02b
astringency	absent	absent	absent
juiciness of flesh (%)	82.7±2.5a	80.7±5.4a	82.5±1.6a
size of seed	medium	large	medium-large
shape of seed	ovate	ovate	ovate

<sup>1</sup>Means ± standard error (n=10). Means within each row followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher’s protected LSD test.



圖二、梨‘台中 5 號’果形圓整，果皮黃綠色，外觀及顏色均佳。可直接栽種於低海拔地區，不需要每年重複高接。

Fig. 2. Pear ‘Taichung No. 5’ has a round shape, yellow-green skin, and good appearance and color. It can be planted in low-altitude areas without top-graft every year.

#### (五)物候期特性

‘台中 5 號’、‘橫山梨’及‘如玉梨’栽種在彰化大村實驗田，物候期調查項目為催芽後 10% 葉芽萌發日期、10% 花芽開花日期、果實是否具有裂果特性、花後到果實成熟天數及果實的耐貯藏性(表六)。「台中 5 號」催芽後的萌芽和開花期均較「橫山梨」晚 4 天而較「如玉梨」早 2 天，果實無裂果特性，花後 140 天成熟，低溫貯藏期短。「橫山梨」果實無裂果特性，花後 180 天成熟，低溫貯藏期極短。「如玉梨」果實易裂果，花後 120 天成熟，低溫貯藏期長。在物候期特性上「台中 5 號」與「橫山梨」有 3 項性狀具差異性，與「如玉梨」有 3 項性狀具差異性。

表六、梨‘台中 5 號’與對照品種‘橫山梨’及‘如玉梨’物候期比較

Table 6. The phenological stage of ‘Taichung No. 5’, ‘Hengshan’ and ‘Ruyu’ pear

Characteristics	Taichung No. 5	Hengshan	Ruyu
time of beginning of vegetative bud opening (10 % of buds open)	2/14	2/10	2/16
time of beginning of flowering (10 % of flowering open)	2/17	2/13	2/19
time of beginning of fruit ripening (days after flowering)	medium (141-150)	very late (> 180)	early (121-130)
self compatibility	absent	absent	absent
tendency to fruit cracking	absent	absent	present
storage life (under controlled temperature and humidity)	short	very short-short	long

‘台中 5 號’與對照品種‘橫山梨’及‘如玉梨’經檢定後，統計分析具有多項性狀差異，具可區別性。在栽培檢定期間，各植株間性狀表現經觀察無異型枝條，葉片形態、果實性狀均表現一致，故推定具有一致性。經無性繁殖之枝條於栽培檢定期間，各種性狀表現穩定且無變異，故推定具有穩定性。性狀檢定報告提出後，經果樹植物品種審議委員會第 43 次會議委員審查通過，於 2021 年 6 月取得品種權。

#### 四、栽培管理注意事項

‘台中 5 號’在平地的生長勢弱到中等，春季需要進行催芽作業使萌芽開花整齊，才能有利於管理作業。因具有自交不親合特性，需要有異品種梨花粉授粉才能確保結果正常。花後 141-150 天為較佳採收期。果實不耐低溫貯藏，於 10℃ 環境貯藏勿超過 2 週。

栽培管理上宜選擇通風良好，具灌排水設施的壤質土為宜，建議以棚架式栽培，行株距 6 x 5 m。性狀調查期間並未進行病蟲害抗性調查，栽培期間發生病蟲害和橫山梨類似，防治方式可參照植物保護資訊系統。‘台中 5 號’果實偶而會出現果肉木栓化缺鈣的生理障礙，土壤每年需注意鈣肥的補充，另氮肥施用量不宜過高，避免拮抗作用加劇果肉生理障礙發生。

## 討 論

國內高接梨約占梨總生產面積的 2/3，不需要每年重複高接約佔 1/3 面積的二種生產模式。免高接的梨大多分布在高海拔的大梨山地區，利用海拔高度增加冬季低溫累積

量。近年來氣候暖化影響下，原有的栽培品種(如‘新雪梨’、‘新世紀梨’、‘蜜梨’等)在冬季低溫累積量不足情況下，逐漸出現春季萌芽開花不整齊、生長勢衰退等問題，需要以低需冷性梨進行品種更新，維持梨樹正常生育。目前梨山地區約有 9 成梨樹有嫁接‘寶島甘露梨’，約於 3 月上旬萌動，9 月下旬到 10 月下旬採收果實，梨穗在 11 月下旬採收。梨‘台中 5 號’低溫需求量不高，梨山地區暖冬情形下低溫累積量也足夠打破休眠，在梨山地區約於 2 月下旬到 3 月上旬萌動，果實在 8 月上旬到中甸採收，和‘寶島甘露梨’採收期有將近 2 個月的時間差。

國內高接梨生產時間在 5-9 月，限制因子為短時間內需要大量質優的接穗、優秀的嫁接農民、適宜的天氣及較高的生產成本。高接梨主流品種從初期的‘幸水梨’、‘豐水梨’、‘新興梨’到‘寶島甘露梨’，可以看出變化趨勢是大果、高產量及品種漸趨單一化。高接梨的優勢是取得梨穗當年度即可生產接穗品種的梨果，但缺點也是因為可以快速更改品種，當年度嫁接獲利較高品種，下一年度嫁接面積會快速增加，造成品種單一化，不利產業穩定發展。

以往國內高接梨產季由不同品種組成，5 月上旬早‘秋水梨’，5 月中旬到 6 月下旬‘豐水梨’，最後 6 月下旬到 8 月上旬‘新興梨’。然目前高接梨品種趨於單一化，80 % 以上產量以‘寶島甘露梨’為主，產期集中在 7 月下旬到 9 月上旬，但在 5 月到 7 月中旬梨果產量及品種相對不足。梨‘台中 5 號’若以高接方式生產，於 12 月下旬嫁接，果實於 6 月下旬到 7 月上旬採收。若以低接方式生產，於 1 月中下旬催芽，果實於 7 月中旬到 8 月上旬採收。可降低國內梨品種單一化之風險及填補梨果空窗期。

## 結 論

梨‘台中 5 號’果重約在 400-500 g 左右，果肉細緻多汁，總可溶性固形物平均 12 °Brix 以上、酸度在 0.2-0.3 % 之間，不含澀味，果汁率 82.7 %。栽培方面，因該品種低溫需求不高，春季配合催芽作業，可於全臺中、低海拔地區栽種，樹勢中等，抗病力稍弱。在彰化縣大村鄉果實在 7 月上旬即具商品價值，約在開花後 141-150 天即可陸續採收到 8 月上旬。採收期可長達 1 個月的時間，方便人力調整，整體而言極具競爭力。梨‘台中 5 號’已取得品種權，將以種苗業者和個體農戶為對象，採非專屬授權進行推廣。

### 參考文獻

1. 林嘉興、林信山、張榕生、傅阿柄。1979。橫山梨高接溫帶梨試驗研究初步報告。臺灣農業，15(1)，29-39。
2. 周佳、陳維婷、羅敏輝、李明安、許晃雄、洪志誠、鄒治華、盧孟明、洪致文、陳正達、鄭談尊。2017。臺灣氣候變遷科學報告。國家災害防救科技中心。
3. 張榕生。1979。橫山梨高接新世紀梨初步觀察。科學農業，27(1,2)，52-55。
4. 廖萬正、張林仁、張致盛。2005。梨臺中 3 號晶翠梨之育成。臺中區農業改良場研究彙報，88，51-59。
5. 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台。2021。科技部。<https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/>
6. 臺灣農業統計年報。2024。農業部。<https://www.moa.gov.tw/ws.php?id=209>

# The Breeding of Pear ‘Taichung No.5’<sup>1</sup>

Ching-Mu Hsu <sup>2\*</sup>

## ABSTRACT

‘Taichung No.5’ pear is a new cultivar developed through artificial hybridization in 2007, using ‘Ruyu’ pear as the female parent and ‘Hengshan’ pear as the male parent. Following the cultivation of F1 hybrid seeds into plants, the cultivar underwent 10 years of field selection. This variety exhibits significant differences from both parents in horticultural traits and fruit quality characteristics, and obtained plant variety rights in 2021. The plant displays moderate to weak vegetative growth with strong flower bud differentiation capacity, characterized as a short fruit-bearing branch type with low chilling requirements, making it suitable for cultivation in low-altitude regions. Based on experimental results in Changhua, the optimal harvest period occurs 141-150 days post-anthesis, with fruit collection beginning in mid-July, classifying it as a mid-season cultivar. This cultivar is a brown-skinned pear that develops yellow-brown skin coloration after white bagging treatment. The flesh is milky white with fine texture and high juiciness, exhibiting an average juice content of 82.7%, total soluble solids reaching 12.9°Brix, and titratable acidity of 0.25%, providing a well-balanced sweet-acid ratio and excellent flavor. The extended harvest window of four weeks offers harvesting flexibility; however, storage requires careful temperature management because low temperatures readily induce watercore symptoms, compromising fruit quality. The recommended storage temperature should be maintained around 10°C, under which commercial value can be preserved for up to two weeks. To promote widespread adoption, this cultivar will be made available through non-exclusive licensing to qualified nursery operators and individual growers to expand commercial cultivation.

**Key words:** Pear Taichung No. 5, breeding, chilling requirements

---

<sup>1</sup> Contribution No.1107 from Taichung DARES, MOA.

<sup>2</sup> Assistant Researcher, Taichung DARES, MOA.

\*Corresponding Author: Ching-Mu Hsu, Email: [hsucm@tcdares.gov.tw](mailto:hsucm@tcdares.gov.tw)

# 果木枝條堆肥應用於萵苣及洋香瓜介質生產<sup>1</sup>

曾宥紘<sup>2\*</sup>、許明傑<sup>3</sup>

## 摘 要

本試驗以果木修剪枝條及羽毛粉為堆肥主原料，堆肥成品之 pH (1:10)7.3、EC(1:10)0.6 dS/m、氮 2.1%、磷 1.6%、鉀 2.2%，另將其經 2 mm 篩網過篩後，取得 3 種堆肥，包含果木枝條堆肥(Branch compost)、粒徑小於 2 mm 之果木枝條堆肥(Branch compost <2 mm)及粒徑大於 2 mm 之果木枝條堆肥(Branch compost >2 mm)，應用於萵苣連續兩期作介質生產試驗，結果以種植於 Branch compost <2 mm 之植株鮮重與乾重最重，葉片氮含量高於其他兩處理，且生育期間其堆肥滲出液之硝酸根含量亦較其他兩處理組高，另將此 3 種果木枝條堆肥應用於連續 3 期作洋香瓜介質生產，僅第一期作 Branch compost 及 Branch compost <2 mm 處理組之單果重高於泥炭介質處理組，自第二期作起，洋香瓜之果實重量與泥炭介質處理組無顯著差異，本試驗 3 期作各處理之果實糖度皆無顯著差異，確認果木枝條堆肥可替代泥炭應用於洋香瓜栽培生產。

**關鍵字：**果木枝條、堆肥、介質、萵苣、洋香瓜

## 前 言

依據臺灣綠色國民所得帳之農業固體廢棄物歷年表(113 年農業部-農業統計資料-環境與經濟帳-農業廢棄物排放帳項下)，每年約生產 24.5 萬公噸果木修剪枝條，部分地方政府以清潔隊載運方式回收，若農友種植區域，地方政府未有枝條回收機制，農友須自行處理修剪之果木枝條，常見之處理模式包含焚燒及就地粉碎回鋪果園土壤表面，其中，因焚燒會導致空氣汙染及農業剩餘資材未循環應用，因此已明令禁止焚燒，修剪枝條就地粉碎並鋪放於果園土壤表面，則為可行之處理應用模式。然而，由於部分產業需要果木木屑原料，如菇類生產、貓砂木屑、土壤混拌、燃料棒、汽化發電及碳化等，因此，果木修剪枝條仍有設置集運場域及後端應用空間。

---

<sup>1</sup> 農業部臺中區農業改良場研究報告第 1103 號。

<sup>2</sup> 農業部臺中區農業改良場副研究員。

<sup>3</sup> 農業部臺中區農業改良場約僱技術員。

\*通訊作者：曾宥紘，Email: zengyh@tcdares.gov.tw

集運之果木枝條可經由堆肥化過程，生產優質農用資材，應用於作物生產，如李氏等人(2024)提及應用蘋果屬植物之修剪枝條作為堆肥原料，經添加尿素及複合菌劑，其成品應用於蘋果樹表面土壤敷蓋，試驗結果發現相較於不敷蓋處理，敷蓋枝條堆肥，可顯著提高表層土壤(0-10公分)之有機質、植物可利用性之氮、磷及鉀含量並提高植體光合作用效率，顯示枝條堆肥之養分或微生物群可隨灌溉水下滲至土壤，除改善土壤性質亦有促進作物生產之潛力。

臺灣許多作物生產模式改採離地介質耕作方式，進口泥炭介質隨全球淨零碳排議題，其價格持續高漲，因此，開發本土介質以替代進口泥炭，有其研究必要性。如前人研究應用柳樹枝條堆肥混拌泥炭 25%或 50%作為花胡瓜播種育苗介質，生育表現優於泥炭介質處理組(Adamczewska-Sowińska et al., 2024)；另研究以沼渣混拌葡萄修剪枝條產製之堆肥與泥炭 8:2 混拌應用於覆盆子幼苗生產，其總植株鮮重顯著高於育苗於泥炭介質但不額外施肥處理組，另與育苗於泥炭介質搭配施用緩釋肥料之處理組無顯著差異(Bignami et al., 2023)，果木枝條堆肥除應用於育苗介質外，將其與 85%泥炭介質混拌可生產盆菊(許與曾，2024)。雖採用介質耕作模式以高經濟價值之果菜類或花卉作物為主，僅部分生菜亦以介質耕作生產，然而，臺灣於 111 年 5 月 4 日公布食農教育法，許多學校已著手進行果木與落葉等堆肥製作及應用教育，堆肥成品亦可應用於葉菜作物栽培介質，教育學生有機資材循環與永續利用於農業生產之價值，此外，目前針對果木枝條堆肥之應用，仍著重於替代部分泥炭，然而若能提高枝條於介質應用比例，或完全替代泥炭，則可更有利於減少泥炭開採增加之溫室氣體排放，並可降低農業生產之介質成本，為此，本試驗以萵苣為試驗作物，評估單一果木枝條堆肥介質應用之養分特性，並於農友溫室驗證其應用於洋香瓜生產可行性。

## 材料與方法

### 一、果木枝條木屑成分分析

本試驗之果木枝條木屑取自京嶼實業有限公司，該木屑為不同樹種之混合木屑，木屑經 70°C 烘箱烘乾後，以濃硫酸及雙氧水處理後，進行養分分析。分析流程如材料與方法六。

### 二、果木枝條木屑堆肥製作

本試驗之果木枝條木屑堆肥製作，主要原料為秤取 950 kg 果木枝條木屑(碳氮比 51.6)及 50 kg 羽毛粉(取自興隆羽毛股份有限公司，碳氮比 13.0)，堆肥原料混合均勻後，

再添加水分至約 60%，堆肥製作期間監測溫度變化，經過約 3 個月堆積發酵，其中經 3 次翻堆至堆肥溫度低於 45°C 時，取樣進行分析及作物介質生產試驗。

### 三、果木枝條木屑堆肥成品過篩及物理性狀分析

果木枝條堆肥(Branch compost)，及其經 2 mm 篩網過篩，區分成 2 mm 以下部分 (Branch compost<2 mm)及 2 mm 以上部分 (Branch compost>2 mm)。此 3 部分之果木枝條堆肥樣品，進行總體密度及介質質量含水率分析(楊與黃，2017)，並應用於萵苣介質生產試驗。

### 四、果木枝條木屑堆肥應用於萵苣介質生育及滲出液肥分分析

本試驗於臺中區農業改良場溫室，將萵苣(*Lactuca sativa* L.福山萵苣)種植於三種果木枝條堆肥，分別為 Branch compost、Branch compost<2 mm 及 Branch compost>2 mm，介質裝填於塑膠盆(直徑 19 cm、高度 19.5 cm)，每處理 4 重複。第一期作於 114 年 2 月 5 日定植半結球萵苣(福山萵苣)幼苗後，每 7-14 天每盆額外澆灌 200 ml 灌溉水，收集盆底滲出液並進行水溶性養分分析，定植 40 天後進行採收調查並取出殘根。第二期作 3 月 19 日定植萵苣(福山萵苣)幼苗於舊介質中，約 2 週後每盆額外澆灌 200 ml 灌溉水，額外澆灌時間點為作物定期滴灌水分後 1 小時，並收集最初自盆底滲出 50 ml 的液體，進行水溶性養分分析，後續每隔 7-10 天收集並分析介質滲出液養分含量，並於幼苗定植後 57 天進行採收調查。本盆栽試驗每日滴灌清水，栽培期間不額外施肥，試驗不同粒徑之果木枝條堆肥養分釋放特性。

### 五、果木枝條木屑堆肥應用於洋香瓜介質生產試驗

本試驗於彰化縣福興鄉晨照溫室農場進行洋香瓜(*Cucumis melo* L.)介質試驗，介質處理包含 Branch compost、Branch compost<2 mm、Branch compost>2 mm 及白泥炭(klasmann Basesubstrate 612)，介質裝填槽體長寬深分別為 62 cm、18 cm 及 18 cm，每槽種植 2 株洋香瓜幼苗，每處理 5 槽。第一期作之洋香瓜(夏奇拉，稼穡種子有限公司)幼苗於 2 月 22 日定植，經 3 個月後採收，採收後室溫放置 7 天調查；第二期作之洋香瓜(路易國王 12 號，德慧種苗)幼苗於 6 月 19 日定植，經 71 天採收，採收後於室溫放置 5 日調查；第三期作之洋香瓜(亞瑟國王 20 號，德慧種苗)幼苗於 10 月 13 日種植，經 89 日採收，採收後於室溫放置 7 日調查。果實採收調查重量、果長、果寬、果肉厚度及糖度。

試驗期間統一滴灌農友慣用營養液，以硝酸鉀、磷酸一鉀、硫酸鎂、硝酸鈣及綜合微量元素進行養液調配，養液中之氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅、錳、鋅、鐵、硼及鉬含量

分別為 10.2%、1.7%、14.0%、9.9%、1.5%、91.4 mg/l、2,436.5 mg/l、91.4 mg/l、2,436.5 mg/l、30.5 mg/l 及 6.1 mg/l。洋香瓜種植 12 天內每日每株滴灌營養液 395 ml、定植後 12-14 天每日每株滴灌 493 ml、定植後 15-25 天每日每株滴灌營養液 658 ml、定植後 26 天至採收前 20 天每日每株滴灌營養液 987 ml。採收前 20 天調整營養液之氮、磷、鉀及鎂含量為 4.2%、1.7%、23.0%及 1.5%而微量元素含量不變，每日每株滴灌營養液 658 ml。每日上午 11 時及下午 4 時滴灌清水，每日每株滴灌量為定植後 14 天內，約 200 ml，定植後 15-25 天約 400 ml，定植後 26 至採收前 20 天約 600 ml，採收前 20 天約 400ml。營養液及水分滴灌量依天氣及植株生育狀況進行動態調整。

## 六、果木枝條木屑、堆肥及植體養分分析

木屑堆肥(1:10)水萃液以電極測定 pH 及 EC 值。木屑、堆肥、萵苣及洋香瓜葉片樣品，先以濃硫酸及雙氧水消化分解(Lowther, 1980)，樣品之氮用微量擴散法測定(Keeney and Nelson, 1982.)，磷用比色法定量(Olsen and Sommers, 1982)，鉀用火焰光度計測定(Sherwood flame photometer 410)，鈣、鎂及微量元素則用原子吸收光譜儀 (Hitachi Polarized Zeeman Atomic absorption spectrophotometer Z-5000)分析。而微量元素銅、錳、鋅及鐵則以 1 N 鹽酸反應(Yoshida et al., 1976)後以原子吸收光譜儀分析。水溶性養分則以 1:10 水萃後，依以上說明進行分析。

## 結果與討論

### 一、果木枝條木屑堆肥物理性狀及養分分析

本試驗之果木枝條原料為混合木屑，養分分析如表一所示，養分含量不高，碳氮比 51.6，經添加羽毛粉進行碳氮比調整與堆肥製程後之 Branch compost 養分分析如表二所示，養分含量顯著高於果木枝條原料，碳氮比降至 11.5，酸鹼值 7.3。

Branch compost 經 2 mm 篩網過篩後，其粒徑小於 2 mm 者占比約 68.0%±4.0%，果木枝條堆肥、粒徑小於 2 mm 及粒徑大於 2 mm 者，其物理性狀及水溶性養分分析如表三所示，粒徑小於 2 mm 之果木枝條堆肥，其總體密度顯著提高，粒徑大於 2 mm 者其質量含水量顯著下降。相較於未過篩之果木枝條堆肥，粒徑小於 2 mm 之果木枝條堆肥，其 EC 值及銨離子含量較高；粒徑大於 2 mm 者其水溶性鈣、鎂及錳含量顯著較低。

表一、果木枝條原料養分特性分析

Table 1. The nutrient characteristics of tree pruning branch

Material	pH	EC	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	C/N
	1:10	1:10										
		dS/m	%				mg/kg					
Branch	7.2	1.3	0.8	0.1	0.9	1.2	0.2	8.7	85.3	31.3	1777.0	51.6
	±0.1	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0	±0.1	±0.0	±2.1	±4.0	±1.2	±52.0	±3.3
	(SD)											

表二、果木枝條堆肥養分分析(消解)

Table 2. The nutrient characteristics of branch compost

Material	pH	EC	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	C/N
	1:10	1:10										
		dS/m	%				mg/kg					
Branch	7.3	1.5	2.1	1.6	2.2	10.8	1.2	49.3	370.0	371.7	2448.0	11.5
	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.1	±0.7	±0.1	±2.9	±5.6	±2.1	±62.3	±1.3
	(SD)											

表三、3 種果木條堆肥之特性及水溶性養分分析

Table 3. The characteristic and water soluble nutrients in the three branch composts

Culture media	Bulk density	Mass water content	pH	EC	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	g/cm <sup>3</sup>	%	1:10	1:10										
			dS/m	mg/Kg										
Branch compost	0.28b*	136.4a	7.3a	1.5b	64.3b	121.7a	45.0a	229.0a	805.3a	127.7ab	0.3a	0.6a	1.0a	9.4a
Branch compost <2 mm	0.37a	114.4b	7.2a	2.5a	73.7a	294.0a	26.7a	192.3a	899.0a	167.3a	0.3a	0.7a	0.8a	5.6ab
Branch compost >2 mm	0.20c	54.5c	7.1a	1.3b	61.0b	105.7a	31.7a	52.0a	575.3b	85.3b	0.1a	0.1b	0.5a	3.2b

\*Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test).

## 二、果木枝條木屑堆肥應用於萵苣介質生產試驗

不同粒徑組合之果木枝條堆肥(圖一)，應用於第一期作萵苣介質試驗結果如表四所示，萵苣種植於粒徑小於 2 mm 之堆肥中，植株鮮重與乾重最重，其次為未過篩之果木枝條堆肥，粒徑>2 mm 之堆肥處理組最低，參照葉片養分分析結果(表五)，種植於粒徑<2 mm 之萵苣葉片氮、磷、鎂及鋅含量最高，其中氮、磷及鋅含量顯著高於 Branch compost，而鉀含量則顯著較低。依據前人研究之採收前萵苣葉片養分推薦值(reference value) (Hartz et al., 2007)，萵苣種植於 branch compost <2 mm 植株重量較重，極可能由於吸收相對足量氮肥所致。

三種介質試驗前銨離子含量以 branch compost <2 mm 最高，硝酸根含量無顯著差異，然而栽培期間 branch compost < 2 mm 堆肥滲出液之硝酸根含量最高(圖二 B)，顯示有機含氮養分集中於粒徑<2 mm 之果木枝條堆肥中，推測在栽培期間因微生物降解、轉銨及硝化作用即可導致其含量較高。在萵苣生育 22 天內，Branch compost <2 mm 滲出液之硝酸根、磷及鎂濃度顯著高於其他處理組(圖二 B、C、F)，可能為導致葉片此三種養分含量較高之主因。在萵苣生育第 32 天，介質滲出液除磷外(圖一 C)，其他養分差異較不顯著。萵苣種植於 branch compost >2 mm 第 32 天起，介質滲出液之微量元素銅及錳低於偵測極限值(圖二 G、H)。

萵苣種植於舊介質，進行第二期作生產，介質成分如表六所示，植株性狀如表七所示，種植於 Branch compost <2 mm 植株鮮重及乾重最重，種植於 Branch compost >2 mm 則顯著較低，與第一期作趨勢一致，萵苣種植於 Branch compost >2 mm 兩期作之植株重量差異不大，或因該堆肥仍可持續釋放養分供萵苣吸收所致。相較於其他兩處理組，或因釋放之養分遠低於第一期作，導致植株重量較第一期作低。

葉片養分分析結果(表八)顯示氮及鉀含量較第一期作低，錳及鐵含量較第一期作高，參照葉片標準值，確認葉片氮含量偏低，為植株鮮重較第一期作低之主因，而萵苣種植於 Branch compost >2 mm 葉片鈣含量顯著增加且高於葉片養分參考值，此乃由於兩期作萵苣生育過程中，Branch compost >2 mm 釋放之鈣離子養分濃度差異較小且不同生育時間點堆肥滲出液之鈣濃度穩定(圖二 E、圖三 E)，導致萵苣可持續吸收鈣離子，然而過量鈣吸收亦會導致植株生育受阻，如前人研究提及金花茶過量吸收鈣離子會抑制葉綠素合成降低植株生長(Chai et al., 2021)，因此，若以粗粒徑之果木枝條堆肥作為作物栽培介質，除須注意氮肥適時供應外，亦須注意其他養分如鉀與鎂之養分吸收利用情形。

果木枝條堆肥經種植 1 期作萵苣後，其水溶性養分明顯下降(圖三)，銨離子濃度已小於 10 mg/L，而在萵苣種植 22 天內，硝酸根濃度以 Branch compost <2 mm 處理組最

高，在萵苣生長至第 29 天時，其濃度與其他處理組差異不大，不同天數之水溶性磷濃度趨勢與硝酸根相似，微量元素濃度於同處理間差異大，推測為其濃度低，雖收集滲出液時，先以灌溉水滴灌至介質水分飽和，然而每一盆栽裝填之介質，除粒徑<2 mm 外，粒徑均一性差，且在萵苣生長期間，介質水分保存、根系吸收及蒸散作用可能差異性較大，導致低養分含量之微量元素濃度變化差異較大。由介質滲出液養分分析，確認果木枝條堆肥經 2 mm 過篩後，氮肥表現較佳，並可能為第二期作萵苣重量較重之主因。本試驗經兩期作萵苣生長試驗，確認果木枝條堆肥可應用為葉菜作物栽培介質，然而其最大產量需搭配施用肥料。

表四、第一期作萵苣植株性狀調查

Table 4. Investigation of lettuce grown in three branch composts in the first crop

Culture media	Plant height (cm)	Fresh plant weight (g/plant)	Dry plant weight (g/plant)	Increased rate of fresh weight compared with branch compost (%)
Branch compost	22.4b	208.4b*	9.1b	-
Branch compost<2 mm	25.5a	270.0a	11.5a	22.8
Branch compost>2 mm	19.1c	132.5c	6.5c	-36.4

\*Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test).

表五、第一期作萵苣葉片養分分析

Table 5. Leaf nutrients of lettuce grown in three branch composts in the first crop

Culture media	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	g/kg					mg/kg			
Branch compost	26.2b*	3.6c	114.4a	9.5a	4.3ab	5.3a	107.5a	66.3b	76.0b
Branch compost<2 mm	31.0a	5.4a	101.2b	8.1ab	5.3a	4.5a	104.8a	128.3a	87.8ab
Branch compost>2 mm	27.3b	4.7b	88.1c	7.6b	3.6b	5.0a	87.3a	105.0a	95.3a
Reference value**	33-48	3.5-7.5	29-78	6-11	2.5-4.5	5.6-8.2	37-73	21-75	86-232

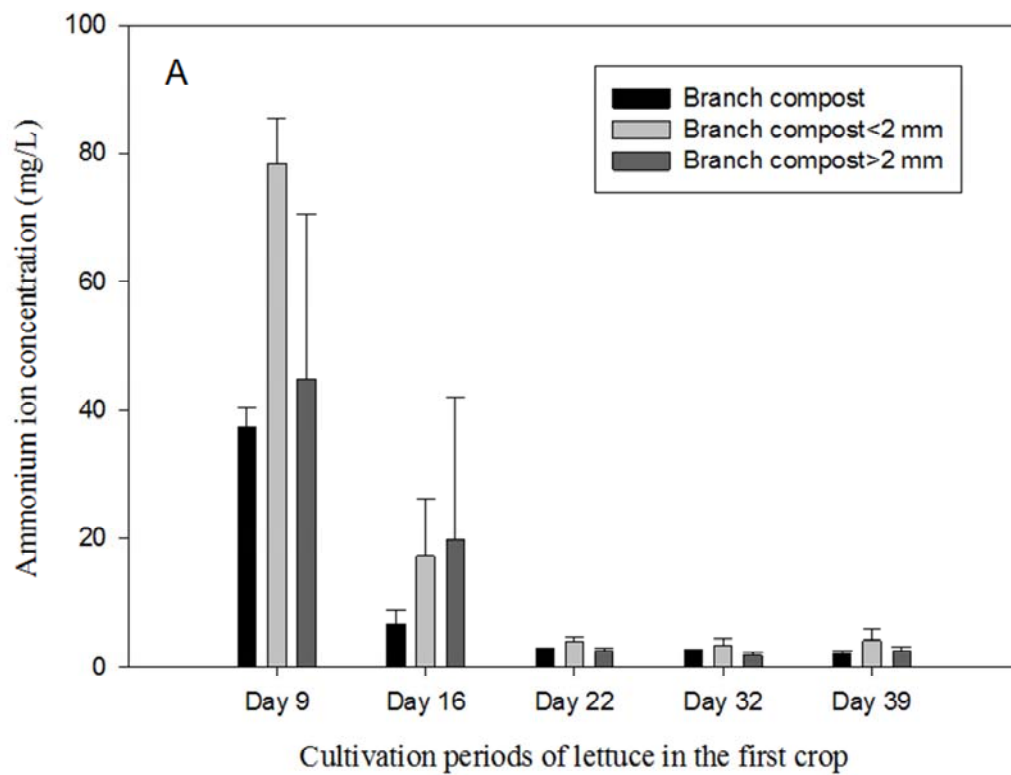
\*Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test).

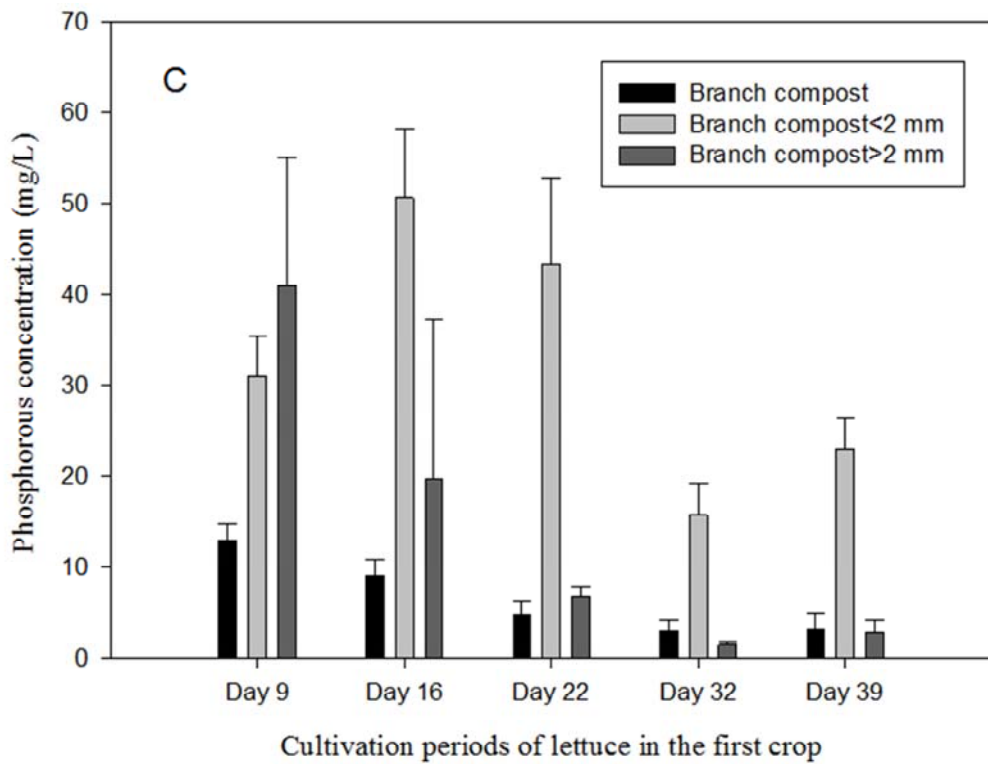
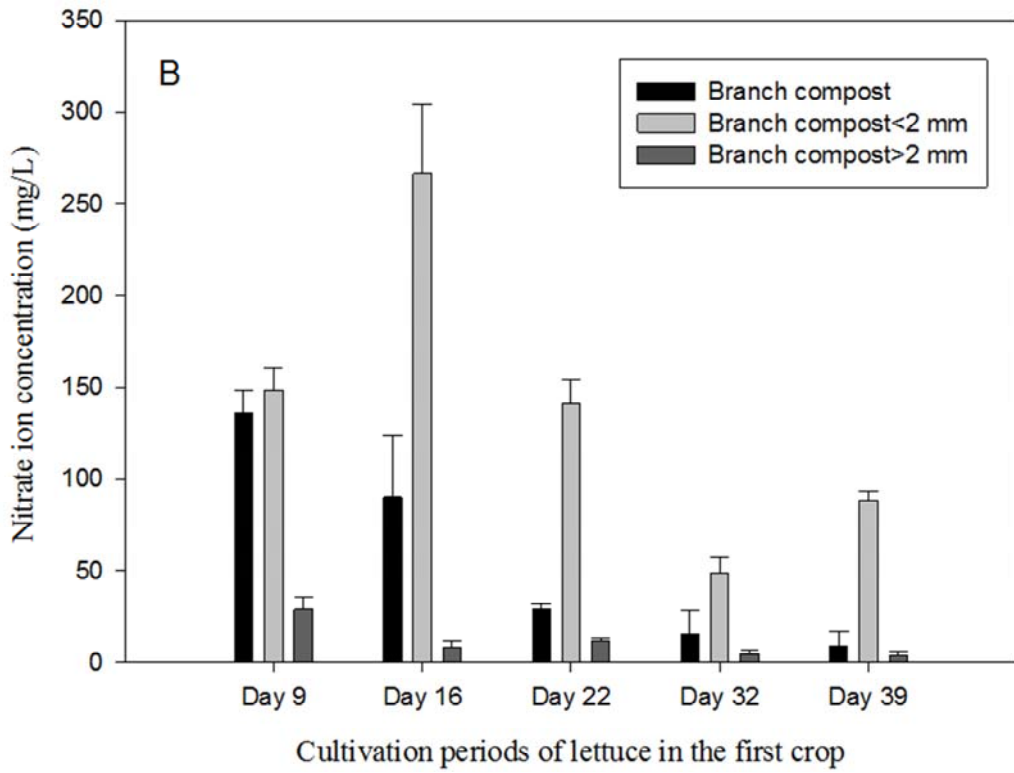
\*\*reference from Hartz et al., 2007.

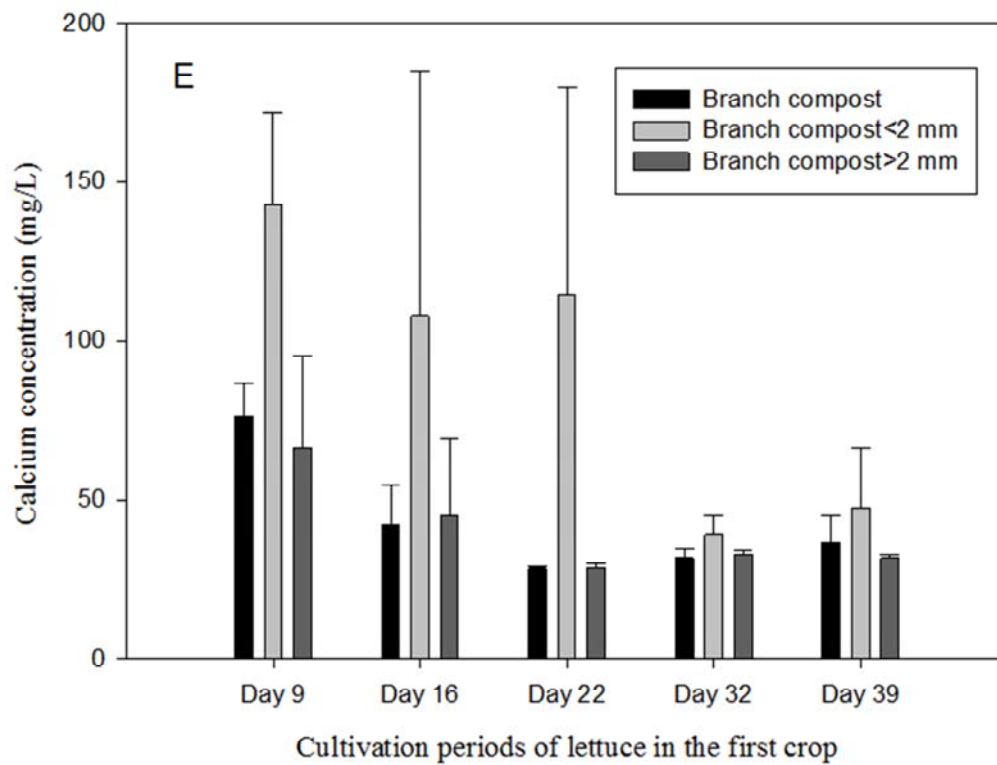
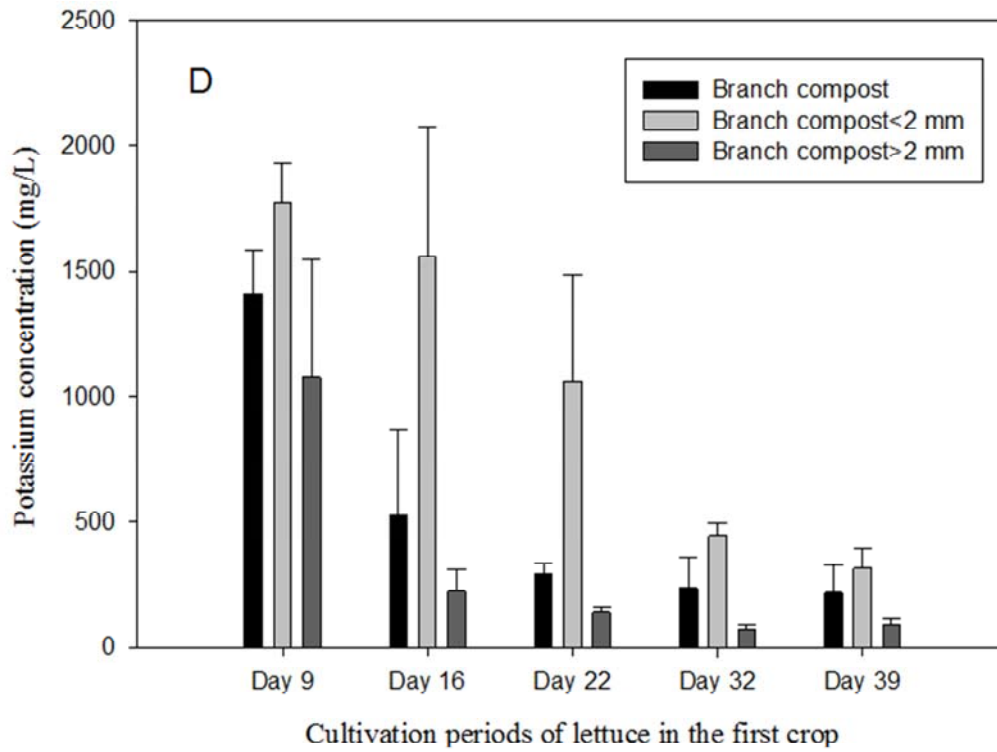


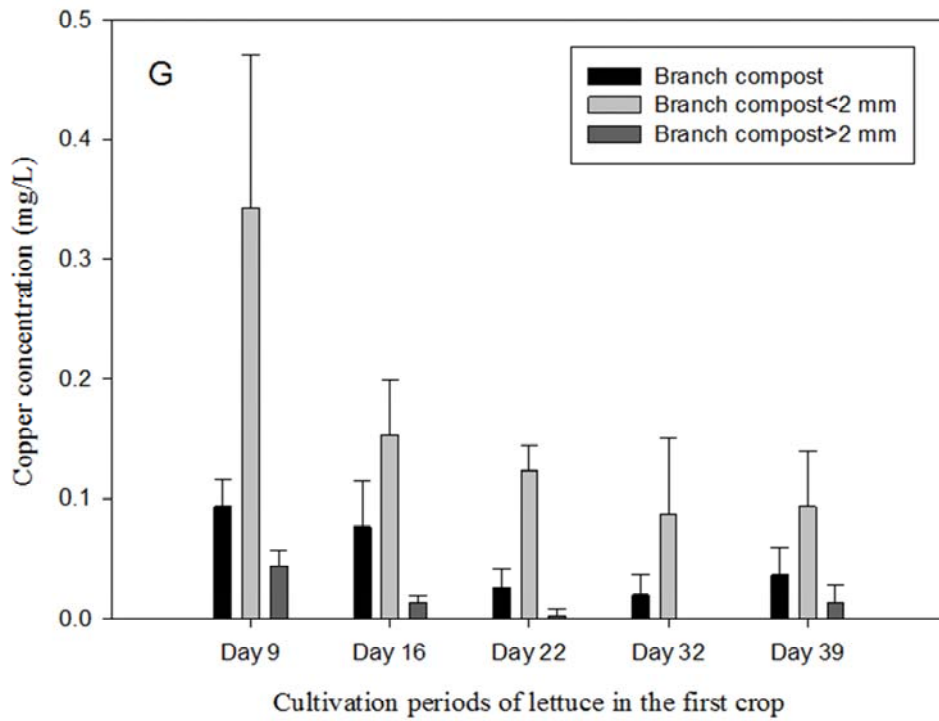
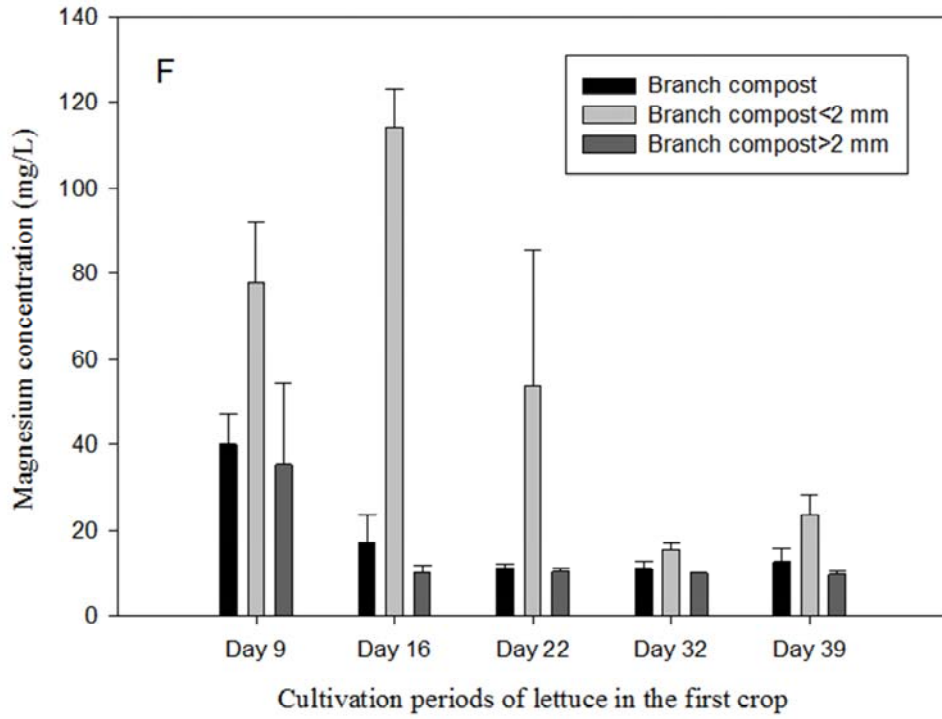
圖一、3種果木枝條堆肥外觀，左圖:未過篩、中圖:果木枝條堆肥 $>2$  mm、右圖:果木枝條堆肥 $<2$  mm。

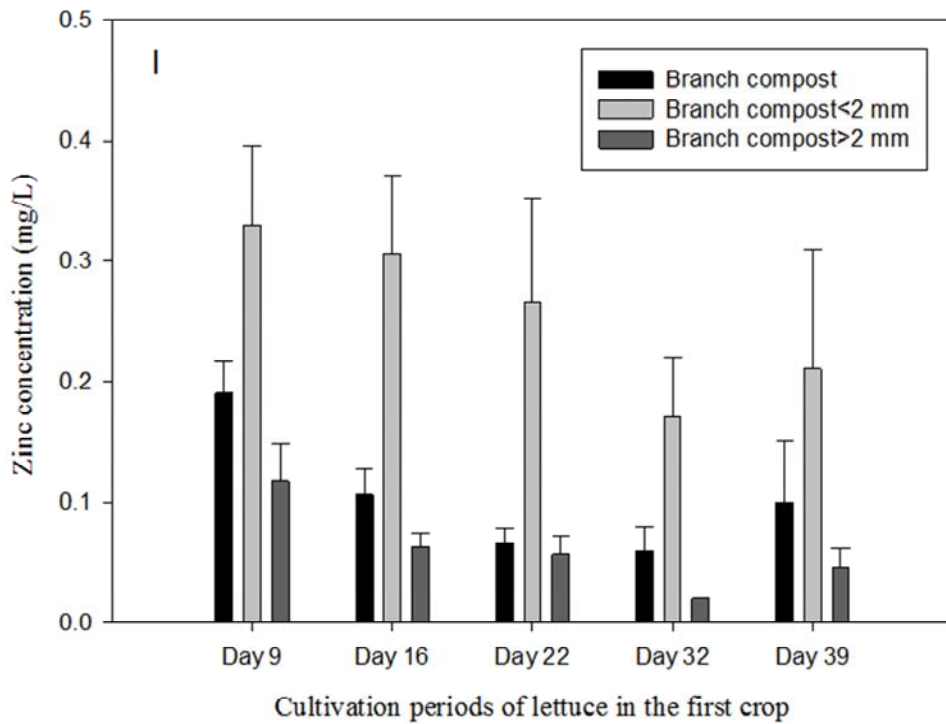
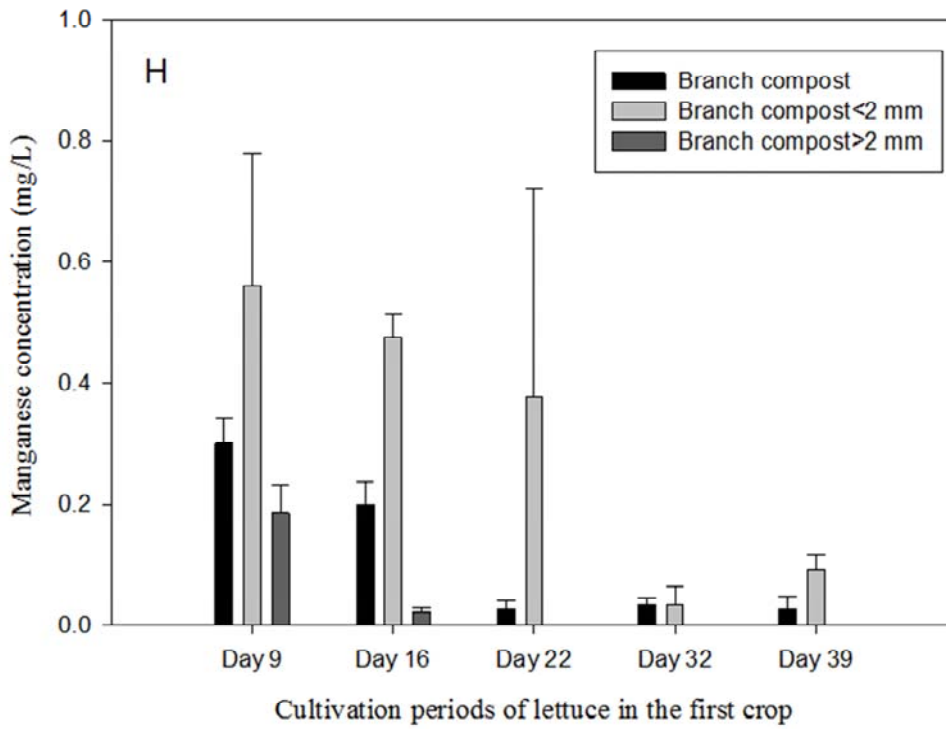
Fig. 1. Three branch composts, picture left: branch compost, middle:branch compost  $>2$  mm and right: branch compost  $<2$  mm.

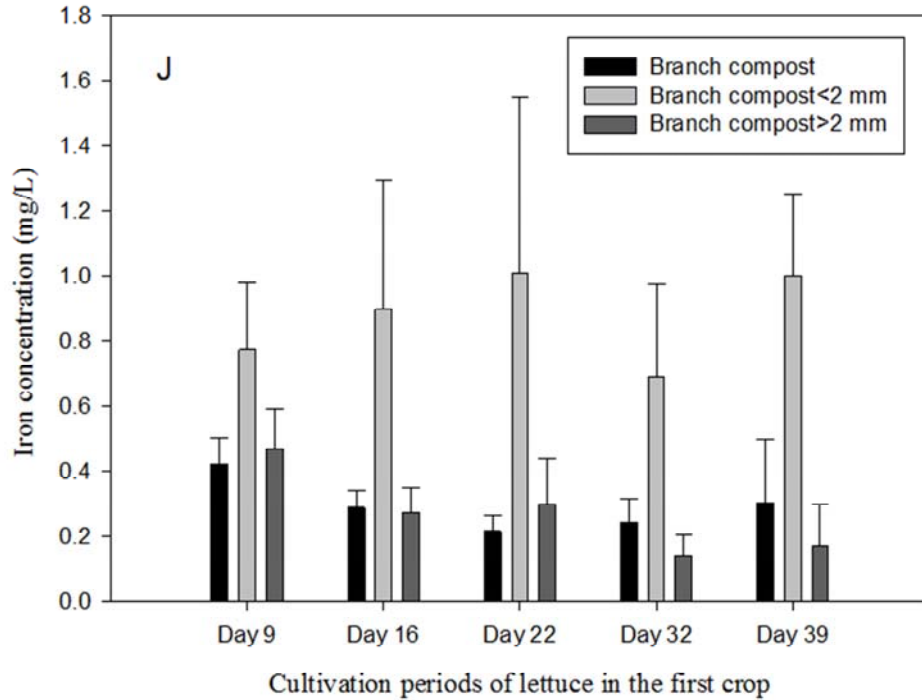












圖二、第一期作萵苣種植期間之堆肥滲出液養分分析，A-J 分別為水溶性銨、硝酸根、磷、鉀、鈣、鎂、銅、錳、鋅及鐵。

Fig. 2. Exuded nutrients from three compost media during different lettuce growth days in the first crop.

表六、萵苣第二期作之舊介質養分分析

Table 6. Nutrient characteristics of different culture media after lettuce harvest in the first crop

Culture media	pH	EC dS/m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
			mg/kg									
Branch compost	7.3a	0.7b	62.8c	82.3b	81.0c	1812.0a	271.0a	71.0a	0.4a	0.4a	0.9a	2.9a
Branch compost <2 mm	6.9b	1.1a	95.0a	469.5a	112.3b	2232.0a	289.0a	74.3a	0.3a	0.3a	0.9a	2.6a
Branch compost >2 mm	6.6c	0.9ab	77.8b	44.0b	137.0a	2166.0a	105.5b	51.5a	0.3a	0.2a	0.9a	2.3a

\*Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test)

表七、第二期作萵苣植株性狀調查

Table 7. Investigation of lettuce grown in three branch composts in the second crop

Culture media	Plant height cm	Fresh plant weight g/plant	Dry plant weight g/plant	Increased rate of fresh weight compared with branch compost %
Branch compost	17.8ab	167.9ab*	10.0b	-
Branch compost <2 mm	20.3a	184.9a	12.9a	10.1
Branch compost >2 mm	15.0b	137.1b	7.2c	-18.3

\*Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test).

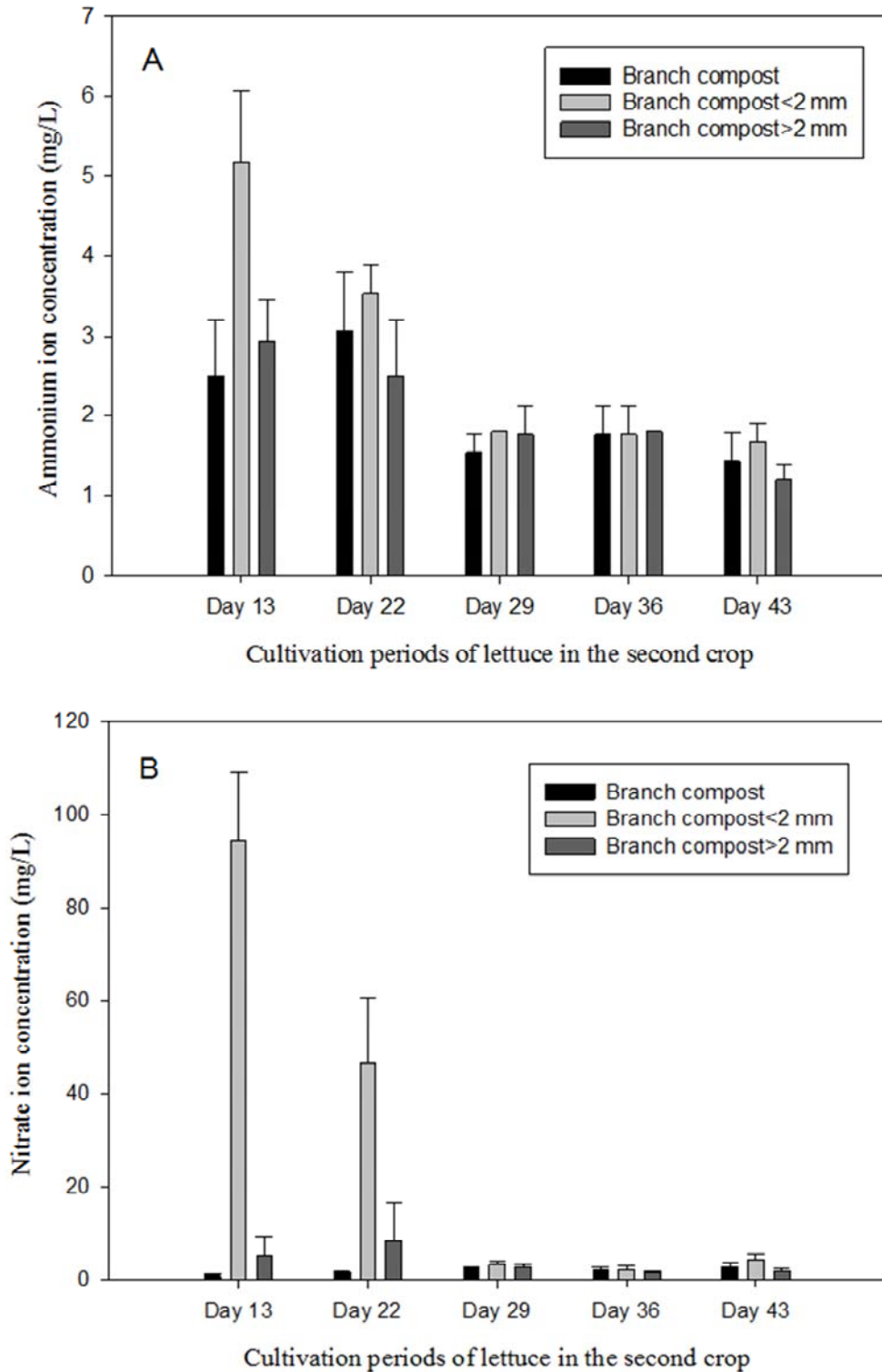
表八、第二期作萵苣葉片養分分析

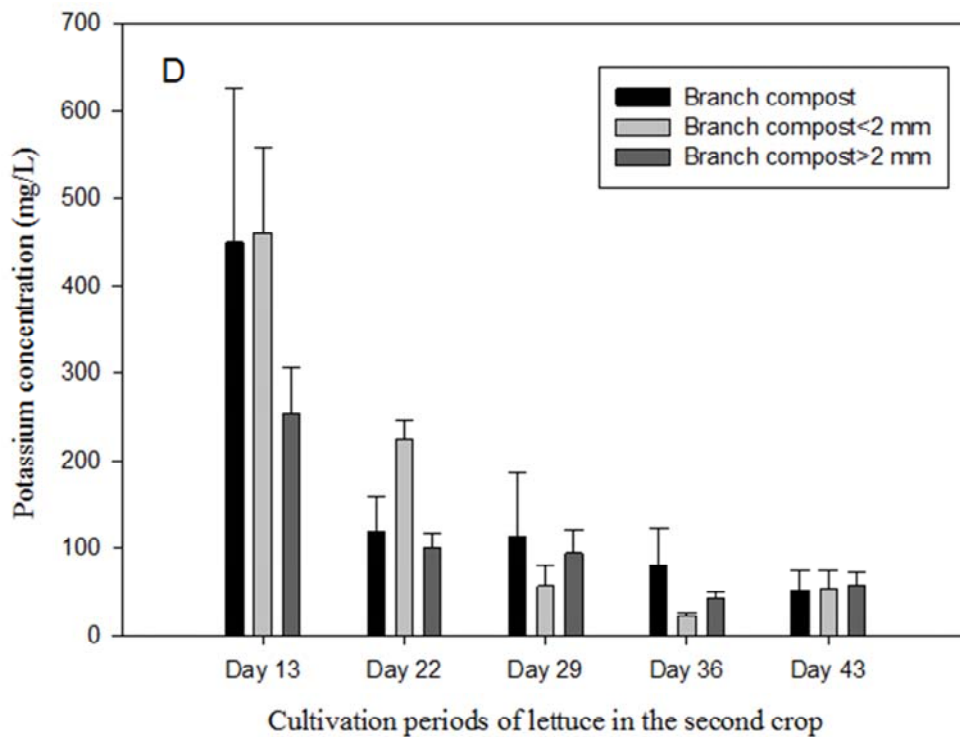
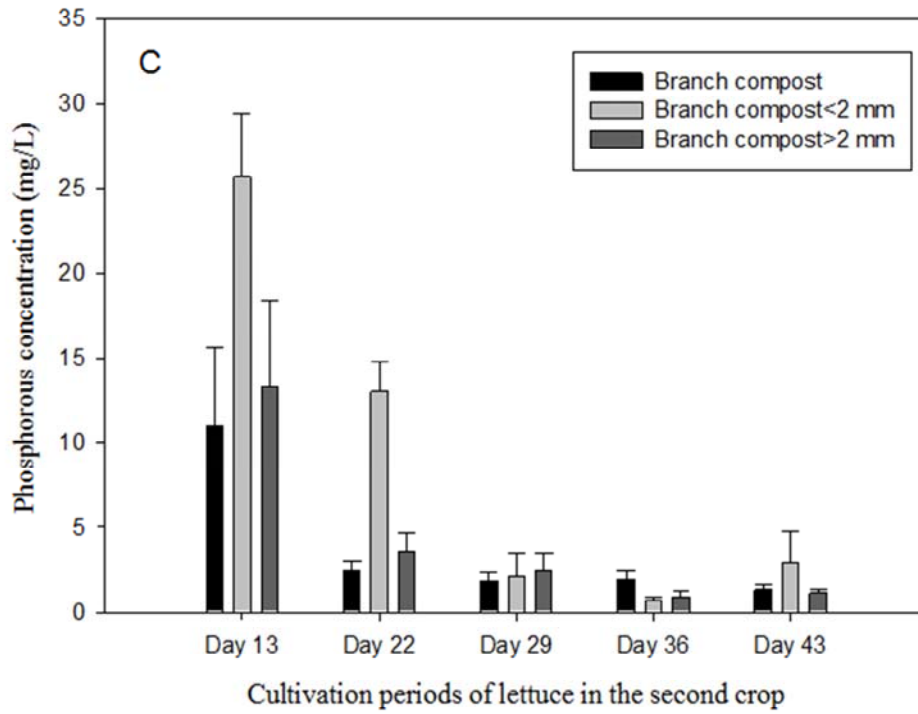
Table 8. Leaf nutrients of lettuce grown in three branch composts in the second crop

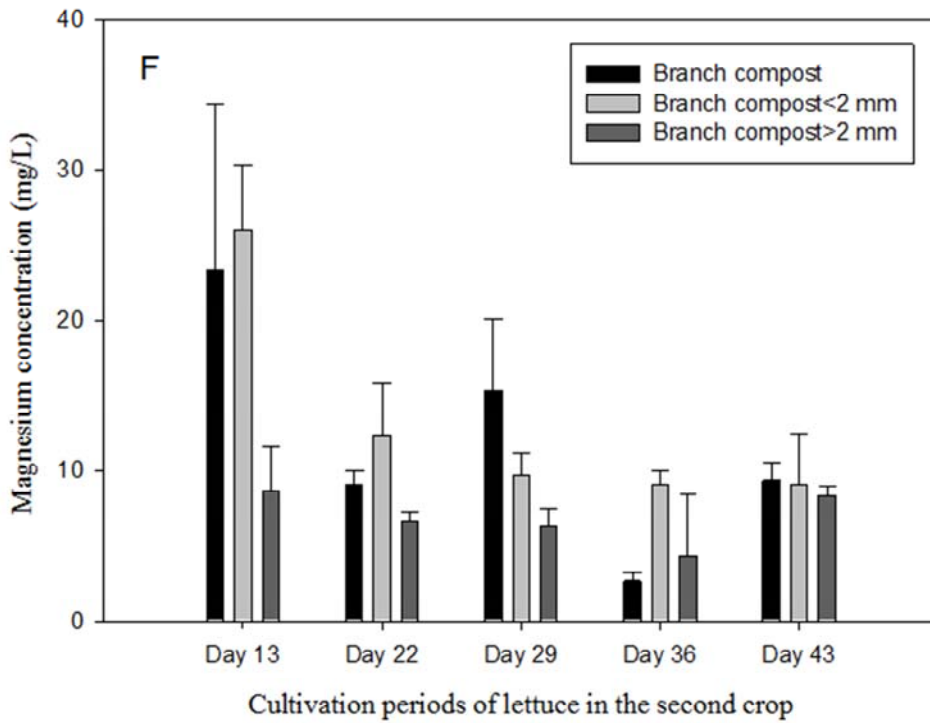
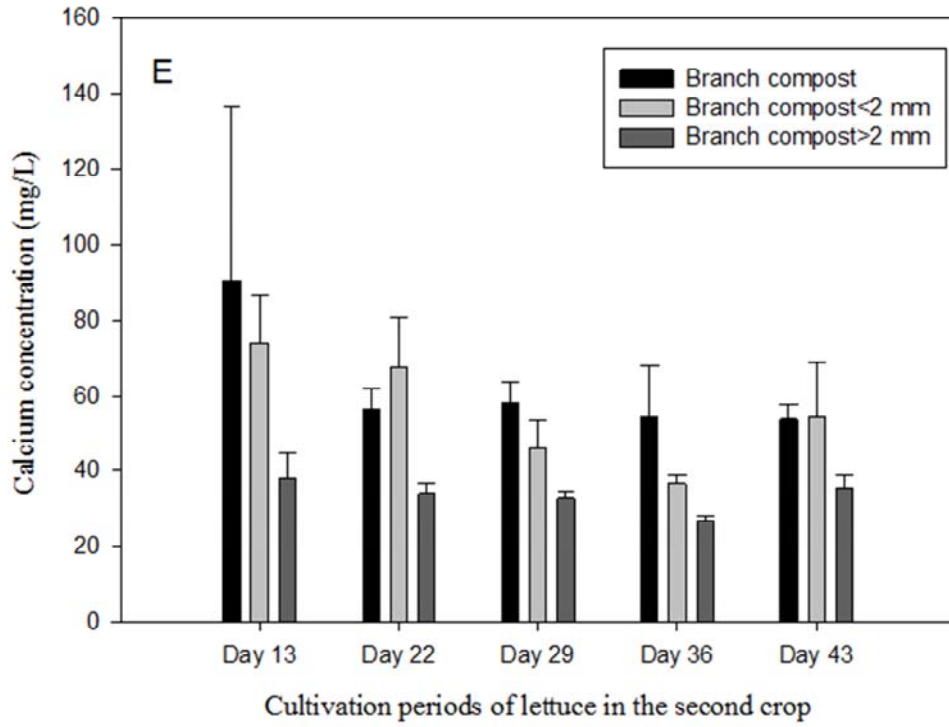
Culture media	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	g/kg					mg/kg			
Branch compost	17.0b*	4.2a	74.3a	9.5b	3.1b	4.0a	31.5a	59.0b	54.5a
Branch compost <2 mm	20.7a	4.9a	73.2a	11.0b	4.1a	4.3a	41.8a	88.5a	58.3a
Branch compost >2 mm	19.1ab	4.2a	70.3a	15.1a	4.4a	4.0a	54.3a	63.5b	51.8a
Reference value**	33-48	3.5-7.5	29-78	6-11	2.5-4.5	5.6-8.2	37-73	21-75	86-232

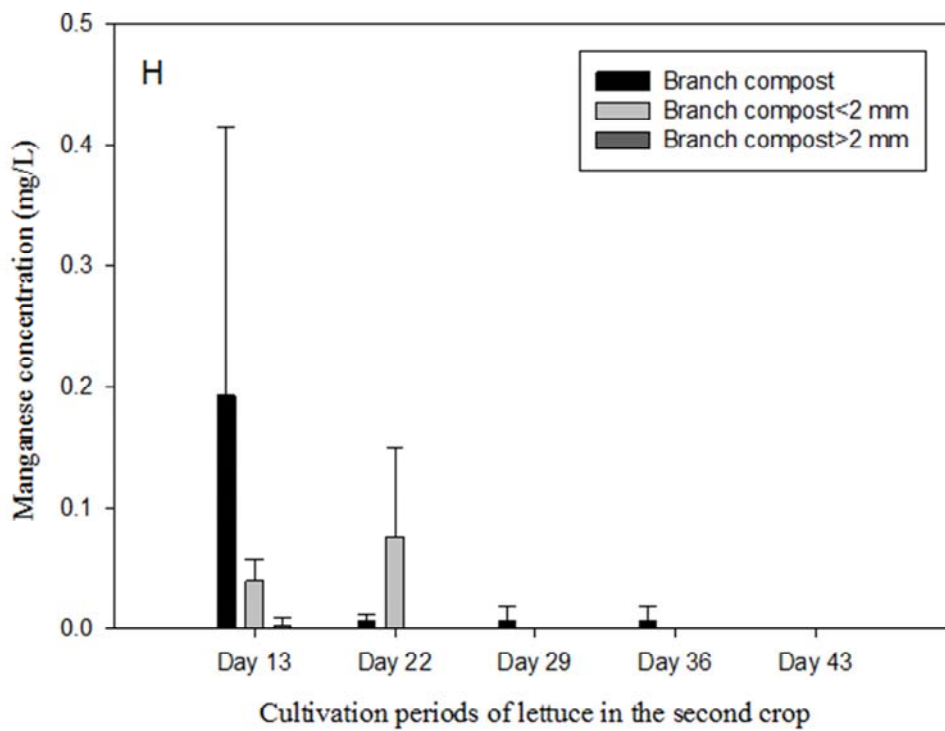
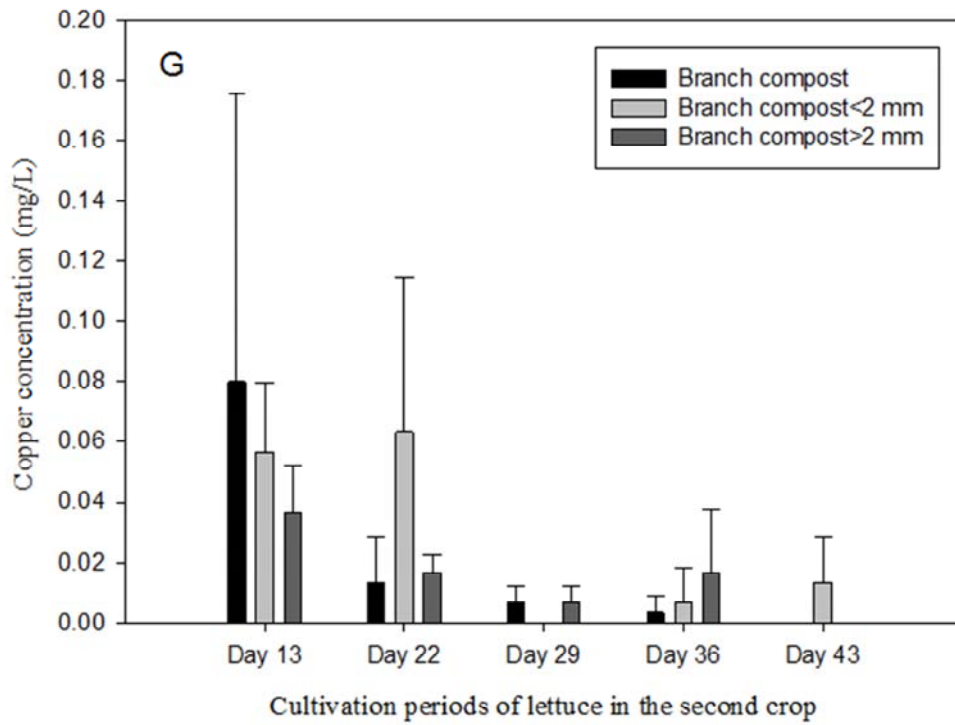
\*Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test).

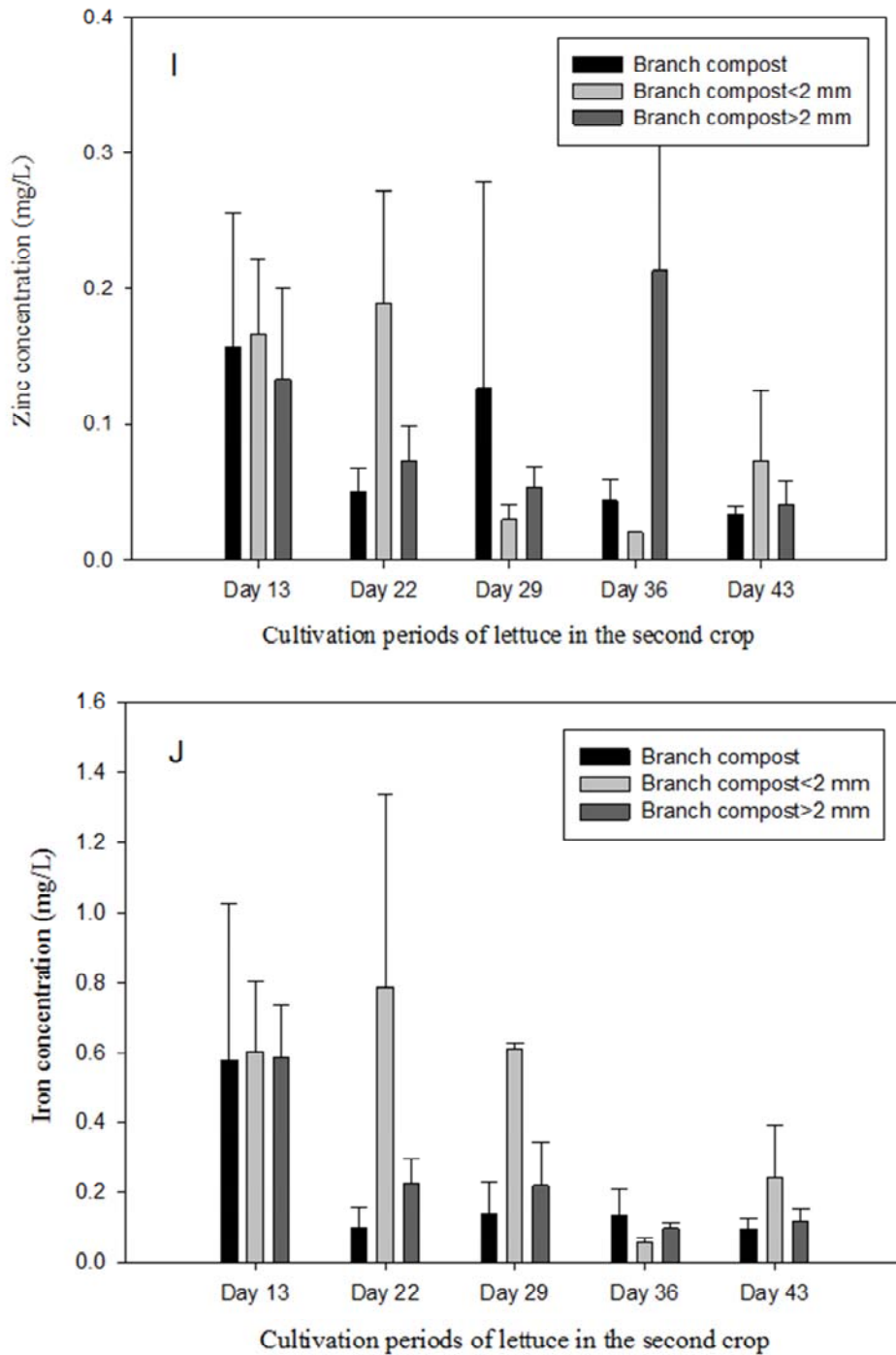
\*\*reference from Hartz, et al., 2007.











圖三、第二期作萵苣種植期間之堆肥滲出液養分分析，A-J 分別為水溶性銨、硝酸根、磷、鉀、鈣、鎂、銅、錳、鋅及鐵。

Fig. 3. Exuded nutrients from three compost media during different lettuce growth days in the second crop.

### 三、果木枝條木屑堆肥應用於洋香瓜介質生產試驗

本試驗為確認果木枝條經堆肥化後，能否應用為溫室洋香瓜介質生產，每期作生產採收後，槽體減少之介質體積將回補相同介質，再進行下一期作洋香瓜生產。第一期作試驗結果如表九所示，洋香瓜植株種植於粒徑 $<2\text{ mm}$ 之果木枝條堆肥，其單果重最重，且顯著高於粒徑 $>2\text{ mm}$ 之堆肥及泥炭介質處理組，此乃由於粒徑 $<2\text{ mm}$ 之果木枝條堆肥，其養分含量較豐富，且隨作物生育過程，其釋放之水溶性養分較高，如第一期作萵苣試驗之介質滲出液分析所示。果實糖度於4種介質處理間無顯著差異。

葉片養分分析(表十)顯示，洋香瓜植株種植於果木枝條堆肥，其葉片鉀及銅含量高於泥炭介質處理組。泥炭介質試驗後之pH最低與果木枝條堆肥達顯著差異，EC值因農友定期滴灌營養液，不同介質間無顯著差異(表十一)。相較於泥炭介質，果木枝條堆肥之硝酸根含量顯著較高，除農友添加之化學營養液外，受堆肥有機氮持續進行降解、轉銨、硝化等作用而增加。果木枝條堆肥之水溶性鉀及銅含量高於泥炭介質，錳與鐵含量則低於泥炭介質，此與葉片養分分析結果相符。

第一期作洋香瓜果實採收後並移除植株，第二期作洋香瓜幼苗種植於舊介質，果實性狀調查如表十二所示，洋香瓜果實性狀及糖度於4種介質皆無顯著差異，種植於果木枝條堆肥之葉片鉀與銅含量不似第一期作較泥炭介質處理組高，而葉片錳及鐵則與第一期作結果相同，顯著低於泥炭介質處理組(表十三)。洋香瓜果實採收後介質之pH值依然以泥炭介質最低，EC值則以粒徑 $>2\text{ mm}$ 之堆肥顯著低於泥炭介質處理組，但與其他果木枝條處理組無顯著差異(表十四)，粒徑 $<2\text{ mm}$ 之堆肥其介質水溶性硝酸根含量依然最高，顯示堆肥有機氮養分主要存留於此粒徑之堆肥中，如同萵苣介質滲出液中，粒徑 $<2\text{ mm}$ 之枝條堆肥可持續性釋放硝酸根，因第二期作洋香瓜幼苗定植前，會回補相同種類介質於舊介質表面，因此，硝酸根可自槽體頂端下滲。果木枝條堆肥之介質水溶性錳及鐵含量低於泥炭介質處理組。

第三期作之洋香瓜果實性狀與糖度在各處理間無顯著差異(表十五)，種植於三種果木枝條堆肥，其葉片錳含量皆低於泥炭介質處理組，而粒徑 $<2\text{ mm}$ 處理組之鈣含量最高，與泥炭介質處理組達顯著差異(表十六)。採收後介質養分分析如表十七所示，泥炭介質之pH最低，硝酸根以粒徑 $<2\text{ mm}$ 之果木枝條堆肥最高，果木枝條堆肥之錳、鋅及鐵含量則低於泥炭介質處理組。

本試驗除探討果木修剪枝條堆肥應用為洋香瓜栽培介質對果實產量與品質影響外，另因應農業溫室碳排環境議題，由於泥炭開採過程會產生大量碳排放，如每立方米之白泥炭開採會產生 $11\text{-}26\text{ kg CO}_2^\circ$  (Stichnothe, 2022)，若以每公噸堆肥原料製程產生之碳排

放一般約 400 kg CO<sub>2</sub><sup>e</sup> (Walling and Vaneckhaute, 2020)，加以本場應用粉碎機，每小時可粉碎 700 kg 果木枝條，每小時粉碎機柴油消耗 3.75 公升，每公噸枝條粉碎機作業時間約 1.5 小時，消耗 5.625 公升柴油，鏟裝機於堆肥製程期間，合計操作約 1 小時，每小時消耗 2.84 公升柴油，兩機械合計消耗 8.465 公升柴油，碳排約 8.465\*3.29=27.85kg CO<sub>2</sub>/tonne，堆肥成品為原料 80%計算，800 kg 堆肥其體積為 2,857 m<sup>3</sup>，生產 1 立方米堆肥其製作過程之碳排放為 0.15 kg CO<sub>2</sub><sup>e</sup>，遠低於泥炭開採之碳排放，且由於泥炭開採使用會增加溫室氣體含量，在淨零減碳風潮下，泥炭售價預期持續上漲，本試驗確認果木枝條堆肥可應用為洋香瓜生產介質，期望有助於政府推展農業剩餘資材循環利用及農業環境減少碳排放之功效。

表九、第一期作洋香瓜果實性狀調查

Table 9. Fruit characteristics of muskmelon cultured in different media in the first crop

Culture media	Fruit weight g	Pulp weight g	Fruit length cm	Fruit width cm	Pulp thickness cm	TSS ° Brix
Branch compost	2039.0ab*	1899.9a	15.3ab	15.6ab	4.5ab	15.0a
Branch compost<2 mm	2150.1a	2003.3a	16.2a	15.7a	4.6a	14.7a
Branch compost>2 mm	1794.8bc	1645.7b	15.1b	14.8bc	4.4ab	14.2a
Peat	1600.0c	1469.6b	14.7b	14.1c	4.3b	14.2a

\*Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test).

表十、第一期作洋香瓜葉片養分分析

Table 10. Leaf nutrients of muskmelon cultured in different media in the first crop

Culture media	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	g/kg					mg/kg			
Branch compost	16.1a*	4.7a	43.8a	61.7b	13.6ab	9.7a	90.0b	140.0a	170.0ab
Branch compost<2 mm	18.3a	4.1ab	43.3a	63.4ab	13.6ab	10.0a	71.3b	132.3a	164.3b
Branch compost>2 mm	17.5a	4.2ab	35.0b	68.9ab	13.9a	9.7a	85.0b	142.7a	166.3b
Peat	16.2a	3.5b	34.3b	71.1a	12.1b	8.7b	145.3a	131.3a	192.3a

\*Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test).

表十一、第一期作洋香瓜試驗後介質養分分析

Table 11. Nutrient characteristics of different culture media after harvest in the first crop

Culture media	pH	EC dS/m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
			mg/kg									
Branch compost	7.2b*	2.6a	73.0b	133.7a	71.7b	3278.3a	1245.3b	337.0a	0.44a	1.1b	2.00a	9.3b
Branch compost <2 mm	7.5a	1.5a	47.7b	130.0a	57.7b	3225.0a	746.3b	212.7a	0.44a	0.5b	1.40b	7.0b
Branch compost >2 mm	7.0c	1.8a	65.3b	194.0a	93.7b	2294.0a	847.3b	206.3a	0.22b	0.9b	1.20b	4.8b
Peat	4.6d	2.7a	141.0a	17.7b	165.7a	1031.0b	2452.0a	303.3a	0.07c	4.3a	1.64ab	47.6a

\*Significance in comparison at P &lt; 0.05 (LSD test).

表十二、第二期作洋香瓜果實性狀調查

Table 12. Fruit characteristics of muskmelon cultured in different media in the second crop

Culture media	Fruit weight g	Pulp weight g	Fruit length cm	Fruit width cm	Pulp thickness cm	TSS ° Brix
Branch compost	1931.6a*	1805.6a	16.9a	15.4a	3.9a	13.7a
Branch compost <2 mm	1976.4a	1828.9a	16.7a	15.8a	3.8a	14.4a
Branch compost >2 mm	1943.1a	1809.4a	17.1a	15.5a	3.8a	14.7a
Peat	1946.3a	1799.7a	16.5a	15.4a	4.1a	14.3a

\*Significance in comparison at P &lt; 0.05 (LSD test).

表十三、第二期作洋香瓜葉片養分分析

Table 13. Leaf nutrients of muskmelon cultured in different media in the second crop

Culture media	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	g/kg					mg/kg			
Branch compost	18.8a*	3.6ab	38.4b	65.1a	14.2a	213.7a	37.0bc	178.3a	181.7b
Branch compost <2 mm	22.5a	4.6a	45.0a	57.4ab	13.5a	176.0a	29.7c	101.7b	214.3ab
Branch compost >2 mm	17.0a	3.7ab	37.0b	55.9b	13.7a	165.3a	49.3b	67.0b	143.3b
Peat	18.7a	3.2b	39.4ab	57.5ab	12.3a	154.0a	86.7a	89.0b	304.3a

\*Significance in comparison at P &lt; 0.05 (LSD test).

表十四、第二期作洋香瓜試驗後介質養分分析

Table 14. Nutrient characteristics of different culture media after harvest in the second crop

Culture media	pH	EC dS/m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
			mg/kg									
Branch compost	6.5a*	2.0ab	37.7a	126.0b	38.0b	2091.0a	802.7ab	338.0ab	0.5a	1.1b	1.5b	3.3b
Branch compost <2 mm	6.6a	2.0ab	32.7a	278.3a	38.7b	2417.7a	767.0ab	240.7bc	0.2a	0.7b	1.0b	3.4b
Branch compost >2 mm	6.7a	1.4b	41.7a	57.0c	64.3a	2123.7a	503.0b	182.3c	0.2a	1.5b	2.0b	2.8b
Peat	5.0b	2.9a	47.7a	61.3bc	29.0b	1854.3a	1545.7a	386.3a	0.4a	3.3a	5.8a	24.7a

\*Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test).

表十五、第三期作洋香瓜果實性狀調查

Table 15. Fruit characteristics of muskmelon cultured in different media in the third crop

Culture media	Fruit weight g	Pulp weight g	Fruit length cm	Fruit width cm	Pulp thickness cm	TSS ° Brix
Branch compost	1854.6a*	1677.6a	15.7a	15.0a	3.9a	14.2a
Branch compost <2 mm	1473.2a	1349.9a	14.2a	14.0a	3.9a	14.7a
Branch compost >2 mm	1484.1a	1354.1a	14.0a	14.1a	3.9a	13.9a
Peat	1561.6a	1435.8a	14.3a	14.3a	3.9a	13.8a

\*Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test).

表十六、第三期作洋香瓜葉片養分分析

Table 16. Leaf nutrients of muskmelon cultured in different media in the third crop

Culture media	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	
	mg/kg									
Branch compost	17.1a*	2.6ab	38.4ab	70.1c	10.0b	444.0a	82.0b	121.7ab	389.3a	
Branch compost <2 mm	15.4a	1.8bc	39.8ab	85.7a	12.0a	454.0a	51.3c	129.3a	355.3a	
Branch compost >2 mm	15.5a	2.9a	36.5b	73.7bc	10.6ab	399.0a	70.0bc	109.3bc	278.3b	
Peat	12.7b	1.6c	44.6a	76.9b	11.0ab	399.3a	132.0a	102.0c	248.7b	

\*Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test).

表十七、第二期作洋香瓜試驗後介質養分分析

Table 17. Nutrient characteristics of different culture media after harvest in the third crop

Culture media	pH	EC dS/m	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca mg/kg	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
Branch compost	6.9a*	2.0a	41.0ab	185.0ab	42.3a	1867.7a	1271.0a	418.7a	0.6a	0.2b	0.6b	2.2ab
Branch compost <2 mm	6.5a	2.2a	29.0b	311.0a	36.7a	1672.3a	1433.7a	460.3a	0.2b	0.2b	0.5b	1.8b
Branch compost >2 mm	6.8a	1.5a	50.3a	53.3b	43.3a	952.7a	1180.7a	328.7a	0.2b	0.7b	0.6b	1.9b
Peat	5.4b	1.6a	46.7a	3.0b	37.7a	959.7a	1174.0a	245.3a	0.2b	2.2a	2.3a	6.6a

\*Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test).

## 結 論

本試驗確認果木枝條經堆肥化後，再將其區分成粒徑<2 mm、>2 mm 及不額外過篩處理，皆可應用為萵苣及洋香瓜栽培介質，粒徑<2 mm 之堆肥，其養分含量較未過篩之堆肥豐富，於萵苣生育期間，水溶性硝酸根含量最高且於萵苣生育期間持續供應。果木枝條堆肥應用於農友溫室洋香瓜生產，除粒徑>2 mm 者，第一期作之果實重量較泥炭介質處理組高，第 2 及第 3 期作，洋香瓜種植於 3 種果木枝條堆肥之果實性狀與泥炭介質處理組並無顯著差異，在農友定時滴灌營養液之管理模式下，果木枝條堆肥並不需要額外過篩處理即可應用為栽培介質，考量泥炭開採使用會額外增加溫室氣體，果木枝條循環應用於介質或有助於農業淨零減排政策。

## 參考文獻

1. 李秀麗、張躍、呂德國、秦嗣軍。2024。枝條堆肥及其還田後對蘋果園土壤養分狀況和植株光合性能之影響。土壤通報，55:1。
2. 許嘉錦、曾宥紘。2024。農業剩餘木質堆肥替代泥炭土對盆菊與聖誕紅生育之影響。臺中區農業改良場研究彙報，163: 73-82。
3. 楊佳晏、黃三光。2017。碎化稻稈替代育苗介質對甘藍及番茄穴盤苗之影響。興大園藝，42(2):1-16。
4. Adamczewska-Sowińska, K., Sowiński, J., Jamroz, E., Bekier, J. 2024. The effect of peat replacement in horticulture media by willow (*Salix viminalis* L.) biomass compost for cucumber transplant production. Front Plant Sci. 15:1348073.
5. Bignami, C., Reyes, F., Saccaggi, M., Pane, C., Zaccardelli, M., Ronga, D. 2023. Composts from grapevine and hazelnut by-products: a sustainable peat partial replacement for the growth of micropropagated hazelnut and raspberry in containers. Horticulturae 9:481.
6. Chai, S. F., Fu, R., Zou, R., Tang, J. M., Shi, Y. C., Wei, J. Q. 2021. Effects of different calcium ion concentrations on photosynthetic and physiological indexes of calcicole-type and calcifuge-type golden Camellia. Guihaia. 41:167-176.
7. Hartz, T. K., Johnstone, P. R., Williams, E., Smith, R. F. 2007. Establishing lettuce leaf nutrient optimum ranges through DRIS analysis. HortScience horts. 42:143-146.
8. Keeney, D. R., Nelson, D. W. 1982. Nitrogen-Inorganic Form. p.659-663. In: Page A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2, 2nd edition. ASA, Madison, Wisconsin.
9. Lowther, J. R. 1980. Use of single sulfuric acid hydrogen peroxide digest for the analysis of *Pinus radiata*, needles. Commun. Soil Sci. Plant Analysis 11:175-188.
10. Olsen, S. R., Sommers, L. E. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
11. Stichnothe, H. 2022. Life cycle assessment of peat for growing media and evaluation of the suitability of using the Product Environmental Footprint methodology for peat. Int J Life Cycle Assess. 27:1270-1282.
12. Walling, E., Vaneeckhaute, C. 2020. Greenhouse gas emissions from inorganic and organic fertilizer production and use: A review of emission factors and their variability. J.

Environ.Manage. 276:111211.

13. Yoshida, S., Forno, D. A., Cock, J. H., Gomez, K. A. 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., Forno, D. A., Cock, J. H., Gomez, K. A. (eds.). Laboratory manual for physiological studies of rice. IRRI. Philippines.

# The Application of Tree Branch Compost as Culture Media for Production of Lettuce and Muskmelon<sup>1</sup>

You-Hong Zeng<sup>2\*</sup> and Ming-Chich Hsu<sup>3</sup>

## ABSTRACT

In the experiment, tree pruning branches and feather meals were used as main materials for composting, and the pH (1:10), EC (1:10), content of nitrogen, phosphorous and potassium of composting product were 7.3, 0.6 dS/m, 2.1%, 1.6% and 2.2%, respectively. Three composting products were used as culture media for lettuce and muskmelon production including (1) composting product (Branch compost) (2) composting product with particle size less than 2 mm (Branch compost <2 mm), and (3) composting product with particle size larger than 2 mm (Branch compost >2 mm). During consecutive two crop production of lettuce, no further fertilizer was applied, both the highest plant weight and highest leaf nitrogen content was found in the treatment of Branch compost <2 mm accompanying with the highest nitrite ion concentration in the media exudate during cultivation periods. In the experiment of muskmelon planting in above mentioned three compost and peat via three consecutive crop productions with regular dripping nutrient solution. In the first crop, compared with the treatment of peat, higher the fruit weight was found in the treatment of Branch compost and Branch compost <2 mm. In the second and third crop, the fruit weights were no significant difference among the four treatments. The TSS of the fruit among the four treatments in the three crop were no difference. Branch compost can be used as soilless media for substituting imported peat for muskmelon production.

**Key words:** Tree branch, compost, culture medium, lettuce, muskmelon

---

<sup>1</sup> Contribution No.1103 from Taichung DARES, MOA.

<sup>2</sup> Associate researcher of Taichung DARES, MOA.

<sup>3</sup> Technician of Taichung DARES, MOA.

\*Corresponding Author: You-Hong Zeng, Email: Zengyh@tcdares.gov.tw



# 電動化鼓風噴霧機性能自測之研究<sup>1</sup>

張金元<sup>2\*</sup>、張佳偉<sup>2</sup>、邱俊傑<sup>3</sup>、林祐廷<sup>3</sup>

## 摘 要

為促進我國 2040 年農業淨零排放目標之達成，本研究針對果園鼓風噴霧作業之減碳與省工作業需求，開發一款符合性能測定規範之全電動化鼓風式噴霧機，採用行走 7.2 kW、噴霧幫浦 3 kW、鼓風 3 kW 之獨立馬達配置於四輪驅動及四輪轉向之行走底盤，迴轉半徑為左側 1.91 m、右側 1.93 m。經連續作業結果顯示，本項電動鼓風噴霧機之機體長、寬、高 280, 125, 138 cm，淨重 980 kg，滿載重量 1,290 kg，於充電 6 小時滿電與滿載下，可連續行駛運轉 4 小時 10 分鐘，機具實測總里程 46.1 km，並以 15-16 km/h、6-10 km/h 兩種車速進行鼓風、噴霧之連續行走測試。機具之煞車距離、坡地行走特性與顛簸路面均自主測試符合測定規範。噴霧性能實測有效寬度 9 m、高度 6 m 下，水試紙附著均勻性均符合規範。本研究最重要的貢獻在於環境效益。相較於傳統燃油機具，此電動噴霧機的碳排放量減幅高達 81.45% 以上，同時作業噪音亦顯著降低至 81.6 分貝(dB)。總體而言，本研究完成之電動鼓風噴霧機，其性能穩定、低碳排且低噪音之特性，可為國內果樹園區提供一具永續性的高效能電動農機選擇，有力佐證電動化為達成農業淨零轉型之關鍵路徑。

**關鍵字：**農業機械、電動農機、性能測定、鼓風噴霧

## 前 言

依據農業淨零排放擬定四大主軸-減量、增匯、循環、綠趨勢，其中從源頭減少排放之「減量」發展電動化農耕機具，以取代傳統燃油農機，可直接減少石化燃油燃燒所產生之碳排放。為實現我國農業 2040 淨零目標，並為全面提升臺灣農業競爭力與永續性的關鍵，同時，為確保農業機械的製造品質與安全性能，透過專家會議擬定之農機性能測試項目，評估農機在田間作業時之操作性能、行駛效率與耐久性，以確保機具符合

---

<sup>1</sup> 農業部臺中區農業改良場研究報告第 1110 號。

<sup>2</sup> 農業部臺中區農業改良場副研究員、助理研究員

<sup>3</sup> 財團法人金屬工業研究發展中心工程師、副工程師

\*通訊作者：張金元，Email: changcy@tcdares.gov.tw

規範標準，提升農機使用上的安全性。完整的性能測定報告提供詳細的機具測試數據與評估結果，產品依據測定之數據進行設計改良，進而提升產業競爭力。

在眾多農耕機具中，傳統鼓風噴霧機因其在果樹栽培植物保護作業中的關鍵地位，成為電動化發展的優先目標之一。機具最大的特點係利用強大的鼓風力量將加壓細霧之藥液吹送，形成深廣、細緻的霧狀。常用於葡萄、釋迦等果樹園區，藉由強風將細霧吹散送達高處至作物頂部，或穿透葉片層至葉片背面，確保藥液覆蓋範圍，以提高防治效果，強勁的風力亦能將細霧吹送至遠距離，大幅提升作業效率、防治的區域範圍，進而節省時間與人力。為達農耕減碳淨零目標，本研究設計開發全電動化動力之鼓風噴霧機，並進行自主性能測定，以提供符合規範與淨零目標之農耕作業省工機種。

## 材料與方法

### 一、受測機具與測試場域：

研發之電動鼓風式噴霧機，由電動行走載台、噴霧部、鼓風部 3 項部分所組成，各自搭載 3 組獨立馬達，分別為行走 7.2 kW、噴霧幫浦 3 kW、鼓風 3 kW。機具行走底盤為四輪驅動、四輪轉向，採用永三源農機廠所製造之燃油式鼓風噴霧機體底盤，動力傳動方式經由馬達、皮帶及傳動軸動力傳遞至四輪驅動，轉向裝置配置有油壓動力方向盤進行四輪轉向。噴霧部之噴嘴數量為 15 組。

電動鼓風式噴霧機符合「乘坐式鼓風噴霧機性能測定方法及暫行基準(TS12)」之測定項目，包含機具最高直線前進速度 $\leq 20\text{km/h}$ 、坡道停駐與再起步能力、平地煞車拖動距離 $\leq$ 車速(km/h)之 15%、連續作業 4 小時以上不可有異常故障等項目。

平地行走與作業測定地點位於臺中市大肚區溪洲路農業道路，道路為柏油平整路面，測定日期為 2024 年 9 月 26 日至 9 月 27 日，連續兩天進行測定作業，合計 16 小時；坡地性能測定行走與測定地點為永三源測試場域(座標  $24^{\circ}18'05.0''\text{N}$ ,  $120^{\circ}40'19.8''\text{E}$ )，測定日期為 2024 年 11 月 06 日，地面為混凝土覆柏油，為粗糙路面，測試坡度為  $18^{\circ}$ 。

### 二、試驗測定儀器：

為確保測定結果之精確性與可信度，本研究採用以下專業儀器進行量測：

- 1.車輛動態量測速度/距離/路徑記錄：VBOX GNSS(型號 RLVB20SL3)車輛動態量測系統，含主機與衛星天線架設，用以記錄車速、行駛距離與路徑，並輔以一般量具碼表與皮尺輔助時間與距離檢核。測試儀器 VBOX GNSS 為一種高精度全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)，廣泛應用於車輛動態

測試、運動分析及科學研究。

2. 噪音計：廠牌為寶工(Pro'sKit)、型號為 MT-4618，其核心感測器為極化電容式麥克風，頻率響應範圍為 30 Hz 至 8 kHz，解析度達 0.1 dB。依據原廠規格，其準確度於 94 dB@1 kHz 時為±1.5 dB，於 94 dB@8 kHz 時為±5 dB，可測量範圍涵蓋 30-130 dBA。

### 三、試驗條件：

所有測試均在標準化條件下進行，以確保數據之一致性與可比較性：

1. 載重條件：本機具淨重為 980 公斤，其三維尺寸為長 280 公分、寬 125 公分、高 138 公分。試驗分為「空車」與「滿載」兩種條件。滿載條件係指將噴霧水箱注滿 310 公斤的水，使機具總重達到 1,290 公斤(詳見圖一)。
2. 測段設定：行走測試之單次測定距離為 10 m，測定 3 次取平均值。
3. 噴霧撒佈測定：鼓風機以常用速度/壓力運轉，平台以常用撒佈速度行進。環境之自然風速 < 1 m/s。

### 四、測試項目與方法：

電動化農機依據測定項目進行操作性能、行駛效率與耐久性兩大項目測試，以確保機具符合規範標準，其中操作性能包含噴霧、行走、轉向與顛簸路面行走等測試，行駛效率與耐久性包含噪音、耐久性等測試，說明如下：

1. 連續行駛測試：於充電飽和後，使機具在河堤道路與實際農田場域，連續執行包含行走與噴霧等綜合性作業至少 4 小時。過程中以 VBOX 系統全程記錄時速、路徑與總行駛里程，用以評估其在長時間運作下的續航能力與系統可靠度。
2. 噴霧性能測試：於測定環境之自然風速 < 1 m/s 條件下，依測定基準將水試紙懸掛於撒佈網格點，機具沿中心線行進通過一次，依據水試紙著色範圍判定有效撒佈寬度與高度，並符合於受測區域範圍之水試紙在 50 % 以上之附著度。
3. 安全性能測試：在柏油平整路面上，以 10 m 測段進行前進與後退行走試驗，量測單段時間並換算速度；量測機具最高行駛速度。平地緊急煞車性能：於直線行駛達目標車速後施加最大制動力，量測左輪/右輪之平地煞車拖動距離，並需符合測定基準之「拖動距離(m) ≤ 車速(km/h)的 15%」規定。
4. 碳排放量估算：電動農機與燃油農機依據碳排放係數與單位時間耗油量/用電量估算碳排放量。
5. 行走動力源之噪音測定：使用噪音計測定電動農機與燃油農機動力作業下之環境噪

音值。

6. 最小轉向半徑與顛簸路面行走結構測試：最小轉向半徑，以低速在平整路面連續轉向，量測左轉彎、右轉彎最小之轉彎半徑。崎嶇路面行走性能，依 TS12 規格設置突起障礙，分別以約為車輛行駛最高速度之 1/3 與 2/3 速度通過，觀察機體安定性與是否有零組件異常發生斷裂、漏液等情形。

## 結果與討論

本章在呈現電動鼓風噴霧機依據 TS12 測定基準，在操作性能、行駛效率與耐久性等方面的量化結果，並就其數據意義進行深入討論。所有測試皆模擬實際農田作業情境，涵蓋空車與滿載兩種狀態。



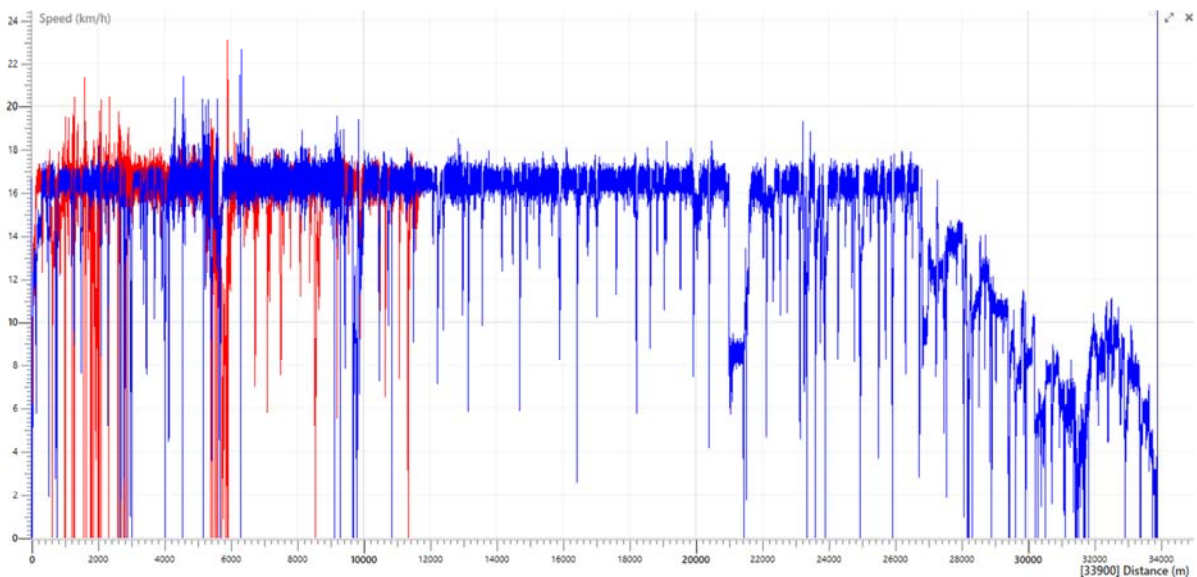
圖一、電動農機於平面道路進行連續行駛續航力測定。

Fig. 1. Range Testing of Electric Agricultural Machinery on Paved Roads.

### 一、連續行駛測試

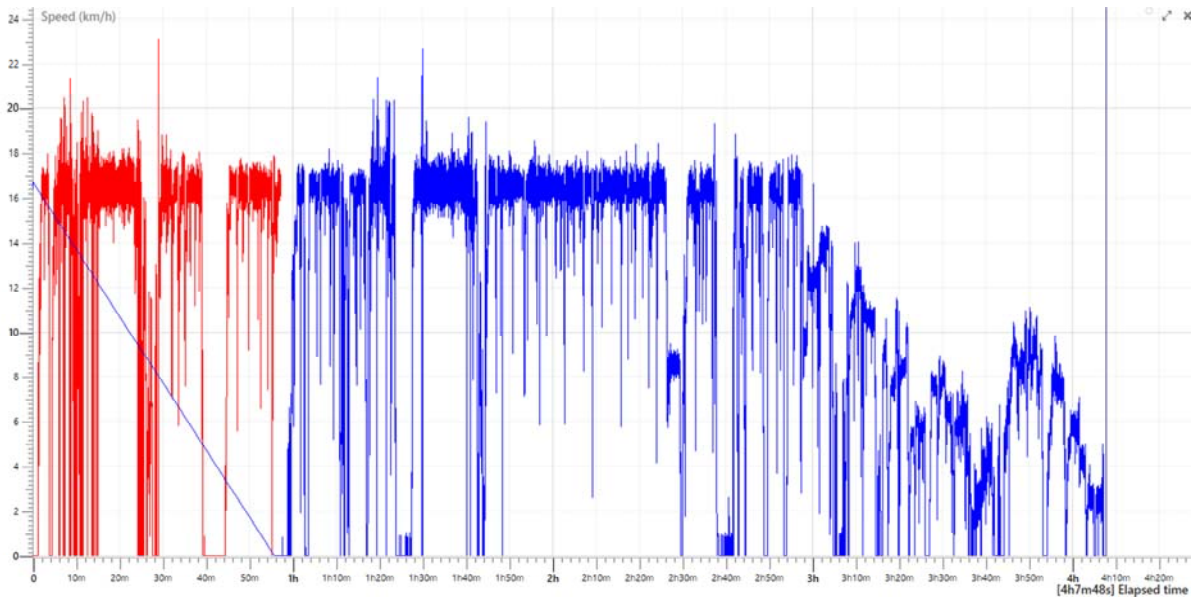
機具行駛測試日期為 2024 年 9 月 27 日，總計測試時間為 7 小時 30 分鐘，扣除機具整備與充電時間後，有效測試時間為 4 小時 10 分鐘。經 VBOX 測定總行駛距離為 46,098 m (11,750 m+34,348 m)，分為兩段，停機更換操作人員，第一段為 11,750 m，第二段為 34,348 m，中途停機為駕駛人員更換並進行短暫時間查看機具無發生異常，並持續進行機具測試作業，如圖二。

本機之續航能力在充飽電之滿載狀態下，連續行駛 4 小時 10 分鐘，顯示續航能力能滿足一般行駛作業需求。行駛距離之性能，總里程距離為 46.1 km，車輛行駛過程平穩，無異常抖動或結構鬆動現象，測試期間機具無發生任何故障，測試後檢查亦未發現異常磨損或結構損壞。



圖二、電動農機連續作業時間內之行駛總距離測定。

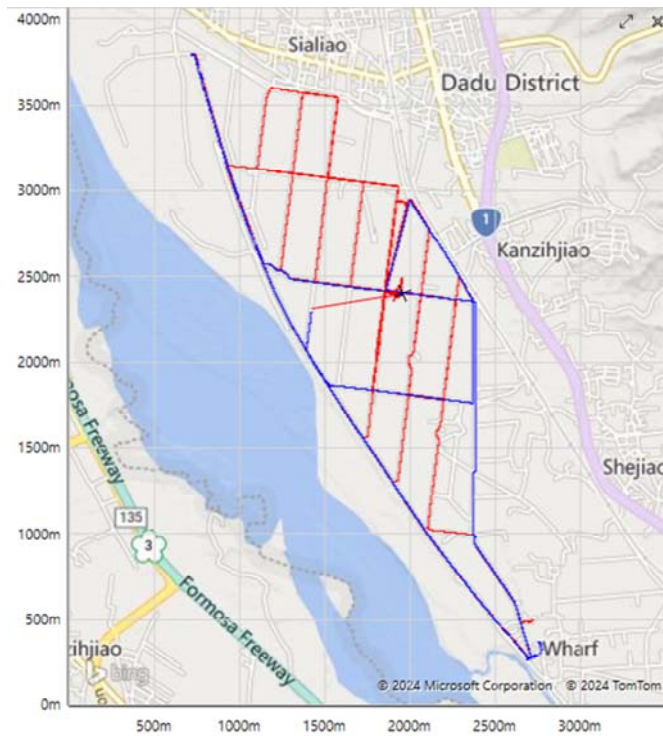
Fig. 2. Measurement of the total driving distance of electric farm machinery during a continuous operation period.



圖三、電動農機連續行駛之行駛速度與時間。

Fig. 3. Range Testing of Electric Agricultural Machinery on Paved Roads.

應用 VBOX 車輛動態感測器進行速度與時間記錄，行駛速度第 1 段為紅色數據，行駛時間為 0 至 55 min，第 2 段藍色數據為約 1 hr 起至 4 hr 18 min 結束。兩段之間之短暫中斷時間為更換駕駛，屬同日連續作業記錄。數據中行駛速度中速度至 0 km/h 為道路行走轉向循環，符合農業環境中之行駛情況。在初始 0 h 至 3 h 時段，機具行駛速度帶介於 14 至 17 km/h，為全動力輸出，機具以最速方式操駕，在 3 h 後速度則逐漸調降，亦高於一般果園作業速度，果園內實際運作車型速度 3-6 km/h。有效連續運轉時間為 4 小時 10 分鐘。前 3 hr 以全動力輸出高頻方式為主，3 hr 後降速以模擬果園內作業速度節奏模式行駛。以 VBOX 之速度開始 0 小時至 3 小時區間車行速度約為 15 至 16 km/h，3 小時至 4 小時 10 分鐘區間車行速度約為 6-10 km/h，如圖三。連續試驗車行速度均符合果園行列噴霧之節奏，並經 4 小時 10 分鐘測定結束後，應用 V-Box 系統整體記錄之連續作業試驗與行駛路徑，記錄時間長度共計 7 小時 30 分鐘(圖四)。



圖四、V-Box 系統記錄連續作業試驗行駛路徑-記錄時長 7 hr 30 min。

Fig. 4. The V-Box sensor recorded the test's driving path over 7 hours and 30 minutes.

電動化施作之鼓風噴霧機水箱加滿水總重量為 1,290 kg，可連續行駛 4 hr 10 min 與里程距離 46.1 km，行駛速度如圖三之狀態下，機具每小時之行駛里程為 11.06 km，相等於電動化的農地搬運機，載運 310 kg 物品，可連續行駛的時間與距離，本機之電動化施作成果表現優異。以相同測試條件，進行鼓風、噴霧與行駛三項作業功能動力輸出進行測定，將鋰鐵電池充電至滿電狀態，並於平面道路上進行連續作業，以慣型行走、鼓風、噴霧之輸出條件進行機具測試，行進速度約介於 6 km 至 6.5 km，經試驗結果顯示，可連續行駛時間為 1 小時 51 分鐘，總行駛里程 11.58 km，電量錶進入低電量顯示。

## 二、噴霧性能測試

測試地點位於農業部臺中區農業改良場農機研究室北側遮雨棚測試場域，外圍試紙附著率較低、左側主要因外在風力影響導致、右側因周邊障礙物影響，上方最頂部有頂棚影響因素，導致噴霧進入棚架內前有一風阻。水試紙藥液附著度在 50 % 以上之撒佈寬度與高度達廠商標稱值以上，TS12 規範之標稱撒佈範圍為寬度(8 m)與高度(4 m)內之

藥液附著度須超過 50 % 以上，本機擬定之測試標稱值範圍設定為寬度(8 m)與高度(5 m)內。

在噴霧性能測試方面，實測噴霧之寬度為 9 m，高度為 6 m，均超過設計規範，且藥液於水試紙上之附著度在 50 % 以上(表一)。標稱撒佈距離地面高度 6 m 及左、右寬度各 4.5 m 之範圍，符合測定標準水試紙需達標稱 8 m(寬)×4 m(高)之測試區域範圍水試紙超過 50 % 以上受測判定分布。本機配置有 15 個噴嘴組，並呈現半圓形分佈噴撒，每個噴嘴組裝置有 1 個 0.7 mm 或 1.4 mm 口徑之噴嘴，可供快速轉換選用。水箱可由上方開口加水，藥劑加入水箱後，裝置有高速迴水功能進行混合攪拌。噴灑作業時，噴霧幫浦自水箱底部吸取液體，加壓後經管路送至噴嘴，進行噴霧作業。

表一、水試紙測試各網點藥液附著度(%)

Table 1. Water test paper to test the adhesion of each point of the liquid (%)

Height(m)/ Width(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	50	60	80	100	100	100	100	90	80	60
5.5	100	80	100	100	100	100	100	100	80	100
5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	90	100	100	100	100	100	100	100	100	90
3.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2.5	60	100	100	100	100	100	100	100	100	80
2	60	100	100	100			100	100	100	70
1.5	50	100	100	100			100	100	100	60

### 三、安全性能測試

機具性能測試日期為 2024 年 9 月 26 日，農機性能測定規範膠輪式農機的安全煞車距離(m)，須低於時速值(km/h)的 15%，煞車安全距離的公式如下：煞車距離(m)≤時速(km/h)×0.15。同時，其機具的最高行駛速限為 20 km/h，若車輛時速為 20 km/h，則煞車距離應為煞車距離≤20×0.15 = 3 m，因此，當車速為 20 km/h 時，煞車距離應不超過 3 m，且須依據測定時之實際車速計算煞車距離。

車輛於平地煞車時之拖動距離為空車時左輪為 1.90 m、右輪為 1.87 m，小於行駛時

速 17.2 km/h 值之 15% 為 2.58 m，兩輪實測值均低於上限值的 2.58 m，顯示車輛在空車狀態下煞車性能符合規範要求。

車輛在載重狀態下測定煞車距離是測定中極為重要的項目，車輛在耕作任務中會處於載重狀態，如運輸作業時滿載農作物、肥料或其他負載。因此，載重條件下的煞車性能測試以接近實際使用情境，確保測試結果具有實際操作安全性。同時，載重直接影響機具的慣性和煞車性能，載重增加機具在行駛時的慣性力，煞車距離因慣性增加而延長，在緊急情況下所之拖動距離以停止農機具，因此，在載重條件下測定煞車距離，可以評估農機具在運行中是否有效停機，減少翻覆、碰撞等潛在風險。

機具乘載 310 kg 之滿水位下的載重狀態進行測定，行駛時速為 18.1 km/h，依據煞車距離需不超過時速值的 15% 原則進行測定，則煞車距離 $\leq 18.1 \times 0.15 = 2.715$  m。實測結果為左輪拖動距離為 2.57 m，右輪拖動距離為 2.61 m，在載重條件下，左輪的拖動距離 2.57 m 及右輪拖動距離 2.61 m 均低於規範限制 2.715 m，左輪及右輪均符合性能規範要求。

電動化鼓風噴霧機平地之行走速度，於最高速/後退試驗結果顯示，空車之高速為 17.2 km/h、低速 9.4 km/h；滿載行進速度為高速 18.1 km/h、低速 9.5 km/h，機具行走速度皆小於 TS12 測試基準之 20 km/h 速限內。後退車行速度實測值為 12.3 km/h。

測定基準規範機具於坡地行駛需於傾斜角度 18°之坡面停駐 10 min，不可滑動，以及再發動行駛可安全前進(圖五)。經測試結果顯示，坡地安全測試於傾斜角度 18° 之坡面煞車熄火停駐 10 min、再發動皆可安全前進，無滑動現象，符合測試基準。



圖五、電動農機於坡地道路進行安全停駐測定。

Fig. 5. Safety parking test of electric farm machinery on sloping roads.

#### 四、碳排放量估算

傳統燃油類動力之農機使用液體燃料，包含車用汽油、柴油等產品；電動農機充電則使用外購電力。鼓風噴霧機為移動型農機，依據碳足跡資訊網公告之每單位(公升)柴油之碳排係數為 3.32 kg CO<sub>2</sub>e/L，農業用電每單位(kWh)之碳排係數為 0.606 kg CO<sub>2</sub>e/L (經濟部能源署，2022、產品碳足跡資訊網，2023、經濟部能源署，2024、經濟部能源署，2024)。農業鼓風噴霧機常用 CY215R 型水冷式單缸四行程柴油引擎作為動力源，其中性能測定柴油引擎之單位時間耗油量約為 4.09 L/hr(農業部農業試驗所，2009)；此外，以一般柴油機常用比油耗值介於 0.21-0.26 kg/kWh 估算(Klanfar, et al., 2016., Al-Sager, et al., 2024., Friso, D. 2014., Aurecon Australasia Pty Ltd. 2023)，CY215R 引擎之額定功率 18 kW 在連續運轉下，計算公式為油耗量(L/h)=功率 P (kW)×比油耗 BSFC (kg/kWh) ÷柴油密度 ρ(kg/L)，以 P = 18 kW、BSFC = 0.21 kg/kWh、ρ = 0.84 kg/L，估算油耗量(L/h) = 18 kW × 0.21 kg/kWh ÷ 0.84 kg/L = 4.5 L/h。

以柴油引擎耗油量估值為 4.5 L/h，每公升柴油碳排係數為 3.32 kg CO<sub>2</sub>e/L，換算後傳統農機(柴油引擎)的碳排放量約為 14.94 kg CO<sub>2</sub>e/h；電動農機電池總電量為 8.448 kWh，運轉 4 hr 10min 時間後進入需要充電、無法正常運轉的低電壓條件狀態，電動農機使用農業用電 220V 電源，歷經充電時間 6hr，可進入滿電狀態。以 8.448 kWh 電量估算，每單位(kWh)農業用電碳排係數為 0.606 kg CO<sub>2</sub>e/L，總碳排放 = 8.448 kWh × 0.606 kg CO<sub>2</sub>e/kWh = 5.119488 kg CO<sub>2</sub>e ≈ 5.12 kg CO<sub>2</sub>e，換算後電動農機的碳排放約為 5.12 kg CO<sub>2</sub>e。以可連續行駛 4 hr 10 min 之續航時間估算(4 hr 10 min = 4.1667 hr)，每小時碳排放 = 5.119488 kg CO<sub>2</sub>e ÷ 4.1667 hr = 1.2287 ≈ 1.23 kg CO<sub>2</sub>e/hr。以鼓風、噴霧與行駛均開啟之連續運轉 1 hr 51 min 估算(1 hr 51 min ≈ 1.85 hr)，每小時碳排放 = 5.119488 kg CO<sub>2</sub>e ÷ 1.85 hr = 2.7673 ≈ 2.77 kg CO<sub>2</sub>e/hr。

電動化與傳統燃油式鼓風噴霧機在相同的作業時間、面積與耕作效率下，估算之碳排放量，以農業用電排碳係數 0.606 kg CO<sub>2</sub>e/kWh 計算，電動農機滿充電量一次之碳排放約 5.12 kg CO<sub>2</sub>e。以車輛行駛作業可連續運轉 4 hr 10 min，折算電動每小時碳排 1.23 kg CO<sub>2</sub>e/hr。相較於傳統柴油農機之 14.94 kg CO<sub>2</sub>e/hr，每小時碳排減少 13.71 kg CO<sub>2</sub>e，減幅 91.77 %。以鼓風、噴霧與行駛均開啟之作業，可連續運轉 1 hr 51 min，折算電動每小時碳排 2.77 kg CO<sub>2</sub>e/hr。相較於傳統柴油農機之 14.94 kg CO<sub>2</sub>e/hr，每小時碳排減少 12.17 kg CO<sub>2</sub>e，減幅 81.45 %。

## 五、行走動力源之噪音測定

依據勞動部職業安全衛生設施規則第 300 條附表之規定(勞動部，2024)，對於人員暴露於超過 90 分貝之噪音場域中，應除去該危害因子，採取使用代替物、改善作業方法或工程控制等方式，減少人員暴露於噪音之時間，使噪音之日時量(工作日八小時)不超過規範，並包含任何時間不得暴露於峰值超過 140 分貝之衝擊性噪音、115 分貝之連續性噪音，對於日時量之平均音壓級超過八十五分貝，均應進行噪音減量之具體作為，例如配戴防音防護具。

鼓風噴霧機之行走動力源柴油引擎與電動化馬達均設置於駕駛者座位正後方，噪音計擺放位置放置於駕駛者座位之位置，以及採行機具運轉的模式下，測定在怠速或運轉下之分貝數。經試驗結果顯示，柴油引擎在怠速時之分貝數為 100.5 dB、運轉時之分貝數達 112.7 dB，已屬於極高的噪音值，人員長期作業下已達到聽力危害之閾值。經電動化施作後，在電動馬達怠速時之分貝數為 0 dB、運轉下之分貝值為 81.6 dB。

因工作環境之噪音屬於身心健康重要項目之一，噪音的測量單位是分貝值(dB)。物理意義中，噪音每增加 10 分貝，感知之聲音增加一倍，聲音強度增加十倍。因此，從柴油引擎運轉分貝的 112.7 dB 降低至 81.6 dB，實際的音壓(Sound Pressure)降低達百倍，電動農機提供之體感和聽力保護遠優於柴油引擎，提供良好舒適的工作環境，有助於降低駕駛之作業疲勞、職傷與減少碳排放等多重優勢。

## 六、最小轉向半徑與顛簸路面行走結構測試

農機具常使用在田地、山坡等的崎嶇地形上環境作業，存在顛簸和不平的地面，顛簸路面測試以驗證農機具是否穩定運作於顛簸路面，為性能測試的重要關鍵環節之一，特別是對於農機和越野車輛，其目的是驗證車輛在惡劣路況下的可靠性、耐用性和安全性。農機具在顛簸路面測試的以確保農機具的性能、耐用性和安全性具有關鍵意義。顛簸路面對於農機具的零組件結構具有較大之應力，通過測試可提前發現設計中可能存在的問題，如懸吊系統、車架、底盤或結構部件是否存在強度不足，附屬設備是否有過早損壞或脫落的風險，透過測試驗證作為強化機具結構的參考依據。

測試項目為機具在滿載狀態下，以機具的最高速之 1/3 速度、最高車速之 2/3 速度進行測定，經前述測定之機具最高車速為 18.1 km/h，其 1/3 的車速為 6.03 km/h、2/3 的車速為 12.07 km/h。測定崎嶇路面通行與機具結構穩定，以最高速之 1/3 與 2/3 車速行進通過三個路面顛簸突起物，經試驗結果顯示結構無斷裂及破損情形，機體安定、無斷裂與破損，符合性能測定規範。

最小轉向半徑測定，以低速在平整路面連續轉向，量測左轉彎、右轉彎最小之轉彎半徑。經測定機具轉向之迴轉性能結果，最小轉彎半徑為左側迴轉 1.91 m、右側迴轉 1.93 m；結合四輪轉向配置，有利果園行列間的窄巷道掉頭。

## 結 論

本研究開發之全電動化鼓風式噴霧機，整機於操控、煞車、斜坡啟停與顛簸路面等行走測試均達成性能測定標準規範，四輪驅動、四輪轉向適合果園狹窄行列轉向之電動機具，行走、鼓風與噴霧三項作業項目均以獨立電動馬達驅動，滿電滿載下可連續運轉 4 小時 10 分鐘及續航距離 46 公里，以及水試紙附著有效噴施範圍寬度 9 公尺、高度 6 公尺，可滿足果園實際作業需求。電動化施作後機具之噪音已顯著改善作業舒適度。同時，碳排放減幅逾 90 %，大幅改善傳統燃油農機之高噪音、廢氣排放，改以低碳、低噪音、操作簡單與安全，擁有噴霧覆蓋均勻、機具續航充足等多面向成果，該機具可作為果樹園區植物保護作業之低碳高效平台，可提供產業嶄新與因應淨零減碳目標之具體可行方案。

本機具特色包含採用四輪驅動與四輪轉向底盤，具備轉彎半徑 1.91 公尺之能力，適合果園等狹窄行列噴霧作業所需，因行進、鼓風、噴霧三系統各自由電動馬達操作，具有運作穩定且獨立可調，符合農業多樣化環境使用；電動化機具在滿載狀態下，行駛里程達 46 公里，可滿足田間長時間運轉，且噴霧範圍寬度 9 公尺、高度 6 公尺，霧化均勻，均符合植物保護作業要求；因應電動化發展趨勢，本機碳排減幅 81.45 %，及噪音顯著降低至 81.6 分貝，相較傳統柴油燃油引擎大幅改善操作者聽力風險與作業舒適度，展現低碳、高效率與操作友善多優勢，並具備淨零應用潛力之電動農機發展成果。

## 誌 謝

本研究承蒙農業部科技計畫項下補助經費。試驗期間財團法人金屬工業研究發展中心金屬成形組團隊協助機具電動化工程設計與施作，以及農業機械研究室同仁劉志聰、李安心、賴碧琴、茆聰銘鼎力配合協助，方得以順利完成，謹此一併致謝。

## 參考文獻

1. 農業部。農業部氣候變遷調適及淨零排放專區。農業淨零資訊網。  
<https://agrinetzero.moa.gov.tw/>。
2. 行政院。臺灣 2050 淨零排放。  
<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/7a65a06e-3f71-4c68-b368-85549fbc a5d1>。
3. 農業部。農業淨零介紹(農業部門 2040 達成淨零排放目標)。農業淨零資訊網。  
[https://agrinetzero.moa.gov.tw/zh-TW/KnowFarmNetZero/Intro?utm\\_source=chatgpt.com](https://agrinetzero.moa.gov.tw/zh-TW/KnowFarmNetZero/Intro?utm_source=chatgpt.com)。
4. 行政院國家永續發展委員會。臺灣 2050 淨零排放路徑。  
[https://ncsd.ndc.gov.tw/Fore/nsdn/about0/2050Path?utm\\_source=chatgpt.com](https://ncsd.ndc.gov.tw/Fore/nsdn/about0/2050Path?utm_source=chatgpt.com)。
5. 國家發展委員會、行政院環境保護署、經濟部、科技部、交通部、內政部、農業部、金融監督管理委員會。2022。臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明。  
[https://service.moea.gov.tw/EE514/tw/geipc/138-1744.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://service.moea.gov.tw/EE514/tw/geipc/138-1744.html?utm_source=chatgpt.com)。
6. 經濟部能源署。2022。111 年度電力排碳係數。  
[https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu\\_id=23142](https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=23142)。
7. 產品碳足跡資訊網。2023。產品碳足跡資訊網。<https://cfp-calculate.tw/>。
8. 經濟部能源署。2024。燃料燃燒之二氧化碳排放量統計與分析。  
[https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/wHandMenuFile.ashx?file\\_id=16881](https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/wHandMenuFile.ashx?file_id=16881)
9. 經濟部能源署。2024。溫室氣體-113 年度電力排碳係數。  
[https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/SubMenu.aspx?menu\\_id=114](https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/SubMenu.aspx?menu_id=114)。
10. 農業部農業試驗所。2009。農機具性能測定報告 No.305 金超耘牌 A12 型樹枝打碎機。中華民國九十八年九月。  
[https://www.tari.gov.tw/df\\_ufiles/Engineering/No.305\\_%E9%87%91%E8%B6%85%E8%80%98%E7%89%8CA12%E5%9E%8B%E6%A8%B9%E6%9E%9D%E6%89%93%E7%A2%8E%E6%A9%9F.pdf](https://www.tari.gov.tw/df_ufiles/Engineering/No.305_%E9%87%91%E8%B6%85%E8%80%98%E7%89%8CA12%E5%9E%8B%E6%A8%B9%E6%9E%9D%E6%89%93%E7%A2%8E%E6%A9%9F.pdf)
11. Klanfar, M., Korman, T., & Kujundžić, T. 2016. Fuel consumption and engine load factors of equipment in quarrying of crushed stone. *Tehnički vjesnik – Technical Gazette*, 23(1), 163–169. <https://doi.org/10.17559/TV-20141027115647>.
12. Al-Sager, S. M., Almady, S. S., Marey, S. A., Al-Hamed, S. A., & Aboukarima, A. M.

13. 2024. Prediction of specific fuel consumption of a tractor during the tillage process using an artificial neural network method. *Agronomy*, 14(3), 492.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy14030492>.
14. Friso, D. 2014. Brake thermal efficiency and BSFC of diesel engines: Mathematical modeling and comparison between diesel oil and biodiesel fueling. *Applied Mathematical Sciences*, 8(130), 6515–6528. <https://doi.org/10.12988/ams.2014.46444>.
15. Aurecon Australasia Pty Ltd. 2023. *Attachment H: Greenhouse Gas Emissions Impact Assessment – Melbourne Airport Jet Pipeline Project* (Rev. 4, Ref. 521511). Prepared for Viva Energy Australia.
16. 勞動部。2024。職業安全衛生設施規則(113年08月01日修正)。  
<https://laws.mol.gov.tw/FLAW/FLAWDAT0201.aspx?id=FL015021>。

# Development and Performance Testing of Electric Blower Sprayers<sup>1</sup>

Chin-Yuan Chang<sup>2\*</sup>, Chia-Wei Chang<sup>2</sup>, Chun-Chieh Chiu<sup>3</sup>  
and Yu-Ting Lin<sup>3</sup>

## ABSTRACT

To advance Taiwan's 2040 net-zero agriculture target, this study develops a fully electric air-blast orchard sprayer that satisfies relevant performance testing specifications while addressing the dual needs of carbon reduction and labor savings in air-blast spraying operations. The vehicle employs independent electric drives rated at 7.2 kW (traction), 3 kW (spray pump), and 3 kW (air-blast blower) on a four-wheel-drive/four-wheel-steer (4WD/4WS) chassis. The minimum turning radius is 1.91 m (left) and 1.93 m (right). After a six-hour full charge and at full payload, the machine - 280 cm × 125 cm × 138 cm (length × width × height), curb mass 980 kg, gross mass 1,290 kg - demonstrated continuous operation for four hours and 10 min with a measured cumulative travel distance of 46.1 km. Continuous travel tests for air-blast and spraying operations were conducted at two vehicle-speed bands, 15-16 km·h<sup>-1</sup> and 6-10 km·h<sup>-1</sup>. Independent testing verified compliance with the applicable performance specifications for braking distance, grade/terrain mobility, and rough-road operation. Under an effective spray width of 9 m and height of 6 m, water-sensitive paper deposition uniformity met the specified requirements for spray performance. The primary contribution of this work lies in its environmental benefits. Relative to conventional fuel-powered equipment, the electric sprayer reduces carbon emissions by at least 81.45 %, and the operating sound pressure level is 81.6 dB. Overall, the developed electric air-blast sprayer exhibits stable performance, a low carbon footprint, and reduced acoustic emissions, providing a sustainable, high-performance mechanization option

---

<sup>1</sup>Contribution No. 1110 from Taichung DARES, COA.

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

<sup>3</sup>Engineer and Engineer of Metal Industries Research & Development Centre (MIRDC).

\*Corresponding author: Chin-Yuan Chang, Email: changcy@tcdares.gov.tw

for domestic orchards and furnishing strong evidence that electrification is a key pathway for achieving net-zero transformation in agriculture.

**Keywords:** agricultural machinery, electric agricultural machinery, performance measurement, air blast spray

# 國產大豆不同品種發芽性質之研究<sup>1</sup>

蘇致柔<sup>2\*</sup>、陳依純<sup>3</sup>

## 摘 要

大豆種子富含蛋白質、脂質、維生素與多種機能性成分，發芽過程中其小分子營養素與 $\gamma$ -胺基丁酸含量顯著增加，提升其營養與功能價值。然而，不同品種的大豆在發芽特性與營養轉換上存在差異，影響其加工應用。本研究評估四種國產大豆品種之發芽特性、營養成分與 $\gamma$ -胺基丁酸含量變化，以期找出適合製作發芽豆的大豆品種。結果顯示，大豆‘台中 1 號’在發芽 120 hr 時具有高發芽率(98%)、快速吸水能力(重量增加率 424%)及高生長速率(芽長 15.0 cm)，具有較佳發芽性質適合作為發芽豆品種。發芽過程中‘高雄選 10 號’、‘台南 10 號’及‘金珠’之粗蛋白質含量略增，而所有品種之粗脂肪含量皆無明顯變化( $p>0.05$ )， $\gamma$ -胺基丁酸含量於 96 hr 時達最高，較未發芽前增加 6-13 倍。本研究建立國產大豆發芽性質與營養成分變化資料，提供發芽豆產品開發及產業應用之參考。

**關鍵字：**大豆、發芽、 $\gamma$ -胺基丁酸

## 前 言

大豆(*Glycine max* (L.) Merrill)為豆科植物，原產於中國，為全球主要的作物之一，在食品、畜牧、工業上皆具有多元應用性，為全球重要經濟作物之一。此外，大豆含有約 40%蛋白質、20%脂質及維生素 B 群、維生素 E 及鈣、鐵、鎂、磷和鉀等礦物質，亦含有大豆異黃酮(Isoflavones)、皂素(Saponin)、卵磷脂(Lecithin)、植物固醇(Phytosterol)等機能性成分，具有豐富營養價值(Messina, 1999)。

發芽(Germination)是種子由休眠狀態恢復代謝活動並開始生長的一項複雜生理與生化過程，當大豆種子吸水後促使休眠解除並活化細胞代謝，引發多種酵素的合成與活化，包括蛋白酶、澱粉酶與脂解酶等水解酵素，可分解種子中儲存的養分，

---

<sup>1</sup>農業部臺中區農業改良場第1112號研究報告。

<sup>2</sup>農業部臺中區農業改良場助理研究員。

<sup>3</sup>農業部臺中區農業改良場研究助理。

\*通訊作者：蘇致柔，Email: chihjou@tcdares.gov.tw

釋放出胺基酸、糖類與脂肪酸等小分子，作為胚發育所需的能量與結構物質(Ali & Elozeiri, 2017)，並減少胰蛋白酶抑制劑(Trypsin inhibition)、植酸(Phytic acid)及寡糖等抗營養因子(Bau *et al.*, 1997 ; Ogunlakin *et al.*, 2015)。其中， $\gamma$ -胺基丁酸(Gama-aminobutyric acid, GABA)為一種非蛋白質胺基酸，在動物神經系統中主要作為抑制性神經傳導的物質，在大豆發芽過程中可顯著提升其含量(Luo *et al.*, 2018)，GABA已被證實具有多種生理功效如改善睡眠、抗憂鬱、調節血壓等多種保健作用(Diana *et al.*, 2014)。

大豆發芽後不僅可直接作為豆芽(Sprout)食用，亦可加工製成發芽豆漿等產品，具備成長快速、可全年生產、營養價值高等特點。在東亞地區，豆芽是傳統飲食的一部分亦為市場上常見且受歡迎的蔬菜與食品原料之一。影響大豆發芽的因素眾多，包括大豆品種、種子活力、儲藏品質及發芽條件等，皆會影響發芽率、發芽速率及最終機能性成分的累積量(楊, 2015 ; Ghani *et al.*, 2016 ; Marcos-Filho, 2015)。其中，品種差異為影響發芽特性的主要因子之一，不同大豆品種在組成成分、酵素活性、營養累積與抗營養因子的降解速率上均有所差異，進而影響其最終的營養功能表現與加工適性(楊, 2000 ; Li *et al.*, 2025)。因此，發芽豆的生產宜選擇發芽率高、發芽速率快的品種，以提升生產效率並確保產品品質。國產大豆因儲運時間短、新鮮度高，普遍具有較佳的發芽表現，具有發展發芽豆產品的潛力。然而，目前對國內大豆品種進行系統性發芽特性與成分變化分析的研究仍有限，缺乏完整的比較數據與應用依據。

本研究所選用品種中‘高雄選 10 號’、‘台南 10 號’及‘金珠’為國內常見且廣泛種植之品種，而‘台中 1 號’則為本場育成之品種，旨在探討國產大豆不同品種的發芽特性，以篩選適合應用於發芽豆產品的品種，並分析發芽過程中營養成分及 GABA 含量的變化，以期找出最適合食品產業應用的發芽大豆品種，以提升生產效率並滿足市場對營養與功能性食品的需求。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

使用國產大豆品種為‘高雄選 10 號’(KS10)‘台中 1 號’(TC1)‘台南 10 號’(TN10)‘金珠’(JZ)，皆為 2022 年秋作採收之種子，由臺中區農業改良場提供。

### 二、發芽試驗

發芽試驗參考 Ma 等人(2022)之方法並加以修改，取 300 g 大豆種子於過濾水中浸

泡 6 hr 後，取出置於(20\*16 cm)發芽盤中，於恆溫恆濕箱(GTH-072TR-SP，巨孚儀器工業有限公司)中以 25°C、相對濕度 75%避光環境中靜置，每 6 hr 澆水一次，多餘水分可由發芽盤底部排出，從浸水起開始計算，第 12、24、36、48、60、72、96、120 hr 隨機取樣測定其發芽性質，方法如下：

- (一)發芽率：以肉眼可見胚根突出種皮判斷為發芽，隨機取 100 顆大豆種子計算，發芽率(%) = 發芽種子數量 / 取樣種子數量 \* 100。
- (二)重量變化：取 100 顆大豆種子測量發芽前(W1)及發芽後之重量(W2)，重量變化(%) = (W2-W1) / W1 \* 100。
- (三)芽長：取 20 顆發芽大豆種子測量其突出種皮之胚根及下胚軸長度(cm)，並取平均值。

### 三、組成成分分析

從浸水起開始計算時間，第 24、48、72、96、120 hr 隨機取樣 50 g 種子，使用冷凍乾燥機(FDU-1200，東京理化器械株式會社)乾燥後以小型粉碎機(RT-N01A，榮聰精密科技有限公司)粉碎處理，並通過 60 mesh 篩網，保存於-20°C 中備用，測定組成成分含量。

- (一)粗蛋白質含量測定，秤取 0.2 g 樣品於玻璃瓶中，加入 4 mL 硫酸於加熱器上加熱 400 °C 約 2 hr，再加入 2 mL 過氧化氫反應至無色透明後取出放涼，以凱氏氮分析儀(KjeltecTM8400, Foss)測定，計算粗蛋白質含量，氮轉換係數為 5.71(Krul, 2019)，以乾基百分比表示。
- (二)粗脂肪含量測定，取 1 g 樣品放入圓筒濾紙中，其上塞脫脂棉，置於粗脂肪萃取機(Soxtec 2055 Manual extraction unit, Foss)中以正己烷萃取，經 110 min 萃取後，萃取杯取出於 95°C 烘箱中烘乾，移至乾燥皿中冷卻後紀錄重量，計算粗脂肪含量，以乾基百分比表示。

### 四、GABA 含量測定

參考 Panrod 等人(2016)方法並加以修改，首先取 1 g 樣品粉末，加入 5 mL 80%甲醇超音波萃取 1 hr，重複 2 次，獲得樣品萃取液後進行衍生化反應，取 2 mL 樣品萃取液加入 1.2 mL 0.1 M 硼酸緩衝溶液(pH=8.0)及 2 mL 3% 2-hydroxy-1-naphthaldehyde (HN)，以 80°C 水浴反應 10 分鐘，冷卻至室溫後，以甲醇定量至 10 mL，再以 0.22 μm 濾膜過濾。使用高效液相層析儀(Hitachi 5110 pump, 5260 auto sampler, 5420 UV-Vis detector, Hitachi)測定，分析條件：管柱為 Mightysil RP-18 GP 250-4.6 (5 μm)；移動相 62% (v/v)

甲醇溶液；流速 0.8 mL/min；溫度 30°C；檢測波長 330 nm；注入體積 20  $\mu$ L。以 GABA 標準品制訂標準曲線，計算出樣品中 GABA 含量，以 mg/100g 表示。

## 五、統計分析

所有試驗皆進行 3 重複，並採用 R 統計軟體(4.3.3)進行單因子變異數分析(One way ANOVA)及最小顯著差異性法(Fisher's protected least significant difference test, LSD test) 分析。

## 結果與討論

### 一、不同品種大豆之發芽性質

發芽是種子從休眠狀態轉變為幼苗的過程，是植物生命週期中的關鍵階段。發芽過程可以分為三個階段：吸水、種子活化和幼苗生長。首先，種子吸收周圍環境中的水分，使體積逐漸膨脹、種皮軟化，並開始生理反應。第二階段種子內部生理反應使酵素活化，開始分解儲藏的養分，供給胚的生長發育，同時種子的呼吸作用也顯著增強，為發芽提供了必要的能量。第三階段胚根突出表皮並大量吸水，胚芽生長形成幼苗(Ali & Elozeiri, 2017 ; Bewley *et al.*, 2013)。

#### (一)發芽率

大豆種子胚根突出種皮時視為發芽，本試驗大豆原料在發芽約 24 hr 時胚根突出種皮，發芽 36 hr 時胚根明顯伸長，至發芽 96 hr 時長出根毛(圖一)。其中以‘高雄選 10 號’及‘台中 1 號’發芽速率最快，發芽 24 hr 時發芽率皆超過 50%，‘金珠’最慢，而所有品種大豆至發芽 72 hr 以後發芽率無顯著變化。發芽率以‘高雄選 10 號’及‘台中 1 號’發芽率最高(98%)，其次依序為‘台南 10 號’(94%)、‘金珠’(81%) (圖二)。未發芽種子至發芽 36-48 hr 時開始產生異味、發臭，之後逐漸腐爛並影響其餘發芽種子生長。

#### (二)重量變化

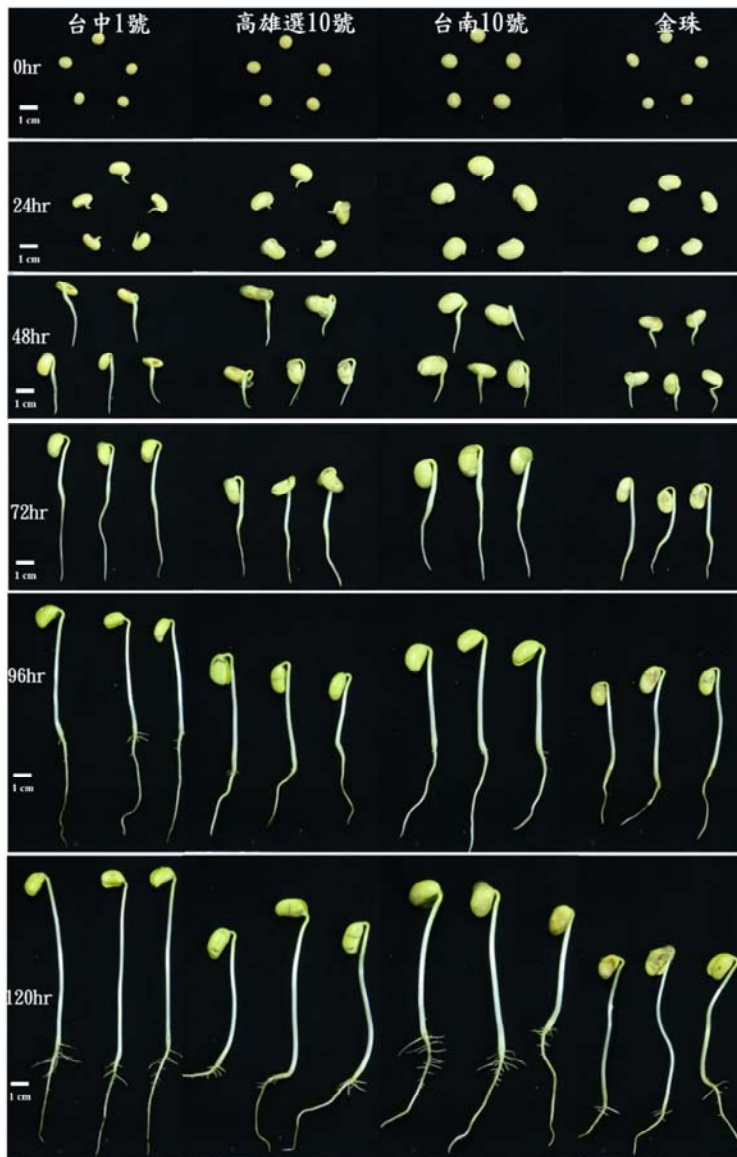
重量變化可表示種子吸水的速率，其中以‘台中 1 號’具有最佳吸水速率，發芽 120 hr 時重量變為原本的 424%，其次為‘台南 10 號’(348%)，‘高雄選 10 號’及‘金珠’吸水速率較差(302-312%) (圖三)。

#### (三)芽長

芽長可表示種子的生長速率，發芽 120 hr 時以‘台中 1 號’具有最長芽長(15.0 cm)，其次為‘台南 10 號’及‘高雄選 10 號’(12.0-13.4 cm)，最差為‘金珠’(10.1 cm) (圖四)。

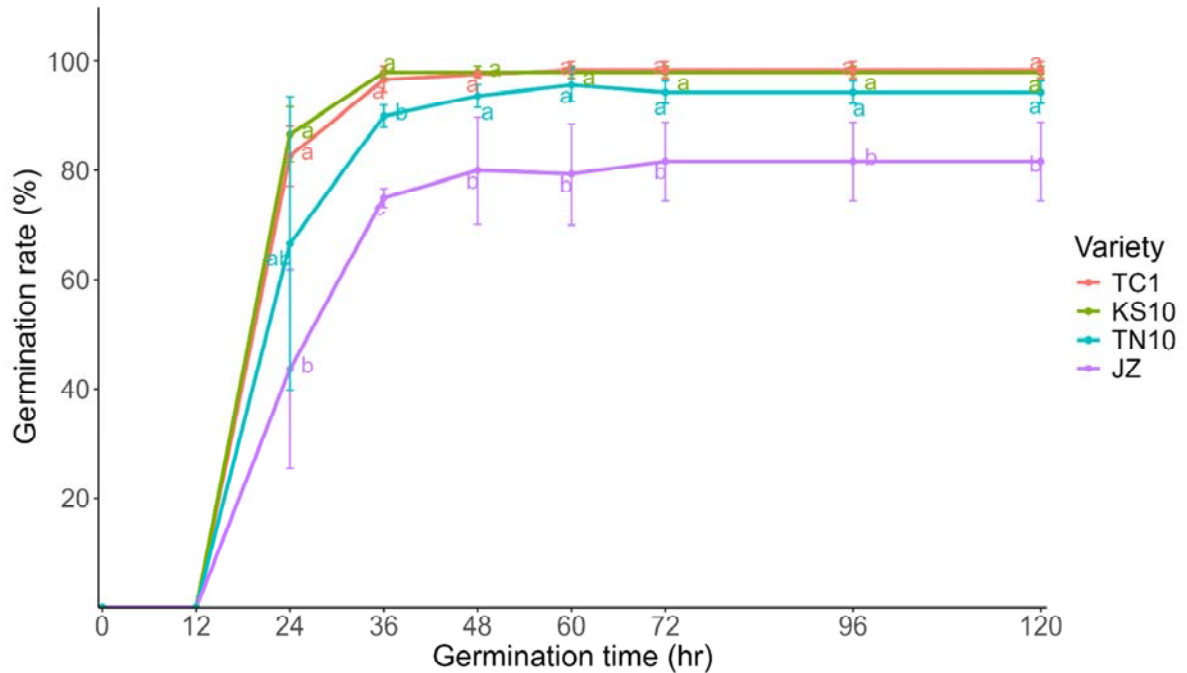
Ghani 等人(2016)發現適合生產豆芽的大豆品種通常具有百粒重低、收穫後發芽率

高、種子活力強、下胚軸長且顏色明亮、子葉為黃色及芽產量高等特性，綜上所述，大豆‘台中1號’在發芽 120 hr 時具有高發芽率(98%)、快速吸水能力(重量增加率 424%)及高生長速率(芽長 15.0 cm)，具有較佳發芽性質適合作為發芽豆品種。此外，除了品種造成的差異外，種子活力會因生產環境、採收方式、儲藏時間及儲藏環境等因素導致有所差異(Shelar *et al.*, 2008)，不同生產環境及儲藏方式亦會影響大豆種子發芽表現。



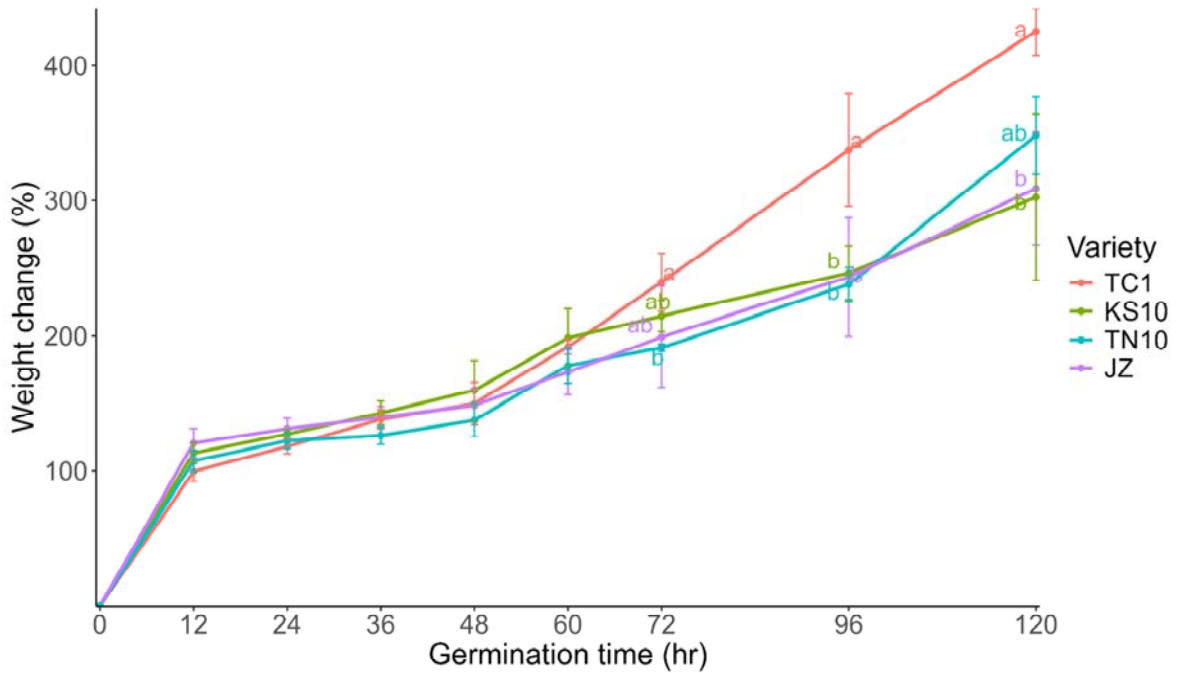
圖一、不同品種大豆不同發芽時間外表變化。

Fig. 1. Changes in appearances of different soybean varieties during germination period.



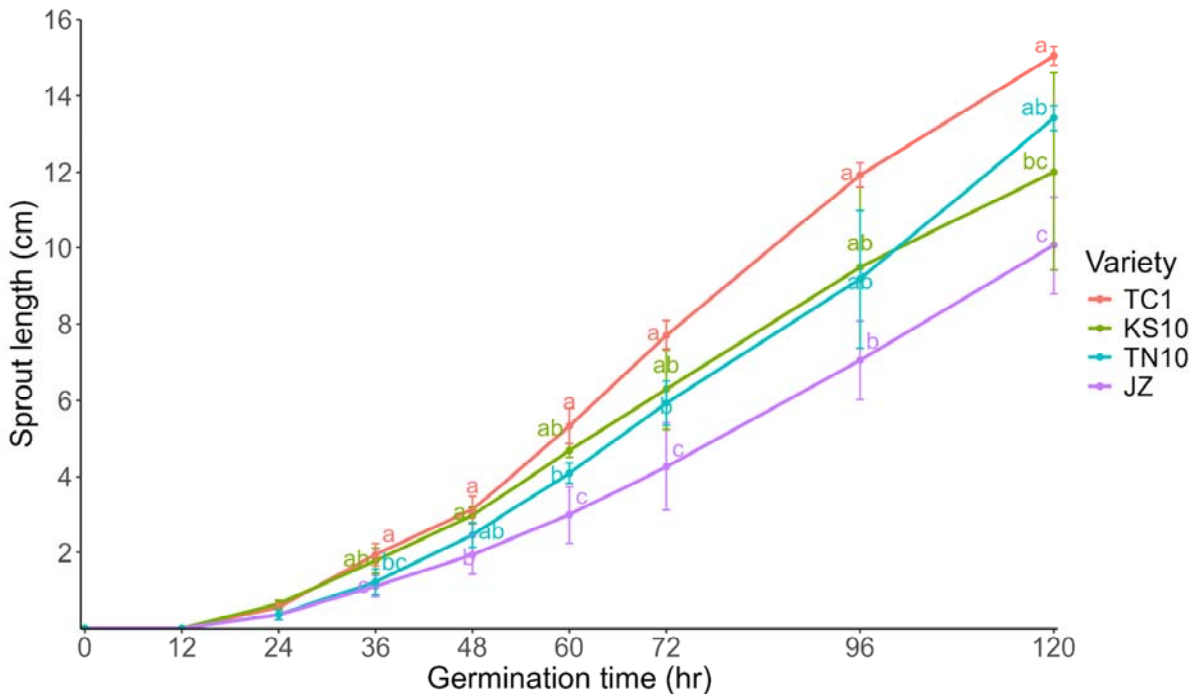
圖二、不同品種大豆發芽期間發芽率之變化。

Fig. 2. Changes in germination rate among different soybean varieties. Values are expressed as means  $\pm$  standard deviation from three separate replications. The same letters within the same germination time indicate no significant difference by LSD test at  $p < 0.05$ .



圖三、不同品種大豆發芽期間重量之變化。

Fig. 3. Changes in weight of different soybean varieties during germination period. Values are expressed as means  $\pm$  standard deviation from three separate replications. The same letters within the same germination time indicate no significant difference by LSD test at  $p < 0.05$ .



圖四、不同品種大豆發芽期間芽長之變化。

Fig. 4. Changes in sprout length of different soybean varieties during germination period. Values are expressed as means  $\pm$  standard deviation from three separate replications. The same letters within the same germination time indicate no significant difference by LSD test at  $p < 0.05$ .

## 二、不同品種大豆發芽後組成成分變化

乾燥的大豆種子在吸收水分後，啟動各式代謝機制，種子內部的酵素被活化，促使儲藏的營養成分分解與轉換，以供應萌發所需的能量與養分，導致蛋白質、脂質、糖類、維生素及礦物質等營養成分的含量與種類會隨發芽過程發生變化(Lu *et al.*, 2023)。

### (一)粗蛋白含量

本試驗結果顯示，不同品種大豆在發芽前的組成成分存在差異，其中粗蛋白質含量以‘台中 1 號’最高(37.8%)，‘高雄選 10 號’(33.1%)及‘台南 10 號’(33.8%)較低；經過發芽處理後，各品種的粗蛋白質含量變化情形不同，‘高雄選 10 號’、‘台南 10 號’及‘金珠’之粗蛋白質含量些微增加(35.1-37.6%)，可能因發芽初期胚乳蛋白質分解為游離胺基酸及胜肽，並有新蛋白質合成，同時，因呼吸作用造成其餘乾物質消耗，導致總蛋白質

比例相對提高(Bueno *et al.*, 2020)。相較之下，‘台中 1 號’發芽後之粗蛋白質含量變化不顯著，可能由於其發芽速率較快，蛋白質水解與再合成作用達動態平衡，導致整體含量變動不明顯。Wang 等人(2024)研究顯示，發芽大豆的總蛋白含量在 24 hr 達到最高，到 96 hr 其含量無顯著變化，而可溶性蛋白含量呈現先升後降的趨勢，在發芽後 72 hr 達到峰值，而發芽後期蛋白質含量降低，推測與蛋白質分解供應代謝及胚芽生長有關。

## (二)粗脂肪含量

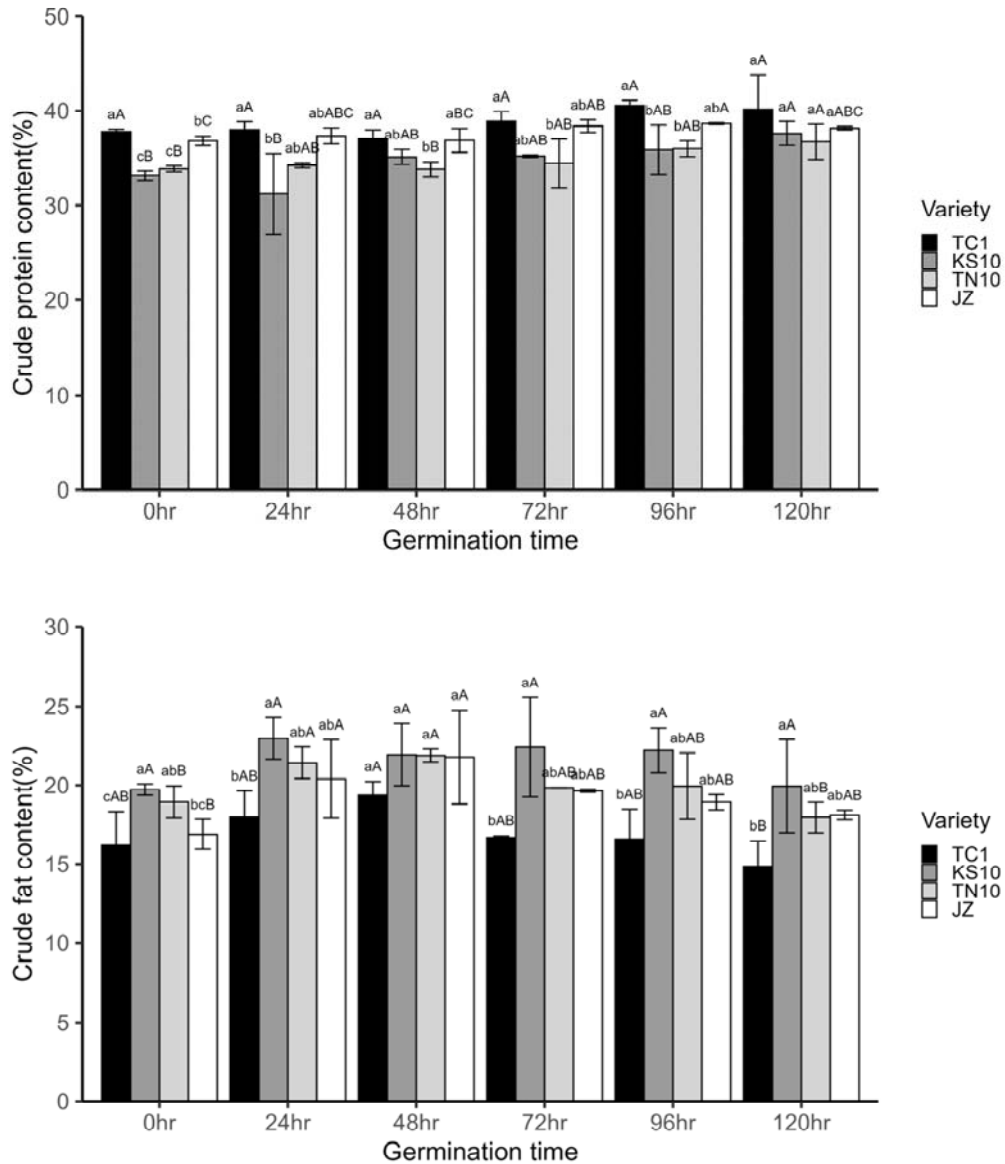
大豆發芽期間脂肪受脂肪酶水解及脂氧合酶(lipoxygenase)氧化，生成小分子化合物，進而參與蛋白質、異黃酮及維生素 C 等成分的合成(Sun *et al.*, 2018)。本試驗結果顯示，未發芽前‘高雄選 10 號’之粗脂肪含量較高(19.7%)，‘台中 1 號’較低(16.2%)(圖五)，發芽後粗脂肪含量未呈顯著變化。Mostafa 等人(1987)報告指出，大豆脂肪含量於發芽 5–6 天後顯著下降，且棕櫚酸(palmitic acid)含量增加，而亞油酸(linoleic acid)與亞麻酸(linolenic acid)含量下降，導致總不飽和脂肪酸比例降低。由於脂肪酸主要於發芽後期降解，故推測本試驗中粗脂肪總量未顯著變動可能與發芽時間尚不足以造成顯著分解有關。

## 三、不同品種大豆發芽後 GABA 含量變化

GABA 在植物中具有抗逆境的作用，當植物遭受環境壓力如高溫、低溫及乾旱等，GABA 濃度會升高，有助於減輕逆境對植物的損傷，並調節植物生長和發育(Li *et al.*, 2021)。

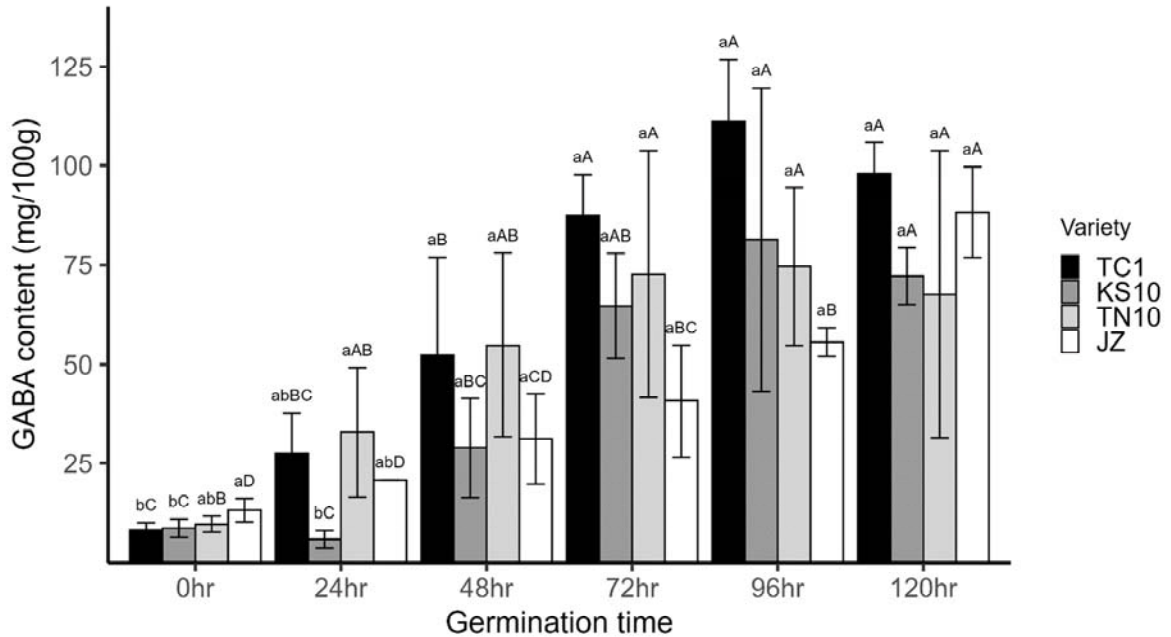
本次試驗中，大豆未發芽前的 GABA 含量極低(8.1-13.2 mg/100g)，隨發芽時間增加 GABA 含量隨之增加，至發芽至 96 hr 時達到最高，發芽時間再增加對 GABA 含量並無顯著影響，發芽至 120 hr 時，各品種間 GABA 含量無顯著差異，GABA 含量最高可增為未發芽前的 6-13 倍(圖六)。

GABA 最主要的生合成機制為麩胺酸經由麩氨酸脫羧酶(Glutamate decarboxylase, GAD)催化脫去一個羧基形成 GABA，再經由  $\gamma$ -氨基丁酸轉胺酶(Gama-aminobutyric acid transaminase, GABA-T)轉化成琥珀酸半醛(Succinic semialdehyde)，GAD 及 GABA-T 為影響 GABA 含量的關鍵酵素(Akihiro *et al.*, 2008)。Luo 等人(2018)研究顯示，大豆發芽過程中兩種酵素活性逐漸增加，GAD 活性在發芽第 5 天時達到最高( $1.97 \pm 0.05$  U/g)，而 GABA-T 活性在第 7 天時達到最高( $2.39 \pm 0.01$  U/g)，酵素活性變化導致 GABA 含量在發芽第 5 天出現最大值，隨後因 GABA-T 活性增強而逐漸下降。上述結果與本試驗中 GABA 含量的變化趨勢一致。



圖五、不同品種大豆發芽期間粗蛋白質(上)及粗脂肪(下)含量之變化。

Fig. 5. Changes in crude protein and crude fat contents of different soybean varieties during germination period. Values are expressed as means  $\pm$  standard deviation from three separate replications. The same lowercase letters indicate no significant difference among varieties at the same germination time, while the same uppercase letters indicate no significant difference within the same variety across different germination times, as determined by the LSD test at  $p < 0.05$ .



圖六、不同品種大豆發芽期間GABA含量之變化。

Fig. 6. Changes in GABA content of different soybean varieties during germination period. Values are expressed as means  $\pm$  standard deviation from three separate replications. The same lowercase letters indicate no significant difference among varieties at the same germination time, while the same uppercase letters indicate no significant difference within the same variety across different germination times, as determined by the LSD test at  $p < 0.05$ .

## 結 論

本研究比較國產四種大豆品種之發芽特性、組成成分與 GABA 含量變化，結果顯示不同品種在發芽速率、吸水能力、芽長及營養成分轉變上皆具有明顯差異。其中以‘台中 1 號’表現最佳，具備高發芽率、快速吸水能力及高生長速率，發芽後能累積高 GABA 含量，具發展為發芽豆產品原料之潛力。本研究建立不同品種國產大豆之發芽性質與成分變化基礎資料，可作為發芽大豆品種選育與產品開發之重要依據。後續研究可進一步探討其他機能性成分於發芽過程中的變化趨勢，並結合感官評價與市場調查，延伸開發多元化之發芽豆產品，以提升國產大豆於機能性食品領域之應用價值與市場競爭力。

### 參考文獻

1. 楊勝智。2000。黑豆發芽期間抗氧化效力及異黃酮含量之變化之探討。中國文化大學生活應用科學研究所碩士論文。
2. 楊弘宇。2015。發芽及熟化處理對國產豆類機能性成分之影響。國立臺灣大學生物資源暨農學院農業化學系碩士論文。
3. Akihiro, T., Koike, S., Tani, R., Tominaga, T., Watanabe, S., Iijima, Y., Aoki, K., Shibata, D., Ashihara, H., Matsukura, C., Akama, K., Fujimura, T., Ezura, H. 2008. Biochemical mechanism on GABA accumulation during fruit development in tomato. *Plant Cell Physiol.* 49(9), 1378-1389.
4. Ali, A. S. and Elozeiri, A. A. 2017. Metabolic processes during seed germination. In. *Intech Open*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70653>
5. Bau, H. M., Villaume, C., Nicolas, J. P. Méjean, L. 1997. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. *J. Sci. Food Agric.* 73, 1-9.
6. Bueno, D. B., da Silva Júnior, S. I., Seriani Chiarotto, A. B., Cardoso, T. M., Neto, J. A., Lopes dos Reis, G. C., Abreu Glória, M. B., Tavano, O. L. 2020. The germination of soybeans increases the water-soluble protein and changes grain components. *LWT – Food Science and Technology* 117, 108599.
7. Diana, M., Quílez, J., Rafecas, M. 2014. Gamma-aminobutyric acid as a bioactive compound in foods: a review. *J. Funct. Foods* 10, 407–420.
8. Ghani, M., Kulkarni, K. P., Song, J. T., Shannon, J. G., Lee, J. D. 2016. Soybean Sprouts: A Review of Nutrient Composition, Health Benefits and Genetic Variation. *Plant Breed. Biotech.* 4(4), 398-412.
9. Krul, E.S. 2019. Calculation of nitrogen-to-protein conversion factors: A review with a focus on soy protein. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 96, 339-364.
10. Li, L., Dou, Na., Zhang, H., Wu, C. 2021. The versatile GABA in plants. *Plant Signal Behav.* 16(3), 1862565.
11. Li, M., Zhao, M., Shi, J., Huang, Y., Li, L., Jin, N., Kong, Z., Simal-Gandara, J., Wang, F., Fan, B. and Xie, H. 2025. Discovery and verification of soybean sprouting selection based on quality across various origins and varieties: varietal effects on sprouted soybean quality. *Food Sci. Nutr.* 13:e70016.

12. Lu, J., Cheng, J. H., Xu, Y., Chen, Y., Qian, K., Zhang, Y. 2023. Effect of germination on nutritional quality of soybean. *Food Sci. Technol* 43. <https://doi.org/10.1590/fst.008323>.
13. Luo, X., Wang, Y., Li, Q., Wang, D., Xing, C., Zhang, L., Xu, T., Fang, F., Wang, F. 2018. Accumulating mechanism of  $\gamma$ -aminobutyric acid in soybean (*Glycine max* L.) during germination. *Int. J. Food Sci. Technol.* 53(1), 106-111.
14. Ma, Y., Wang, P., Gu, Z., Sun, M., Yang, R. 2022. Effects of germination on physio-biochemical metabolism and phenolic acids of soybean seeds. *J. Food. Compost. Anal.* 112, 104717.
15. Marcos-Filho, J. 2015. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia agricola*, 72(4), 363-374.
16. Messina, M. J. 1999. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am. J. Clin. Nutr.* 70(3), 439S-450S.
17. Mostafa, M. M., Rahma, E. H., Rady, A. H. 1987. Chemical and nutritional changes in soybean during germination. *Food Chem.* 23, 257-275.
18. Ogunlakin, G., Olatunde, S., Adeyanju, J., Leke, O. O. 2015. Effect of germination process on some anti-nutritional factors, proximate composition, mineral and vitamin contents of soybean. *J. Chem. Pharm. Res.* 7, 494-498.
19. Panrod, K., Tansirikongkol, A., Panapisal, V. 2016. Comparison of validated highperformance liquid chromatography methods using two derivatizing agents for gamma-aminobutyric acid quantification. *Thai. J. Pharm. Sci.* 40(4).
20. Shelar, V. R., Shaikh, R. S., Nikam, A. S. 2008. Soybean seed quality during storage: a review. *Agric. Rev.* 29(2), 125 – 131.
21. Sun, W. X., Zhang, R. J., Fan, J., He, Y., Mao, X. H. 2018. Comprehensive transformative profiling of nutritional and functional constituents during germination of soybean sprouts. *Food Measure* 12, 1295–1302.
22. Wang, X. H., Tai, Z. J., Song, X. J., Li, Z. J., Zhang, D. J. 2024. Effects of Germination on the Structure, Functional Properties, and In Vitro Digestibility of a Black Bean (*Glycine max* (L.) Merr.) Protein Isolate. *Foods* 13(3), 488.

# Study on the germination properties of different varieties of domestic soybeans<sup>1</sup>

Chih-Jou Su <sup>2\*</sup> and Yi-Chun Chen <sup>3</sup>

## ABSTRACT

Soybean seeds are rich in proteins, lipids, vitamins, and various functional components. During germination, the levels of small-molecule nutrients and  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) increase significantly, thereby enhancing their nutritional and functional value. However, differences in germination characteristics and nutrient transformation among soybean cultivars affect their processing applications. This study evaluated the germination characteristics, nutritional composition, and changes in GABA content of four domestic soybean varieties to identify those suitable for sprouted soybean production. The results showed that variety 'TC1' exhibited excellent germination performance after 120 hours, with a high germination rate (98%), rapid water absorption (weight increase of 424%), and vigorous growth (sprout length of 15.0 cm), indicating its strong potential as a sprouting soybean variety. During germination, the crude protein contents of 'KS 10', 'TN10' and 'Jinzhu' increased slightly, whereas no significant changes in crude fat content were observed in any of the varieties. GABA levels reached their maximum at 96 hours, increasing by 6–13 times compared to ungerminated seeds. This study establishes data on the germination traits and compositional changes of domestic soybean cultivars, providing a reference for sprouted soybean product development and industrial application.

**Keywords:** soybean, germination,  $\gamma$ -aminobutyric acid

---

<sup>1</sup> Contribution No. 1112 from Taichung DARES, MOA.

<sup>2</sup> Assistant Researcher of Taichung DARES, MOA.

<sup>3</sup> Research Assistant of Taichung DARES, MOA.

\* Corresponding Author: Chih-Jou Su, Email: [chihjou@tcdares.gov.tw](mailto:chihjou@tcdares.gov.tw)

# 利用非破壞性近紅外光果實品質測定儀建立芒果‘台中1號’綠熟果乾物重之採收成熟度指標<sup>1</sup>

陳盟松<sup>2\*</sup>、周錦玉<sup>3</sup>

## 摘 要

芒果採收成熟度係決定果實品質之重要關鍵，臺灣芒果果實採收主要以外觀及生育日數為採收成熟度之判斷，加上品種特性與栽培環境差異，不易確保果實品質一致與穩定。芒果‘台中1號’具獨特風味為可綠熟果採收催熟的品種，本試驗以非破壞性近紅外光果實品質測定儀，探討不同成熟度之果實乾物重與後熟後總可溶性固形物含量之相關性，建立果實採收乾物重之量化參考指標，以掌握果實適宜採收時機。結果顯示，芒果‘台中1號’綠熟果之乾物重含量與後熟果總可溶性固形物含量之關係呈現高度正相關( $R^2=0.9048$ )，果實於盛花後110天之乾物重含量為15.1%，後熟後果實總可溶性固形物含量為17.6°Brix，果實外觀流膠極為輕微，果重達500g以上，催熟後果皮可順利轉色，且食用風味良好。因此，芒果‘台中1號’之綠熟果乾物重含量達15%以上，可作為果實採收成熟度之參考指標。

**關鍵字：**芒果‘台中1號’、近紅外光果實品質測定儀、乾物重、採收成熟度

## 前 言

臺灣芒果栽培面積為16,344 ha(農業部，2024)，為重要經濟果樹之一，芒果栽培品種以‘愛文’、‘土芒果’、‘金煌’為大宗，主要產區位於臺南市，屏東縣及高雄市，其他栽培品種如‘凱特’、‘玉文’、‘金蜜’、‘烏香’、‘海頓’等。‘愛文’與‘土芒果’為黃熟果採收，可藉由果皮轉紅、轉黃及果梗端下凹辨識，但多數栽培品種如‘金煌’果實自然黃熟時，果肉易發生生理劣變，故以綠熟果採收進行催熟為宜(邱，2020；張等人，2013；劉等人，1993)。

---

<sup>1</sup> 農業部臺中區農業改良場研究報告第1109號。

<sup>2</sup> 農業部臺中區農業改良場副研究員。

<sup>3</sup> 農業部臺中區農業改良場計畫助理。

\*通訊作者：陳盟松，Email: chenms@tcdares.gov.tw

芒果‘台中 1 號’為農業部臺中區農業改良場(簡稱本場)與中興大學共同育成，由芒果‘金煌’實生後代選育而得，黃熟果果皮橙黃帶紅，果肉細緻，纖維量少，果實風味獨特具濃郁之椰奶香氣，為可綠熟果進行催熟的品種(陳等人，2017)。2014 年取得植物品種權，2016 年完成品種非專屬授權，惟在推廣種植過程中，農民反應果皮容易有流膠污損現象，且不易掌握其採收成熟度之栽培管理困擾。

芒果果皮流膠好發於果實中大果期，在果皮皮孔處崩裂流出透明乳汁，輕微時皮孔褐化如同雀斑，嚴重時造成大片黑色斑塊並黏著於紙袋上，稱為「流膠病變」(張，2016)，此與芒果果實組織因物理傷害或採摘時果蒂離層產生的乳汁溢流「sapburn」而導致的果皮傷害並不相同(張，2016；Amin *et al.*, 2008)。造成芒果皮孔開裂之生理因素很多，包括品種、水氣通過皮孔的總量、膜體之破壞及酚類化合物累積等機制及變化(Jomngam *et al.*, 2016)。然而，芒果確切流膠病變發生原因尚未清楚。有研究指出芒果‘愛文’果實發育在後期肥大時，環境高溫或噴施外在營養物質會刺激果皮皮孔增長、崩裂而促進流膠發生(張，2016)。芒果‘台中 1 號’果實越接近成熟期，果皮皮孔變得明顯且容易產生流膠而影響果實外觀。因此，栽培管理及果實採收時間皆為穩定芒果果實品質的重要因素。

芒果果實發育自開花授粉到採收所需天數因品種而異，部分品種以樹上黃熟(在橫紅)作為採收標準，果實風味佳且可馬上食用，但採收與銷售作業需在短時間內同時進行，若果品要有較長的銷售期或長程貯運，則必須考慮果品抵達消費端時，是否還能保持良好外觀與品質。此外，有些品種於成熟期採收時容易發生生理劣變，故需提早於綠熟果進行採收，以確保果實品質穩定。因此，芒果採收成熟度的判定是果實食用品質、採後貯運及樹架壽命之重要指標(張等人，2013；黃，1979)。

芒果為更年性水果(climacteric fruit)，果實發育成熟時累積大量碳水化合物合成為澱粉，後熟階段澱粉會轉換成醣類，果肉開始變軟變甜，前人研究指出果實乾物重(dry matter, DM)和後熟後果實品質有高度相關性，採收時果實乾物重含量越高，則後熟後之總可溶性固形物含量也越高，果實乾物重含量是一項衡量芒果果實成熟度的量化指標(Felix, 2019；Nassur *et al.*, 2013；Walsh & Anderson, 2016)。

傳統使用破壞性果實品質分析耗費時間長，需要實驗分析設備且無法保持樣本完整性。近年非破壞性近紅外光譜應用於果實乾物重測定技術發展快速，並有簡易攜帶型儀器開發供使用(Saranwong *et al.*, 2004)。研究顯示芒果‘Kensington Pride’的乾物重與總可溶性固形物含量具高度正相關性，無需將芒果留在樹上直至完全成熟再進行採摘，提前收穫可有效的延長運輸和儲藏時間。因此，雖然芒果‘Kensington Pride’在完全成熟時乾

物重可達22%，但理想的提前收穫時間是芒果乾物重達到14%時即可進行(Felix, 2019)。近紅外光果實品質測定儀(near-infrared spectroscopy, NIR)是一種快速、非破壞性的振動光譜技術，透過測量分子中 O-H、C-H 等化學鍵對近紅外光能量的吸收（即過頻帶和組合帶），並結合複雜的化學計量學方法進行定性和定量分析(Pasquini, 2003; Walsh *et al.*, 2000)。NIR 模型在預測芒果採收時果實乾物重具有高穩定性（相關係數大於 0.96，RMSECV < 0.6 %）(Subedi *et al.*, 2010)，可用來預測芒果綠熟果完全熟化後的總可溶性固形物含量(Subedi *et al.*, 2007)。

本試驗目的為使用非破壞性近紅外光果實品質測定方式，探討芒果‘台中1號’不同採收成熟度之果實乾物重與後熟後總可溶性固形物之相關性，期建立綠熟果採收成熟度乾物重之參考指標，以掌握果實採收之最適時機，提升整體果實品質穩定度。

## 材料與方法

### 一、試驗材料及方法

#### (一)試驗材料

2024 年於彰化縣大村鄉本場果樹試驗區進行試驗，選定 20 株 5 年生露天栽培具開花結實能力之芒果‘台中1號’作為本次試驗材料。

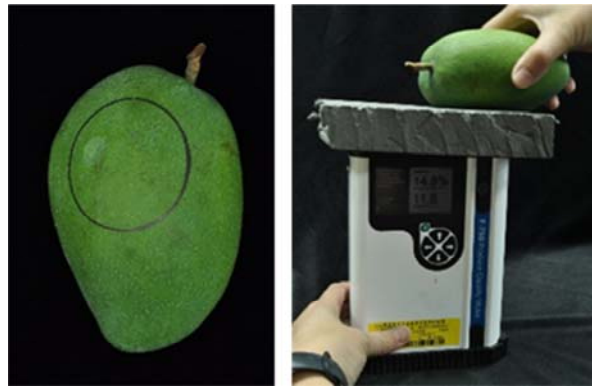
#### (二)調查方法

於春季芒果開花期間進行花序標定，於盛花後開始計算果實生育日數，本次調查芒果植株的花序於 2 月底至 3 月初盛開，果實分別在盛花後 80 天(D80)、90 天(D90)、100 天(D100)、110 天(D110)、120 天(D120)及 130 天(D130)分批採收，單一處理組標定綠熟果果實 20 顆，果實採收先以手持式非破壞性近紅外光果實品質測定儀(F-750)測得乾物重含量，再進行果實外觀型態調查，量測果實重量、果實長度、果實寬度及果實厚度，綠熟果以碳化鈣(CaC<sub>2</sub>)催熟 48 小時處理後，於常溫放置 5 天等待果實後熟，進行果實品質調查分析，包括果肉硬度、總可溶性固形物及可滴定酸等。

### 二、調查項目及分析方法

#### (一)非破壞性近紅外光果實品質測定儀測量

本試驗使用手持式非破壞性近紅外光果實品質測定儀 F-750 (Produce Quality Meter, Felix Instruments, Camas, WA, USA)測量乾物重數值，芒果‘台中1號’果實分別於盛花後 D80、D90、D100、D110、D120 及 D130 分批採收，在每一顆果實側面欲進行掃描處，皆標記相同大小的區域，在儀器測定處上方置放海綿墊，避免測定時光線外漏而影響測定結果(圖一)。



圖一、芒果果實量測部位標示及使用 F-750 近紅外光果實品質測定儀測量方式。  
 Fig. 1. Designated positions on mango fruit for measurement and the method of quality assessment with the F-750 near-infrared fruit quality analyzer.

## (二)果實外觀流膠觀察

不同生育日數之綠熟果果實採收時，觀察果實外觀果皮皮孔產生流膠程度，流膠程度判定以 0-2 分為標準，0 分表示果皮未發生流膠情形，1 分表示果皮輕微流膠，未明顯影響果實外觀品質，2 分則表示果皮中度流膠且影響果實外觀品質使其不具銷售競爭力(圖二)。



圖二、芒果‘台中 1 號’綠熟果流膠程度(A)未發生流膠、(B)輕微流膠、(C)中度流膠。  
 Fig. 2. Severity of resinous latex burn in mature green ‘Taichung No. 1’ mango fruit:(A) none, (B) slight, and (C) moderate.

### (三)果實重量、果長、果寬、果厚測量

以電子天平秤量果實鮮重，讀值取至小數點後第一位，以 g 為標示單位。果長、果寬及果厚以游標尺測量，標示單位為 mm，果長量測為果梗基部至果實底部的垂直距離；果寬為果背至果腹的最長垂直距離；果厚為果實兩側最長垂直距離(與果寬方向垂直)。

### (四)果形指數計算

果形指數為果長分別與果寬、果厚之商數計算，果形指數 1(shape index 1)=果長/果寬，果形指數 2(shape index 2)=果長/果厚。

### (五)果肉硬度

於果實標記範圍處，削除一小塊薄薄的果皮，以桌上型硬度計 FR-5120 (Fruits Hardness Tester, Lutron Electronic Enterprise Co., Ltd, Taiwan)配備直徑 0.8 cm 圓柱狀壓棒測定，果肉垂直穿入 10 mm 所需的力量，果肉硬度單位以  $\text{kg}/\text{cm}^2$  表示。

### (六)總可溶性固形物(Total soluble solid, TSS)

待果實後熟切取標記範圍內之果肉榨汁過濾，取數滴果汁樣品，以數位型糖度計 PR-32 $\alpha$  (ATAGO Co., Ltd., Japan)測量總可溶性固形物(total soluble solids content, TSS)含量，以 $^{\circ}\text{Brix}$  為標示單位。

### (七)可滴定酸(Titratable acid, TA)

取 1 ml 果汁，加入 4 ml 蒸餾水及 1%酚酞酒精溶液作指示劑，利用數字型滴定器 (Easy Plus Titrator, Mettler-Toledo Inc., Swiss)以 NaOH 標準液滴定至果汁樣品顏色產生粉色變化即為滴定終點，所得酸度以 100 g 果汁之蘋果酸含量，以%為標示單位。

### (八)果實催熟前後外觀顏色變化

芒果不同生育日數之綠熟果果實分批採收後，經碳化鈣催熟 48 hr 後取出，再置於常溫下 5 天完成果實後熟，分別於果實催熟前、催熟後開箱取出及常溫 5 天後熟後進行拍照記錄。

## 三、統計分析

試驗結果數值以平均值(mean) $\pm$ 標準差(SD)方式呈現，以 CoStat 軟體計算利用 ANOVA 進行變方分析(analysis of variance)及最小顯著差異檢定(least significant difference test, LSD)比較各處理間之差異顯著性，並以相關係數表達其相關性。

## 結 果

### 一、非破壞性果實乾物重測定

果實在盛花後 D80、D90、D100、D110、D120 及 D130，分別以非破壞性近紅外光果實品質測定儀測量採收時及後熟後果實乾物重，結果顯示乾物重值依序為 13.2%、13.8%、13.9%、15.1%、15.9%及 16.3%，隨著生育日數增加而上升(表一)。除 D90 與 D100 兩處理間乾物重無明顯差異外，其餘各處理間的乾物重皆有顯著差異，其中以 D100 至 D110 增加幅度 1.1%最高，D110 至 D120 之增加幅度 0.9%次之。

在果實後熟後所測得平均乾物重自盛花後 D80 至 D130，依序為 14.6%、15.5%、16.1%、16.8%、17.5%及 18.3%，處理間皆具顯著差異，且每項處理之乾物重含量皆高於未催熟前之乾物重數值。

表一、芒果‘台中 1 號’不同生育日數綠熟果及其後熟果以非破壞性近紅外光果實品質測定儀量測之乾物重

Table 1. Dry matter content of mature green and ripened ‘Taichung No. 1’ mango fruit at different days after full bloom (DAFB) measured by near-infrared non-destructive quality analyzer

Days after full bloom	Dry matter at harvest (%)			Dry matter at ripening(%)		
D80	13.2	± 0.6	e <sup>z</sup>	14.6	± 0.8	f
D90	13.8	± 0.7	d	15.5	± 0.6	e
D100	13.9	± 0.5	d	16.1	± 0.5	d
D110	15.1	± 0.7	c	16.8	± 0.8	c
D120	15.9	± 0.7	b	17.5	± 0.8	b
D130	16.3	± 0.5	a	18.3	± 0.6	a

<sup>z</sup>Means within columns followed by the same letters are not significantly different by LSD test at P≤ 0.05.

### 二、果實外觀流膠情形

綠熟果依果皮外觀流膠程度進行判定，0 分表示未有流膠，1 分表示輕微流膠，2 分表示中度流膠且影響果實外觀品質(圖二)。調查結果顯示，盛花後 D80、D90、D100、D110、D120 及 D130 採收的綠熟果，果皮流膠程度分別為 0.00、0.15、0.45、0.80、0.95 及 1.30，果皮流膠程度隨著生育日數增加而提高。D80 及 D90 之綠熟果果皮流膠程度不明顯，當果實生育期達 D110，果皮有輕微流膠，D120 果實輕微流膠比率增加，而生育期達 D130 時，許多果實已出現嚴重流膠，且影響果實外觀(表二)。

表二、芒果‘台中 1 號’不同生育日數綠熟果之表皮流膠發生情形

Table 2. Peel resinous latex burn occurrence in mature green ‘Taichung No. 1’ mango at different days after full bloom (DAFB)

Days after full bloom	Resinous latex burnt from lenticels (0-2)	
D80	0.00 ±	0.00 e <sup>z</sup>
D90	0.15 ±	0.37 de
D100	0.45 ±	0.51 cd
D110	0.80 ±	0.83 bc
D120	0.95 ±	0.83 ab
D130	1.30 ±	0.80 a

<sup>z</sup>Means within columns followed by the same letters are not significantly different by LSD test at P≤ 0.05.

### 三、果實重量與果實大小

果實生育日數自盛花後 D80 至 D130，整體果實重量、果長、果寬及果厚皆呈現上升趨勢，且於 D130 達最高值，數據顯示果實於盛花後 D120 到 D130 期間，果實重量與大小仍有顯著增長(表三)。

果實重量於 D80 和 D90 達 400 g 以上，於 D100 和 D110 達 500 g 以上，D120 約 580 g，D130 則達 600 g 以上。果實重量以 D90-D100(增加 73.03 g)、D110-D120(增加 62.10 g)及 D120-D130(增加 55.27 g)三組增加的幅度最大，D100-D110 則果重增加幅度平緩，僅增加 9.66 g。各階段的果重變化和果實厚度、寬度的增長有相同的趨勢。D90-D100、D110-D120 及 D120-D130 果重大幅增加，此時期的果寬及果厚也同步明顯增加。D80-D120 果長相近，沒有大幅度的增加，顯示在 D80 即達到果長生長最大值。果寬及果厚則隨生育日數而持續增加，並以果厚增加幅度較大。

### 四、果形指數

果形指數隨果實生育日數增加而呈現下降趨勢，即果寬與果厚成長的幅度高於果長成長的幅度，隨生長日數增加果形由長橢圓形變為橢圓形(表四)。由果形指數 2 可觀察到果實在 D80 以後果厚開始增加，由果梗端向花柱端向下俯視，果形則由扁圓形逐漸趨近為正圓形。當果厚開始增加時，其果實成熟度亦逐步提升，此趨近正圓形的外觀變化可作為果實成熟度參考指標之一。

表三、芒果‘台中 1 號’不同生育日數綠熟果之果實重量與大小

Table 3. Fruit weights and size of mature green ‘Taichung No. 1’ mango at different days after full bloom (DAFB)

Days after full bloom	Weight (g)	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)
D80	401.81 ± 34.79 d <sup>z</sup>	126.41 ± 5.18 bc	82.26 ± 3.14 d	74.16 ± 2.76 e
D90	434.98 ± 60.16 d	123.55 ± 7.78 c	84.55 ± 4.40 d	78.05 ± 3.47 d
D100	508.01 ± 43.35 c	128.07 ± 5.43 b	89.16 ± 2.88 c	82.31 ± 2.88 c
D110	517.67 ± 61.39 c	126.31 ± 7.69 bc	89.14 ± 3.63 c	83.59 ± 2.83 c
D120	579.77 ± 71.09 b	128.12 ± 5.49 b	91.94 ± 4.50 b	86.86 ± 4.29 b
D130	635.04 ± 84.21 a	132.33 ± 7.22 a	95.05 ± 4.34 a	90.90 ± 4.38 a

<sup>z</sup>Means within columns followed by the same letters are not significantly different by LSD test at P ≤ 0.05.

表四、芒果‘台中 1 號’不同生育日數綠熟果之果形指數

Table 4. Fruit shape index of mature green ‘Taichung No. 1’ mango harvested at different days after full bloom (DAFB)

Days after full bloom	Shape index 1 (Length / Width)	Shape index 2 (Length / Thickness)
D80	1.54 ± 0.08 a <sup>z</sup>	1.71 ± 0.08 a
D90	1.46 ± 0.07 b	1.58 ± 0.09 b
D100	1.44 ± 0.06 bc	1.56 ± 0.05 bc
D110	1.42 ± 0.06 bcd	1.51 ± 0.07 cd
D120	1.40 ± 0.06 cd	1.48 ± 0.08 de
D130	1.39 ± 0.06 d	1.46 ± 0.06 e

<sup>z</sup>Means within columns followed by the same letters are not significantly different by LSD test at P ≤ 0.05.

### 五、果肉硬度、總可溶性固形物及可滴定酸

由果實內部品質調查結果顯示，隨著果實生育日數增加，後熟後果肉硬度呈現下降趨勢，總可溶性固形物呈現上升趨勢，可滴定酸含量則大致呈現上升趨勢。果肉硬度以 D80 及 D90 最高，分別為 1.89 及 1.77 kg/cm<sup>2</sup>，此階段果實成熟度偏低，D100 為 1.61 kg/cm<sup>2</sup> 略為偏硬，而 D110、D120 及 D130 之果肉硬度數值相近為 1.45-1.49 kg/cm<sup>2</sup>。結果顯示，芒果‘台中 1 號’的果肉硬度低於 1.49 kg/cm<sup>2</sup> 才有較佳的食用品質表現(表五)。

總可溶性固形物含量於不同生育日數之各處理間皆有顯著性差異，D80 及 D90 的總可溶性固形物低於 15°Brix，尚未能展現芒果‘台中 1 號’的糖度及風味水平，而果實於 D110 時，總可溶性固形物達到 17.6°Brix，已具備此品種應有的風味及口感。D120 及 D130 之總可溶性固形物分別為 19.8 及 21.0°Brix，達到芒果‘台中 1 號’之高糖度特性。

表五、芒果‘台中 1 號’不同生育日數綠熟果後熟後之果實內部品質

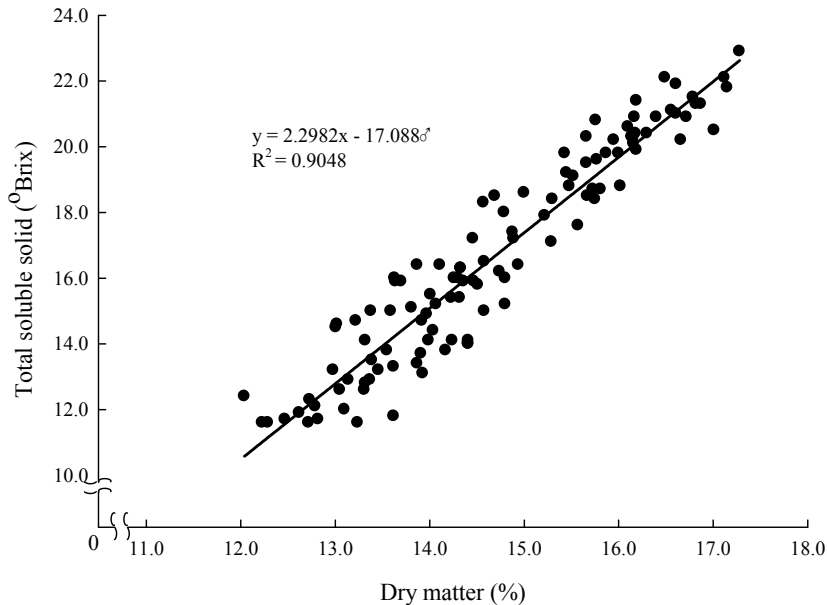
Table 5. Internal quality of mature green ‘Taichung No.1’ mango fruit after ripening at different days after full bloom (DAFB)

Days after full bloom	Pulp firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	Total soluble solid (°Brix)	Titrateable acid (%)
D80	1.89 ± 0.56 a <sup>z</sup>	12.4 ± 0.8 f	0.13 ± 0.02 cd
D90	1.77 ± 0.34 ab	14.1 ± 1.1 e	0.13 ± 0.03 cd
D100	1.61 ± 0.26 bc	15.4 ± 0.7 d	0.12 ± 0.02 d
D110	1.49 ± 0.14 c	17.6 ± 1.0 c	0.14 ± 0.03 c
D120	1.48 ± 0.30 c	19.8 ± 1.0 b	0.17 ± 0.04 b
D130	1.45 ± 0.25 c	21.0 ± 0.9 a	0.24 ± 0.04 a

<sup>z</sup>Means within columns followed by the same letters are not significantly different by LSD test at P≤ 0.05.

#### 六、果實非破壞性乾物重測定與後熟後總可溶性固形物之相關性分析

芒果‘台中 1 號’盛花後不同生育日數 D80、D90、D100、D110、D120 及 D130 之綠熟果果實，採收後以手持式非破壞性近紅外光果實品質測定儀量測乾物重。果實經碳化鈣催熟且後熟後切開果肉測定果實總可溶性固形物，彙整不同生育時期之果實分析數據，以採收乾物重(DM)與總可溶性固形物含量(TSS)數值進行線性相關性分析，結果顯示乾物重與總可溶性固形物呈現高度正相關(R<sup>2</sup> = 0.9048)，隨著乾物重(DM)值上升，總可溶性固形物(TSS)值也跟著上升(圖三)。



圖三、芒果‘台中 1 號’綠熟果採收之非破壞性乾物重測定與後熟後總可溶性固形物之相關性。

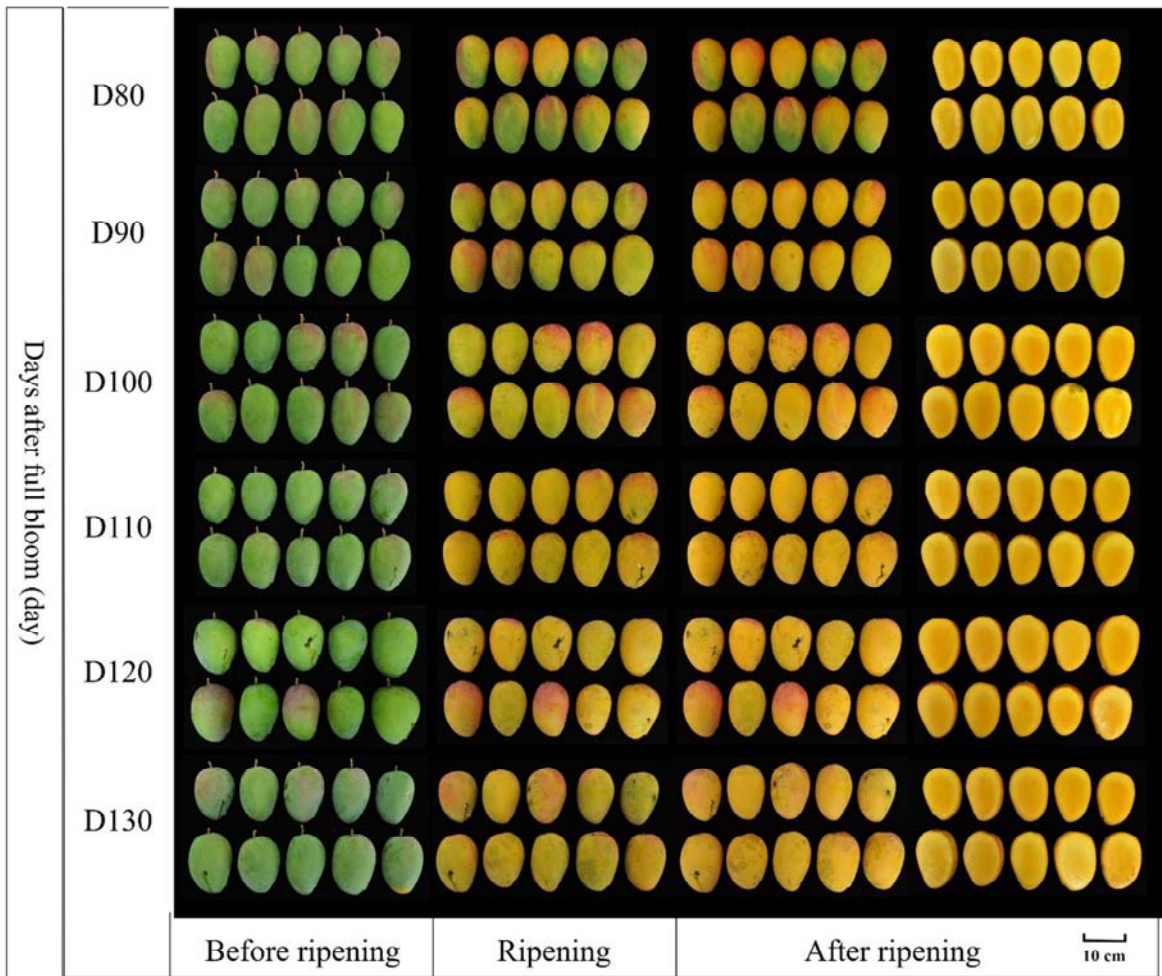
Fig. 3. Correlation between non-destructive measurement of dry matter in harvested mature green ‘Taichung No.1’ mango and total soluble solids after ripening.

### 七、果實催熟前後之顏色變化

不同生育日數處理組之果實於催熟前，果皮顏色皆呈綠色，主要差別在於果實大小(圖四)。另，觀察到 D130 處理組中，有少數果實底部已轉色變為橙黃色，此類果實在後熟後，靠近種核下方果肉容易出現生理劣變情形。

果實完成碳化鈣催熟處理取出時，大部分組別果皮顏色已開始轉黃和轉紅。然而，D80 處理組之果實可觀察到果梗端(上半部)明顯轉成紅黃色，但花柱端(下半部)維持綠色，呈現轉色不良的樣態。D90 處理組無上黃下綠的轉色不佳情形，果皮轉色程度優於 D80 處理組，但顏色仍偏黃綠。D100、D110、D120 及 D130 其他處理組果皮轉色情形相近，顏色為紅黃帶綠。

在果實後熟後，果皮外觀顏色除 D80 處理組果實外觀未能順利轉色外，D90、D100、D110、D120 及 D130 處理組皆能順利完成轉色。切開果肉顏色除 D80 及 D90 處理組有部分果實果肉略偏黃白色外，其他組別之果肉顏色皆為正常之橙黃色。



圖四、芒果‘台中1號’不同生育日數綠熟果催熟前後果實外觀及果肉顏色變化。

\*Before ripening：催熟前果實外觀；Ripening：電石處理 48 小時催熟後；After ripening：電石處理後常溫放置 5 天。

Fig. 4. Changes in fruit appearance and pulp color of mature green ‘Taichung No.1’ mango at different days after full bloom (DAFB) before ripening, after 48h CaC<sub>2</sub> treatment (ripening), and following 5 days at ambient temperature post-treatment (after ripening).

\*Before ripening: Appearance of the fruit before ripening; Ripening: 48 hours after calcium carbide treatment; After ripening: 5 days at room temperature after calcium carbide treatment.

## 討 論

芒果採收成熟度係決定果實風味及品質之重要關鍵，過早採收因果實成熟度不足而無法完成後熟，導致品質與風味不佳。若要求果實達到最佳的食用品質，於樹上黃熟時才採收，則容易有果品賞味期偏短或果實出現生理劣變的風險，而不利於銷售及長期儲運。臺灣芒果栽培品種多元，品種特性與栽培環境差異大，但一般栽培者的果實採收成熟度判斷主要以果實飽滿度、外觀型態、果皮顏色變化、果實生育日數、果實比重等方式(邱，2020；Slaughter, 2009)，由於各年度芒果果實生育期間的條件，如溫度、日射量及雨量等均有所變動，由上述判斷依據進行綠熟果採收期判定，常會造成果實品質差異過大，而降低果實品質的一致性與穩定性。因此，導入客觀的非破壞性近紅外光果實品質檢測模式，可提升綠熟果採收品質的一致性與穩定性，對於後續果品催熟處理時間及儲藏期的規劃都將有所助益。

本場育成芒果‘台中 1 號’可綠熟果採收，並利用催熟方式完成果實後熟。目前綠熟果採收多以盛花後生育日數作為判斷依據，但隨氣候環境及栽培條件改變，以相同生育日數為採收指標時，有果實品質不一的表現。此外，芒果‘台中 1 號’果實於樹上越趨近成熟時，果皮皮孔越明顯，果實也容易出現流膠情況。因此，為建立芒果台中 1 號適宜的綠熟果採收模式，維持良好的果實食用風味及品質，並降低果實流膠發生機率。本試驗以非破壞性近紅外光果實品質測定儀量測果實乾物重，探討芒果‘台中 1 號’綠熟果不同採收成熟度之果實乾物重與後熟後總可溶性固形物含量之相關性，結合果實外觀及果實品質分析，期能建立芒果‘台中 1 號’綠熟果採收成熟度之量化指標。

前人研究指出芒果乾物重含量與果實後熟後的品質有高度的相關性，果實採收之乾物重含量越高，果實後熟後果肉之總可溶性固形物含量越高，果實採收時的乾物重含量比直接由外觀判斷果實採收成熟度更值得信賴，以乾物重含量作為採收指標是一項可信賴的測量方法(Felix, 2019；Nassur *et al.*, 2013；Subedi *et al.*, 2007；Walsh & Anderson, 2016)。有別於傳統破壞性果實品質分析方式，使用近紅外光光譜之非破壞性測量方法已廣為果樹產業利用(Saranwong *et al.*, 2004)。研究顯示，澳洲芒果‘Kensington Pride’、‘R2E2’、‘Calypso’和‘Honey Gold’之採收乾物重含量分別為 15%、13%、15%及 15%以上時，其果實品質可達到消費者接受標準(Felix, 2019)。另，巴西芒果‘Palmer’和‘Tommy Atkins’夏果最低採收乾物重含量建議為 13.7%及 14.4%(Freitas *et al.*, 2022)。

芒果‘台中 1 號’綠熟果採收乾物重含量與總可溶性固形物含量呈現高度正相關  $R^2 = 0.9048$ ，隨著綠熟果乾物重含量上升，後熟果實總可溶性固形物含量跟著上升。果實在盛花後 D80、D90、D100、D110、D120 及 D130，以手持式非破壞性近紅外光果實品質

測定儀測得綠熟果採收乾物重含量分別為 13.2、13.8、13.9、15.1、15.9 及 16.3%，經催熟後各處理果實乾物重均有增加情形(表一)，應與綠熟果催熟過程中澱粉轉換為可溶性醣類及果實水分散失有關。此外，後熟果實的總可溶性固形物含量也隨盛花後天數呈現上升趨勢，分別為 12.4、14.1、15.4、17.6、19.8 及 21.0°Brix。綜合本次各項調查結果，果實綠熟果採收乾物重含量為 15.1%時，後熟後測得總可溶性固形物含量 17.6°Brix，此時果實外觀流膠指數 0.8 極為輕微、果重約達 500 g 以上，果實催熟後能順利後熟且果皮轉色正常，果肉硬度 1.49 kg/cm<sup>2</sup>，且食用風味佳，並可延長賞味期。因此，綠熟果以非破壞性近紅外光果實品質測定儀測定乾物重含量達 15%以上可視為芒果‘台中 1 號’果實採收成熟度之重要參考量化指標，透過省時便利且不損耗果實之非破壞性品質分析方式，有助於芒果‘台中 1 號’綠熟果採收成熟度之判斷，掌握合宜的採收時機，提升果實品質的穩定度。

### 參考文獻

1. 吳雅芳、林明瑩、鄭安秀、張錦興。2013。芒果病蟲害及相關生理病害。頁26-41。芒果健康管理技術，臺南區農業改良場技術專刊第156 號。
2. 邱國棟。2020。芒果栽培管理果實採收後處理。園藝之友，201，24-29。
3. 張錦興。2016。愛文芒果果皮流膠病變發生原因之探討。臺南區農業改良場研究彙報，68，1-14。
4. 張錦興、林棟樑、黃秀雯、吳雅芳。2013。芒果採收後處理。頁42-47。芒果健康管理技術，臺南區農業改良場技術專刊第156 號。
5. 陳盟松、劉惠菱、葉文彬、謝慶昌、張致盛。芒果新品種‘臺中 1 號’之育成。臺中區農業改良場研究彙報，135，1-9。
6. 黃恩雄。1979。芒果採收時間要恰當-熟度判斷準確。豐年，29(13)，17-19。  
[https://kmweb.moa.gov.tw/redirect\\_files.php?id=121816](https://kmweb.moa.gov.tw/redirect_files.php?id=121816).
7. 農業部。2024。農業統計資料查詢-統計書刊-農業統計年報 113 年。  
<https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>.
8. 劉銘峰、黃和炎。1993。芒果果實採收後品質劣變因素之探討。台南區農業專訊，3，11-13。
9. Amin, M., Malik, A. U., Mazhar, M., Shahzad, I-D., Khalid, M. S., Ahmad, S. 2008. Mango fruit desapping in relation time of harvesting. Pak. J. Bot. 40, 1587-1593.

10. Freitas, S.T., Guimaraes, I. T., Vilvert, J. C., Amaral, M. H. P., Brecht, J. K., Marques, A. T. B. 2022. Mango dry matter content at harvest to achieve high consumer quality of different cultivars in different growing seasons. *Postharvest Biol. Technol*, 189, 111917.
11. Felix instruments - applied food science. 2019. Using dry matter as a measure of maturity & quality in mangos.  
<https://felixinstruments.com/blog/using-dry-matter-as-a-measure-of-maturity-quality-in-mangos/>.
12. Jomngam, P., Julius, I. P., Shiesh, C. C. 2016. Mechanism and physiological changes of lenticel damage in mango. *Horticulture NCHU*, 41(1), 1-13.
13. Nassur, R. C. M. R., Crisosto, G., Freitas, S. T., Boas, E. V. B. V., Lima, L. C. O., Crisosto, C. 2013. Dry matter as a quality index for Brazilian mangoes.  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84767/1/Sergio-2013-2.pdf>.
14. Pasquini, C. 2003. Near Infrared Spectroscopy: Fundamentals, Practical Aspects and Analytical Applications. *J. Braz. Chem. Soc.* 14(2): 198-219.
15. Walsh, B. K., Guthrie, J. A., Burney, J. W. 2000. Application of commercially available, low-cost, miniaturised NIR spectrometers to the assessment of the sugar content of intact fruit. *Aust. J. Plant Physiol.* 27:1175-1186.
16. Saranwong, S., Sornsrivichai, J., Kawano, S. 2004. Prediction of ripe-stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrared spectroscopy. *Postharvest biology and technology*, 31, 137-145.
17. Slaughter, D. C. 2009. Nondestructive maturity assessment methods for mango: a review of literature and identification of future research needs. University of California, Davis.
18. Subedi, P., Walsh, K., Purdy, P. 2010. Determination of optimum maturity stages of mangoes using fruit spectral signatures. DOI 10.17660/ActaHortic.2013.992.64/Accessed December 10, 2025
19. Subedi, P., Walsh, K.B., Owens, G. 2007. Prediction of mango eating quality at harvest using short-wave near infrared spectrometry. *Post. Bio. Tech.* 43: 326-334.
20. Walsh, K., Anderson, N. 2016. Factors that influence dry matter. Australian mangoes.  
<https://www.industry.mangoes.net.au/resources/resources-library/factors-that-influence-dry-matter/#>.

# Establishment of Harvest Maturity Index of Dry Matter Content of Mature Green Fruit of Mango ‘Taichung No. 1’ Using Near-infrared Spectroscopy<sup>1</sup>

Meng-Sung Chen <sup>2\*</sup> and Ching-Yu Chou <sup>2</sup>

## ABSTRACT

Mango harvest maturity is a significant key to the determination of fruit quality. Mango harvest in Taiwan mainly depends on appearance and growth days of fruit. Nevertheless, the consistency and stability of fruit quality cannot be ensured due to the differences of variety characteristics and cultivation environment. Mango ‘Taichung No. 1’ has a unique flavor and can be harvested for mature green fruit. This experiment discusses the correlation between the dry matter content at different growth days and the total soluble solids content at completing ripening by using near-infrared non-destructive fruit quality measurement. The objective of this study is to establish a quantitative index for harvest maturity so as to hold on to the best harvest time. The result shows that the mature green fruit of mango ‘Taichung No. 1’ has a highly positive correlation ( $R^2=0.9048$ ) between the dry matter content at harvest and the total soluble solids content at completing ripening. The D110 treatment shows that the dry matter at harvest is 15.1%, and the total soluble solids content at completing ripening is 17.6°Brix. In addition, the rating of resinous latex burnt from lenticels is very slight, and the weight of fruit is above 500g. The peel color of fruit also changes smoothly, and the edible flavor is good. Therefore, the dry matter content of mature green fruit above 15% will be a reference index of the harvest maturity for mango ‘Taichung No. 1’.

**Keywords:** mango ‘Taichung No. 1’, near-infrared spectroscopy, dry matter, harvest maturity

---

<sup>1</sup> Contribution No. 1109 from Taichung DARES, MOA.

<sup>2</sup> Associate Researcher of Taichung DARES, MOA.

<sup>3</sup> Project Assistant of Taichung DARES, MOA.

\* Corresponding Author: Meng-Sung Chen, Email: chenms@tcdares.gov.tw



# 番椒‘台中亞蔬1號’育成<sup>1</sup>

林煜恒<sup>2\*</sup>、林世雯<sup>3</sup>

## 摘 要

番椒(*Capsicum annuum* L.)為具高經濟價值之茄科蔬菜，可依辣性之有無，分為辣椒及甜椒。近年隨著國人飲食與料理方式趨向多元化，消費市場對於甜椒需求逐年提升，至2023年全國甜椒生產面積已達1,112 ha。為針對臺灣栽培環境，選育適合農友栽培之甜椒品種，臺中場與亞蔬-世界蔬菜中心合作，成功育成具多重抗病性、豐產的番椒‘台中亞蔬1號’，為雜交一代品種，果實為綠轉紅之方形甜椒，果重150-200 g，果肉厚，果面平滑具光澤，著果連續，產量佳。其抗番茄嵌紋病毒(*Tomato mosaic virus*, ToMV)及馬鈴薯Y病毒(*Potatovirus Y*, PVY)；亦耐辣椒葉脈斑駁病毒(*Chilli veinal mottle virus*, ChiVMV)及番椒疫病(*Phytophthora capsici*, PC)。番椒‘台中亞蔬1號’已於2022年取得我國植物品種權(品種權字第A02956號)。本品種未來將推廣予國內甜椒產業使用，期成為農友生產紅色甜椒時之最佳選擇。

**關鍵字：**甜椒、番椒‘台中亞蔬1號’、一代雜交品種

## 前 言

番椒(*Capsicum annuum* L.)為茄科番椒屬具高經濟價值之果菜類蔬菜，依辣性之有無，可分為辣椒及甜椒。甜椒顏色豐富，富含營養價值，深受消費者喜愛，國內消費市場以紅及黃色方型甜椒為主。甜椒性喜冷涼，種子發芽適溫為20-30°C，最適生育溫度是18-23°C，幼苗期及開花結果期如遭遇連續高溫(>32°C)或低溫(<12°C)，會出現生育明顯受阻、落花、落果或轉色不完全等現象(郭, 2000; 王等人2023)。依據農糧署2023年統計資料，全國甜椒栽培面積達1,112 ha，而南投縣仁愛及信義鄉佔全國生產面積30%以上，為夏季主要生產區域。甜椒生育過程主要病害以病毒病、白粉病、疫病、炭疽病及青枯病為主(王等人, 2023)。番椒作物於田間發生病

---

<sup>1</sup>農業部臺中區農業改良場研究報告第1111號

<sup>2</sup>農業部臺中區農業改良場副研究員

<sup>3</sup>亞蔬-世界蔬菜中心助理研究員

\*通訊作者：林煜恒，Email: linyh@tcdares.gov.tw

毒病常有複合感染現象，常見病毒種類包括：馬鈴薯Y病毒(*Potatovirus Y*, PVY)、辣椒葉脈斑駁病毒(*Chilli veinal mottle virus*, ChiVMV)及番茄嵌紋病毒(*Tomato mosaic virus*, ToMV)等(鄭等人, 2022)；使用抗病品種為解決甜椒病害發生的根本之道。目前國內主要栽培之甜椒品種皆為歐美國家育成，多數品種對國內栽培環境及病害之耐適性差(李, 2000)，農友生產甜椒時品種選擇受侷限。為改善產業困境，臺中場與亞蔬-世界蔬菜中心合作，針對國內栽培環境，選育具豐產且抗病特性之紅色方型甜椒新品種，期提供產業更多選擇機會。

## 材料與方法

### 一、父母本來源及純化

番椒‘台中亞蔬 1 號’為利用亞蔬-世界蔬菜中心育成之番椒自交系 PP1630-84-2 為母本、自交系 PP1630-87-1 為父本，組合育成之雜交一代品種。母本 PP1630-84-2 之系譜名為 Hong-shu-13-2-1-2-1-1-1-17183sum.pl.1-1-1-1，係於 2010 年 1 月於嘉義縣新港鄉收集之番椒品種‘紅四’，經譜系育種法選拔純化 14 代後，於 2016 年秋季選育成為自交系；果色為綠色轉紅色、果長 8.5 cm、果寬 7.7 cm、果重約 157 g，株高 45.4 cm、株寬為 30.8 cm；具番茄嵌紋病毒(ToMV)及馬鈴薯 Y 病毒(PVY)抗病性。父本 PP1630-84-2 之系譜名為 Bungi-14-2-3-2-2-2-1-17171sum.pl.2-1-1-1，係於 2010 年 1 月蒐集之番椒品種‘Bungi’ (Enza zaden Co.)，經譜系育種法選拔純化 14 代後，於 2016 年秋季選育成為自交系。果色為深綠色轉紅色，果長 7.5 cm、果寬 7.7 cm、果重約 149 g，株高 45.4 cm、株寬為 31 cm；具馬鈴薯 Y 病毒(PVY)抗病性。

### 二、雜交組合評估

雜交組合評估於亞蔬-世界蔬菜中心之開放田區及網室內進行。試驗材料包括番椒 41 個雜交組合，以及對照品種紅色甜椒商業品種‘SPR-101’，試驗設計為逢機完全區集設計(randomized complete block design, RCBD)，每雜交組合於各試驗區皆為兩重複，每重複 4 株。參試種子於 2017 年 3 月 15 日播種，4 月 20 日定植於開放田區，分別於 6 月 22 日、6 月 29 日、7 月 6 日、7 月 11 日及 7 月 20 日進行評估調查。調查項目包括結果數、單果重及產量，並由亞蔬-世界蔬菜中心邀請國內種苗業者、大專院校學者、農業改良場研究人員及番椒栽培農友，依果實產量及田間表現進行品種評分與選拔。

### 三、初級區域產量試驗

初級區域產量試驗 2017 年以亞蔬-世界蔬菜中心選出之 7 個具潛力之雜交組合為試

驗材料。試驗材料於 2017 年 12 月 28 日於臺中區農業改良場(彰化縣大村鄉)進行播種育苗，於 2018 年 3 月 7 日於南投縣信義鄉兩處試驗田區完成定植。試驗田區海拔位於 778-836 m，試驗期間每日平均溫度為 23.8°C，最高溫度為 34.7°C。試驗採 RCBD，以商業品種‘SPR-101’(和生種子股份有限公司)作為對照品種，每品種 2 重複，每重複各 6 株。栽培模式為離地介質槽耕，株距 20 cm，採雙幹整枝。試驗過程中以農友慣行方式進行栽培及病蟲害防治。栽培期間記錄植株於田間之生育情形、果實品質及產量表現。

#### 四、高級區域產量試驗

2018 年初級區域產量試驗選出最具商業潛力之番椒雜交組合 CCA15404，2019 年度於信義鄉林農友及羅農友栽培溫室進行高級區域產量試驗。試驗材料於 2019 年 1 月 25 日在彰化縣大村鄉進行播種育苗，於 2019 年 3 月 12 日在南投縣信義鄉兩處試驗田區完成定植，試驗田區海拔位於 778-836 m，試驗期間每日平均溫度為 23.7°C，最高溫度為 32.5°C。試驗採 RCBD，以商業品種‘SPR-101’作為對照品種，每品種 4 重複，每重複各 30 株。栽培模式為離地介質槽耕，株距 20 cm，採雙幹整枝。試驗過程中以農友慣行方式進行栽培及病蟲害防治。栽培期間記錄植株於田間之生育情形、果實品質及產量表現。

#### 五、園藝性狀及抗病檢定

為檢定番椒新品種‘台中亞蔬 1 號’之可區別性、穩定型與一致性，分別於 2017 年 10 月至 2019 年 8 月進行抗病性檢定，於 2019 年 6 月至 2021 年 7 月進行園藝性狀檢定，當年度試驗皆採用前一年度生產之雜交種子，抗病及園藝性狀檢定皆於臺南善化亞蔬-世界蔬菜中心進行，並以南投縣信義鄉夏季番椒生產主要使用之商業栽培品種‘SPR-101’為對照品種。

抗病檢定所使用之植物材料皆於亞蔬中心育種組進行育苗，病原菌皆由亞蔬中心病理組分離純化，各項病害接種亦皆於可控溫之接種室中以人工方式進行。抗病檢定項目包括番茄嵌紋病毒〔ToMV(P1511)〕、辣椒葉脈斑駁病毒〔ChiVMV(P714)〕、馬鈴薯 Y 病毒〔PVY(P311)〕、番椒疫病〔*Phytophthora capsici*, PC (PC race 1, PC118)〕、細菌性萎凋病(青枯病)〔*Ralstonia solanacearum*, BW(PSS71)〕及細菌性斑點病〔*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, BS(P-8)〕。番茄嵌紋病毒於 2017 年 10 月 18 日接種；辣椒葉脈斑駁病毒於 2018 年 5 月 1 日接種；馬鈴薯 Y 病毒於 2019 年 9 月 11 日接種；番椒疫病於 2017 年 10 月 18 日接種；細菌性萎凋病(青枯病)於 2019 年 8 月 7 日接種；細菌性斑點病於 2018 年 5 月 8 日接種。

### (一) 抗病性檢測

1. 對番茄嵌紋病毒(ToMV)、辣椒葉脈斑駁病毒(ChiVMV)、馬鈴薯 Y 病毒(PVY)之抗病性檢定：種子播種於 3 吋盆，播種後 25-30 天，待植株生長至 3-4 片完整展開葉片之苗齡，即進行人工接種。接種時於葉片上撒金剛砂，以棉花沾接種源後，在葉片上利用磨擦的方法進行病原菌接種，每次每品種(系)接種 24 株，隔週後重複前一週之接種方式進行第二次接種，待二星期後利用血清反應檢測(Enzyme-linked immunosorbent assay test, ELISA Test)方式進行檢測，篩選出抗病植株，為避免遺漏較慢感染發病者，將抗病株摘心，待新葉再長出時，再接種一次，二星期後作 ELISA 檢測，再次進行抗病株確認。抗病率以抗病植株佔總接种植株之百分比表示 (Resistance %)。接種病毒分離株為 ToMV P 1511、ChiVMV P714 及 PVY P311，皆為亞蔬中心病理組純化分離之病原。抗病性指 76-100%植株具抗病性；中抗：51-75%植株具抗病性；中感：26-50%植株具抗病性；感病：0-25%植株具抗病性。
2. 番椒疫病(PC race1)抗病性檢定：植物材料播種於 72 格穴盤，每穴格 4.2 x 4.5 x 5.5 cm，試驗以 RCBD 設計，每品種(系)共 24 株，二重複，每重複 12 株，於苗齡 25-30 天(3-4 片葉)時，每株灌注由亞蔬中心病理組分離純化的 PC1E8 (病原型 I)菌液 5 ml ( $10^5$  spores/ml)於植株根部，接種發病溫度控制於 25-28°C，每日澆水二次，以維持土壤濕度，於接種後 7、14、21 天調查病勢發展情形 (Disease severity rating, DSR)，病害嚴重程度以植株子葉以下之莖部感染比例分為 0-4 級，共五級。0 級為無病徵，1 級為子葉以下之莖部感染比例達 1-10%，2 級為子葉以下之莖部感染比例達 11-50%，3 級為子葉以下之莖部感染比例達 51-100%，4 級為莖部感染至子葉以上或植株死亡，並以接種後 21 天調查的抗病數據為主。抗病率(Resistance %)以抗病植株佔總接种植株之百分比率表示，即接種後第 21 天病徵表現為 0 級植株佔總接种植株的百分率。抗病係指 76-100%植株具抗病性；中抗：51-75%植株具抗病性；中感：26-50%植株具抗病性；感病：0-25%植株具抗病性。
3. 細菌性萎凋病(青枯病)(BW)之抗病性檢定：種子播種於 3 吋盆中，播種後 26-28 天，待植株生長至 4-6 本葉，即移入 28-32°C 之恆溫設施內，植株置入 3-5 天後開始進行病原菌接種，病原菌為亞蔬中心病理組分離純化之 BW (PSS 71;第一演化型、生化型 3)，接種時每品系(種)二重複，每重複 12 株。接種方式為利用小刀在離植株 1-2 cm 處，切入土壤，進行斷根處理，使植株周邊鬚根產生傷口，後於每盆中倒入 30 ml ( $10^8$  cfu/ml) BW (PSS 71)菌液進行接種。接種後，植株仍置於 28-32°C 之恆溫設施內。接種後每週調查植株的感病趨勢，共調查三次，以第 21 天之調查結

果為最終數據。調查方法依照 Winstead & Kelman (1952)評估標準共分為 0-5 級，共六級。0 級為無病徵、1 級為 1 葉片萎凋、2 級為 2-3 片葉萎凋、3 級為除頂端新葉外，其餘葉片皆萎凋、4 級為所有葉片皆萎凋，及 5 級為全植株萎凋死亡。抗病率以抗病植株佔總接种植株之百分比率表示(Resistance %),即接種後第三週無病徵植株佔總接種數之百分率。抗病係指 76-100%植株具抗病性；中抗：51-75%植株具抗病性；中感：26-50%植株具抗病性；感病：0-25%植株具抗病性。

4. 細菌性斑點病(BS)抗病性檢定：種子播種於 3 吋盆中，播種後 26-28 天，待植株生長至 4-6 本葉時，利用注射接種法(infiltration inoculum)進行病原菌接種，病原菌為亞蔬中心病理組分離純化之 BS race P8(XVP182) ( $10^8$  cfu/ml)，每品系(種)接種 6 重複，每重複 1 株。接種時於植株葉背以細針製造小傷口，並從傷口以針筒注入菌液，使菌液於葉脈中擴散約直徑 1.5 cm 的範圍。接種 1 天後開始調查發病情形，至接種後 66 小時，待感病植株於注射區域出現褐色壞疽病斑後，即停止調查。抗病品種會於接種處呈現過敏性反應，即組織呈現壞死或褐化現象(necrosis)，以「+」或「HR」表示；感病品種則於接種處呈現水漬狀，以「-」或「S」表示結果。

## (二) 園藝性狀檢定

園藝性狀檢定依據農業部公布之番椒品種試驗檢定方法進行，試區設於臺南亞蔬中心蔬菜栽培網室，以土耕方式栽培。兩次性狀檢定分別於 2019 年 8 月 16 日及 2021 年 3 月 9 日完成植株定植，試驗採用逢機完全區集設計(RCBD)，每品種 3 重複，每重複 40 株。畦寬 1.5 m，雙行植，株距 22.5 cm，植株採雙幹整枝，病蟲害管理依據植物保護資訊系統番椒栽培建議用藥施行，肥培管理則依據番椒合理化施肥建議進行。栽培過程中分別針對種子、子葉性狀、開花特性、果實成熟天數、植株性狀、葉片性狀及果實性狀進行調查，並計算‘台中亞蔬 1 號’和對照品種‘SPR-101’各項調查數值之標準差比值。

## 六、統計分析

統計方式為以最小顯著差異(least significant difference, LSD)比較平均數，處理或品種間達5%水準時，即代表具有顯著差異，統計分析軟體為CoStat。

## 結果與討論

### 一、雜交組合評估

甜椒果實的顏色及形狀決定市場價值(Poulos, 1994)。國內甜椒主要以鮮食市場為主

，紅色甜椒以方形為最大宗。近年來流通之甜椒品種主要為雜交一代品種，雜交可移轉優良性狀，株型、果型整齊度及產量皆較穩定(李，1982)，因此利用雜種優勢育成甜椒雜交一代品種為改良甜椒特性之重要手段(Banerjee *et al.*,2024)。為評估亞蔬中心選育之甜椒雜交組合表現，2017年進行雜交組合產量試驗及選拔，並以‘SPR-101’為對照品種進行比較。期間由亞蔬中心邀請種苗業者、大專院校學者、農業改良場研究人員及番椒栽培農友，依果實產量及田間表現進行評分，選拔具潛力於臺灣栽培環境生產、並符合市場需求之甜椒雜交組合。經由本場、亞蔬中心及南投信義鄉甜椒栽培農友針對果實性狀、植株生育及產量，共同選出具商業潛力之7個紅色番椒組合，包括CCA15327、CCA15332、CCA15335、CCA15337、CCA15338、CCA15341及CCA15404 (表一)，並於隔年度在南投縣信義鄉進入初級區域試驗。

整體而言，於6至7月採收期間，入選之CCA15327、CCA15332、CCA15335、CCA15337、CCA15338、CCA15341及CCA15404等7個雜交組合中，CCA15327及CCA15335單果重可達160公克以上，CCA15337、CCA15332、CCA15337、CCA15338及CCA15341平均著果數達10-13粒，CCA15327、CCA15332、CCA15337、CCA15338之產量表現優於對照品種，而CCA15335、CCA15341及CCA15404產量表現則與對照品種相近。顯示入選之雜交組合於高溫環境下生殖生長表現穩定，並在平均果重、著果數及產量表現與目前市售主流紅色甜椒品種‘SPR-101’具競爭潛力，亦顯示亞蔬選育系統能有效篩選出兼具產量潛力與環境適應性的雜交後代，為後續品種選拔與實際栽培應用奠定基礎。

表一、番椒雜交組合評估試驗

Table 1. Evaluation test of pepper hybrid combinations

No.	Code no.	Fruit weight (g/fruit)	Fruit no. no./plt	Yield (t/ha)	Selected
1	CCA15327	179.9 ± 41.9 <sup>x</sup>	10.4 ± 6.0	33.1 ± 13.8	V
2	CCA15332	155.6 ± 52.5	12.0 ± 4.1	33.0 ± 9.6	V
3	CCA15335	162.3 ± 42.6	7.5 ± 4.6	22.0 ± 14.3	V
4	CCA15337	145.8 ± 42.4	12.9 ± 4.5	31.0 ± 10.5	V
5	CCA15338	149.1 ± 50.0	13.1 ± 6.1	33.6 ± 7.9	V
6	CCA15333	130.6 ± 52.8	10.7 ± 5.8	25.2 ± 8.2	
7	CCA15341	149.5 ± 47.5	10.6 ± 5.4	26.3 ± 12.3	V
8	CCA15404	138.4 ± 57.0	8.7 ± 4.0	20.2 ± 7.0	V
9	CCA15355	110.9 ± 29.1	11.3 ± 4.8	19.5 ± 10.0	
10	CCA15364	106.4 ± 22.2	12.2 ± 6.6	21.6 ± 9.0	
11	CCA15365	120.4 ± 32.4	9.1 ± 4.5	20.7 ± 8.5	
12	CCA15366	116.1 ± 26.8	17.8 ± 9.3	30.2 ± 10.3	
13	CCA15367	120.2 ± 27.9	10.3 ± 4.6	20.6 ± 8.6	
14	CCA15371	108.8 ± 37.6	5.9 ± 3.1	13.7 ± 8.4	
15	CCA15376	120.5 ± 27.1	10 ± 4.2	20.7 ± 6.1	
16	CCA15412	132.4 ± 31.9	11.7 ± 4.6	26.5 ± 7.8	
17	CCA15435	127.4 ± 53.8	7.7 ± 4.3	18.4 ± 10.6	
18	CCA15454	124.8 ± 25.5	9.6 ± 8.0	20.9 ± 14.9	
19	1507-7005 (op)	80.1 ± 32.1	14.2 ± 7.1	19.6 ± 3.7	
20	SPR-101	152.1 ± 38.4	9.0 ± 4.1	23.9 ± 11.8	

<sup>x</sup> Values are means ± S.D.

Sowing: March 15; Transplanting: April 20; Harvest: June 22, June 29, July 6, July 11, and July 20, 2017.

## 二、初級區域產量試驗

中部山區為國內夏季主要甜椒生產區域，占全國全年生產面積 30%以上，並以設施介質耕為主要栽培模式。品種的表現會依不同的栽培環境而有所差異，於主要生產區域評估其生育及產量表現，對育種者、生產者及種子業者皆有其重要性(Dagnoko *et al.*, 2013)。2017 年入選之 7 個番椒組合，於 2018 年在南投縣信義鄉林姓農友及羅姓農友栽培溫室進行初級區域產量試驗，並以該區域目前主要生產之紅色甜椒‘SPR-101’為對照品種。林姓農友採收期間為 2018 年 6 月 22 日至 2018 年 11 月 15 日，共 10 次採收；羅姓農友採收期間為 2018 年 6 月 22 日至 2018 年 9 月 15 日，共 5 次採收。農友進行甜椒生產時，主要根據果實性狀、植株生育及產量選擇品種。果實性狀調查結果顯示，7

個參試品種於兩試驗田區之果重與對照品種皆無顯著差異；在果長方面，多數品種顯著較對照品種長，果寬除了 CCA15337 及 CCA15338 顯著較對照品種窄之外，其餘各品種與對照品種皆無顯著差異。本次參試品種中 CCA15327、CCA15332、CCA15335、CCA15337、CCA15341 及 CCA15338 之果實甜度皆顯著較對照品種高，然因國內消費市場偏好之甜椒果型為不宜過長，除 CCA15404 果長符合市場喜好，其餘 6 品種果實皆偏長。而 CCA15404 雖果實甜度較其餘參試品種低，然其與對照品種無顯著差異(表三)。結果顯示，兩試驗田區皆以 CCA15404 產量最高，且與對照品種無顯著差異(表四)。經本場與農友依果實、植株生育特性及產量表現進行綜合評比，顯示 CCA15404 最具商業生產潛力，故選拔於隔年在信義鄉持續進行高級區域產量試驗。

綜合試驗結果可見，CCA15404 兼具產量穩定與市場接受的果形，顯示其在中部山區夏季栽培環境下仍具良好適應性。此外，該品系於兩處田區均展現穩定的果實品質，顯示其基因型對環境的交互作用較低，具良好環境穩定性。對生產者而言，此特性有助於降低因氣候變異造成的產量波動風險，並有利於穩定供貨與提升收益。

### 三、高級區域產量試驗

高級區域產量試驗於 2019 年進行，目的為進一步確認 2018 年選出之番椒組合 CCA15404 之果實性狀及產量表現。試驗田區設置於南投縣信義鄉林姓農友及羅姓農友之栽培溫室，並以甜椒‘SPR101’為對照品種。甜椒為連續採收作物，試驗期間林姓農友採收期間為 2019 年 6 月 11 日至 2019 年 11 月 19 日，共 20 次採收；羅姓農友採收期間為 2019 年 6 月 18 日至 2019 年 11 月 10 日，共 8 次採收。果實性狀及產量調查結果顯示，兩試驗田區種植之 CCA15404，在果重、果長、果寬、果實甜度、單株果實數量及產量皆與對照品種‘SPR101’無顯著差異(表五)。本年度試驗結果確認，CCA15404 於連續採收期間維持穩定的產量與果實外觀一致性，顯示其在多次採收條件下具有良好的結果持續性與植株耐受性。此外，其果型表現及甜度穩定，顯示該品系在設施介質耕條件下的優良環境適應性。綜合試驗結果可知，CCA15404 兼具穩定產量與市場接受度，顯示其在中部山區夏季甜椒生產體系中具有推廣應用之潛力，對區域甜椒產業穩定供應與品質提升具有實質助益。故於同年度進行種子擴大繁殖及園藝性狀檢定，後將其命名為番椒‘台中亞蔬 1 號’。

表二、番椒初級區域產量試驗之果實性狀

Table 2. Fruit characteristics of primary regional yield trial of sweet pepper

Location (Xinyi Township)	No.	Code	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Sweetness (°Brix)
Mr. Lin Greenhouse	1	SPR-101	217.2 ± 5.4 <sup>a</sup>	9.8 ± 0.1 <sup>bcd</sup>	8.7 ± 0.1 <sup>a</sup>	4.5 ± 0.1 <sup>c</sup>
	2	CCA15327	239.2 ± 10.5 <sup>a</sup>	10.1 ± 0.5 <sup>bcd</sup>	8.9 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.8 ± 0.2 <sup>b</sup>
	3	CCA15332	195.0 ± 31.6 <sup>a</sup>	11.4 ± 0.2 <sup>b</sup>	83.1 ± 0.2 <sup>a</sup>	6.7 ± 0.3 <sup>ab</sup>
	4	CCA15335	191.5 ± 11.3 <sup>a</sup>	9.3 ± 0.0 <sup>cd</sup>	8.5 ± 0.6 <sup>a</sup>	6.0 ± 0.5 <sup>b</sup>
	5	CCA15337	163.9 ± 17.0 <sup>a</sup>	12.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	6.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	7.3 ± 0.1 <sup>a</sup>
	6	CCA15341	156.1 ± 35.0 <sup>a</sup>	8.4 ± 0.8 <sup>d</sup>	8.2 ± 0.7 <sup>a</sup>	7.1 ± 0.5 <sup>a</sup>
	7	CCA15338	222.8 ± 30.8 <sup>a</sup>	10.9 ± 1.1 <sup>bc</sup>	8.3 ± 0.2 <sup>a</sup>	6.1 ± 0.3 <sup>b</sup>
	8	CCA15404	237.5 ± 21.6 <sup>a</sup>	9.9 ± 0.3 <sup>bcd</sup>	8.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	4.7 ± 0.0 <sup>c</sup>
Mr. Luo Greenhouse	1	SPR-101	245.4 ± 16.7 <sup>abz</sup>	8.7 ± 0.5 <sup>b</sup>	9.6 ± 0.1 <sup>a</sup>	5.5 ± 0.5 <sup>c</sup>
	2	CCA15327	241.5 ± 16.3 <sup>ab</sup>	11.5 ± 0.5 <sup>a</sup>	8.5 ± 0.1 <sup>ab</sup>	6.6 ± 0.1 <sup>b</sup>
	3	CCA15332	210.6 ± 4.7 <sup>ab</sup>	11.0 ± 0.5 <sup>a</sup>	8.6 ± 0.1 <sup>ab</sup>	7.2 ± 0.1 <sup>ab</sup>
	4	CCA15335	233.4 ± 0.6 <sup>ab</sup>	11.1 ± 1.1 <sup>a</sup>	8.5 ± 0.1 <sup>ab</sup>	6.9 ± 0.2 <sup>ab</sup>
	5	CCA15337	179.5 ± 11.9 <sup>b</sup>	12.3 ± 0.6 <sup>a</sup>	7.1 ± 0.1 <sup>c</sup>	8.0 ± 0.6 <sup>a</sup>
	6	CCA15341	221.7 ± 18.0 <sup>ab</sup>	10.4 ± 0.7 <sup>a</sup>	8.5 ± 0.4 <sup>ab</sup>	7.4 ± 0.3 <sup>ab</sup>
	7	CCA15338	219.3 ± 13.3 <sup>ab</sup>	10.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	8.4 ± 0.4 <sup>b</sup>	6.7 ± 0.3 <sup>ab</sup>
	8	CCA15404	252.0 ± 14.4 <sup>a</sup>	10.9 ± 0.9 <sup>ab</sup>	8.9 ± 0.6 <sup>ab</sup>	5.5 ± 0.5 <sup>c</sup>

<sup>z</sup> Means with the different letters within column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by Fisher's Least Significant Difference(LSD) test.

Values are means ± S.D.

Transplanting: 2018.03.07; Investigation: 2018.06.22

表三、番椒初級區域產量試驗之產量

Table 3. Yield of sweet pepper primary regional yield trial

Location (Xinyi Township)	No.	Code	Number of fruits (no./plant)	Yield per plant (g/plant)	Yield per hectare (t/ha)
Mr. Lin Greenhouse	1	SPR-101	12.3 ± 0.5 <sup>az</sup>	3002.5 ± 88.4 <sup>a</sup>	120.1 ± 3.5 <sup>a</sup>
	2	CCA15327	9.2 ± 1.6 <sup>a</sup>	2201.7 ± 240.0 <sup>a</sup>	88.1 ± 9.6 <sup>a</sup>
	3	CCA15332	13.0 ± 0.3 <sup>a</sup>	2732.5 ± 123.7 <sup>a</sup>	109.3 ± 4.9 <sup>a</sup>
	4	CCA15335	10.5 ± 3.7 <sup>a</sup>	2461.7 ± 876.8 <sup>a</sup>	98.5 ± 35.1 <sup>a</sup>
	5	CCA15337	12.6 ± 1.5 <sup>a</sup>	2275.0 ± 419.6 <sup>a</sup>	91.0 ± 16.8 <sup>a</sup>
	6	CCA15341	11.9 ± 2.1 <sup>a</sup>	2658.3 ± 685.9 <sup>a</sup>	106.3 ± 27.4 <sup>a</sup>
	7	CCA15338	10.1 ± 2.7 <sup>a</sup>	2191.2 ± 467.4 <sup>a</sup>	87.6 ± 18.7 <sup>a</sup>
	8	CCA15404	13.1 ± 0.2 <sup>a</sup>	3307.5 ± 491.4 <sup>a</sup>	132.3 ± 19.7 <sup>a</sup>
Mr. Luo Greenhouse	1	SPR-101	4.7 ± 1.0 <sup>ab</sup>	1025.8 ± 201.5 <sup>ab</sup>	41.0 ± 8.1 <sup>ab</sup>
	2	CCA15327	2.8 ± 0.3 <sup>b</sup>	675.8 ± 31.8 <sup>b</sup>	27.0 ± 1.3 <sup>b</sup>
	3	CCA15332	5.2 ± 0.1 <sup>ab</sup>	1020.8 ± 137.9 <sup>ab</sup>	40.8 ± 5.5 <sup>ab</sup>
	4	CCA15335	4.5 ± 1.0 <sup>ab</sup>	872.5 ± 248.7 <sup>b</sup>	34.9 ± 9.9 <sup>b</sup>
	5	CCA15337	3.6 ± 0.4 <sup>ab</sup>	590.8 ± 119.0 <sup>b</sup>	23.6 ± 4.8 <sup>b</sup>
	6	CCA15341	4.3 ± 0.4 <sup>ab</sup>	657.5 ± 90.7 <sup>b</sup>	26.3 ± 3.6 <sup>b</sup>
	7	CCA15338	3.3 ± 0.7 <sup>ab</sup>	735.0 ± 56.6 <sup>b</sup>	29.4 ± 2.3 <sup>b</sup>
	8	CCA15404	5.7 ± 0.8 <sup>a</sup>	1345.8 ± 71.9 <sup>a</sup>	53.8 ± 2.9 <sup>a</sup>

<sup>z</sup> Means with the different letters within column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by Fisher's Least Significant Difference(LSD) test.

Values are means ± S.D.

Transplanting: 2018.03.07; investigation: 2018.06.22

表四、番椒高級區域產量試驗之果實性狀及產量

Table 4. Fruit characteristics and yield of sweet pepper in high-end regional yield test

Location (Xinyi Township)	No.	Code	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Sweetness (°Brix)	Number of fruits (no./plant)	Total fruit wt (g/plant)	Yield (t/ha)
Mr. Lin Greenhouse	1	SPR-101	183.5 ± 23.6 <sup>sz</sup>	8.2 ± 0.5 <sup>a</sup>	8.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	5.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	11.2 ± 1.3 <sup>a</sup>	2028.9 ± 142.6 <sup>a</sup>	81.2 ± 5.7 <sup>a</sup>
	2	CCA15404	193.9 ± 8.9 <sup>a</sup>	8.5 ± 0.4 <sup>a</sup>	7.2 ± 0.5 <sup>a</sup>	4.6 ± 0.8 <sup>a</sup>	12.4 ± 1.5 <sup>a</sup>	2179.7 ± 201.5 <sup>a</sup>	96.0 ± 8.1 <sup>a</sup>
Mr. Luo Greenhouse	1	SPR-101	146.8 ± 6.0 <sup>a</sup>	7.7 ± 0.1 <sup>b</sup>	7.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	5.9 ± 0.1 <sup>a</sup>	11.1 ± 1.5 <sup>a</sup>	1617.6 ± 178.6 <sup>a</sup>	64.7 ± 7.1 <sup>a</sup>
	2	CCA15404	169.1 ± 12.9 <sup>a</sup>	8.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	7.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.4 <sup>a</sup>	10.7 ± 0.9 <sup>a</sup>	1797.8 ± 44.2 <sup>a</sup>	71.9 ± 1.8 <sup>a</sup>

<sup>z</sup> Means with different letters within column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by Student's t-test.

Values are means ± S.D.

Transplanting: 2019.03.12; harvesting period: 2019.06.11 to 2019.11.10.

#### 四、園藝性狀及抗病檢定

植物品種性狀檢定主要可提供品種可區別性、一致性與穩定性之依據，對保護植物育種者權益及植物品種登記至關重要(Liu *et al.*, 2024)。為檢定番椒‘台中亞蔬 1 號’品種性狀之可區別性、穩定型與一致性，分別於 2017 年 10 月至 108 年 8 月進行抗病性檢定，於 2019 年 6 月至 2021 年 7 月進行園藝性狀檢定，當年度試驗皆採用前一年度生產之雜交種子，並以‘SPR-101’為對照品種。在種子、子葉性狀、開花特性及果實成熟天數之調查結果顯示，番椒‘台中亞蔬 1 號’與對照品種‘SPR-101’在種子千粒種有顯著差異，然在種子大小、子葉長、子葉寬、播種到開花天數、播種到成熟天數、移植到開花天數以及移植到成熟天數皆無顯著差異(表六 a)。植株及葉片性狀調查結果，‘台中亞蔬 1 號’與對照品種‘SPR-101’除株高有顯著差異，在株寬、莖節間長、莖幹直徑、葉長、葉寬、葉柄長、花梗長及果梗長皆無顯著差異(表六 b)。「台中亞蔬 1 號」與對照品種‘SPR-101’之果實性狀調查結果顯示，其果重、最大果重、果長、果寬、果肉厚、心室數及糖度皆無顯著差異(表六 c)。此外‘台中亞蔬 1 號’各性狀之標準偏差(standard deviation, S.D.)與對照品種‘SPR-101’之 S.D.比值均未超過 1.6。

抗病性檢測係以抗病植株占接種植株總數的百分比表示品種之抗病力。試驗結果顯示，番椒‘台中亞蔬 1 號’抗番茄嵌紋病毒及馬鈴薯 Y 病毒，耐辣椒葉脈斑駁病毒及番椒疫病，對於細菌性萎凋病(青枯病)及細菌性斑點病為感病；‘SPR-101’則為抗番茄嵌紋病毒、馬鈴薯 Y 病毒及辣椒葉脈斑駁病毒，對於番椒疫病、細菌性萎凋病(青枯病)及細菌性斑點病感病(表七)。

表五 a、番椒‘台中亞蔬 1 號’種子、子葉性狀、開花特性及果實成熟天數

Table 5a. The seeds, cotyledon characteristics, flowering characteristics and days to fruit maturity of pepper ‘Taichung AVRDC No. 1’

Cultivar	Seed Length (mm)	Weight of thousand seeds (g)	Cotyledon length (cm)	Cotyledon width (cm)	Days from sowing to flowering (days)	Days from sowing to maturity (days)	Days from transplanting to flowering (days)	Days from transplant to maturity (days)
Taichung AVRDC No. 1(2019)	4.3 ± 0.2 <sup>az</sup>	8.5 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.9 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	75.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	128.7 ± 1.6 <sup>a</sup>	48.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	101.7 ± 4.2 <sup>a</sup>
SPR-101(2019)	3.7 ± 0.3 <sup>a</sup>	8.0 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.7 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	76.3 ± 1.3 <sup>a</sup>	122.0 ± 5.2 <sup>a</sup>	49.3 ± 2.3 <sup>a</sup>	95.0 ± 5.6 <sup>a</sup>
Taichung AVRDC No. 1(2021)	4.0 ± 0.3 <sup>a</sup>	8.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	3.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	75.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	123.0 ± 4.3 <sup>a</sup>	29.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	77.0 ± 5.4 <sup>a</sup>
SPR-101(2021)	3.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	7.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.7 ± 0.4 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.2 <sup>a</sup>	75.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	111.0 ± 8.8 <sup>a</sup>	29.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	65.0 ± 6.7 <sup>a</sup>
S.D. ratio of Taichung AVRDC No. 1 to SPR-101(2019)	0.7	1.0	1.0	1.0	0.0	0.3	0.0	0.8
S.D. ratio of Taichung AVRDC No. 1 to SPR-101 (2021)	0.2	1.0	0.3	0.5	0.0	0.5	0.0	0.8

<sup>z</sup> Means with different letters within column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by Student's t-test. Values are means ± S.D.; Transplant:2019.08.16, 2021.03.09

表五 b、番椒‘台中亞蔬 1 號’之植株及葉片性狀

Table 5b. Characteristics of plant and leaves of Taichung AVRDC No. 1<sup>z</sup>

Cultivar	Plant height (green maturity) (cm)	Plant height (red maturity) (cm)	Plant Width (cm)	Stem internode length (cm)	Stem diameter (below the first bifurcation point) (cm)				Fruit stalk length (cm)	
					Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Petiole length (cm)	Pedicle length (cm)		
Taichung										
AVRDC No. 1 (2019)	75.6 ± 1.9 <sup>yz</sup>	105.8 ± 4.2 <sup>a</sup>	15.2 ± 1.6 <sup>a</sup>	6.5 ± 0.8 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	16.7 ± 1.7 <sup>a</sup>	8.7 ± 1.2 <sup>a</sup>	8.7 ± 1.3 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.2 <sup>a</sup>	3.8 ± 0.2 <sup>a</sup>
SPR-101										
(2019)	68.3 ± 1.6 <sup>b</sup>	92.5 ± 3.8 <sup>b</sup>	14.4 ± 1.8 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.6 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	14.6 ± 1.4 <sup>a</sup>	8.1 ± 1.6 <sup>a</sup>	6.8 ± 1.6 <sup>a</sup>	1.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	3.4 ± 0.7 <sup>a</sup>
Taichung										
AVRDC No. 1 (2021)	78.3 ± 2.1 <sup>a</sup>	112.5 ± 2.6 <sup>a</sup>	25.3 ± 2.2 <sup>a</sup>	7.3 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.0 <sup>a</sup>	16.0 ± 1.2 <sup>a</sup>	9.1 ± 0.5 <sup>a</sup>	9.6 ± 1.1 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.2 <sup>a</sup>
SPR-101										
(2021)	67.2 ± 1.8 <sup>b</sup>	98.3 ± 2.8 <sup>b</sup>	25.0 ± 2.6 <sup>a</sup>	7.2 ± 1.0 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.0 <sup>a</sup>	16.2 ± 1.5 <sup>a</sup>	8.7 ± 0.5 <sup>a</sup>	7.9 ± 1.3 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.3 <sup>a</sup>
S.D. ratio of Taichung										
AVRDC No. 1 to SPR-101 (2019)	1.2	1.1	0.9	1.3	0.0	1.2	0.8	0.8	1.0	0.3
S.D. ratio of Taichung										
AVRDC No. 1 to SPR-101 (2021)	1.2	0.9	0.8	0.2	0.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.7

<sup>z</sup> Means with different letters within column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by Student's t-test. Values are means ± S.D.; Transplant: 2019.08.16, 2021.03.09

表五 c、番椒‘台中亞蔬1號’果實性狀

Table 5c. Fruit of pepper 'Taichung AVRDC No. 1'

Cultivar	Fruit weight (g)	Maximum fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Flesh thickness (mm)	Number of ventricles (no.)	Sweetness (°Brix)
Taichung AVRDC No. 1 (2019)	153.0 ± 11.1 <sup>az</sup>	186.1 ± 19.1 <sup>a</sup>	7.3 ± 0.2 <sup>a</sup>	8.1 ± 0.2 <sup>a</sup>	6.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	3.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	4.4 ± 0.4 <sup>a</sup>
SPR-101(2019)	146.6 ± 10.4 <sup>a</sup>	165.7 ± 15.3 <sup>a</sup>	7.3 ± 0.2 <sup>a</sup>	8.0 ± 0.3 <sup>a</sup>	5.9 ± 0.3 <sup>a</sup>	3.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	5.2 ± 0.4 <sup>a</sup>
Taichung AVRDC No. 1 (2021)	145.9 ± 3.7 <sup>a</sup>	191.1 ± 6.9 <sup>a</sup>	7.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	7.9 ± 0.1 <sup>a</sup>	6.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	3.6 ± 0.2 <sup>a</sup>	4.6 ± 0.3 <sup>a</sup>
SPR-101(2021)	153.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	196.2 ± 13.4 <sup>a</sup>	8.1 ± 0.2 <sup>a</sup>	7.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	5.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	3.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	5.4 ± 0.5 <sup>a</sup>
S.D. ratio of Taichung AVRDC No. 1 to SPR-101 (2019)	1.1	1.2	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0
S.D. ratio of Taichung AVRDC No. 1 to SPR-101 (2021)	1.1	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6

<sup>z</sup> Means with different letters within column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by Student's t-test. Values are means ± S.D.;  
Transplant:2019.08.16, 2021.03.09

表六、番椒‘台中亞蔬 1 號’之抗病性檢測

Table 6. Disease resistance of pepper 'Taichung AVRDC No. 1'

The percentage of disease-resistant plants to the total inoculated plants (%)							
No.	Disease name	Tomato mosaic virus (ToMV)	Chilli veinal mottle virus (ChiVMV)	Potato virus Y(PVY)	Phytophthora capsica (PC)	Bacteria wilt (BW)	Bacterial spot (BS)
1	Taichung AVRDC No. 1	100 <sup>az</sup>	40 <sup>b</sup>	100 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
2	SPR-101	100 <sup>a</sup>	80 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>

<sup>z</sup> Means with different letters within column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by Student's t-test.

<sup>x</sup> ToMV was inoculated on October 18, 2017; ChiVMV was inoculated on May 1, 2018; PVY was inoculated on September 11, 2019; PC on October 18, 2017; BW on August 7, 2019; and BS on May 8, 2018.

番椒‘台中亞蔬1號’與對照品種‘SPR-101’具差異之性狀，計有種子千粒重、株高、疫病及辣椒葉脈斑駁病毒之抗病性等4項(表九)，顯示兩品種具有可區別性。依據國際植物新品種保護聯盟(The International Union for the Protection of New Varieties of Plants, UPOV)法規之數量性狀分析原則及植物品種審議作業規範之試驗檢定方法制定原則，番椒‘台中亞蔬1號’在種子大小( $4.2 \pm 0.0$  mm)、種子千粒重( $8.5 \pm 0.2$  g)、子葉長( $3.0 \pm 0.1$  cm)、子葉寬( $1.1 \pm 0.1$  cm)、株高(綠熟期 $77.0 \pm 2.0$  cm；紅熟期 $109.2 \pm 3.4$  cm)、株寬( $20.3 \pm 1.9$  cm)、莖節間長( $6.0 \pm 0.5$  cm)、莖幹直徑( $1.4 \pm 0.1$  cm)、葉長( $16.4 \pm 1.5$  cm)、葉寬( $8.9 \pm 0.9$  cm)、葉柄長( $9.2 \pm 1.2$  cm)、花梗長( $1.4 \pm 0.2$  cm)、果梗長( $3.1 \pm 0.2$  cm)、果重( $149.5 \pm 7.4$  g)、最大果重( $188.6 \pm 13.0$  g)、果長( $7.6 \pm 0.2$  cm)、果寬( $8.0 \pm 0.2$  cm)及果肉厚( $6.3 \pm 0.3$  mm)等性狀調查所得數值之標準偏差與對照品種‘SPR-101’數值之標準偏差比值均未超過1.6，即‘台中亞蔬1號’可接受的變異程度未顯著超過對照品種之變異程度。又番椒‘台中亞蔬1號’於2019及2021年性狀檢定試驗調查中，植株異型株(offtype)出現比率小於1%，顯示族群內性狀表現具一致性。而性狀穩定性是指一品種在指定之繁殖方法下，經重複繁殖或一特定繁殖週期後，其主要性狀能維持不變者(植物品種與種苗法第十二條第五項)。番椒‘台中亞蔬1號’為雜交一代品種，2018-2021年間所進行之各項試驗皆使用前一年度所生產之雜交種子，其無論在2018-2019年進行之初級及高級區域試驗與2019-2021年進行之園藝性狀檢定結果都顯示，果實表現皆為紅色，結果性良好，無不稔情形，且各項園藝性狀皆表現一致，因此推論該品種具穩定性。

表七、番椒‘台中亞蔬1號’與‘SPR-101’具差異之性狀

Table 7. Different traits between pepper 'Taichung AVRDC No. 1' and 'SPR-101'

Trait	Taichung AVRDC No. 1	SPR-101
Weight of thousand seeds (g)	$8.5 \pm 0.2$ g	$8.0 \pm 0.1$ g
Plant height (cm)	Green maturity: $77.0 \pm 2.0$ cm; Red maturity: $109.2 \pm 3.4$	Green maturity: $67.8 \pm 1.7$ cm; Red maturity: $95.4 \pm 3.3$
Phytophthora capsica (PC)	Moderately resistant	Susceptible
Chilli veinal mottle virus (ChiVMV)	Moderately susceptible	Resistant

<sup>2</sup>Disease-resistant: 76%-100% of plants are resistant; Moderately resistant: 51%-75% of plants are resistant; Moderately susceptible: 26%-50% of plants are resistant; Susceptible: 0%-25% of plants are resistant

## 結 論

番椒‘台中亞蔬1號’為臺中場與亞蔬-世界蔬菜中心合作，針對國內栽培環境育成之第一個雜交一代紅色甜椒品種。夏季適合種植於中部海拔600公尺之區域，並於3月上旬至6月下旬進行定植；平地建議於8月中旬至隔年3月間進行定植。其為綠轉紅之方型甜椒，果形端正、果重150-200 g、3-4心室。其果肉厚，果面平滑具光澤，栽培過程中果實不易脫落，且著果連續，具豐產之特性。國內甜椒栽培過程中，田間病害複合性感染情形普遍，常造成品質及產量損失。本品種具多重抗病性，抗番茄嵌紋病毒及馬鈴薯Y病毒；耐辣椒葉脈斑駁病毒及番椒疫病，具與目前國內主要種植之紅色甜椒品種競爭之潛力。本品種已於2022年12月23日取得我國植物品種權(品種權字第A02956號)，未來將技轉與國內種苗業者，進行品種推廣，期作為國內農友種植品種之新選擇。



圖一、番椒‘台中亞蔬1號’生長勢強且豐產。

Fig. 1. The sweet pepper ‘Taichung AVRDC No. 1’ has strong vigor and high yield.



圖二、番椒‘台中亞蔬1號’為綠轉紅之方型甜椒。

Fig. 2. The sweet pepper 'Taichung AVRDC No. 1' is a square bell pepper that turns from green to red.

## 誌 謝

本研究承蒙亞蔬-世界蔬菜中心及本場蔬菜研究室協助，得以順利完成，謹致謝忱。

## 參考文獻

1. 農業部農糧署農情報告資源網。2023。 [https://agr.afa.gov.tw/afa/afa\\_frame.jsp](https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp)
2. 王照仁、林大淵、趙佳鴻。2023。植物醫師制度與中部地區作物 IPM 之發展推動研討會論文輯。臺中區農業改良場特刊第 150 號 p.103-116。
3. 王昭月、林大鈞、林鳳琪、鄭櫻慧。2023。彩色甜椒設施栽培概述(三)常見的生理障害與因應對策。農業試驗所技術服務季刊 133 期 p.1-6。
4. 李伯年。1982。蔬菜採種與育種。P.344-345。茂昌圖書有限公司 臺北。
5. 李阿嬌。2000。彩色甜椒品種適應性與產銷概況。桃園區農業專訊 Vol.34:17-21。
6. 郭孚耀。2000。甜椒栽培技術。臺中區農業改良場特刊第 45 號。
7. 鄭櫻慧、陳金枝、王昭月、江佳典、張清安。2022。開發可區分辣椒葉脈斑駁病毒與番椒葉脈斑駁病毒的核酸和血清檢測方法。台灣農業研究 71(3):231-241。
8. Banerjee S., Pramanik S., Bhattacharjee T., Maurya P. K., Masudul I. Sk., Ghosh D. K., Chattopadhyay A., Hazra P. 2024. Breeding sweet pepper for improvement in yield components and fruit quality traits under low cost protected structure. J. Agric. Sci. Technol. Vol. 26(2),343-357.

9. Dagnoko S., Diarisso N. Y., Sanogo P. N., Adetula O., Nantoumé A. D., Touré K. G., Théra A. T., Katilé S., Ba D. D. 2013. Overview of pepper (*Capsicum spp.*) breeding in West Africa. African J. Agric. Res. Vol.8(13),1108-1114.
10. Liu J., Wang H., Jing, R. Ma Y., Sun L., Fan X., Zhang Y., Liu C., Jiang J. 2024. Advances in the protection of new varieties of horticultural crops in China. Hort. Adv. Vol.2,25.
11. Poulos, J. M. 1994. Pepper breeding (*Capsicum spp.*): Achievements, challenges and possibilities. Plant Breed. Abstr. Vol.64,143-155.
12. Winstead, N.N., Kelman A. 1952. Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. Phytopathology Vol.42,628-634.

# The Breeding of Sweet Pepper ‘Taichung AVRDC No.1’<sup>1</sup>

Yu-Heng Lin <sup>2\*</sup> and Shih-Wen Lin <sup>3</sup>

## ABSTRACT

*Capsicum annuum* L., commonly known as pepper, is a solanaceous vegetable of high economic value. Based on the presence or absence of spiciness, it is categorized into chili peppers and sweet peppers. In recent years, Taiwanese dietary habits and cooking styles have become increasingly diverse. Consumer’s demand for sweet peppers has also risen annually. By 2023, the total cultivation area for sweet peppers nationwide reached 1,112 hectares. In order to breed new cultivars suitable for production in the environment in Taiwan, Taichung District Agricultural Research and Extension Station cooperated with AVRDC-The World Vegetable Center and successfully bred a new cultivar of red sweet pepper with multiple diseases resistance and high yield, and named as the sweet pepper 'Taichung AVRDC No. 1'. This is a F<sub>1</sub> hybrid cultivar, the fruit is square, green turning to red, weighted 150-200 g. The pulp is thick, the fruit surface is smooth and shiny. The fruiting is continuous, and the yield is high. It is resistant to Tomato mosaic virus (ToMV) and Potato virus Y (PVY), and tolerant to Chilli veinal mottle virus (ChiVMV) and Phytophthora capsici (PC). ‘Taichung AVRDC No. 1’ was granted plant variety rights in Taiwan in 2022 (certificate No. A02956). This cultivar is expected to be promoted for domestic sweet pepper production and aims to become the top choice for cultivating red sweet peppers by farmers.

**Keywords:** sweet pepper, Sweet pepper ‘Taichung AVRDC No.1’, F<sub>1</sub> hybrid cultivar

---

<sup>1</sup> Contribution No.1111 from Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture (TDARES, MOA).

<sup>2</sup> Associate Researcher of Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture (TDARES, MOA)

<sup>3</sup> Assistant Researcher of AVRDC-The World vegetable center

\* Corresponding Author: Yu-Heng Lin , Email: linyh@tcdares.gov.tw



## 臺中區農業改良場研究彙報稿約

- 一、本刊以供本場同仁發表試驗研究成果為原則，但可邀請外稿。
- 二、來稿一經刊登其著作權歸農業部臺中區農業改良場所有，本人聲明並保證授權著作為本人所自行創作，若屬多人共同創作，則本人亦取得其他作者同意，有權為本同意之各項授權。且授權著作未侵害任何第三人之智慧財產權。
- 三、來稿一律不支稿費，但經刊用後，則致贈單行本 10 本(可要求至 20 本)。
- 四、文章之架構為題目(Title)、作者(Author)、摘要(Abstract)、關鍵字(Keywords)、前言(Introduction)、材料與方法(Materials and Methods)、結果(Results)、討論(Discussion)、誌謝(Acknowledgements)及參考文獻(References)。摘要包括中文及英文兩種，中文文稿之中文摘要置於前言之前，英文摘要置於文末；英文文稿之英文摘要則需置於前言之前，中文摘要置於文末。作者群若有數人則以頓號(、)標明區分，並以阿拉伯數字 1、2、3...個別標示，且須標示通訊作者(加註\*)，並於下方註明處填寫通訊作者之 Email。英文題目下之作者英文姓、名首字用大寫，其餘小寫，以用全名為原則，名在前，姓在後，如 Jia-Shin Lin，作者二人時，則用 and 連接，三人以上則如 Jia-Shin Lin, Lin-Ren Chang and Wan-Jean Liaw。英文關鍵字除專用學名(如 Ringspot Virus)、元素符號縮寫(如 Ca, Mg)等首字母大寫，其餘一般性語詞用小寫。
- 五、來稿以 A4 紙“雙行距”印出，並加連續行號。文稿請用標準字形：中文以新細明體、英文以 Times New Roman 字型、12 點字體打字，題目為粗體字型、16 點；作者資料及章節標題亦為標準字型，點數為 12 點；其餘論文內容包含圖表說明請用標準字型，點數為 12 點。
- 六、來稿以精簡易懂為原則，學名、et al., via 等需以斜體字印出，引用書名以 In：表示。
- 七、關於表格之注意點：
  - (一)表格上方須並列中英文標題，中文在上，英文在下，並加表一、(Table 1.)等冠號，不需句號，但表註則需句號。
  - (二)表格內容只用英文，只有第一個字母大寫，不可中英文並列。
  - (三)能以文字說明之小表或項目，請用文字說明。
  - (四)原始記錄應統計分析並簡化後始可列入表中。
  - (五)表註用小號 1 或 2 等註明於表中數字之右上角。
  - (六)表格一律設計成“可被彙報篇幅正常容納”之大小。
- 八、關於插圖之規定：
  - (一)插圖應單頁獨立，註明文題。
  - (二)插圖下方須有標題，並加圖一、圖二、(Fig. 1. 2.....)等冠號，且須加註句號。
  - (三)所繪製線條粗細、標號、數字及文字等應注意協調及清楚。
  - (四)已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。
- 九、關於照片之規定：
  - (一)照片用紙一律採用光面紙，黑白照片為佳，品質為要。
  - (二)需有圖說，如有特別指明點應標示之。
  - (三)可在文中用文字說明清楚之非必要照片請剔除。
  - (四)若為數位圖檔請提供解析度 300 dpi 以上之清晰 tif 或 jpg 圖檔。
- 十、關於參考文獻之規定：
  - (一)參考文獻以引用為限，如係來自轉載之其他書刊時必須加註明。
  - (二)本國及日本作者則依據姓名筆劃數為序，若無作者而以出版機關(社)為首時，則以首字筆劃列入參考文獻之排序。以上三種文獻均列於英文作者之前。作者之姓置於前，名或簡寫隨之。
  - (三)中、日期刊文獻作者姓名以後為發行年份，然後為論文名稱，期刊名稱、卷期數及頁數。
  - (四)西文雜誌名之縮寫方式儘量根據美國出版之“Biological Abstracts”雜誌；中日文雜誌用全名(例 1)。
  - (五)書籍必須加註版別及出版書局。

(六)引用西文書籍之寫法為：作者姓名－年份－章節名－書名(西文書名除介詞外其餘首字母大寫)－編輯者－引用頁數－出版地－出版社(例 5)。

(七)西文參考文獻作者姓在前，名用縮寫接在後(見例 2~5)。

(八)引用機關或出版社編著之非定期性中、日書刊寫法：1.書籍有分篇作者時：分篇作者－年份－章節名－書名－主編－參考頁數－出版地－出版社(機關)(見例 6)。2.書籍無分篇作者時：作者名－年份－章節名－書名－參考頁數－出版地點－出版社(見例 7)。3.無作者但有發行(編輯)機關(社)時：發行機關－年份－書名－參考頁數－出版社(見例 8)(此時並以首字之筆畫列入參考文獻之排序)，以上如缺某項時可略過，但順序不宜變更，且重要項目不可少。

(九)內文敘述及中文參考文獻時，請以(作者，年分)方式註明於該文句之末，若有數篇文章以分號(;)區隔；中英文文獻分開，並各自以引述文獻之出版年份先後依序排列，例如：(李，2012)、李(2012)，(Smith, 1985)、Smith (1985)，(林與張，1960)、林與張 (1960)，(Smith & Kline, 1968)、Smith 與 Kline (1968)。作者三人以上 (含三人)，採用 (陳等人，1989)、陳等人 (1989)，(Smith *et al.*, 1990)、Smith 等人 (1990)。本文以英文撰寫則為 Smith & Kline (1968)，Smith *et al.* (1990)。

例如：

1.張守敬。1954。臺灣水稻肥料施用適量之分區。科學農業，2(5)，1-6。

2.Jones, J. W., Longley, A. E. 1941. Sterility and aberrant chromosomes numbers in Caloro and other varieties of rice. *J. Agr. Res.* 62, 381-399.

3.作者 3 人之寫法：Jone, A. B., Lin, L. H., Chen, A. B. 1991. The biological control ...

4.作者 3 人以上之寫法：Jone, A. B., Lin,, L. H., Wang, C. D., Chen, A. B. 1991. The biological control ...

5.Eastop, V. F. 1977. World importance of aphids as virus vectors. In "Aphid as Virus", eds. K. F. Harrrts and K. Maramorosch. pp.1-61. London: Academic Press.

6.黃正華、朱永華。1970。臺灣雜糧生產現況與增產潛力之探討。頁 66-67。臺灣雜糧增產之研究，科學農業叢書第 7 號。

7.郭魁士。1978。土壤水。出自“土壤學”，頁 XX-XX。屏東：中國書局。

8.臺灣省政府農林廳。1990。臺灣農業年報，臺灣省政府印刷廠。

(十)網路相關資源引用方式說明如下：

1.Crotty, D. 2020. Ritual, process, and social interaction: The world's oldest surviving video rental store. *The Scholarly Kitchen*.

<https://scholarlykitchen.sspnet.org/2020/03/06/ritual-process-and-social-interaction-on-the-worlds-oldest-surviving-video-rental-store/> Accessed March 3, 2020.

2.洪文琪、陳明俐、紀凱齡、劉瑄儀、莊裕澤。2019。如何避開掠奪性期刊及研討會的陷阱。Research Portal 科技政策觀點。 <https://doi.org/10.6916/STPIRP>. Accessed June 20, 2019.

(十一)未正式發行之報告，如各機關年度成果報告，不可引用為參考文獻。

十一、文字敘述之號次以下列為序：中文用：一(一) 1.(1)A(A)，英文用：1.(1)A(A)a(a)。

十二、腳註以小號 1 或 2 等阿拉伯字標於右上角，說明時阿拉伯字置於左上角及文辭回復正常大小。

十三、文字敘述中之數字，儘量用阿拉伯字表示之。

十四、單位須用公制單位記號，例如以 m、cm、mm、m<sup>2</sup>、ml、l、mg、g、kg、ha、°C、pH、N、ppm、t、hr 等，不必用中文表示之。

十五、原稿審查後經由科室送還作者，作者對審查意見有異議，可書面申覆。修正後需將原稿、審查意見表及修正稿送回編輯。必要時可再外審，且本刊有刪改權。“完全定稿”後送請排版(排版後不接受大幅度修改)。

十六、作者“自行、完全”負責格式及內容之校對。

十七、其他未盡事項，得經場長核定後，隨時補充修正之。

BULLETIN OF  
TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL  
RESEARCH AND EXTENSION STATION

Publisher

H. Y. Yang

Editorial Board

C. H. Hsiao

C. Y. Chang

K. F. Pai

J. L. Yang

Y. S. Tien

H. C. Hung

C. M. Wu

C. J. Wang

Y. C. Wu

Y. C. Lee

B. Y. Tsai

書名：農業部臺中區農業改良場研究彙報(第 167 期)

出版機關：農業部臺中區農業改良場

通訊處：彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號

網址：<https://www.tcdares.gov.tw/>

電話：04-8523101-7

發行人：楊宏瑛

編輯委員：蕭政弘(總編輯)、張金元(副總編輯)

白桂芳、楊嘉凌、田雲生、洪惠娟、吳建銘、王照仁、吳以健、李昱錡、蔡本原

出版年月：114 年 6 月

定價：新臺幣 100 元整

展售處：農業部臺中區農業改良場

展售書局：1.五南文化廣場臺中總店／400 臺中市臺灣大道 2 段 85 號 (04)22260330

2.國家書店松江門市／104 臺北市松江路 209 號 1 樓 (02)25180207

中華郵政中臺字第 0 四九九號執照登記認為第一類新聞紙類

新聞局登記權：局版臺誌字第五八二三號

GPN: 2006500018

ISSN: 0255-5905

版權所有，翻拷必究