

# 綠竹桿粉碎物應用於觀賞花卉栽培 介質改良

吳安娜、楊雅淨

行政院農業委員會桃園區農業改良場副研究員、助理研究員

annawu@tydais.gov.tw

## 摘要

本試驗旨在評估綠竹廢棄竹桿粉碎物作為花壇草花育苗介質之可行性及探討提高盆花觀賞品質之肥培管理技術。在 4 種綠竹桿粉碎物調配之育苗介質，對草花植物雞冠花‘城堡-緋紅色’及夏堇‘夏之戀-酒紅’苗株株高、展幅、地上部鮮重及乾重等關鍵生育性狀，以綠竹粉粉碎物：泥炭土=1：2 處理生長表現較佳，但仍以對照市售介質 BVB 處理苗株生長量為最高；綠竹桿粉碎物與泥炭土混合調配之育苗介質與市售介質均有良好的萌芽率，上述處理之酸鹼值、電導度、總體密度、介質孔隙度、含水量、保水力及固液氣三相分布等理化性質，均與市售介質 BVB 極為相近。綠竹桿粉碎物調配介質中添加  $0-4 \text{ g L}^{-1}$  之緩效性基肥(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=14-11-13)處理結果顯示，添加基肥處理對夏堇‘夏之戀-酒紅’株高、展幅、葉片葉綠素讀值等生長量明顯較草花慣用介質為佳，以綠竹配方介質添加基肥  $2 \text{ g L}^{-1}$  處理最佳。聖誕紅‘聖誕節’及‘公主粉’2 品種在綠竹粉粉碎物處理介質與慣用介質中均能生育良好，添加基肥處理之葉片葉綠素讀值、苞片亮度值及紅色度明顯增加，而藍色值明顯減少，其中處理介質添加基肥  $1 \text{ g L}^{-1}$  以上，株高、展幅及分枝數等生長明顯優於對照慣用介質。

關鍵字：綠竹、育苗介質、花壇植物、聖誕紅、介質理化性質

## 前言

根據 2017 年農業統計要覽資料顯示，臺灣竹筍栽培面積 27,449 公頃，產量達 257,895 公噸，為臺灣栽培面積最大之蔬菜作物。其中綠竹栽培面積逾 7,000 公頃以上，主要栽培產區在臺灣北部地區(劉與顏，2009)，在經濟生產栽培過程中，為提升竹筍產量，每年均需例行去除老舊竹桿，初步估計應約有 12,600 公噸，通常農友將其丟棄未能善加利用，因竹纖維素及木質素含量高，自然分解崩壞需時甚長，且廢棄或燃燒造成的環境污染常被忽略。利用廢棄之綠竹竹桿豐富纖維質特性，開發應用於作物栽培介質相關研究，目前僅見蔬菜栽植盤介質開發研究(李和莊，2009)，對於盆花栽培大量使用進口泥炭土的觀賞花卉栽培介質利用研究目前闕如，利用本土開發之栽培介質生產應為可行。

2017 年農業統計要覽資料顯示國內盆花類栽培面積共 1,057 公頃，總產值逾 11 億元以上。為使盆栽植物穩定生長兼顧觀賞品質，栽培介質對進口泥炭土仰賴度極高。根據歐洲泥炭土及栽培介質協會(EPAGMA) 2005-2006 年資料，歐洲栽培介質總銷售量高達 13 億歐元，使用總量約 3,200 萬立方米，其中用於農作專業生產用量約 1,900 萬立方米。近年來，歐洲來源之泥炭土有耗盡減產、價格上揚趨勢，國內外園藝資材業者已開始尋求穩定品質之替代介質來源與種類。

依據 2015 年國內栽培介質進口廠商推估，臺灣花卉栽培介質每年使用泥炭土逾 250,000 立方米，在臺灣整體市場有 5 億元以上潛力。大部分專業生產業者栽培盆花，介質多仰賴進口泥炭土，推算栽培介質成本每公升約 2-2.5 元，易受進口產地來源產量逐年耗盡及價格攀升影響，開發國內自有替代栽培介質，已是亟待解決的問題與發展趨勢。鑒於綠竹桿粉碎物每年由廢棄之竹桿預估可製成約 70,000 立方米之介質總量，約占國內用量四分之一至三分之一，產值預估逾 1.5 億元潛力，開發為本土花卉替代性介質可行性高。

景觀花壇草花植物均為國內自產自銷，用量極多。陳等(2002)在全國草花生產現況調查結果顯示，全國草花栽培面積 109.4 公頃，其中桃園市面積 64.4 公頃居首，占全國面積 58.9%。草花主要應用於道路安全島、公園、風景遊樂區等之造景等公共工程，產品大都以 3.5 寸黑軟盆之規格供應市場，近年更廣泛且普遍應用在都市美化綠牆及裝置藝術作品上。前人研究指出，聖誕紅栽培介質之物理性質總體密度、質材密度、總孔隙度、含水量及保水力之最適範圍，分別為  $0.62 \text{ g cm}^{-3}$  以下、 $1.15 \text{ g cm}^{-3}$  以下、46.5%以上、55%以上及 30%以上，pH 值應在 4.8-6.4 之間，而 EC 值應在  $2.0 \text{ mS cm}^{-1}$  以下(羅與王，2003)。國內觀葉類植物銷售量僅次於蝴蝶蘭，其栽培介質較適理化性質範圍，EC 值(electrical conductivity,  $1.0\text{-}3.0 \text{ dS m}^{-1}$ )，pH 值範圍為 5.5-7.0，總體密躡(Bulk density)為  $0.15\text{-}0.8 \text{ g cm}^{-3}$  含水量(container capacity)為 20%-60%，保水力(container capacity)50%-75%，空氣孔隙率(air-fill porosity)則為 10%-20% (Chenetat., 2005; Joiner *et al.*, 1983)。相關生活應用的花卉生產用的介質，對進口栽培介質的需求均極為仰賴。

為尋求本土來源穩定之園藝栽培介質，國內已有研究指出利用堆肥過的金針菇廢木屑調配成之蔬菜與花卉育苗介質，與常用的泥炭土之育苗效果無顯著的差異，故金針菇廢木屑可取代泥炭土作為國內栽培使用之介質(廖等，2006)。本試驗前期已建立綠竹桿粉碎物取代添加泥炭土作為觀花盆栽介質使用，對於 5 寸觀賞盆栽茉莉、黃梔花及聖誕紅、杭菊，3.5 寸黑軟盆栽夏堇、四季海棠等花壇草花植物，以及 3 寸小品觀葉盆栽粗肋草、里約彩葉鳳梨等觀賞植物，其生育與觀賞品質均能在調製配方中表現良好，顯示綠竹桿粉碎物開發作為替代介質極為可行。本試驗延續已建立綠竹桿粉碎物介質製作流程，繼續探討綠竹桿粉碎物開發作為花卉育苗栽培介質之理化性質，進一步精進探討綠竹副產物產業應用之觀賞盆栽植物管理技術，以落實本土介質產業發展。

## 材料與方法

### 一、綠竹粉碎物育苗介質對花壇草花植物苗株品質之影響

#### (一) 綠竹粉碎物介質處理配製

新鮮綠竹桿粉碎物經淋洗 10 min 及瀝乾步驟重複 3 次，堆置發酵 1 個月後，過 1 cm 篩網之綠竹粉碎物與泥炭土體積比 2 : 1、1 : 1、1 : 2 及全量，經均勻混合，調製成 4 種綠竹粉碎物處理介質。

#### (二) 探討綠竹粉碎物調製介質對花壇草花植物苗株生育之影響

1. 試驗材料：夏堇‘夏之戀—酒紅’、雞冠花‘城堡—緋紅色’種子及綠竹粉碎物處理介質。

2. 方法：

(1) 試驗處理：取上述 4 種處理之綠竹粉碎物處理介質，與市售 BVB 草花育苗專用泥炭土(荷蘭生產)為對照，共計 5 種處理，於 4 月下旬播種夏堇、雞冠花兩種花壇植物於 128 格穴盤中，至於溫室具噴霧育苗床架上，每天噴水 4 次，每次 30 秒，觀察各介質苗株生長及品質差異，並評估其育苗適用配方介質之可行性。

(2) 栽培管理：播種後之穴盤置於簡固型溫室床架上，定時澆水。發芽後以  $N-P_2O_5-K_2O=20-20-20$  液肥稀釋 1,000 倍每週施用 1 次，至苗株本葉 3-4 片移植適期為止。

(3) 試驗設計：完全隨機設計，5 種介質處理、4 重複，每小區 4 盤。

(4) 調查項目：播種前各介質理化性質，包括酸鹼值(1:5)、電導度(1:5)、總體密度( $g\ mL^{-1}$ )、介質孔隙度(%)、含水量(%)、保水力(%)及介質之三相(固、液及氣相)體積含量比例分布等。至苗株達移植適期之發芽率、各介質處理苗株萌芽率、株高、展幅、鮮重及乾重。

### 二、夏堇及聖誕紅介質基質肥料施用量對盆栽生育之影響

(一) 試驗材料：夏堇‘夏之戀—酒紅’本葉 4-6 片苗株、聖誕紅‘聖誕節’及‘公主粉’發根苗及綠竹粉碎物適用配方介質(依據前期適用配方處理試驗結果，以粒徑小於 3 cm 綠竹粉碎物與泥炭土體積比 1 : 1 為本項試驗採用栽培介質)。

(二) 試驗處理：綠竹粉碎物適用配方介質中，添加  $N-P_2O_5-K_2O=14-11-13$  之緩效性肥料 0、1、2、4  $g\ L^{-1}$  等 4 種用量為基肥，以不添加基肥草花慣用介質(泥炭土：稻殼體積比 2 : 1)，5 月上旬定植夏堇於 3.5 寸黑軟盆；以不添加基肥之聖誕紅慣用介質(泥炭土：珍珠石體積比 7 : 1)，與添加基肥處理之綠竹粉碎物介質，於 8 月上旬定植聖誕紅於 5 寸盆中，分別探討夏堇及聖誕紅定植後至達盆花商品價值時期生育的差異。

(三) 試驗設計：完全隨機設計，5 種基肥用量處理，4 重複，每小區 12 株。

(四) 調查項目：調查夏堇植株株高、展幅、成熟葉葉綠素讀值及開花數；聖誕紅植株株高、展幅、形成花序之有效分枝數、成熟葉葉綠素讀值、苞片顏色及花序直徑。

## 結果與討論

### 一、綠竹粉碎物育苗介質對花壇草花植物苗株品質之影響

4 種綠竹粉碎物育苗介質處理對雞冠花‘城堡-緋紅’育苗品質的影響，苗株株高、展幅、地上部鮮重、乾重等性狀調查，均以市售介質生長表現最佳，其次為綠竹粉碎物：泥炭土=1：2 處理，全量綠竹粉碎物處理最差；萌芽率以綠竹粉碎物：泥炭土=2：1 最高達 92.8%，綠竹粉碎物：泥炭土=1：1 及綠竹粉碎物：泥炭土=1：2 處理與市售介質次之，而全量綠竹粉碎物處理最低僅 67.6%(表 1)。在夏堇‘夏之戀-酒紅’苗株株高、展幅、地上部鮮重、乾重等性狀調查，均以市售介質生長表現最佳，其次為綠竹粉碎物：泥炭土=1：2 處理，全量綠竹粉碎物處理最差；萌芽率以綠竹粉碎物：泥炭土=2：1 最高 91.2%，與綠竹粉碎物：泥炭土=1：2 及市售介質差異不顯著，而全量綠竹粉碎物處理最低僅 82.6%(表 2)。

表 1. 綠竹粉碎物處理介質對雞冠花‘城堡-緋紅色’育苗品質之影響

Table 1. Effects of green bamboo fragment nursery medium on plant developments of *Celosia plumosa* ‘Castle-Scarlet’.

介質(V/V) Medium	株高 Plant height (cm)	展幅 Plant width (cm)	地上部鮮重 Fresh weigh t(g)	地上部乾重 Dry weight (g)	萌芽率 Germination rate (%)
綠竹粉碎物：泥炭土=2:1	2.6 c	1.3 c	0.02 c	0.004 c	92.8 a
綠竹粉碎物：泥炭土=1:1	2.5 c	1.5 c	0.02 c	0.004 c	89.5 ab
綠竹粉碎物：泥炭土=1:2	4.9 b	2.9 b	0.11 b	0.015 b	87.1 b
全量綠竹粉碎物	2.2 d	1.1 d	0.01 c	0.002 c	67.6 c
市售介質(BVB)	7.1 a	5.7 a	0.48 a	0.051 a	87.6 b

同行英文字母相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Means with the same letter within columns are not significantly different by LSD at 5% level.

表 2. 綠竹粉碎物處理介質對夏堇‘夏之戀-酒紅’育苗品質之影響

Table 2. Effects of green bamboo fragment nursery medium on plant developments of *Torenia fournieri* ‘Summery Love-Burgundy’.

介質(V/V) Medium	株高 Plant height (cm)	展幅 Plant width (cm)	地上部鮮重 Fresh weigh t(g)	地上部乾重 Dry weight (g)	萌芽率 Germination rate (%)
綠竹粉碎物：泥炭土=2:1	0.5 d	0.9 d	0.006 c	0.002 c	91.2 a
綠竹粉碎物：泥炭土=1:1	0.6 c	1.2 c	0.007 c	0.002 c	87.7 b
綠竹粉碎物：泥炭土=1:2	1.3 b	2.6 b	0.029 b	0.004 b	90.4 ab
全量綠竹粉碎物	0.4 d	0.6 e	0.004 c	0.001 c	82.6 c
市售介質(BVB)	3.2 a	5.4 a	0.141 a	0.018 a	88.6 ab

同行英文字母相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Means with the same letter within columns are not significantly different by LSD at 5% level.

以粒徑小於 1 cm 之綠竹桿粉碎後調製介質，於種植前進行理化性質分析，以探討調製處理介質與市售育苗介質對草花育苗品質之影響，分析結果顯示，綠竹粉碎物處理介質 pH 值(1:5)介於 5.78-6.02 間，綠竹粉碎物佔體積比值高者 pH 較高，而市售介質 BVB 5.44 為最低，均仍為大部分觀賞植物種植適用範圍內；電導度 0.55-1.51 dS m<sup>-1</sup> 間，低於市售育苗介質 1.58 dS m<sup>-1</sup>。調製後之 4 種綠竹桿粉碎物介質總體密度介於 0.15-0.19 g cm<sup>-3</sup>，其中綠竹粉碎物：泥炭土=1：1 處理與市售介質相同均為 0.18 g cm<sup>-3</sup>，全量綠竹粉碎物介質最低，單位體積重量最輕；介質孔隙度以全量綠竹粉碎物處理 17.2%為最高，其次為綠竹粉碎物：泥炭土=2:1 處理 13.8%，綠竹粉碎物：泥炭土=1:1 及 1:2 處理 6.3%再次之，市售介質 5.1%最低。含水量以市售介質最高 370%，其次是綠竹粉碎物：泥炭土=1:2 處理 342%，綠竹粉碎物：泥炭土=1:1 處理略低前者處理再次之，全量綠竹粉碎物處理明顯最低為 254%。保水力以市售介質之 66.8%為最高，綠竹粉碎物：泥炭土=1:2 僅略低市售介質為 65.8%，同樣以全量綠竹粉碎物處理最低僅 38.9%(表 3)。試驗介質處理處理固、液及氣三相體積分布分析結果顯示，全量綠竹粉碎物處理固相及氣相比例最高，分別佔總體體積 37%及 19%，市售介質最低，分別為 30%及 5%；液相比率以市售介質最高 65%，綠竹粉碎物：泥炭土=2:1 最低為 52% (圖 1)。

表 3. 綠竹粉碎物處理介質之理化性質分析

Table 3. The physical and chemical properties of green bamboo fragment cultural medium.

介質(V/V) Medium	pH(1:5)	EC(1:5) (dS m <sup>-1</sup> )	總體密度 Bulk density (g cm <sup>-3</sup> )	介質孔隙度 Air fill porosity (%)	含水量 (%)	保水力 (%)
綠竹粉碎物：泥炭土=2:1	6.02	0.98	0.17	13.8	314	53.0
綠竹粉碎物：泥炭土=1:1	5.88	1.24	0.18	6.3	337	60.9
綠竹粉碎物：泥炭土=1:2	5.78	1.51	0.19	6.3	342	65.8
全量綠竹粉碎物	6.02	0.55	0.15	17.2	254	38.9
市售介質(BVB)	5.44	1.58	0.18	5.1	370	66.8

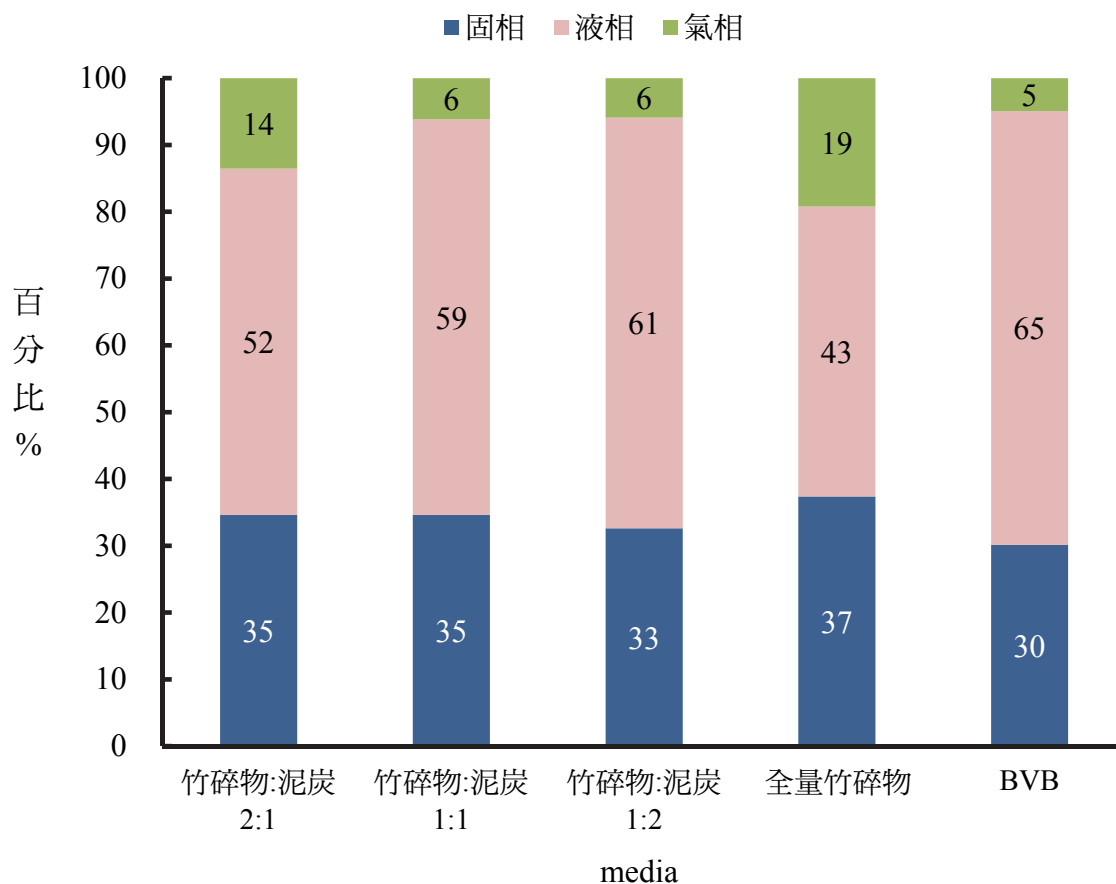


圖 1. 綠竹粉碎物處理介質之三相分布

Fig. 1. Three-phase distribution of green bamboo fragment cultural medium.

本試驗參試草花植物夏堇‘夏之戀—酒紅’及雞冠花‘城堡—緋紅色’種子在綠竹粉碎物處理介質育苗，苗株生長均以市售介質 BVB 明顯較佳，與泥炭土以不同比例調配之綠竹粉碎物介質處理，綠竹粉碎物體積含量越高之苗株生育明顯較差，以全量綠竹粉碎物處理之苗株生長明顯受到抑制，夏堇‘夏之戀—酒紅’種子萌芽率甚至明顯為最低。介質處理中以綠竹粉碎物：泥炭土=1:2 項泥炭土體積比最高，經介質理化性質及三相分布特性分析，結果顯示與市售介質 BVB 極為相近，雖苗株在該處理中可正常發芽，且為含綠竹粉碎物處理介質中生長最佳者，惟株高、展幅、地上部鮮重及乾重等生長量調查仍明顯較市售育苗介質差，推論該綠竹粉碎物處理介質中可能有不明原因，如綠竹特有生化成分易抑制苗株地下根生長，進而降低地上部生長量，仍須進一步試驗探究原因。

## 二、夏堇及聖誕紅介質基質肥料施用量對盆栽生育之影響

綠竹桿粉碎物調配介質中添加 0-4 g L<sup>-1</sup> 之緩效性基肥處理，對夏堇‘夏之戀—酒紅’生育調查結果顯示，植株株高以配方介質+2 g L<sup>-1</sup> 處理 21.7 cm 為最高、配方介質+0 g L<sup>-1</sup> (無添加基肥處理) 16.4 cm 為最矮；展幅以配方介質+2 g L<sup>-1</sup> 及配方介質+4 g L<sup>-1</sup> 處理最寬、無添加基肥之配方介質處理最窄；葉片葉綠素讀值以配方介質+4 g L<sup>-1</sup> 最高為 32.0，其次為配方介質+2 g L<sup>-1</sup> 處理，無添加基肥之配方介質處理最低為 22.1；至本(2018)年 6 月 4 日調查當日之花朵數，各處理 9.1-11.2 朵，其中無添加基肥之配方介質處理較少外，餘處理與慣用草花介質處理相近，各項性狀調查，處理間差異均達顯著性(表 4)。

表 4. 綠竹粉碎物配方介質添加基肥處理對夏堇‘夏之戀—酒紅’生育之影響

Table 4. Effects of base fertilizer treatment added in green bamboo fragments media on plant growth in *Torenia fournieri* ‘Summery Love-Burgundy’.

介質基肥處理 Treat of base fertilizer	株高 Plant height (cm)	展幅 Plant width (cm)	葉片葉綠素讀值 SPAD reading of leaves	花朵數 No. of flowers
配方介質+0 g L <sup>-1</sup>	16.4 e	14.8 d	23.9 d	9.1 b
配方介質+1 g L <sup>-1</sup>	19.7 c	20.5 b	26.4 c	11.1 a
配方介質+2 g L <sup>-1</sup>	21.7 a	23.0 a	30.0 b	10.9 a
配方介質+4 g L <sup>-1</sup>	20.7 b	23.6 a	32.0 a	10.1 ab
慣用介質(對照)	18.3 d	17.1 c	22.1 e	11.2 a

同行英文字母相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means with the same letter within columns are not significantly different by LSD at 5% level.

添加 0-4 g L<sup>-1</sup> 之緩效性基肥於綠竹粉碎物適用介質中，對聖誕紅‘聖誕節’，植株株高及展幅均以配方介質添加基肥處理較高、對照慣用介質最低，處理間差異顯著；形成花序之有效分枝數 9.9-10.4 枝，處理間差異未達顯著性；苞片顏色綠竹粉碎物適用配方處理亮度(L)值及紅色(+a)值均高於對照慣用介質，而藍色(+b)值以對照慣用介質為最高，配方介質+4 g L<sup>-1</sup> 處理則最低；花序直徑以無添加基肥之配方介質及配方介質+1 g L<sup>-1</sup> 處理最大均為 23.0 cm，慣用介質處理最小僅 17.3 cm；對聖誕紅‘公主粉’植株株高及展幅以配方介質+2 g L<sup>-1</sup> 及配方介質+4 g L<sup>-1</sup> 處理較高，其餘處理則較低。有效分枝數 10.2-11.0 枝，以配方介質+4 g L<sup>-1</sup> 最多、對照慣用介質最少。苞片顏色綠竹粉碎物配方處理種植植株之亮度(L)值均高於對照慣用介質，紅色(+a)值處理間差異不顯著，而藍色(+b)值以對照慣用介質最高，配方介質+2 g L<sup>-1</sup> 處理最低；花序直徑亦以綠竹配方介質大於慣用介質處理，差異均達顯著性(表 5)。

由本試驗得知，夏董‘夏之戀—酒紅’及聖誕紅‘聖誕節’及‘公主粉’2 品種盆栽植物在定植時，在綠竹粉碎物配方介質中均能生育良好，株高、展幅等生長量指標明顯較佳，栽培夏董盆栽添加基肥 2 g L<sup>-1</sup>、聖誕紅盆栽添加 1 g L<sup>-1</sup> 以上之緩效性肥料為基肥處理，葉色能更濃綠、苞片顏色更有助於亮度值、紅色度提高及藍色值降低苞片。

表 5. 綠竹粉碎物配方介質添加基肥處理對聖誕紅‘聖誕節’及‘公主粉’生育之影響

Table 5. The growth effects on base fertilizer treatment of green bamboo fragments medium in poinsettia ‘NPCW10167(NOEL)’ and ‘Bonprilipcom’.

介質基肥處理 Treat of base fertilizer	株高 Plant height (cm)	展幅 Plant width (cm)	分枝數 No. of Branches	葉片葉綠素 讀值 SPAD reading of leaves	苞片顏色 Color of bracts			花序直徑 Diameter of florescence (cm)
					亮度值 L	紅綠值 a	藍黃值 b	
‘聖誕節’								
配方介質+0 g L <sup>-1</sup>	37.3 b	53.0 b	9.9 a	52.0 ab	42.0 a	35.8 a	10.9 b	23.0 a
配方介質+1 g L <sup>-1</sup>	39.2 a	53.8 ab	10.4 a	52.2 a	41.0 ab	35.8 a	10.7 b	23.0 a
配方介質+2 g L <sup>-1</sup>	38.0 ab	54.3 ab	10.3 a	50.5 ab	40.6 abc	35.6 a	10.7 b	21.4 b
配方介質+4 g L <sup>-1</sup>	39.5 a	56.2 a	10.2 a	50.1 b	39.1 bc	34.7 ab	10.0 c	21.5 b
慣用介質(對照)	34.5 c	50.0 c	10.0 a	47.1 c	38.6 c	34.0 b	12.8 a	17.3 c
‘公主粉’								
配方介質+0 g L <sup>-1</sup>	22.3 b	30.9 b	10.0 b	57.4 ab	40.7 ab	42.3 a	9.4 ab	14.4 a
配方介質+1 g L <sup>-1</sup>	22.1 b	30.8 b	10.5 ab	59.0 a	42.4 a	42.8 a	9.3 ab	13.9 a
配方介質+2 g L <sup>-1</sup>	24.0 a	31.2 ab	10.6 ab	57.7 ab	39.5 bc	42.1 a	9.1 b	13.8 a
配方介質+4 g L <sup>-1</sup>	24.0 a	32.3 a	11.0 a	58.7 a	40.0 abc	42.2 a	9.3 ab	14.6 a
慣用介質(對照)	22.3 b	30.5 b	10.2 b	54.7 b	39.0 c	42.1 a	10.1 a	12.5 b

同行英文字母相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Means with the same letter within columns are not significantly different by LSD at 5% level.

## 參考文獻

行政院農業委員會。2017。106年農業統計年報。行政院農業委員會。

李宗翰、莊浚釗。2009。綠竹園廢棄物資源利用研究。桃園區農業改良場研究彙報 66:21-30

陳錦木、傅仰人、陳昌岑。2002。九十一年度全國草花生產現況調查。桃園區農業改良場調查報告(未發表)。

廖乾華、劉廣泉、吳安娜。2006。金針菇廢木屑應用於育苗介質之研究。桃園區農業改良場研究彙報 60:31-38。

劉廣泉、顏勝雄。2009。綠竹栽培管理技術。桃園區農業改良場綠竹筍專輯。p.1-4。

羅秋雄、王斐能。2003。聖誕紅栽培介質物理性適宜值評估。桃園區農業改良場研究彙報 52:32-44。

Chen, Jianjun, D.B. McConnell, R.J. Henny, and D.J. Norman. 2005. The foliage plant industry. Hort. Rev. 31:45-110.

Joiner, J.N., R.T. Poole, and C.A. Conover. 1983. Nutrition and fertilization of greenhouse crops. Hort. Rev.5:317-403.

# Development of green bamboo fragments in the floriculture media

An-Na Wu and Ya-ching Yang

Associate researcher and assistant researcher

Taoyuan district agricultural research and extension station, COA

annawu@tydais.gov.tw

## Abstract

The study was conducted to evaluate green-bamboo fragments on the nursery medium of bedding plants and develop cultural technique on raising ornamental quality of potting plants. The plant height, width, fresh weight and dry weight were better in the media, bamboo fragment: peat moss=1:2(V/V) on *Torenia fournieri* ‘Summery Love- Burgundy’ and *Celosia plumosa* ‘Castle-Scarlet’ seedlings compared within four nursery medium with different contents of green-bamboo fragments, but ‘BVB’, the commercial nursery media was more vigorous than green bamboo fragments medium. The pH, electrical conductivity, bulk density, air fill porosity, water capacity, water-holding capacity and three-phase distribution of the media bamboo fragment: peat moss=1:2 (V/V) were very closer to the commercial nursery media. The growth effects of base fertilizer(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=14-11-13) added treatment of green bamboo fragments formula media on torenia ‘Summery Love- Burgundy’ showed the plant height, plant width, SPAD reading of leaves were better than customary media. The treat of base fertilizer 2 g L<sup>-1</sup> added was the best to potting torenia. In addition, The treats of base fertilizer added in green bamboo fragments formula media were conducive to grow on poinsettia ‘NPCW10167(NOEL)’ and ‘Bonprilipcom’, raising the SPAD readings, L and a value of color of bracts specially. The treatment of base fertilizer added above 1 g L<sup>-1</sup> in green bamboo fragments formula media, the plant height, plant width, and effective branches of potting poinsettia would increase compared with customary media significantly in the trial.

Key words: Green bamboo, Nursery media, Bedding plant, Poinsettia, Physical and chemical properties of media

# 設施青蔥幼蔥夏季生產技術之建立

呂朝元、顏勝雄

行政院農業委員會桃園區農業改良場助理研究員

lyucy@tydais.gov.tw

## 摘要

本研究目的為建立設施青蔥幼蔥夏季生產技術，穩定青蔥夏季產銷，探討種植時期及密度對青蔥幼蔥生育、產量及品質影響。2018 年於本場臺北分場試驗田進行，青蔥於 4-8 月共分為 5 個種植時期，並搭配 4 種行株距處理。結果顯示，青蔥幼蔥在 5 月種植株高最高，6 月種植葉鞘最長，其餘種植時期皆不影響單叢重、葉鞘直徑及分蘖數。採用高密度種植不影響幼蔥單叢重、株高、葉鞘長、葉鞘直徑及分蘖數，代表在密植下(15×15 cm)不影響幼蔥外觀品質。以 2015-2017 年市場批發價格為例，在 4-8 月份定植蔥苗，7-11 月份採收幼蔥，種植密度 15×15 cm 較 20×25 cm，可提升 85%產值。

關鍵詞：青蔥(*Allium fistulosum* L.)、設施栽培、生產技術

## 前言

青蔥為重要的香辛蔬菜之一，近年來生產面積約 5,000 公頃。性喜冷涼氣候，生長適宜溫度為 13-25°C(楊等, 2004)，而臺灣在 5-10 月半年期間平均氣溫高於 25°C(圖 1)。臺灣夏季高溫、多濕，加上颱風、豪雨侵襲，使得生育不佳，產量銳減，導致產銷失衡，價格變動劇烈(圖 2-圖 5)，粉蔥 10 月(夏季 7 月種植)價格與 5 月(冬季 2 月種植)相比達 5 倍，因此，穩定夏季青蔥供應為當務之急。青蔥栽培期長，分株定植至採收需 3 個月(許苑培, 1999; 2009)，故災後復耕期長，6-8 月惡劣環境下，露天種植青蔥產量少，造成 8-11 月產量不足。夏季青蔥傳統露天生產模式無法克服颱風豪雨等劇烈氣候環境問題，為有效解決夏季青蔥生產不穩定問題，本計畫目的在建設設施青蔥幼蔥夏季生產技術以推廣農友採行，穩定青蔥產銷供應。

臺灣青蔥主要產品交易品項有粉蔥、日蔥和北蔥三項，其中粉蔥交易量居各項蔥產品之冠，次為北蔥。本計畫考慮夏季環境因素，選定以較耐熱北蔥為栽培品種，北蔥以種子穴盤育苗繁殖，可在小面積環境培養大量蔥苗，播種後 2 個月，植株高 10 公分進行定植，定植(不深植)後 3 個月採收，可得到類似蝦夷蔥(細香蔥)外觀及品質的葉蔥，蔥白(假莖)較短，蔥葉綠色比例較長，葉中的抗氧化活性分子成分較蔥白高(Stajner and Varga, 2003)。

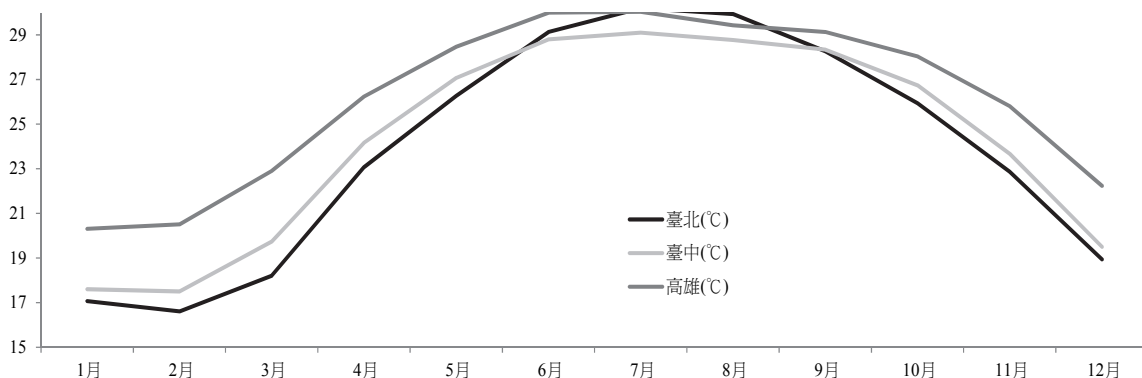


圖 1. 2015-2017 年平均氣溫

Fig. 1. 2015-2017 monthly temperature

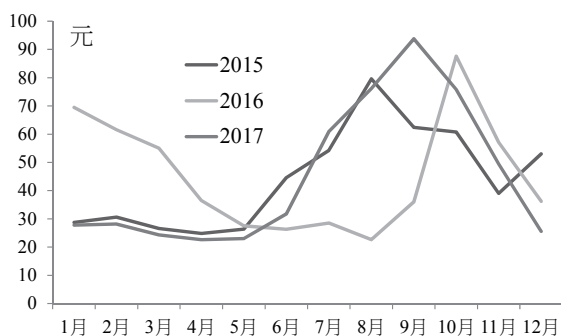


圖 2. 北蔥 2015-2017 年批發價格

Fig. 2. 2015-2017 wholesale price of gree onion.

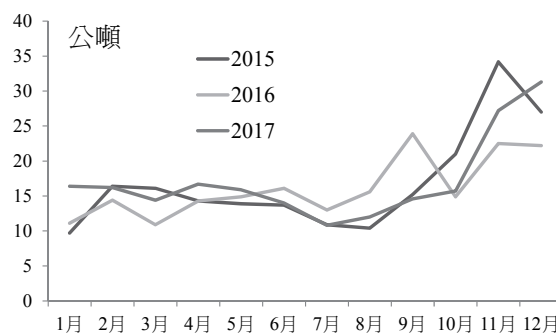


圖 3. 北蔥 2015-2017 年交易量

Fig. 3. 2015-2017 trading volume of gree onion.

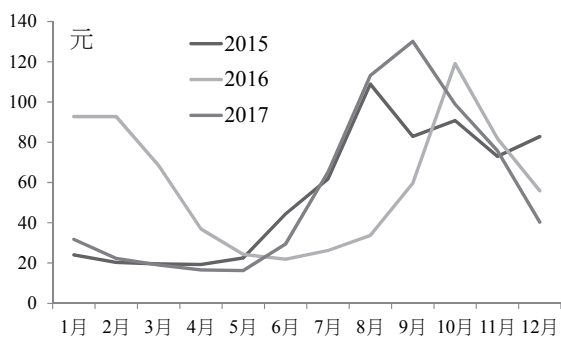


圖 4. 粉蔥 2015-2017 年批發價格

Fig. 4. 2015-2017 wholesale price of gree onion.

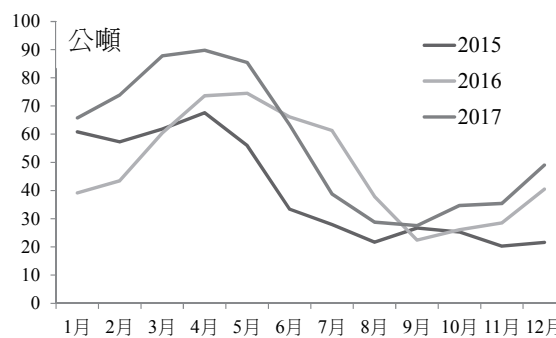


圖 5. 粉蔥 2015-2017 年交易量

Fig. 5. 2015-2017 trading volume of gree onion.

資料來源：農產品批發市場交易行情站 <https://amis.afa.gov.tw/main/About.asp>

Source: <https://amis.afa.gov.tw/main/About.asp>

## 材料與方法

### 一、試驗處理

春末夏初青蔥價格由低檔開始上升之前分別於 4 月、5 月、6 月、7 月及 8 月將 2 個月苗齡北蔥苗(128 格穴盤苗)定植於設施內，每叢種植 5 株蔥苗，種植密度處理行株距 15×15、15×20、20×20 及 20×25cm(對照)，3 個月後調查青蔥幼蔥性狀及產量。

### 二、試驗設計

採裂區設計，以種植時期處理為主區，以行株距處理為副區，4 重複。

### 三、栽培管理

依慣行栽培管理，施肥參照作物施肥手冊(楊和陳，2008)。

### 四、調查項目

調查單叢重、株高、葉鞘長、葉鞘直徑、分蘖數，每小區調查 10 叢。

### 五、試驗資料之統計分析

以 RStudio Version 1.1.463 程式，agricolae 套件進行變異數分析(ANOVA)，處理因子達顯著差異者，再使用 Fisher 的最小顯著差異性測驗(Fisher's protected least significant difference test, LSD test)測定處理因子間之差異。產量性狀並以 PerformanceAnalytics 套件，進行簡單相關係數分析。

## 結果與討論

### 一、種植時期與密度對青蔥幼蔥之影響

青蔥種植時期對單叢重、株高、葉鞘長、葉鞘直徑及分蘖數之變方分析如表 1 所示，種植時期對青蔥幼蔥株高、葉鞘長之影響達顯著差異，但單叢重、葉鞘直徑及分蘖數則無顯著影響。不同時期種植之單叢重 58.5-70.2 g，處理間無顯著差異。株高 49.8-61.9 cm，而以 5 月種植之株高 61.9 cm 最高，4、5 及 6 月種植之株高則無顯著差異，8 月種植之株高 49.8 cm 最低。葉鞘長 9.3-11.4 cm，而以 6 月種植之葉鞘長 11.4 cm 最長，5、4 及 7 月其次，8 月 9.3 cm 最短。葉鞘直徑 6.3-8.4 mm，處理間無顯著差異。分蘖數 5.3-6.7，處理間無顯著差異。

青蔥種植密度對單叢重、株高、葉鞘長、葉鞘直徑及分蘖數之變方分析如表 1 所示。種植密度對青蔥幼蔥單叢重、株高、葉鞘長、葉鞘直徑及分蘖數皆無達無顯著差異。不同密度

種植之單叢重 61-73.5 g，處理間無顯著差異。株高 56.3-57.0 cm，處理間無顯著差異。葉鞘長 10.4-10.5 cm，處理間無顯著差異。葉鞘直徑 7-7.7 mm，處理間無顯著差異。分蘖數 6-6.3，處理間無顯著差異。

表 1. 種植時期與密度對青蔥幼蔥生育影響之變方分析

Table 1. Analysis of variance for green onions subjected to plant date and spacing.

	種植密度 (cm)	單叢重 (g)	株高 (cm)	葉鞘長 (cm)	葉鞘直徑 (mm)
種植時期					
4 月	58.5 b <sup>z</sup>	57.5 ab	10.3 b	7.1 ab	5.3 b
5 月	74.4 a	61.9 a	10.9 ab	8.4 a	6.4 a
6 月	56.2 a	59.9 ab	11.4 a	7.5 ab	6.2 ab
7 月	73.5 a	54.4 bc	10.2 b	7.4 ab	6.7 a
8 月	70.2 a	49.8 c	9.3 c	6.3 b	6.0 ab
月份 ANOVA-p 值	0.68(NS)	0.016(*)	0.004(**)	0.08(NS)	0.13(NS)
種植密度(cm)					
15×15	61 b	56.9 a	10.4 a	7.0 a	6.1 a
15×20	62.7 b	56.3 a	10.5 a	7.2 a	6.0 a
20×20	69.1 ab	57 a	10.4 a	7.7 a	6.1 a
20×25	73.5 a	56.5 a	10.4 a	7.5 a	6.3 a
種植密度 ANOVA-p 值	0.06(NS)	0.91(NS)	0.98(NS)	0.42(NS)	0.55(NS)

z: 同行英文字相同者表示經 LSD 差異性測驗未達 5%顯著差異水準。\* 及 \*\* 分別代表 5%及 1%之顯著水準。

z: Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level. \*and\*\* at the 5% and 1% probability level, respectively.

青蔥種植時期與密度對青蔥幼蔥單叢重、株高、葉鞘長、葉鞘直徑、分蘖數之調查結果如表 2，單叢重 52.2-84.5 g，株高 47-62.7 cm，葉鞘長 8.8-12.1 cm，葉鞘直徑 8.8-12.1 cm，分蘖數 5.3-7。

表 2. 種植時期與密度對青蔥幼蔥之調查結果

Table 2. Effect of plant date and spacing on horticultural characteristics of green onions.

種植時期 (date)	種植密度 (cm)	單叢重 (g)	株高 (cm)	葉鞘長 (cm)	葉鞘直徑 (mm)	分蘖數 (no.)
4 月	15×15	54.2 b <sup>z</sup>	57.3 a	10.7 a	6.5 a	5.5 a
	15×20	52.2 b	56.5 a	10.6 a	6.6 a	5.3 a
	20×20	61.9 b	58.5 a	9.4 b	6.9 a	5.3 a
	20×25	65.6 a	57.6 a	10.6 a	8.5 a	5.3 a
5 月	15×15	66.1 a	61.3 a	10.9 a	7.6 b	6.0 a
	15×20	72.6 a	62.1 a	10.7 a	8.9 b	6.4 a
	20×20	75.9 a	61.7 a	11.2 a	9.1 a	6.5 a
	20×25	82.9 a	62.7 a	10.8 a	8.3 b	6.7 a
6 月	15×15	52.6 a	60.9 a	10.8 b	7.2 a	6.2 a
	15×20	54.4 a	59.5 a	11.4 b	7.0 a	6.0 a
	20×20	54.3 a	59 a	12.1 a	8.3 a	6.0 a
	20×25	63.5 a	60.2 a	11.3 b	7.3 a	6.6 a
7 月	15×15	67.0 b	54.5 a	10.3 a	7.1 a	6.6 a
	15×20	62.7 b	53.1 a	10.3 a	7.6 a	6.4 a
	20×20	79.9 b	54.9 a	9.9 a	7.4 a	6.8 a
	20×25	84.5 a	55.1 a	10.5 a	7.7 a	7.0 a
8 月	15×15	65.1 a	50.8 a	9.5 a	6.8 a	6.3 a
	15×20	71.5 a	50.2 a	9.7 a	6.1 a	5.8 a
	20×20	73.5 a	51.1 a	9.4 a	6.5 a	5.9 a
	20×25	70.9 a	47.0 b	8.8 a	5.9 a	6.0 a

z: 同行英文字相同者表示經 TukeyHSD 差異性測驗未達 5%顯著差異水準。

z: Mean values within column followed the same letter are not significant different by TukeyHSD test at 5% probability level.

## 二、青蔥幼蔥產量構成要素間之相關性分析

青蔥幼蔥不同種植時期及密度對產量構成要素相關分析如表 3 所示。單叢重與株高、葉鞘長、葉鞘直徑及分蘖數間呈極顯著正相關，表示株高、葉鞘長、葉鞘直徑及分蘖數愈高，則單叢重愈重。株高與葉鞘長、葉鞘直徑、分蘖數呈極顯著正相關，表示葉鞘長、葉鞘直徑、分蘖數愈長，則株高越高。葉鞘長與葉鞘直徑呈極顯著正相關，表示葉鞘直徑越寬，則葉鞘長越長。葉鞘直徑與分蘖數呈極顯著正相關，表示葉鞘直徑越寬，則分蘖數越多。

表 3. 青蔥幼蔥園藝性狀間之簡單相關係數分析

Table 3. Simple correlation coefficients analysis between horticultural characters of green onions.

	單叢重	株高	葉鞘長	葉鞘直徑
株高	0.43**			
葉鞘長	0.09**	0.41**		
葉鞘直徑	0.26**	0.32**	0.11**	
分蘖數	0.42**	0.14**	0.027	0.14**

\*\*：表示各因子間在 1%水準下達顯著性相關

\*\*：Significant correlation among factors at 1% probability levels.

## 三、青蔥幼蔥種植時期與密度對產值之影響

統計分析結果顯示，青蔥種植時期及種植密度對單叢重無顯著影響，但以 2015-2017 年批發價格平均值為參考，10 月時價格最高(75NTD Kg<sup>-1</sup>)(表 4)。綜合表 2 及 4 結果，可得到表 5 青蔥種植時期與密度對產值之影響，結果顯示最寬種植密度 20×25 cm，每公頃產值與同期其他種植密度處理相比皆為最低(42-84 萬)，種植密度最窄 15×15 cm，每公頃產值與同期其他種植密度處理相比皆為最高(77-149 萬)。5 個種植時期中，以 7 月種植 10 月採收，栽種密度為 15×15 cm 每公頃產值最高。為求最大產值，可於 7 月時，進行計畫栽培，以北蔥穴盤苗(2 個月苗齡) 5 株為一叢，可在 10 月採收幼蔥單叢重達 67 g，換算每公頃產量約 20 公噸，每公頃產值 149 萬元，與同時期栽種密度為 20×25 cm 相比，換算每公頃產量約 11 公噸，每公頃產值 85 萬元，可增加 65 萬元產值。

表 4. 2015-2017 年北蔥批發價格(NTD Kg<sup>-1</sup>)Table 4. 2015-2017 green onion wholesale Price (NTD Kg<sup>-1</sup>)

月份	2015 年	2016 年	2017 年	平均值
1 月	29	70	28	42
2 月	31	62	28	40
3 月	27	55	24	35
4 月	25	37	23	28
5 月	26	28	23	26
6 月	45	26	32	34
7 月	54	29	61	48
8 月	80	23	76	59
9 月	62	36	94	64
10 月	61	88	76	75
11 月	39	57	49	49
12 月	53	36	26	38

資料來源: 農產品批發市場交易行情站 <https://amis.afa.gov.tw/main/About.asp>

Source: <https://amis.afa.gov.tw/main/About.asp>

表 5. 青蔥幼蔥種植時期與密度對產值之影響

Table 5. Effect of plant date and spacing on output value of green onions.

種植時期	採收時期	價格 (NTD Kg <sup>-1</sup> )	種植密度 (cm)	每公頃種植數 <sup>z</sup> (clump)	單叢重 (g)	每公頃產值 (10 <sup>4</sup> NTD)
4 月	7 月	48	15×15	29.6	54.2	77
			15×20	22.2	52.2	56
			20×20	16.7	61.9	49
			20×25	13.3	65.6	42
5 月	8 月	59	15×15	29.6	66.1	115
			15×20	22.2	72.6	95
			20×20	16.7	75.9	75
			20×25	13.3	82.9	65
6 月	9 月	64	15×15	29.6	52.6	100
			15×20	22.2	54.4	77
			20×20	16.7	54.3	58
			20×25	13.3	63.5	54
7 月	10 月	75	15×15	29.6	67.0	149
			15×20	22.2	62.7	104
			20×20	16.7	79.9	100
			20×25	13.3	84.5	84
8 月	11 月	49	15×15	29.6	65.1	94
			15×20	22.2	71.5	78
			20×20	16.7	73.5	60
			20×25	13.3	70.9	46

z: 每公頃種植叢數以田區採畦面寬 1.35 m(含畦溝 0.45 m)為計算標準。

z: The number of plantings per hectare is calculated by the 1.35 m width in the field (including 0.45 m of the ditch).

## 結 論

由於青蔥幼蔥種植時期及種植密度對單叢重無顯著影響，且種植密度對株高、葉鞘長、葉鞘直徑、分蘖數等外觀並無顯著影響，所以青蔥幼蔥種植密度越高，則每公頃產值越高。探討種植密度無顯著影響單叢重之原因可能在於，青蔥屬於需光量較低之蔬菜，光飽和點約 25,000 lux(吳鴻均，2012)，且幼蔥採收期較短，北蔥植株分蘖數較少，單叢重較慣行少，植株間光遮蔽率較低，並不影響青蔥光合作用，為求最大產值，可進行高密度栽培(15×15 cm)，或更進一步了解提高每單叢種植株數是否可更進一步提高產量。

## 參考文獻

- 吳鴻均。2012。光照及栽培模式對四季蔥生長及揮發性成分之影響。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
- 許苑培。1999。青蔥「桃園三號」之育成。桃園區農業改良場研究彙報 36:7-28。
- 許苑培。2009。青蔥新品種「桃園四號」之育成。桃園區農業改良場研究彙報 65:25-38。
- 楊宏瑛、張武男、曾夢蛟。2004。青蔥耐熱指標之建立－田間性狀篩選。花蓮區研究彙報 22:75-82。
- 楊素絲、陳吉村。2008。青蔥合理化施肥技術。花蓮區農業改良場編印。
- Stajner D, IS. Varga . 2003. An evaluation of antioxidant abilities of *Allium* species. Acta Biologica Szegdiensis 47: 103-106.

# **Establishment Of Production Technology For Protective Culture Green Onion In Summer**

Chao-Yuan Lyu, Sheng-Hsiung Yen

Assistant researcher,

Taoyuan district agricultural research and extension station, COA

lyucy@tydais.gov.tw

## **Abstract**

The purpose of this study was to establish a summer production technology for the green onion seedlings, stabilize the production and marketing of green onions in summer, and explore the effects of planting period and density on the growth, yield and quality of shallot green onion. In 2018, in the experimental field in Taipei, the scallions were treated in 5 planting periods from April to August, and processed with 4 rows of plant spacing. The results showed that the planting height of green onion was the highest in May, and the leaf sheath was the longest in June. The remaining planting period did not affect the weight of single clump, the diameter of leaf sheath and the number of tillers. The use of high-density planting did not affect the single clump weight, plant height, leaf sheath length, leaf sheath diameter and tiller number of the young onion, which indicated that under the close planting (15×15 cm), the appearance quality of the young onion was not affected. Taking the wholesale market price in 2015-2017 as an example, the onion seedlings will be planted in April-August, and the young green onions will be harvested in July-November. The planting density of 15 × 15 cm can increase the output value by 85% compared with 20 × 25 cm.

Key words: green onions, facility cultivation, production technology

# 臺灣北部地區大豆播種期評估

林禎祥、楊采文、林孟輝

行政院農業委員會桃園區農業改良場助理研究員、助理研究員、研究員兼作物改良課課長  
chlin@tydais.gov.tw

## 摘要

基於活化休耕農地及糧食安全需求，北部地區大豆栽培面積逐年增加，但栽培適期尚待建立。本研究以大豆品種高雄選 10 號、臺南 3 號及臺南 5 號為材料，進行秋作栽培期試驗以評估對植株生育及產量之影響。試驗結果顯示，隨播種期延後生育日數縮短，植株高度、始莢高度、主莖節數、分枝數、單株粒重及產量亦隨之下降。高雄選 10 號、臺南 3 號及臺南 5 號 8 月 14 日、29 日及 9 月 13 日播種處理，產量相較 7 月 28 日播種處理之 2,953.8、1,600.5 及 2,294.9 kg ha<sup>-1</sup>，分別減產 34.5%、75.9%及 93.0%，20.5%、48.6%及 73.8%，33.6%、62.4% 及 80.0%。可能原因為晚播大豆營養生長及生殖生長期縮短，導致供源及積儲能力降低，進而影響產量。因此，為獲取最佳的產量表現，秋作大豆播種宜早，建議應於 7 月下旬完成播種，最遲則應於 8 月中旬前完成較為適宜。

關鍵詞：大豆、播種期、北部地區

## 前言

大豆(*Glycine max* (L.) Merr.)為一年生草本植物，原產於中國東北，籽實富含植物性蛋白質與油分，營養成分高，為東方人重要的糧食作物且食品加工利用性廣(吳等，2014；陳等，2015；蔡，1995)，亦為良好水、旱田輪作作物，栽培應與耕作制度相互配合(萬，1995)。臺灣北部地區(新竹縣以北)大豆主要栽培於新竹縣新豐鄉、桃園市新屋區及觀音區等沿海二期稻作低產地區，在政策協助下，栽培面積自 2015 年之 59 公頃逐步增加至 2016 年之 117 公頃，但平均產量約僅 1,300 kg ha<sup>-1</sup>，亟待提升(行政院農業委員會，2018)。由於大豆對環境敏感，適當播種期為栽培大豆獲至最佳收量的主要關鍵之一，於適當播種期內儘早播種，可以提高產量，若無法於適期進行播種，常造成產量的損失，惟實際上農友常因農務繁忙或因水稻延遲收穫等因素限制，無法適時播種而造成產量下降(詹，1972；黃和曹，1994)。目前一期作以水稻栽培為主，因應現有耕作制度，擬透過本試驗建立北部地區大豆最適播種期，以提供農民栽培依據。

## 材料與方法

以大豆現行主要栽培品種高雄選 10 號、臺南 3 號及臺南 5 號為供試材料，於本場試驗田區(桃園市新屋區)2017 年 7 月 28 日起迄 9 月 13 日止每間隔 15 日播種 1 次，合計播種 4 次。播種日期依序為 7 月 28 日、8 月 14 日、29 日及 9 月 13 日，並分別以 D1、D2、D3 及 D4 為代號，依據播種期分別於 11 月 8 日-18 日、11 月 29 日-12 月 10 日、12 月 11 日-15 日及 12 月 17 日-25 日。植株自然落葉乾燥後收穫調查。試驗採裂區設計(split plot design, SPD)，播種期為主區，品種為副區，3 重複。以整地作畦方式栽培，小區面積 10 m<sup>2</sup>，行株距 60 cm × 5 cm，田間肥料施用及病蟲草害管理依慣行模式操作。試驗期間依據 Fehr and Caviness (1977)大豆生育期劃分方式調查播種至子葉出土(vegetative stage emergence, VE)、開花(reproductive stage beginning bloom, R1)及成熟(reproductive stage mature, R8)等生育日數，大豆收穫後每小區隨機取樣 15 株調查株高、始結莢高度、主莖節數、分枝數、單株莢數、單株粒重及百粒重以評估播種期對大豆生育及產量之影響。調查數據以統計軟體 SAS 9.1 程式(SAS Institute, 1999)進行 Fisher 最小顯著差異性測試(Fisher's protected least significant difference test, LSD test)比較平均值之差異顯著性。試驗期間溫度及日長變化情形，分別由本場一級農業氣象觀測站之自動觀測系統(Nakassa Model M-820)及交通部中央氣象局搜集之資料進行分析。

## 結果與討論

### 一、播種期對大豆生育之影響

大豆對溫度與光週期敏感，品種與環境的交感作用明顯(萬，1995)，播種期延後因日照漸短且氣溫逐漸下降，使開花提早而縮短大豆營養及生殖生長日數(尾崎，1962；張，1987)。本試驗結果亦呈現相同的趨勢，供試品種不同播種期處理，播種至 VE 所需日數介於 3-5 日，差異不大，但 R1 及 R8 日數隨播種期延後而有縮短情形；高雄選 10 號 R1 及 R8 日數由 D1 之 37、102 日縮短至 D4 之 30、95 日，各分別減少 7 日；臺南 3 號及臺南 5 號等品種亦有相同的趨勢，R1 及 R8 日數由 D1 之 45、36 日及 112、110 日縮短至 D4 之 32、32 日及 103、100 日，分別減少 13、4 日及 9、10 日(表 1)。由本場一級農業氣象觀測站之自動觀測系統測量及交通部中央氣象局蒐集之資料分析顯示，7 月均溫由 28.9°C 逐步下降至 12 月之 17.0°C，最低溫度則由 24.0°C 下降至 13.1°C(圖 1)，日照長度由 D1 播種期之 13 小時 21 分逐步縮短至 12 月 22 日之 10 小時 35 分(圖 2)。供試品種 R1 及 R8 日數隨播種期延後而縮短，應是受短日低溫環境所致。

表 1. 大豆不同播種期生育情形

Table 1. The development of soybean on different planting dates.

品種 Variety	播種期 Planting date	發育階段 Growth stage		
		VE	R1	R8
		----- (day) -----		
高雄選 10 號 Kaohsiung Sel. No.10	D1	3	37	102
	D2	5	33	103
	D3	3	31	104
	D4	3	30	95
臺南 3 號 Tainan No.3	D1	3	45	112
	D2	4	34	114
	D3	3	33	108
	D4	4	32	103
臺南 5 號 Tainan No.5	D1	4	36	110
	D2	4	33	105
	D3	3	31	104
	D4	3	32	100

<sup>z</sup> 播種期：D1:7月28日；D2:8月14日；D3:8月29日；D4:9月13日。

<sup>z</sup> Planting date: D1:28 Jul., D2:14 Aug., D3:29 Aug., D4:13 Sep.

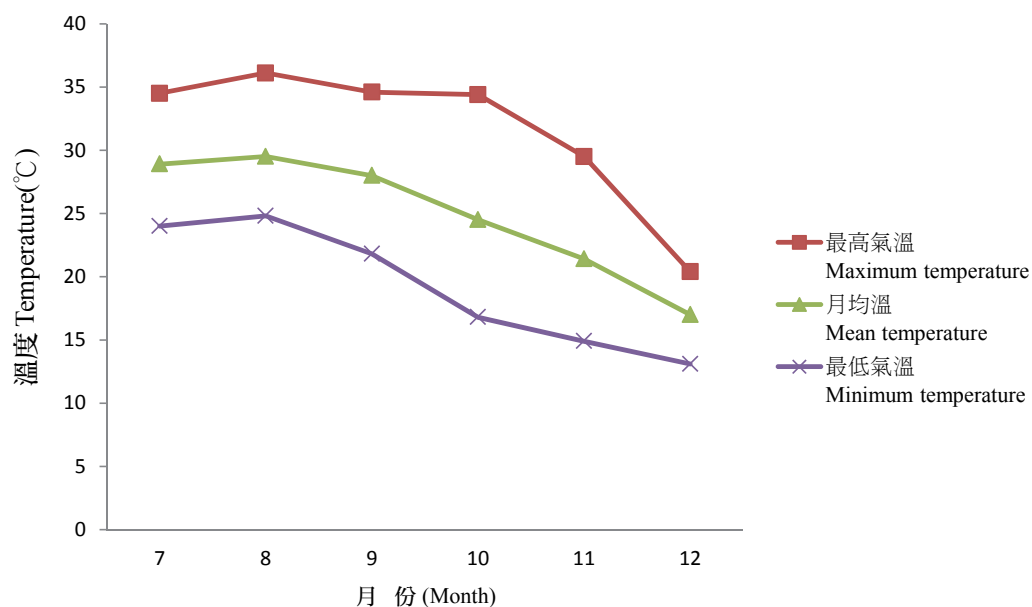


圖 1. 試驗期間新屋地區氣溫變化情形(2017 年 7 月至 12 月)

Fig. 1. The fluctuations of air temperature during the experimental of period from July to November of 2017 in Xinwu.

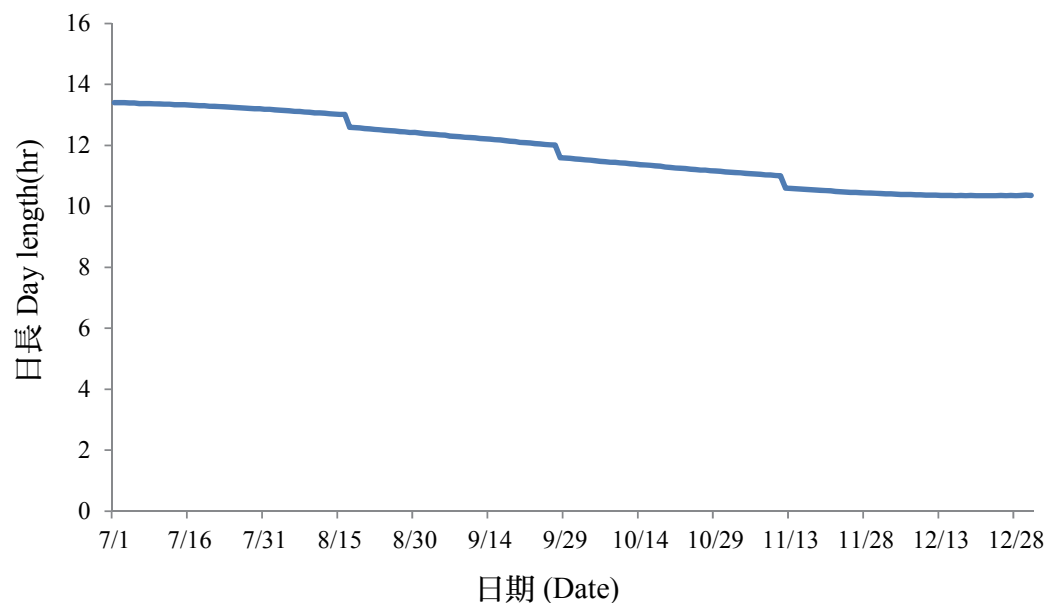


圖 2. 試驗期間桃園地區日長變化情形(2017 年 7 月至 12 月)

Fig. 2. The fluctuations of day length during the experimental of period from July to November of 2017 in Taoyuan.

## 二、播種期對大豆農藝性狀及產量之影響

大豆對環境敏感，播種以數日間或數十公里地理的差異，其產量表現即有顯著的不同(盧，1954)。大豆種子發芽及營養生長適溫為 20-22°C 及 20-30°C，花芽形成、開花、結莢及豆莢充實適溫為 21-25°C，15°C 以下低溫不利豆莢發育(蔡，1994)，顯見大豆各生育階段有其適宜之溫度範圍。當栽培期過晚，因低溫短日環境使植株呈現株高較矮、莖徑及主莖節數減少、花及幼莢脫落、單株結莢數減少、籽實充實不足及百粒種下降等現象，導致供源及積儲能力降低，進而影響產量表現(大久保，1980；尾崎，1962；黃和曹，1994；Yamaguchi, *et al.*, 2015)。日本東北地區以十勝長葉及農林 4 號大豆為材料，5 月 10 日起，每間隔 15 日播種 1 次至 7 月 25 日止，合計播種 6 次，產量隨播種期延後而降低，十勝長葉及農林 4 號 7 月 25 日播種產量僅達 5 月 10 日播種產量之 50% 及 24%(大久保，1980)。美國大豆栽培適期為 5 月中上旬，種植時間過晚，因氣溫下降，大豆生育中、後期生長量不足，造成產量降低(Kandel, 2010)。本試驗亦呈現相同的趨勢，隨播種期延後供試品種植株株高、始莢高度、主莖節數、分枝數、單株莢數及單株粒重均顯著下降，進而導致產量下降。高雄選 10 號、臺南 3 號及臺南 5 號公頃產量均以 D1 播種處理之 2,953.8、1,600.5 及 2,294.9 kg ha<sup>-1</sup> 最佳，D2、D3 及 D4 播種，產量相較 D1 播種處理分別減產 34.5%、20.5% 及 33.6%，75.9%、48.6% 及 62.4%，93.0%、73.8% 及 80.0%。播種期對百粒重之影響因品種而異，高雄選 10 號及臺南 3 號 D1 至 D2 百粒重分別為 16.3-16.5、14.5-13.4 g，顯著高於 D3 至 D4 播種之 13.0-14.0、10.6-9.9 g，臺南 5 號百粒重介於 25.2-27.8 g，處理間差異不顯著(表 2)。

綜合試驗結果顯示，高雄選 10 號、臺南 3 號及臺南 5 號 D2(8 月 14 日)、D3(8 月 29 日) 及 D4(9 月 13 日)播種，產量相較 D1(7 月 28 日)播種之 2,953.8、1,600.5 及 2,294.9 kg ha<sup>-1</sup>，分別減產 34.5%、75.9% 及 93.0%，20.5%、48.6% 及 73.8%，33.6%、62.4% 及 80.0%。因此，考量北部一期稻作之耕作制度及秋、冬季之低溫短日環境，為獲取最佳的產量表現並確保品質，秋作大豆播種宜早，最遲應於 8 月中旬前完成播種較為適宜。

表 2. 大豆不同播種期之農藝性狀及產量

Table 2. The agronomic traits and yield of soybean in different planting dates.

品種 Variety	播種期 Planting date <sup>z</sup>	株高 Plant height (cm)	始莢高度 Height for the first pod (cm)	主莖節數 Number of node (no. main stem <sup>-1</sup> )	分枝數 Number of Branch (no. plant <sup>-1</sup> )	單株莢數 Number of pod (no. plant <sup>-1</sup> )	單株粒重 Seed weight (g plant <sup>-1</sup> )	百粒重 100-seed weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha <sup>-1</sup> )
高雄選 10 號 Kaohsiung Sel. No.10	D1	73.8a	13.3a	17.1a	4.0a	191.1a	36.1a	16.3a	2,953.8a <sup>y</sup>
	D2	66.9a	9.6b	14.9b	2.6b	81.2b	24.0b	16.5a	1,936.0b
	D3	40.1b	7.7b	12.1c	2.0b	39.8c	8.8c	13.0b	713.3c
	D4	35.6b	7.6b	9.2d	0.1c	15.5c	2.5c	14.0b	208.5c
臺南 3 號 Tainan No.3	D1	102.5a	11.4a	16.7a	2.9a	107.8a	19.8a	14.5a	1,600.5a
	D2	47.5b	10.0ab	12.7b	2.7a	95.9a	15.1b	13.4a	1,273.0b
	D3	41.7c	9.2b	10.5c	2.5a	49.9b	9.7c	10.6b	822.3c
	D4	32.8d	8.1c	9.4d	0.8b	21.9c	5.0d	9.9b	418.9d
臺南 5 號 Tainan No.5	D1	57.6a	13.4a	13.3a	2.7a	107.8a	28.8a	27.1a	2,294.9a
	D2	43.5b	10.4b	11.2b	2.8a	95.9a	18.0b	27.8a	1,524.3b
	D3	41.9b	9.1b	9.2c	1.9b	27.7b	11.5bc	25.3a	862.8c
	D4	26.5c	9.7b	9.6c	0.3c	21.9c	5.4c	25.2a	458.3c

<sup>z</sup> 播種期：D1:7 月 28 日；D2:8 月 14 日；D3:8 月 29 日；D4:9 月 13 日。

<sup>y</sup> 各品種內同欄小寫英文字母相同者表示經 Fisher 的最小顯著差異性測驗在 5% 水準差異不顯著。

<sup>z</sup> Planting date: D1:28 Jul., D2:14 Aug., D3:29 Aug., D4:13 Sep.

<sup>y</sup> Means within each column of the variety followed by the same lowercase letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

## 參考文獻

大久保隆弘。1980。播種期と大豆の生育 p.106-111。刊於：藤正隆、大久保隆弘編著。大豆の生態と栽培技術。社團法人農山漁村文化協會。東京。

行政院農業委員會。2018。2017 年農業統計年報。

< <http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx> >。

交通部中央氣象局。天文星象-日出日沒查詢系統。

< <https://www.cwb.gov.tw/V7/astronomy/sunrise.htm> >。

尾崎 薰。1962。大豆の栽培 p.135-203。刊於：加藤一郎、古谷義人、尾崎 薰編著。豆類。養賢堂。東京。

吳昭慧、王仕賢、黃涵靈。2014。國產大豆競爭力提升策略之探討。臺南區農業改良場研究彙報 63:31-39。

- 陳鏗斌、林訓仕、郭建志。2015。臺中沿海地區再生稻地區栽培大豆產量與農藝性狀變異之研究。臺中區農業改良場研究彙報 128:1-8。
- 張建生。1987。播種期與密度對花蓮地區大豆產量之影響。花蓮區農業改良場研究彙報 3:29-40。
- 黃惠娟，曹文隆。1994。不同播種期對有限及無限型大豆生育與產量的影響。中華農業研究 43(4):373-380。
- 萬 雄。1995。臺灣雜糧作物品種改良的趨向。雜糧作物生產技術改進研討會專刊。臺灣省農業試驗所編印。p.5-9。
- 詹國連。1972。播種期與栽培密度對大豆產量及農藝性狀之影響。中華農業研究 21(1):39-46。
- 蔡文福。1994。大豆。p:931-1041。刊於:蔡文福等編著。雜糧作物各論(III)。臺灣區雜糧發展基金會。臺北市。
- 蔡承良。1995。臺灣豆類作物栽培技術之改進。雜糧作物生產技術改進研討會專刊。臺灣省農業試驗所編印。p.245-250。
- 盧英權。1954。大豆品種在台灣對栽培季節適應性之研究(第二報告)。農林學報 3:19-42。
- Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Iowa State University Cooperative Extension Service, Special Report 80:1-12。
- Kandel, H. 2010. Planting date p.17-19. Soybean production field guide for North Dakota and Northwestern Minnesota. NDSU Extension Agronomist.
- SAS Institute. 1999. SAS/STAT User's guide. Releases 9.1.3 Ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- Yamaguchi, N., H. Kurosaki, M. Ishimoto, M. Kawasaki, M. Senda, and T. Miyoshi. 2015. Early-Maturing and chilling-tolerant soybean lines derived from crosses between Japanese and Polish cultivars. Plant Prod. Sci. 18(2):234-239.

# Evaluation of Planting Date for Soybean in Northern Taiwan

Chen-Hsiang Lin, Tsai-Wen Yang and Meng-Huei Lin

Assistant researcher, assistant researcher and chief of crop improvement section, respectively,

Taoyuan district agricultural research and extension station, COA

chlin@tydais.gov.tw

## Abstract

Based on the rehabilitation of fallow land and security of food demand, the soybean cultivation area had increased year by year. Therefore, we need to established the moderate planting date in Northern Taiwan. The purpose of this experiment was to evaluate the growth and yield of the different planting date in fall of soybean variety ‘Kaohsiung Sel. No.10’, ‘Tainan No.3’ and ‘Tainan No.5’. The results showed that the growth duration was shortened, and the plant height, the height for the first pod, the number of node on the main stem, the number of branch, the seed weight per plant, the weight per 100 seeds and the yield decrease when planting date was delayed. Planting on 14 Aug., 29 Aug. and 13 Sep., the yield decreased separately by 34.5%, 75.9%, 93.0% and 20.5%, 48.6%, 73.8% and 33.6%, 62.4%, 80.0% compared with 2,593.8, 1,600.5, 2,294.9 kg ha<sup>-1</sup> planted on 28 Jul. of ‘Kaohsiung Sel. No.10’, ‘Tainan No.3’ and ‘Tainan No.5’. The main reason was the shortening of vegetative and reproductive period might reduce the source-sink capacity. Therefore, the proper time of planting soybean in fall was suggested to in late July and be completed at the latest before mid-August in the Northern Taiwan.

Key words: Soybean, Planting Date, Yield.

# 有機連續採收蔬菜輪作之研究

劉廣泉、許育鳴、曾盟群

桃園區農業改良場副研究員、助理研究員、前助理研究員

kcliu@tydais.gov.tw

## 摘要

本試驗旨在探討連續性採收蔬菜最佳有機生產輪作模式，以連續性採收之小胡瓜、小果番茄及豆類蔬菜為材料，進行 3 種輪作模式 3 年期之栽培試驗。結果顯示，3 種輪作模式處理第 3 年第 1 期作均栽培小胡瓜，平均產量以前作栽培敏豆模式 1 處理之  $23,576 \text{ kg ha}^{-1}$ ，高於前作栽培小果番茄模式 2 處理之  $19,114 \text{ kg ha}^{-1}$  及模式 3 對照之  $21,774 \text{ kg ha}^{-1}$ ；第 3 年第 2 期作均栽培小果番茄，產量同樣以模式 1 處理之  $34,875 \text{ kg ha}^{-1}$ ，高於模式 2 處理之  $32,371 \text{ kg ha}^{-1}$  及模式 3 對照之  $31,737 \text{ kg ha}^{-1}$ ，兩期作產量各處理間差異均未達顯著水準，但從田間生育之表現，輪作模式 1 處理相較於對照組，具有使小胡瓜及小果番茄增產的潛力。

關鍵詞：小胡瓜、小果番茄、豆類

## 前言

國內北部地區蔬菜多以設施栽培為主，主要栽培作物除短期葉菜類外，還有果菜類如小胡瓜、甜椒、番茄等，於設施內長期連作，除了容易累積病蟲害感染源外，也易對土壤肥力造成不良影響，故需一合理之設施栽培制度以克服上述問題。有機栽培不使用化學農藥，應用在連續採收作物可解決農藥殘留之問題，惟病蟲害控制是一個相當棘手之難題。本試驗希望利用豆類、茄果及瓜果類蔬菜之有機輪作模式及不同油劑防治資材處理，減低病蟲感染源累積的問題，並探討此模式對作物產量、品質之影響，以達成設施蔬菜永續耕作及安全蔬果生產之目標。

## 材料與方法

本試驗自 2015 年 3 月至 2018 年 3 月，於本場(桃園市新屋區)有機栽培區簡易塑膠布設施內進行。3 種 3 年期輪作模式處理分別為：模式 1. 東方甜瓜→敏豆(第 1 年)→小胡瓜→敏豆(第 2 年)→小胡瓜→小果番茄(第 3 年)。模式 2. 小胡瓜→敏豆(第 1 年)→豇豆→小果番茄(第 2 年)→小胡瓜→小果番茄(第 3 年)。模式 3. 小胡瓜→小果番茄(第 1-3 年，對照組)(表 1)。3 種輪作處理之試驗設計採用逢機完全區集設計(RCBD)，2 重複，每處理小區面積為  $78 \text{ m}^2$ 。

每年第 1 期作於 3 月中旬育苗，4 月上旬定植，第 2 期作於 8 月中旬育苗，9 月上旬定植，施肥方式參考作物施肥手冊，以台糖田寶 11 號有機質肥料及福壽牌生機栽培 522 混和 9 比 1 之比例，並參照礦化率 50%換算有機質肥料施用量。有機防治病蟲害資材處理試驗，於第 1 年第 1 期作進行，3 種輪作模式處理分別栽種東方甜瓜、小胡瓜及小胡瓜(表 1)，3 種防治資材處理分別為：A.噴施清水(對照組)、B.噴施亞磷酸+氫氧化鉀稀釋 500 倍混合 500 倍稀釋的窄域油、C.噴施亞磷酸+氫氧化鉀稀釋 500 倍混合 500 倍稀釋的苦楝油，自定植 2 週後至果實採收期間，每週噴施處理 1 次。窄域油、苦楝油、亞磷酸及氫氧化鉀等資材購自禾康肥料股份有限公司。

表 1. 3 種 3 年期輪作模式

Table 1. Three 3-year rotation models.

處理 Treatments	第 1 年 First year		第 2 年 Secone year		第 3 年 Third year	
	第 1 期作 First crop	第 2 期作 Second crop	第 1 期作 First crop	第 2 期作 Second crop	第 1 期作 First crop	第 2 期作 Second crop
模式 1 Model 1	東方甜瓜 Oriental melon	敏豆 kidney bean	小胡瓜 cucumber	敏豆 kidney bean	小胡瓜 cucumber	小果番茄 small-fruit tomato
模式 2 Model 2	小胡瓜 cucumber	敏豆 kidney bean	豇豆 asparagus bean	小果番茄 small-fruit tomato	小胡瓜 cucumber	小果番茄 small-fruit tomato
模式 3 Model 3	小胡瓜 cucumber	小果番茄 small-fruit tomato	小胡瓜 cucumber	小果番茄 small-fruit tomato	小胡瓜 cucumber	小果番茄 small-fruit tomato

針對 3 種輪作處理，至第 3 年兩期作栽培相同作物時，進行初期生育性狀、果實產量及品質調查，並進行統計分析。第 1 期作小胡瓜調查項目為株高、葉長、葉寬、節數、始花節位、單果重、果長、果徑、可溶性固形物(°Brix)及產量；第 2 期作小果番茄調查項目包括株高、節數、果長、果寬、可溶性固形物(°Brix)及產量。油劑防治資材處理試驗，於第 1 年第 1 期進行，各輪作模式下的 3 種處理各調查 30 株之白粉病發病情況，估算發病葉面積占總葉面積之比例。

土壤檢測於輪作試驗前後採樣進行肥力分析，土壤 pH 值以土：水=1：5(w/v)，平衡 1 hr 後以玻璃電極法測定(McLean, 1982)。電導度(EC)以土：水=1：5(w/v)，振盪 1 h 後過濾，以電導度計測定(Rhoades, 1982)。土壤有機質含量以 Walkley-Black 法測定(Nelson and Sommers, 1982)。磷以 Bray-I 法萃取，濾液以鉬藍法比色測定(Olsen and Sommers, 1982)。有效性鉀、鈣及鎂以 Mehlich-I 法萃取，萃取液以火焰分光光度計測定鉀(Knudsen *et al.*, 1982)，以感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)測定鈣及鎂(Flannery and Markus, 1980)，每樣品 3 重複。

統計分析以 R 統計軟體之 aov 功能進行變方分析，再以 Fisher LSD 進行處理間平均值之差異分析。

## 結果與討論

### 一、有機防治病蟲害資材對小胡瓜、東方甜瓜產量與品質影響

本試驗目的在探討施用有機防治病蟲害資材，對有機栽培小胡瓜、東方甜瓜果實產量、品質與白粉病發生率之影響。結果顯示，小胡瓜良果產量以 B 處理 24.5 t ha<sup>-1</sup> 最高，C 處理 22.3 t ha<sup>-1</sup> 次之，A 處理(對照)18.5 t ha<sup>-1</sup> 最低；單果重 B 處理之 197 g 及 C 處理之 183 g 差異未達顯著水準，但均顯著優於 A 處理之 170 g；良果率介於 90%-92%，處理間差異未達顯著水準；白粉病發生率 B 處理之 24.1%及 C 處理之 24.3%差異未達顯著水準，但均顯著低於 A 處理之 36.3%(表 2)。東方甜瓜在單果重、產量、可溶性固形物及白粉病發生率，B 處理(358 g、5.6 t ha<sup>-1</sup>、12.5°Brix 及 23.5%)及 C 處理(354 g、6.8 t ha<sup>-1</sup>、13.1°Brix 及 21%)兩者間差異亦未達顯著水準，但均顯著優於 A 處理(328 g、4.3 t ha<sup>-1</sup>、10.7°Brix 及 75.5%)(表 3)。綜上結果顯示，噴施亞磷酸+氫氧化鉀稀釋 500 倍後，混合 500 倍稀釋的窄域油或 500 倍稀釋的苦楝油等資材可顯著降低白粉病的發生率，且兼具有提升小胡瓜與東方甜瓜產量與品質之效果；而混合窄域油或苦楝油對東方甜瓜的效果相似，但對小胡瓜混合窄域油的效果略優於苦楝油。本輪作試驗於後續之病蟲害管理時，也每週噴施 1 次亞磷酸+氫氧化鉀稀釋 500 倍後，混合 500 倍稀釋的窄域油或 500 倍稀釋的苦楝油進行防治。

表 2. 有機防治病蟲害資材對小胡瓜產量、品質及白粉病發生之影響

Table 2. Effects of organic pest control materials on the yield, quality and powdery mildew of cucumber.

處理 <sup>z</sup> Treatments	單果重 Single fruit weight (g)	良果率 Good fruit rate (%)	良果產量 Good fruit yield (t ha <sup>-1</sup> )	白粉病發生率 <sup>y</sup> Powdery mildew incidence (%)
A	170b <sup>x</sup>	90a	18.5c	36.3a
B	198a	92a	24.5a	24.1b
C	183a	90a	22.3b	24.3b

z A：清水(對照組)。Water (CK).

B：亞磷酸及氫氧化鉀稀釋 500 倍混合 500 倍稀釋的窄域油。

Phosphoric acid and potassium hydroxide diluted 500 times mixed petroleum oil.

C：亞磷酸+氫氧化鉀稀釋 500 倍混合 500 倍稀釋的苦楝油。

Phosphoric acid and potassium hydroxide diluted 500 times mixed Bitter oil.

y 以發生白粉病的葉面積比率計算。

Calculated by the leaf area ratio of powdery mildew

x 同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表 3. 有機防治病蟲害資材對東方甜瓜產量、品質及白粉病發生之影響

Table 3. Effects of organic pest control materials on the yield, quality and powdery mildew of cucumber.

處理 <sup>z</sup> Treatments	單果重 Single fruit weight (g)	產量 Yield (t ha <sup>-1</sup> )	可溶性固形物 Soluble solids (°Brix)	白粉病發生率 <sup>y</sup> Powdery mildew incidence (%)
A	329b <sup>x</sup>	4.3b	10.7b	75.5a
B	358a	5.6a	12.5a	23.5b
C	354a	6.8a	13.1a	21.0b

<sup>z</sup> A：清水(對照組)。Water (CK).

B：亞磷酸及氫氧化鉀稀釋 500 倍混合 500 倍稀釋的窄域油。

Phosphoric acid and potassium hydroxide diluted 500 times mixed petroleum oil.

C：亞磷酸+氫氧化鉀稀釋 500 倍混合 500 倍稀釋的苦楝油。

Phosphoric acid and potassium hydroxide diluted 500 times mixed Bitter oil.

<sup>y</sup> 以發生白粉病的葉面積比率計算。

Calculated by the leaf area ratio of powdery mildew

<sup>x</sup> 同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

## 二、3 種輪作模式試驗前後對土壤基本性質之影響

輪作試驗前土壤基本性質分析結果如(表 4)，pH 值為 6.0，電導度為 0.2 dS m<sup>-1</sup>，有機質為 56 g kg<sup>-1</sup>，有效性磷為 28.0 mg kg<sup>-1</sup>，可萃取鉀為 217 mg kg<sup>-1</sup>，可萃取鈣為 1,141 mg kg<sup>-1</sup> 及可萃取鎂為 236 mg kg<sup>-1</sup>，除可萃取鉀及可萃取鎂的含量略高於參考範圍外，其餘項目均屬適當範圍內。

經過 3 年期輪作試驗後，3 種輪作模式之土壤分析結果，除有效性磷的含量變化在模式 1 處理(35.1 mg kg<sup>-1</sup>)及模式 2 處理(29.4 mg kg<sup>-1</sup>)較試驗前的含量增加，模式 3 處理(24.1 mg kg<sup>-1</sup>，對照)則較試驗前的含量減少外，其餘項目的分析結果，均較試驗前的數值略為增加，其 pH 值介於 6.5-6.8，電導度介於 0.4-0.6 dS m<sup>-1</sup>，有機質介於 63-72 g kg<sup>-1</sup>，有效性磷介於

24.1-35.1 mg kg<sup>-1</sup>，可萃取鉀介於 238-257 mg kg<sup>-1</sup>，可萃取鈣介於 1,378-1,674 mg kg<sup>-1</sup>，可萃取鎂介於 248-282 mg kg<sup>-1</sup>，各項目於輪作處理間差異均未達顯著水準(表 4)，結果也顯示並無特定營養成分與兩期作不同模式間之產量差距具有關聯性。

表 4. 3 種輪作模式試驗前後土壤基本性質

Table 4. Some properties of soil before and after three rotation model experiment.

處理 Treatment	酸鹼度 pH (1:1)	電導度 EC (1:5) (dS m <sup>-1</sup> )	有機質 O.M (g kg <sup>-1</sup> )	有效性磷 Bray-1 P (----- mg kg <sup>-1</sup> -----)	可萃取鉀 Mehlich-I K	可萃取鈣 Mehlich-I Ca	可萃取鎂 Mehlich-I Mg
試驗前 Before the test	6.0	0.2	56	28.0	217	1,141	236
模式 1 Model 1	6.5a	0.6a	63a	35.1a	257a	1,439a	269a
模式 2 Model 2	6.7a	0.4a	72a	29.4a	244a	1,674a	282a
模式 3 Model 3	6.8a	0.5a	66a	24.1a	238a	1,378a	248a
參考範圍	5.5-6.8	<0.6	>30	11-50	30-100	570-1,140	50-100

<sup>2</sup> 同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

### 三、3 種輪作模式對第 3 年栽培小胡瓜、小果番茄生育及產量之影響

本試驗 3 種輪作模式處理於第 3 年兩期作分別種植相同作物，第 1 期作均種植小胡瓜、第 2 期作均種植小果番茄，藉此比較各輪作模式於兩年的輪作栽培處理後，對第 3 年栽培作物之生育及產量是否會造成影響。

第 1 期作小胡瓜定植 2 週後進行生育性狀調查結果，3 種輪作模式處理之株高介於 149-161 cm，節數介於 17.9-18.9 節，葉長介於 18.4-19.5 cm，葉寬介於 22.8-24.8 cm，始花節位介於第 2.3-3.0 節，3 種模式處理間差異均未達顯著水準(表 5)。果實性狀及品質調查結果，3 種模式處理下，單果重介於 125-156 g，果長介於 23.6-25.0 cm，果徑介於 2.8-3.0 cm，可溶性固形物介於 2.9-3.1 °Brix，處理間差異亦未達顯著水準(表 6)。產量調查結果，模式 1 處理為 23,576 kg ha<sup>-1</sup> 較高、模式 2 處理為 19,114 kg ha<sup>-1</sup> 最低、模式 3 對照組為 21,774 kg ha<sup>-1</sup>，顯示小胡瓜前作種植敏豆，產量較前作種植小果番茄可增產 8%-23%，惟處理間差異未達顯著水準(表 6)。

表 5. 3 種輪作模式對第 3 年第 1 期作小胡瓜生育之影響

Table 5. Effects of three rotation models on the growth of cucumber in the first crop of the third year.

處理 Treatments	株高 Plant height (cm)	節數 Node number (no.)	葉長 Leaf length (cm)	葉寬 Leaf width (cm)	始花節位 Node of starting Flowering (node)
模式 1 Model 1	159a <sup>z</sup>	18.6a	18.4a	22.8a	3.0a
模式 2 Model 2	149a	17.9a	18.5a	23.6a	3.0a
模式 3 Model 3	161a	18.9a	19.5a	24.8a	2.3a

<sup>z</sup> 同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表 6. 3 種輪作模式對第 3 年第 1 期作小胡瓜品質及產量之影響

Table 6. Effects of three rotation models on the quality and yield of cucumber in the first crop of the third year.

處理 Treatments	單果重 Single fruit weight (g)	果長 Fruit length (cm)	果徑 Fruit diameter (cm)	可溶性固形物 Soluble solids (°Brix)	產量 Yield (kg ha <sup>-1</sup> )
模式 1 Model 1	156a <sup>z</sup>	24.8a	3.0a	2.9a	23,576a
模式 2 Model 2	125a	23.6a	2.8b	3.1a	19,114a
模式 3 Model 3	148a	25.0a	3.0a	3.0a	21,774a

<sup>z</sup> 同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

第 2 期作小果番茄初期生育性狀調查結果，3 種輪作模式處理之株高介於 45.0-52.8 cm，節數介於 7.3-8.0 節，各處理間差異亦未達顯著水準(表 7)。果實性狀、品質及產量調查結果，3 種模式處理之果長介於 2.6-3.0 cm，果寬介於 2.3-2.7 cm，可溶性固形物介於 6.8-7.4 °Brix，各處理間差異未達顯著水準(表 7)。產量以模式 1 處理之 34,875 kg ha<sup>-1</sup> 較高，模式 2 處理之 32,371 kg ha<sup>-1</sup> 次之，模式 3 對照組為 31,737 kg ha<sup>-1</sup> 較低，模式 1 及模式 2 兩處理的產量分別較對照組增產 10%及 2%，惟處理間差異未達顯著水準(表 7)。

綜上結果，3 種輪作模式在第 3 年兩期作共同栽培小胡瓜及小果番茄，其相關生育性狀及產量經統計分析後，雖在各處理間的差異均未達顯著水準，但從實際田間觀察的生育表現，輪作模式 1 相較於對照組，具有使小胡瓜及小果番茄增產的潛力。有機蔬菜輪作栽培技術之開發，是漫長且艱辛的工作，需要龐大的人力與物力投入，目前有機輪作栽培在國外研究文獻，已有利用分析土壤所含基因體相關的技術投入，藉此探究土壤微生物與作物間交互作用的關聯性(Tian *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2011; Zhou *et al.*, 2017)。因此，亟待政策能持續支持，除開發更多樣化有機輪作栽培的模式外，並導入生態性的評估指標，使此領域對於農業發展有更多貢獻。

表 7. 3 種輪作模式對第 3 年第 2 期作小果番茄初期生育及產量之影響

Table 7. Effects of three rotation models on the initial growth and yield of small-fruit tomato in the second crop of the third year.

處理 Treatments	株高 Plant height (cm)	節數 Node number (no.)	果長 Fruit length (cm)	果徑 Fruit diameter (cm)	可溶性固形物 Soluble solids (°Brix)	產量 Yield (kg ha <sup>-1</sup> )
模式 1 Model 1	52.8b <sup>z</sup>	7.8a	3.0a	2.7a	7.4a	34,875a
模式 2 Model 2	64.8a	8.0a	2.6a	2.3a	6.8a	32,371a
模式 3 Model 3	45.0b	7.3a	2.6a	2.3a	7.4a	31,737a

<sup>z</sup> 同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

## 參考文獻

- Flannery, R.L. and D.K. Markus. 1980. Automated analysis of soil extracts for phosphorous, potassium, calcium and magnesium. *Jour. Assoc. Off. Anal. Chem.* 63: 779-787.
- Knudsen, O., G.A. Peterson, and P. F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. p.225-246. In: A.L. Page (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement. p.199-224. In: A. Klute et al. (eds.) *Method of Soil Analysis. Part I.* 2nd edition. ASA, Madison, WI. USA.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: A.L. Page (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-429. In: A.L. Page (ed.). *Methods of soil analysis. Part 2.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts. p.167-179. In: A.L. Page (ed.). *Methods of Soil Analysis, Part 2.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Tian, Y., X. Zhang., J. Liu, and L. Gao. 2011. Effects of summer cover crop and residue management on cucumber growth in intensive Chinese production systems: soil nutrients, microbial properties and nematodes. *Plant Soil* 339: 299-315.
- Wu, F., H. Yu, G. Yu, K. Pan, and J. Bao. 2011. Improved bacterial community diversity and cucumber yields in a rotation with kidney bean-celery-cucumber. *Acta Agr Scand Sect B-Soil Pl* 61:122-128.
- Zhou, X., J. Liu, and F. Wu. 2017. Soil microbial communities in cucumber monoculture and rotation systems and their feedback effects on cucumber seedling growth. *Plant Soil* 415:507-520.

# Study of Rotation System on Organic Continuous Harvest Vegetable Cultivation

Kuang-Chuan Liu, Yu-Ming Hsu, and Meng-Chun Tseng

Associate Researcher, Assistant Researcher and Former Assistant Researcher, Taoyuan DARES, COA.

kcliu@tydais.gov.tw

## Abstract

This experiment aims to explore the best organic production rotation model for continuous harvesting vegetables. The continuous harvesting of cucumber, small-fruit tomato and legume vegetables was used as a material for three-year cultivation experiments in three rotation modes. The results showed that three kinds of rotation patterns were all same cultivate cucumber in the first crop of the third year. The average yield was 23,576 kg ha<sup>-1</sup> of model one after the cultivated kidney bean, which was higher than that of the pre-cultivated small-fruit tomato model two, 19,114 kg ha<sup>-1</sup> and mode three. 21,774 kg ha<sup>-1</sup>. The small-fruit tomato were all same cultivated in the second crop of the third year, and the yield were 34,875 kg ha<sup>-1</sup> of model one, which was higher than 32,371 kg ha<sup>-1</sup> of model two and 31,737 kg ha<sup>-1</sup> of model three. the difference in yield between the two crops treatments did not reach a significant level. However, from the performance of field fertility, the rotation model one had the potential to increase the yield of cucumber and small-fruit tomatoe compared with the control group.

Key words: cucumber, small-fruit tomato, legume.



# 稀有中藥材—天麻種麻繁殖及栽培技術

葉志新

桃園區農業改良場 副研究員

zcamays@tydais.gov.tw

## 摘要

天麻(*Gastrodia elata* Bl.)係蘭科植物天麻的塊莖，是重要的中藥材，也是開發為機能性食品、食補的優良標的，具有發展潛力。本場建立天麻種麻繁殖及栽培技術，作為發展天麻栽種產業之基礎。天麻胚性癒合組織在 1/2 MS 培養基下 4 個月繼代 1 次最佳，增殖倍率為 8 倍；在 BA 10 mg·L<sup>-1</sup> 處理 1 週，誘導 PLB 形成及發芽效果最佳；蜜環菌 AM2 與天麻小塊莖共生情況，培養條件溫度需低於 25°C 為宜。天麻種植的各階段均不需要光線是最大優勢，在環控設施可周年栽培，生產安全、品質均一之天麻原料，適合現有菇類養殖設施或植物工廠栽培。

關鍵詞：天麻、蜜環菌、胚性癒合組織

## 前言

天麻(*Gastrodia elata* Bl.)為一傳統中藥，以塊莖入藥，最早見於東漢神農本草經中，已超過 2,000 年的使用歷史。依據本草綱目記載，天麻氣味辛、溫、無毒，主治諸風濕痺、四肢拘攣、癱瘓不遂、眩暈頭痛等症，是中醫治療大腦及神經系統疾病的重要藥物。天麻主要功效成分包含天麻素(gastrodin)、天麻苷元(gastrodigenin)、派立辛(parishin)及天麻腺苷(N6-(4-hydroxybenzyl)adenine riboside)，其現代藥理研究亦證實天麻具有鎮靜、抗驚厥、鎮痛、抗衰老、降血壓、改善學習記憶和促進睡眠等功效(洪等，2010；胡等，2001；楊等，2000；Hsieh *et al.*, 1997；Wu *et al.*, 2015)，中國醫藥研究所發現天麻萃取物中腺苷類成分 T1-11 (N6-(4-hydroxybenzyl)adenine riboside)具有神經元保護作用，可預防和減少亨丁頓舞蹈症及一些同樣具有蛋白錯誤堆疊特性之神經退化性疾病的病變發生，以及其病程的進展(Chou *et al.*, 2015；Huang *et al.*；2007, Huang *et al.*, 2011)。天麻為高價藥材及藥膳材料，目前進口量為 67,000 公斤/年，在臺灣及華人地區均有非常大之需求量，且具有神經保護和促進睡眠作用效果的天麻，也是開發保健食品、中藥食補的優良標的。

天麻又稱高赤箭，屬蘭科(Orehidaceae)赤箭屬(*Gastrodia*)多年生草本植物，分布於西伯利亞，韓國，日本及中國大陸，並向南延伸至喜馬拉雅山區之尼泊爾、不丹至印度東北一帶，

臺灣位於其分布範圍之東南限界(許, 2008)。在臺灣主要分布於宜蘭、花蓮、南投、台東及嘉義等縣山區海拔 1,500 至 3,000 公尺之林下(Lin and Wang, 2014)。天麻生長習性奇特, 由於天麻不具正常功能的葉綠體, 根也完全退化, 塊莖僅有鱗片狀葉(scales), 除了在開花期與結果期會有單一花梗突出地表, 整個生活史中僅具地下塊莖, 而其種子發芽需與小菇屬(*Mycena* sp.)共生, 而生長需與蜜環菌(*Armellaria mellea*)共生, 栽培技術門檻高(徐和郭, 1989; 徐等, 1990a,b, 徐和牟 1990; 郭和王, 2001; Kusano, 1911)。臺灣為天麻的原生地之一, 但繁殖及栽培之基礎研究相當少, 本研究探討天麻組織培養技術, 藉由胚性癒合組織培養, 誘導 PLB 形成及發芽, 並透過瓶內接種蜜環菌生產天麻種麻, 建立天麻種麻繁殖及栽培技術, 作為後續開發天麻栽種量產之基礎。

## 材料方法

### 一、天麻胚性癒合組織(embryogenic callus, ECs)培養

試驗材料取自天麻種子誘導之胚性癒合組織 0.1 g 為供試培植體, 培養於不含生長調節劑培養基中, 基礎培養基為 1/2 MS (Murashige and Skoog, 1962)無機鹽類, 添加 30 g L<sup>-1</sup> 蔗糖, 6 g L<sup>-1</sup> 洋菜、1 g L<sup>-1</sup> 活性碳, pH 值 5.5, 每支試管 10 mL 培養基, 培養後每個月取樣秤種調查 1 次, 持續 5 個月。

### 二、天麻胚性癒合組織誘導形成 PLB 及發芽試驗

取培植體約 0.1 g 以不同濃度之 TDZ(0.1、0.5、1 mg·L<sup>-1</sup>)、BA (1、5、10 mg·L<sup>-1</sup>)、kinetin (1、5、10 mg·L<sup>-1</sup>)及 zeatin (1、5、10 mg·L<sup>-1</sup>)溶液浸泡 1 週處理, 再移至 1/2 MS 培養基中培養, 發芽率於第 4 週開始每週調查至第 8 週, 發芽數於第 8 週統計, 另以解剖顯微鏡及切片觀察 ECs 不同發育階段生長情形(切片為國立自然科學博物館李勇毅博士協助)。

### 三、天麻小塊莖與蜜環菌共生研究

天麻 PLB 及小塊莖分別與生長於木塊上之蜜環菌(AM1~AM7)共培養, 置於避光生長箱中, 溫度控制為 23°C, 生長 4 個月後調查米麻及白麻的數量及產量, 另外取天麻小塊莖與生長於木塊上之蜜環菌共培養, 置於避光生長箱中以 24、27 及 30°C, 生長 4 個月後調查。

資料以 SAS EG(SAS Institute Inc. 2010)進行變方分析(ANOVA)再以 least significant difference (LSD)測驗比較處理間平均值之差異。

## 結果與討論

### 一、天麻胚性癒合組織培養

天麻胚性癒合組織(embryogenic callus, ECs)生長調查結果顯示(圖 1)，培養 3 個月 ECs 增殖 4 倍，培養 4 個月 ECs 增殖 8 倍，培養 5 個月 ECs 增殖 12 倍，但培養 5 個月後培植體顏色由黃綠色轉為黃褐色，生長速度減緩，如果不進行繼代培養，培植體部分也會發育為 PLB，部分則會褐化，因此在培養 4 個月後繼代培養最適合。

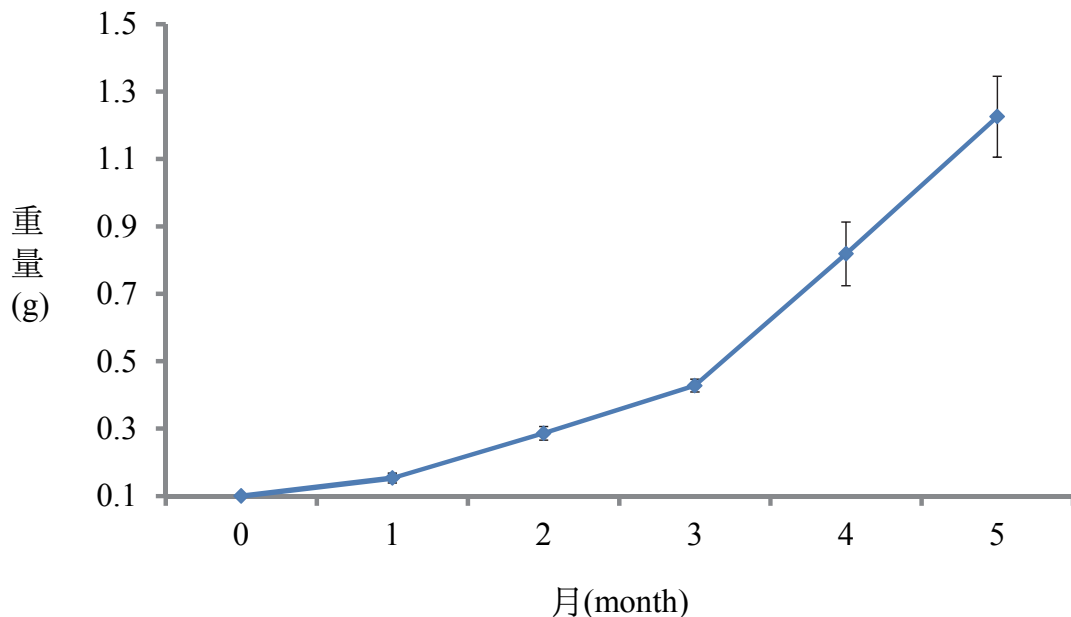


圖 1. 天麻胚性癒合組織生長速度

Fig. 1. The growth rate of ECs after sub-cultures.

### 二、天麻胚性癒合組織誘導 PLBs 形成及發芽

天麻胚性癒合組織(embryogenic callus, ECs)為黃白色由緊密細胞聚集體組成，組織切片顯示 ECs 周圍區域細胞團塊具有緻密的細胞質、小澱粉粒和液泡，而內部區域的細胞高度空泡化並充滿了許多大澱粉粒(圖 2A、2B)。經過細胞分裂素處理後，培養 4 週之 ECs 表面出現凸出球狀之擬圓球體(Protocorm-Like Bodies, PLB)，培養 6 週後可以觀察到不同大小的 PLB，組織切片顯示在表面可見細胞聚集分裂，隨後聚集形成 PLB(圖 2C、2D)。培養 8 週後，PLB 進一步發育形成小塊莖，小塊莖延長生長，有鱗狀葉片，具有一明顯的莖頂分生組織(圖 2E、2F) (Yeh *et al.*, 2017)。

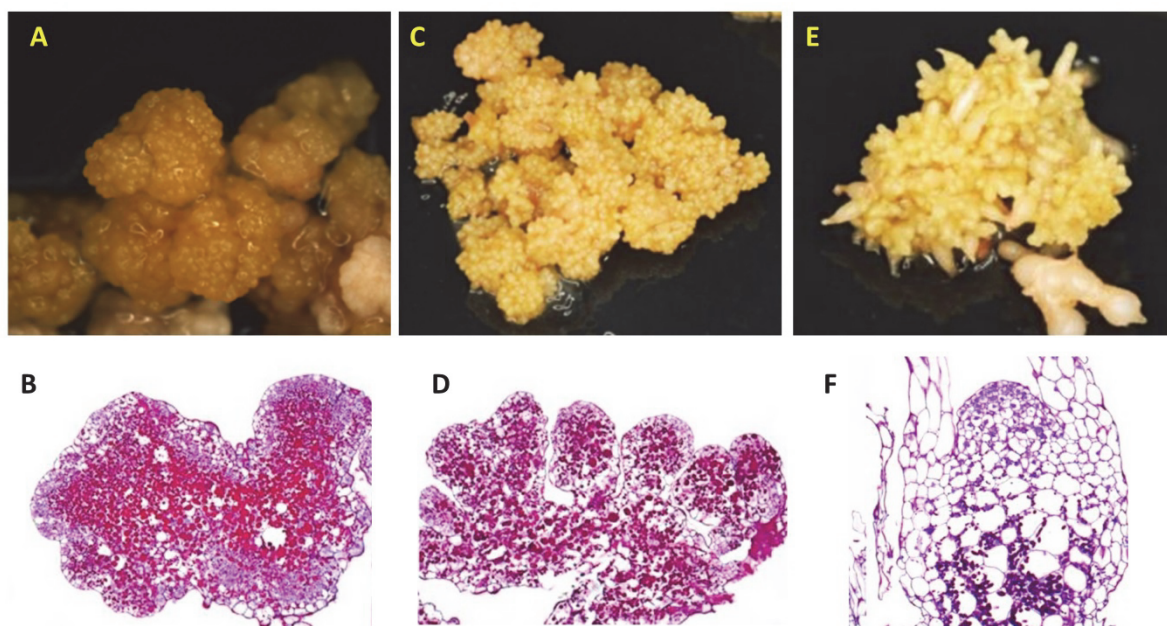


圖 2. 天麻胚性癒合組織不同生長階段

Fig. 2. Regeneration stage of PLBs from ECs cultures.

在未經細胞分裂素處理，培養 8 週後僅能觀察到少量 PLB 形成，而且未有小塊莖發生。在測試的 4 種細胞分裂素中，皆隨著細胞分裂素濃度的增加而增加，其中誘導 PLB 形成的細胞分裂素 TDZ  $0.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  誘導率 88.6%、TDZ  $1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  誘導率 94.1% 和 BA  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  誘導率 88.5% 最佳；Kinetin 及 Zeatin 誘導率在 50% 以下、每個培植體可產生的 PLB 數同樣以 TDZ  $0.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  33.4 芽、TDZ  $1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  37.6 芽和 BA  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  41.0 芽最佳。在培養 5 週後開始觀察到 PLB 的形成，其中以 BA 5 和  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  處理的 PLBs 形成更快(圖 3、表 1)。但在培養更長的時間後 TDZ( $0.5$  和  $1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 處理組中形成小塊莖的比例並無增加且小塊莖較短小而易褐化。因此，試驗結果建議以 BA  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  處理 1 週，誘導 PLB 形成及發芽效果最佳(Yeh *et al.*, 2017)。

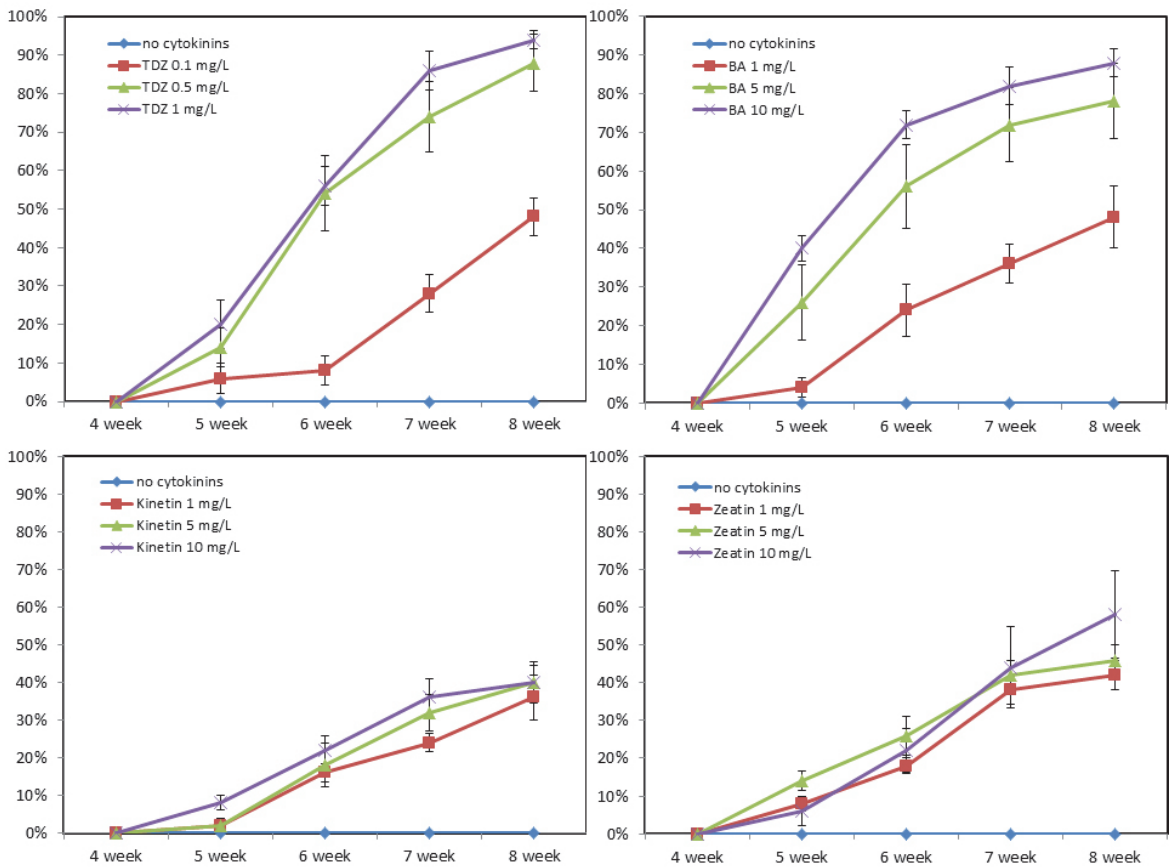


圖 3. 不同細胞分裂素誘導天麻 PLB 形成率之變化

Fig. 3. Mean percentage of PLBs regeneration of *G. elata* in relation to the time in culture for different cytokinins treatments.

表 1. 不同細胞分裂素誘導天麻 PLB 形成率及數量

Table 1. Effect of different cytokinins on PLBs regeneration of *G. elata*.

Cytokinins	mg·L <sup>-1</sup>	Number of PLBs per callus	PLBs regeneration (%)
TDZ	0.1	10.6d	48.2bc
	0.5	33.4ab	88.6a
	1	37.6ab	94.1a
BA	1	9.4 <sup>d</sup>	48.3 <sup>bc</sup>
	5	27.0 <sup>bc</sup>	78.7 <sup>ab</sup>
	10	41.0 <sup>a</sup>	88.5 <sup>a</sup>
Kinetin	1	6.6 <sup>d</sup>	36.0 <sup>c</sup>
	5	7.0 <sup>d</sup>	40.2 <sup>c</sup>
	10	6.2 <sup>d</sup>	40.4 <sup>c</sup>
Zeatin	1	10.0 <sup>d</sup>	42.1 <sup>c</sup>
	5	16.4 <sup>cd</sup>	46.9 <sup>bc</sup>
	10	17.4 <sup>cd</sup>	58.2 <sup>b</sup>

同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at  $P < 0.05$  by Fisher's protected LSD test.

### 三、天麻小塊莖與蜜環菌共生

天麻栽培時需要與蜜環菌(*Armillaria mellea*)共生，以消化蜜環菌菌絲作為養分來源，因此，栽種天麻前需先培養蜜環菌。蜜環菌接種於 PDA 培養基後約 2-3 天開始生長，約 4 週可長滿整個培養皿，蜜環菌培養於 PDA 或木塊上均會形成菌索 (shoestring) (圖 4)，菌索是菌絲相互纏結而成，酷似植物的根，外層由擬薄壁組織組成，顏色較深，叫皮層，內層由疏絲組織組成，叫心層。菌索是蜜環菌生長重要的構造，可以幫助菌絲快速感染到鄰近的天麻，也是判別蜜環菌生長的一個重要指標。

培養蜜環菌可先於 PDA 培養基中培養 2 週，確定蜜環菌菌株無雜菌汙染，再將生長於 PDA 之蜜環菌，移至燕麥粒上以 25°C 培養 2-3 週，待菌絲長滿後做為菌種，菌種與天麻小塊莖同時放入含木塊之玻璃瓶內培養米麻及白麻，或接種於木段上可培養為菌材供後續天麻種植使用。蜜環菌之保存，蜜環菌以 PDA 培養基培養，蜜環菌長滿試管後至於 4°C 保存，可以保存 1 年以上能具有活力。



圖 4. 蜜環菌生長於 PDA 培養基及菌棒之情況

Fig. 4. The situation of *Armillaria mellea* grow in PDA and woods.

在不同蜜環菌對天麻小塊莖及瓶內接種蜜環菌之結果顯示(表 2)，以 AM2 蜜環菌不論是已與小塊莖或是米麻培養所生成之天麻數量及重量都最高，AM1、AM4 及 AM7 也都有天麻生長，但生成之種麻數量及總重量都較低，而其他菌株 AM3、AM5 及 AM6 都沒有天麻存活，顯示除 AM1、AM2 菌株外，其他 5 株蜜環菌菌株對於天麻並不適合，在多數情況下天麻生長不佳。

表 2. 不同蜜環菌對天麻 PLB 及小塊莖生長之影響

Table 2. Effect of culture PLB and young tuber in *Armillaria mellea* strain.

蜜環菌菌株	PLB		小塊莖	
	數量 (No.)	重量 (g)	數量 (No.)	重量 (g)
AM1	14.3 <sup>b</sup>	1.3 <sup>b</sup>	11.3 <sup>b</sup>	13.9 <sup>b</sup>
AM2	82.0 <sup>a</sup>	9.7 <sup>0a</sup>	28.8 <sup>a</sup>	40.3 <sup>a</sup>
AM3	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
AM4	66.8 <sup>a</sup>	8.6 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
AM5	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
AM6	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
AM7	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	7.8 <sup>b</sup>	10.1 <sup>b</sup>

同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at  $P < 0.05$  by Fisher's protected LSD test.

天麻小塊莖與蜜環菌共培養於玻璃瓶內之後置於 24、27、30°C 生長箱培養 4 個月結果顯示(圖 5)，培養於 24°C 下高赤箭生長良好，並持續生長為白麻，置於 27°C 下培養雖天麻可以生長，但形成之塊莖纖細，生長勢已經明顯較差，培養於 30°C 下天麻完全無法生長。顯示高赤箭的生長溫度不宜超過 27°C，最佳的生長溫度在 25°C 以下，與文獻報導生長適溫 20-25°C 相符。

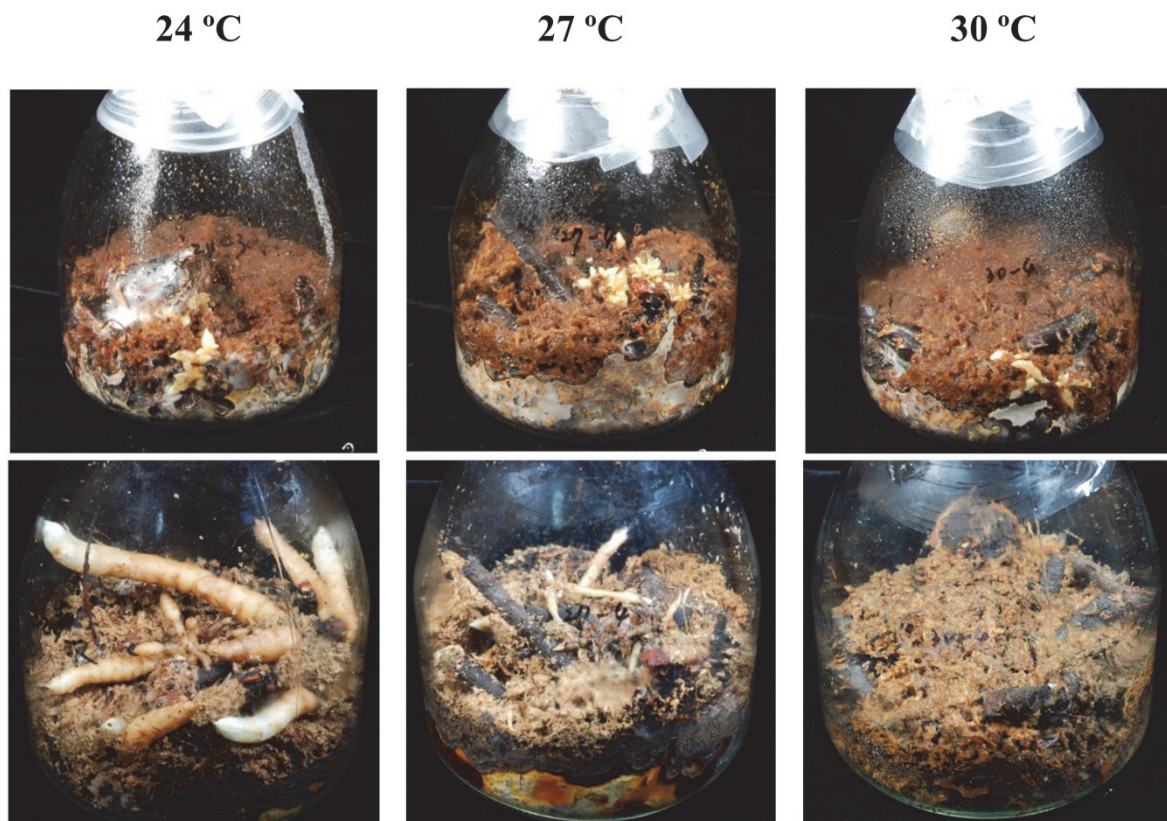


圖 5. 不同溫度對天麻生長之影響

Fig. 5. Effect of tuber growth in temperature treatment.

## 結 論

本場建立天麻種麻繁殖及栽培技術進行優良種苗生產，作為發展天麻栽種產業之基礎。透過天麻胚性癒合組織進行繁殖並誘導 PLB 形成及發芽，篩選適當之蜜環菌與天麻小塊莖共生培養，可生產健康的天麻種球。天麻最大優勢是種植的各階段均不需要光線，有利於環控設施高密度種植並可達成周年栽培，以生產安全、品質均一之天麻，並適合現有菇類養殖設施或植物工廠栽培。

## 參考文獻

- 許天詮。2008。台灣赤箭屬植物分類研究。國立台灣大學碩士論文。
- 胡一冰、崔佳、韓笑、邱德文、許建陽。2001。中藥天麻研究進展。貴陽中醫學院學報 23:48-51。
- 洪全、陳森、李雪萍。2010。天麻藥理研究進展。中國實用醫藥 5:249-250。
- 楊進林、蘭進、徐錦堂。2000。天麻的研究進展。中草藥 1:66-69。
- 徐錦堂、郭順星。1989。供給天麻種子萌發營養的真菌—紫萁小菇。真菌學報 8:221-226
- 徐錦堂、冉硯珠、郭順星。1990a。天麻種子發芽營養來源的研究。中國醫學科學院學報 12:431-433。
- 徐錦堂、牟春、冉硯珠。1990b。天麻種子萌發動態及紫萁小菇菌絲侵入的細胞學觀察。中國醫學科學院學報 12(5):313-316。
- 徐錦堂、牟春。1990。天麻原球莖生長發育與紫萁小菇及蜜環菌的關係。植物學報 32:26-31。
- 郭順星、王秋穎。2001。促進天麻種子萌發的石斛小菇優良菌株特性及作用。菌物系統 20:408-412。
- Chou A.H., Y.L. Chen, C.C. Chiu, S.J. Yuan, Y.H. Weng, T.H. Yeh, Y.L. Lin, 2015. T1-11 and JMF1907 ameliorate polyglutamine-expanded ataxin-3-induced neurodegeneration, transcriptional dysregulation and ataxic symptom in the SCA3 transgenic mouse. *Neuropharmacology*. 99:308-317.
- Huang, N.K., Y. Chern, J.M. Fang, C.I. Lin, W.P. Chen, and, Y.L. Lin. 2007. Neuroprotective principles from *Gastrodia elata*. *Journal of natural products*, 70(4):571-574.
- Huang, N.K., J.H. Lin, J.T. Lin, C.I. Lin, E.M. Liu, C.J. Lin and J.B. Chen. 2011. A new drug design targeting the adenosinergic system for Huntington's disease. *PloS one*. 6(6), e20934.
- Hsieh M.T., C.R. Wu, C.F. Chen. 1997. Gastrodin and p-hydroxybenzyl alcohol facilitate memory consolidation and retrieval, but not acquisition, on the passive avoidance task in rats. *J Ethnopharmacol*. 56:45-54.
- Kusano, S. 1911. *Gastrodia elata* and its symbiotic association with *Armillaria mellea*. *J. Coll. Agric. (Tokyo)* 4:1-66.
- Lin, W.M. and Y.F. Wang. 2014. *The Wild Orchids of Taiwan - An Illustrated Guide* KBCC Press.
- Wu L.Y., W.C. Chen, F.S. Tsai, C.C. Tsai, C.R. Wu, L.W. Lin. 2015. p-Hydroxybenzyl Alcohol, an Active Phenolic Ingredient of *Gastrodia elata*, Reverses the Cycloheximide-Induced Memory Deficit by Activating the Adrenal Gland in Rats. *Am J Chin Med*. 43:1593-1604.
- Yeh, C.H., F.S. Liao, K.L. Huang, I. Miyajima, Y.I. Lee. 2017. An Efficient Protocol of Protocorm-Like Bodies Regeneration from Callus Cultures of *Gastrodia elata* Blume and the Further Associations with Mycorrhizal Fungi. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 62(1):39-46.

## **Rare Chinese herb-Seedling and of cultivation techniques in Tianma (*Gastrodia elata*)**

Chih-Hsin Yeh

Associate Researcher

Taoyuan district agricultural research and extension station, COA.

zeamays@tydais.gov.tw

### **Abstract**

Tianma (*Gastrodia elata*), rhizomes of a fully mycoheterotrophic orchid and an endangered herbal medicinal plant (Orchidaceae), is a commonly used Chinese herb as a potential functional food for anti-aging and sleep. In this study, we reported a reliable protocol of the seedling and cultivation techniques as a basis of the Tianma planting industry. Embryogenic callus of Tianma subculture and proliferation rate was 8-times every 4 months. The continuous immersion cultures with BA  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  improved PLBs regeneration frequency and growth rate. The best symbiotic growth of *Armillaria mellea* ‘AM2’ and tubers, the temperature should be lower than  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . The advantage of Tianma cultivation was no need for light during various stage. Year-round cultivation was to product a safe and uniform quality of Tianma raw materials in the environmental control facilities. It was suitable for cultivation by manufacturers of existing mushroom facilities or plant factories.

Key words: *Gasreodia elata*, *Armellaria mellea*, embryogenic callus

# 國產全麥麵粉特性研究與產品之開發

何昱圻

行政院農業委員會桃園區農業改良場助理研究員

ych@tydais.gov.tw

## 摘要

本研究以國產小麥為原料，建立以小型磨粉機械製作全麥麵粉之製程及全麥粉應用產品。首先探討不同研磨前處理方式對於磨製全麥粉粒徑分布之影響。結果顯示，以研磨前潤麥並平衡至水分含量 18%，可得到細度最高之全麥粉製品，但考量大批研磨時石磨盤面摩擦產生高溫，會造成澱粉糊化而不利操作，建議以調整水分含量 15% 為佳。第二部分針對全麥粉產品應用開發，比較全麥粉細度對麵糰攪拌性質、麵團拉伸性質及製作全麥產品品質之影響。以細度能通過平均孔徑 0.210 mm 試驗篩之細全麥粉樣品，在麵粉特性上麵筋指數高，筋性強最耐攪拌，同時具有最好麵糰攪拌穩定性及抗延展性。進一步分析不同細度全麥粉製作之蛋捲與饅頭質地，結果以細全麥粉製作之蛋捲有較好酥脆性及色澤，所製成之饅頭有較高比體積及較低的硬度與膠質性，顯示提高全麥粉細度可改善全麥製品硬度及體積，有助於全麥產品開發與應用。

關鍵詞：粒徑細度、麵糰攪拌性質、質地分析

## 前言

近年來飲食習慣改變，麵粉類製品已成國人第二主食。在政策推廣及補助下，國產小麥栽種面積已逐年增加至 600 公頃，總產量約 1300 公噸。相較於過去，臺灣小麥主要作為釀酒用酒麴，目前則主要作為磨製麵粉使用，且以本土栽種小麥製作的各式全麥產品備受矚目。儘管國產小麥充滿商機，但一般農民卻難以自行加工應用，主要原因為小麥採收後的保存與製粉皆需要有一定的設備與技術，製粉生產投入成本高。

一般所稱之麵粉，即為去除小麥麩皮和胚芽部分後經粉碎而成之精製產品。目前臺灣麵粉廠製作麵粉的方式，都以滾軸輾壓為主，經不斷輾壓與篩分可將小麥的麩皮、胚芽及麵粉分離。精製麵粉麵筋強度強，製作產品不易失敗且符合烘焙業者製作習慣。而所謂的全麥粉，依據中華民國國家標準(Chinese National Standards, CNS)對全麥麵粉之定義，係將全粒小麥經過磨粉、篩分(分級適當顆粒大小)等步驟，需保有與原來整粒小麥相同比例之胚乳、麩皮及胚芽等成分製成的粉狀製品。目前全麥粉供應方式有兩種，以整粒小麥直接研磨而成的全粒粉，以及小麥經過一連串研磨篩選出粗麩、細麩、胚芽及麵粉後，依原有比例組成的全麥粉。

相對於精製麵粉的生產設備及製程，小麥直接研磨製成全麥麵粉是比較容易可行的，但以簡易研磨設備生產小麥全粒粉，如未經過適當處理，所製得之烘焙產品仍存在尖銳感而難以吞嚥，消費者接受度低。

本試驗使用國產台中選 2 號小麥為原料，以小型石磨磨粉機械為工具製作全麥麵粉，探討不同研磨前處理的影響；第二部分，全麥粉經適當細磨處理後，比較不同細度全麥粉之麵粉理化特性及其對加工製品品質與質地之影響，期以建立國產全麥粉最適製程及改善全麥產品外觀口感，使農民可以較低投入資金即可達到自產自銷，提升國產小麥加工消費量。

## 材料與方法

### 一、材料

小麥：台中選 2 號小麥。購自臺中市大雅區。

### 二、不同前處理條件對研磨全麥粉之影響

#### (一) 小麥研磨處理

本試驗前處理條件分為兩部分，第一部分將小麥原料分別儲藏於-20°C 冷凍、4°C 冷藏與室溫條件，取出後立即以石磨機研磨製備全麥粉。第二部分為調整麥粒水分含量，將小麥以熱風乾燥至水分含量 8%、加水調濕並平衡至水分含量 12%、15%、18%，分別以電動石磨機(Hawos, MILL ONE, Germany)研磨製備全麥粉，石磨直徑為 10 cm，處理速度為每分鐘 125 g。

#### (二) 粒徑篩分

參考 CNS 550, N5007 麵粉標準之顆粒粒徑測定方法。稱取試樣 100 g，以試驗篩 0.212-0.840 mm 篩檢，試驗篩以震盪機震盪 10 分鐘後精秤篩內殘留樣品並計算其過篩百分率。

### 三、不同細度全麥粉之理化特性分析

#### (一) 全麥粉細磨處理

將石磨全麥粉再以高速粉碎機細磨，以全粉通過 30 目(0.590 mm)、50 目(0.297 mm)及 70 目(0.210 mm)試驗篩，區分為粗(< 0.590 mm)、中(<0.297 mm)、細(<0.210 mm)不同細度之全麥粉，進行理化特性測定。

#### (二) 全麥粉理化特性分析

灰分：依 AACC(2000) 08-01 方法測定。

粗蛋白測定：依 CNS 5035, N116 食品粗蛋白質檢測法測定。

濕麵筋含量測定：依據 AACC(2000)38-12B 方法測定。

### (三) 麵團攪拌性質測定(Farinograph)

依據 AACC(2000) 54-21 方法，使用 farinograph 測定麵團之攪拌性質。秤取樣品 300 g，水分 14%條件下加入攪拌槽中，並加入適當百分比加水量，再攪拌形成麵團至麵筋擴展，曲線圖形最高點中心應在 500±20 BU 範圍內，然後麵團攪拌至斷裂可得到各攪拌階段量測指標：吸水量、擴展時間、攪拌穩定性、攪拌彈性指數(Mixing Tolerance Index, M.T.I.)與斷裂時間等參數。

### (四) 麵團拉伸性質測定(Extensograph)

依據 AACC 54-10 (1983)方法，依 farinograph 之吸水量及擴展時間攪拌為操作條件，秤取兩個 150 g 麵團，以滾圓機滾圓後，放入控制恆溫 30℃ 熟成室內進行熟成作用，並測試放置 45、90 與 135 分鐘後以特定之拉勾，將麵團拉至斷裂為止，測其在拉引過程延展性與抗拉力的變化，可讀取圖譜判讀抗延展性、延展性、總面積、形狀係數(R/E)等參數。

## 四、不同細度全麥粉製作產品及質地分析

### (一) 全麥饅頭製作與質地分析

全麥饅頭之原料基本配方為：全麥粉(100%)、加水量(55%)、糖(10%)、奶油(2%)、酵母量(2%)。將糖和酵母先溶於水中，與全麥粉於混合機中進行攪拌成型，之後再加入奶油進行慢速攪拌，以製成麵團。經室溫發酵、整形、滾圓、分割、後發酵和蒸炊。取出熟饅頭於室溫下冷卻，進行饅頭質地與高度底部直徑比測量。使用物性測定儀進行饅頭質地剖面分析(Texture Profile Analysis, TPA)之測量。測試條件是使用直徑為 35 mm 圓柱形之探頭(P 35)，而測試前、測試和測試後速率皆為  $2 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 。探頭進入樣品深度為 20 mm，第一次和第二次進入樣品之時間間隔為 5 秒。TPA 圖以所附之軟體分析可得到硬度(Hardness)、內聚性(Cohesiveness)和膠質性(Gumminess)等參數。

### (二) 全麥蛋捲製作與質地分析

全麥蛋捲之原料基本配方為：全麥粉(100%)、無鹽奶油(100%)、蛋液(120%)、細砂糖(60%)及鹽(1%)。將奶油先打發，分批加入糖、鹽及蛋液攪拌混和，最後加入全麥粉拌勻製成麵糊。以蛋捲專用平底鍋加熱 150℃ 煎熟，待上色後趁熱以細鐵棒捲起，放涼成形，盡速進行蛋捲品質分析。使用物性測定儀進行蛋捲酥脆性測定，選擇直徑 3 mm 的圓柱形探頭對樣品進行穿刺測試，下壓蛋捲至 50% 厚度，解析圖形得到硬度和酥脆性(Fracturability)。

## 五、統計分析

每處理均重複 3 次，所得之測定值以 SAS 統計分析軟體進行變異數分析(Analysis of variance, ANOVA)，處理間達顯著差異者，再進行 Fisher 最小顯著差異性測驗(Fisher's Least Significant Difference Procedure, LSD test)。

## 結果與討論

### 一、不同研磨前處理對研磨全麥粉之影響

結果顯示，小麥經水分調整或不同溫度前處理下研磨，其全麥粉樣品粒徑分布情況可通過 50 目試驗篩(平均孔徑 0.297 mm)之區分物累積百分比介於 36.92%-51.45%；通過 70 目試驗篩(平均孔徑 0.210 mm)之區分物累積百分比，處理間以調溼水分至 18%組最高(40.77%)、調溼 15%組次之(38.18%)，再依序為調溼水分 12%組(33.49%)、常溫組(32.92%)、水分 8%組(31.35%)、冷藏組(31.23%)與冷凍處理組(28.11%) (圖 1)。

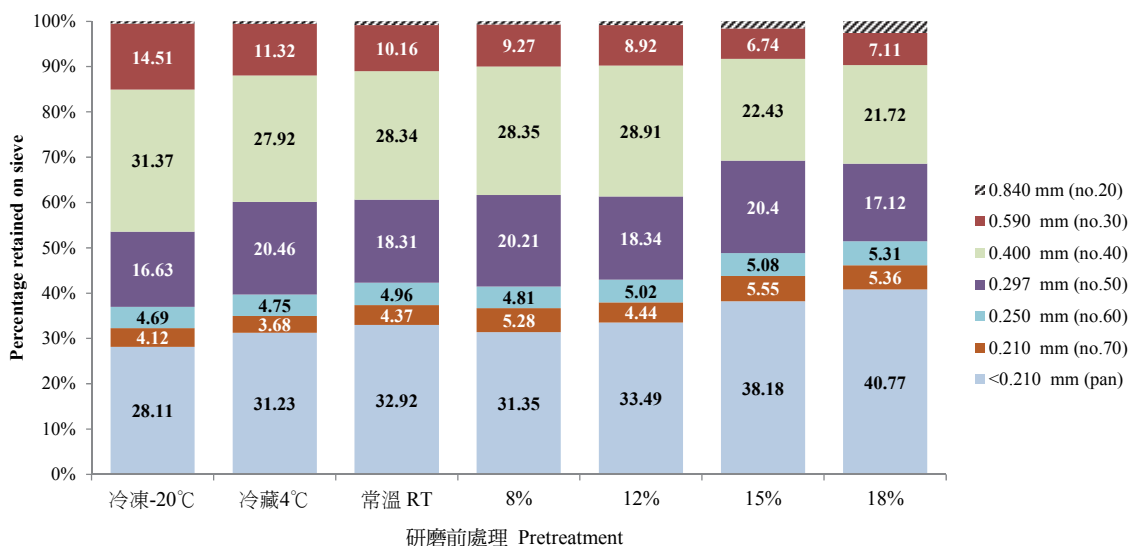


圖 1. 經不同前處理之石磨全麥粉粒徑分布

Fig. 1. Particle size distribution profile of milled whole wheat flour with different pretreatment before milling.

調溼麥粒為小麥製粉工業上常見的研磨前處理方法，其目的是調整小麥的水分含量至最適宜磨粉狀態，以增加麩皮韌性與軟化胚乳，使有效與麩皮分離，利於滾輪磨粉機磨細。

從粒徑分布結果可知，以調溼麥粒水分含量至 18% 前處理方式，搭配石磨機製備之全麥粉通過平均孔徑 0.210 mm (70 目)試驗篩之百分比最高，即細度最細，而調整水分含量至

15%組次之。但考量石磨磨粉機係利用兩個旋向不同的盤面進行研磨，過程中因摩擦產生高溫，在高水分條件下，小麥澱粉易受熱糊化，造成盤面溼黏，不利大量生產操作，故建議研磨前處理以調溼麥粒水分含量至 15%為佳。

參考麵粉國家標準規範(CNS 550)，一般麵粉品質於顆粒粒徑檢驗需 100%通過 0.212 mm 試驗篩，針對全麥粉則並無相關要求，但麥粉細度會影響麵糰性狀、製品體積與質地。有學者指出細麩無論在麵包體積或質地都比粗麩好(Pavlovich-Abril, 2015)，但也有學者指出使用細磨全麥粒粉(平均粒徑 195  $\mu\text{m}$ )反而會降低麵包的比體積並提高製品的緊實度(firmness)(Bressiani et al., 2017)。Zang 及 Moore(1999)提出無論添加比例，中間大小顆粒麩皮(415  $\mu\text{m}$ )比粗麩(609  $\mu\text{m}$ )及細麩(278  $\mu\text{m}$ )有更好的麵包比體積。因此，本研究第二部分將針對全麥粉細度對麵粉特性及全麥製品質地進行探討，建立國產全麥粉最適細度條件以利後續加工應用。

## 二、不同細度全麥粉之理化特性分析

小麥粉經細磨，以全粉可通過標準試驗篩區分為粗(平均粒徑 $< 0.590\text{ mm}$ )、中(平均粒徑 $< 0.297\text{ mm}$ )、細(平均粒徑 $< 0.210\text{ mm}$ ) 3 種細度全麥粉後進行理化特性分析。各細度全麥粉樣品灰分介於 1.70%-1.72%，粗蛋白含量介於 12.48%-12.77%，濕麵筋含量介於 20.4%-26.5%。從蛋白質含量來看，國產台中選 2 號小麥粉屬中筋粉，適用於中式麵點製作，如饅頭、麵條等製品。

有關麵筋強度的評定以麵糰攪拌性質分析儀(farinograph)及麵糰拉伸性質分析儀(extensograph)的分析值作為判定依據。比較全麥粉細度對麵團攪拌性質之影響，結果顯示各樣品最適吸水量介於 66.7%-71.2%，細度越高的全麥粉吸水量與攪拌穩定性越高(表 1)；攪拌彈性指數以中細度全麥粉組最高(58 FU)，細全麥粉組最低(38 FU)；斷裂時間以細全麥粉組最慢(13 min)，中細度全麥粉組最快(8.6 min)。

從麵糰攪拌性質分析結果可綜合表現出麵粉於加水形成麵糰時，在攪拌過程及麵筋擴展時所產生的黏彈性及其變化，可作為麵粉在麵製品加工上最適當加水率及攪拌條件的參考指標(沈，2010)。

一般而言，蛋白質含量高則麵粉吸水量較高，而破損澱粉含量也會影響吸水量。本試驗進一步測定各細度樣品之破損澱粉含量，結果顯示隨細度提高破損澱粉含量亦提高，以細全麥粉破損澱粉含量最高(7.14%)，中細度全麥粉次之(6.10%)，粗全麥粉最低(4.47%)，趨勢與麵糰攪拌性質分析中吸水量結果相符合。

全麥麵粉中可形成麵筋的蛋白較少，且麩皮較多而影響麵筋形成的強度，因此，製作全麥製品時控制麵糰的攪拌及發酵時間是很重要的，攪拌及發酵程度要低於白麵包，但要有足夠的時間形成麵筋及讓麩皮吸水(黃，2011；徐等 2016)。攪拌彈性指數是評估麵筋擴展後繼

續攪拌之麵糰性質，攪拌彈性指數小麵粉筋性強，反之則麵筋性弱，由攪拌彈性指數顯示不同細度之全麥粉，以細全麥粉筋性強最耐攪拌，同時具有最佳的麵糰攪拌穩定性。

表 1. 全麥粉細度對麵團攪拌性質之影響

Table 1. Effects of whole wheat flour fineness on farinograph mixing properties.

全麥粉細度 <sup>1</sup> Whole wheat flour fineness	吸水量 Water absorption (%)	擴展時間 Development Time (min)	穩定性 Stability (min)	攪拌彈性指數 Tolerance Index (FU)	斷裂時間 Time to breakdown (min)
粗 Coarse	66.7	6.4	5.6	43	9.9
中 Medium	69.1	5.2	6.6	48	8.6
細 Fine	71.1	8.9	10.6	38	13.0

<sup>1</sup> 全麥粉細度是經細磨處理後，以全粉通過 30 目(平均孔徑 0.590 mm)、50 目(平均孔徑 0.297 mm)或 70 目(平均孔徑 0.210 mm)試驗篩，區分為粗(< 0.590 mm)、中(<0.297 mm)、細(<0.210 mm)三種不同細度。

<sup>1</sup> The whole wheat flour fineness was defined by samples passing through number 30 standard sieve (particle size median = 0.590 mm) called coarse. Passing through number 50 standard sieve (particle size median = 0.590 mm) called medium. Passing through number 70 standard sieve (particle size median = 0.210 mm) called fine.

由麵糰拉伸性質測定可判定麵糰在醒發期之筋性變化，以麵團抗延性與延展性之比值(R/E)呈現醒發的麵糰特性，比值越大，表示麵筋的伸展性越低，麵筋強度越強(沈，2010)。

不同細度全麥粉麵團在鬆弛 90 分鐘測麵團拉伸性質，結果顯示麵團拉伸總面積以細全麥粉組最大(69 cm<sup>2</sup>)，而以粗全麥粉組最小(55 cm<sup>2</sup>)；最大抗張力(R<sub>Max</sub>)以細全麥粉組最大(589 BU)，中細度全麥粉組最小(278 BU)；延展性則以中細度全麥粉最大(135 mm)，細全麥粉組最小(89 mm)。進一步以 R/E 值分析全麥麵糰之黏彈性，可發現細全麥粉最大(6.6)，其次是粗全麥粉組(2.1)，中細度全麥粉組最小(2.1)(表 2)。

Bressiani 等(2017)分析不同粒徑全麥粉之麵團拉伸性質，麵團抗張力隨全麥粉粒徑變小而顯著性提高，以粗全麥粉(830 μm)抗張力最小，細全麥粉(195 μm)抗張力最高，與本試驗結果趨勢相似。比較不同鬆弛時間之麵糰性質，全麥麵糰經長時間鬆弛，其抗張力均有增加，而延展性下降的趨勢，這可能因麵筋中雙硫鍵在鬆弛時間會增加交互作用而增強麵糰抗張力及降低麵糰之延展性(盧，2008)。

表 2. 不同細度全麥粉之麵團拉伸性質

Table 2. Effects of whole wheat flour fineness on extensograph properties.

鬆弛時間 Proving time (min)	全麥粉細度 Whole wheat flour fineness	總面積 Energy (cm <sup>2</sup> )	抗張力 Resistance to Extension (BU)		延展性 Extensibility (mm)	R/E <sup>1</sup>	
			5 cm	Max.		5 cm	Max.
			45	粗 Coarse		48	216
	中 Medium	43	186	188	146	1.3	1.3
	細 Fine	55	324	333	114	2.8	2.9
90	粗 Coarse	55	320	326	116	2.8	2.8
	中 Medium	56	267	278	135	2.0	2.1
	細 Fine	69	578	589	89	6.5	6.6
135	粗 Coarse	56	370	375	107	3.5	3.5
	中 Medium	55	342	345	110	3.1	3.1
	細 Fine	61	554	562	84	6.6	6.7

<sup>1</sup> R/E：抗張力與延展性之比值。

<sup>1</sup> R/E: Ratio of Resistance to Extensibility.

### 三、不同細度全麥粉製作全麥產品及質地分析比較

以不同細度全麥粉製作全麥蛋捲及饅頭，探討全麥粉細度對於低筋麵製品(蛋捲)及中筋麵製品(饅頭)質地與外觀體積之影響。

結果顯示，全麥蛋捲在色澤上呈現淡褐色，以色差儀分析顯示隨著全麥粉細度提高，產品色澤的 L 值(明度)和 a 值(紅色度)提高，但統計上無顯著差異(表 3)。相較低筋白麵粉蛋捲，全麥蛋捲色澤 L 值、b 值(黃色度)較低，但以中細度全麥粉和細全麥粉製作之成品在 a 值部分與白麵粉組無顯著差異。不同細度對於全麥蛋捲的比體積無明顯影響，各組無顯著差異，但在質地分析結果部分，以中細度全麥粉和細全麥粉製作全麥蛋捲有較高的硬度和酥脆性(表 4)。在感官品評上，全麥蛋捲在顏色及口感分數皆高於白麵粉蛋捲樣品，提高全麥粉細度可使蛋捲顏色較均勻，降低麩皮粗糙口感並帶有小麥香氣，更適合消費者食用。

表 3. 不同細度全麥粉製作蛋捲之色澤分析

Table 3. Effects of whole wheat flour fineness on the color of egg roles.

蛋捲 Egg roll	全麥粉細度 whole wheat flour fineness	L	a	b
全麥粉組 Whole Wheat Flour	粗 coarse	59.41±0.94 <sup>B</sup>	8.49±0.96 <sup>B</sup>	26.15±0.31 <sup>B</sup>
	中 medium	59.80±2.87 <sup>B</sup>	9.40±1.23 <sup>AB</sup>	26.47±2.10 <sup>B</sup>
	細 fine	62.14±1.68 <sup>B</sup>	10.18±1.73 <sup>AB</sup>	28.20±1.84 <sup>B</sup>
白麵粉組 Soft Flour		65.66±2.40 <sup>A</sup>	11.31±1.06 <sup>A</sup>	32.62±1.02 <sup>A</sup>

同行英文字母相同者，表示經 LSD 測驗其差異未達 5% 顯著水準。

Means followed by the same letter are insignificantly different at 5% level according to LSD.

表 4. 不同細度全麥粉製作蛋捲之質地分析及比體積

Table 4. Effects of whole wheat flour fineness on the texture and specific volume of egg roles.

全麥粉細度 whole wheat flour fineness	硬度 Hardness (g·sec)	酥脆性 Fracturability	比體積 specific volume (mL·g <sup>-1</sup> )
粗 coarse	3,246.34 <sup>B</sup>	2.1 <sup>B</sup>	1.78 <sup>A</sup>
中 medium	4,116.58 <sup>A</sup>	9.4 <sup>A</sup>	2.11 <sup>A</sup>
細 fine	5,119.37 <sup>A</sup>	10.1 <sup>A</sup>	1.87 <sup>A</sup>

同行英文字母相同者，表示經 LSD 測驗其差異未達 5% 顯著水準。

Means followed by the same letter are insignificantly different at 5% level according to LSD.

以不同細度全麥粉製作饅頭並比較質地變化，結果顯示粗全麥粉製作之饅頭硬度最大 (58.19 N)，顯著高於其他全麥粉樣品；隨著細度提高，硬度和膠質性會而降低。同樣在外觀體積上，粗全麥粉組之饅頭高度底部直徑比最小，顯著低於其他全麥粉樣品，而以細全麥粉組饅頭外觀最佳(表 5)。

添加麩皮會使麵包品質變差，如麵團特性、麵包體積、顏色、質地組織、口感等走調，這種不利現象隨麥麩回添量的增加而增加。研究指出，麩皮在麵糰內不僅破壞麵筋基質，同時也壓迫氣室，使往某方向發展。這種麵包氣室極端扭曲，會影響麵包外觀型態呈現，也是影響麵包組織的重要因子(Gan et al., 1992；陳，2018)。比較白麵粉饅頭和全麥饅頭，全麥饅頭製作上同樣出現外觀體積小與質地緊實偏硬的問題。吳等(2015)探討麩皮使饅頭硬度和膠

質性增加之原因，可能與饅頭中自由水的減少或纖維本身硬實特性有關，此類似於添加小麥麩皮使麵糰抗展性增加。而高麩皮取代量使饅頭比體積和內聚性降低之原因，可能是由於麵筋蛋白質之稀釋作用而破壞麵筋網狀的連續性，造成保氣性降低。本試驗比較全麥粉細度對饅頭製作之影響，顯示全麥粉經細磨處理可改善全麥饅頭硬度高及體積小之情形，麥粉細度以能通過 50 目標準試驗篩(平均孔徑 0.297 mm)即有改善，但以細全麥粉(平均孔徑 0.210 mm)樣品有最佳質地及外觀。

表 5. 不同細度全麥粉製作饅頭之質地分析及高度底部直徑比

Table 5. Effects of whole wheat flour fineness on the texture and ratio of height to diameter of steamed bread.

全麥粉細度 whole wheat flour fineness	硬度 Hardness (N)	內聚性 Cohesiveness	膠質性 Gumminess (N)	高度底部直徑比 Ratio of height to diameter (mm•mm <sup>-1</sup> )
粗 coarse	58.19 <sup>A</sup>	0.70 <sup>C</sup>	40.70 <sup>A</sup>	0.46 <sup>B</sup>
中 medium	40.85 <sup>B</sup>	0.84 <sup>A</sup>	34.05 <sup>A</sup>	0.51 <sup>A</sup>
細 fine	32.94 <sup>B</sup>	0.76 <sup>B</sup>	24.92 <sup>B</sup>	0.58 <sup>A</sup>

同行英文字母相同者，表示經 LSD 測驗其差異未達 5% 顯著水準。

Means followed by the same letter are insignificantly different at 5% level according to LSD.

## 結 論

本試驗第一部分比較前處理方式對製備石磨全麥粉粒徑分布之影響，結果以研磨前調溼小麥並平衡至水分含量 18%，可得到細度最高之全麥粉製品，但考量大量研磨時石磨盤面摩擦產生高溫，會造成澱粉糊化而不利操作，建議以調整水分含量 15% 為佳。本試驗第二部分進一步將全麥粉通過不同細度試驗篩，以比較全麥粉細度對麵糰攪拌性質、麵團拉伸性質及製作全麥蛋捲與饅頭之質地影響。結果以通過 70 目試驗篩(平均孔徑 0.210 mm)之細全麥粉麵筋指數高、筋性強及最耐攪拌，同時具有最佳的麵糰攪拌穩定性及抗延展性。以細全麥粉製作之蛋捲有較好酥脆性及色澤，所製成之饅頭有較高比體積及較低的硬度與膠質性，顯示提高全麥粉細度可改善全麥製品硬度及體積，有助於全麥產品開發與應用。

## 參考文獻

- 中國國家標準(CNS)「麵粉」。總號：550，類號：N5007。2001。經濟部標準檢驗局。臺北，臺灣。
- 吳明穎、張永和、陳澄漳、蕭思玉。2015。小麥麩皮和加水量對麵團性質和饅頭品質之影響。台灣農業化學與食品科學。53(12):1-8。
- 沈勳。2010。淺談小麥與在麵粉的應用。臺中區農業改良場特刊 105:240-243。
- 徐華強、黃登訓、謝建一與顧德材。2016 修訂。實用麵包製作技術。P.408-410。中華穀類食品工業技術研究所。新北市。
- 陳如茵。2018。麥麩回添麵包產品的加值開發。食品工業月刊 50(1):66-74。
- 黃柏棋、施坤河。2011。全穀類與全麥麵包製作。烘焙工業 160:42-47。
- 盧淑生。2008。澳洲主硬麥區分麵粉之組成分對其麵團物性之影響。碩士論文。
- Bressiani, J., T. Oro, G.S. Sametto, J.L. Almeida, T.E. Bertolin, M. Gomez, and L.C. Gutkoski. 2017. Properties of whole grain wheat flour and performance in bakery products as a function of particle size. *J. Cereal Science* 75:269-277.
- Gan, Z., T. Galliard, P.R. Ellis, J.G. R.E. Angold, and J.G. Vaughan. 1992. Effect of the outer bran layers on the loaf volume of wheat bread. *J. Cereal Sci.* 15:151-163.
- Pavlovich-Abril, A., O. Rouzaud-Sandez, A.L. Romero-Baranzini, R.L. Vidal-Quintanar, and M.G. Salazar-Garcia. 2015. Relationships between chemical composition and quality-related characteristics in bread making with wheat flour-fine bran blends. *J. food Quality* 38:30-39.
- Zhang D. and W.R. Moore. 1999. Wheat bran particle size effects on bread baking performance and quality. *J. Sci. Food Agr.* 79:805-809.

# Whole Wheat Flour Properties and the Development of Products

Yu-Chi Ho

Assistant researcher of crop improvement section,  
Taoyuan district agricultural research and extension station, COA.

ych@tydais.gov.tw

## Abstract

The objective of this study was to use the domestic wheat cultivar, wheat Taichung Sel. 2 as test material, and to investigate the properties of whole grain wheat flour. The first part of this study was to evaluate the effect of different pretreatments (storage temperature and tempering moisture content) on the particle size distribution profile of stone milled whole wheat flour. The results showed the finest stone milled whole wheat flour obtained by wheat tempered to 18% moisture content. In consideration of wheat starch might be gelatinized due to high temperature and moisture during milling, we suggested tempering wheat to 15% moisture content instead. The second part of this study was to evaluate the effect of whole grain wheat flour of different particle size on composition and dough properties, including farinograph and extensograph. The results showed whole grain wheat flour, which passed through 0.210 mm sieve, strengthened the gluten network of dough, and had the highest gluten index, mixing stability and resistance. The steamed bread making test also showed that whole grain wheat flour of smaller particle size had significantly lower hardness and gumminess, as well as higher ratio of height to diameter of steamed bread.

Key words: Particle size distribution and fineness, Farinograph, Texture analysis.



# 茂谷柑裂果改善之研究

施伯明、羅國偉、龔財立

行政院農業委員會桃園區農業改良場助理研究員、助理研究員、副研究員兼站長

lithops@tydais.gov.tw

## 摘要

裂果是柑橘果實生長過程中常見生理障礙，本試驗調查新竹縣新埔鎮、關西鎮及芎林鄉茂谷柑(*Citrus. reticulate* Blanco × *C. sinensis* Osbeck)裂果發生情形，探討土壤特性與裂果發生相關性，並經由水分管理及蔗渣堆肥施用，探討對茂谷柑裂果發生之影響。果園土壤有機質、鉀、鈣及鎂含量較低者裂果率有較高趨勢，電導度與裂果率關係雖不明顯，但裂果率最高之果園其電導度皆為該地區最低者。於土壤體積含水量下降至 20%-25%澆水處理，可減少裂果發生，亦可避免落果增加，而土壤體積含水量下降至 10%-15%澆水處理，則果實較小且果皮薄，裂果較為嚴重；採收後每株茂谷柑施用蔗渣堆肥 60 kg 之處理，於 10 月下旬後裂果率顯著降低，顯示經由水分管理及蔗渣堆肥施用，可降低茂谷柑裂果率。

關鍵詞：有機質、鉀、鈣、鎂、體積含水量

## 前言

裂果是柑橘果實生長過程中常見之生理障礙，通常由柱頭端果皮開始出現裂痕，逐漸朝果梗方向擴大，而於開裂過程中果實即會掉落(Barry and Bower, 1997; Khadivi-Khub, 2015)。柑橘裂果多發生於果實生長第 2 階段，一般認為是果肉生長對果皮形成壓力所導致，此時為果肉細胞膨大期，對果皮壓力較大(Cronjé *et al.*, 2013)。許多柑橘種類皆會發生裂果，部分品種較為嚴重，如臍橙因果實柱頭端內著生小果呈臍狀，容易由此裂開；而果形較扁或果皮較薄之品種，則因果實生長時果皮受力不均或延展性不佳亦常發生裂果(García-Luis *et al.*, 2001)。除品種特性外，環境及栽培因素常使裂果更為嚴重，如氣候溫暖潮濕地區因果實生長快速而裂果比例較高；而營養及水分不平衡時影響果皮厚度及果實生長速度，亦使裂果情形惡化，嚴重時甚至超過 30%以上損失(Barry and Bower, 1997; Cronjé *et al.*, 2013; Khadivi-Khub, 2015)。影響柑橘裂果原因眾多，彼此間亦具複雜之關聯性，且年度表現差異大，目前尚無有效減少裂果發生之方法(Cronjé *et al.*, 2013)。茂谷柑果實呈扁圓形且果皮薄，為臺灣主要栽培柑橘中較常發生裂果種類，其裂果形態在中果期前多由柱頭端朝果梗端開裂，呈現縱裂，隨果實逐漸增大，裂痕則出現於果實赤道位置而成橫裂狀。本試驗調查北部地區茂谷柑主要產

地裂果發生情形，探討土壤特性與裂果發生相關性，並經由水分管理及蔗渣堆肥施用，減少土壤水分劇烈變化及增加水分緩衝能力，探討對茂谷柑裂果發生之影響。

## 材料與方法

### 一、茂谷柑裂果情形及土壤肥力調查

#### (一) 裂果情形調查

選擇新竹縣茂谷柑主要產區新埔鎮 6 處、關西鎮 7 處及芎林鄉 3 處果園，於每處果園標示正常生長植株 4 株，樹齡 20-30 年，砧木皆為酸橘 [*C. sunki* (Hayata) hort ex. Tanaka]，於 10 月初在樹冠高度 100-130 cm 處表層各方位逢機標示 50 個果實，10 月至 11 月中旬裂果高峰調查裂果率。

#### (二) 土壤肥力調查

至上述果園採取底土層(20-40 cm)土壤進行分析，以 pH meter 測定 pH 值(土：水=1：1 w/v)；以電導度計測定電導度(electrical conductivity, EC)(土：水 = 1：5 w/v)；以 Walkley-Black 法測定有機碳(Nelson and Sommers, 1982)，並換算成土壤有機質含量；以白雷氏第一法(Bray-1)抽出土壤 Bray-1 磷，經鉬藍法呈色後，以分光光度計比色測定；以孟立克氏第一法抽出土壤可萃取性鉀、鈣及鎂，再以感應耦合電漿原子發射光譜儀(Inductively coupled plasma atomic emission spectrometer, ICP-AES)測定。

### 二、水分管理對茂谷柑裂果之影響

#### (一) 材料

以 3-4 年生茂谷柑為材料，嫁接於廣東檸檬(*C. limonia* Osbeck)，於 2016 年 1 月種植於 46 cm x 46 cm x 55 cm 方盆，盆土以新竹縣新埔鎮地區土壤、陽明山土、彰化縣田尾鄉地區土壤、蔗渣及赤玉土調配，pH 值 6.9，EC 值 0.35 dS m<sup>-1</sup>，有機質含量 50.5 g kg<sup>-1</sup>，磷含量 20 mg kg<sup>-1</sup>，鉀含量 218 mg kg<sup>-1</sup>，鈣含量 2,875 mg kg<sup>-1</sup>，鎂含量 396 mg kg<sup>-1</sup>。

#### (二) 水分處理

於盆內土表 30 cm 下設置土壤體積水分感測器(Onset S-SMB-M005, USA)，充分澆水後讀值為 37.8%，於 9 月上旬澆水後每 2-3 日讀取感測器，分別於土壤體積含水量(volumetric water content, VWC)下降至 30%(VWC 30%)、20%-25%(VWC 20%-25%)及 10%-15%(VWC 10%-15%)時充分澆水，以表土目視乾燥時即澆水為對照，至 11 月下旬止，連續進行 2 年，為模擬果園實際狀況，未隔絕雨水進入盆內。2016 年水分處理期間 VWC 30%處理澆水 15 次，VWC 20%-25%處理澆水 9 次，VWC 10%-15%處理澆水 5 次，對照澆水 6 次；2017 年

VWC 30%處理澆水 19 次，VWC 20%-25%處理澆水 12 次，VWC 10%-15%處理澆水 7 次，對照澆水 9 次。採完全逢機設計，4 重複，每重複 2 株。

### (三) 裂果率、落果率及果實品質調查

於水分處理前 1 週計算並標示每株果實全部數量，2016 年每株果實數介於 31-42 個，2017 年 43-57 個。試驗開始後每 2 週調查裂果及落果率至 12 月上旬，於 1 月下旬每株取 20 顆果實調查果實品質；以游標尺測量果徑，代表果實大小；果實重、果皮重及果肉重利用電子天平測量；取 2 分之 1 果肉榨汁，計算果汁占果實重量百分比為果汁率；以具自動溫度補償校正糖度計(Atago® PAL-1, Japan)測量可溶性固形物；以 0.1 M NaOH 滴定換算果汁所含檸檬酸含量( $\text{g } 100 \text{ mL}^{-1}$ )為可滴定酸。

## 三、蔗渣堆肥施用量對茂谷柑裂果之影響

### (一) 材料

以本場新埔工作站 4-5 年生茂谷柑為材料，砧木為廣東檸檬，行株距  $4 \times 4 \text{ m}$ ，土壤 pH 值 5.1，EC 值  $0.12 \text{ dS m}^{-1}$ ，有機質含量  $13.0 \text{ g kg}^{-1}$ ，磷含量  $13 \text{ mg kg}^{-1}$ ，鉀含量  $139 \text{ mg kg}^{-1}$ ，鈣含量  $573 \text{ mg kg}^{-1}$ ，鎂含量  $152 \text{ mg kg}^{-1}$ 。

### (二) 蔗渣堆肥處理

於果實採收後至春梢萌發前，在植株兩側距主幹約 1 m 處，開挖直徑及深度約 60 cm 施肥穴，每株分別施用 20、40 及 60 kg 蔗渣堆肥( $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O} = 1.7\text{-}2.1\text{-}1.5$ )，與土壤充分混和後回填，以未施用為對照，對照亦進行開挖及回填，連續進行 2 年，採逢機完全區集設計，4 重複，每重複 2 株，處理間間隔 1 株。

### (三) 裂果率調查

於 8 月中旬每株標示 50 個果實，9 月初至 11 月下旬每 1-2 週調查裂果率。

## 結 果

### 一、茂谷柑果園裂果情形及土壤肥力調查

新埔鎮地區調查果園中，裂果率最高為 32.3%，其土壤電導度及磷含量為新埔 A 果園中最低，分別為  $0.05 \text{ dS m}^{-1}$  及  $39 \text{ mg kg}^{-1}$ ，鉀含量亦偏低，鈣及鎂則為中間值；新埔 B 及 C 果園裂果率分別為 22.1% 及 19.5%，土壤酸鹼度最低，屬於極酸性土壤，有機質含量較低，鎂則為新埔果園中最低；新埔 D 及 E 果園裂果率分別為 15.1% 及 11.6%，土壤酸鹼度接近中性，鈣及鎂含量為新埔果園中較高者；新埔 F 果園裂果率最低為 5.3%，其土壤有機質、磷及鉀含量為新埔果園中最高者，分別為  $20.0 \text{ g kg}^{-1}$ 、 $133 \text{ mg kg}^{-1}$  及  $194 \text{ mg kg}^{-1}$ ，鎂含量則偏低(表 1)。

表 1. 新埔地區茂谷柑果園土壤性質與裂果率

Table 1. Selected soil chemical properties and incidence of fruit splitting of 'Murcott' tanger in Xinpu orchards.

果園 Orchards	裂果率 Incidence of fruit splitting. (%)	酸鹼度 pH (1 : 1)	電導度 EC (1 : 5) (dS m <sup>-1</sup> )	有機質 OM (g kg <sup>-1</sup> )	Bray-1 磷 Bray-1 P (mg kg <sup>-1</sup> )	Mehlich-1 鉀 Mehlich-1 K (mg kg <sup>-1</sup> )	Mehlich-1 鈣 Mehlich-1 Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mehlich-1 鎂 Mehlich-1 Mg (mg kg <sup>-1</sup> )
新埔 A Xinpu A	32.3	5.7	0.05	16.5	39	77	693	118
新埔 B Xinpu B	22.1	3.7	0.20	13.5	128	67	281	50
新埔 C Xinpu C	19.5	3.4	0.23	9.5	93	116	274	68
新埔 D Xinpu D	15.1	6.5	0.18	13.5	129	123	3,122	142
新埔 E Xinpu E	11.6	6.5	0.10	15.0	103	92	1,553	266
新埔 F Xinpu F	5.3	4.3	0.18	20.0	133	194	556	73

關西地區調查果園裂果率最高為 21.2%，其土壤電導度、有機質及鈣含量為關西果園中最低，分別為 0.06 dS m<sup>-1</sup>、9.0 g kg<sup>-1</sup> 及 442 mg kg<sup>-1</sup>；關西 B 及 C 果園裂果率分別為 15.6% 及 15.2%，土壤中鉀、鈣及鎂含量偏低，其中關西 B 鉀含量為關西果園中最低；關西 D 果園裂果率 11.9%，土壤電導度為關西果園中最高，為 0.31 dS m<sup>-1</sup>，鈣及鎂含量則為關西果園中最低；關西 E 及 F 果園裂果率分別為 11.4% 及 9.7%，其土壤有機質、磷、鉀、鈣及鎂含量皆較高；而裂果率最低者為關西 G 果園，其土壤有機質及鎂為關西果園中最高者，分別為 40 g kg<sup>-1</sup> 及 392 mg kg<sup>-1</sup>，鈣含量則為次高(表 2)。

表 2. 關西地區茂谷柑果園土壤性質與裂果率

Table 2. Selected soil chemical properties and incidence of fruit splitting of 'Murcott' tangor in Guanxi orchards.

果園 Orchards	裂果率 Incidence of fruit splitting. (%)	酸鹼度 pH (1 : 1)	電導度 EC (1 : 5) (dS m <sup>-1</sup> )	有機質 OM (g kg <sup>-1</sup> )	Bray-1 磷 Bray-1 P (mg kg <sup>-1</sup> )	Mehlich-1 鉀 Mehlich-1 K (mg kg <sup>-1</sup> )	Mehlich-1 鈣 Mehlich-1 Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mehlich-1 鎂 Mehlich-1 Mg (mg kg <sup>-1</sup> )
關西 A Guanxi A	21.2	4.4	0.06	9.0	122	94	442	78
關西 B Guanxi B	15.6	4.9	0.16	10.5	118	89	518	67
關西 C Guanxi C	15.2	3.8	0.10	21.5	147	125	619	93
關西 D Guanxi D	11.9	3.8	0.31	17.0	134	129	439	63
關西 E Guanxi E	11.4	4.4	0.14	28.0	155	273	1,784	318
關西 F Guanxi F	9.7	4.4	0.19	29.5	150	196	1,172	198
關西 G Guanxi G	4.9	4.8	0.14	40.0	125	153	1,536	392

芎林地區調查果園裂果率最高者為芎林 A 果園之 24.3%，其土壤電導度、鉀、鈣及鎂含量為芎林果園中最低；裂果率最低者為芎林 C 果園，其土壤中磷及鉀含量為芎林果園中最高者，分別為 168 mg kg<sup>-1</sup> 及 179 mg kg<sup>-1</sup> (表 3)。

表 3. 芎林地區茂谷柑果園土壤性質與裂果率

Table 3. Selected soil chemical properties and incidence of fruit splitting of 'Murcott' tangor in Qionglin orchards.

果園 Orchards	裂果率 Incidence of fruit splitting. (%)	酸鹼度 pH (1 : 1)	電導度 EC (1 : 5) (dS m <sup>-1</sup> )	有機質 OM (g kg <sup>-1</sup> )	Bray-1 磷 Bray-1 P (mg kg <sup>-1</sup> )	Mehlich-1 鉀 Mehlich-1 K (mg kg <sup>-1</sup> )	Mehlich-1 鈣 Mehlich-1 Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mehlich-1 鎂 Mehlich-1 Mg (mg kg <sup>-1</sup> )
芎林 A Qionglin A	24.3	4.3	0.06	20.0	117	77	343	70
芎林 B Qionglin B	10.6	4.5	0.47	22.5	141	161	1,338	196
芎林 C Qionglin C	9.8	4.4	0.27	18.0	168	179	988	120

## 二、水管理對茂谷柑裂果之影響

2016 年試驗開始後各處理持續出現裂果，9 月份各處理間裂果率差異小，10 月中旬過後 VWC 10%-15% 處理裂果增加幅度高於其他處理，其他處理間差異較小；但直至調查結束，各處理間皆無顯著性差異。而各處理試驗期間亦持續出現落果，10 月中旬後 VWC 30% 處理累積落果率即顯著高於其他處理，11 月中旬後對照落果量增加較快，至調查結束時 VWC 30% 處理與對照無顯著性差異，但高於另 2 處理(圖 1)。

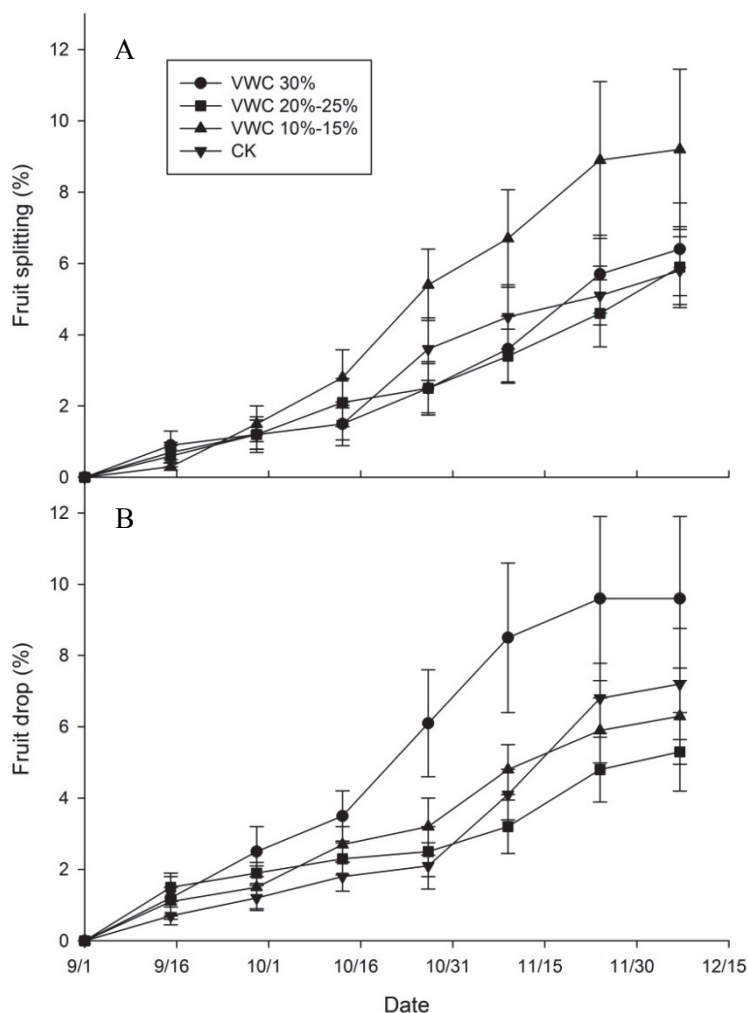


圖 1. 2016 年水管理對茂谷柑(A)裂果率及(B)落果率之影響。VWC:體積含水量

Fig. 1. Effect of water management on the incidence of fruit splitting (A) and fruit drop (B) of 'Murcott' tangerine in 2016. Error bar is the standard deviation (n=4). VWC, volumetric water content.

2017 年處理間裂果率變化與 2016 年類似，但 10 月下旬開始 VWC 10%-15%處理裂果率即顯著高於其他處理，並維持至調查結束，累積裂果率為 8.4%，其他處理及對照調查期間並無顯著差異，累積裂果率介於 3.5%-5.0%；而落果率於 9 月底時 VWC 30%處理即顯著高於其他處理，持續至 12 月上旬調查結束，累積落果率為 9.1%，其他處理及對照間於無顯著差異，介於 3.9%-6.1%(圖 2)。

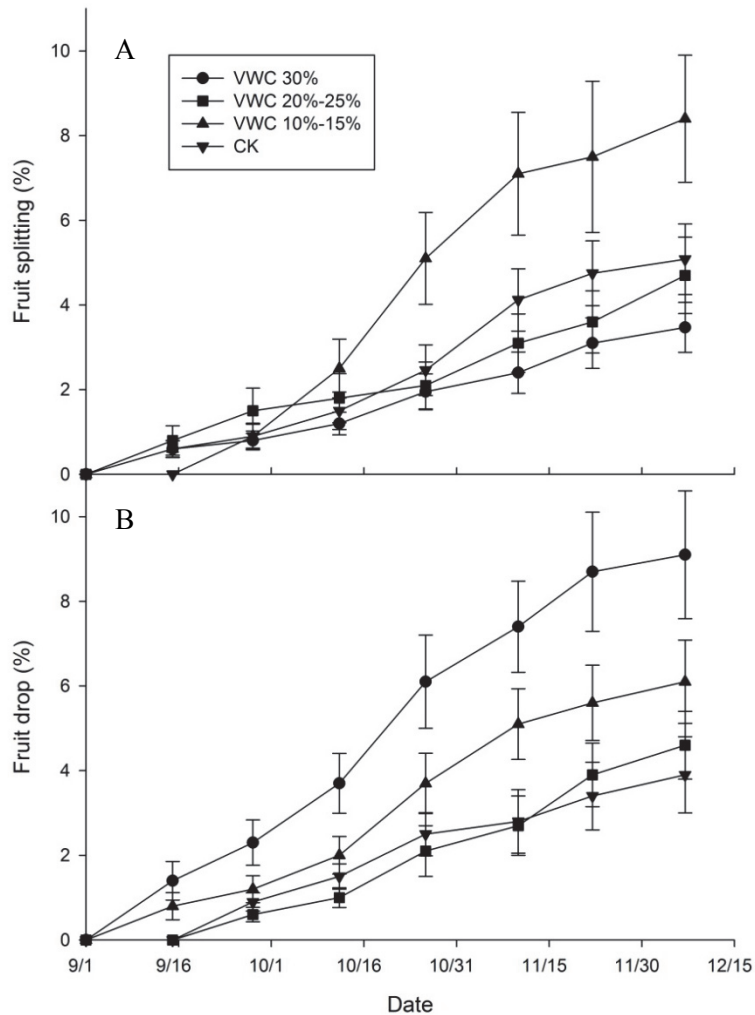


圖 2. 2017 年水管理對茂谷柑(A)裂果率及(B)落果率之影響。VWC:體積含水量

Fig. 2. Effect of water management on the incidence of fruit splitting (A) and fruit drop (B) of 'Murcott' tanger in 2017. Error bar is the standard deviation (n=4). VWC, volumetric water content.

水分處理影響茂谷柑果實品質，2 年結果皆顯示 VWC 10%-15%處理下果實較小且果皮薄，果皮厚度與果實直徑比值較小，可溶性固形物及果汁率則較高；而 VWC 30%及 VWC 20%-25%處理間各項果實調查性狀皆無顯著差異，顯示兩處理土壤水分變化差異尚未對果實品質產生明顯影響，對照土壤水分變化情形與 VWC 10%-15%較為接近，果實品質亦較為類似(表 4、5)。

表 4. 2016 年水分管理對茂谷柑果實品質之影響

Table 4. Effect of water management on fruit quality parameters of 'Murcott' tangor in 2016.

處理 Treatment	果重 Fresh weight (g)	果皮厚度 Thickness of peel (mm)	果皮厚度/果徑 Peel thickness/ fruit diameter (%)	可溶性固形物 TSS (°Brix)	可滴定酸 TA (%)	果汁率 Juice (%)
VWC <sup>z</sup> 30%	188.7 ab <sup>y</sup>	2.39 a	3.16 a	13.2 b	1.20 a	42.6 b
VWC 20%-25%	194.0 a	2.40 a	3.19 a	13.8 ab	1.00 a	42.2 b
VWC 10%-15%	183.1 b	2.08 b	2.87 b	14.1 a	1.08 a	46.4 a
CK	191.8 a	2.17 ab	2.90 b	13.6 ab	1.03 a	46.6 a

<sup>z</sup> 體積含水量

Volumetric water content.

<sup>y</sup> 同行英文字母相同者表示經 LSD 測驗在 5%水準差異不顯著。

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

表 5. 2017 年水分管理對茂谷柑果實品質之影響

Table 5. Effect of water management on fruit quality parameters of 'Murcott' tangor in 2017.

處理 Treatment	果重 Fresh weight (g)	果皮厚度 Thickness of peel (mm)	果皮厚度/果徑 Peel thickness/ fruit diameter (%)	可溶性固形物 TSS (°Brix)	可滴定酸 TA (%)	果汁率 Juice (%)
VWC <sup>z</sup> 30%	193.2 a <sup>y</sup>	2.43 a	3.08 a	14.3 b	1.05 a	49.5 bc
VWC 20%-25%	191.5 ab	2.39 a	3.11 a	14.1 b	1.11 a	48.7 c
VWC 10%-15%	179.3 c	2.19 b	2.83 b	15.2 a	1.23 a	51.3 ab
CK	184.7 bc	2.20 b	2.91 b	14.9 ab	1.17 a	52.1 a

<sup>z</sup> 體積含水量

Volumetric water content.

<sup>y</sup> 同行英文字母相同者表示經 LSD 測驗在 5%水準差異不顯著。

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

### 三、蔗渣堆肥施用量對茂谷柑裂果影響

2017 年初施用蔗渣堆肥後，9 月開始調查裂果發生情形。初期裂果量少，處理間差異不大，10 月 16 日調查時各處理裂果率較前次調查快速增加 5.7%-7.7%，推測與 10 月 13 日至 15 日間持續降雨有關。10 月 26 日處理間裂果率開始出現差異，每株施用蔗渣堆肥 60 kg 處理裂果率顯著較施用 20 kg 處理及對照為低，與施用 40 kg 處理無差異；而至 11 月 15 日後對照裂果減緩，至調查結束時，以施用 60 kg 處理裂果率 14.0% 最低，顯著低於施用 20 kg 處理，與其它處理則無顯著差異(圖 3)。

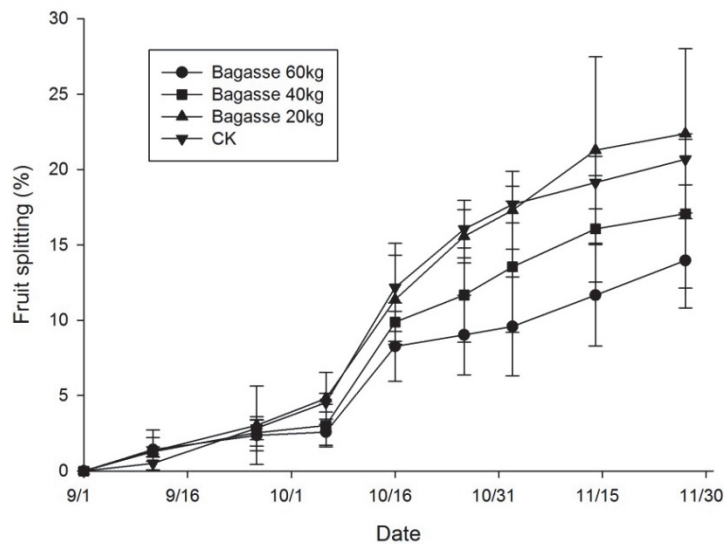


圖 3. 2017 年蔗渣堆肥施用對茂谷柑裂果之影響

Fig. 3. Effect of composted bagasse application on the incidence of fruit splitting of 'Murcott' tangerine in 2017. Error bar is the standard deviation (n=4).

2018 年裂果率於 8 月 20 日開始調查，各處理裂果率緩慢增加，初期處理間無顯著差異；自 10 月 22 日後蔗渣堆肥 60 kg 處理即未出現裂果，其他處理及對照則仍持續發生裂果，自 10 月 29 後逐漸停止；11 月 5 日後裂果率以施用 60 kg 處理最低，與對照差異達顯著水準，直至調查結束(圖 4)。

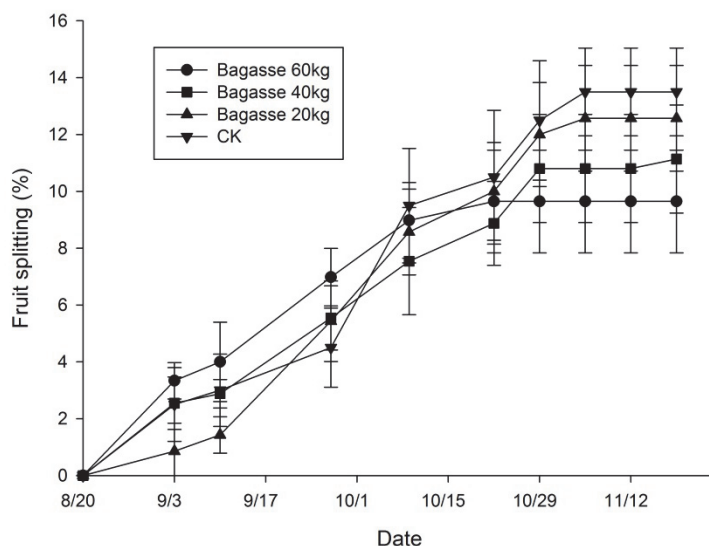


圖 4. 2018 年蔗渣堆肥施用對茂谷柑裂果之影響

Fig. 4. Effect of composted bagasse application on the incidence of fruit splitting of 'Murcott' tangor in 2018. Error bar is the standard deviation (n=4).

## 討 論

除柑橘之外，許多作物亦常出現裂果，如蘋果(Taylor and Knight, 1986)、櫻桃(Beyer *et al.*, 2005)、蓮霧(賴, 2005)及鳳梨釋迦(蘇, 2004)等，但因果皮構造差異大，裂果原因及預防方式並不完全相同(Cronjé *et al.*, 2013)。影響柑橘發生裂果的栽培因素中，一般認為肥培管理及水分管理為主要因子(Cronjé *et al.*, 2013)。在肥培管理方面，部分研究指出磷肥過量容易造成果皮較薄；而鉀肥能使果皮增厚，因此，認為鉀與磷不平衡容易導致柑橘發生裂果(Cronjé *et al.*, 2013；Morgan *et al.*, 2005)；而鈣為細胞結構重要成分，參與細胞分裂及生長，但在葉片中移動性較差，主要由水分蒸散帶動由根部吸收送至需要部位；因此當果實生長時若土壤水分不足影響鈣之吸收，則果實容易出現缺鈣徵狀(Huang *et al.*, 2000)，若於開花期噴施硝酸鈣，有助於減少 'Nova' 雜交柑裂果發生(Barry and Bower, 1997)。調查果園中土壤鉀及鈣含量較低者，裂果率有較高趨勢，與上述推論及試驗結果類似；而各果園磷含量僅新埔 A 果園符合建議值，其餘果園磷含量皆過高(Nair *et al.*, 2004)，但與裂果率間並無明顯關聯，可能其含量雖高但仍未影響果皮生長，或各果園其他因子影響磷肥吸收所致，部分學者指出即使葉片中磷維持在理想含量，亦會出現大量裂果，推測在該環境下其他裂果因子影響較大(Cronjé *et al.*, 2013)。土壤鎂含量與柑橘發生裂果關係較少被提及，鎂為葉綠素主要成分，作物缺鎂時影響光合作用，且根生長受到抑制(Trolove and Reid, 2012)，土壤分析結果顯示，鎂含量較低果園裂果率亦有較高趨勢，除可能因缺鎂導致植株生長受到抑制，影響果皮生長而裂果較多外，鎂含量較低果園鈣含量亦較低，顯示裂果多可能主要為缺鈣所造成，與鎂含量並無直

接相關，鎂與茂谷柑裂果關係仍需進一步證實。土壤酸鹼度與裂果率間皆並無明顯關係，電導度與裂果率關係亦不明顯，但 3 鄉鎮裂果率最高之果園電導度皆為該地區最低，推測果園土壤肥分過低下裂果可能較為嚴重。

土壤水分劇烈變化常導致柑橘發生裂果(Cronjé *et al.*, 2013)，在水分供應不足情況下，柑橘果實可溶性固形物及可滴定酸通常較高，主要因為細胞為避免過度失水而累積較多溶質使滲透壓降低 (Hockema and Etxeberria, 2001；Yakusiji *et al.*, 1996)，而因膨壓降低亦使果皮細胞壁鬆弛，當復水時兩者皆容易造成水分快速進入細胞，使果實生長速度甚至較正常供水植株為快(Huang *et al.*, 2000)；而缺水亦使果皮絨層(albedo)變薄(Treeby *et al.*, 2007)，且影響鈣、硼等元素吸收(Huang *et al.*, 2000；Li and Chen, 2017)，因此推測維持土壤濕度可避免果肉短時間內體積快速增加，同時可使果皮正常生長，較能抵抗果肉生長壓力而減少裂果發生。而試驗結果亦顯示，若土壤長時間維持高水分含量，容易使落果率增加，可能因根部氧氣不足影響養分吸收，造成果實間競爭而落果，因此，於土壤體積含水量下降至 20%-25%即澆水可減少裂果發生，亦可避免落果增加。有機質能促土壤形成團粒構造，雨季時促進排水，本身則具保水能力，能減緩土壤水分蒸發，因此能使土壤水分處於較平衡狀態，減緩土壤乾溼劇烈變化(郭，1997；Barzegar *et al.*, 2002)。果園土壤調查結果顯示，有機質含量較多者裂果率有較低趨勢，而經蔗渣堆肥施用試驗，亦顯示具減少裂果發生之功效，應與上述特性有關。雖兩年試驗皆以施用 60 kg 蔗渣堆肥處理始有顯著降低裂果率效果，但其他施用量亦有減少裂果發生之趨勢，若與水分管理結合，應可於施用較少蔗渣堆肥下達到有效降低裂果率目的，可為未來試驗之方向。

## 參考文獻

- 郭魁士。1997。土壤學，修訂八版。之宜出版社。台北縣。
- 賴榮茂。2005。蓮霧裂果因子之探討與預防。高雄區農業改良場研究彙報 16:37-48。
- 蘇德銓。2004。春季鳳梨釋迦落果原因之探討。臺東區農業改良場研究彙報 15:41-54。
- Barry, G.H. and J.P. Bower. 1997. Manipulation of fruit set and stylar-end fruit split in 'Nova' mandarin hybrid. *Scientia Hort.* 70:243-250.
- Barzegar, A.R., A. Yousefi, and A. Daryashenas. 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant Soil* 247:295-301.
- Beyer, M., S. Lau, and M. Knoche. 2005. Studies on water transport through the sweet cherry fruit surface: IX. Comparing permeability in water uptake and transpiration. *Planta* 220:474-485.
- Cronjé, P.J.R., O.P.J. Stander, and K.I. Theron. 2013. Fruit splitting in citrus. *Hort. Reviews* 41:177-200.

- Garcia-Luis, A., A.M.M. Duarte, M. Kanduser, and J.L. Guardiola. 2001. The anatomy of the fruit in relation to the propensity of citrus species to split. *Scientia Hort.* 87:33-52.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. p. 539-579. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds.) *Methods of soil analysis, part 2.* 2nd ed. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, USA.
- Hockema, B.R. and E. Etxeberria. 2001. Metabolic contributors to drought-enhanced accumulation of sugars and acids in oranges. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:599-605.
- Huang, X.M., H.B. Huang, and F.F. Gao. 2000. The growth potential generated in citrus fruit under water stress and its relevant mechanisms. *Scientia Hort.* 83:227-240.
- Khadivi-Khub, A. 2015. Physiological and genetic factors influencing fruit cracking. *Acta Physiol. Plant* 37:1718.
- LI, J. and J.Z. Chen. 2017. Citrus fruit-cracking: causes and occurrence. *Hort. Plant J.* 3:255-260.
- Morgan, K.T., R.E. Rouse, F.M. Roka, S.H. Futch, and M. Zekri. 2005. Leaf and fruit mineral content and peel thickness of 'Hamlin' orange. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 118:19-21.
- Nair, V.D., K.M. Portier, D.A. Graetz, and M.L. Walker. 2004. An environmental threshold for degree of phosphorus saturation in sandy soils. *J. Environ. Qual.* 33:107-113.
- Taylor, D.R. and J.N. Knight. 1986. Russeting and cracking of apple fruit and their control with plant growth regulators. *Acta Hort.* 179:819-820.
- Treeby, M.T., R.E. Henriod, K.B. Bevington, D.J. Milne, and R. Storey. 2007. Irrigation management and rootstock effects on navel orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] fruit quality. *Agr. Water Manage.* 91:24-32.
- Trolove, S.N. and J.B. Reid. 2012. What is the critical leaf magnesium concentration to identify magnesium deficiency in Meyer lemon? *New Zeal. J. Crop. Hort.* 40:139-146.
- Yakushiji, H., H. Nonami, T. Fukuyama, S. Ono, N. Takagi, and Y. Hashimoto. 1996. Sugar accumulation enhanced by osmoregulation in Satsuma mandarin fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:466-472.

# Fruit Splitting in 'Murcott' Tangor and Prevention

Po-Ming Shih, Kuo-Wei Lo and Tsai-Li Kung

Assistant researcher, assistant researcher, associate researcher and chief of branch station,

Taoyuan district agricultural research and extension station, COA

lithops@tydais.gov.tw

## Abstract

Fruit splitting is a preharvest physiological disorder in various citrus species. This study aimed to investigate the occurrence of fruit splitting in 'Murcott' tangor (*Citrus. reticulata* Blanco × *C. sinensis* Osbeck) in Xinpu, Guanxi, and Qionglin Township, Hsinchu County, and explore the correlation between soil properties and fruit splitting. It also examined the effect of water management and composted bagasse on fruit splitting in 'Murcott' tangor. The incidence of splitting was higher in soils with lower organic matter, potassium, calcium and magnesium contents. The correlation between soil electrical conductivity (EC) and fruit splitting was not obvious, however, the orchard with the highest splitting incidence had the lowest soil EC in every township. Watering when soil volumetric water content (VWC) down to 20%-25% reduced the incidence of split fruit and fruit drop. The fruit was smaller with thinner peel when watering until VWC down to 10%-15%, and caused more serious fruit splitting. After 60 kg composted bagasse was applied each plant after harvest, the incidence of fruit splitting decreased significantly after the end of October. The results indicated that water management and composted bagasse application had beneficial effect in lowering fruit splitting in 'Murcott' tangor.

Key words: organic matter, potassium, calcium, magnesium, volumetric water content



# 降低茂谷柑裂果肥培管理技術研究

賴昭宏

行政院農業委員會桃園區農業改良場助理研究員

chlai@tydais.gov.tw

## 摘要

本研究旨在以肥培管理技術降低茂谷柑裂果率，減少農友損失。以施用 3 級氮肥和 3 級鉀肥進行組合試驗，試驗結果顯示，茂谷柑葉片氮與鉀含量並不隨施肥量增加而增加，9 月份採樣結果高氮(1,500 g tree<sup>-1</sup>)與高鉀(1,000 g tree<sup>-1</sup>)肥施用量處理，其葉片氮鉀含量均低於中量氮(1,000 g tree<sup>-1</sup>)與中量鉀(750 g tree<sup>-1</sup>) 肥施用量處理。低氮肥施用量下增施鉀肥處理雖可提高糖度，但也會顯著提高裂果率，施用中、高量氮肥配合高量鉀肥處理則可以獲得較低的裂果率與較佳的產量。葉面施肥噴施不同種類與濃度鉀肥，各處理組平均單株裂果數介於 6.8 - 9.0 顆，較對照組減少 29%-45%。

關鍵詞：茂谷柑、裂果、肥培管理

## 前言

茂谷柑(Murcott)是由寬皮柑和甜橙的雜交種選育而來，屬桔橙類(Tangor)之柑桔(張等，2009)。因皮薄且果形扁圓，容易於果實快速生長期(8-11 月)間發生裂果，嚴重時裂果率大於 60%，造成農友嚴重損失。裂果原因除果皮較薄外，果實發育環境、水分變化、營養管理及內生賀爾蒙等因素均有影響，非單一因素所造成。'晚崙西亞'甜橙盆栽試驗結果顯示，施用硫酸鉀處理較未施用減少裂果率 23%，推測因鉀肥可使柑橘果皮增厚以改善果皮較薄容易裂果的缺點(廖和黃，1998)。以橘橙'Ellendale'品種於不同時期進行噴施激勃素、硝酸鉀、環狀剝皮、疏花及疏果等處理，發現於盛花前處理可增加著果率，也提高裂果率；但生理落果後處理均可降低裂果率(Ernel *et al.*, 2001; Paul *et al.*, 2013)。

北部地區茂谷柑栽培面積約 200 公頃，為重要柑橘品項之一，具豐產優質價高等特色。惟因高產及施肥不當常發生樹勢衰弱，且皮薄易發生裂果落果。目前肥培推薦量以作物施肥手冊之柑橘推薦量指標，增加 20%-50%不夠明確，有待進行試驗確認合適之氮鉀肥施肥量及葉面施肥技術，以降低裂果率及提高果實品質，並維持樹勢以延長生產週期。

## 材料與方法

### 一、茂谷柑氮鉀肥施肥量試驗

#### (一) 試驗材料

6 年生以上茂谷柑。

#### (二) 試驗處理

氮素用量 500、1,000 及 1,500 g/株/年 3 變級，氧化鉀 500、750 及 1,000 g/株/年 3 變級，完全組合共 9 處理，磷鉀用量則固定為 400 g/株/年。

#### (三) 試驗設計

完全逢機設計，9 處理，3 重複，每小區 2 株。

#### (四) 栽培管理(時期、肥培等)

依作物施肥手冊推薦施肥時期及土壤管理。

### 二、茂谷柑葉面鉀肥施用技術試驗

#### (一) 試驗處理

以 2017 年試驗結果之較佳施肥量組合，於小果期搭配葉面施用硝酸鉀、氯化鉀、檸檬酸鉀各 2%與 4%為處理進行試驗，不葉面施肥為對照。

#### (二) 試驗設計

採逢機完全區集設計，7 處理，3 重複，每小區 3 株。

#### (三) 栽培管理(時期、肥培等)

施肥量依 2017 年試驗結果，綜合裂果率、產量與品質表現較佳之氮鉀肥為施肥量，並依作物施肥手冊推薦時期與分配率進行管理，水分依農友慣行頻率管理。葉面施肥處理於滿花後第 10 週處理 1 次，展著劑為 Alcohol alkoxylate 72%稀釋 3,000 倍。

### 三、調查項目

產量、果實品質(果實糖酸比、果汁率及果皮厚)及裂果率。

### 四、分析方法

#### (一) 土壤理化性質分析

土壤與蒸餾水比例 1:1(w/v)，以 pH meter 測定 pH 值；土壤與蒸餾水比例 1:5(w/v)，以電導度計測定 EC 值；以 Walkley-Black 法測定有機碳(Nelson and Sommers, 1982)，並換算成土壤有機質含量；白雷氏第一法抽出土壤 Bray-1 磷，以原子分光光度計定量；孟立克氏第一法抽出土壤有效性鉀、鈣及鎂，以感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)定量；0.1 N 鹽酸抽出土壤中有效性 Cu、Zn、Ni、Cr、Cd 及 Pb 重金屬，以感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)定量。

## (二) 植體成分分析

利用凱氏法(Regular Kjeldahl method, Bremner and Mulvaney, 1982)測全氮；以二酸混合液(HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>=5:1)將有機質分解，分解液以 Murphy 和 Riley(1962)法測定磷含量，以火焰光度計測定鉀含量(Knudsen *et al.*, 1982)，以感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)測定鈣及鎂含量；以二酸混合液(HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>=5:1)分解有機質，分解液以感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)測定 Cu、Zn、Ni、Cr、Cd 及 Pb 含量。

## 結果與討論

經 7、8 及 9 月採取不同氮鉀肥施肥量處理，茂谷果樹當年生春梢成熟葉，分析葉片營養成分結果，其中 7 及 8 月不同處理間葉片營養成分沒有差異。9 月採樣分析結果，氮含量介於 3.15%-3.54%、磷含量介於 0.10%-0.11%、鉀含量介於 0.75%-1.05%、鈣含量介於 1.43%-1.95%、鎂含量介於 0.21%-0.32%。葉片氮與鉀含量並不隨施肥量增加而增加，高氮(1,500 g tree<sup>-1</sup>)與高鉀(1,000 g tree<sup>-1</sup>)肥施用量其葉片氮鉀含量均低於中量氮(1,000 g tree<sup>-1</sup>)與中量鉀(750 g tree<sup>-1</sup>) 肥施用量。

表 1. 9 月不同氮鉀施肥量處理葉片營養分析結果

Table 1. Results of leaf nutrient analysis of different nitrogen and potassium fertilizers in September.

編號	處理	N	P	K	Ca	Mg
1	N1K1 <sup>z</sup>	3.31	0.10	0.8	1.43	0.21
2	N1K2	3.18	0.10	1.1	1.52	0.26
3	N1K3	3.15	0.11	1.0	1.71	0.24
4	N2K1	3.35	0.10	0.9	1.95	0.32
5	N2K2	3.45	0.11	1.0	1.59	0.27
6	N2K3	3.54	0.10	0.9	1.80	0.23
7	N3K1	3.34	0.11	1.0	1.74	0.26
8	N3K2	3.25	0.10	0.8	1.65	0.25
9	N3K3	3.28	0.10	0.8	1.72	0.27

z: N 和 K 後數字分別代表施用氮素 1: 500 g tree<sup>-1</sup>、2: 1,000 g tree<sup>-1</sup>、3: 1,500 g tree<sup>-1</sup>和氧化鉀 1: 500 g tree<sup>-1</sup>、2: 750 g tree<sup>-1</sup>、1,000 g tree<sup>-1</sup>。

N and K represent the application of nitrogen 1: 500 g tree<sup>-1</sup>, 2: 1,000 g tree<sup>-1</sup>, 3: 1,500 g tree<sup>-1</sup> and potassium oxide 1: 500 g tree<sup>-1</sup>, 2: 750 g tree<sup>-1</sup>, 1,000 g tree<sup>-1</sup>, respectively.

自 8 月下旬開始少量裂果情形發生後，每隔 2 週進行茂谷柑裂果調查，各月份各處理單株平均裂果數以 10 月為裂果高峰，平均每株果樹有 6.6 顆果實發生裂果，其次為 11 月平均每株果樹有 5.5 顆果實裂果，9 月份平均每株果樹有 3.0 顆果實裂果，12 月裂果情形大幅減緩為平均每株果樹有 0.4 顆(圖 1)。

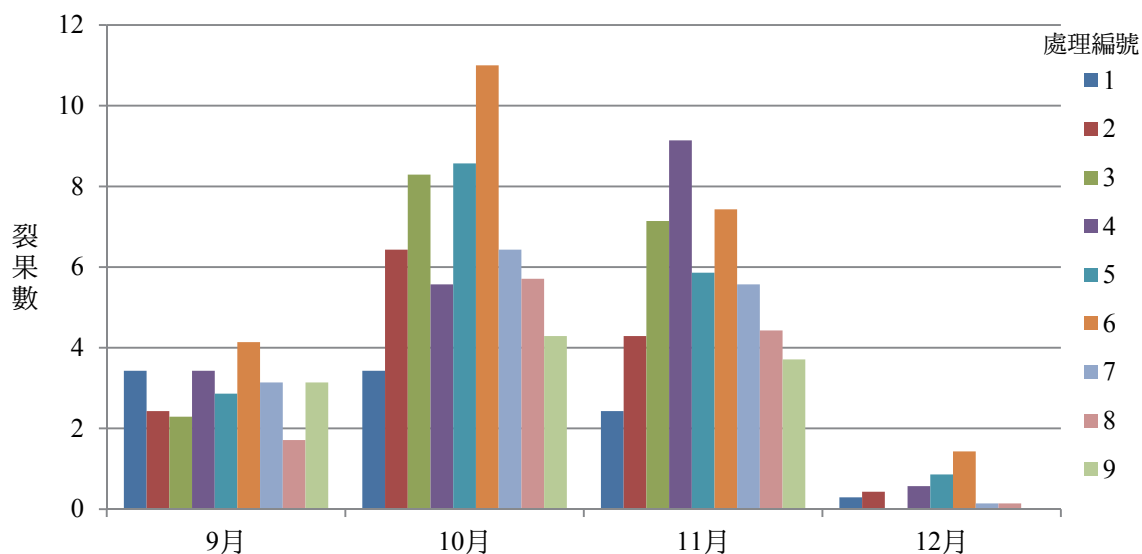


圖 1. 氮鉀肥施用量對茂谷柑採收前裂果數之各月份分布圖

Fig. 1. Distribution of nitrogen and potassium fertilizers for each month of the number of cracked fruits before harvesting.

處理編號代表如表 1.

各處理間累計平均單株裂果數差異明顯不同，以處理 6 平均單株裂果數最高 24.0 顆，處理 1 最低 9.6 顆(圖 2)。

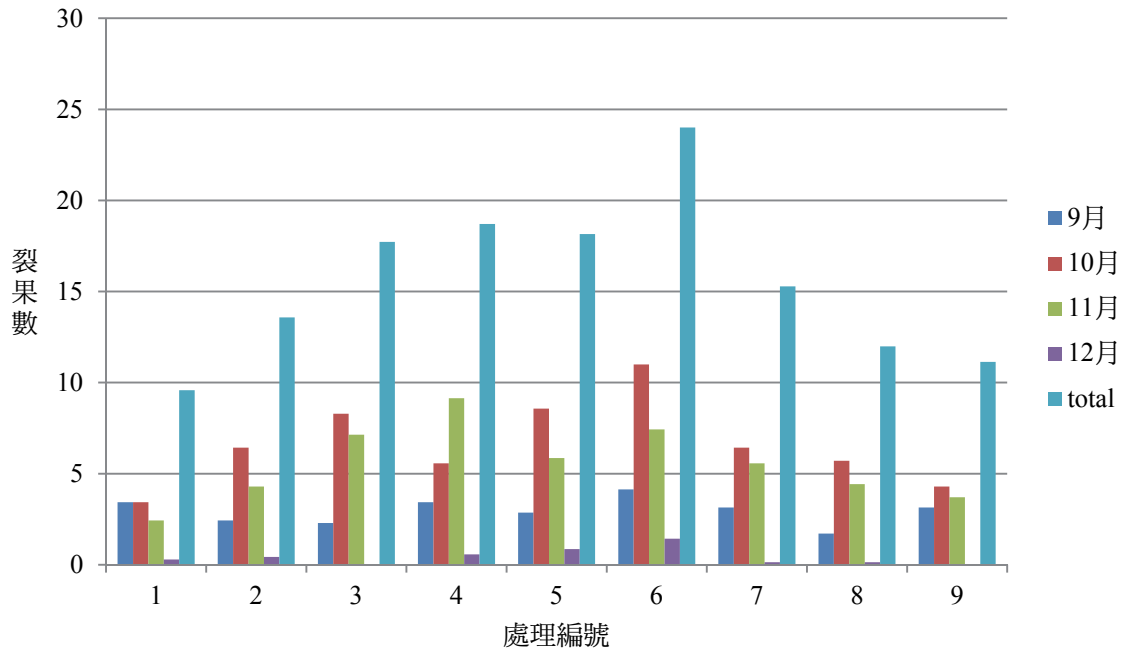


圖 2. 氮鉀肥施用量對茂谷柑採收前裂果數之分布圖

Fig. 2. Effect of nitrogen and potassium application rates on the number of cracked fruits before harvesting.

處理編號代表如表 1.

氮鉀肥施用量對茂谷柑果實單果重以 N1K3 處理最高，顯著高於 N3K1 處理，其餘各處理間差異不顯著。果皮厚度以 N2K3 處理最厚，N3K1 處理最薄，但處理間未達顯著差異，可能需要更多年度的施肥處理或調整施肥時期，才能顯現鉀肥對果皮厚度之影響。果實糖度以 N1K3 處理最高，顯著高於 N1K2 處理，其餘各處理差異不顯著，可能在中、高氮肥施用量下因氮鉀競爭明顯或營養生長排擠光合產物分配所致。果實酸度隨鉀肥施用量增加而有提高趨勢，此與 Ermer 等人報告相符，但僅有高氮處理下 N3K3 顯著高於 N3K1 和 N3K2 處理 (表 2)，中和低氮肥施用量下不同鉀肥施用量間果實酸度無顯著差異。

表 2. 氮鉀肥施用量對茂谷柑果實品質之影響

Table 2. Effect of nitrogen and potassium fertilizer application rate on the quality of 'Murcott'.

處理 Treatments	單果重 Fruit weight (g)	果汁率 Juice rate (%)	皮厚 Peel thickness (mm)	可溶性固形物 Total soluble matter (°Brix)	酸度 Acidity (%)	糖酸比 T-A ratio
N1K1 <sup>z</sup>	168ab <sup>y</sup>	59a	2.17a	13.7ab	1.18abc	11.6
N1K2	158ab	60a	2.17a	12.3b	1.09bc	11.3
N1K3	181a	60a	2.17a	13.9a	1.24ab	11.1
N2K1	164ab	58a	2.14a	12.8ab	1.11bc	11.5
N2K2	160ab	58a	2.24a	12.5ab	1.04c	12.1
N2K3	173ab	59a	2.25a	12.9ab	1.15abc	11.2
N3K1	147b	59a	2.06a	13.2ab	1.12bc	11.8
N3K2	163ab	59a	2.12a	13.5ab	1.05bc	12.9
N3K3	164ab	58a	2.08a	13.2ab	1.32a	10.0

z: N 和 K 後數字分別代表施用氮素 1: 500 g tree<sup>-1</sup>、2: 1,000 g tree<sup>-1</sup>、3: 1,500 g tree<sup>-1</sup> 和氧化鉀 1: 500 g tree<sup>-1</sup>、2: 750 g tree<sup>-1</sup>、3: 1,000 g tree<sup>-1</sup>。

N and K represent the application of nitrogen 1: 500 g tree<sup>-1</sup>, 2: 1,000 g tree<sup>-1</sup>, 3: 1,500 g tree<sup>-1</sup> and potassium oxide 1: 500 g tree<sup>-1</sup>, 2: 750 g tree<sup>-1</sup>, 3: 1,000 g tree<sup>-1</sup>, respectively.

y: 同行英文字母相同表示經 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letters are not statistically different by LSD at 5% probability.

施用不同氮鉀肥處理經統計平均單株裂果數和平均採收果數量後，估算裂果率結果，以 N1K1 處理最低，和 N3K2 與 N3K3 處理均顯著低於 N1K3 處理，和 N2K2(作物施肥手冊推薦量)處理相比裂果率也降低，但未達顯著水準。整體而言，低氮肥施用量下增施鉀肥雖可提高糖度(表 2)但也會顯著提高裂果率(表 3)，施用中、高量氮肥配合高量鉀肥則可以獲得較低的裂果率與較佳的產量。

表 3. 氮鉀肥施用量對茂谷柑果實產量與裂果率之影響

Table 3. Effect of nitrogen and potassium fertilizer application rate on fruit yield and fruit cracking rate of 'Murcott'.

處理 Treatments	平均裂果數 Cracking fruits	平均採收果數 Harvested fruits	裂果率 Cracking rate (%)	單果重 Fruit weight (g)	單株產量 Yield (kg tree <sup>-1</sup> )
N1K1 <sup>z</sup>	9.6	444±123	2.0a <sup>y</sup>	167.5	74.4
N1K2	13.6	457±84	3.6ab	158.3	72.4
N1K3	17.7	301±79	5.3b	180.8	54.4
N2K1	18.7	413±69	4.2ab	163.8	67.8
N2K2	18.1	350±84	5.0ab	159.6	55.9
N2K3	24.0	488±96	4.2ab	173.3	84.5
N3K1	15.3	322±90	3.9ab	146.7	47.2
N3K2	12.0	352±91	3.1a	162.5	57.2
N3K3	11.1	372±96	2.6a	164.2	61.1

z: N 和 K 後數字分別代表施用氮素 1: 500 g tree<sup>-1</sup>、2: 1,000 g tree<sup>-1</sup>、3: 1,500 g tree<sup>-1</sup> 和氧化鉀 1: 500 g tree<sup>-1</sup>、2: 750 g tree<sup>-1</sup>、3: 1,000 g tree<sup>-1</sup>。

N and K represent the application of nitrogen 1: 500 g tree<sup>-1</sup>, 2: 1,000 g tree<sup>-1</sup>, 3: 1,500 g tree<sup>-1</sup> and potassium oxide 1: 500 g tree<sup>-1</sup>, 2: 750 g tree<sup>-1</sup>, 3: 1,000 g tree<sup>-1</sup>, respectively.

y: 同行英文字母相同表示經 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letters are not statistically different by LSD at 5% probability.

2018 年度於盛花期後 10 週，以葉面施肥噴施不同種類與濃度鉀肥，自 9 月起調查各處理裂果數，結果對照組未噴施鉀肥平均單株裂果數達 12.7 顆，各處理組平均裂果數介於 6.8 - 9.0 顆(表 4)，較對照組減少 29%-45%。

表 4. 葉面施用鉀肥對茂谷柑採收前裂果數之影響

Table 4. Effect of foliar application of potassium fertilizer on the number of cracked fruits before harvesting.

處理 Treatments	9 月 Sep.	10 月 Oct.	11 月 Nov.	總數 Total	平均 Ave.
1 <sup>z</sup>	8	38	23	69	7.7
2	15	39	14	68	7.6
3	4	45	13	62	6.9
4	12	46	23	81	9.0
5	4	32	25	61	6.8
6	5	40	17	62	6.9
CK	7	73	34	114	12.7

z: 1: 硝酸鉀 2%、2: 硝酸鉀 4%、3: 氯化鉀 2%、4: 氯化鉀 4%、5: 檸檬酸鉀 2%與 6: 檸檬酸鉀 4%、CK:水。

1: KNO<sub>3</sub> 2%, 2: KNO<sub>3</sub> 4%, 3: KCl 2%, 4: KCl 4%, 5: K<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub> 2%, 6: K<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub> 4%, CK: Water.

以 3 級氮肥和 3 級鉀肥組合試驗，茂谷柑葉片氮與鉀含量並不隨施肥量增加而增加，9 月份採樣結果高氮(1,500 g tree<sup>-1</sup>)與高鉀(1,000 g tree<sup>-1</sup>)肥施用量，其葉片氮鉀含量均低於中量氮(1,000 g tree<sup>-1</sup>)與中量鉀(750 g tree<sup>-1</sup>)肥施用量，顯示單一年度改變施肥量對葉片養分含量影響有限，可能需更多年度才能獲得更明確之影響。低氮肥施用量下增施鉀肥雖可提高糖度，但也會顯著提高裂果率，施用中、高量氮肥配合高量鉀肥則可以獲得較低的裂果率與較佳的產量。葉面施肥噴施不同種類與濃度鉀肥，各處理組平均單株裂果數介於 6.8-9.0 顆，較對照組減少 29%-45%。

## 參考文獻

- 廖明章、黃禮棟。1998。茂谷柑果實品質改進之研究。台灣省農業試驗所技術服務。36:16 - 19。
- 張汶肇、林明瑩、卓家榮。2009。優質茂谷柑生產管理技術。台南區農業改良場出版。台南。
- 陳溪潭、卓家榮。1999。茂谷柑栽培管理。台南區農業改良場出版。台南。
- Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Salicylic acid-thiosulfate modification on Kjeldahl method to include nitrate and nitrite, p. 621-622. In: A. L. Page(ed.) "Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties" 2<sup>nd</sup>(ed.), Academic Press, New York, USA.
- Erner, Y., B. Artzi, E. Tagari, and M. Hamou. 2001. Potassium Affects Citrus Tree Performance. IPI PRII K in nutrient management for sustainable crop production in India 205-214, New Delhi, India.
- Knudsen, O., G.A. Peterson, and P.F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. p.225-246. In: A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Murphy, J. and L.E. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. 27:31-36.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: A. L. Page (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Paul J. R. Cronjé, Ockert P. J. Stander, and Karen I. Theron. 2013. Fruit Splitting in Citrus. IN Jules Janick. Horticultural Reviews Volume 41:177-200.

# **Study on Management Technique of Reducing Fruit Crack of Murcott.**

Chao-hung Lai

Assistant researcher

Taoyuan district agriculture research and extension station, COA

chlai@tydais.gov.tw

## **Abstract**

The purpose of this study is to reduce the rate of fruit cracking in Murcott and reduce the loss of farmers by using fertilizer management techniques. In 2017 I combined 3 grade nitrogen and 3 grade potash fertilizer in trail, the nitrogen and potassium contents of the leaves of Murcott were not increased with the increase of fertilizer application. The sampling results in September showed that the nitrogen and potassium contents of the leaves in high nitrogen (1,500 g tree<sup>-1</sup>) and high potassium (1,000 g tree<sup>-1</sup>) treatment were lower than those of medium nitrogen (1,000 g tree<sup>-1</sup>) and medium potassium (750 g tree<sup>-1</sup>) treatment. Although the application of potassium fertilizer can increase the sugar content under the application of low nitrogen fertilizer, it will also significantly increase the rate of fruit cracking. The application of medium and high nitrogen fertilizer combined with high potassium fertilizer can obtain lower fruit cracking rate and better yield. Foliar application of different types and concentrations of potassium fertilizer, the average number of cracking fruit per plant in each treatment group ranged from 6.8 to 9.0, which was 29%-45% lower than the control group.

Key words: Murcott, Fruit split, Fertilization management

# 北部地區水稻福壽螺防治技術改進

莊國鴻、陳巧燕、施錫彬

行政院農業委員會桃園區農業改良場副研究員、助理研究員、研究員兼秘書

khchuang@tydais.gov.tw

## 摘要

本試驗評估二期稻作乳熟期進行福壽螺防除，減少入冬後田間蟄伏螺數，以降低來年一期稻作秧苗期福壽螺危害。試驗結果顯示二期稻作乳熟期田區施藥處理，能有效降低田區福壽螺數量，防治率 88.0%。二期稻作乳熟期進行福壽螺防除處理 1 次，來年一期稻作秧苗期福壽螺危害之被害率 17.3%與缺株率 5.0%，與未施藥處理之被害率 51.3%與缺株率 20.0%有顯著差異，結果顯示前一年二期稻作收穫後本田中越冬蟄伏福壽螺確實造成來年一期稻作秧苗期重要危害，二期稻作乳熟期進行福壽螺防除能有效降低本田蟄伏螺數，進而降低來年一期稻作秧苗期福壽螺危害率。各防治處理組合以二期稻作乳熟期及來年一期稻作插秧後各施藥處理 1 次，插秧後 2 週秧苗被害率 3.0%及缺株率 0.7%為最低。

關鍵詞：蟄伏、耐克螺、乳熟期

## 前言

福壽螺(*Pomacea canaliculata* (Lamarck))俗稱金寶螺(golden apple snail)原產於南美洲亞馬遜河下游及布拉大河流域靜水區，為國際自然保護聯盟物種存續委員會入侵物種專家小組(Invasive species specialist group, ISSG)所列世界百大外來入侵種(Lowe *et al.*, 2000)。自 1979 年民間私自引入臺灣推廣養殖用以食用(張, 1985)，然由於其肉質鬆軟，可食部位又少，不為市場接受，求售無門，養殖戶紛紛棄養放流溝中蔓延，1982 年首先於高屏地區發現危害二期稻作秧苗，其後多種水生經濟作物，如茭白、蓮花、菱角及水芋等陸續發現被害，成為水稻及其他水生植物重要有害動物(廖, 2005；張和鄭, 1982)。

依據林(林, 1986)於臺灣中部地區對福壽螺生態習性之調查，其完成一世代所需 3-7 個月，與溫度成正相關，交配後 3-11 月皆適合產卵，每一個產卵期約 1 個月，產卵期間每 3-5 日可產下 1 個卵塊，卵塊內卵數 200-300 粒，視螺體大小而異，一個產卵期產 7-9 個卵塊，平均 6.8 個，停止一個月後，再度進入產卵期，一年約有 4 個產卵期，在夏季氣溫高時產卵數較多，冬季氣溫低於 20°C 以下時停止產卵，一隻雌螺年約產 28 個卵塊，壽命可達 3 年，福壽螺遭遇乾燥環境，螺體縮入殼內緊閉口蓋休眠，3 個月以上不死亡，未受強烈陽光照射的螺體休眠甚至可達 6 個月之久，水溫低於 20°C 或高於 31°C 時福壽螺呈休眠狀態，幼螺成

長隨溫度增高而加速；在冬季低溫時，10 月以後孵化之幼螺，成長速度變得緩慢，甚至呈休眠狀態。林(林，1986)根據福壽螺生態調查結果，提出中部地區水稻福壽螺防除之建議：於 5-7 月間中部一期稻作已進入生育中後期，福壽螺已無法構成危害，進出水口可不加裝阻隔物，令螺體隨灌溉水進入本田，一者可嚙食田間雜草，再者於水稻收穫後，任其潛伏田間，於二期稻作耕犁整地後插秧前，以殺螺藥劑徹底防除即可。

水稻福壽螺防治基準之研究，大螺(殼高 3 cm 以上)在水深 3 cm 之水田中，一日可取食約 12 株秧苗，建議每平方公尺發現福壽螺大螺(體重 6.1 g 以上，體長 17 mm 以上)1 個，或中螺(體重 4-6 g，體長 14-16 mm)2 個，或小螺(體重 3.9 g 以下，體長 14 mm 以下)5 個，即達經濟危害水平線界，或一期稻作被害率在 1.6%以上，二期稻作在 6%以上即應採行防治(林，1985)。現今政府推薦於水稻福壽螺防治藥劑為 70%耐克螺(Niclosamide)可濕性粉劑、80%聚乙醛(Metaldehyde)可濕性粉劑及 6%聚乙醛(Metaldehyde)餌劑等，唯聚乙醛藥劑購置成本相較耐克螺為高，且藥效易受低溫影響，因此，農友普遍使用耐克螺於水稻福壽螺防除(邱和楊，2002)，於二期作水溫高時，建議於插秧前 1-3 日施用防除福壽螺。然頻繁施用殺螺劑，已使部分地區之福壽螺對耐克螺與聚乙醛有較高之耐受性(葉等，2010)。

水稻田中福壽螺的族群消長動態分布與水位高低密切相關，當水位降低，福壽螺移往田區低溼處或遁入土中，一旦無水，田間目測很難發現福壽螺，於水稻田灌水時，福壽螺又重新復出，越冬蟄伏和隨灌溉水入侵是一期稻作危害秧苗之重要螺源，透過調節稻田水位可以控制福壽螺的發生和危害(葉和李，2009)，插秧後持續排水維持低水位，可降低福壽螺活動，進而降低其對秧苗之危害，但易誘使土表之雜草種子提前萌發，增加稻田雜草防除之難度。福壽螺不適於長期生活於深水區，最喜生活於流速緩慢之田埂引水口及接近水面處，且福壽螺之趨水性差，利用田區周圍自然環境阻隔及避免以缺口方式作為進排水口可有效阻擋福壽螺進入田區(葉等，2010)。

北部地區福壽螺於水稻二期作後期，由於已經不構成水稻損失，農民習慣不再進行任何防治，任其密度持續上升，於田區繁衍達到極高數量後，伴隨東北季風影響，氣溫逐漸下降，且水稻生育後期以輪灌方式進行灌溉，田區福壽螺因低溫及水位降低之逆境，陸續蟄伏入土中休眠越冬，於來年一期稻作整地後陸續於本田復甦，並伴隨灌溉水流入之螺體共同危害一期稻作秧苗。北部地區一期稻作若逢低溫，整地後插秧前施藥，或插秧後施藥，由於福壽螺尚未完全復甦，常無法施用 1 次藥劑即有效防除福壽螺。而北部地區一期稻作溫度較低，秧苗期長達 40 日，福壽螺危害時期相對延長，縱使許多北部地區農友已知一期稻作秧苗期進行福壽螺防治，應選擇水溫較高之正午進行，然多有農友從事大面積一期水稻耕作，插秧期農忙，常無暇兼顧所有田區福壽螺發生狀況，俟插秧工作完成，復發現原先插秧之田區已遭受福壽螺嚴重危害，又得以人力補植秧苗，並再次進行福壽螺藥劑防除，徒增成本。本試驗評估二期稻作乳熟期進行福壽螺防除，減少入冬後田間蟄伏螺數，以降低來年一期稻作秧苗期福壽螺危害，提供北部地區一期稻作福壽螺防治改進技術供農友參考。

## 材料與方法

### 一、試驗田區準備與福壽螺投放

本試驗自 2017 年至 2018 年在桃園市新屋區本場 B9 露天田區進行，將該田區整地為 18 田區，田埂為土埂，每田區作為 1 試驗小區，小區面積 350 m<sup>2</sup>。設置獨立入水口及出水口，灌溉水源為自池塘抽取之無福壽螺水源。於 2017 年 1 月完成田區整地劃分後，進行 1 期稻作插秧種植，確認試驗田區符合試驗條件，並於同年二期稻作開始進行試驗。2017 年二期稻作於 8 月 18 日完成 2 次整地，8 月 19 日機器插秧前 2 日施用苦茶粕進行福壽螺防除，8 月 21 日完成插秧，水稻栽培、肥培管理依慣行栽培方式。9 月中旬開始自其他水稻田區收集殼高 1.5 cm 以上之福壽螺螺體，放置於準備區，於 10 月上旬每小區投放 700 隻福壽螺，模擬田區二期稻作生育後期田區福壽螺高密度狀態，投螺後隔日確認投放之福壽螺活力正常。2017 年水稻收穫後，田區不種植任何作物，1-2 月整地前不進水，2018 年一期稻作於 2 月進行小區整地，於 3 月中旬機器插秧，插秧當日完成田區秧苗補植，之後不再進行秧苗補植。

### 二、福壽螺防除處理時間點

福壽螺防除試驗分為 3 個主要處理時間點：前一年二期稻作乳熟期、來年一期稻作二次整地後插秧前及一期稻作插秧後。設計 6 種處理時間組合：處理 1. 2017 年二期稻作乳熟期及 2018 年一期稻作整地後插秧前，各施藥處理 1 次；處理 2. 2017 年二期稻作乳熟期及 2018 年一期稻作插秧後各施藥處理 1 次；處理 3. 2017 年二期稻作乳熟期施藥處理 1 次；處理 4. 2018 年一期稻作整地後插秧前及插秧後各施藥處理 1 次；處理 5. 2018 年一期稻作插秧後施藥處理 2 次；處理 6. 未施藥處理。田區採逢機完全區集設計(Randomized Complete Block Design, RCBD)、3 重複。試驗小區 350 m<sup>2</sup>。福壽螺防除藥劑為 70%耐克螺(Niclosamide)可濕性粉劑，乳熟期耐克螺藥劑每小區施用量 60 g，整地後插秧前及插秧後耐克螺藥劑每小區施用量 30 g，每小區耐克螺藥劑皆以 20 L 清水稀釋後，以動力噴霧機搭配單孔噴頭進行施藥處理，每次施藥處理前田區湛水 3 cm 以上水位，確保田區福壽螺淹蓋於水中，施藥處理後 1 週內田區不進水、不排水。

### 三、施藥處理及福壽螺防除率、秧苗被害率及缺株率計算與統計分析

2017 年二期稻作乳熟期於處理 1、2 及 3 小區進行施藥處理，2018 年一期稻作整地後插秧前於處理 1 及 3 小區進行施藥處理，2018 年一期稻作插秧後於處理 2、4 及 5 小區進行施藥處理，其中處理 5 小區連續施藥 2 次，第 1 次施藥時間為插秧後，第 2 次施藥應選擇插秧後氣溫適宜之時間施藥。每次施藥前及施藥後 3 日進行小區福壽螺數量調查，取樣調查小區 5 點，每點 1 m<sup>2</sup>，計算福壽螺防除率。福壽螺防除率計算：防除率=【1 - (處理區施藥後活螺

數 × 對照區處理前活螺數)/(處理區施藥前活螺數 × 對照區處理後活螺數)】×100%。各處理完全結束後，一期稻作插秧後 2 週，進行各處理小區秧苗受害率與缺株率調查，調查小區內 100 櫟秧苗被害情形，被害調查基準分 6 級：0=無被害；1=被害 20%以下；2=被害 20.1%-40%；3=被害 40.1%-60%；4=被害 60.1%-80%；5=全數被害。被害率(%)=【 $\Sigma$ (指數 x 該指數叢數)/ 5 x 調查總叢數】x100%。缺株率(%)=【全數被害秧苗/調查總櫟數】x100%。各處理螺數、被害率及缺株率以變方分析(ANOVA)進行顯著性測驗，若結果差異顯著，再以費雪氏最小顯著差異測試法(Fisher's Least Significant Difference Test, LSD)進行各處理間的差異顯著性測驗，顯著性水準訂為 5%。

## 結果與討論

### 一、2017 年二期稻作乳熟期福壽螺防除處理

2017 年 10 月 02 日完成每小區 700 隻福壽螺投放，投放後隔日確認田區福壽螺活動力正常。於同年 11 月 07 日中午進行處理 1、2 及 3 小區耐克螺藥劑施用處理，施藥期間氣溫為 29°C，水溫為 25°C。施藥時福壽螺於田區內活動力佳，未進入蟄伏狀態。處理 1、2 及 3 小區施藥處理前每平方公尺螺數分別為 5.9、4.1 及 6.0 隻(表 1)，平均 5.3 隻，多於每小區於 10 月 2 日平均每平方公尺投放 2 隻之投放螺數，顯示原有小區中應存在隨二期稻作栽培期間繁殖之螺體，且福壽螺於田區多呈聚集分布，而非均勻分布，因此，調查的平均隻數或能作為田區處理前、後螺數之參考，但不能完全代表小區內切確之福壽螺總數，田間調查宜採小樣點及多點取樣，自田埂邊向稻田中央調查福壽螺螺量，更能代表水稻田福壽螺的真實數量(賴等，2008；葉和李，2009)。因此，本次試驗調查每小區取樣調查 5 點位，皆儘量選擇靠近田埂且相較低窪有水處，以真實反應處理前後螺數變化。處理 1、2 及 3 小區施藥處理後每平方公尺螺數分別為 0.5、0.7 及 0.8 隻(表 1)，平均 0.6 隻，以處理 6 小區(未施藥處理)為對照，換算處理 1、2 及 3 小區福壽螺總防除率 88.0%。顯示二期稻作乳熟期田區湛水後施藥，能有效降低田區福壽螺數量。

表 1. 2017 年二期稻作乳熟期施藥處理前、後福壽螺螺數調查

Table 1. Numbers of snails before and after treatment at milky stage of second crop season in 2017.

處理 Treatment	2017 年二期稻作乳熟期施藥前				2017 年二期稻作乳熟期施藥後			
	2017.11.07				2017.11.11			
	No. of snails before treatment				No. of snails after treatment			
2017 年二期稻作乳熟期 Treatment at milky stage of second crop season in 2017	I	II	III	ave. (No./m <sup>2</sup> )	I	II	III	ave. (No./m <sup>2</sup> )
1 施藥 1 次 Treat	5.6	4.2	7.8	5.9 <sup>a</sup>	0.6	0.6	0.2	0.5 <sup>b</sup>
2 施藥 1 次 Treat	7.0	2.8	2.6	4.1 <sup>a</sup>	0.6	1.2	0.2	0.7 <sup>b</sup>
3 施藥 1 次 Treat	3.8	7.8	6.4	6.0 <sup>a</sup>	1	0.6	0.8	0.8 <sup>b</sup>
4 未施藥 Untreated	-	-	-	-	-	-	-	-
5 未施藥 Untreated	-	-	-	-	-	-	-	-
6 未施藥 Untreated	5.0	4.2	5.6	4.9 <sup>a</sup>	3.6	4.8	5.2	4.5 <sup>a</sup>

同行英文字相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means values within column followed the same letter are not significant by LSD test at 5% probability level.

## 二、2018 年一期稻作第 2 次整地後插秧前福壽螺防除處理

2018年2月21日完成試驗田區一期稻作第2次整地(未整平)，整地後持續保持湛水，3月05日進行第2次整地後福壽螺數量調查，同日下午完成處理1及4小區整地後插秧前施藥處理，施藥時氣溫20℃，水溫24℃。3月08日下午進行施藥處理後福壽螺數量調查。處理1、2及3小區3月05日整地後施藥處理前調查之螺數明顯少於處理4、5及6小區(表2)，顯示處理1、2及3小區於2017年二期稻作乳熟期施藥處理具降低田間蟄伏螺數效果。處理1及4小區於該次施藥處理後(3月08日)調查田區每平方公尺平均螺數為0.1及0.1隻，分別較施藥處理前每平方公尺平均螺數0.3及2.1隻降低(表2)，以處理6小區未施藥為對照組，換算處理4小區本次施藥處理福壽螺防除率為91.5%，顯示此次整地後插秧前處理對福壽螺具防除效果。處理2及3小區於3月8日未進行小區螺數調查，無法以處理3小區為對照組換算處理1小區此次施藥處理之福壽螺防除率。處理5及6小區螺數於3月8日調查螺數亦明顯減少，應與施藥後調查日期(3月8日)

當日下午14時溫度驟降至12°C以下，福壽螺減少活動有關。本次整地後插秧前進行藥劑處理，達到一定程度之福壽螺防除效果，然未能確定田區內所有福壽螺皆已復甦。

表 2. 2018 年一期稻作第 2 次整地後插秧前福壽螺防除處理前、後福壽螺數量調查

Table 2. Numbers of snails before and after treatment at preplanting period of first crop season in 2018.

處理 Treatment		2018 年一期稻作整地後插秧前 施藥處理前螺數 2018.3.05 No. of snails before treatment				2018 年一期稻作整地後插秧前 施藥處理後螺數 2018.3.08 No. of snails after treatment			
2017 年二期 稻作乳熟期 Milky stage of second crop season in 2017	2018 年一期 稻作插秧前 Preplanting period of first crop season in 2018	I	II	III	ave. (No./m <sup>2</sup> )	I	II	III	ave. (No./m <sup>2</sup> )
1 施藥 1 次 Treat	施藥 1 次 Treat	0.2	0.4	0.4	0.3 <sup>c</sup>	0	0.2	0.2	0.1 <sup>b</sup>
2 施藥 1 次 Treat	未施藥 Untreated	0.2	0.4	0.4	0.3 <sup>c</sup>	-	-	-	-
3 施藥 1 次 Treat	未施藥 Untreated	0	0.4	0.4	0.3 <sup>c</sup>	-	-	-	-
4 未施藥 Untreated	施藥 1 次 Treat	2.6	1.8	2.0	2.1 <sup>b</sup>	0	0	0.4	0.1 <sup>b</sup>
5 未施藥 Untreated	未施藥 Untreated	2.0	2.2	2.2	2.1 <sup>b</sup>	0.4	0.2	0.4	0.3 <sup>b</sup>
6 未施藥 Untreated	未施藥 Untreated	2.6	2.4	2.6	2.5 <sup>a</sup>	1.2	1.4	1.6	1.4 <sup>a</sup>

同行英文字相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means values within column followed the same letter are not significant by LSD test at 5% probability level.

### 三、2018 年一期稻作插秧後福壽螺防除處理與秧苗期被害率及缺株率調查

2018 年 3 月 13 日完成一期稻作田區整平作業，於 3 月 16 日完成機器插秧。慣行栽培操作機器插秧前田區應排水以利插秧，插秧後亦不需立即補水，以利秧苗成活，然本次插秧後為確保耐克螺施藥藥效，處理 2、4 及 5 小區插秧後立即湛水並施藥處理，施藥時氣溫 21.7°C，水溫 23.2°C，施藥後 1 週田區方進行排水，其餘小區插秧後保持田區排水狀態。處理 5 小區(2018 年一期稻作插秧後施藥處理 2 次)第 2 次施藥處理日期為 3 月 30 日。處理 3(2017 年二期稻作乳熟期施藥處理 1 次) 2018 年一期稻作插秧後 2 週福壽螺危害秧苗之被害率 17.3%

與缺株率 5.0%，與處理 6(未施藥處理)之被害率 51.3%與缺株率 20.0%有顯著差異(表 3)，顯示二期稻作乳熟期進行福壽螺防除能有效降低入冬後本田蟄伏螺數，進而降低來年一期稻作秧苗期福壽螺危害。各防治處理組合以處理 2(2017 年二期稻作乳熟期及 2018 年一期稻作插秧後各施藥處理 1 次)，插秧後 2 周秧苗被害率 3.0%及缺株率 0.7%為最低(表 3)。

表 3. 不同福壽螺防治處理於 2018 年一期稻作插秧後 2 周之秧苗被害率及缺株率

Table 3. The damage rate and missing rate of seeding after 2-weeks planting of first crop season in 2018, through different treatment time points of snails.

處理 Treatment			插秧後 2 周秧苗被害率(%)				插秧後 2 周秧苗缺株率(%)			
2017 年二期 稻作乳熟期	2018 年一期 稻作插秧前	2018 年一期 稻作插秧後	Damage rate(%) of seedling, 2 weeks after planting				Missing rate(%) of seeding, 2 weeks after planting			
Milky stage of second crop season in 2017	Preplanting period of first crop season in 2018	Rice transplanting period of first crop season in 2018	I	II	III	ave. (%)	I	II	III	ave. (%)
1 施藥 1 次 Treat	施藥 1 次 Treat	未施藥 Untreated	5.4	3.8	15.2	8.1b <sup>c</sup>	0	0	2.0	0.7 <sup>c</sup>
2 施藥 1 次 Treat	未施藥 Untreated	施藥 1 次 Treat	3.4	1.2	4.4	3.0 <sup>c</sup>	1.0	1.0	0	0.7 <sup>c</sup>
3 施藥 1 次 Treat	未施藥 Untreated	未施藥 Untreated	8.4	19.6	24.0	17.3 <sup>b</sup>	0	9.0	6.0	5.0 <sup>b</sup>
4 未施藥 Untreated	施藥 1 次 Treat	施藥 1 次 Treat	7.2	7.0	5.6	6.6 <sup>c</sup>	2.0	1.0	2.0	1.7 <sup>bc</sup>
5 未施藥 Untreated	未施藥 Untreated	施藥 2 次 Treat x 2	13.4	3.8	3.4	6.9 <sup>bc</sup>	3.0	1.0	1.0	1.7 <sup>bc</sup>
6 未施藥 Untreated	未施藥 Untreated	未施藥 Untreated	61.4	45.2	47.4	51.3 <sup>a</sup>	22.0	19.0	19.0	20.0 <sup>a</sup>

同行英文字相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Means values within column followed the same letter are not significant by LSD test at 5% probability level.

## 結 論

本試驗證實二期稻作乳熟期深水灌溉時進行施藥可以有效防除福壽螺，透過試驗將越冬蟄伏休眠之福壽螺對來年一期稻作秧苗之危害程度進行量化，證實越冬蟄伏福壽螺確實造成來年一期稻作秧苗期重要危害，二期稻作乳熟期提前進行福壽螺防除，可有效降低來年一期稻作秧苗期之福壽螺危害率與缺株率。二期稻作乳熟期進行福壽螺防除之利基包括此時期本田內有足夠水位施藥，此時期水溫及氣溫尚高，福壽螺活動旺盛，此時期又相較於稻作整地、插秧或收穫期之相對農閒期，農友有充裕時間進行福壽螺防除處理。若能搭配田埂割草吸引福壽螺為取食斷落水面雜草而聚集至田埂四周，更可增加藥劑接觸福壽螺之機會。二期稻作乳熟期福壽螺防除處理後至來年一期稻作秧苗期間，亦應確實於入水口增套圍網阻隔螺體隨灌溉水流入本田。

水稻乳熟期結束，歷經糊熟期、黃熟期後收穫，期間僅多一個月，此段時期轉採輪灌促使田區土壤硬實，以利機器收穫，同時溫度逐漸降低，乳熟期防除處理後未能防除之少量螺體或復由卵塊孵化之幼螺，難有持續生長之條件，此與林(林，1986)於中部地區水稻福壽螺生態觀察『仲秋之後所產之卵塊，孵化仔螺均以半休眠狀態越冬，至翌年四月氣溫升高時，螺體才快速成長』之描述類似。

本試驗改變福壽螺防治時機點，將 1 次防除工作提前至前一年二期稻作乳熟期進行，有效降低二期稻作收穫後本田內蟄伏螺數，進而降低來年一期稻作秧苗之福壽螺危害率與缺株率。俟水稻順利渡過秧苗期，本田中殘存之福壽螺無法在取食稻株，轉而取食田區內之雜草，能發揮生態除草功能，雖一期稻作生育後期本田中福壽螺數量亦持續上升，然二期稻作生育初期並無低溫，於整地後插秧前或插秧後立即進行藥劑防除，即可有效防除福壽螺。

本次一期稻作秧苗期插秧後溫度高，處理 5(2018 年一期稻作插秧後施藥處理 2 次)效果亦佳，此顯示福壽螺防除處理成敗與否，與適當的水溫及水位正相關。若福壽螺處於復甦活動狀態，並有足夠水位淹蓋螺體以利藥劑發揮效果，必能有效防除福壽螺。然一期稻作插秧期間若逢低溫，蟄伏福壽螺未能完全復甦，插秧後又無適當水位進行福壽螺防除，藥劑防除往往無法達到預期效果，農友多次施藥仍無法避免秧苗受害；又或遭遇低溫田區淹水進行秧苗防寒，若逢溫度回升，未及時進行福壽螺防除，秧苗立即遭受部分復甦之福壽螺取食危害。本次試驗證實二期稻作乳熟期進行福壽螺防除確實能有效降低來年一期稻作秧苗遭受福壽螺危害之被害率與缺株率，唯本次試驗一期稻作整地後至秧苗期間未逢低溫，插秧後進行福壽螺防除處理亦有極佳防除效果，無法進一步凸顯前一年二期稻作乳熟期進行防除處理之效益可能優於一期稻作秧苗期遭遇低溫期，於插秧後方進行福壽螺防除之效果。後續將持續進行試驗，提早於二月下旬低溫期進行插秧，比較前一年二期稻作乳熟期進行福壽螺防除能否較插秧後進行福壽螺防除更能降低福壽螺對秧苗之危害率。

## 參考文獻

- 林金樹。1985。福壽螺危害水稻之產量損失估計。臺中區農業改良場研究彙報 11:43-52。
- 林金樹。1986。福壽螺之生態觀察。臺中區農業改良場研究彙報 13:59-66。
- 邱阿勤、楊顯章，2002，水稻福壽螺防治技術示範觀摩會，台中區農情月刊 39:1。
- 張文重、鄭允。1982。福壽螺之生態與防治。興農月刊 162:8-14。
- 張文重。1985。金寶螺之生態研究。貝類學報 11:43-51。
- 葉一隆、李怡賢、陳庭堅。2010。福壽螺習性與阻隔防治探討。農業工程學報 56 (3):57-62。
- 葉芳伶、賴珮瑄、黃大駿。2010。臺灣各地區福壽螺(*Pomacea canaliculata*)抗藥性初步探討。貝類學報 34:49-62。
- 葉建人、李雲明。2009。福壽螺在水稻田的消長規率及其田間分布動態。中國農業通報 25(03):185-188。
- 廖君達。2005。台灣農家要覽-農作篇(三)。p.497。行政院農業委員會發行。
- 賴朝暉、陳宏明、周丁國、林家威、張求軍、鮑漢科。2008。水稻田福壽螺空間分布型調查分析。現代農業科技 23:268-269。
- Lowe S., M. Browne, S. Boudjelas, and M. De Poorter. 2000. 100 of the World's worst invasive alien species a selection from the Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist group (ISSG) a specialist group of the species survival commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN) 12pp.

# **Improvement on the Control Technology of Golden Apple Snail (*Pomacea canaliculata*) in Paddy Field in Northern Taiwan**

Kuo-Hung Chuang, Chiao-Yen Chen and His-Pin Shih

Associate researcher, assistant researcher and researcher and secretary, respectively,

Taoyuan district agricultural research and extension station, COA

khchuang@tydais.gov.tw

## **Abstract**

This project aims to assess the application of Niclosamide in the milking grain stage of second crop of rice to reduce the number of overwinter snails in the paddy field, so as to reduce the damage rate to the seedlings of first crop of rice caused by snails in the coming year. The results showed that application of Niclosamide in the milking grain stage of second crop of rice could effectively reduce the number of snails in the paddy field, and the prevention rate of snails reached 88.0%, which could then effectively reduce the damage rate to 17.3% and missing rate to 5.0% of the seedlings of first crop of rice in the coming year. The untreated area showed higher damage rate of seedlings to 51.3% and missing rate of seedlings to 20.0% caused by snails. The results showed that the overwinter snails in the paddy field after harvesting did cause significant damage to seedlings of first crop of rice in the coming year, and to take control measures in the milking grain stage of second crop of rice can effectively reduce the number of overwinter snails and thus reduce the damage rate of seedlings of first crop of rice in the coming year. It showed that the combination of treatment in the milking grain stage of second crop of rice and treatment in the transplanting of seedlings of first crop of rice in the coming year could reduce damage rate of seedlings to 3.0% and missing rate of seedlings to 0.7%.

Key words: Dormancy, Niclosamide, Milking grain stage

# 生質熱能驅動氨水吸收式製冷系統設計

吳有恒、黃柏昇、林勇偉、李汪盛

行政院農業委員會桃園區農業改良場副研究員、助理研究員、助理研究員及研究員兼作物環境課課長  
yhwu@tydais.gov.tw

## 摘要

本研究設計一組 35%氨水濃度的單級吸收式製冷系統，並以生物質鍋爐燃燒所排出的高溫煙氣為驅動源，進行製冷作業，製冷系統所產生的冷量用於溫室降溫。吸收式製冷系統是以發生器及吸收器來取代傳統的壓縮機，相較於傳統的壓縮機製冷系統，可減少 80%以上的製冷用電。本系統以高溫煙氣驅動製冷，其它的熱源，如生物質燃燒、工廠的廢熱或蒸氣、引擎的廢熱及太陽能等均可應用於此系統。

關鍵詞：氨水吸收式製冷系統、生質能、生物質鍋爐。

## 前言

生物質(biomass)是指通過光合作用而形成的各種有機體，包含所有的動植物與微生物，具備可再生性；而生質能(bioenergy)則是由生物質轉換而生的能源，僅次於煤炭、石油及天然氣，為第 4 大的能源。

農業上利用的生物質主要為農作物、草本與木本植物及農林畜牧廢棄物等，其產量大、可再生、低汙染並可於國內自行生產；同時，其可利用光合作用將空氣中的 CO<sub>2</sub> 固定下來，並在燃料的利用過程中，將 CO<sub>2</sub> 釋放回空氣中，使碳在自然界中被循環利用，不會增加碳排；再者，農業廢棄生物質的再利用，也可減少其對環境的影響。

生物質鍋爐主要用於燃燒生物質，以獲得熱能或電能，極少將其應用於製冷作業。然而，農業上如溫室降溫、畜禽舍降溫、農產品的低溫乾燥及冷藏作業等，均需要低溫冷源，特別是近年來由於溫室栽培技術的精進，農業溫室逐年增多；未來，以溫室為栽培場域的生產業者勢必面臨強烈的競爭。由於臺灣位居熱帶與亞熱帶氣候區，加以近年的氣候暖化效應，夏季高溫季節於溫室內進行作物生產必須投以大量能源來進行降溫作業，以營造適合作物生長所需的環境條件(蔡與吳，2010)。以目前臺灣電力供應緊張的狀況，如能減少溫室降溫的電力需求，將成為溫室經營者重要的競爭利器。

吸收式製冷系統(absorption refrigeration system)的作業方式是以一組發生器(generator)及吸收器(absorber)來取代傳統的壓縮機，並以熱能驅動方式進行製冷作業(Patel *et al.*, 2012)。

由於少了壓縮機的使用，製冷所需的電能需求僅為傳統壓縮機系統的 10%-20%；也由於系統是採用熱能驅動，因此，工廠所產生的廢熱或蒸氣、生物質燃燒所產生的熱與高溫煙氣、太陽能、地熱或瓦斯燃燒等，均可用來製冷。

吸收式製冷系統由 4 個基本元件所組成，包含低壓側的蒸發器(evaporator)及吸收器，以及高壓側的發生器及冷凝器(condenser)。工作介質為冷媒(refrigerant)與吸收劑(absorbent)的混合液(Alsaqoor and AlQdah, 2014; Mbikan and Al-Shemmeri. 2017)。冷媒的循環由發生器，經冷凝器、蒸發器、吸收器，再回到發生器；吸收劑的循環則由發生器經減壓流到吸收器，在吸收器內吸收冷媒後，由泵送到發生器內加熱循環作業(余，2007；Kaushik and Bhardwaj, 1982; Koc *et al.*, 2000)。

本研究設計一組氨水吸收式製冷系統，並以生物質鍋爐所產生的熱煙氣來驅動製冷，製冷系統所產生的冷量被導入溫室，以進行溫室降溫測試。

## 系統描述

### 1. 生物質鍋爐

圖 1 為生物質鍋爐，爐膛位於鍋爐中下方，爐膛上方設有料斗、進料調整閥及螺旋輸送裝置，可自動進料並調控進料速度。生物質鍋爐配有風機，可調控抽入鍋爐之風量以控制燃燒速度。燃燒的物料可以是稻殼或是經造粒後的各式生物質成型燃料 (biomass molding fuel, BMF)。物料燃燒後的煙氣會通過爐膛並與熱交換裝置進行熱交換，熱交換裝置內部有水，可利用燃燒熱能提高水溫並輸送至儲水桶內，儲水桶設有出水閥，可將溫水經由管路送到溫室內，並透過熱交換器吹入熱風，進行溫室保溫作業。



圖 1. 生物質鍋爐

Fig. 1. Biomass boiler.

## 2. 氨水吸收式製冷系統

氨水吸收式製冷系統由發生器、分析器(analyzer)、精餾器(rectifier)、冷凝器、蒸發器、吸收器、循環泵、冷卻塔及膨脹閥所組成，如圖 2 及 3。循環使用之工作介質為氨水混合溶液，濃度 35%，其中氨為製冷劑，水為吸收劑。製冷作業過程為氨水混合溶液在發生器內被加熱，產生高溫高壓高濃度的氨水混合蒸氣，混合蒸氣內的水氣，經由分析器與精餾器，將水分冷卻凝結出來，並回流至發生器。而從精餾器精餾出來的氨蒸氣則流入冷凝器內，冷凝器透過與外部連接的冷卻水進行熱交換，冷凝成常溫高壓的液態氨。此常溫高壓的液態氨被導入儲存桶內，並與來自蒸發器的低溫低壓氨蒸氣進行熱交換，放熱後成為過冷液態氨，此液態氨再被導入膨脹閥，降壓膨脹為低溫低壓的液態氨，低溫低壓的液態氨進入蒸發器，在蒸發器內蒸發吸熱製冷。蒸發後的氨蒸氣進入預冷器，與來自冷凝器的常溫高壓液態氨進行熱交換吸收熱量，成為過熱氨蒸氣。過熱氨蒸氣進入吸收器，與來自發生器並經減壓後的稀溶液進行吸收放熱，排放的熱量則由外部冷卻水進行熱交換帶離；而在吸收器的濃溶液，則利用泵在高壓下送回發生器，周而復始的循環。

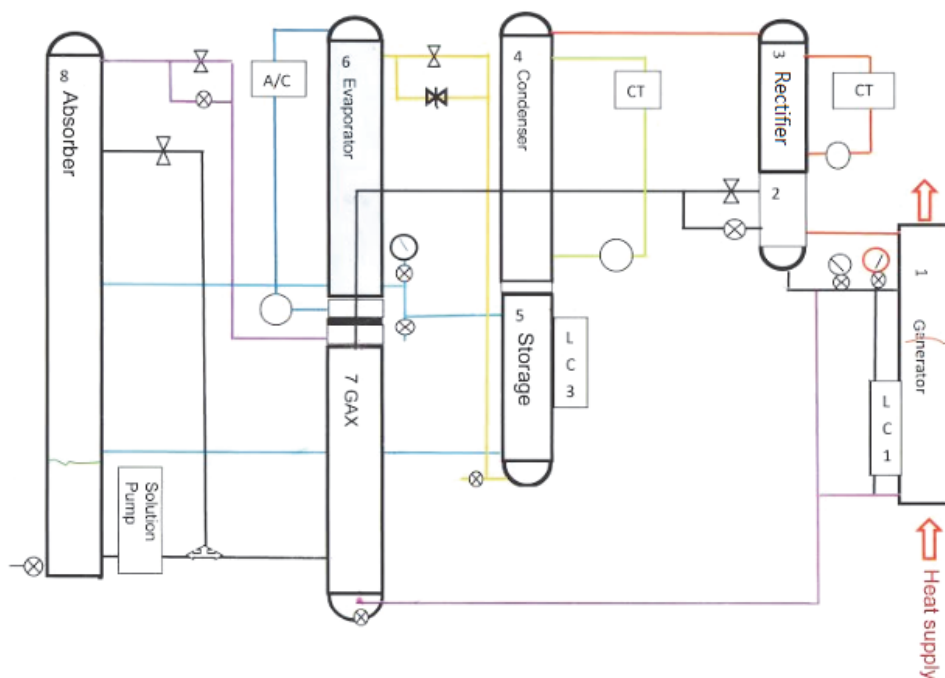


圖 2. 氨水吸收式製冷系統循環圖

Fig. 2. Schematic diagram of aqua-ammonia absorption refrigeration system.



圖 3. 氨水吸收式製冷系統實體圖

Fig. 3. Entity of aqua-ammonia absorption refrigeration system.

### 3. 氨水吸收式製冷系統結合生物質鍋爐之建置

吸收式製冷系統結合生物質鍋爐樣態如圖 4，系統建置於本場玻璃溫室外側。驅動製冷系統所需的熱能是來自於生物質鍋爐燃燒所排出的熱煙氣，試驗時，熱煙氣由鍋爐排煙管的中段引出，並透過溫度感測器及控制閥控制吸收式製冷系統發生器的加熱溫度，以分離出氨蒸氣。由製冷系統產生的低溫冷源經由管路進入溫室內(圖 5)，並透過熱交換機風扇(圖 6)強化對溫室的吸熱作用，以進行降溫效能測試。



圖 4. 生物質鍋爐結合氨水吸收式製冷系統

Fig. 4. The biomass boiler combines with aqua-ammonia absorption refrigeration system.



圖 5. 降溫測試之溫室

Fig. 5. Greenhouse for cooling test.



圖 6. 溫室內部之熱交換機組風扇

Fig. 6. Heat exchanger fan inside greenhouse.

## 系統作業方式及影響因子分析

1. 本研究之生物質鍋爐除燃燒過程所產生的高溫煙氣可應用於製冷外，此爐亦可同步燒製生物炭及進行水體加熱。生物炭可作為土壤改良劑，有助於作物生長；加熱的水體則可透過管路循環進入溫室內，進行溫室的保溫作業。
2. 生物質鍋爐配備螺旋輸送機，可穩定輸送造粒後的生物質顆粒進入燃燒室內燃燒，以維持吸收式製冷系統所需的 120-140°C 較佳煙氣溫度。也由於吸收式製冷系統是使用燃燒後排出的熱煙氣，因此，製冷作業並不影響鍋爐生物炭的燒製及水體的加熱效能。
3. 本研究的生物質鍋爐可自動進料及控制燃燒，可產生穩定的煙氣。生物質鍋爐熱效率約 70%-80%，排煙損失約 13%。
4. 生物質鍋爐使用 BMF 為燃料，此類燃料主要為莖狀農作物、花生殼、樹皮、鋸末及椰纖等經過加工產生的塊狀燃料，其直徑一般為 6-8 mm，長度為其直徑的 4-5 倍，發熱量介於 3,000-4,800 kcal kg<sup>-1</sup>。
5. 氨水吸收式製冷系統初始測試時，系統灌注濃度 35% 的氨水，並以電熱管定溫直接加熱發生器，利用氨與水沸點的不同，使發生器連續產生氨蒸氣，以供進行製冷循環溫度及壓力的量測，以及性能係數的計算。待確認製冷系統各項性能後，再引入生物質鍋爐燃燒所產生的熱煙氣，以避免生物質燃燒的不穩定性影響製冷系統的性能測試。
6. 吸收式製冷系統是利用氨液的蒸發潛熱來吸收熱能以進行製冷作業，因此，氨與水需要完全分離，並使流經冷凝器與蒸發器的氨氣濃度提高至 99% 以上。然而，由於氨與水有極高的親和性，僅依賴發生器加熱，不足以完整分離氨與水；傳統上會在發生器之後再增設分析器及精餾器以取得高濃度的氨氣，提升製冷系統的製冷表現。
7. 製冷時的性能係數(coefficient of performance, COP)代表蒸發器產生的製冷量與投入發生器熱量的比值。提升 COP 可藉由提高發生器溫度(Kaushik and Bhardwaj, 1982)；或進行精餾器流道設計，提升精餾器純化氨水混合氣的效能(Fernández-Seara and Jaime Sieres, 2006)；或藉由縮小製冷系統高壓與低壓側間的壓力差來達成。
8. 當氨液中含有水分時，在壓力不變狀態下，氨液蒸的沸點上升；如要保持蒸發溫度不變，則蒸發壓力要較純氨製冷的蒸發壓力低。
9. 吸收式製冷系統是以吸收器和發生器來來取代傳統的壓縮機運作，因此，可大幅減少電能的使用，有助於紓解用電的負載；同時由於吸收式製冷系統是以低階熱能驅動系統來達到製冷目的，其可運用的能源相當多樣，舉凡低壓蒸氣、工廠廢熱、生物質燃燒的熱能等均可使用，能源的再利用率也可增加，未來可發展應用於工廠的空調、溫室的降溫或是農產品的冷藏及冷凍作業等。

10. 吸收式製冷系統雖以低階熱源來驅動，但如何針對各項熱能來源進行取熱，以供製冷系統高效率的使用是未來需要建立的重要技術(郭與徐，2013)。
11. 現行溫室降溫作業多使用風扇水牆，而風扇水牆的使用易拉高溫室環境濕度，溫室在高溫多濕的狀態下，作物容易產生病害，以吸收式製冷方式進行溫室降溫作業將不致提高溫室的相對濕度。
12. 由於氨水製冷系統是以氨為製冷劑，對環境及臭氧層無害，可同步製冷及製熱。同時由於系統主要由熱交換器組成，其結構簡單，震動及噪音皆小。
13. 育苗室或溫室的保溫目前大都採用電熱、燃油或熱泵等加熱方式進行保溫作業，其保溫費用高，因此，思考如何降低保溫費用是業者經營的重要的課題。再者，目前農產品冷藏處理都是利用電能，在目前能源短缺的現況下，電能供應勢必面臨考驗。因此，開發以生物質燃料為核心的冷熱源產生技術，並將其應用於農業生產上將有其重要價值。

## 結 論

本研究完成生物質鍋爐及氨水吸收式製冷系統應用於溫室降溫之設計及建置，未來將逐步進行系統的各项效能測試；並導入生物質燃燒系統，以生物質鍋爐排放的熱煙氣來驅動製冷，進行系統 COP、生物質消耗量及溫室降溫成效評估等，以及系統的分析與修正。

## 參考文獻

- 余昆穎。2007。使用分子篩提高氨氣濃度於吸收式冷凍系統之研究。碩士論文。國立成功大學機械工程學系，台南、臺灣。
- 郭啟榮、徐菘蔚。2013。ORC 低階熱能發電技術與應用。機械工業。367: 66-78。
- 蔡致榮、吳有恒。2010。農業設施節能技術與系統研發。出自”農業工程與節能減碳學術研討會專刊。台中：農業試驗所。p.38-69。
- Alsaqoor, S., and K. S. AlQdah. 2014. Performance of a refrigeration absorption cycle driven by different power sources. *Smart Grid and Renewable Energy* 5(07): 161-169.
- Fernández-Seara, José, and Jaime Sieres. 2006. The importance of the ammonia purification process in ammonia–water absorption systems. *Energy Conversion and Management*. 47(13-14):1975-1987.
- Kaushik, S.C.,and Bhardwaj, S.C.1982. Theoretical analysis of ammonia–water absorption cycles for refrigeration and space conditioning systems. *International journal of energy research* 6(3):205-225.

- Koc, A., A.T. Bulgan, and N.A. Öztürk, 2000. Design and analysis of a water-ammonia absorption refrigeration system. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy* 214(5): 449-454.
- Mbikan, M., and T. Al-Shemmeri. 2017. Computational model of a biomass driven absorption refrigeration system. *Energies* 10(2): 234.
- Patel, V. D., A. J. Chaudhari, and R. D. Jilte. 2012. Theoretical and experimental evaluation of vapour absorption refrigeration system. *IJERA*: 128-131.

# **Design of an Aqua-ammonia Absorption Refrigeration System Driven by Biomass Thermal Energy**

Yu-Heng Wu, Po-Shen Huang, Yung-Wei Lin, and Wang-Sheng Li

Associate researcher, assistant researcher, assistant researcher, and researcher & chief of crop environment section,  
Taoyuan district agricultural research and extension station, COA

yhwu@tydais.gov.tw

## **Abstract**

The study designs a single-stage absorption refrigeration system with an ammonia concentration of 35%, which is driven by the high-temperature flue gas discharged from the biomass boiler to carry out the refrigeration operation. The cooling capacity generated by the refrigeration system was used for greenhouse cooling. The absorption refrigeration system replaces the conventional compressor with a generator and an absorber, which can reduce the cooling power by more than 80% compared with the conventional compressor refrigeration system. The system uses high-temperature flue gas to drive refrigeration, and other heat sources, such as biomass burning, waste heat or steam from industrial processes, exhaust heat from engines, and solar energy, can also be applied to this system.

Key words: aqua-ammonia absorption refrigeration system, bioenergy, biomass boiler.



# 輔導桃園地區原鄉特色之農業－協助新北市烏來區 建立山胡椒(*Litsea cubeba* Lour.)育苗及栽培技術為例

馮永富

行政院農業委員會桃園區農業改良場副研究員兼五峰工作站站長

fwfung@tydais.gov.tw

## 摘 要

原鄉部落因地處山區，土地較貧瘠，且交通不便，遠離市場，家戶所得低，造成人口外流。本計畫目的旨在走入原鄉部落，採用參與型的方式，解決原住民部落農業栽培技術缺乏的問題。2016年與財團法人臺北市瑠公農業產銷基金會合作，在新北市烏來區協助當地馬告產銷班，建立山胡椒育苗及培栽技術。經過3年，本場研究人員與烏來馬告產銷班班員的互動，已經把整套山胡椒育苗技術實地演練了3次，使該項技術在當地生根。

關鍵字：原鄉、山胡椒、育苗技術

## 前 言

本場轄區內的原鄉有新北市烏來區、桃園市復興區、新竹縣尖石鄉和五峰鄉。本計畫目的旨在走入原鄉部落，瞭解當地需求，每年選擇價值高且適合當地栽培的作物，並以推動有機栽培為主，結合在地原住民，採用參與型的方式，解決原住民部落農業栽培技術缺乏、土地分散及面積狹小問題。原鄉部落因地處山區，土地較貧瘠，且交通不便，遠離市場，家戶所得低，造成人口外流(宋，2014；施等，2014；郭等，2014)。另外，栽培作物的種類較單一，缺少特色，且產期集中，行銷通路缺乏，造成平均產值偏低等現象。因此，必須建立具有當地特色的產業，以提高原鄉家戶所得，增加就業機會，進而吸引青壯年族群返鄉(宋，2014；陳，2008；劉和陳，2014)。

曾經在新北市烏來區忠治部落進行香草有機種植，桃園市復興區溪口台部落種植山胡椒和樹豆，新竹縣五峰鄉大隘部落和尖石鄉那羅種植丹參，新竹縣五峰鄉建立草莓有機育苗技術，並與財團法人臺北市瑠公農業產銷基金會合作，輔導新北市烏來區建立山胡椒(馬告)育苗及栽培技術。現以協助新北市烏來區建立山胡椒育苗及栽培技術為例，敘述輔導過程。

## 協助烏來馬告產銷班建立山胡椒育苗和栽培技術

周志國先生曾經是國中總務主任，退休後在新北市烏來區成立烏來泰雅合作社，與當地泰雅族原住民共同為烏來區永續農業努力。2015 年 10 月財團法人臺北市瑠公農業產銷基金會向本場申請『山胡椒實生苗繁殖技術』的非專屬授權，並計畫在新北市烏來區推廣山胡椒種植。因此，2016 年該基金協助周先生成立馬告產銷班，班員共 15 人。由本場派研究人員，擬定專屬訓練計畫，與班員共同在烏來區公所提供的設施內進行山胡椒育苗。在山胡椒育苗技術的重要環節，種子調製、播種、移植及育苗期間的栽培管理，皆由本場研究人員親自帶領班員一步一步的完成。平常的澆水施肥由班員負責，本場研究人員不定期的到現場查看，然後透過 LINE 群組提醒大家注意事項，透過這樣互動，把整套的山胡椒育苗技術完全的傳授給班員。

2016 年 4 月由本場提供穴盤苗進行移植技術實習，學習育苗管理技術。8 月以班員採收的山胡椒果實，示範種子調製和打破休眠的處理，並由本場提供山胡椒種子進行播種。11 月進行幼苗移植，12 月本場研究人員發現植株大量死亡。究其原因，主要是幼苗期施肥過量，澆水過多。2017 年春天只能育出 200 多株幼苗。

2017 年 8 月以班員採收種子和本場的種子，同時進行播種。10 月發現班員採收的種子，發芽率不足 10%，與本場的 60%以上，有顯著差異，原因可能是打破休眠處理做得不夠確實。10 月下旬進行移苗，成功育成約 5,000 株幼苗，2018 年春季定植於田間。

2018 年 8 月再次以班員在烏來區採收的山胡椒種子進行播種，引證班員在種子調製和打破休眠的技術是否純熟。本年度發芽率已接近 40%，與班員檢討後，希望明年可達到 60%以上。



圖 1. 2016 年山胡椒移植時，瑠公基金會李積錦組長對班員的勉勵

Fig. 1. 2016 Mountain pepper seedlings transplanted, Miss Lee of Liu-Kung Agriculture Foundation speak to members of Wulai makauy production and sales team.



圖 2. 班員把穴盤苗移植到 2 吋盆時的情形

Fig. 2. Members of Wulai makauy production and sales team transplanted the seedlings to the 2 inch pots



圖 3. 山胡椒播種後以紗網覆蓋，防止壁虎取食種子

Fig. 3. After the mountain pepper is sowed, it is covered with white net, small animals is prevented from feeding on the seed.

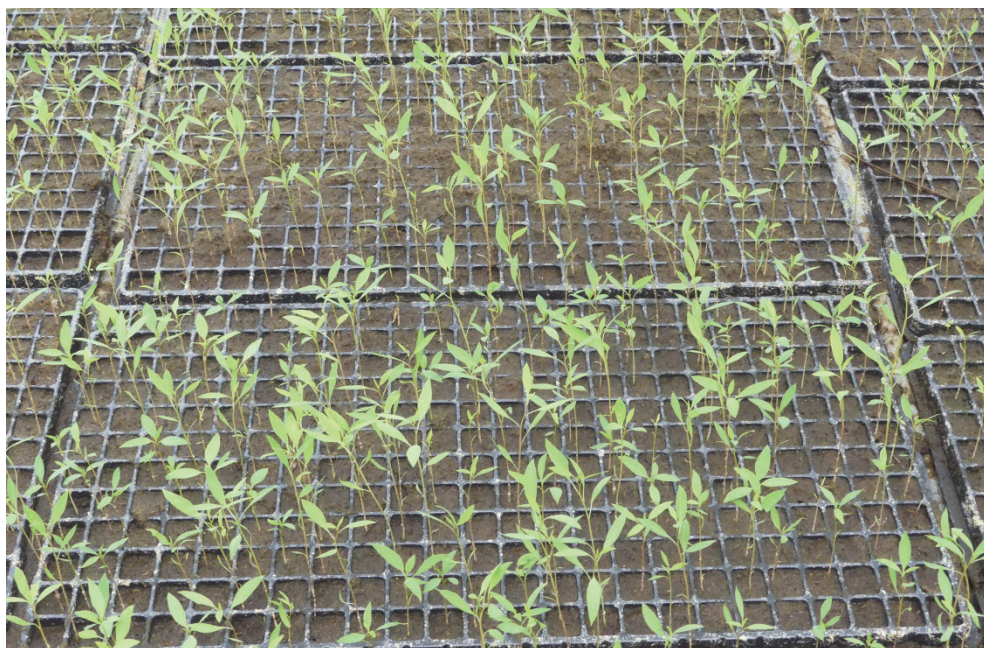


圖 4. 2018 年播種的山胡椒種子，播種後 1.5 個月發芽的情形

Fig. 4. Mountain pepper seeds sown in 2018, germinated 1.5 months after sowing

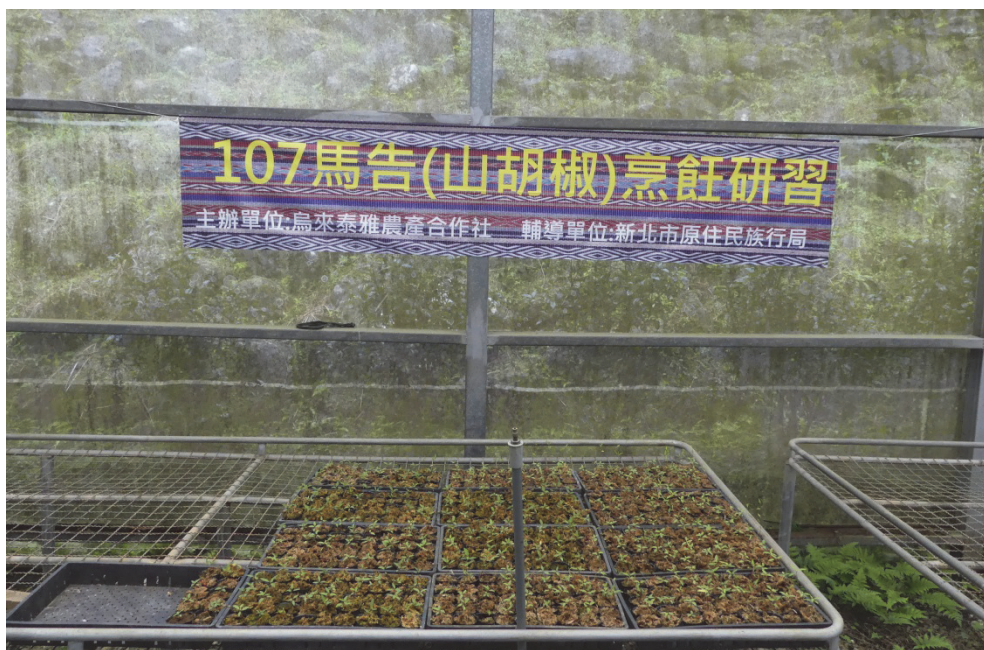


圖 5. 2018 年山胡椒移植的情形

Fig. 5. 2018 Mountain pepper seedlings transplanted



圖 6. 移植後 1 個月的山胡椒幼苗

Fig. 6. Mountain pepper seedlings 1 month after transplantation



圖 7. 2018 年春季定植於田間，11 月下旬生育的情形

Fig. 7. Mountain pepper seedlings were planted in the field in the spring of 2018 and grew at the end of November.

## 結語與展望

- 一、經過 3 年，本場研究人員與烏來馬告產銷班班員的互動，已經把整套山胡椒育苗技術實地演練了 3 次，相信班員對山胡椒育苗每個環節要注意的事項，均能深入了解和掌握。找到對的人，才能做對的事。其中的靈魂人物是周治國先生，靠著他的熱情，不辭勞苦，維繫各班員，計畫才能達成。感謝財團法人臺北市璠公農業產銷基金會在人力物力上的支持，李積錦組長和汪明耀先生熱忱的幫助。還要感謝烏來區公所提供育苗設施。
- 二、原鄉地處山區，交通往返多有不便。本場研究人員的時間和精力有限，若果耗費在往返的車程上，能夠服務的農民數量和品質皆會下降。因此，應利用如 LINE 和 WhatsApp，這類即時通訊應用程式，拉近研究人員與農民的距離，增加彼此的溝通。除了技術交流外，也可以進行病蟲害諮詢診斷。如本場的作物病蟲害諮詢診斷的 LINE@。
- 三、銷售通路的問題，常常困擾原住民。我們除了輔導原住民建立農業生產技術之外，應該延伸到農業的加工利用，甚至協助建立結合當地特色，建立結合觀光與農業生活體驗的六級產業。
- 四、對於原鄉的原住民，農業改良場在推廣時應多瞭解當地文化和人們的實際需求。透過深度訪談和問卷調查，瞭解當地的需求。從參加農民學院的年輕原住民中尋找輔導對象，進行深度輔導，進而帶動整個部落。

## 參考文獻

- 宋秉明. 2014. 部落生態旅遊發展的問題、新方向與操作關鍵. 「原住民農耕、文化復興與永續經營」研討會專刊 pp.71-84. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場.
- 施清田、葉育哲、余德發、潘昶儒、林文華、張同吳、林泰佑、黃佳興、張聖顯、劉啟祥、全中和、詹于諄、楊大吉、陳吉村、范美玲、黃鵬. 2014. 推動花宜原鄉部落農業微革命. 「原住民農耕、文化復興與永續經營」研討會專刊 pp.71-84. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場.
- 郭鴻裕、谷婉萍和湯楊欽憲. 2014. 原住地區農業發展與原景. 「原住民農耕、文化復興與永續經營」研討會專刊 pp.9-20. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場.
- 陳芬苓. 2008. 原住民經濟困境與地方文化產業發展之可能：以桃竹苗地區為例. 國家與社會 4:1-42.
- 劉維哲、陳宛均. 2014. 原住民族落特色農業. 「原住民農耕、文化復興與永續經營」研討會專刊 pp.1-8. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場.

# **Extension of Indigenous rural agricultural in Taoyuan area-Assisting the establishment of mountain pepper (*Litsea cubeba* Lour.)seedlings and cultivation techniques in Wulai District, New Taipei City as an example**

Wing-Fu Fung

Chief of Wufong Branch Station,

Agricultural Reseach and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

fwfung@tydais.gov.tw

## **Abstract**

Because the indigenous tribe is located in the mountainous area, the soil fertility is relatively poor, and the traffic is inconvenient. It is far away from the market, and household income is low, causing population outflow. The purpose of this project is to enter the indigenous tribes and adopt a participatory approach to solve the problem of the lack of indigenous tribal agricultural cultivation techniques. In 2016, in cooperation with the Taipei City Liu-Kung Agriculture Foundation, we assisted the New Taipei City Wulai District to establish production and sales team, and established mountain pepper seedlings and cultivation techniques. Past three years, researchers of Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station and members of Wulai makauy production and sales team to interact, and carry out the all procedural of mountain pepper seedling technology three times, making the whole technology take in the local area.

Key words: Indigenous rural, mountain pepper (*Litsea cubeba* Lour.), seedlings techniques



# 營農型太陽光電綠能設施農電共構共享整合 生產管理技術開發之研究

賴信忠、李淑真、林禎祥、楊雅淨、黃錦杰、李宗樺

行政院農業委員會桃園區農業改良場副研究員、副研究員、  
助理研究員、助理研究員、助理研究員、助理研究員

shinjong@tydais.gov.tw

## 摘 要

栽培環境、作物種類及人為管理皆會影響作物產能及品質，由於太陽光電設備影響設施光環境，因此，計畫目的為依據太陽能電場實際光度選擇適合作物種類，再依據作物生育特性改善栽培技術，藉以提高農作物產量。由於大多數植物光合作用為  $C_3$  型，受限於光飽和點無法完全利用光能，藉由累積光度對產量預測模型，配合監測數據除可預測產量，並可用於篩選符合 70%產量作物種類，多餘陽光用於發電。已完成芥藍菜、福山高苣及鳳京白菜累積光度對產量預測模型，其  $R^2$  分別為 0.922、0.903、0.901。實際於光電案場試種低需光性魚腥草一年後，全株平均乾重  $464.8 \text{ g m}^{-2}$ ，具容易栽培管理及高經濟潛力的作物。另為因應光電業者栽培技術及人力不足，研發智慧農業開發系統及監控裝置，應用在蘭科及觀葉植物智慧栽培管理，可獲得良好管理成效。

關鍵詞：自動控制、設施、農電共享、太陽能

## 前 言

作物種類選擇須符合適地適種及人為管理能力，適地指的是根據當地環境，加上光電設施設置造成微氣候改變等因素都必須納入考量，以當地主要作物種類來篩選符合光電案場環境的作物。影響作物光合作用的環境因子很多，如光強度、溫度及生理因子等，在低光下淨光合作用隨光強度呈直線上升，當光強度增加至一定程度後，淨光合作用則趨於平穩而達光飽和階段，主要受限於葉片固定  $\text{CO}_2$  能力。光飽和點高低反映植物對強光適應能力，光補償點則顯示植物對弱光適應能力。植物長期處於低光環境會造成植物型態及結構變化，如葉片變薄、葉綠素增加、葉面積增大、改變葉片與枝條角度等增加光能截取機制，是植物對弱光環境的適應調適的結果。

物聯網(Internet of Things, IOT)是由國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)於 2005 年所提出，除了人跟人之間可以透過網路相互聯繫外，人與物品或物品與物品

之間亦可以透過網路互通資訊。物聯網是由感知層、網路層、應用層共同構成的資訊系統，感知層擔任資訊蒐集，透過感測器、智能卡、RFID 電子標籤等。網路層負責資訊傳遞，透過廣電網路、互聯網、通訊網路等。應用層則負責完成資訊分析處理和決策以實現或完成特定智能化應用及服務。大數據應用於農業可協助農業生產資源管理，減少失敗率，生產者針對消費者需要進行生產，是一種資源最佳化利用的生產模式。IOT 與大數據結合的自動化生產，可使整體農業生產達到資源最佳化利用。數位服務、資通訊及電子產業為我國重要科技產業，技術也領先各國，如能導入農業可進一步提升農業全球競爭力，解決國內勞力短缺困境。政府推動生產力 4.0，利用大數據分析技術，結合智慧機械及 IOT 技術，可視為自動化延伸。植物工廠是某種層面的智慧化生產的實現，而智慧化生產精髓在 IOT 結合數據分析的實現，生產過程透過感測環境，了解生產對象狀況，以演算法建立數位分身，透過網際網路提供專業服務及尋求解答，平台也主動提供各項服務，使生產者能有效且自主掌控生產。

魚腥草(*Houttuynia cordata* Thunb)分布於中國、日本、韓國及東南亞一帶，為三白草科蕺菜屬多年生草本植物，又名臭臊草、魚搓草、蕺菜、臭菜、魚鱗草及十藥等，在臺灣主要生長於海拔 2,000 公尺以下林地道路旁、山溝邊及田埂等喜陰涼潮濕環境，為常見的鄉土植物。全株含有癸醯乙醛(decanoyl acetaldehyde)、甲基正壬酮(methyl-n-nonyl ketone)、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、月桂烯、月桂醛、檸檬烯、癸醇、癸醛及 4-松香醇等成分，據文獻報導具有抗菌、抗病毒及增強免疫能力等作用(胡等, 2004; 蘇等, 2008; Chen *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2005; Fu *et al.*, 2013)。中國、越南及泰國等國家將嫩葉及根莖作為蔬菜食用，日本及韓國則開發為多樣化的飲料產品及除臭劑等衛生用品(Fu *et al.*, 2013)。是一種食用及藥用兼備的作物。魚腥草為臺灣原生的鄉土植物，利用性廣並有保健功效，重要性漸受重視，但農民多自野外直接採集販售，少有專業栽培生產，造成採收量及品質不一，不利於商業生產，目前採收後主要供為青草茶、茶包等飲料使用，少部分供蔬菜食用。因此，本試驗分別以不同遮光率之遮陰網進行處理，以評估最適之遮光程度並於雲林縣營農型太陽光電綠能設施內進行魚腥草產量評估，以供為未來集約化栽培之參考。

蘭科(Orchidaceae)，是開花植物中世界性分布和具多樣性的科，約有 736 屬，28,000 個物種，和 100,000 個園藝家培養的交配種和變種。文心蘭為蘭科文心蘭屬(*Oncidium*)作物，為複莖地生蘭或著生蘭，原產於中、南美洲，原生種大約有 700 種以上；於台灣栽培，終年皆可開花，為多年生作物，以生產切花為主，9-11 月為切花高峰期，5-6 月為次高峰期；為我國重要的外銷切花，2014 年栽培面積達 248 公頃，切花外銷量約 2,700 萬枝(2016 年約 2,500 萬枝)，產值達 5.7 億元臺幣，2016 年內銷約 939 萬支切花，國內切花產值約 6 千 5 百萬元。長距根節蘭屬蘭科根節蘭屬(*calanthe*)作物，複莖地生蘭或著生蘭，為台灣原生蘭花，是長距根節蘭與白鶴蘭的天然雜交種，原生於中低海拔半透光且高濕的山區，每年於酷熱的夏季(6-8 月)開花，花色為淡紫到深紫色；本場已成功開發於平地人工大量繁殖、種植且培育開花的技術。目前與桃園市風景管理處合作推廣作為景觀花卉，種植於桃園市小烏來風景區、角板山

及後慈湖等風景區；為多年生作物，可做為景觀花卉、盆花或切花。萬代蘭為蘭科、萬代蘭族(tribe Vandae)、仙人指甲蘭亞族(subtribe Aeridinae)，萬代蘭屬(*Vanda*)作物。大部分為單莖類的附生蘭，少數為地生蘭。原產於熱帶亞洲，約有 70 多個原生種，分布以熱帶亞洲為中心，自印度、喜馬拉雅、中國南部、臺灣、沖繩到菲律賓、印尼到澳洲等區域；屬多年生作物，為國內新興蘭科切花產業，栽培面積約 10 公頃，2016 年國內切花交易金額約 234 萬元，出口日本 26 萬枝。

台灣蘭科經濟栽培物種有蝴蝶蘭、文心蘭、萬代蘭、拖鞋蘭(又名仙履蘭或兜蘭)、蕙蘭(俗稱國蘭)、石斛蘭和嘉德利亞蘭等。這些蘭科作物栽培時會搭設網室或溫室栽培，並設有遮陰網控制光線，以利其生長發育和開花。蝴蝶蘭栽培以盆花為主，栽培時夏季利用水牆和風扇降溫，冬季需加溫，成本高，不適合本場營農型太陽光電綠能設施案場環境栽培。長距白鶴蘭為本場推廣中的切花作物，與文心蘭、萬代蘭、拖鞋蘭、蕙蘭、石斛蘭和嘉德利亞蘭等栽培上主要以遮陰設施為主，文心蘭、長距白鶴蘭和萬代蘭均以切花生產為主，且栽培期較短，因此，本試驗篩選栽培此三種作物進行智慧栽培管理技術開發。

## 材料與方法

### 一、追日型太陽能光電綠能設施環境監測

為了解光電設施對環境微氣候影響，於雲林縣土庫鎮開陽國際生技股份有限公司太陽能電廠設置 5 組環境傳感器(桃園區農業改良場開發技轉慶奇科技股份有限公司生產)，長期監測光度、溫度及濕度。

該電廠為追日型立柱單軸太陽能面板，配置為南北走向，面積 0.35 公頃地，共有 5 行，每行 10-11 座太陽能設施，每座 11 公尺，太陽能板寬度 3.3 公尺，高度 3.2 公尺，行距為 6 公尺，設施下搭建簡易溫室，簡易溫室寬 3.3 公尺，溫室外走道間距 2 公尺，配有自動噴灌系統。本場借用 0.1 公頃地設施，進行環境監測及作物栽培試驗，評估各種作物生育狀況。

### 二、開發智慧農業專屬資訊系統

#### (一) 農業開發系統架構

智慧農業開發系統係整合物聯網、雲端儲存系統及數據分析模組及串接氣象局資料庫，應用於農業生產管理之專屬平台(圖 1)。可監控環境氣象數據紀錄，以無線傳輸收集傳感器資料，可於雲端平台讀取，透過 R 語言伺服器進行數據分析。視覺化程式編寫模組可編輯管理程式。田間自動化監控管理操作模組(圖 2)。



## (二) 智慧農業開發系統主要功能設計

1. 提供 Web 主動申請會員帳號由管理者核發會員權限，以角色權限方式管理會員可操作的功能與擁有的資源，網頁支援 RWD 設計。
2. 建構 MySQL 資料庫記錄所有感測器資料與控制器的動作，感測器存放的欄位是可以任意添加與修改(NoSQL 格式)，歷史數據匯入/匯出使用.csv 格式上傳/下載。採用分散式資料儲存與備援機制，依據資料型態決定資料模型與後端儲存體以最佳化搜尋速度。
3. 需支援光度計、空氣溫濕度傳感器、土壤濕度計、水流量計、繼電器、電子秤…等傳感器或控制元件並保留擴充空間。
4. 提供設備管理、田區、作物管理可把資料導出到既時監控平台。
5. 提供視覺化自動模組編程，隨生理指標的改變自動切換管理模型。
6. 自動模組需包含與 R 語言互動的 I/O 介面，建立通道串接 MySQL 資料庫與 R 語言，可串接進行運算後將運算結果顯示在網頁上並存放在資料庫。透過 MQTT 伺服器提供平台各元件間訊息傳遞之骨幹。定義平台訊息格式、平台與各元件串接之程式介面(API)，傳感器之控制命令，透過 MQTT 伺服器，發送至控制器，執行啟動或關閉。
7. 以網路攝影機快照(Snapshot)擷取單張 JPEG 格式的圖檔，在用戶私有網路中增加代理器或是開啟防火牆(無線分享器)中的 Port Mapping (Virtual Server)功能，讓 Internet 的 User 端能直接讀到 IPCam 的 Snapshot。結合網路攝影機 FTP & CIFS(網路上的芳隣網路儲存的方式及中高階的網路硬碟(NAS)提供 docker 等功能，可以讓網路攝影在私人網域中將影像照片透過 CIFS or FTP 上傳到 NAS 之中，再透過檔案管理程序將影像資料導回使用者操作端。使用者在智慧農業系統上設定 NAS 對應網路攝影機的儲存路徑與檔名格式，啟動檔案管理程序掃描 JPEG 檔案列表，讓使用者操作端與檔案列表建立聯接，搜尋特定條件的影像時，系統會提供對應的檔案列表，方便使用者瀏覽之前的影像畫面。(圖 3)
8. 影像辨識系統採用 Google 開源之 Mobilenets 預訓練模型，建置於伺服器，應用遷移式學習所短建模時間。透過網頁匯入照片進行影像建模，所建置模型，下載至行動裝置進行辨識。

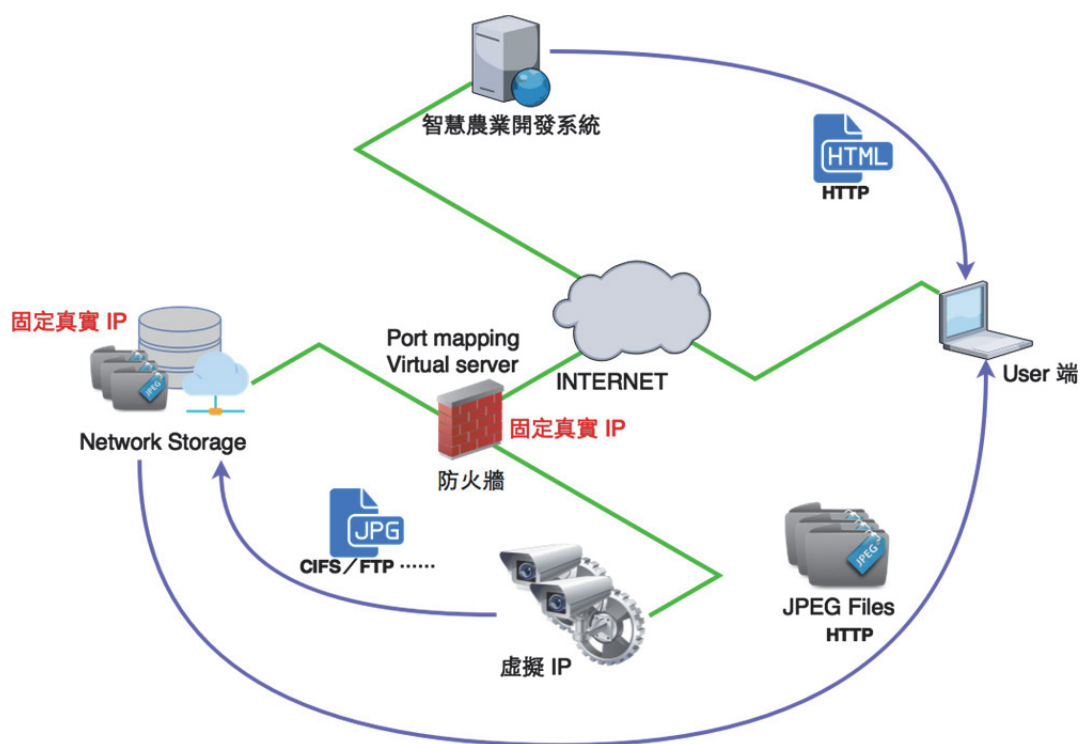


圖 3. 網路攝影機影像管理運作架構

Fig. 3. Framework of web camera managing system.

### 三、以迴歸分析建立光與作物產量之生長模型

#### (一) 植物材料

芥藍菜、福山萵苣、鳳京白菜穴盤苗，2017 年 11 月 27 日定植至 2018 年 1 月 8 日採收調查性狀。

#### (二) 遮陰處理

採用白色及黑色遮陰網，遮光處理分別為 0%、25%、50%、60%、80%及 90%等 6 種，每種處理 3 重複，芥藍菜每重複種植 4 株，福山萵苣每重複 4 株，鳳京白菜每重複 8 株，於每個重複架設本場研發技轉慶奇科技生產之環境傳感器，每分鐘偵測 1 筆光度，數據上傳智慧農業開發系統。

#### (三) 園藝性狀調查及產量

採收期調查株高、株寬、葉長、葉寬、葉柄長、葉數、莖直徑、SPAD、株鮮重等性狀。

#### (四) 統計分析

以 SPSS 20.0 統計分析，分析方法為敘述性統計及二次迴歸分析。

## 四、營農型太陽光電綠能設施魚腥草適應性評估

### (一) 遮光程度對於魚腥草生育及產量之影響

於 2017 年 4 月 25 日選取約 10 公分長含 3-5 個節位的地下部白色根莖種植，5 月 26 日進行遮陰處理，分別以 50%、60%、70%及 80%遮光網進行遮光處理，以不遮光為對照，評估光線遮蔽程度對魚腥草生育及產量之影響，田間採逢機完全區集設計，3 重複，小區面積為 5 m<sup>2</sup>，採作畦栽培，行株距 100 cm×10 cm，單行植。9 月 27 日收穫調查。

### (二) 營農型太陽光電綠能設施內魚腥草產量評估

於營農型太陽光電綠能設施農電共構環境分別以新梢苗(10-15 cm 長，3-4 個節位含葉片的新梢)，及根莖苗(長約 15 cm 之根莖)為種植苗株，於 2017 年 5 月 24 日種植，分別於同年 9 月 30 日及 2018 年 5 月 23 日收穫調查。

### (三) 魚腥草栽培管理

採用對環境友善方式進行管理，種植過程中不施用化學肥料，於種植前施用有機質肥料 1,500 kg ha<sup>-1</sup>，進行土壤改良並供應植株初期生長所需養分，5-6 月盛花期進行第 1 次採收，並於採收後施用有機質肥料 1,500 kg ha<sup>-1</sup>，作為禮肥，合計總施肥量為 3,000 kg ha<sup>-1</sup>。

### (四) 魚腥草農藝性狀調查及產量、品質分析

於收穫期調查株高、植株展幅、莖徑、根莖徑、乾物率、地上部莖葉及地下部根莖產量等。

### (五) 統計分析

所調查數據以統計軟體 SAS 9.1 程式(SAS Institute, 1999)進行變方分析(analysis of variance, ANOVA)，並以 Fisher 最小顯著差異性測試比較平均值之差異顯著性。

## 五、蘭科作物智慧栽培管理

### (一) 植物材料

長距白鶴蘭、文心蘭、萬代蘭

### (二) 試驗地點

開陽國際生技股份有限公司位於雲林縣土庫鎮追日型太陽綠能光電設施。

### (三) 作物智慧栽培管理

採用桃園場開發之智慧農業開發系統及環境傳感器與灌溉控制器(技轉慶奇科技股份有限公司生產)，設置 2 組 1 噸 PE 水塔，分別提供灌溉水及養液，透過加壓馬達及微噴灌管供

給。自動控制設定採用智慧農業開發系統之程式積木，依據環境傳感器土壤溼度偵測，灌溉控制器及電磁閥自動管理。

### 1. 長距白鶴蘭智慧栽培管理實施方法

長距白鶴蘭栽培於本場，具有遮陰網、水牆和風扇的標準溫室內，栽培介質混合泥炭土：蛇木屑：樹皮=2:1:1，於 2018 年 1 月和 4 月由 6 寸盆換盆至 8 寸盆，於 4 月 19 日移置雲林土庫追日型太陽能板下搭設之塑膠防雨設施栽培，同時架設微噴灌系統，5 月 18 日塑膠防雨設施下再架設 1 層 60%遮陰網，減少太陽光入射量，以利植株生育和栽培管理。2018 年 5 月 19 日智慧栽培之水管理，2 小區栽培，每區 64 盆(4X8+4X8)，設定當土壤濕度小於 600 (訊號值)，自動啟動微噴灌系統，每天設定噴溉 2 次，第 1 區上午 8 時 10 分和下午 2 時 10 分，第 2 區上午 8 時 20 分和下午 2 時 20 分，每次微噴灌 1 分鐘。肥培管理，養液桶配置花寶 2 號(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=20-20-20) 1,000 ppm 備用，第 1 區設定每 1 週，第 2 區設定每 2 週自動啟動肥培灌溉設備，每盆微噴灌 300 cc。

4 寸盆和 6 寸盆自 2017 年 6 月 19 日種植持續至今。2017 年每日噴溉 2 次，每次 5 分鐘。肥培管理，每株施用緩效性肥料 4 g。2018 年 5 月 15 日起智慧栽培管理之水管理，設定當空氣相對濕度小於 90，自動啟動噴灌系統，每天設定噴溉 3 次，上午 9 時 1 分、11 時 1 分和下午 2 時 1 分，每次噴灌 1 分鐘。肥培管理，養液桶配置花寶 2 號 1,000 ppm 備用，設定每 3 日自動啟動肥培灌溉設備，每次噴灌 30 秒。

### 2. 文心蘭智慧栽培管理實施方法

2017 年 7 月 21 日購買小苗種植持續至今，2017 年每日噴溉 2 次，每次 5 分鐘。肥培管理，每株施用緩效性肥料 4 g。2018 年 5 月 15 日起智慧栽培管理之水管理，設定當空氣相對濕度小於 90，自動啟動噴灌系統，每日設定噴溉 3 次，上午 9 時 1 分、11 時 1 分和下午 2 時 1 分，每次噴灌 1 分鐘。肥培管理，養液桶配置花寶 2 號(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=20-20-20) 1,000 ppm 備用，設定每 3 日自動啟動肥培灌溉設備，每次噴灌 30 秒。

### 3. 萬代蘭智慧栽培管理實施方法

2017 年 6 月 19 日購買 3 年生苗種植至今，採直接懸掛栽培，智慧栽培水管理，每日噴溉 2 次，每次 5 分鐘。肥培管理，每株施用緩效性肥料 4 g。自 2018 年 5 月 15 日起變更智慧栽培管理設定，水管理當空氣相對濕度小於 90，自動啟動噴灌系統，每日設定噴溉 3 次，上午 9 時 1 分、11 時 1 分和下午 2 時 1 分，每次噴灌 1 分鐘。肥培管理，養液桶配置花寶 2 號(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=20-20-20) 1,000 ppm 備用，設定每 3 日自動啟動肥培灌溉設備，每次噴灌 30 秒。

## 結果與討論

### 一、追日型太陽能光電綠能設施環境監測

以 2017 年 10 月 11 日晴天，露天最大光照度為  $1,664 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，平均照度  $827.3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，溫室內溫度最高  $39.3^{\circ}\text{C}$ 。比較不同位置點累積照度與露天累積照度，設施間隙 40.6%、溫室中間 24.3%、溫室外側 23.0%(表 1、圖 4、圖 5、圖 6)。10 月 14 日陰天，最大光照度為  $923 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，平均照度  $175.4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，溫室內溫度最高  $31.3^{\circ}\text{C}$ ，比較不同位置點累積照度與露天累積照度，設施間隙 67.1%、溫室中間 41.9%、溫室外側 38.5%(圖 7、圖 8、圖 9)，晴天與陰天不同區域光照度分布比率差異最大因素為直射光強度不同(表 1)。香莢蘭種植區為避免直射陽光所造成曬傷，增設 2 張綠紗網，與相同位置溫室中間感測器相比較，平均光度減少 26.5%，但最大光度減少 36.6%，有效減少直射光對植物傷害。

太陽能光電發電量第一取決於獲得多少日照輻射量(和迎向太陽的角度有關係)，第二則取決於「太陽能板的遮陰情況」。以固定式和追日比較，前者是朝南固定 15-20 度傾角，後者是水平沒有傾角，但東西向各轉動 45 度。在同樣的遮陰條件下(一般是指冬至日 09:00-15:00)太陽能板之間不會互相遮陰的條件，以雲林縣土庫鎮追日型遮蔽率 50%-55%，發電量等同固定式 20 度的建蔽率大約在 65%-70%左右。雲林縣土庫鎮電廠為追日型太陽光電設施，光電設施間距 6 m，太陽能板 3.3 m 寬，南北走向，溫室位於光電設施下，栽培環境可分為溫室(3.3 m 寬)及露天(2.7 m 寬)，遮蔽率為 55%，太陽能板排列成南北向，陽光照射位置會隨時間移動，光線分布較為均勻。

目前很多固定型太陽能設施都是覆蓋鐵皮，或者遮蔽率太高無法透光，建議改用 PC 透明板，該材質透光率可達 9 成，耐用年限可達 10 年以上；太陽能板則東西向間距拉開 1/3 空間，如 1.6 m x 1 m 太陽能板，東西向排列採 1 m 寬太陽能板加 50 cm 間距，使透光空間呈南北向，太陽光可隨時間移動，由於作物光合作用受限光飽和點，要提高光利用率，就需使光照更為均勻分散，可採用具顆粒面 PC 板或浪板，直射光轉為散射光，以露天光照 10 萬 lux，33%透光率，平均照度為 3 萬 lux，光利用率可大幅提升。

表 1. 雲林縣土庫鎮電廠 2017 年 10 月 11 日及 14 日環境監測

Table 1. Environment parameters in Tuku Township, Yulin County on 14 and 11 Oct., 2017.

日期	偵測	項目	露天	設施間隙	香莢蘭中間	溫室中間	溫室外側		
10/11 晴天	光度	累積值	595,626	241,690	106,786	144,835	136,839		
		PAR	百分比	100	40.6	17.9	24.3	23.0	
			平均	827.3	337.1	148.3	202.0	190.1	
			最大	1,664	1,444	392	619	877	
			最小	0	0	0	0	0	
	溫度	累積	43,651	43,224	43,706	43,317	43,381		
		°C	平均	30.6	30.3	30.6	30.4	30.4	
			最大	39.4	44.8	38.6	39.3	41.3	
			最小	25.5	25.3	25.9	25.8	25.8	
	濕度	平均	80.90	82.14	81.44	83.03	81.20		
		%	最大	100	99.6	97.5	98.8	97.4	
			最小	49.7	43.3	58.0	50.5	48.5	
	10/14 陰天	光度	累積值	121,757	81,715	40,637	50,981	46,897	
			PAR	百分比	100	67.1	33.4	41.9	38.5
				平均	175.4	117.7	58.6	73.5	67.6
			最大	923	430	273	402	238	
			最小	0	0	0	0	0	
溫度		累積值	36,654	36,514	37,324	37,174	37,181		
		°C	平均	25.6	25.5	26.1	26.0	26.0	
			最大	30.9	30.5	31.3	31.3	31.5	
			最小	24.2	23.9	24.3	24.2	24.1	
濕度		平均	98.09	97.97	94.93	96.99	94.89		
		%	最大	100	100	98.4	100	98.1	
			最小	81	81.6	77.8	79.1	74.6	

註：光度單位為  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ Footnote: Light intensity unit:  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

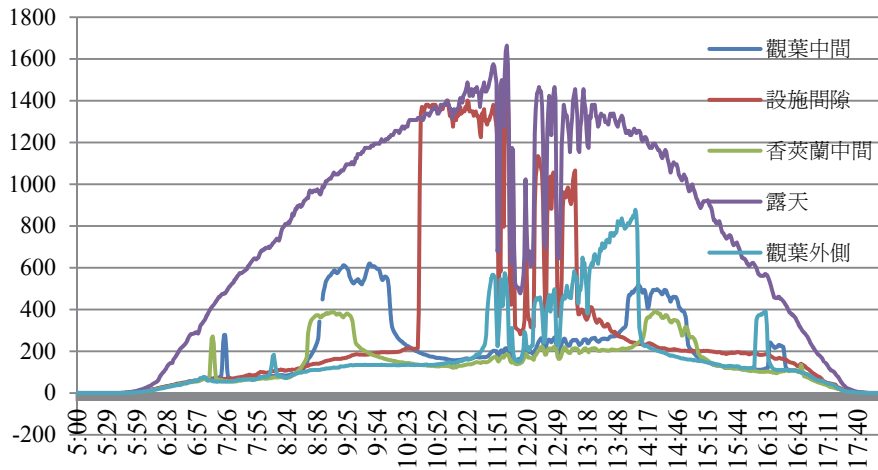


圖 4. 2017 年 10 月 11 日雲林縣土庫鎮電廠光度( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )監測

Fig. 4. Light intensity ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) of Solar photovoltaic facilities in Tuku Township, Yulin County, on 11 Oct., 2017.

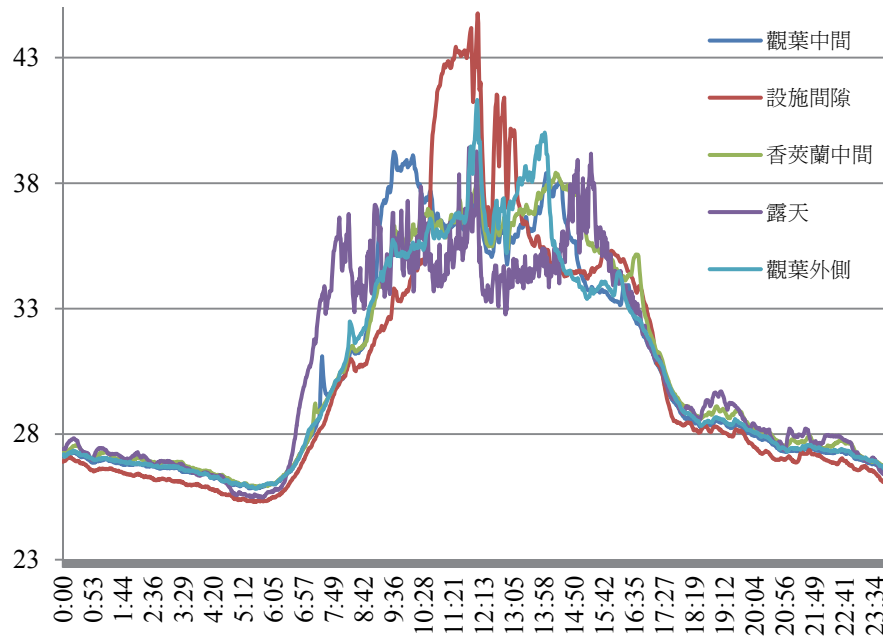


圖 5. 2017 年 10 月 11 日雲林縣土庫鎮電廠溫度( $^{\circ}\text{C}$ )監測

Fig. 5. Temperature( $^{\circ}\text{C}$ ) of solar photovoltaic facilities in Tuku Township, Yulin County, on 11 Oct., 2017.

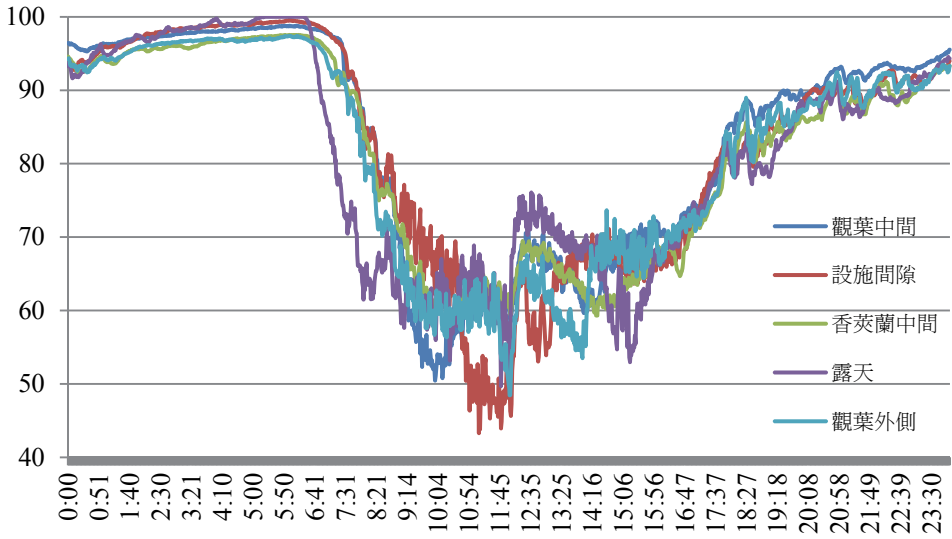


圖 6. 2017 年 10 月 11 日雲林縣土庫鎮電廠空氣相對濕度(%)監測

Fig. 6. Relative humidity (%) of solar photovoltaic facilities in Tuku Township, Yulin County, on 11 Oct., 2017.

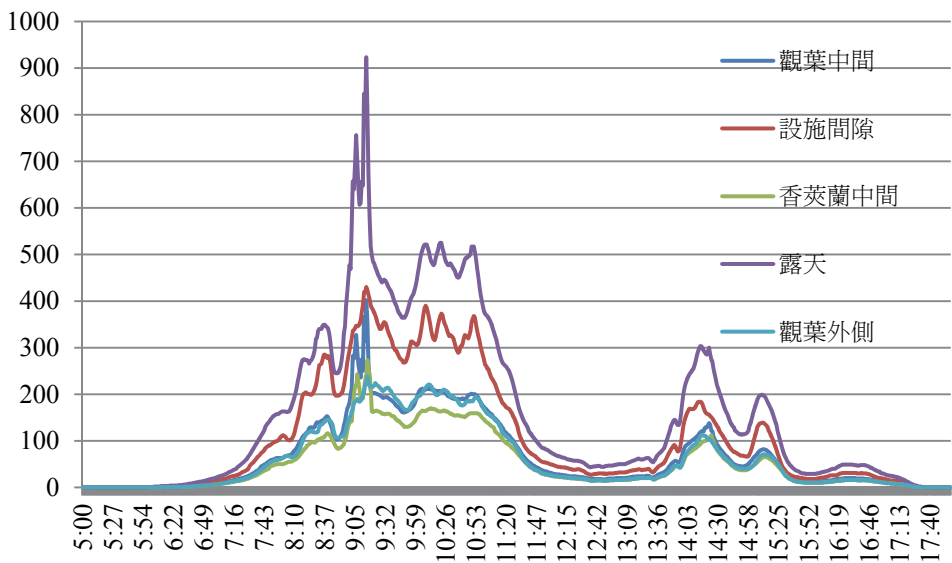


圖 7. 2017 年 10 月 14 日雲林縣土庫鎮電廠光度( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )監測

Fig. 7. Light intensity ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) of solar photovoltaic facilities in Tuku Township, Yulin County, on 14 Oct., 2017.

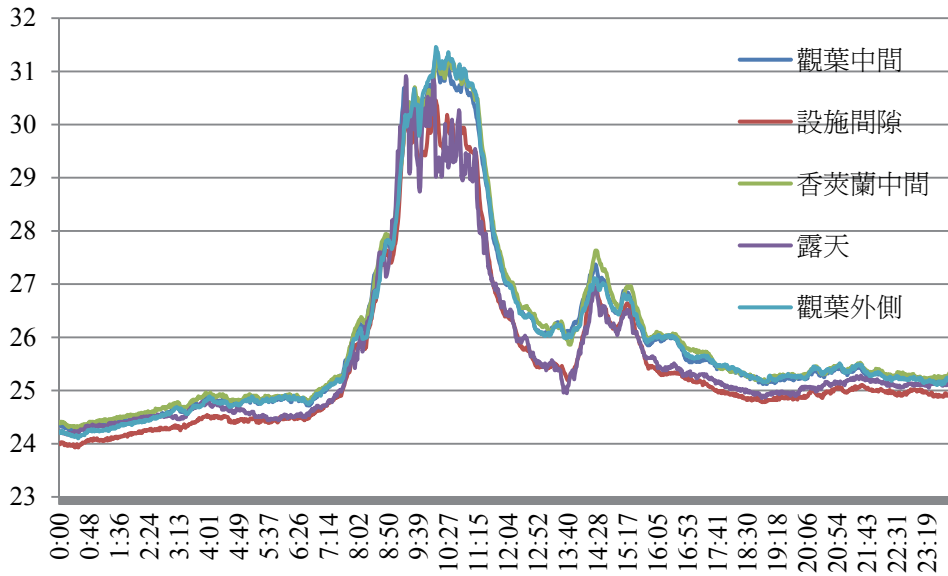


圖 8. 2017 年 10 月 14 日雲林縣土庫鎮電廠溫度(°C)監測

Fig. 8. Temperature(°C) of solar photovoltaic facilities in Tuku Township, Yulin County, on 14 Oct., 2017.

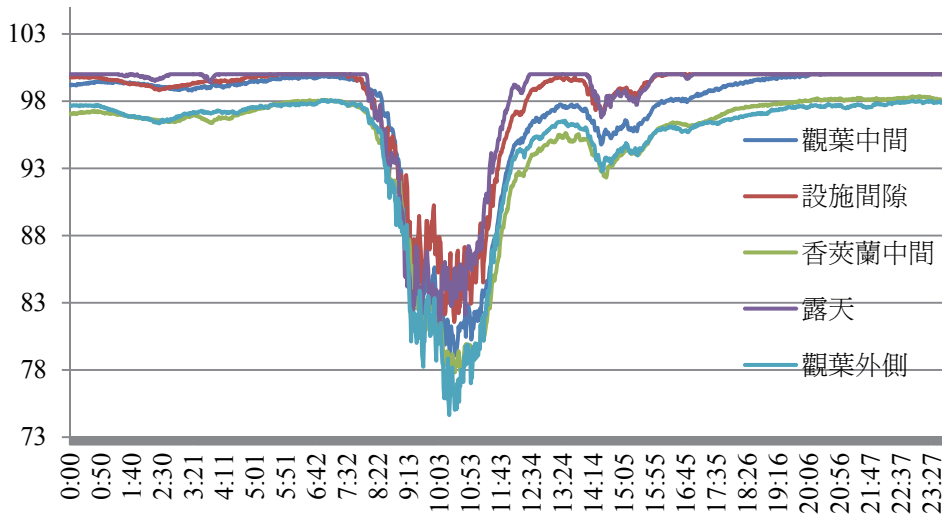


圖 9. 2017 年 10 月 14 日雲林縣土庫鎮電廠空氣相對濕度(%)監測

Fig. 9. Relative humidity (%) of solar photovoltaic facilities in Tuku Township, Yulin County, on 14 Oct., 2017.

## 二、智慧農業開發系統主要功能及運作

本系統目的在於推動農業生產管理智慧化，整合資通訊、物聯網、機器學習及農業栽培管理等技術建構智慧農業開發系統，將農業技術及經驗內隱知識程式化，具備可複製及傳遞性，主要功能包括監控裝置與管理作業及生育調查等數據紀錄、圖表分析、數據匯出、視覺化程式編輯器、影像管理、R 語言及 TensorFlow、API 介接中央氣象局資料庫等功能、透過 MQTT 進行訊息拋轉至雲端儲存及運算，達到即時監測、即時運算與控制田間設備(圖 10、圖 11)。以下分述各項主要功能：



圖 10. 智慧農業開發系統運作架構

Fig.10. Smart agriculture system framework.



圖 11. 智慧農業開發系統採用響應式網頁，可跨平台操作

Fig. 11. Smart agriculture system responsive web design(RWD) Allows cross-platform operation.

## 系統主要功能

### (一) 基本設定

該系統係依農業操作習慣設計，使用前需先做基本設定，遵循田區、作物、機具設備、監控裝置及控制程式等流程(圖 12)。使用者可新增主田區及次田區，填入名稱及面積，可透過手機定位。機具設備部分可新增傳感器及控制器，填入 SSID 及 Device ID，填入後與帳號綁定，只限一組帳號，可避免盜用。傳感器及控制器可設定控制條件，上下閾值，送出後將設定儲存於監控裝置。新增攝影機，設定連線網路硬碟(NAS)網址、田區、作物與更新頻率，即可完成設定。



圖 12. 智慧農業開發系統設計邏輯為符合農民操作習慣，從田區、作物、機具設備、監控裝置及控制程式

Fig. 12. Smart agriculture system is design to follow the logic process of field management in the order of field, crop, machinery, monitor system and control system.

## (二) 數據紀錄

該系統記錄數據可分為監控裝置、作業管理、生育調查及影像等，除可查閱即時數據，亦可於網頁設定下載數據之時間區間、田區及監控裝置，另外系統提供自動備份程式，使用者自行下載安裝，每次開機依照上次下載最後時間點繼續下載，每天一個檔案。不同廠商感測器可透過 URL API 串接至系統，除可儲存也可以做自動控制設定。系統提供曲線圖及累積次數分配圖表，曲線圖顯示不同時間所記錄(圖 13)，累積次數分配圖則統計偵測值出現頻率及累積百分比(圖 14)，使用者可依據百分比區間對應之偵測值作為自動控制條件設定。網路攝影機所記錄快照儲存於網路硬碟，使用者在智慧農業系統上設定 NAS 對應網路攝影機的儲存路徑與檔名格式，智慧農業系統啟動檔案管理程序掃描 JPEG 檔案列表，讓使用者操作端與檔案列表建立聯接，當使用者在智慧農業系統中搜尋特定條件的影像時，系統會提供對應的檔案列表，方便使用者瀏覽之前的影像畫面。

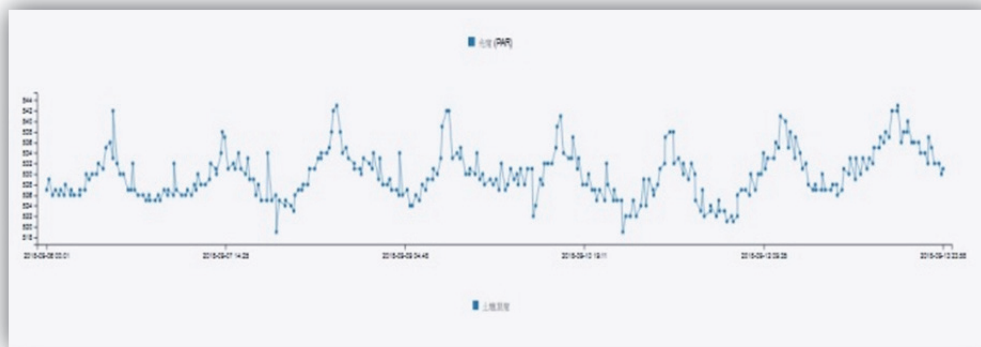


圖 13. 環境傳感器偵測數據之曲線圖

Fig. 13. Line graph of the parameters collected by environment sensor.

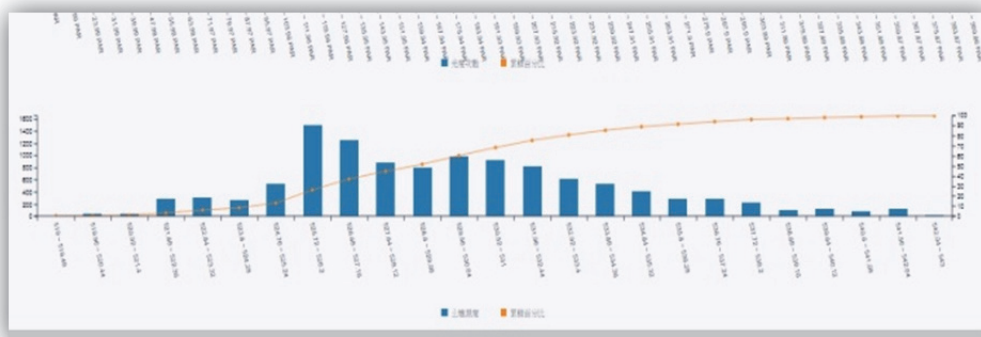


圖 14. 統計偵測值出現頻率之累積百分比，可供自動控制設定用

Fig. 14. Accumulated frequency percentage, which can be use for auto-control.

### (三) 機器學習

該系統串接 R 語言及影像辨識，並且可透過程式積木進行自動控制設定，傳感器偵測數據透過網路上傳資料庫儲存，使用者預先將 R 語言上傳系統，透過程式積木呼叫 R 語言讀取資料庫數據運算，結果再以程式積木進行自動控制設定，啟動或關閉控制器，達到即時感測、即時數據分析及即時動作。TensorFlow 則透過深度學習進行影像建模及執行辨識，使用者只需透過網頁匯入照片即可(圖 15)。



圖 15. 手機操作影像辨識系統

Fig. 15. Manual image recognition system.

### (四) 自動控制設定

智慧農業開發系統為農業物聯網專屬平台，物聯網涵蓋感知層、網路層及應用層，環境傳感器為感知層，而應用層則是控制器。使用者透過網頁操作，該系統提供手動、使用者介面(UI)設定及程式積木等 3 種方式，UI 設定自動控制條件儲存於監控裝置，感測器與控制器運作係透過自動化平台進行控制命令傳達，當傳感器偵測值達到閾值，啟動或關閉控制器。程式積木則屬雲端系統控制，以程式積木編輯之控制程式，於伺服器運作，當感測值達到閾值，下達控制命令(圖 16)。



圖 16. 田間自動控制運作情形

Fig.16. Automatic system working in the field.

視覺化編輯器係源自 Webduino Blockly 線上編輯工具，採用 JavaScript 語法，可在瀏覽器運作，是 Webduino 所研發出來的圖像化編輯工具，採用 Google Blockly 設計而成，讓一些對於網頁程式語言比較陌生，或者希望快速實現效果的使用者，可以利用 Webduino Blockly 線上編輯工具極速的實現各式各樣的創意(圖 17)。Webduino Blockly 透過終端網頁瀏覽器運作，為了讓本系統視覺化編輯器所編輯之程式積木能在雲端執行，並串接資料庫，將視覺化編輯器運作環境移至雲端伺服器執行。視覺化編輯器積木時可抓取已設定之監控裝置，方便使用者點選監控裝置，透過組裝各式程式積木而成為可實際運行程式模型，在系統使用者操作選項點選模型管理，新增模型再點選程式模型，啟用後即可在雲端運行，執行田間自動化

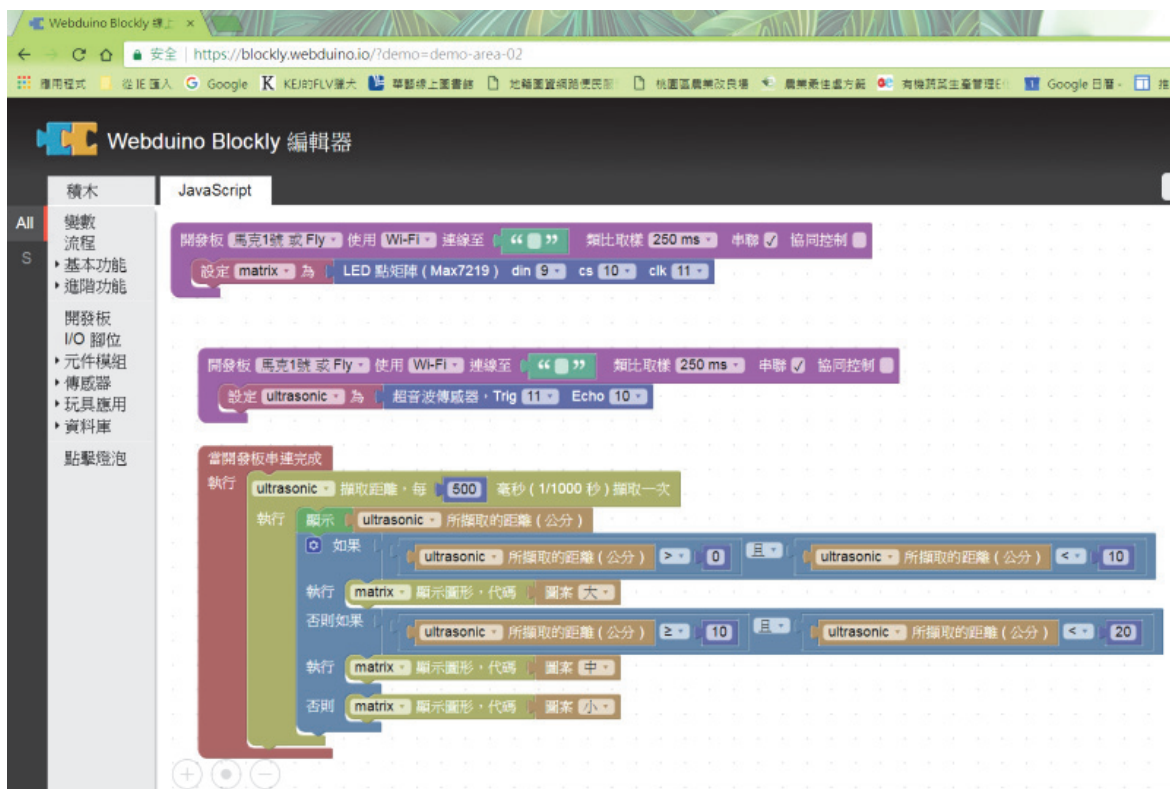


圖 17. 智慧農業開發系統提供作物栽培技術專家程式積木，可自行編輯控制程式。

Fig. 17. Smart agriculture system provides blockly program interface for crop cultivation for users to edit.

智慧農業開發系統提供農業技術專家記錄作物生理指標及感測器監測環境等數據，串接 R 語言伺服器進行數據分析，以程式積木視覺化編輯管理程式，整合成管理模組，透過田間控制器啟動管理設備，於操作管理平台監測數據及系統運作。農業技術專家可依作物種類、生育條件、栽培環境、設備需求等自行規劃所需感測器種類監測環境資訊、依試驗數據分析或經驗設定管理條件，自行編輯管理程式，透過程式自動化執行監測及管理田間設備運作。藉以發展我國自動化及智慧化農業科技，節省農耕成本，提升產業競爭力。

### 三、以迴歸分析建立光與作物產量之生長模型

由於大多數植物光合作用為  $C_3$  型，具有光飽和點，藉由建立累積光照對植株鮮重之迴歸公式，可用於作物產量預測。由於已核准營農型太陽能光電案場皆屬於屋頂附屬太陽能光電，與一般溫室最大差異在於屋頂覆蓋太陽能面板，目前法規限制 40% 遮蔽率以下，仍會對溫室環境造成影響，主要是入射光量，加上受地區與季節影響，各地陽光強度不同，不易衡量與鄰近地相較是否維持 70% 以上產量。以累積光度對產量之預測模型，則可藉由實際量測光度預估產量，並可用於衡量栽培環境適合種植作物種類。以下分述芥藍菜、福山萵苣及鳳

京白菜等 3 種作物之累積光度對產量預測模型。

### (一) 光飽和點下累積光度對芥藍菜產量影響

芥藍菜在無遮陰處理下，植株鮮重最大 81.7 g plant<sup>-1</sup>，隨著遮光量越多，平均估株鮮重越小。以 6 種處理各 3 重複，共計 18 個樣本(表 2)，先將光度計偵測值扣除超過光飽和點(1200 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)後累加為自變數，平均產量為依變數，進行二次迴歸分析(表 3、圖 18)。所得作物生長模型如下：

$$\text{單株鮮重(g)} = -15.940 + 2.256 \times 10^{-5} \times \text{累積光度} - 1.074 \times 10^{-12} \times \text{累積光度}^2$$

決定係數 R<sup>2</sup>=0.923

表 2. 不同遮陰處理對芥藍菜生育性狀調查

Table 2. Traits analysis for broccoli under different shading treatments.

遮陰處理 (%)	株高 (cm)	株寬 (cm)	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	葉柄長 (cm)	葉數	莖直徑 (cm)	SPAD	株鮮重 (g)
0	33.8	36.5	17.6	13.3	7.5	8.5	16.8	50.1	81.7
25	37.6	39.9	18.6	14.3	8.2	8.2	16.3	47.2	75.6
50	30.3	35.2	14.1	10.9	8.1	8.1	10.3	39.4	32.3
60	28.6	28.3	11.8	9.2	7.5	7.0	7.7	37.5	17.8
80	18.0	17.2	6.8	4.9	5.0	6.6	3.0	25.7	4.2
90	15.0	13.2	4.6	3.4	4.0	5.2	2.0	18.8	2.1

表 3. 光飽和點下累積光度對芥藍菜產量二次迴歸分析

Table 3. Quadratic regression of broccoli yield and cumulative light amount under light saturation point.

自變數	依變數	(R <sup>2</sup> )	調整後 (R <sup>2</sup> )	非標準化係數	標準錯誤	標準化係數
累積光度	產量	0.923	0.913	2.256E-5	0.000	1.446
累積光度 <sup>2</sup>				-1.074E-12	0.000	-0.509
(常數)				-15.940	6.347	

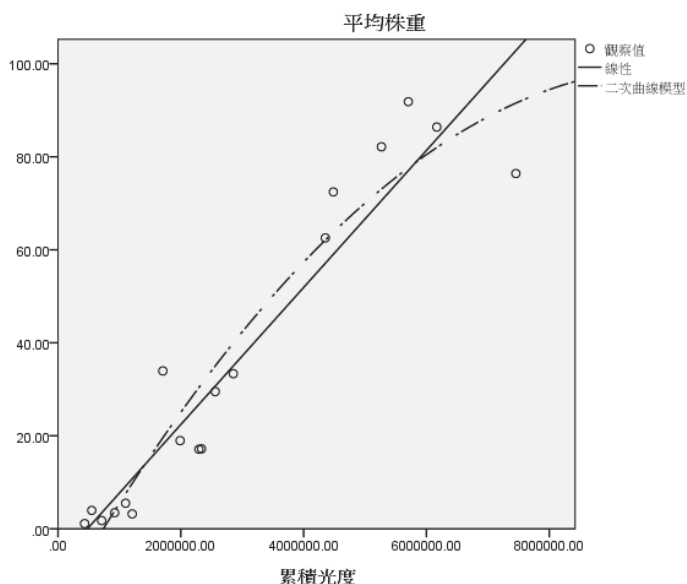


圖 18. 光飽和點下之累積光度對芥藍菜鮮重之迴歸分析

Fig. 18. Regression analysis of broccoli fresh weight and cumulative light amount under light saturation point.

## (二) 光飽和點下累積光度對福山高苣產量影響

福山高苣在無遮陰處理下，植株鮮重最大  $101.2 \text{ g plant}^{-1}$ ，隨著遮光量越多，平均單株鮮重越小。以 6 種處理各 3 重複，共計 18 個樣本(表 4)，先將光度計偵測值扣除超過光飽和點 ( $1,000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) 後累加為自變數，平均產量為依變數，進行二次迴歸分析(表 5、圖 19)。所得作物生長模型如下：

$$\text{單株鮮重(g)} = -8.567 + 1.885^{-5} \times \text{累積光度} - 4.243^{-14} \times \text{累積光度}^2$$

$$\text{決定係數 } R^2 = 0.903$$

表 4. 不同遮陰處理對福山高苣生育性狀調查

Table 4. Traits investigation of Chinese lettuce under different shading treatment.

處理	株高 (cm)	株寬 (cm)	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	SPAD	株重 (g)
0%	18.5	24.6	16.2	14.2	21.2	101.2
25%	22.2	25.3	18.6	13.6	18.9	85.3
50%	23.5	30.2	19.3	11.5	16.7	50.7
60%	20.3	23.6	16.0	9.2	12.8	21.4
80%	19.7	26.3	11.3	5.5	8.0	7.2
90%	18.4	25.3	9.3	5.8	7.8	3.8

表 5. 光飽和點下累積光度對福山萵苣產量二次迴歸分析

Table 5. Quadratic regression of Chinese yield and cumulative light amount under light saturation point.

自變數	依變數	(R <sup>2</sup> )	調整後 (R <sup>2</sup> )	非標準化係數	標準錯誤	標準化係數
光飽和下光度				1.885E-5	0.000	0.966
光飽和下光度 <sup>2</sup>	產量	0.903	0.890	-4.243E-14	0.000	-0.016
(常數)				-8.567	9.011	

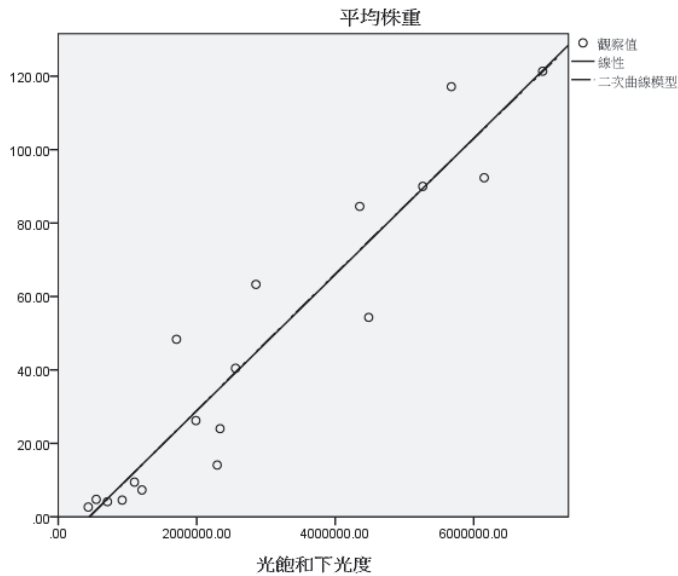


圖 19. 光飽和點下之累積光度對福山萵苣鮮重之迴歸分析

Fig. 19. Regression of Chinese lettuce fresh weight and cumulative light amount under light saturation point.

### (三) 光飽和點下累積光度對鳳京白菜產量影響

鳳京白菜在無遮陰處理下，植株鮮重最大 66.7 g plant<sup>-1</sup>，隨著遮光量越多，平均單株鮮重越小。以 6 種處理各 3 重複，共計 18 個樣本(表 6)，先將光度計偵測值扣除超過光飽和點 (1,000 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)後累加為自變數，平均產量為依變數，進行二次迴歸分析(表 7、圖 20)。所得作物生長模型如下：

$$\text{單株鮮重(g)} = -6.992 + 9.109^{-6} \times \text{累積光度} + 3.339^{-13} \times \text{累積光度}^2$$

決定係數 R<sup>2</sup>=0.901

表 6. 不同遮陰處理對鳳京白菜生育性狀調查

Table 6. Traits investigation of Fengjin cabbage under different shading treatments.

處理	株高 (cm)	株寬 (cm)	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	葉數	SPAD	株重 (g)
0%	29.7	37.7	22.8	16.5	6.2	14.7	66.7
25%	28.3	37.0	20.3	13.9	5.6	11.0	40.9
50%	23.6	30.2	15.7	11.6	5.1	11.2	19.8
60%	19.9	27.3	12.8	9.0	4.7	10.1	10.0
80%	11.8	12.9	5.9	3.6	4.3	8.1	1.5
90%	9.1	10.3	4.4	2.5	4.0	7.8	0.7

表 7. 光飽和點下累積光度對鳳京白菜產量二次迴歸分析

Table 7. Quadratic regression of Fengjin cabbage yield and cumulative light amount under light saturation point.

自變數	依變數	$R^2$	調整後 $R^2$	非標準化係數	標準錯誤	標準化係數
光飽和下光度	產量	0.901	0.888	9.109E-6	0.000	0.755
光飽和下光度 <sup>2</sup>				3.339E-13	0.000	0.198
(常數)				-6.992	5.634	

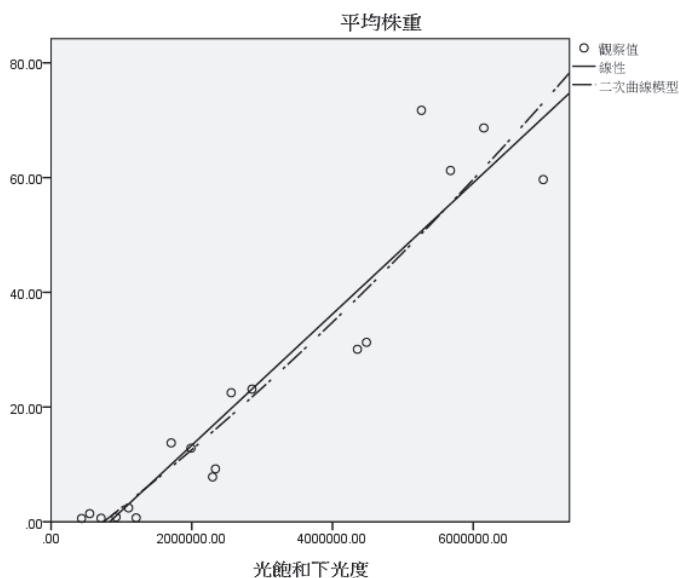


圖 20. 光飽和點下之累積光度對鳳京白菜鮮重之迴歸分析

Fig. 20 Regression of Fengjin cabbage fresh weight and cumulative light amount under light saturation point.

#### 四、營農型太陽光電綠能設施魚腥草適應性評估

##### (一) 遮光程度對於魚腥草生育及產量之影響

魚腥草光補償點為  $1.63 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，光飽和點為  $1,550.8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，為喜陰性植物(陳等人, 2011)。在露天環境下，分別以遮陰率 50%、60%、70%、80%遮陰網覆蓋處理，不遮陰為對照，以評估對魚腥草生育及產量影響，調查結果詳如表 8，株高以遮陰率 80% 34.1 cm 最高，其次為 70% 30.9 cm，對照 15.9 cm 最矮，植株展幅以 70%遮陰處理 63.6 cm 最寬，50% 54.8 cm 居次，對照 26.6 cm 最窄，莖徑以對照 1.3 mm，顯著小於遮陰處理，遮陰處理莖徑介於 2.0 至 2.2 mm，每平方公尺地上部莖葉鮮重及乾重平均產量均以遮陰率 70%較佳，分別為  $323.8 \text{ g m}^{-2}$  及  $42.0 \text{ g m}^{-2}$ ，其次為遮陰率 60%及 80%之  $269.8 \text{ g m}^{-2}$ 、 $307.8 \text{ g m}^{-2}$  及  $26.8 \text{ g m}^{-2}$ 、 $29.8 \text{ g m}^{-2}$ ，對照  $36.2 \text{ g m}^{-2}$  及  $5.1 \text{ g m}^{-2}$  最差，僅達 70%遮陰處理之 11.2%及 12.1%，每平方公尺根莖鮮重平均產量以 50%及 60%遮陰處理最佳，分別為  $351.9 \text{ g m}^{-2}$  及  $354.3 \text{ g m}^{-2}$ ，其次為 70%遮陰處理之  $264.9 \text{ g m}^{-2}$ ，對照及 80%遮陰處理顯著較差，分別為  $121.9 \text{ g m}^{-2}$  及  $155.8 \text{ g m}^{-2}$ ，根莖乾重平均產量以 50%至 70%遮陰處理較佳，分別為  $47.5 \text{ g m}^{-2}$ 、 $46.6 \text{ g m}^{-2}$  及  $48.2 \text{ g m}^{-2}$ ，對照及 80%遮陰處理較差，分別為  $22.7 \text{ g m}^{-2}$  及  $16.0 \text{ g m}^{-2}$ 。綜合試驗結果顯示，在全日照環境下，魚腥草地上部莖葉及地下部根莖生長不良，顯示過度的光照不利於植株生育，適度的遮陰可顯著提高產量，且以 70%遮陰處理較佳，此結果與蘇等 (2008)研究結果類似。

表 8. 遮陰對魚腥草生育及產量之影響

Table 8. Effect of shading on growth and yield of Pig Thigh<sup>1</sup> (*Houttuynia cordata*).

遮陰率(%)	0(CK)	50	60	70	80
株高(cm)	15.9 d	22.3 c	25.0 c	30.9 b	34.1 a
展幅(cm)	26.6 c	54.8 b	60.0 ab	63.6 a	59.3 ab
莖徑(mm)	1.3 b	2.2 a	2.0 a	2.2 a	2.2 a
根莖徑(mm)	1.6 b	2.2 a	2.0 ab	2.0 ab	2.1 a
地上部鮮重( $\text{g m}^{-2}$ )	36.2 c	241.2 b	269.8 ab	323.8 a	307.8 ab
根莖鮮重( $\text{g m}^{-2}$ )	121.9 c	351.9 a	354.3 a	264.9 b	155.8 c
地上部乾重( $\text{g m}^{-2}$ )	5.1 c	26.4 b	26.8 b	42.0 a	29.8 b
根莖乾重( $\text{g m}^{-2}$ )	22.7 b	47.5 a	46.6 a	48.2 a	16.0 b
地上部乾物率(%)	13.7 a	11.1 abc	10.3 bc	13.0 ab	9.8 c
根莖乾物率(%)	19.1 a <sup>2</sup>	13.6 b	13.1 b	18.4 a	10.3 b

<sup>1</sup>: 同欄英文字母相同者表示經 Fisher 的最小顯著差異性測驗在 5%水準差異不顯著。

<sup>2</sup>: column with same letter shows insignificant results of Fishers LSD test.

## (二) 營農型太陽光電綠能設施內魚腥草產量評估

魚腥草生育適溫介於 15-25°C 之間，30°C 以上莖葉生長不良，為評估雲林地區魚腥草生育情形，於營農型太陽光電綠能設施農電共構環境分別以新梢苗(10-15 cm 長，3-4 個節位含葉片的新梢)，及根莖苗(長約 15 cm 之根莖)為種植苗株(圖 21)，於 5 月 24 日種植，同年 9 月 30 日第一次收穫調查(圖 22)，新梢苗於株高、展幅、地上部莖徑、根莖徑等均有較佳的生育表現，新梢苗每平方公尺地上部莖葉及根莖鮮重及乾重平均產量分別為 589.8 g m<sup>-2</sup>、566.8 g m<sup>-2</sup>、89.0 g m<sup>-2</sup> 及 96.6 g m<sup>-2</sup>(圖 21)，2018 年 5 月 23 日第二次收穫調查。新梢苗每平方公尺地上部莖葉及根莖鮮重及乾重平均產量分別為 4,557.6、502.2、3,526.6、464.8 及 3,974.7、433.1、3,431.1、415.0 kg ha<sup>-1</sup>，試驗結果顯示，生育初期新梢苗有較佳的生長勢，且地上部莖葉及地下部根莖鮮、乾重產量較根莖苗分別有 14.7%、16.0% 及 2.8%、12.0% 的增幅，因此，在雲林地區以新梢苗為栽培苗株有較佳的產量潛力(表 9、表 10)。



圖 21. 種植苗株型式，左側為新梢苗(10-15 cm 長，3-4 個節位含葉片的新梢)，右側為根莖苗(長約 15 cm 之根莖)。

Fig. 21. Seedling type. Left: new shooting (10-15 cm long, 3-4 nodes with new shooting). Right: stem and root shooting (15 cm long).

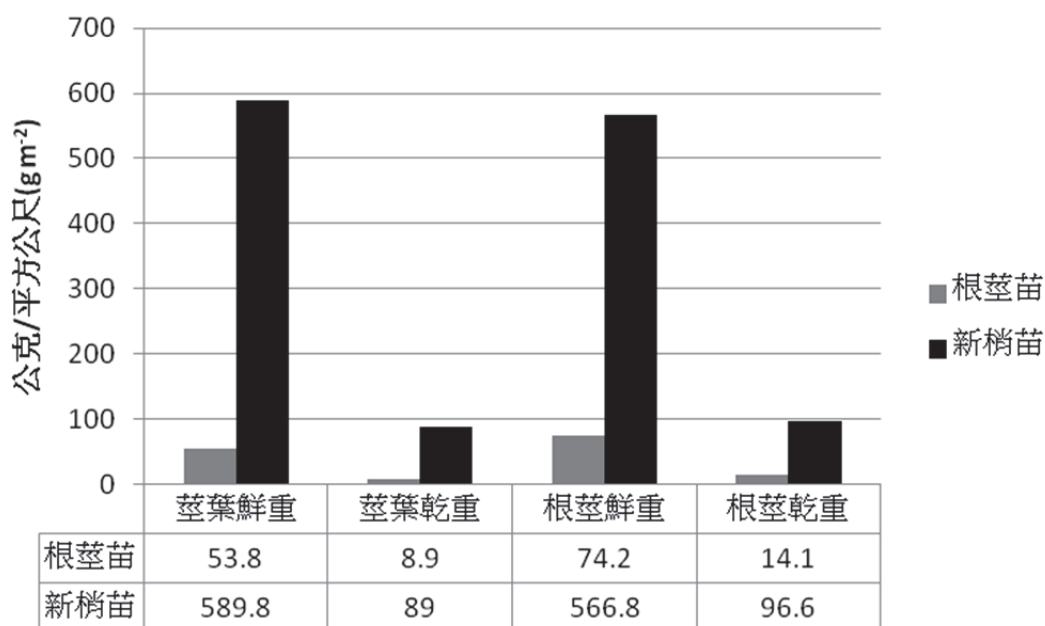


圖 22. 魚腥草於營農型太陽光電綠能設施環境下第一次收穫產量表現<sup>z</sup>

<sup>z</sup>: 平均值±標準偏差(n=3)

2017年5月24日種植，同年9月30日收穫調查

Fig. 22. The first harvest yield of Pig Thigh” (*Houttuynia cordata*) growing under photovoltaic solar facilities.

<sup>z</sup>: mean±standard deviation(n=3)

Plant date: 24, May, 2017 Harvest and investigation: 30, September, 2017

表 9. 魚腥草於營農型太陽光電綠能設施環境下生育表現

Table 9. Growth parameters of Pig Thigh” (*Houttuynia cordata*) growing under photovoltaic solar facilities.

苗株型式	株高 (cm)	展幅 (cm)	莖徑 (mm)	根莖徑 (mm)	地上部乾物率 (%)	根莖乾物率 (%)
根莖苗	19.7±5.4	69.7±23.7	1.5±0.3	2.1±0.3	16.6±1.4	19.1±0.6 <sup>z</sup>
新梢苗	29.1±3.3	151.9±24.1	2.2±0.2	2.6±0.3	15.2±0.8	17.1±1.2

<sup>z</sup>: 平均值±標準偏差(n=3)

<sup>z</sup>: mean±santard deviation(n=3)

表 10. 魚腥草於營農型太陽光電綠能設施環境下第二次收穫產量(kg ha<sup>-1</sup>)Table 10. Second harvest yield of Pig Thigh<sup>®</sup> (*Houttuynia cordata*) growing under photovoltaic solar facilities. (kg ha<sup>-1</sup>)

苗株型式	莖葉鮮重 (g)	莖葉乾重 (g)	根莖鮮重 (g)	根莖乾重 (g)
新梢苗	4,557.6±319.3	502.2±40.7	3,526.6±106.6	464.8±40.3 <sup>z</sup>
根莖苗	3,974.7±112.4	433.1±28.2	3,431.1±35.3	415.0±43.4

<sup>z</sup>: 平均值±標準偏差(n=3)

2017 年 5 月 24 日種植，2018 年 5 月 23 日收穫調查

<sup>z</sup>: mean±standard deviation (n=3)

Plant date: 24 May 2017 Harvest date: 23 May 2018

## 五、蘭科作物智慧栽培管理

### (一) 長距白鶴蘭智慧栽培管理試驗

2017 年 4 寸和 6 寸盆長距白鶴蘭種植於追日型太陽能板下搭設塑膠防雨設施下，夏季發生植株曬傷的現象，因此，2018 年 5 月 19 日於塑膠防雨設施內再架設 1 層 60%遮陰網，在這樣的環境下，今年夏季栽培長距白鶴蘭，克服太陽光入射量(光線)太強導致植株曬傷的問題。5 月 18 日已陸續抽梗，4 寸和 6 寸長距白鶴蘭的抽梗率為 65.8%，8 寸長距白鶴蘭抽梗率 61.7%。6 月 23 日調查，4 吋盆的抽梗率 66.7%，抽梗數 1.4 支；6 吋盆的抽梗率 90%，抽梗數 2.2 支；8 吋盆的抽梗率 91%，抽梗數 2.0 支。8 月 29 日切花產量及品質調查如(表 11)，顯示栽培盆徑較大，抽梗數提高，花朵數增加。8 寸盆每 1 週施肥 1 次(第 1 區)的抽梗率較第 2 區略高，但品質(抽梗率、花梗徑、花梗長、花序長、花朵數、總花梗長及最長總花梗長)以每 2 週施肥 1 次者較佳(第 2 區)(表 11)。

長距白鶴蘭栽培 4 寸盆和 6 寸盆自 2017 年 6 月 19 日種植持續至 2018 年 11 月 6 日，8 寸盆於 2018 年 1 月和 4 月由 6 寸盆換盆至 8 寸盆，於 4 月 19 日移置雲林土庫追日型太陽能板栽培至 2018 年 11 月 6 日(圖 23-30)，調查結果顯示如下，桃園場域溫室栽培的植株 1 年生以上植株數、新芽數、新芽葉片數及新芽株高，均較雲林土庫營農型太陽能場域高(表 12)。3 種規格尺寸種植的植株，1 年生以上植株數和新芽數均以 6 寸盆的最高，新芽葉片數則以雲林土庫營農型的太陽能場域 4 寸盆最低。3 種規格尺寸種植的植株，新芽株高於桃園場域栽培的植株明顯較雲林土庫營農型的太陽能場域高。推測雲林土庫營農型的太陽能場域的水分管理不足影響植株的生長。

2017 年栽培追日型太陽能板下搭設塑膠防雨設施，夏季光線太強，導致曬傷。2018 年 4 月 19 日增設 60%遮光網 1 層，利用智慧栽培管理系統，植株生育良好，產量與桃園場相當。

栽培上建議可採 8 寸盆地面架高配合微噴澆栽培方式，但微噴澆成本較高。4 寸盆高床栽培，栽培管理較方便，但栽培床成本較高。加上 4 寸盆因 8 月 24 日熱帶低壓影響，導致淹水，因此停電並斷電，加上噴澆不足，植株死亡，應注意供電恢復情形、噴澆的範圍，或改善噴頭。未來期望改進肥培管理與配合栽培管理技術，調整花期和增加產量，以達盆花或切花生產效益。

表 11. 2018 年長距白鶴蘭切花產量及品質調查

Table 11. Yield and quality of Calanthe in 2018.

盆徑	抽梗數 (No.)	抽梗率 (%)	花梗徑 (mm)	花梗長 (cm)	花序長 (cm)	花朵數 (No.)	總花梗長 (cm)	最長總花 梗長(cm)
4 寸盆	1.50	100.00	6.05	38.51	15.81	19.97	54.3	98.4
6 寸盆	2.70	90.00	7.72	39.27	22.19	33.97	61.5	89.7
8 寸盆-第 1 區	2.84	89.20	5.75	27.51	22.46	43.23	50.0	90.70
8 寸盆-第 2 區	2.25	95.31	6.22	30.94	27.04	50.96	58.0	94.20

表 12. 長距白鶴蘭植株園藝性狀調查

Table 12 Trait investigation of Calanthe.

種植地點	1 年生以上植株數 (No.)	新芽數 (No.)	新芽葉片數 (No.)	新芽株高 (cm)
雲林土庫 4 寸盆	1.8±0.8	1.8±1.1	1.9±2.0	9.6±10.6
桃園場溫室 4 寸盆	3.3±1.0	2.7±1.4	4.5±0.7	29.8±9.0
雲林土庫 6 寸盆	3.4±1.4	3.3±1.6	3.7±0.8	14.9±8.6
桃園場溫室 6 寸盆	5.0±2.3	4.1±1.0	4.6±1.1	26.4±10.4
雲林土庫 8 寸盆	2.4±1.2	2.4±1.4	4.2±1.2	22.6±9.6
桃園場溫室 8 寸盆	2.8±1.4	1.8±1.0	4.5±1.6	33.6±16.0



圖 23. 長距白鶴蘭 1 月 29 日 4 及 6 寸盆栽培  
情形

Fig. 23. Calanthe in 4 and 6 inch pots on 29,  
January.



圖 24. 長距白鶴蘭 3 月 8 日 4 及 6 寸盆栽培  
情形

Fig. 24. Calanthe in 4 and 6 inch pots on 8,  
March.



圖 25. 長距白鶴蘭 4 月 19 日 8 寸盆移入雲林  
縣土庫鎮栽培情形

Fig. 25. Calanthe transplanted from 8 inch  
pot to Tuku Township, Yulin County  
on 19, April.



圖 26. 長距白鶴蘭 4 月 19 日 4 及 6 寸盆栽培  
情形

Fig. 26. Calanthe in 4 and 6 inch pots on 19,  
April.



圖 27. 長距白鶴蘭 5 月 18 日 8 寸盆栽培育情形  
Fig. 27. Calanthe in 8 inch pot on 18, May.



圖 28. 長距白鶴蘭 5 月 18 日 4 及 6 寸盆栽培育情形  
Fig. 28. Calanthe in 4 and 6 inch pot on 18, May.



圖 29. 長距白鶴蘭 7 月 5 日 8 寸盆開花栽培情形  
Fig. 29. Calanthe blooming in 8 inch pot on 5, July.



圖 30. 長距白鶴蘭 7 月 5 日 4 及 6 寸盆開花栽培情形  
Fig. 30. Calathe blooming in 4 and 6 inch pot on 5, July.

## (二) 文心蘭智慧栽培管理試驗

文心蘭自 2017 年 7 月 21 日購買小苗種植於 6 寸盆持續至 2018 年 11 月 6 日，栽培介質為石頭，生育表現良好。栽培約 16 個月調查結果顯示如下，就植株生長園藝性狀，球莖數、新芽數及葉片數以桃園場域較高，株高、最大葉長、最大葉寬、球莖長及球莖寬則以雲林縣土庫鎮營農型太陽能場域較高。就抽梗開花結果顯示，雲林縣土庫鎮營農型太陽能場域已有 50% 梗率，桃園場域尚未抽梗(表 13、表 14)。顯示兩個栽培場域環境下文心蘭均可生長，但僅雲林縣土庫鎮營農型太陽能場域達抽梗開花，推測因雲林縣土庫鎮營農型太陽能場域配合有智慧施肥，桃園場僅緩效性肥料，因此，雲林縣土庫鎮營農型太陽能場域提早開花且開花表現桃園場域佳。

2017 年購入小苗，初期評估栽培生育表現良好，小苗栽培需經 1 年上開始抽梗開花，但因一棟溫室 3 種作物共同使用一套相同的水分和肥培管理系統，未來建議肥培管理可增設不同養液，針對作物營養生長和生殖生長給予不同的肥料，以促進抽梗開花，達切花生產效益(圖 31-34)。

文心蘭 Gower Ramsey 在遮陰 25%-95% 的情況下，植株的營養生長狀況隨著光度的增加而提高。假球莖的長度隨著光度降低而增長，遮陰 25% 時最低，約為 85 mm，遮陰 95% 時最長，約為 102 mm。假球莖的寬度及厚度皆隨著光度的增加而增加，在遮陰 25% 時，假球莖的最大寬度為 33.3 mm，厚度為 24 mm，遮陰 95% 時，最大寬度及厚度則分別下降為 26.1 mm 及 16 mm，即降低栽培光度，將使植株的同化產物之轉運(translocation)下降，影響假球莖的充實。生殖生長方面，亦有增加光度，開花品質隨之提高的趨勢。遮陰 25% 時植株抽梗率 67%，遮陰 95% 時抽梗率為 0%，植株完成無法正常抽梗開花。遮陰 25%、55% 及 75% 對花梗的長度不具差異性，花梗長度約在 130 cm 左右。降低光度會明顯地使花梗的分支數減少，遮陰 75% 時每支花梗平均分支數為 1.8 支，遮陰 25% 者次之，平均分支數為 3.7 支，遮陰 55% 時花梗分支性最多，平均分支數為 4.2 支。總花朵數則是隨著光度的減弱而下降，遮陰 25% 者花朵數最多約 61.7 朵，遮陰 55% 時 56.2 朵次之，遮陰 75% 時 41.4 朵最少，但除了遮陰 25% 及 75% 者具顯著差異性外，其餘處理組間並不具差異性。

表 13. 文心蘭植株園藝性狀調查

Table 13. Oncidium traits investigation.

種植地點	球莖數 (No.)	株高 (cm)	最大葉長 (cm)	最大葉寬 (cm)	新芽數 (No.)	球莖長 (cm)	球莖寬 (cm)	葉片數 (No.)
雲林土庫 溫室邊	3.3±0.7	47.5±5.9	37.9±4.5	3.2±0.4	0.6±0.8	3.9±1.0	1.5±0.4	2.3±0.6
雲林土庫 溫室中間	3.5±1.1	48.8±2.5	37.8±2.5	3.3±0.5	0.9±0.9	4.4±1.1	1.7±0.5	2.6±0.7
桃園場	3.8±1.1	41.9±7.3	33.5±5.4	2.6±0.6	1.2±0.4	3.7±1.6	1.5±0.7	2.9±1.3

表 14. 文心蘭植株開花性狀調查

Table 14. Blooming traits investigation of Oncidium.

種植地點	花梗長 (cm)	分叉數 (No.)	花朵數 (No.)	抽梗率 (%)
雲林土庫溫室邊	42.4±9.6	1.4±0.7	14.4±5.8	50
雲林土庫溫室中間	49.4±8.7	2.3±1.3	22.9±9.6	50
桃園場				0



圖 31.文心蘭 1 月 29 日栽培情形

Fig. 31. Oncidium growth on 29, January.



圖 32.文心蘭 3 月 8 日栽培情形

Fig. 32. Oncidium growth on 8, January.



圖 33.文心蘭 5 月 18 日栽培情形

Fig. 33. Oncidium growth on 18, May.



圖 34.文心蘭 7 月 5 日栽培情形

Fig. 34. Oncidium growth on 5, July.

### (三) 萬代蘭智慧栽培管理試驗

萬代蘭自 2017 年 6 月 19 日購買 3 年生苗，種植至 2018 年 11 月 6 日，生育表現良好(圖 35-38)，栽培約 15 個月調查結果顯示如下，調查的植株園藝性狀，株高、莖長、葉片數、株高增加量、莖長增加量、葉片數增加量、葉長及葉寬均以桃園場域較雲林縣土庫鎮營農型太陽能場域高(表 15)，但雲林縣土庫鎮營農型太陽能場域 1 月份陸續有抽梗開花現象，至 5 月 18 調查統計抽梗開花情形，開花率 35%，單株花朵數 5.8 朵。桃園場域目前僅 1 株抽梗。推測因雲林縣土庫鎮營農型太陽能場域配合有智慧施肥，桃園場僅緩效性肥料，因此，雲林縣土庫鎮營農型太陽能場域提早開花且開花表現桃園場域佳。

2017 年購入 3 年生萬代蘭幼苗，初期評估栽培生育表現良好，到 11 月植株已成熟進入開花階段，在冬春季抽梗開花。萬代蘭栽培以 3 年上的植株才進入成熟開始抽梗開花，隨栽培年齡增加，開花率和產量逐漸提高。因此，本試驗購入 3 年生小苗，正進入開花生產，但因一棟溫室 3 種作物共同使用一套相同的水分和肥培管理系統，未來建議肥培管理可增設不同養液，針對作物營養生長和生殖生長給予不同的肥料，以促進抽梗開花，達切花生產效益。

表 15. 萬代蘭植株園藝性狀調查

Table 15. Trait investigation of Vanda.

種植地點	株高 (cm)	莖長 (cm)	葉片數 (No.)	株高 增加量 (cm)	莖長 增加量 (cm)	葉片數 增加量 (No.)	葉長 (cm)	葉寬 (cm)
雲林土庫 溫室邊	45.2±3.9	27.2±3.0	22.1±2.6	31.5±3.3	13.6±1.8	12.3±1.3	15.0±2.2	2.9±0.4
雲林土庫 溫室中間	46.5±5.3	27.8±4.2	24.1±4.7	33.0±4.9	14.3±3.3	13.0±2.2	14.8±2.8	2.8±0.5
桃園場	47.9±3.1	29.6±3.5	29.1±2.7	32.2±1.2	13.9±1.6	12.5±1.2	17.9±2.6	2.5±0.3



圖 35. 萬代蘭 1 月 13 日栽培情形  
Fig. 35. Vanda growth on 13, January.



圖 36. 萬代蘭 3 月 8 日栽培情形  
Fig. 36. Vanda growth on 8, March.



圖 37. 萬代蘭 5 月 18 日栽培情形  
Fig. 37. Vanda growth on 18, May.



圖 38. 萬代蘭 7 月 5 日栽培情形  
Fig. 38. Vanda growth on 5, May.

## 結 論

太陽光電綠能為政策發展重點，為能達到此一政策目標，需利用近 2 萬公頃農地搭設，為能維持農地農用，並能達到農電共構共享目的，需針對光電設施對栽培環境改變建立適合農作物生產模式。

環境與作物生育息息相關，太陽光電場域作物栽培產能主要受到環境、作物種類及人為管理影響。由於環境受到太陽光電設備影響，可在申請初期設計圖或發使用執照，藉由計算遮蔽率及現場量測，即可知實際光度分布。提高作物光能利用率，則需配合分散光源。由於大部分作物為  $C_3$  植物，在低光度呈現呈線性關係，之後雖然光輻射量越高，但淨光和速率增幅則越小，淨光合速率呈飽和曲線，因此，大多數作物在光飽和點一半光度，即達到 70%-80%

產量，因此，依據案場光度及作物種類，即可大致評估作物最大產能，如要精準數據仍需透過田間試驗。

在人為管理部分可分為生產意願及技術能力，由於光電設施需投入大量建設資本，10 年攤提建置成本，業者應不至於冒撤照風險而不從事農耕，部分光電業者缺乏農耕經驗與技術能力，加上光電設施對環境改變，必須重新評估作物種類，改善環境設施及栽培技術，建立新的耕作模式方能因應新的耕作環境。建議農電業者可推派員工參加農委會農民學院培訓課程、在地農民承租耕地或委託農耕團隊代耕代營，或是導入自動監控管理系統，降低專業管理人力需求。

## 參考文獻

- 胡澤寬、張韋琮、蕭振杰。2004。藥用植物(魚腥草)之遺傳多樣性。國際藥用植物產業發展研討會專刊 p.115-135。
- 陳翠琴、呂洪飛、黃四娣、姜波、沈宗根。2011。三白草科 2 種植物光合作用和葉綠素螢光特性的比較研究。浙江農業學報 23(4):725-730。
- 蘇炳鐸、蔡文仁、黃秋蘭。2008。魚腥草之栽培與利用。臺東區農業改良場技術專刊特 25 輯 p.1-12。
- Chen, Y. Y., C.M. Chen, P. Y. Chao, T.J.Chang and Liu, J.F. 2005. Effects of frying oil and *Houttuynia cordata* thund on xenobiotic-metabolizing enzyme system of rodents. World J. Gastroenterol 11(3):389-392.
- Chen, Y. Y., J.F. Liu, C. M. Chen, P.Y. Chao, and Chang, T.J. 2003. A study of the antioxidative and antimutagenic effects of *Houttuynia cordata* Thunb. Using an oxidizes frying oil-fed model. J Nutr Sci. Vitaminol 49:327-333.
- Fu, J., D. Ling, Z. Lin, and Lu, H. 2013. *Houttuynia cordata* Thunb: A review of phytochemistry and pharmacology and quality control. Chinese Medicine 4:101-133.
- SAS Institute. 1999. SAS/STAT User's guide. Releases 9.1.3 Ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.

# **The Development of Agriculture-based, Coconstruction and Co-production Solar Green Energy Facility Integrating Production Management Technology**

Shin-jong Lay, Shu-Jen Lee, Chen-Hsiang Lin, Ya-Ching Yang,  
Chin-chieh Huang, Tsung-Hua Lee

shinjong@tydais.gov.tw

## **Abstract**

Cultivation environment, crop species and cultivation behavior can affect crop yield and quality. Solar photovoltaic facilities could cause hindrance to crop environment, therefore, one should choose suitable crop species according to environment light intensity and improve cultivation techniques in accordance with crop physiology to increase yield. Owing to the fact that C3 photosynthesis cycle happens in most plants, light saturation point limits plants from further using light energy. One can construct a yield model by light accumulation data, and predict future yield by monitoring the aforementioned data, and as a result, to select crops which fits the criteria of 70% yield requirement. Extra sunlight can be used to generate electricity. So far, prediction models using light accumulation for broccoli, Chinese lettuce and Fengjing cabbage are constructed. The coefficient of determination ( $R^2$ ) are 0.922, 0.903, and 0.901 respectively. A one year field experiment of low light-demand crop “Pig Thigh” (*Houttuynia cordata*) results in  $464.8\text{gm}^{-2}$  whole plant dry weight, which shows that it's easy to cultivate and has economical potential. The photovoltaic system can solve labor shortage problem, and applying smart agriculture system and monitor and control system for orchids and foliage plants will be efficient and effective.

Key words: automatic control, facility, sharing of agriculture-based green power, solar energy



# 運用資通訊技術建立外銷農產品生產管理 作業系統開發之研究

洪巍晉、姜金龍

行政院農業委員會桃園區農業改良場技佐、研究員兼農業推廣課課長

weichin@tydais.gov.tw

## 摘 要

為因應新南向政策，加強農產品外銷出口競爭力，瞄準東南亞等國消費市場，本研究運用資通訊技術開發鳳梨外銷生產管理平台，提供農友從生產(種植期、成果期)至出貨等環節均能逐一數位記錄。以本場累積開發生產管理平台經驗為基礎，選定外銷具有競爭力出口作物鳳梨為第一階段平台規劃作物。再與當今外銷出口鳳梨之農場進行盤點與查核點規劃，以客製化與模組化方式提供農場田間生產管理、供應鏈設定管理、庫存及出貨管理等主要功能，並以鳳梨 TGAP 作物良好規範為生產管理標準化(SOP)藍圖，即時提供田間批次作物投入成本，讓田間鳳梨生產成本與作業管理程序即時呈現，掌握每株作物管與成本，確保供應鏈生產端供應能力，做為日後優化之依據。因應日後外銷出口農產品之需求，系統提供國際(英文)版生產管理本介面，讓有意願進軍國際之農企業、農民與貿易團體使用，協助我國農業增加國際知名度，拓展國際商機。

關鍵詞：鳳梨、農業生產管理、出口導向

## 前 言

為因應新南向政策農產品外銷出口競爭力，瞄準東南亞高端消費國家之生產與消費型態進行調查與研究，以作為研擬外銷因應對策之依據。尤其台農發公司啟開農產外銷供應鏈的尖兵。肩負「農產品進出口」、「技術輸出」及「海外投資與資材外銷」三大核心任務。台農發公司未來將與農民及生產合作社場建立穩固的契作關係，並與台糖公司協調提供可供租賃的土地，規劃選定 1 至 2 項主力產品發展契作制度，分散產區適地適種，確保穩定供貨，建構具備「供貨穩定」及「品質確保」之農產品外銷供應體系。若經由資訊技術能讓農民生產端供貨資訊清楚介接台農發公司產銷系統，將資通訊鏈結的資訊流這塊餅作大，形成穩定供應鏈生產體系，對於上開穩定品質兼顧外銷出口農產品勢必有其加值資訊流之效果。

根據前人研究分析，我國鳳梨農場產銷資料調查在 150 間鳳梨農場中，處於最適規模農

場比率僅 14%，尚有 86%農場未處於最適規模，雖然小面積鳳梨農場未處於最適規模，但多半在規模報酬遞增階段，建議經營規模擴大有助於增加效率(楊和潘，2007)。而本場前開發有機蔬菜物聯網生產 E 化平台(洪，2014)架構下，已隱含生產管理與產銷供應資訊，若能結合眾多農戶生產與種植管理資訊，將國產優質或具生產履歷與外銷出口競爭力之農產品建立一套完整的生產管理系統，來串接產銷物流資訊，提供產銷供應鏈生產資訊一條龍，定能提升農產品外銷潛力。基於產銷一條龍的概念，需於開發符合下列三項條件的平台(一)為符合農友操作系統使用設備方便性、多樣性與未來系統提供更多元擴充農產相關資訊，本設計提供農友相關操作介面應以 WEB 模式，且須能依農友所使用之資訊設備螢幕寬度自動調整至最適寬度設計方式(如自適應網頁設計 Responsive Web Design, RWD)。(二)為提供鳳梨農產品外銷出口資訊揭露需求，本系統設計須提供前台及後台編輯多語系自動/手動選擇顯示功能。(三)為方便當使用者利用智慧型行動設備(如智慧型手機、或平板電腦)操作本系統，如該手持智慧型行動設備本身已具備可以語音輸入轉文字內容之功能，本系統需具備可使用該功能。

## 材料與方法

### 一、系統功能與架構

#### (一) 系統設計與雲端伺服器規格採用軟體

1. 軟體架構作業系統採用 Linux RedHat AS4、RedHat EL5 版本
2. 程式語言使用 PHP v 5.3.17 版本
3. 資料庫伺服器使用 MySQL v 5.5.27 版本
4. 應用程式伺服器端使用 Apache v 2.2.23
5. 客戶手持裝置系採使用可以上網的手機瀏覽介面
6. 客戶 Client 端瀏覽器上採行 Internet Explorer v8.0(含)以上、Mozilla firefox v 2.0(含)以上或 Google Chrome。

透過作業主機、資料庫與維護管理主機，進行雲端資料儲存與相關運算，供外部使用者與內部使用者利用(如圖 1)。此系統主要是給農友、網站管理員(桃改場)以帳號密碼判定使用權限登入前台或後台。前台(農友)：提供農友基本資料修改，進行鳳梨相關生產管理、供應鏈設定管理、庫存管理及出貨管理等如圖 2。後台(桃改、系統管理員)圖 3：提供系統管理員和貴單位管理上依權限劃分顯示可以操作的後台系統畫面，針對各自權限進行種植流程管理、帳號管理等。本平台資料來源主要來自於系統管理者、平台使用者建置資料；業者負責網站整體維運作業及管理，包含蒐集統計資料並建立身份登入審核機制進行控管。

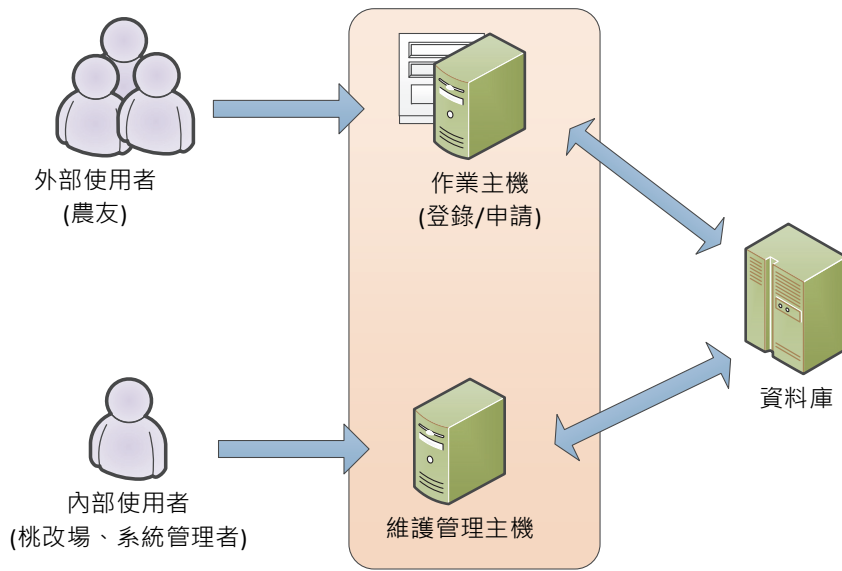


圖 1. 系統分析與設計功能架構鳳梨外銷生產管理平台會員中心

Fig. 1. System Analysis and Design Functional Architecture Pineapple Export Production Management Platform.

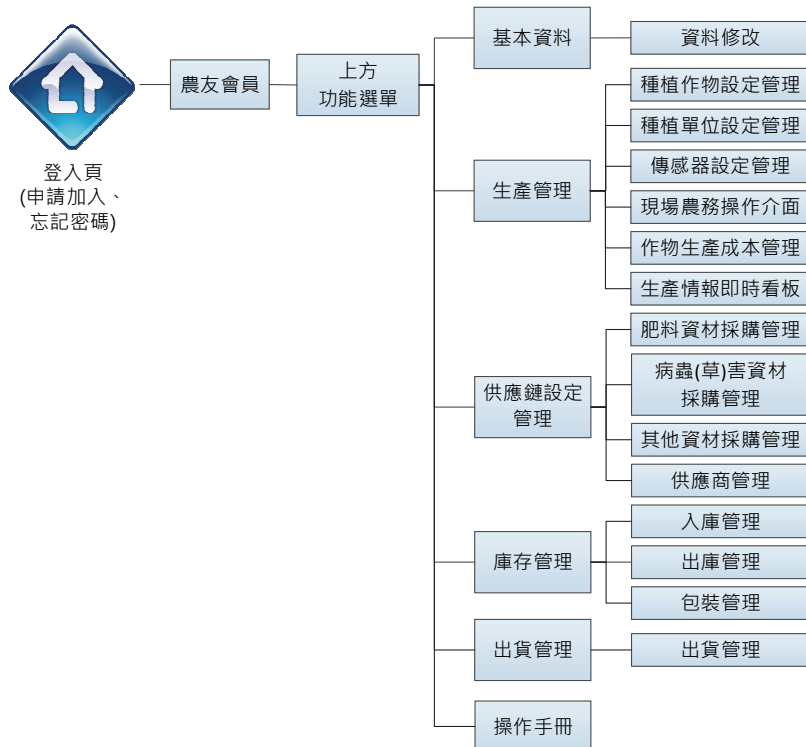


圖 2. 鳳梨外銷生產管理平台會員中心功能架構圖

Fig. 2. Functional structure diagram of pineapple export production management platform

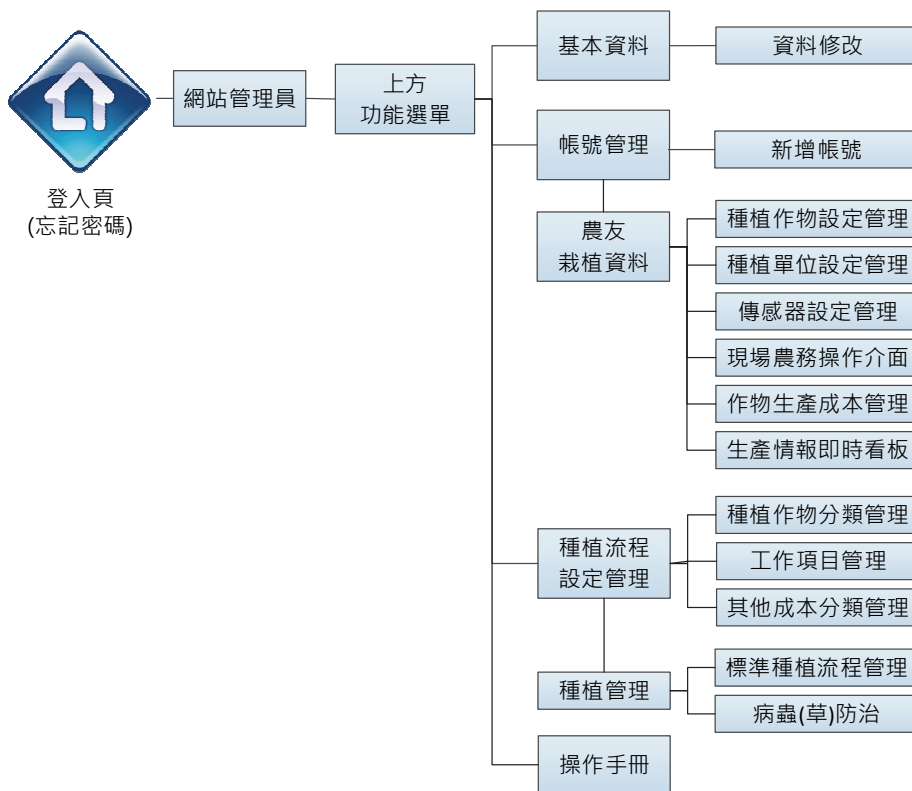


圖 3. 鳳梨外銷生產管理平台後台功能架構圖

Fig. 3. Functional structure diagram of pineapple export production management platform background.

## 二、平台功能描述

平台上線後許多功能以及相關資訊連動皆與後端伺服器儲存運算分析息息相關，簡要描述如下：

### (一) 生產管理端

1. 『作物生產記錄管理』，提供該作物生產流程內容如 TGAP 鳳梨良好農業規範。
2. 『種植單位設定管理』，提供生產種植單位座標、編碼、面積設定。
3. 『種植作物設定管理』，提供鳳梨、香蕉、釋迦鳳梨、火龍果...等作物編輯設定。
4. 『種植流程設定管理』，提供依標準參考種植流程彈性增修並應用於其所種植作物之生產記錄。
5. 『現場農務操作介面』，提供符合操作介面簡易輸入方式包含(文字、數字、圖片)。
6. 『傳感器設定管理』，提供使用於種植單位之傳感器設定管理作業，並提供 API 供外界資訊整合。

7. 『作物生產成本管理』，提供與作物生產紀錄本、庫存管理、資材管理、出貨管理等各功能項目所載之相關資訊連動。
8. 『生產情報即時看版』，提供農友彙整之生產情報資訊揭露介面

## (二) 庫存管理端

1. 『作物包裝管理』，提供包裝日期、包裝序號、包裝內容項目、數量及單位。
2. 『作物入庫管理』，提供入庫日期、入庫序號、作物來源、入庫作物內容項目、數量及單位。
3. 『作物出庫管理』，提供作物出庫資訊需能與作物出貨管理機制所載之相關資訊連動。

## (三) 資材管理端

1. 『肥料管理』，提供農友有關使用之肥料項目相關基本資料之維護清單介面
2. 『農藥管理』，提供農友有關使用之農藥項目採購相關資訊紀錄之維護清單介面
3. 『資材管理』，提供採購日期、採購編號、資材名稱、相關說明、供應來源及包裝單位、採購成本及數量、到貨日期。

## (四) 出貨管理

提供出貨日期、出貨序號、出貨作物內容項目、數量及單位、及出貨對象相關資訊，並提供作物出貨相關之彙總報表。

另外在管理者操作功能介面具備其專屬功能外，另需能涵蓋農友操作功能專屬功能包含後台的 1. 『種植作物分類管理』，提供管理者針對種植作物進行分類編輯及維護之介面，以提供農友可依清單設定及選擇種植作物。2. 『標準種植流程維護管理』，提供管理者針對種植作物之標準參考種植流程編輯及維護之介面。

## 三、資料庫建置

將資料庫系統其中一項「農友資料表」進行說明，針對農友的 ID 農場名稱、主要 連絡電話、FB 網址、FB 粉絲團網址、農場簡介、農友故事、GPS、縣市地址、郵遞區號、影片網址、點擊數...等皆是網站設計管理者關心與所需記錄的資訊，再將該關聯表與鳳梨平台製作關聯表如表 1，本平台相關的關聯表包含註冊資料、上傳檔案資料、其他成本項目資料表、農作物資料表、農場種植作物資料表、作物分類、栽培作業資料表、田區資料表、病蟲害、雜草防治資料表、購買資材記錄、出庫資料表、包裝資料表、工作記錄資料表、權限資料、出貨資料表、出貨產品資料表、使用資材資料、倉庫資料表、工作選項資料表、傳感器資料表...等共計 27 項。

表 1. 農友資料關聯表

Table1. Association Table about farmer information.

Table 名稱	Table 描述	說明
MyFarm_pineapple_farm	農友資料表	account = 登入者 ID

資料表名稱		MyFarm_pineapple_farm					
功能說明							
農友資料表							
欄位說明							
項次	欄位名稱	型別	長度	預設值	Null	欄位說明	鍵值
1	id	int	10				1
2	mid	int	10			會員關聯 id(註 1)	
3	name	varchar	255			農場名稱	
4	tel	varchar	255			主要聯絡電話	
5	enable	tinyint	1			是否啟用，0：是 1：否	
6	fb	varchar	255		Y	fb 網址	
7	fb2	varchar	255		Y	fb 粉絲團網址	
8	summary	varchar	50		Y	農場簡介	
9	content	text				農場故事	
10	gps	varchar	255		Y	gps	
11	zip	varchar	50			郵遞區號	
12	county	varchar	255			縣市	
13	district	varchar	255			區	
14	address	varchar	255			地址	
15	video	varchar	255		Y	影片網址	
16	hit	int	10			點擊數	
17	creator	int	10			建立者 mid	
18	modified	int	10		Y	修改者 mid	
19	setup_date	datetime				建立日期	
20	upload_date	datetime			Y	修改日期	
21	del	tinyint	1			是否刪除，0：否 1：是	
補充說明							
註 1、mid：關聯 MyFarm_pineapple_member.id							

## 結果與討論

本次計畫研究以高雄市外銷鳳梨供果園作為監測作業試驗場域，透過農場每塊資料紀錄累積，對於農場傳統利用紙本記錄或是 EXCEL 計算導入平台作業，完成第一階段導入外銷鳳梨生產管平台作業系統，讓平台即時呈現每株鳳梨成本，客製化生產管理模組彈性增刪功能與響應式網站介面，可呈現規模化生產紀錄。目前系統上線，已有一家外銷鳳梨供果園農場，生產面積 70 公頃紀錄使用，掌握每批鳳梨生產採收與生產成本資訊。

### 一、鳳梨外銷生產管理系統

#### (一) 平台簡介

平台網址：<https://www.pineapple.url.tw/>

##### 1. 首頁(如圖 4)

首頁各區塊說明如下：

- (1) 登入、註冊區塊及語言切換區塊。
- (2) 顯示各地氣象資訊。
- (3) 目前首頁設定顯示桃改場 FB，個別農場登入後，則可顯示個別農場 FB。
- (4) 登錄區塊，提供四種方式供會員註冊登錄。

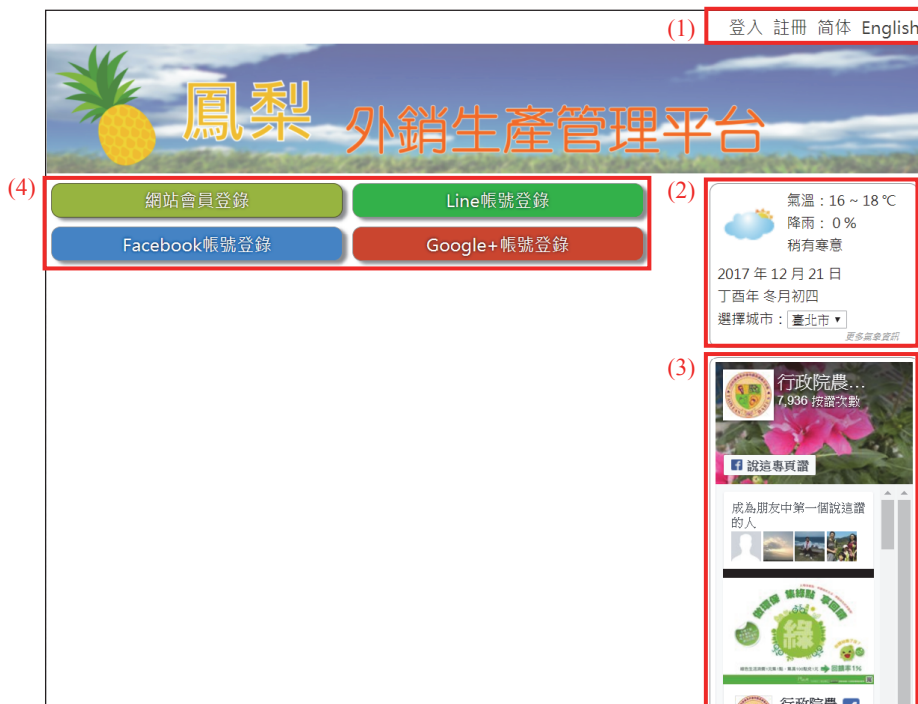


圖 4. 首頁

Fig. 4. Home page.

## 2. 登入後會員中心主頁(如圖 5)

上方及右方功能選項同首頁，唯如有農友提供 FB，右方 FB 區塊會呈現的 FB 內容。會員中心功能簡介說明如下 (1)顯示會員大頭照，點選此圖示，即可連結至會員中心主頁。(2)顯示會員身分。(3)會員中心各功能區塊資料，點選基本資料，即可進行相關資料修改；生產管理，可進行種植單位、種植作物、傳感器設定等；供應鏈設定管理，可進行資材採購、供應商管理等；庫存管理，可進行入庫、出庫及包裝管理；出貨管理，可進行出貨相關資訊管理。(4)如農場有提供 FB，此 FB 區塊會呈現個別農場的 FB 內容。(5)登出，如欲登出系統，點選登出即可離開。



圖 5. 會員中心

Fig. 5. Member Centre

3. 行動裝置(手機)介面環境呈現如下圖 6、7，以響應式(RWD)網頁畫面呈現。



圖 6. 行動裝置畫面(1)

Fig. 6. Mobile phone screen rendering.(1)

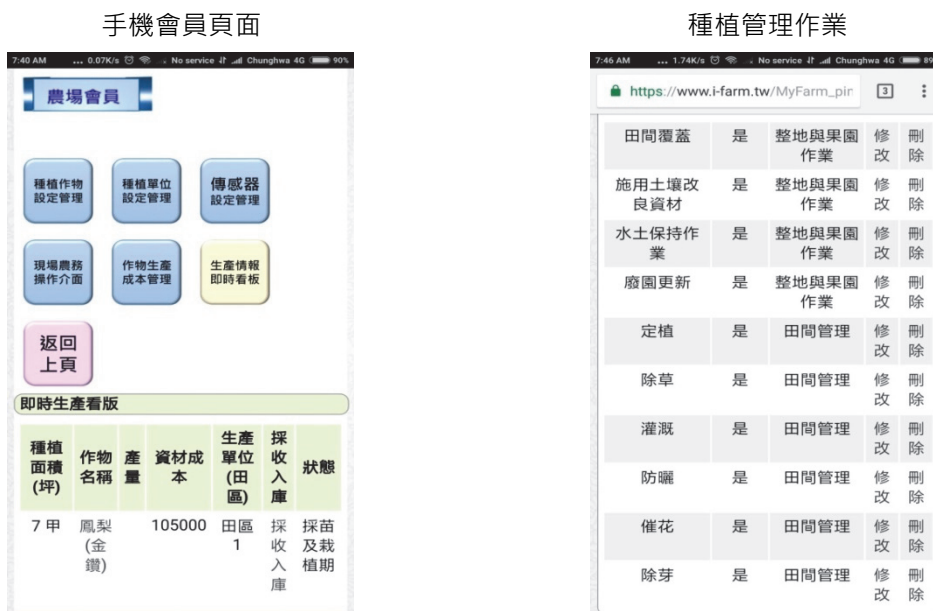


圖 7. 行動裝置畫面(2)

Fig. 7. Mobile phone screen rendering.(2)

## 4. 作物生產成本分析

依據鳳梨作物良好規範，以及相關工作階段對應系統管理查核，如針對鳳梨採苗栽植期、植株發育期、催花、開花期、果實發育期、以及採收期這六大查核點，對應不同鳳梨種植田區記錄可以清楚呈現其每階段生產成本，將每批作物生產階段支出之作物機具費用、僱工費用、農地每期租金、以及肥料使用與農藥施用總費用記錄加總後如圖 8 顯示。透過平台計算呈現每批鳳梨種植作業環境，所須攤提成本，攤提計算方式可呈現每斤或每顆(株)作為計價單位。

另外透過每筆資料紀錄累積，可以即時呈現每株鳳梨成本，無需到採收後才能統一彙整計算。故該系統資料日後做為大數據應用、製作定價策略與銷售供應數量掌握、相關農場評價效能與效率是可預見的。

作物名稱	肥料資材使用成本	農藥資材使用成本	其他資材使用成本	其他使用成本	使用總成本	攤提成本
鳳梨(金鑽)	2442 元   查詢	3542 元   查詢	2695 元   查詢	7000 元   查詢	15679 元	0.15679 元 (斤)
鳳梨(金鑽)	0 元   查詢	8050 元   查詢	3430 元   查詢	0 元   查詢	11480 元	11480 元 (棵)

圖 8. 作物生產成本管理(擷取自生產管理平台畫面)

Fig. 8. Crop production cost management.(form the platform)

5. 病蟲草害防治建議

系統提供線上鳳梨 TGAP 生產階段防治建議資訊，系統提供可編輯的病蟲草害防治方式如下圖 9，並提供中英對照版本方便外籍人士閱讀。

The image shows two side-by-side panels of the 'Pineapple Production Management System'. The left panel is in Chinese, titled '鳳梨 外銷生產管理平台' and '病蟲(草)害防治建議'. The right panel is in English, titled 'Pineapple Production Management System' and 'Pest, diseases and weed management advise'. Both panels provide detailed advice for various stages of pineapple production, including seedling and planting, vegetative period, and fruit formation. The Chinese panel includes sections for parasitic nematodes, mealybugs, annual weeds, and para grass. The English panel includes sections for Pineapple parasitic nematodes, Mealybug, Annual Weeds, and Para Grass. Both panels also include a 'Log out' button in the top right corner.

圖 9. 病蟲草害防治建議

Fig. 9. suggestion for Insetc and pest control.

### 6. 平台提供傳感器資料串接呈現

如圖 10，系統提供環境傳感器串接平台顯示溫、溼度、光度以及土壤濕度數值，利於蒐集產期紀錄環境數據。

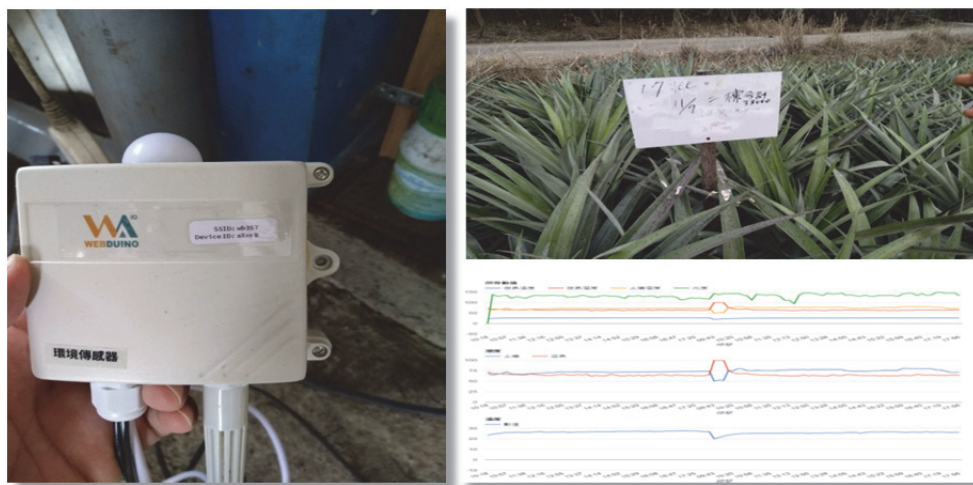


圖 10. 傳感器裝置與平台環境數據顯示畫面

Fig. 10. Sensor device and platform environment data display

### 7. 國際版本介面呈現

如圖 11，為因應平台國際化程度，本平台提供英語作業環境供日後外籍使用者介面紀錄使用，讓平台能夠邁向國際腳步。

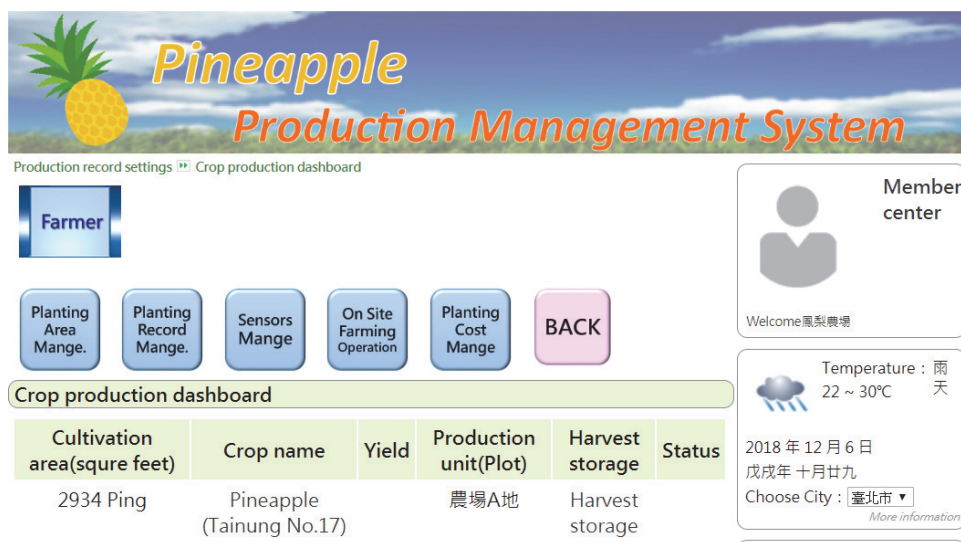


圖 11. 英文介面呈現畫面

Fig. 11. English interface presentation.

## 結語與展望

### 本系統具有優勢與日後推動方向

1. 增加農場田間生產記錄效率，節省生產成本。(如表 2)原先試驗農場使用 Excel 記帳，無法於田間記錄，往往回程才記錄反而忘東忘西，而使用鳳梨外銷生產平台提供客製化表格記錄，功能上提供了即時生產管理記錄、每批鳳梨所需生產成本、以及具有整合性的生產供應鏈資訊。
2. 在輸入介面上，提供了 Google 語音辨識輸入、圖片影片上傳記錄以及所在田區 GPS 座標記錄功能上皆比傳統紙本記錄以及簡單 Excel 記帳來的方便。
3. 另外整合溫溼度傳感器有提供數據整合空間，比起另外自行購買，且無法結合平台獨立使用不便因素之下，統整鳳梨生產管理平台更具有使用上的效率。
4. 在整合的生產管理作業系統使得貿易業者能掌握外銷出口生產供應訂單確保外銷農產品質與供應數量。
5. 另一方面確保農友生產技術確實反映生產成本(每顆鳳梨生產成本)作為後續規劃農場評價之依據。
6. 推動平台認證可促進農民使用資材的管控及各項管理能力的提升，增加現代化通路供貨的競爭力(戴, 2011)。

表 2. 平台與傳統農家計帳功能比較表

Table 2. Comparison table between platform and traditional farmer accounting

OO 農場 使用原本 EXCEL 記帳	功能項目 (比較)	OO 農場 使用鳳梨外銷生產平台
無	簡易度	提供客製化表格操作
僅電腦-自訂表格	手機與電腦使用(自適應)	響應式網頁、國際語系
無	網路連線需求	有
無	即時生產管理	有
手動登打-需基本操作	生產成本計算	有
手動登打	資材供應鏈資訊	整合
需自行購買自行系統	溫、溼度傳感器	提供數據整合
無	其他形式紀錄操作	GOOGLE 語音辨識輸入、圖片、影片上傳、定位紀錄
無	防治建議	有資料庫
每日記錄無法整理帳本	成本分析	提供生產記錄與每次投入成本分析

## 參考文獻

- 經濟部國貿局新南向政策專網 〈<https://www.newsouthboundpolicy.tw/index.aspx>〉。
- 中華民國進出口貿易統計。〈<http://cus93.trade.gov.tw/FSCI/>〉。
- 農委會「業統計資料查詢系」〈<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/trade/TradeReport.aspx>〉。
- 戴登燦。2011。ISO9001 品質管理系統在農業生產應用之研究。.
- 洪巍晉。2014。應用無線通訊技術建立短期葉菜類物聯網系統。
- 楊世華、潘德芳。2007。台灣鳳梨農場生產效率之分析，台灣農業研究 56(2):134-142。
- Agarwal, R. and Karahanna, E. 2000, 'Time flies when you're having fun: cognitive absorption and beliefs about information technology usage 1', MIS Quarterly. 24(4):665-694.
- Davis, F.D. 1989, 'Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology', MIS Quarterly.13(3):319-340.
- Pathways to Supply Chain Excellence 2012. Logistics and Supply Chains in Agriculture and Food.

# **Research on Establishing Production Management System of Exported Agricultural Products by Using Information Technology**

Wei-chin Hung, Jin-long Jiang

Junior Technical Specialist, researcher and chief of extension section

Taoyuan district agricultural research and extension station, COA

weichin@tydais.gov.tw

## **Abstract**

According to the new south policy and to strengthen export competitiveness of agricultural products especially in southeast Asia, we use the information and communication technology to record every step from growing to shipping. With our experience of years production platform innovation, we choose pineapple as our stage one crop, and cross examine pineapple export farms to customize and modularize our system to meet up with farmers' needs for production management, supply chain management and inventory management. In addition, we integrate TGAP as our SOP and provide batch processing cost data to ensure supply chain's working and quality control. English interface is available for those who are interested in export and to increase visibility and trade partners.

Key words: Agricultural Management System, export oriented, pineapple



# 學校支援型食農教育種子師資培訓教材 之研究－以北部地區為例

戴介三、賴信忠、李宗樺

行政院農業委員會桃園區農業改良場助理研究員、副研究員、助理研究員

cstai@tydais.gov.tw

## 摘 要

本研究研析 2017 年所蒐集之食農教育教材內容及教學能力，2018 年透過問卷調查，瞭解食農教育種子師資之所需培訓技能的需求，研究對象為學校教師、農友、消費者，抽樣地點以北部地區為主，問卷設計分成四大部分：基本資料、所需培訓項目、食農教育相關知識及食農教育態度，以實體問卷(紙本)及網路問卷(Google 電子表單)進行調查，231 份有效問卷的調查結果，其中 66 位有接受過食農教育方面訓練的受訪者，主要以講座或專題演講、體驗活動為主，訓練時數平均 41 小時，此外，學歷在大學(專科)較願意擔任食農教育種子教師，高中(職)以下認為飲食文化領域中的「進餐禮儀」很重要，非農業相關者對於「校園栽培農作物規劃」課程需求較高，而未接受過食農教育訓練者對於「農業社會責任與倫理」課程認為有其需求，再者，受訪中女性較男性同意「感謝土地提供物產及生產者的辛勞」。綜合本研究之調查結果，建議食農教育種子師資培訓總時數 49 小時，基本課程能力指標分成地產地消、安全生產、農事教育、健康飲食及飲食文化等五個構面，可將課程分成必修及選修課程，課程類別有核心課程、主題課程、進階課程及實作課程，以作為後續試驗改良場所辦理學校支援型種子教師訓練之課程規劃參考。

關鍵字：學校支援型、食農教育、師資培訓、課程規劃

## 前 言

食農教育(food and farming education, FFE)可概分成農業教育與飲食教育，是一個強調親手做的體驗教育，參與者透過親身與土地、農作物、農民互動之過程，在這過程瞭解飲食和農業與自身的密切關係(董等，2012)。食農教育的內涵包括「農業生產與環境」、「飲食、健康與消費」、「飲食生活與文化」三個面向，並對應「農業生產與安全」、「農業與環境」、「飲食與健康」、「飲食消費與生活型態」、「飲食文化」、「飲食習慣」六項主題及相關學習內容，透過「體驗學習」之教學策略，以期經由「實踐」提升學生的學習興趣，並落實於日常生活之中(林，2017)。

此外，農業素養(agricultural literacy)包括農業知識(agricultural knowledge)、農業技能(agricultural skills)以及對農業所抱持的態度(agricultural attitude) (Powell *et al.*,2008)。綠色飲食的知識來源包括地方傳統飲食文化、環境資源、生產知識、家庭教養及消費知識；而綠色飲食實踐的目的，即是站在此一知識基礎上，進一步促進飲食文化傳承、農業產業活化、友善糧食產消，提升國人選擇食物的能力及國民身心健康等，創造新的社會價值(張等，2011)。

根據 2017 年研究分析顯示，針對學校支援型人員進入學校推動食農教育的必要性，受訪者覺得非常必要及必要占 78.0%，此外關於外部單位人員進入學校推動食農教育的需求，受訪者中覺得非常必要及必要占 74%，看來對於刻正推動食農教育的學校有此專業人力協助之需求(戴等，2017)。

2018 年研究之目的在研析 2017 年所蒐集之食農教育課程內容及教學能力，將透過問卷調查，瞭解學校教師、農友、消費者對食農教育種子教師所需培訓技能的需求，並嘗試規劃學校支援型種子教師課程內容，作為試驗改良場所辦理學校支援型種子教師訓練之課程模板。

## 材料與方法

### 一、問卷設計

蒐集食農教育相關文獻後，進行歸納與探討後進行問卷設計，本研究問卷設計分成四大部分：基本資料、所需培訓項目、食農教育相關知識及食農教育態度，分述如下：

#### (一) 基本資料

內容包括性別、年齡、主要職業、教育程度、每週外食的次數及花費的金額、家裡人數及一起用餐的人數、每週與家人共食次數及最常共食時間、是否會烹調餐點、是否擔任過食農教育相關講師、是否對擔任食農教育種子教師有興趣、是否接受過食農相關訓練及所接受的訓練是何種形式、由誰舉辦。

#### (二) 所需培訓項目

內容包括地產地消、安全生產、農事教育、健康飲食、飲食文化等五大領域，這部分及採用李克特(Likert)量表之五點量尺方式計分，針對個人認為需要的強烈程度 1-5，分數越高表示越強烈。

#### (三) 食農教育相關知識

分成是非題及選擇題兩部分，藉此瞭解受訪者是否能理解食農教育的核心精神，例如透過對於飲食及農業關懷，來強化全民對於農業生產、友善環境、農產加工、食物調理、食物選擇、農村生活的理解，藉此認識從產地到餐桌、從生產端到消費端等相關知識，培養正確

的飲食習慣，進而增進對國產農產品、飲食文化、農村文化的認同、信賴與支持，改善國人身體健康，促進國產農產品消費，以及對於四章一 Q 政策的瞭解程度。

#### (四) 食農教育態度

採用李克特(Likert)量表之五點量尺方式計分，針對個人的想法或感受，凡答「非常不同意」者得 1 分、「不同意」者得 2 分、「普通」者得 3 分、「同意」者得 4 分、「非常同意」者得 5 分，分數越高則代表認同程度越高。

## 二、抽樣地點及調查方法

研究對象為學校教師、農友、消費者，抽樣地點以北部地區(基隆市、臺北市、新北市、桃園市、新竹縣(市))為主，問卷分成以實體問卷(紙本)及網路問卷(Google 電子表單)，從 7 月上旬開始發放共寄送 550 份問卷，8 月下旬總共回收 243 份問卷，有效問卷 231 份，無效問卷 12 份，大部分為填答內容不完整。調查對象如下：

- (一) 北部地區(基隆市、臺北市、新北市、桃園市、新竹縣(市))推動食農教育國中小學，負責食農教育業務的主任、組長、教師、營養師及午餐秘書共 250 份。
- (二) 參加農試所主辦「機能作物食農教育種子教師研習營」，教師、營養師、午餐秘書共 30 份。
- (三) 參加本場主辦「107 年食農教育講座」的新北場、桃園場、新竹場三場次，校長、主任、教師、營養師、青農、家長共 146 份。
- (四) 透過新北市農會、桃園市農會，各區家政班指導員、義務指導員共 43 位。
- (五) 透過觀音區農會，產銷班成員共 27 份。
- (六) 參加本場農民學院「有機農業經營管理研習班」、「設施簡易維修、管理及監工培訓」學員共 54 份。

排除無效問卷後，就每一構面細項進行參數編碼，予以分類歸納，並利用 SPSS 統計軟體進行敘述性統計、獨立樣本 T 檢定及單因子變異數分析(ANOVA)、卡方檢定及一般線性迴歸，以便瞭解各構面間之顯著差異與重要程度情形。

## 結果與討論

本研究問卷設計分成四大部分：基本資料、所需培訓項目、食農教育相關知識及食農教育態度，問卷回收後在信效度的分析上，信度(reliability)分析上第二部份對於食農教育所需培訓項目的 Cronbach's  $\alpha$  Alphas 內部一致性係數為 0.957，第四部份對於食農教育態度的 Cronbach's  $\alpha$  Alphas 內部一致性係數為 0.926，已達信度水準理論 0.700 之要求；至於內容

效度部分，本次施測之題項均由各試驗改良場研究人員與臺北大學方教授團隊共同討論，並進行文字修正，可適切衡量教師之心理認知情形。

後續將針對受訪者基本屬性分析、探討基本資料的影響因素、探討所需培訓項目的影響因素、探討食農教育相關知識的影響因素及探討食農教育態度的影響因素進行說明。

## 一、受訪者基本屬性分析

### (一) 基本資料分析

231 份有效問卷的基本資料調查結果，受訪者性別：男生 95 位(41.1%)、女生 136 位(58.9%)，教育程度：高中(職)及以下 36 位(15.6%)、大學(專科)畢業 121 位(52.4%)、研究所及以上 74 位(32%)，年齡平均 45.67 歲，主要職業：與農業相關 119 位(51.5%)、與非農業相關 112 位(48.5%)(表 1)。

表 1. 受訪者基本資料分析(N=231、N=192、N=162)

Table 1. Statistical analysis of respondents' background (N=231, N=192, N=162)

類別	項目	人數	百分比 (%)	類別	項目	人數	百分比 (%)
性別	男生	95	41.1	是否有擔任食農教育相關之講師	是	39	16.9
	女生	136	58.9		否	192	83.1
	總和	231	100.0		總和	231	100.0
學歷	高中(職)	36	15.6	是否對擔任食農教育種子教師工作有興趣	是	123	64.1
	大學(專)	121	52.4		否	69	35.9
	研究所	74	32.0		總和	192	100.0
	總和	231	100.0				
是否會自己烹調餐點	是	194	84.0	是否接受過食農方面訓練	是	66	40.7
	否	37	16.0		否	96	59.3
	總和	231	100.0		總和	162	100.0
主要職業	與農業相關	119	51.5				
	與非農業相關	112	48.5				
	總和	231	100.0				

每週外食的次數平均 5.7 次，每週花費外食的金額平均 904.26 元，家中平均人數 4.52 人，最常一起用餐的平均人數 3.46 人，每週與家人共食的次數平均 8.01 次(表 2)，最常共食時間主要是晚餐(65.28%)、其次為早餐(21.96%)、最少為午餐(12.76%)。

表 2. 受訪者平均數資料分析(N=231)

Table 2. Statistical analysis of respondents basic information (N=231)

調查項目	平均數	標準差
年齡	45.67 歲	9.71
每週外食的次數	5.70 次	4.93
每週花費外食的金額	904.26 元	1,013.40
家中平均人數	4.52 人	3.79
最常一起用餐的人數	3.46 人	3.79
每週與家人共食的次數	8.01 次	5.08

關於自己是否會烹調餐點表示會有 194 位(84%)，表示不會有 37 位(16%)；烹調時間主要是晚餐(54.84%)、其次是早餐(26.13%)、最少是午餐(19.03%)，烹飪技術 1-10 分平均為 6.39 分。

受訪者中 39 位(16.9%)曾經擔任過食農教育相關講師，而 192 位(83.1%)並沒有相關經驗，再進一步詢問 192 位沒有擔任過食農教育相關講師的受訪者，其中有 123 位(64.1%)對於擔任食農教育種子教師感到興趣，69 位(35.9%)沒有興趣。綜合上述，詢問 39 位擔任過食農教育相關講師者及 123 位對擔任食農教育種子教師感到興趣者，共有 162 位，其中 66 位(40.7%)有接受過食農教育方面的訓練，96 位(59.3%)並沒有接受過食農教育方面的訓練。

66 位有接受過食農教育方面的訓練，主要以講座或專題演講、體驗活動為主，其次為工作坊、研討會，訓練時數平均 41 小時；舉辦單位主要以政府(中央或地方)，其次為民間組織(含 NPO 組織)、大學(含社區大學)等。

## (二) 所需培訓項目

關於所需培訓項目受訪者共有 162 位(39 位擔任過食農教育講師者及 123 位對擔任食農教育種子教師感到興趣者)，針對「在地及季節性農作物生產」、「低碳飲食及綠色消費」、「農業生產與環境資源永續」、「農業生產用藥安全(農作/畜產/水產)」、「友善耕作及有機農業」、「農事教案及體驗活動規劃」、「健康飲食與消費行為」50%以上受訪者表示非常需要。

關於「農業社會責任與倫理」、「農產品安全標章及生產履歷」、「校園栽培農作物規劃」、「食物選擇(農作/畜產/水產)」、「加工食品製作與選購」、「食品衛生與安全標示」、「在地飲食特色與料理烹調」、「飲食與文化傳承」40%以上受訪者表示非常需要。

然而，「簡易農業知識及技能」、「進餐禮儀」、「全球與多元飲食文化」則呈現較為分歧的狀況(表 3)。

表 3. 所需培訓項目資料分析(N=162)

Table 3. Required training programs (N=162)

領域	題項	需求程度	1	2	3	4	5	總和
地產地消	1.在地及季節性農作物生產	人數	4	2	14	47	95	162
		百分比(%)	2.5	1.2	8.6	29.0	58.6	100.0
	2.低碳飲食及綠色消費	人數	5	5	22	47	83	162
		百分比(%)	3.1	3.1	13.6	29.0	51.2	100.0
	3.農業社會責任與倫理	人數	9	5	33	47	68	162
		百分比(%)	5.6	3.1	20.4	29.0	42.0	100.0
	4.農業生產與環境資源永續	人數	4	2	16	49	91	162
		百分比(%)	2.5	1.2	9.9	30.2	56.2	100.0
安全生產	5.農產品安全標章及生產履歷	人數	4	7	29	43	79	162
		百分比(%)	2.5	4.3	17.9	26.5	48.8	100.0
	6.農業生產用藥安全(農作/畜產/水產)	人數	6	5	23	38	90	162
		百分比(%)	3.7	3.1	14.2	23.5	55.6	100.0
	7.友善耕作及有機農業	人數	5	3	13	52	89	162
		百分比(%)	3.1	1.9	8.0	32.1	54.9	100.0
農事教育	8.簡易農業知識及技能	人數	5	9	26	56	64	162
		百分比(%)	3.1	5.6	17.3	34.6	39.5	100.0
	9.農事教案及體驗活動規劃	人數	3	2	22	52	83	162
		百分比(%)	1.9	1.2	13.6	32.1	51.2	100.0
	10.校園栽培農作物規劃	人數	4	7	28	50	73	162
		百分比(%)	2.5	4.3	17.3	30.9	45.1	100.0
健康飲食	11.食物選擇(農作/畜產/水產)	人數	3	7	25	49	78	162
		百分比(%)	1.9	4.3	15.4	30.2	48.1	100.0
	12.健康飲食與消費行為	人數	3	8	25	42	84	162
		百分比(%)	1.9	4.9	15.4	25.9	51.9	100.0
	13.加工食品製作與選購	人數	4	7	29	49	73	162
		百分比(%)	2.5	4.3	17.9	30.2	45.1	100.0
	14.食品衛生與安全標示	人數	3	7	27	51	74	162
		百分比(%)	1.9	4.3	16.7	31.5	45.7	100.0
飲食文化	15.進餐禮儀	人數	7	10	44	59	42	162
		百分比(%)	4.3	6.2	27.2	36.4	25.9	100.0
	16.在地飲食特色與料理烹調	人數	2	7	17	61	75	162
		百分比(%)	1.2	4.3	10.5	37.7	46.3	100.0
	17.飲食與文化傳承	人數	2	8	18	56	78	162
		百分比(%)	1.2	4.9	11.1	34.6	48.1	100.0
	18.全球與多元飲食文化	人數	3	8	24	64	63	162
		百分比(%)	1.9	4.9	14.8	39.5	38.9	100.0

### (三) 食農教育相關知識

關於食農教育相關知識受訪者共有 162 位(39 位擔任過食農教育講師者及 123 位對擔任食農教育種子教師感到興趣者)，分成是非題及選擇題兩大項目。

是非題中答對比率平均在 94.13%以上，答錯比率較高是第 8 題及第 9 題，其中，第 8 題「食品工業化使得民眾更認識食物的來源。」答錯比率 27.2%，另外，第 9 題「健康飲食強調盡量吃經由完善再加工處理的農產品。」答錯比率 13.6% (表 4)。

表 4. 是非題分析(N=162)

Table 4. Analysis of true or false questions (N=162)

是非題	項目	人數	百分比 (%)	是非題	項目	人數	百分比 (%)
1. 推動在地食物網絡的觀念並維護在地飲食文化，是食農教育的一環。	答對	162	100.0	8. 食品工業化使得民眾更認識食物的來源。	答對	118	72.8
	答錯	0	0.0		答錯	44	27.2
	總和	162	100.0		總和	162	100.0
2. 進口食物的食物里程比臺灣在地食物低。	答對	153	94.4	9. 健康飲食強調盡量吃經由完善再加工處理的農產品。	答對	140	86.4
	答錯	9	5.6		答錯	22	13.6
	總和	162	100.0		總和	162	100.0
3. 農民為了增加生產量提高農藥使用量，對環境及人類都是可容許的事情。	答對	150	92.6	10. 食農教育特別講究「精緻食」的概念。	答對	154	95.1
	答錯	12	7.4		答錯	8	4.9
	總和	162	100.0		總和	162	100.0
4. 吃「當季」的食物能夠使當季的農產品賣得出去，農民也能受益。	答對	159	98.1	11. 食農教學活動設計主要培養飲食者盡量以獨自用餐為原則。	答對	158	97.5
	答錯	9	1.9		答錯	4	2.5
	總和	162	100.0		總和	162	100.0
5. 在食農教育的活動以盆栽或籃耕(籃子)方式也可以體驗農作物的栽種過程。	答對	149	92.0	12. 飲食前，除了感謝食物提供者及生產者外，更要感謝動植物提供人類飲食。	答對	162	100.0
	答錯	13	8.0		答錯	0	0.0
	總和	162	100.0		總和	162	100.0
6. 食農教育的最終目的是希望學習者能從活動參與中，經由親身操作與深度體驗，激盪出對農業和飲食的反省與思考。	答對	162	100.0	13. 食農教育的學習不必特別思考人類、土地與食物的關係。	答對	160	98.8
	答錯	0	0.0		答錯	2	1.2
	總和	162	100.0		總和	162	100.0
7. 食農教育要建立學習者具備簡單農事技巧及飲食烹飪能力，以避免飲食風險。	答對	147	90.7	14. 食農教育包含生命教育、環境教育、營養教育、健康教育及家政教育等。	答對	161	99.4
	答錯	15	9.3		答錯	1	0.6
	總和	162	100.0		總和	162	100.0

選擇題中答對比率平均在 86.89%以上，答錯比率較高是第 1 題、第 2 題、第 3 題、第 5 題及第 8 題，其中，第 1 題「下列何者非食農教育施行的目標？」答錯比率 14.2%，第 2 題「從個人角度而言，食農教育期望能幫助學習者學習的內容，下列何者為非？」答錯比率 14.8%，第 3 題「長期的食農教育之推動，更可以經由城鄉資源的交流，以及建立「地產地消」的農業食物網絡，最終達到幾個政策上目的，何者為非？」答錯比率 22.8%，第 8 題「農委會推動之四個農產品標章(四章)及生產責任追溯制度(一 Q)，下列圖中，何者為四章一 Q 之四章的標誌？」答錯比率 24.7% (表 5)。

表 5. 選擇題分析(N=162)

Table 5. Analysis of multiple choice questions (N=162)

選擇題	項目	人數	百分比 (%)	是非題	項目	人數	百分比 (%)
1. 下列何者非食農教育施行的目標？(1)提高國內糧食自給率(2)促進外銷，增加農民收入(3)促進社會對環保及生態的重視(4)傳統飲食文化的保存與復興。	答對	139	85.8	5. 食農教育希望學習者能「採取行動」，因此，為達成此效果的活動設計策略為以下何者？(1)觀察+解說，增進知識(2)觀察+解說+親手做，改變技能(3)現場實物觀察(4)觀察+解說+親手做，改變態度。	答對	137	84.6
	答錯	23	14.2		答錯	25	15.4
	總和	162	100.0		總和	162	100.0
2. 從個人角度而言，食農教育期望能幫助學習者學習的內容，下列何者為非？(1)認識食物的原始樣貌(2)思考人類與食物的關係(3)具備專業的農事技能及飲食烹調能力(4)建立良好食習慣，避免飲食風險。	答對	138	85.2	6. 下列何者為食農教育在教學或舉辦活動上的訴求？(1)學習如何烹煮美食、滿足個人的口腹之慾(2)到果園體驗採果，來一場物超所值或值回票價的大採收(3)以解說的方式來學習食物的來源和正確的飲食(4)任何體驗或活動都應該顧慮到對生態的衝擊及益於環境的永續發展。	答對	153	94.4
	答錯	24	14.8		答錯	9	5.6
	總和	162	100.0		總和	162	100.0
3. 長期的食農教育之推動，更可以經由城鄉資源的交流，以及建立「地產地消」的農業食物網絡，最終達到幾個政策上目的，何者為非？(1)提高飲食安全和糧食自給率(2)提升農民福祉及鄉村發展(3)降低農民生產成本(4)鼓勵永續性農業生產和消費方式。	答對	125	77.2	7. 四章一 Q 中，何者是生產過程完全不使用農藥與化肥的？(1)TAP 產銷履歷農產品(2)GAP 吉園圃(3)台灣有機農產品(4)產銷履歷 TGAP	答對	151	93.2
	答錯	37	22.8		答錯	11	6.8
	總和	162	100.0		總和	162	100.0

表 5. 選擇題分析(N=162) (續)

Table 5. Analysis of multiple choice questions (N=162) (continue)

選擇題	項目	人數	百分比 (%)	是非題	項目	人數	百分比 (%)
4. 在選擇農產品的過程中，何者非食農教育所提倡的主要理念？(1)當季盛產的農產品(2)當地生產的農產品(3)外觀亮麗的農產品(4)有四章一Q 驗證的農產品。	答對	161	99.4	8. 農委會推動之四個農產品標章(四章)及生產責任追溯制度(一Q)，下列圖中，何者為四章一Q 之四章的標誌？(1)CGHI(2)ABDF(3)DFGH(4)BCEH(5)BDFG。	答對	122	75.3
	答錯	1	0.6		答錯	22	24.7
	總和	162	100.0		總和	162	100.0

綜上，食農教育希望鼓勵消費者多吃真食物，而非加工後的食物，且受訪者對於食農教育的政策目標及四章一Q的政策方向瞭解程度有限，應加強地產地消、安全生產、健康飲食的構面能力，如食品產地來源辨識能力、國產食材採用能力、農產品標章辨識能力、食品安全認知能力、食品添加物標示辨識能力及飲食與人體健康關係之認知能力等。

#### (四) 食農教育態度

關於食農教育態度受訪者共有 162 位(39 位擔任過食農教育講師者及 123 位對擔任食農教育種子教師感到興趣者)，針對「願意選擇購買當季的食材」、「願意選擇標示產地來源安全的農產品」、「願意購買有標示生產者資訊的農產品」、「願意告訴大家安全食物的好處」、「盡量不吃有過度添加物的食品」、「喜歡與家人/親友同桌吃飯」、「採用完整的食材烹調，避免浪費」、「感謝土地提供物產及生產者的辛勞」70%以上受訪者表示非常同意。

「願意到採用國產食材的餐廳用餐」、「願意少吃進口的食物」、「願意購買形象不佳但仍可食用的農產品」、「願意鼓勵親友購買有安全標章的農產品」、「瞭解安全農產品標章種類的代表意義」、「願意體驗簡單的農生產產技能」、「願意參與農業體驗教學活動，與生產者建立交流信賴」、「喜歡栽培農/園作物」、「盡量在家烹調三餐飲食」50%以上受訪者表示非常同意。

關於「信任台灣安全農產品標章」、「喜歡養殖小動物」同意程度則呈現較為分歧的狀況(表 6)。

表 6. 食農教育態度資料分析(N=162)

Table 6. Analysis for attitudes toward food and farm education (N=162)

領域	題項	同意程度	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意	總和
地 產 地 消	1. 願意到採用國產食材的餐廳用餐	人數			5	54	103	162
		百分比(%)			3.1	33.3	63.6	100.0
	2. 願意少吃進口的食物	人數	1		16	54	91	162
		百分比(%)	0.6%		9.9	33.3	56.2	100.0
安 全 生 產	3. 願意選擇購買當季的食材	人數			3	24	135	162
		百分比(%)			1.9	14.8	83.3	100.0
	4. 願意購買形象不佳但仍可食用的農產品	人數		1	11	53	97	162
		百分比(%)		0.6	6.8	32.7	59.9	100.0
農 事 教 育	5. 願意選擇標示產地來源安全的農產品	人數			3	29	130	162
		百分比(%)			1.9	17.9	80.2	100.0
	6. 願意購買有標示生產者資訊的農產品	人數			6	34	122	162
		百分比(%)			3.7	21.0	75.3	100.0
	7. 願意鼓勵親友購買有安全標章的農產品	人數			13	52	89	162
		百分比(%)			8.0	32.1	54.9	100.0
	8. 瞭解安全農產品標章種類的代表意義	人數			10	46	106	162
		百分比(%)			6.2	28.4	65.4	100.0
	9. 信任台灣安全農產品標章	人數	1	4	21	65	71	162
		百分比(%)	0.6	2.5	13.0	40.1	43.8	100.0
	10. 願意體驗簡單的農產生產技能	人數	1	1	6	54	100	162
		百分比(%)	0.6	0.6	3.7	33.3	61.7	100.0
	11. 願意參與農業體驗教學活動，與生產者建立交流信賴	人數	1		6	44	111	162
		百分比(%)	0.6		3.7	27.2	68.5	100.0
	12. 喜歡栽培農/園作物	人數	1		17	54	90	162
		百分比(%)	0.6		10.5	33.3	55.6	100.0
	13. 喜歡養殖小動物	人數	5	17	49	44	47	162
		百分比(%)	3.1	10.5	30.2	27.2	29.0	100.0

表 6. 食農教育態度資料分析(N=162) (續)

Table 6. Analysis for attitudes toward food and farm education (N=162) (continue)

領域	題項	同意程度	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意	總和
健康飲食	14. 願意告訴大家安全食物的好處	人數			4	42	116	162
		百分比(%)			2.5	25.9	71.6	100.0
	15. 盡量不吃有過度添加物的食品	人數		1	4	40	117	162
		百分比(%)		0.6	2.5	24.7	72.2	100.0
	16. 盡量在家烹調三餐飲食	人數		1	15	52	94	162
		百分比(%)		0.6	9.3	32.1	58.0	100.0
飲食文化	17. 喜歡與家人/親友同桌吃飯	人數		1	4	39	118	162
		百分比(%)		0.6	2.5	24.1	72.8	100.0
	18. 採用完整的食材烹調，避免浪費	人數			4	42	116	162
		百分比(%)			2.5	25.9	71.6	100.0
19. 感謝土地提供物產及生產者的辛勞	人數			2	20	140	162	
	百分比(%)			1.2	12.3	86.4	100.0	

## 二、探討基本資料的影響因素

從基本資料相互之間進行二維關聯分析(卡方檢定)，所呈現顯著性有教育程度與擔任食農教育種子教師意願、性別與自己是否會烹調餐點、主要職業(農業、非農業)，臚述如后：

### (一) 教育程度與擔任食農教育種子教師意願

以卡方檢定分析結果發現：教育程度與是否願意擔任食農教育種子教師有顯著差異(表 7)， $X^2(2, N=192)=9.97$ ,  $p=0.007$ ,  $\Phi=0.23$ 。在大學(專科)教育程度不願意擔任食農教育種子教師(58%)比率高於高中(職)以下(24.6%)及研究所以上(17.4%)，此外，大學(專科)教育程度願意擔任食農教育種子教師(51.2%)比率高於研究所以上(36.6%)及高中(職)以下(12.2%)。總體而言，願意擔任種子教師高於不願意擔任種子教師，其中以大學(專科)願意擔任種子教師的比率較高。

表 7. 教育程度與擔任食農教育種子教師意願的列聯表(N=192)

Table 7. Contingency table of education background and willingness to be seed teachers (N=192)

是否願意擔任食農 教育種子教師		高中職以下	大學(專科)	研究所以上	總和
不願意擔任 種子教師	N	17	40	12	69
	百分比(%)	24.6	58.0	17.4	100.0
願意擔任 種子教師	N	15	63	45	123
	百分比(%)	12.2	51.2	36.6	100.0

註： $X^2(2, N=192)=9.97, p=0.007^{**}$

## (二) 性別與自己是否會烹調餐點

以卡方檢定分析結果發現：自己是否會烹調餐點與不同性別間有顯著差異(表 8)， $X^2(1, N=231)=15.46, p=0.000, \Phi=0.26$ 。會自己烹調餐點的女性比率(64.4%)顯高於男性(35.6%)，不會自己烹調餐點的男性比率(70.3%)高於女性(29.7%)，表示女性較會自己烹調餐點。

表 8. 自己是否烹調餐點與性別的列聯表(N=162)

Table 8. Contingency table of gender and self-catering (N=162)

自己是否烹調餐點		男性	女性	總和
會自己烹調餐點	N	69	125	194
	百分比(%)	35.6	64.4	100.0
不會自己烹調餐點	N	26	11	37
	百分比(%)	70.3	29.7	100.0

註： $X^2(1, N=231)=15.46, p=0.000^{**}$

## (三) 性別與職業(農業、非農業)

以卡方檢定分析結果發現：職業(農業、非農業)與不同性別間有顯著差異(表 9)， $X^2(1, N=231)=10.41, p=0.001, \Phi=0.21$ 。職業與非農業相關的女性比率(69.6%)顯高於男性(30.4%)，主要職業與農業相關的男性比率(51.3%)高於女性(48.7%)。

表 9. 性別與職業(農業、非農業)的列聯表(N=162)

Table 9. Contingency table of vocation(agriculture, non-agriculture) and gender (N=162)

主要職業		男性	女性	總和
農業相關	N	61	58	119
	百分比(%)	51.3	48.7	100.0
非農業相關	N	34	78	112
	百分比(%)	30.4	69.6	100.0

註： $X^2(1, N=231)=10.41, p=0.001^*$

### 三、探討所需培訓項目的影響因素

從基本資料與所需培訓項目之間進行二維關聯分析(單因子變異數分析、獨立樣本 T 檢定)，所呈現顯著性有教育程度與進餐禮儀、食農教育方面訓練與農業社會責任與倫理、主要職業(農業、非農業)與校園栽培農作物規劃，說明如下：

#### (一) 教育程度對於所需培訓項目中「進餐禮儀」

以單因子變異數分析(ANOVA)結果發現：不同教育程度在對於所需培訓項目中飲食文化領域「進餐禮儀」有顯著差異(表 10)， $F(2, 159)=4.229, p=0.016, \eta^2=0.051$ 。Scheffe 事後比較顯示高中(職)以下( $M=4.26, SD=0.73$ )與大學(專科)( $M=3.79, SD=1.05$ )沒有顯著差異( $p=0.2$ )、大學(專科)與研究所以上沒有顯著差異( $p=0.25$ )、高中(職)以下與研究所及以上( $M=3.50, SD=1.08$ )有顯著差異( $p=0.02$ )，高中(職)以下顯著大於研究所以上( $p=0.02$ )，表示高中(職)以下比研究所以上認為飲食文化領域中的「進餐禮儀」很重要。

表 10. 不同教育程度對於所需培訓項目中「進餐禮儀」之 ANOVA(N=162)

Table 10. ANOVA analysis of the demand for dining etiquette in training program (N=162)

變異來源	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$
教育程度	8.970	2	4.485	4.229	0.016*	0.051
誤差	168.616	159	1.060			
總和	177.586	161				

註：\* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$  \*\*\* $p<0.001$

## (二) 食農教育方面訓練與所需培訓項目中「農業社會責任與倫理」

以獨立樣本 T 檢定分析結果發現：是否接受食農教育方面訓練與所需培訓項目中「農業社會責任與倫理」有顯著差異(表 11)， $t(123.47)=2.86$ ， $p=0.005$ ， $d=0.475$ 。表示在所需培訓項目中「農業社會責任與倫理」，沒有接受過食農方面的訓練( $M=4.20$ ,  $SD=1.012$ )大於有接受過食農方面的訓練( $M=3.68$ ,  $SD=1.205$ )，表示未接受過食農教育訓練者對於「農業社會責任與倫理」課程有其需求。

表 11. 是否接受食農教育方面訓練與所需培訓項目中「農業社會責任與倫理」之 t 檢定 (N=162)

Table 11. T test for the acceptance for training agriculture social responsibility and ethics in food and farm education (N=162)

地產地消領域	平均值(標準差)		自由度	t 值	p	效果量(d)
	有接受過食農方面的訓練(N=66)	沒有接受過食農方面的訓練(N=96)				
農業社會責任與倫理	3.68(1.205)	4.20(1.012)	123.47	2.86	0.005**	0.475

註：\* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$  \*\*\* $p<0.001$

## (三) 職業與所需培訓項目中「校園栽培農作物規劃」

以獨立樣本 T 檢定分析結果發現：職業與所需培訓項目中「校園栽培農作物規劃」有顯著差異(表 12)， $t(160)=-2.152$ ， $p=0.033$ ， $d=0.342$ 。表示在所需培訓項目中「校園栽培農作物規劃」，職業非農業相關( $M=4.29$ ,  $SD=0.889$ )大於與農業相關( $M=3.95$ ,  $SD=1.088$ )，表示非農業相關者對於「校園栽培農作物規劃」有其需求。

表 12. 職業與所需培訓項目中「校園栽培農作物規劃」之 t 檢定(N=162)

Table 12. T test of vocation and the demand for in-school farming plan (N=162)

地產地消領域	平均值(標準差)		自由度	t 值	p	效果量(d)
	與農業相關(N=82)	與非農業相關(N=80)				
校園栽培農作物規劃	3.95(1.088)	4.29(0.889)	160	-2.152	0.033*	0.342

註：\* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$  \*\*\* $p<0.001$

#### 四、探討食農教育相關知識的影響因素

從基本資料與食農教育相關知識之間進行二維關聯分析(獨立樣本 T 檢定)，所呈現顯著性為職業(農業、非農業)與食農教育相關知識(是非題、選擇題)總分，以獨立樣本 T 檢定分析結果發現：職業與食農教育相關知識(是非題、選擇題)總分有顯著差異(表 13)， $t(160)=-2.16$ ， $p=0.03$ ， $d=0.336$ 。表示在食農教育相關知識總分上，非農業相關( $M=20.46$ ,  $SD=1.492$ )高於與農業相關( $M=19.88$ ,  $SD=1.927$ )，表示非農業相關者較具備食農教育相關知識。

表 13. 職業與食農教育相關知識(是非題、選擇題)總分之 t 檢定(N=162)

Table 13. T test of vocation and knowledge on food and farm education(true or false question) (N=162)

食農教育 相關知識	平均值(標準差)		自由度	t 值	p	效果量(d)
	與農業相關 (N=82)	與非農業相關 (N=80)				
是非題、選擇題 總分	19.88(1.927)	20.46(1.492)	160	-2.16	0.03*	0.336

註：\* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$  \*\*\* $p<0.001$

#### 五、探討食農教育態度的影響因素

從基本資料與食農教育態度之間進行多維關聯分析(一般線性迴歸)、二維關聯分析(單因子變異數分析、卡方檢定)，所呈現顯著性有教育程度與食農教育態度、教育程度與喜歡養殖小動物、職業(農業、非農業)與喜歡養殖小動物、性別與感謝土地提供物產及生產者的辛勞、自己烹調餐點與盡量在家烹調三餐飲食，臚述如后：

##### (一) 教育程度與食農教育態度之關係

以一般線性迴歸分析結果顯示，在考慮其他變項下，願意選擇標示產地來源安全的農產品和教育程度有顯著關係(表 14)， $\beta=-0.54$ ， $p=0.04$ ，表示願意選擇標示產地來源安全的農產品越同意，則教育程度越低；願意購買有標示生產者資訊的農產品和教育程度有顯著關係， $\beta=0.47$ ， $p=0.01$ ，表示願意選擇標示生產者資訊的農產品越同意，則教育程度越高；喜歡養殖小動物與教育程度有顯著關係， $\beta=-0.23$ ， $p=0.01$ ，表示喜歡養殖小動物越同意，則教育程度越低。

表 14. 食農教育態度與教育程度之線性迴歸(N=162)

Table 14. Regression analysis of attitudes toward food and farm education and education background (N=162)

食農教育態度	教育程度		
	B	SE B	$\beta$
1.願意到採用國產食材的餐廳用餐	0.21	0.15	0.17
2.願意少吃進口的食物	-0.10	0.10	-0.11
3.願意選擇購買當季的食材	0.22	0.21	0.15
4.願意購買形象不佳但仍可食用的農產品	-0.07	0.11	-0.07
5.願意選擇標示產地來源安全的農產品	-0.77*	0.27	-0.54*
6.願意購買有標示生產者資訊的農產品	0.59*	0.23	0.47*
7.願意鼓勵親友購買有安全標章的農產品	0.02	0.17	0.02
8.瞭解安全農產品標章種類的代表意義	-0.13	0.16	-0.12
9.信任台灣安全農產品標章	-0.14	0.09	-0.17
10.願意體驗簡單的農產生產技能	-0.04	0.17	-0.04
11.願意參與農業體驗教學活動，與生產者建立交流信賴	0.28	0.19	0.26
12.喜歡栽培農/園作物	0.09	0.11	0.10
13.喜歡養殖小動物	-0.14*	0.06	-0.23*
14.願意告訴大家安全食物的好處	0.04	0.18	0.03
15.盡量不吃有過度添加物的食品	-0.04	0.15	-0.04
16.盡量在家烹調三餐飲食	-0.15	0.11	-0.15
17.喜歡與家人/親友同桌吃飯	-0.06	0.17	-0.05
18.採用完整的食材烹調，避免浪費	0.09	0.19	0.07
19.感謝土地提供物產及生產者的辛勞	-0.12	0.25	-0.07
R <sup>2</sup>	0.19		
Adj R <sup>2</sup>	0.08		
F	1.77*		
df	(19,142)		

註：\*p&lt;0.05 \*\*p&lt;0.01 \*\*\*p&lt;0.001

## (二) 教育程度與食農教育態度中「喜歡養殖小動物」

以單因子變異數分析(ANOVA)結果發現：不同教育程度在對於食農教育態度中「喜歡養殖小動物」有顯著差異(表 15)， $F(2,159)=4.051$ ， $p=0.019$ ， $np^2=0.048$ 。Scheffe 事後比較顯示高中(職)以下( $M=4.32$ ,  $SD=0.82$ )與大學(專科)( $M=3.67$ ,  $SD=1.08$ )沒有顯著差異( $p=0.06$ )、大學(專科)與研究所以上沒有顯著差異( $p=0.71$ )、高中(職)以下與研究所及以上( $M=3.52$ ,  $SD=1.13$ )有顯著差異( $p=0.02$ )，高中(職)以下顯著大於研究所以上( $p=0.02$ )，表示高中(職)以下比研究所以上較喜歡養殖小動物。

表 15. 不同教育程度對於食農教育態度中「喜歡養殖小動物」之 ANOVA(N=162)

Table 15. ANOVA analysis of different education background and attitudes toward small animal keeping (N=162)

變異來源	SS	df	MS	F	p	np <sup>2</sup>
教育程度	9.355	2	4.678	4.051	0.019*	0.048
誤差	183.589	159	1.155			
總和	192.944	161				

註：\* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$  \*\*\* $p<0.001$

## (三) 職業與食農教育態度中「喜歡養殖小動物」

以獨立樣本 T 檢定分析結果發現：職業與食農教育態度中「喜歡養殖小動物」有顯著差異(表 16)， $t(160)=-2.603$ ， $p=0.010$ ， $d=-0.409$ 。表示在食農教育態度中「喜歡養殖小動物」，農業相關( $M=3.90$ ,  $SD=1.050$ )大於與非農業相關( $M=3.46$ ,  $SD=1.102$ )，表示農業相關者較喜歡養殖小動物。

表 16. 職業與食農教育態度中「喜歡養殖小動物」之 t 檢定(N=162)

Table 16. ANOVA analysis of vocation and attitudes toward small animal keeping (N=162)

食農教育態度	平均值(標準差)		自由度	t 值	p	效果量(d)
	與農業相關 (N=82)	與非農業相關 (N=80)				
喜歡養殖小動物	3.90(1.050)	3.46(1.102)	160	2.603	0.010*	-0.409

註：\* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$  \*\*\* $p<0.001$

#### (四) 性別與食農教育態度中「感謝土地提供物產及生產者的辛勞」

以卡方檢定分析結果發現：食農教育態度中「感謝土地提供物產及生產者的辛勞」與不同性別間有顯著差異(表 17)， $X^2(2, N=162)=5.63$ ,  $p=0.004$ ,  $\Phi=0.186$ 。食農教育態度中「感謝土地提供物產及生產者的辛勞」表示非常同意的女性比率(63.6%)顯高於男性(36.4%)，表示同意的男性比率(11%)高於女性(9%)，表示普通的男性比率(100%)高於女性。

表 17. 性別與食農教育態度中「感謝土地提供物產及生產者的辛勞」的列聯表(N=162)

Table 17. Contingency table of gender and attitudes toward “gratitude towards land and farmers” (N=162)

感謝土地提供物產及生產者的辛勞		男性	女性	總和
普通	N	2	0	2
	百分比(%)	100.0	0.0	100.0
同意	N	11	9	20
	百分比(%)	55.0	45.0	100.0
非常同意	N	51	89	140
	百分比(%)	36.4	63.6	100.0

註： $X^2(2, N=162)=5.63$ ,  $p=0.004^*$

#### (五) 自己烹調餐點與食農教育態度中「盡量在家烹調三餐飲食」

以獨立樣本 T 檢定分析結果發現：是否自己烹調餐點與食農教育態度中「盡量在家烹調三餐飲食」有顯著差異(表 18)， $t(160)=-2.603$ ,  $p=0.010$ ,  $d=-0.409$ 。表示在食農教育態度中「盡量在家烹調三餐飲食」，自己會烹調餐點( $M=4.52$ ,  $SD=0.680$ )大於自己不會烹調餐點( $M=4.16$ ,  $SD=0.688$ )。

表 18. 是否自己烹調餐點與食農教育態度中「盡量在家烹調三餐飲食」之 t 檢定(N=162)

Table 18. T test of self-catering and attitude towards “three meals per day at home” in food and farm education (N=162)

食農教育態度	平均值(標準差)		自由度	t 值	p	效果量(d)
	自己會烹調餐點 (N=143)	自己不會烹調餐 點(N=19)				
盡量在家烹調 三餐飲食	4.52(0.680)	4.16(0.688)	160	-2.162	0.032*	-0.529

註：\* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$  \*\*\* $p<0.001$

## 結論與建議

### 一、研究結論

本研究則進一步瞭解食農教育種子教師之所需培訓技能的需求，針對學校教師、農友、消費者對食農教育之認知，並嘗試規劃學校支援型種子教師課程及教材內容，分成基本資料、所需培訓項目、食農教育相關知識及食農教育態度加以論述如后：

#### (一) 基本資料

231 份有效問卷，其中 66 位有接受過食農教育方面訓練的受訪者，主要以講座或專題演講、體驗活動為主，訓練時數平均 41 小時，此外，受訪者中大學(專科)較願意擔任食農教育種子教師，非農業者相關以女性居多，且非農業相關者在食農教育相關知識(是非題、選擇題)總分上高於農業相關者。每週外食的次數平均 5.7 次，與家人最常共食時間主要是晚餐，會自己烹調的時間主要是晚餐，且會自己烹調餐點的女性顯高於男性。

#### (二) 所需培訓項目

非農業相關者對於「校園栽培農作物規劃」課程需求較高，而未接受過食農教育訓練者對於「農業社會責任與倫理」課程認為有其需求，高中(職)以下認為飲食文化領域中的「進餐禮儀」很重要，研究所以較願意選擇標示生產者資訊的農產品。敘述性統計呈現 50% 以上受訪者表示非常需要，以下的訓練課程如：「在地及季節性農作物生產」、「低碳飲食及綠色消費」、「農業生產與環境資源永續」、「農業生產用藥安全(農作/畜產/水產)」、「友善耕作及有機農業」、「農事教案及體驗活動規劃」、「健康飲食與消費行為」等。

#### (三) 食農教育相關知識

食農教育希望鼓勵消費者多吃真食物，而非加工後的食品，且受訪者對於食農教育的政策目標及四章一 Q 的政策方向瞭解程度有限，應加強產地消、安全生產、健康飲食的構面能力，如食品產地來源辨別能力、國產食材採用能力、農產品標章辨別能力、食品安全認知能力、食品添加物標示辨別能力及飲食與人體健康關係之認知能力等。

#### (四) 食農教育態度

受訪中女性較男性同意「感謝土地提供物產及生產者的辛勞」；從職業來看，農業相關者及高中(職)以下較喜歡養殖小動物，同時願意選擇標示產地來源安全的農產品；表示在食農教育態度中「盡量在家烹調三餐飲食」，自己會烹調餐點大於自己不會烹調餐點。敘述性統計呈現 70% 以上受訪者表示非常同意，以下的態度行為如：「願意選擇購買當季的食材」、「願意選擇標示產地來源安全的農產品」、「願意購買有標示生產者資訊的農產品」、「願意告訴大家安全食物的好處」、「盡量不吃有過度添加物的食品」、「喜歡與家人/親友同桌吃飯」、「採用完整的食材烹調，避免浪費」、「感謝土地提供物產及生產者的辛勞」等。

## 二、研究建議

本研究建議食農教育種子師資培訓受訓總時數 49 小時，可分成地產地消、安全生產、農事教育、健康飲食及飲食文化等五個構面，課程分成必修及選修課程(表 19)，課程類別有核心課程、主題課程、進階課程及實作課程(表 20)，必修課程由各試驗改良場共同規劃，選修課程則依照專業進行課程的開設，如國產食材及在地消費、有機耕種及永續生產、農(漁)事生產田間作業可分別由農試所、水試所、畜試所及林試所進行規劃設計，培訓教師再依照其不同需求進行上課。

表 19. 食農教育種子師資課程能力指標

Table 19. Food and farm education seed teachers ability index

主題構面	能力指標	必(選)修課程	
		必修課	選修課
1.地產地消	1-1 食品產地來源辨別能力	V	V
	1-2 國產食材採用能力	V	
	1-3 低碳與綠色飲食執行能力		V V
	1-4 資源永續推廣能力		V
農 育 2.安全生產	2-1 農產品標章辨識能力(四章一 Q)	V	V
	2-2 農產品用藥認知能力	V	
	2-3 有機友善生產認知能力		V V
	2-4 農業生產與環境影響認知能力		V
3.農事教育	3-1 在地農作物產期與生產方式認知能力	V	
	3-2 農事生產體驗活動辦理能力		V
	3-3 農事課程教案發展能力		V
4.健康飲食	4-1 食品安全認知能力	V	V
	4-2 食品添加物標示辨識能力		V
	4-3 均衡飲食習慣養成能力	V	
	4-4 飲食與人體健康關係之認知能力	V	
食 育 5.飲食文化	5-1 培養感恩惜食態度	V	V
	5-2 食物調理能力	V	V
	5-3 鄉土料理傳承與推廣能力		V V
	5-4 國際多元飲食文化特色認知能力		V

表 20. 食農教育種子師資課程科目與對應能力指標

Table 20. Curriculum of food and farm education seed teachers and responding abilities index

必(選)修課程	課程科目	上課時數	課程類別	能力指標
必修課程 (34 小時)	食農教育概論	3 小時	核心課程	1-1,4-4,5-1
	飲食選擇與健康	3 小時	核心課程	2-1,4-1
	國產食材認識	3 小時	核心課程	1-1,1-3
	友善耕種及安全生產	3 小時	核心課程	2-2,3-1
	在地食物與安全	3 小時	核心課程	1-1,2-1
	在地飲食文化	3 小時	核心課程	1-2,5-1
	在地農產認識	3 小時	主題課程	1-1,1-3
	食品安全認知	3 小時	主題課程	2-1,2-3
	均衡飲食攝取與綠色飲食	3 小時	主題課程	1-2,4-3,5-2
	飲食調理技能	3 小時	主題課程	5-3
	農事生產體驗活動	4 小時	實作課程	3-2
選修課程 (25 小時)	國產食材及在地消費	3 小時	進階課程	1-3,1-4
	有機耕種及永續生產	3 小時	進階課程	1-4,2-3,2-4
	農(漁)事生產田間作業	3 小時	進階課程	1-4,2-3,2-4
	飲食及消費行為	3 小時	進階課程	1-3,4-1
	食物加工品製備	3 小時	進階課程	4-1,4-2
	在地飲食文化及烹調	3 小時	進階課程	5-2,5-3
	城鄉交流等活動	7 小時	實作課程	3-3,5-3,5-4

此外，建議能在“食農教育教學資源平台”建立「食農教育種子教師資料庫」，提供結訓後種子教師的相關資料，如師資姓名、職稱、現職(或單位)、專長課程、可服務區域或縣市、學經歷等資訊，供有需要的學校可以進行聯繫，藉以減輕教師的授課負擔，以提供具備食農教育專業能力的講師，從認知(知識)開始，逐漸改變情意(態度)，最後能擁用技能(能力)，除具備農業生產的技能外，期待藉此改善人與食物的關係，重建人際的情感，並喚起對土地的關懷。

## 致 謝

本試驗研究承蒙新北市農會、桃園市農會、觀音區農會協助問卷之填答，使得研究工作得以順利完成。謹此致謝！

## 參考文獻

- 林如萍。2017。食農教育之推展策略(一)學校教育實施之概念架構分析。國立臺灣師範大學產學合作計畫研究報告。
- 張瑋琦、林品辰、顏建賢。2011。農村綠色飲食與食育推廣方案之研究。行政院農業委員會 100 年度科技計畫。
- 董時叡、蔡嫦娟。2012。農村綠色生活推廣方案規劃研究：食農教育課程規劃設計。台灣農業推廣文彙。P.48。
- 戴介三、賴信忠。2017。學校支援型食農教育推動模式之研究-以北部地區為例。107 年度農業推廣研討會手冊。P.154。
- Powell, D., Agnew, D., and Trexler, C.(2008). Agricultural literacy: Clarifying a vision for practical application. *Journal of Agricultural Education*, 49(1):85-98.

# **A Study on the School Supporting Type Teaching Material of Food and Farming Education -A Case Study in Northern Taiwan**

Chieh-San Tai, Shin-jong Lay, Tsung-Hua Lee

Assistant Researcher, Associate Researcher, Assistant Researcher. Repectively, Taoyuan DARES, COA.

cstai@tydais.gov.tw

## **Abstract**

Teaching materials and abilities were previously analyzed in 2017. In 2018, the needs of seed teachers and their skill requirements are investigated via questionnaires. The research objects are school teachers, farmers and consumers who live in northern Taiwan. Questionnaires can be divided into four parts: background information, needed training courses, knowledge on food and farm education (FFE), and attitudes toward FFE. 231 questionnaires are valid and respondents' background, influential factors, and needed training courses, factors influencing FFE knowledge and attitude are analyzed. 66 respondents have experience in FFE training with lectures and experience activities and the average training hour is 41. In addition, respondents with university or junior college degree are more willing to be seed teachers for FFE, respondent with high school degree or below think dining etiquette is important, respondents with non-agriculture background demands more training course on "Cultivation Planning on Campus ", and those who never took FFE before thinks course on "Agriculture Responsibility and Ethnics" is necessary. Female respondents agree with "Being Grateful for Land and Growers" more than male respondents. The results suggest that trainees for FFE seed teachers can be divided into 4 categories which are FFE advocates, FFE basic instructors, FFE instructors, FFE seed teachers, and each category can be given a different curriculum. The five construct for basic curriculum are locavore, food safety, farming education, healthy diet and food culture, and curriculum can be categorized into mandatory and/or selective courses, which include core, topic-oriented, advanced, and exercise courses.

Key words: school support type, food and farming education, teacher training, curriculum planning

