

Bacillus safensis TC3-1S 與蚵殼粉複合特性及 應用於甜瓜育苗之研究¹

曾宥紘、郭雅紋、林欣余²

摘 要

Bacillus safensis TC3-1S 可於含 5% 氯化鈉及 pH 10 之 NB 培養基中生長，經 2 天培養，菌數分別可達 10^7 及 10^8 CFU/ml，具耐鹽鹼特性；培養於含磷酸三鈣液態培養基，經 5 天培養，可釋出 147.6 ± 5.4 mg/L 水溶性磷，具溶磷能力。菌株 TC3-1S 培養於 1% 糖蜜、1% 菜籽粕及 0.5% 酵母粉，經 6 天培養後與滅菌之蚵殼粉進行複合，於室溫儲放 7 個月內，菌數可達 10^8 CFU/g 以上，並可顯著降低蚵殼粉水溶性鈉含量。菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合物添加至含羽毛土或豆粕之液態培養基，經 6 天培養後菌株 TC3-1S 之菌數皆可達 10^9 CFU/ml，且培養液具溶磷能力，顯示複合物可作為菌株 TC3-1S 之固態菌劑使用。甜瓜育苗於含菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合物之泥炭介質 (Peat-TC3-1S)，其種子發芽率可達 80% 與種植於泥炭處理組無顯著差異。然而育苗於含無菌培養基與蚵殼粉複合物之泥炭介質 (Peat-sterile med-oys) 或含蚵殼粉之泥炭介質 (Peat-oys)，其發芽率分別為 60% 及 47%。甜瓜育苗於 Peat-TC3-1S 介質中，其根內菌數 $4.6 \pm 0.9 \times 10^3$ CFU/g 且菌落型態單一，經 BOX-PCR 分析，與菌株 TC3-1S 之 PCR 圖譜一致，顯示菌株 TC3-1S 可藉由蚵殼粉載體進入甜瓜根內，作為根內菌之應用。

關鍵詞：*Bacillus safensis*、蚵殼粉、載體、溶磷菌、甜瓜育苗

前 言

蚵殼主成分為碳酸鈣，含有 37.4% 鈣、0.59% 鈉及 0.27% 鎂⁽⁶⁾，其表面呈多孔性，耐熱、耐壓且比重大於水。研究指出蚵殼中的有機物主要為幾丁質與蛋白質，經堆積將導致蚵殼堆積物溫度上升，顯示微生物分解有機物之跡象⁽⁷⁾。新鮮蚵殼酸鹼度約 8.4，氯化鈉含量約 0.54%，蚵殼經堆積 1 年後，其酸鹼度會上升至 9.9，而鈉含量降低至 0.23%⁽⁸⁾。前人曾自蚵殼中篩選出幾丁質分解菌，如 *Bacillus licheniformis* CBFOS-03⁽²⁾；另有研究發現微生物可附著於蚵殼表面生長，形成生物膜⁽³⁾，顯示微生物與蚵殼具有複合應用之潛力。本試驗欲瞭解篩選之 *Bacillus safensis* TC3-1S 與蚵殼粉複合能力，及其複合物應用於有機液肥製作及甜瓜育苗效益，以提高廢棄蚵殼循環再利用之價值。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0963 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、約僱技術員。

材料與方法

一、菌株篩選及鑑定

本試驗於彰化縣伸港鄉蚵道周圍採集土壤並篩選出菌株 TC3-1S，篩選之菌株委外進行 16S rDNA 序列分析。

二、菌株 TC3-1S 生理特性分析

本試驗配製 pH 9 及 pH 10 之 NB (nutrient broth, Difco) 培養液，以 1 N 鹽酸或 1 N 氫氧化鈉調整 pH 後，經 0.20 μm 過濾膜過濾後，分裝 5 ml 於滅菌試管中備用。另配製含 0%、3% 及 5% 氯化鈉含量之 5 ml NB 經高溫高壓滅菌後備用。接種菌株 TC3-1S 之單一菌落於上述培養基，於室溫經 100 rpm 震盪培養 2 天後，稀釋塗抹於 NA (nutrient broth agar)，於 30°C 培養 3-5 天後進行菌數測定。另，接種菌株 TC3-1S 之單一菌落於 5 ml 之 NB 培養基，於 30°C、40°C、45°C 及 50°C 水浴槽中以 60 rpm 震盪培養 2 天，稀釋塗抹於 NA 培養基，於 30°C 培養 3-5 天後進行菌數測定。以上處理皆以 3 重複進行。

三、菌株 TC3-1S 功能性分析

菌株之溶磷能力為挑選菌株 TC3-1S 之單一菌落至磷酸三鈣固態培養基(Ca-P agar)及 50 ml 磷酸三鈣培養基中，於 30°C 培養 5 天後，測量固態培養基之菌落與透明圈直徑。另液態培養於 30°C、120 rpm 震盪培養 5 天，以鉬黃法分析液態培養基之可溶性磷含量。培養基配製及溶磷活性檢測參照肥料檢驗方法 (方法編號 AFS3183-1)。菌株分解蛋白質能力分析，為挑選菌株 TC3-1S 之單一菌落至 skim milk agar (Difco) 中央並於 30°C 培養 5 天後，量測培養基之菌落與透明圈直徑。以上處理皆以 3 重複進行。

四、菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合能力分析

本試驗將蚵殼粉進行高溫高壓滅菌(121°C，15 psi)。菌株 TC3-1S 培養於 1% 糖蜜、1% 菜籽粕(三木實業有限公司，N-P₂O₅-K₂O=6-2-1)及 0.5% 酵母粉之 50 ml 液態培養基中，於 30°C 及 120 rpm 震盪培養 6 天後，取菌液與滅菌之蚵殼粉，以 1:5 比例混拌均勻後，置放於滅菌之儲存盒(直徑 10 cm，高 12 cm)中，於室溫放置不同時間後，取定量蚵殼粉複合物稀釋塗抹於 NA 培養基，於 30°C 培養後進行菌數測定。培養基之菌落是否為原接種菌株 TC3-1S，除以菌落型態判斷外，另以 BOX-PCR 分析⁽⁵⁾，PCR 條件為 95°C 5 min，95°C 1 min、60°C 1 min、72°C 1 min 35 cycle，72°C 7 min，以確認其為菌株 TC3-1S。蚵殼粉與菌株 TC3-1S 之複合物經 1:10 水萃後，進行水萃液之 pH、EC 及鈉含量分析。

五、菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合物應用於有機液肥製作

本試驗添加 0.05 g 之菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合物 (複合 60 天)，於滅菌之 50 ml 含(1) 1% 糖蜜+5% 菜籽粕 (N-P₂O₅-K₂O=6-2-1)、(2) 1% 糖蜜+5% 羽毛土((N-P₂O₅-K₂O=12-0.6-0.1，取

自興隆羽毛股份有限公司)之液態培養基，於 30°C 經 120 rpm 震盪培養 6 天後進行菌數、培養液養分及溶磷能力分析。溶磷能力分析為取 100 μ L 培養液於含磷酸三鈣培養基，於 30°C、120 rpm 震盪培養 5 天，以鉬黃法分析液態培養基之可溶性磷含量。對照組為添加 100 μ L 滅菌之培養液。

六、甜瓜育苗試驗

本試驗應用菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合物、無菌培養基(1%糖蜜、1%菜籽粕及 0.5%酵母粉)與蚵殼粉複合物及蚵殼粉，分別與泥炭以 1:5 (w/w)均勻混拌，進行甜瓜(嘉玉, *Cucumis melo* L.)種子育苗，各處理之育苗介質為 (1)泥炭 (peat)、(2)泥炭與菌株 TC3-1S 之蚵殼粉複合物混拌 (peat-TC3-1S)、(3)泥炭與無菌培養基之蚵殼粉複合物混拌 (peat-sterile med-oys)、(4)泥炭與蚵殼粉混拌 (peat-oys)。試驗於 2019 年 7 月 17 日以 100 孔穴盤進行育苗。每處理 3 重複。試驗期間調查發芽率、根長及全株植株鮮重與乾重。

甜瓜幼苗根內菌篩選依據 Moronta-Barrios 等人方法並做些微修正⁽¹¹⁾。甜瓜幼苗根先經自來水沖洗，並置放於雙層擦手紙中，以去除多餘水分，取 2 g 根先經 70%酒精浸泡搖晃 1 min，倒除酒精後添加 1.2%次氯酸鈉溶液，以 80 rpm 震盪 15 min 後，以無菌水沖洗 6 次，取根至研鉢中並添加 2 ml 無菌食鹽水(0.85%氯化鈉)，搗出汁液經連續稀釋塗抹於 NA 及 Ca-P agar，經 3-6 天培養後，於 Peat-TC3-1S 處理組挑選菌落型態與菌株 TC3-1S 相似者，經繼代純化後，抽取 DNA⁽¹³⁾進行 BOX-PCR 分析，對照組為取 peat-sterile med-oys 之菌落進行 DNA 萃取及 BOX-PCR，以確認菌株 TC3-1S 是否可進入甜瓜根內。無菌確認為取上述最後一次無菌水洗根液 100 μ L，分別接種於 5 ml NB 及直接塗抹於 NA 培養基，經培養確認無菌程序是否完整。

七、蚵殼粉水萃液及液肥養分分析

蚵殼粉或其複合物之 1:10 水萃液及有機液肥，以電極測定 pH 及 EC，氮用微量擴散法測定⁽⁴⁾，磷用比色法定量⁽¹²⁾，鉀及鈉用火焰光度計測定，鈣及鎂用原子吸收光譜儀分析。

結果與討論

一、菌株生理特性

Bacillus safensis TC3-1S 接種於 pH 9 及 pH 10 之 NB 液態培養基，經 2 天培養，於 pH 9 培養液之菌數為 $4.4 \pm 0.2 \times 10^8$ CFU/ml，而 pH 10 之菌數為 $6.1 \pm 0.1 \times 10^8$ CFU/ml，顯示菌株 TC3-1S 具有於高 pH 環境中生長之特性。菌株 TC3-1S 接種於 3%及 5%氯化鈉之液態 NB 培養基，經 2 天培養後，其菌數分別為 $5.5 \pm 0.4 \times 10^8$ CFU/ml 及 $4.4 \pm 0.7 \times 10^7$ CFU/ml，顯示菌株具有耐鹽特性。蚵殼經高溫煨燒，碳酸鈣轉化成氧化鈣，常導致成品 pH 值較高且因含有鈉鹽，其 EC 值亦高，菌株 TC3-1S 之生理特性具有與蚵殼粉複合之潛力。另，菌株 TC3-1S 於 30°C 培養菌數為 $2.3 \pm 0.9 \times 10^9$ CFU/ml，45°C 以上高溫培養菌數呈下降趨勢，於 40°C 培養菌數

$5.4 \pm 0.4 \times 10^8$ CFU/ml, 45°C 培養菌數 $3.3 \pm 0.7 \times 10^7$ CFU/ml, 而於 50°C 培養菌數 $7.9 \pm 3.2 \times 10^6$ CFU/ml。

二、菌株功能性分析

菌株 TC3-1S 培養於磷酸三鈣液態培養基, 經 5 天培養, 可釋出 147.6 ± 5.4 mg/L 的水溶性磷, 培養於磷酸三鈣固態培養基, 菌落直徑 0.3 ± 0.0 cm, 含透明圈直徑 0.67 ± 0.05 cm, 培養於 skim milk 固態培養基, 菌落直徑 0.5 ± 0.0 cm, 含透明圈直徑 2.3 ± 0.1 cm。菌株 TC3-1S 具溶磷及分解蛋白質能力。

三、菌株與蚵殼粉複合能力分析

菌株 TC3-1S 培養於 1% 糖蜜、1% 菜籽粕及 0.5% 酵母粉液態培養基 6 天, 菌數 $2.3 \pm 0.6 \times 10^9$ CFU/ml, 與蚵殼粉複合並存放於不同天數之菌數及鈉含量變化如表一所示, 菌株與蚵殼粉複合 7 個月內, 菌數可達 10^8 CFU/g 以上, 而複合至 9 個月菌數已下降至 10^7 CFU/g, 複合物稀釋塗抹於 NA 培養基, 菌落型態專一, 經 colony-BOX-PCR 分析 (圖一), 確實屬於原菌株 TC3-1S。菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合後, 會顯著降低其水萃液之鈉含量及 EC 值, 於不同儲放時間, 變化不大, 相較蚵殼粉, 其鈉含量約可降低 3,500-4,000 mg/L, EC 值約可降低 2 dS/m, 而蚵殼粉與無菌培養基複合 2 個月, 較原有蚵殼粉其鈉含量僅降低 1,000 mg/L, EC 降低 0.70 dS/m 左右, 複合 7 個月鈉含量較原有蚵殼粉約下降 2,300 mg/L, EC 值降低 0.97 dS/m, 顯示蚵殼粉複合微生物有助於降低蚵殼粉之水溶性鈉含量。菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合, 其 pH 值變動較大, 仍偏鹼性。本試驗經菌數分析確認蚵殼粉可應用為菌株 TC3-1S 之載體。

表一、蚵殼粉複合物於不同儲放間之菌數、pH、EC 及鈉含量分析

Table 1. Bacterial number, pH, EC and sodium content in oyster shell powders complexed with strain TC3-1S under different storage period

Treatment	Bacterial number log CFU/g	pH	EC dS/m	Na mg/L
2 month	$8.86 \pm 0.04^*$	8.17 ± 0.01	2.61 ± 0.30	3550 ± 387
3 month	8.11 ± 0.07	7.94 ± 0.10	3.04 ± 0.40	3890 ± 386
7 month	8.00 ± 0.05	7.63 ± 0.03	2.49 ± 0.19	3480 ± 237
9 month	7.86 ± 0.20	8.62 ± 0.04	2.39 ± 0.14	3230 ± 151
2 month sterile medium	-	7.71 ± 0.08	3.64 ± 0.16	6375 ± 188
7 month sterile medium	-	7.92 ± 0.04	3.33 ± 0.22	5005 ± 207
Blank	-	8.50 ± 0.02	4.30 ± 0.30	7306 ± 94

*Mean \pm S.D.



圖一、菌株 TC3-1S 與無菌蚵殼粉複合 7 個月菌落型態 (左圖)及挑選菌落進行 colony-BOX-PCR 圖譜分析 (右圖)，M:Bio100 marker、W:菌株 TC3-1S 及 A:圖左之菌落。

Fig. 1. Left: Colony morphology spread from sterilized oyster shell powders complexed with strain TC3-1S and stored for 7 months, Right: Colony-BOX-PCR profile, M:Bio100 marker, W:strain TC3-1S and A: colony from left plate.

四、菌株與蚵殼粉複合物應用於液肥製作

本試驗為確認菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合物可應用為液肥製作之菌種接種源，添加複合物於 1% 糖蜜及 5% 菜籽粕(N-P₂O₅-K₂O=6-3-1.5)(Rap)與 1% 糖蜜及 5% 羽毛土(N-P₂O₅-K₂O=12-0.6-0.1) (FD)之液態培養基，培養後之培養液特性如表二所示，兩者 pH 值偏高，氮含量以 FD 較 Rap 高，磷含量差異不大，鉀、鈣及鎂含量則以 Rap 較高，菌數皆達 10⁹ CFU/ml 以上，此含菌培養液接種至磷酸三鈣培養基，經 5 天培養可溶解難溶性磷，顯示菌株 TC3-1S 與蚵殼粉之複合物，可作為菌株 TC3-1S 之固態菌劑使用。

表二、應用菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合物接種製作之培養液特性分析

Table 2. Characteristics of cultural liquid by inoculating oyster shell powders complexed with strain TC3-1S into two different formulated liquid media

Treatment	pH	EC dS/m	NH ₄ ⁺	P	K	Ca	Mg	Na	Tot N %	Bacterial number 10 ⁹ CFU/ml	Soluble P in Ca-P medium mg/L
Rap	8.70*	8.75	598.5	8.5	711.0	202.5	107.0	12.2	0.34	9.2±0.7	138.4±6.0
	±0.05	±0.25	±54.5	±0.5	±0.05	±6.5	±2.0	±0.2	±0.03		
FD	8.80	8.85	1084.5	5.5	283.0	62.0	48.0	18.8	0.61	1.4±0.3	140.2±2.5
	±0.05	±0.45	±63.3	±0.5	±1.0	±16.0	±2.0	±0.8	±0.00		

*Mean±S.D.

五、甜瓜育苗試驗

甜瓜(嘉玉)育苗於各介質之幼苗植株如圖二所示，其中育苗於泥炭 (Peat)其發芽率與育苗於泥炭混拌菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合物(Peat-TC3-1S)無顯著差異 (表三)，然而，若育苗於泥炭混拌原有蚵殼粉 (Peat-oys)或蚵殼粉與無菌培養基複合物 (Peat-sterile med-oys)其發芽率會顯著下降，以混拌原有蚵殼粉 (Peat-oys)下降最多，顯示未經處理之蚵殼粉於育苗介質應用性較低。甜瓜育苗於 Peat-TC3-1S 其發芽率較 Peat-sterile med-oys 高 20%，顯示菌株 TC3-1S 有助於克服蚵殼粉抑制甜瓜種子發芽之不利因子或促進幼苗生長。甜瓜幼苗根鮮重及根長於各處理間無差異，而地上部鮮重與發芽率趨勢接近，以 Peat 及 Peat-TC3-1S 較佳，株高則以育苗於 Peat 顯著較佳。幼苗植株乾重以育苗於 Peat 最佳，育苗於 Peat-oys 最差。

甜瓜育苗於不同介質之根內菌數分析如表四所示，其中以生長於 Peat-TC3-1S 及 Peat-oys 之菌數較高，且內生菌具有溶磷能力，而生長於 Peat 與 Peat-sterile med-oys 則未篩選到溶磷菌。甜瓜播種於 Peat-TC3-1S 介質中，其幼苗根內菌之菌落型態單一 (圖三)，且與菌株 TC3-1S 菌落型態相似，經 BOX-PCR 分析，與菌株 TC3-1S 之 PCR 圖譜一致 (lane O, A and B, 圖四)，而甜瓜播種於其他 3 種介質，其幼苗根內菌之菌落型態與 TC3-1S 不相似 (圖三)。試驗結果顯示菌株 TC3-1S 經與蚵殼粉複合，作為甜瓜育苗介質，菌株 TC3-1S 可進入甜瓜根內，未來仍需評估其對甜瓜生長之效益。雖然根內菌具溶磷能力似乎無法於根內發揮溶磷效果，然而，前人研究將內生菌接種於作物莖部，此內生菌會運移至根部及根圈⁽¹⁾，除顯示內生菌於植體內移動性外，若具溶磷能力之內生菌移動至根圈，則可發揮溶磷效果。此外，有研究發現蓼類植物莖部分離之內生菌，有一半具有溶磷能力⁽¹⁴⁾。根內菌可於各層面幫助植物生長，如生成植物賀爾蒙、固氮、促進養分吸收、幫助抗病、抵抗非生物逆境及應用於植生復育等^(9,10)，未來，或可探討菌株 TC3-1S 作為甜瓜根內菌之應用及對甜瓜生長之影響。

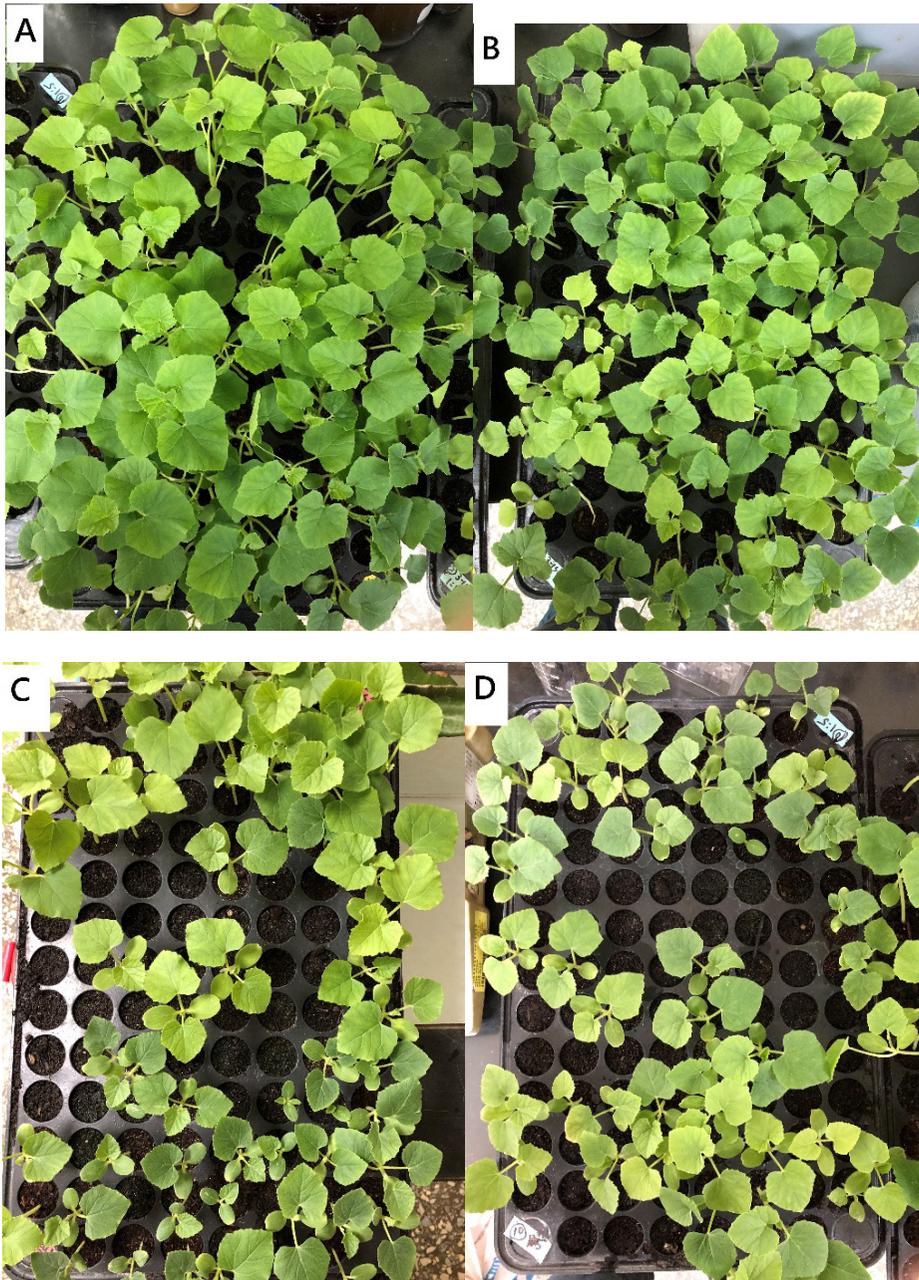
表三、甜瓜育苗於不同介質之種子發芽率與幼苗生長特性

Table 3. Germination rate and seedling characteristics of melon seedling in different cultural media

Treatment	Germination rate (%)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	Shoot fresh weight (g)	Root dry weight (g)	Shoot dry weight (g)
Peat*	81a	15.9a	13.9a	0.26a	1.79a	0.016a	0.17a
Peat-TC3-1S	80a	11.2b	12.9a	0.30a	1.58ab	0.013ab	0.12b
Peat-sterile med-oys	60b	11.0b	12.3a	0.26a	1.42bc	0.013ab	0.11b
Peat-oys	47c	9.4c	13.4a	0.23a	1.16c	0.012b	0.11b

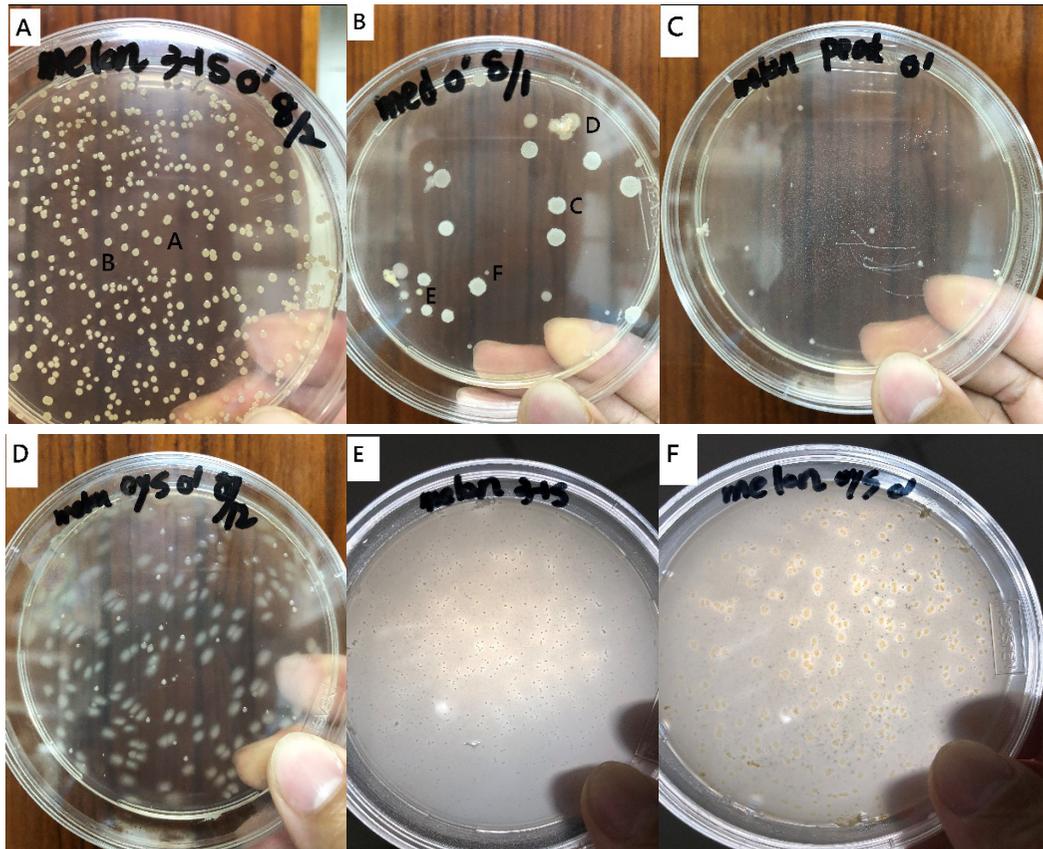
*Cultural medium: Peat-TC3-1S, peat mixed with oyster shell powders complexed with strain TC3-1S; Peat-sterile med-oys, peat mixed with oyster shell powders complexed with sterilized culture medium; Peat-oys, peat mixed with original oyster shell powders.

Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test)



圖二、甜瓜播種於不同介質之植株生育情形，(A) 泥炭；(B) 泥炭混拌菌株 TC3-1S 與蚵殼粉複合物；(C) 泥炭混拌無菌培養基與蚵殼粉複合物；(D) 泥炭混拌原有蚵殼粉。

Fig. 2. Melon seedling in different culture media, (A) peat; (B) Peat-TC3-1S; (C) Peat-sterile med-oys; (D) Peat-oys.



圖三、甜瓜育苗於 Peat-TC3-1S (圖 A)、Peat-sterile med-oys (圖 B)、Peat (圖 C)、Peat-oys (圖 D) 之根內菌落型態及育苗於 Peat-TC3-1S 之溶磷根內菌 (圖 E) 與育苗於 Peat-oys 溶磷根內菌 (圖 F) 之菌數分析。

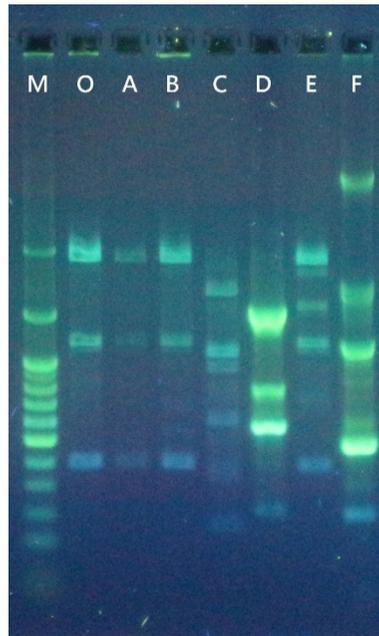
Fig. 3. Colony morphology of endophytic bacteria on NA isolated from melon seedling from treatment Peat-TC3-1S (A), Peat-sterile med-oys (B), Peat (C), Peat-oys (D) and analysis of endophytic PSB numbers from melon seedling in the Peat-TC3-1S (E) and in the Peat-oys (F).

表四、甜瓜育苗於不同介質之根內菌數分析

Table 4. Endophytic bacterial number of melon seedling in different culture media

Treatment	CFU on NA/g root	CFU on Ca-P agar/ g root
Peat	$8.5 \pm 0.5 \times 10^1$ *	0
Peat-TC3-1S	$4.6 \pm 0.9 \times 10^3$	$1.7 \pm 0.1 \times 10^3$
Peat-sterile med-oys	$2.6 \pm 0.4 \times 10^2$	0
Peat-oys	$1.8 \pm 0.9 \times 10^3$	$1.0 \pm 0.1 \times 10^3$

*Mean \pm S.D.



圖四、BOX-PCR 圖譜，M:Bio100 marker、O:菌株 TC3-1S 之 DNA、A-F:圖三所示菌落之 DNA 進行 BOX-PCR。

Fig. 4. BOX PCR profile, M: Bio100 marker, O: *B. Safensis* TC3-1S, A-F: Colony present in the fig. 3 was subjected to BOX-PCR.

結 論

本試驗篩選 *Bacillus safensis* TC3-1S 具溶磷及分解蛋白質能力，可以蚵殼粉作為載體，複合後可降低原有蚵殼粉之鈉含量及 EC 值。蚵殼粉與菌株 TC3-1S 之複合物可作為菌種源應用於製作營養液。甜瓜育苗於泥炭混拌蚵殼粉與菌株 TC3-1S 之複合物 (Peat-TC3-1S) 可降低蚵殼粉抑制甜瓜種子發芽之不利效應，使其發芽率提高至 80%；此外，甜瓜育苗於 Peat-TC3-1S，其幼苗根內可篩選出菌株 TC3-1S 且具溶磷能力，試驗結果除可加值廢棄蚵殼應用價值外，未來亦可探討菌株 TC3-1S 於甜瓜根內菌之應用效益。

參考文獻

1. Gaiero, J. R., C. A. McCall, K. A. Thompson, N. J. Day, A. S. Best and K. E. Dunfield. 2013. Inside the root microbiome: bacterial root endophytes and plant growth promotion. *Am. J. Bot.* 100: 1738-1750.
2. Islam, S.M., A. Islam, K.M. Cho, S.J. Hong, R.K. Math, J.M. Kim, M. G. Yun, J.J. Cho, J.Y. Heo, Y.H. Lee, H. Kim and H.D. Yun. 2010. Chitinase of *Bacillus licheniformis* from oyster shell as a

- probe to detect chitin in marine shells. *Appl Microbiol Biotechnol.* 86: 119-129.
3. Ivanov, V., O. Stabnikova, P. Sihanonth and P. Menasveta. 2006. Aggregation of ammonia-oxidizing bacteria in microbial biofilm on oyster shell surface. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 22: 807-812.
 4. Keeney, D. R. and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen-Inorganic Form. p. 659-663. In: Page A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*, 2nd edition. ASA, Madison, Wisconsin.
 5. Koeuth, T., L. Versalovic and J.R. Lupski. 1995. Differential subsequence conservation of interspersed repetitive *Streptococcus pneumoniae* box elements in diverse bacteria. *Genome Res.* 5: 408-418.
 6. Kwon, H.B., C.W. Lee, B.S. Jun, J.D. Yun, S.Y. Weon and B. Koopman. 2004. Recycling waste oyster shells for eutrophication control. *Resour. Conserv. Recy.* 41: 75-82.
 7. Lee, S.W. and C.S. Choi. 2007. The correlation between organic matrices and biominerals of the adult oyster shell, *Crassostrea gigas*. *Micron.* 38: 58-64.
 8. Lee, Y.H., S.M. Islam, S.J. Hong, K.M. Cho, R.K. Math, J.Y. Heo, H. Kim and H.D. Yun. 2010. Composted oyster shell as lime fertilizer is more effective than fresh oyster shell. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 74: 15-17-1521.
 9. Mercado-Blanco, J. and J. J. Lugtenberg. 2014. Biotechnological applications of bacterial endophytes. *Current biotrch.* 3: 60-75.
 10. Miliute, I., O. Buzaitė, D. Baniulis and V. Stanys. 2015. Bacterial endophytes in agricultural crops and their role in stress tolerance: a review. *Zemdirbyste* 102: 465-478.
 11. Moronta-Barrios, F., F. Gionechetti, A. Pallavicini, E. Marys and V. Venturi. 2018. Bacterial microbiota of rice roots: 16S-based taxonomic profiling of endophytic and rhizospheric diversity, endophytes isolation and simplified endophytic community. *Microorganism* 6, 14.
 12. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
 13. Shen, F.T., and C.C. Young. 2005. Rapid detection and identification of the metabolically diverse genus *Gordonia* by 16S rRNA gene targeted genus specific primers. *FEMS Microbiol. Lett.* 250: 221-227.
 14. Venda, R. T., Y. J. Yu, S. H. Lee and Y. H. Rhee. 2010. Diversity of endophytic bacteria in ginseng and their potential for plant growth promotion. *J. Microbiology* 48: 559-565.

Characteristics of Oyster Shell Powders Complexed with *Bacillus safensis* TC3-1S and Study on Its Application in Seedling Medium of Melon (*Cucumis melo* L.)¹

You-Hong Zeng, Ya-Wen Kuo and Hsin-Yu Lin²

ABSTRACT

Bacillus safensis TC3-1S can grow in the salt containing nutrient broth formula (5%NaCl) or alkaline nutrient broth formulum (pH 10), after two days of incubation bacterial numbers in two media were higher than 10^7 and 10^8 CFU/ml. After 5 days of incubation of strain TC3-1S in liquid medium with calcium phosphate, the soluble phosphorous increased to 147.6 ± 5.4 mg/L. Strain TC3-1S was cultivated in liquid medium contained 1% molasses, 1% rapeseed meal and 0.5% yeast extract for 6 days and then complexed with sterilized oyster shell powders (oys-complex-TC3-1S). After 7 months storage, bacterial numbers of strain TC3-1S in Oys-complex-TC3-1S were higher than 10^8 CFU/g accompanied with decreased soluble sodium content and EC value compared with original oyster shell powders. When the complexes were added to the liquid medium containing feather dust or rapeseed meal and incubated for 6 days, bacterial numbers of strain TC3-1S were higher than 10^9 CFU/ml meanwhile showed calcium phosphate solubilizing activity. This demonstrated that oyster shell powders can be used as suitable carrier for strain TC3-1S. There was no significant difference in germination rate of melon in the peat mixed with oys-complex-TC3-1S (Peat-TC3-1S) and pure peat treatment (both can reach at 80%). However the germination rate can be significantly decreased to 60% and 47% in the peat mixed with oyster shell powders complexed with sterilized liquid culture medium (Peat-sterile med-oys) treatment and peat mixed with original oyster shell powders treatment (Peat-oys) respectively. The endophytic bacterial numbers retrieved from melon seedling in peat-TC3-1S treatment was $4.6 \pm 0.9 \times 10^3$ CFU/g, and colony morphology was the same as strain TC3-1S. BOX-PCR profile analysis confirmed that the endophytic bacterium was the same as strain TC3-1S, which implied that strain TC3-1S can be served as endophytic bacterium and mixed with its suitable carrier oyster shell powders.

Key words: *Bacillus safensis*, oyster shell powders, carrier, phosphate-solubilizing bacteria, melon seedling

¹ Contribution No. 0963 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, Technician of Taichung DARES, COA.

抑菌資材改善紅龍果果實煤煙病發生之研究¹

陳盟松²

摘 要

紅龍果為半攀緣性仙人掌果樹，花苞及果實發育期間，會由苞片尖端分泌出富含小分子醣類的蜜露，當蜜露產生而無法立即去除時，則容易遭受煤煙病原菌感染，產生灰黑色霉狀物附著於果實表面。本試驗利用40 ppm次氯酸水、1%液化澱粉芽孢桿菌等抑菌資材進行處理，結果顯示，‘大紅’品種以1%液化澱粉芽孢桿菌處理，在謝花後1週(綠果期)及謝花後5週(成熟果)，其煤煙病發生率分別為54.6%與86.3%，低於對照組77.4%與97.2%；‘越南白肉’品種亦有相似的結果。此外，以1%液化澱粉芽孢桿菌每週1次的施用頻率，其抑制煤煙病發生的效果較2週1次佳；另以40 ppm次氯酸水及清水處理煤煙病，其發生率與對照組無顯著差異。

關鍵詞：紅龍果、蜜露、煤煙病、次氯酸水、液化澱粉芽孢桿菌

前 言

紅龍果為仙人掌科三角柱屬多年生半攀緣性肉質植物，早期引進之品種具有自交不親和性，其產量低、果實小，不具市場價值，少有經濟栽培⁽¹⁾。經研究發展，目前已選育出具有大果、高糖度、自交親和且豐產之品種，使其栽培價值大幅提升。紅龍果種植一年內即可收成，再加上具耐病蟲害及對栽培環境適應性廣之特性，已成為國內重要的經濟果樹之一^(2,3)。主要產期在5~11月，亦可利用夜間燈照調節產期來延長冬果及提早春果的生產^(5,13)。紅龍果由5月開始進入生殖生長階段，約每隔15天可形成1批花蕾，在產期內約有12批以上的花苞產生。由於紅龍果具有連續開花著果特性，其枝條的營養狀態與果實生育期肥培管理技術，是影響果實品質的重要因素^(2,3,11)。紅龍果相對於其他果樹而言，病蟲害相對較少，可採用較少的農藥進行有機栽培⁽⁴⁾。

紅龍果為仙人掌科植物，其花器構造分化過程中，於苞片尖端會形成花外部蜜腺(extrafloral nectary)分泌含小分子醣類，如雙醣的蔗糖、單醣的果糖、葡萄糖及半乳糖等混合物^(14,15,16)。而花外部蜜腺產生的花蜜，可為共生動物如螞蟻及蜂等提供營養源，並藉此接受共生動物保護⁽¹⁴⁾。Almedia等人指出，Hylocereaceae族仙人掌花的外部蜜腺所分泌的花蜜醣濃度為16.6~30.3%，並含有豐富有機物，為許多生物的營養來源⁽¹²⁾。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0965 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員。

紅龍果煤煙病發生來源可分為2類，第1類為介殼蟲、蚜蟲等吸食果實或枝條的汁液後，所分泌的蜜露因煤煙病菌附生後產生；第2類則為花苞、果實苞片尖端及嫩梢的刺座周圍組織，其花外部蜜腺分泌的蜜露，因真菌附著後，導致煤煙病發生^(9,10,15)。在紅龍果煤煙病發生與蜜露分泌相關性調查方面，花苞與果實苞片蜜露分泌情形可分為兩個階段，第一階段為花蕾萌出至開花階段，經每日在上午8:30與下午3:30兩個時間調查，均可見蜜露由苞片尖端持續分泌；第二階段為花謝後至果實轉色時，此階段果實苞片尖端仍持續分泌蜜露，至果實轉色後蜜露分泌量則明顯減少。因此蜜露發生是由花蕾萌出後即開始發生，直至果實轉色後期才會停止分泌(筆者未發表資料)。在田間可觀察到螞蟻與紅龍果的共生現象，螞蟻會在花苞或果實上聚集並吸取苞片尖端分泌的蜜露⁽¹⁵⁾，而減少果實煤煙病的發生。若田區無螞蟻出沒，果實苞片分泌的蜜露不斷累積後，則可觀察到煤煙病發生。因此，螞蟻與紅龍果共生時可明顯減少田間果實煤煙病發生，但當雨季來臨時，螞蟻容易進入套袋內躲藏，並由花柱端咬破果皮鑽入果實內部造成果實損害，故栽培者需依氣候環境變化加以控制螞蟻族群數量，以免果實受害。另外，在花苞與果實生長發育過程中，持續利用清水沖洗果實苞片上的蜜露，亦可防止煤煙病的發生，但由於人力耗費較多，不符合實際栽培作業現況。

近年來，一些非化學農藥類的抑菌資材陸續被利用，其中液化澱粉芽孢桿菌在作物病害防治的開發與應用實例越來越多，液化澱粉芽孢桿菌屬革蘭氏陽性菌，可產生多種抗生物質如iturinA、surfactin及fengycin等抑制病原菌生長⁽⁷⁾。郭等2018指出，使用稀釋100倍的液化澱粉芽孢桿菌A菌株可降低白菜露菌病的發生率；以稀釋200倍的液化澱粉芽孢桿菌Tcb43菌株液施用於溫室洋香瓜，可降低葉片白粉病發生⁽⁸⁾。另外，電解次氯酸水呈弱酸性可直接施用於作物上，前人研究顯示，其可抑制香蕉炭疽病與柑橘青黴病菌孢子的滋長⁽⁶⁾，自由氯濃度達30ppm以上即可抑制蝴蝶蘭灰黴病的孢子發芽率達99%以上⁽¹⁾。因此，擬在紅龍果果實生產過程中施用微酸性次氯酸水與液化澱粉芽孢桿菌，觀察其對煤煙病發生的抑制效果。

材料與方法

一、微酸性次氯酸水及液化澱粉芽孢桿菌(Tcb43)試驗

以臺中區農業改良場塑膠布溫室內5年生紅龍果植株為試驗材料，採A型支架管理模式，供試品種分別為白肉種‘越南白肉’與紅肉種‘大紅’，各處理重複數為5株。微酸性次氯酸水由微酸性電解水生成裝置製造(+ HOCl 0.2 t, 衛康商貿股份有限公司)，生成能力為每小時200 L，有效氯濃度為40 ppm。由本場生物資材應用研究室提供液化澱粉芽孢桿菌(Tcb43菌株)。試驗處理：

- (一)噴施資材及使用頻率：利用40 ppm微酸性次氯酸水(每3天施用一次)、清水(每3天施用一次)及1%液化澱粉芽孢桿菌添加3,000倍展著劑(加效寶AG-98, ROHM and HAAS, USA 每7天施用一次)，共三種處理。對照組則未進行任何處理作業。

- (二)噴施時期：於花蕾萌出後至果實採收前進行處理，每次處理分別以40 ppm微酸性次氯酸水、清水與1%液化澱粉芽孢桿菌稀釋液噴施全株(含花苞與果實部位)，施用量為5 l。試驗期程為2017年6~11月。

調查項目：

- (一)謝花後1週及5週的果實煤煙病發生比率：調查方式為計算果實產生灰黑色霉狀物的苞片數量除以果實苞片總數，將所有處理果實的量測數值加以平均後，作為判定煤煙病發生比率。
- (二)果實可溶性固形物含量及可滴定酸：可溶性固形物量測方法為全果以縱切方式分切後，取1/6的長條狀果肉用紗布包覆後進行榨汁，並以數位型糖度計(Atago PAL-1)測其可溶性固形物含量。可滴定酸部分，則利用數字型滴定器(TITRONIC basic, SCHOTT gerate GMBH, Germany)以1 N之NaOH滴定測量果汁酸度，所得酸度以100 g果汁之蘋果酸含量表示。

二、液化澱粉芽孢桿菌菌株及施用頻率試驗

以臺中區農業改良場塑膠布溫室內6年生紅龍果植株為試驗材料，品種分別為白肉種‘越南白肉’與紅肉種‘大紅’，各處理重複數為5株，並由本場生物資材應用研究室提供液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45兩種菌株。

試驗處理：

- (一)噴施資材：1%液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45兩種菌株添加3000倍展著劑(加效寶AG-98)及清水，共三種處理。對照組則未進行任何處理。
- (二)施用頻率：於花蕾萌出後至果實採收前進行處理，每次處理分別以1%液化澱粉芽孢桿菌稀釋液及清水噴施全株(含花苞與果實部位)，施用頻率分為1週1次及2週1次，每次處理施用水量為5 l。

調查項目：調查果實成熟採收時，其苞片與果皮煤煙病發生比率。苞片煤煙病發生率調查方式，為計算果實產生灰黑色霉狀物的苞片數量除以果實苞片總數，將所有處理果實的量測數值加以平均後，作為判定煤煙病發生比率。果皮煤煙病發生率調查方式，為將果皮外部的苞片全數剪除後，估算果皮表面霉狀物附著面積除以果實全部面積所得之比例。

三、統計分析

試驗數據以CoStat6.2統計軟體(CoHort Software, USA)進行最小顯著差(Least significant difference, LSD)分析，分析各處理間有無顯著差異(P=0.05)。

結果與討論

一、微酸性次氯酸水及液化澱粉芽孢桿菌(Tcb43)處理對紅龍果煤煙病防治效果

試驗結果顯示，在塑膠布溫室隔絕雨水的環境中，紅龍果果實煤煙病發生情形十分明顯。‘大紅’品種的試驗結果，謝花後1週的綠果期煤煙病發生率，對照組為77.4%，高於清水、次氯酸水及液化澱粉芽孢桿菌處理組，各處理發生率分別為68.6%、67.6%及54.6%(表一)。此外，液化澱粉芽孢桿菌處理的煤煙病發生率，顯著低於次氯酸水及清水處理組。在謝花後5週果實轉紅成熟採收時，對照組煤煙病發生率達97.2%，幾乎所有苞片尖端均可觀察到灰黑色的霉狀物，在次氯酸水及清水處理組煤煙病發生率分別為97.0%及92.2%(表一)。而液化澱粉芽孢桿菌處理組煤煙病發生率為86.3%，顯著低於其他處理組。但若與液化澱粉芽孢桿菌處理在綠果期發生率54.6%相比則有大幅的增加，在其他處理組別亦有相同的趨勢，隨果實發育時間的延長，果實煤煙病發生程度有增加的趨勢。試驗結果顯示，3天噴施1次40 ppm次氯酸水，亦無法有效抑制果實煤煙病發生。在文獻資料指出，次氯酸水具有強氧化力，可作為器具設備及截切蔬果使用的抑菌資材，在自然環境中HOCl容易受光線影響，進而快速降解為H⁺、Cl⁻及[O] (1,6)，故其抑菌時間短，無法長時間抑制煤煙病菌的發生。在液化澱粉芽孢桿菌方面，雖然在果實苞片表面依然產生許多的霉狀物(圖一、圖二)，但其煤煙病發生率與其他處理相比較，仍可觀察到其具有較佳的抑菌效果。

‘越南白肉’試驗結果，謝花後1週的綠果期煤煙病發生率，液化澱粉芽孢桿菌、次氯酸水、清水及對照組分別為39.3%、61.4%、55.7%與63.3%(表二)。液化澱粉芽孢桿菌顯著低於其他處理。在謝花後5週成熟果調查結果，煤煙病發生率以液化澱粉芽孢桿菌處理最低為53.7%(表二)。綜合言之，液化澱粉芽孢桿菌在各處理組別中的煤煙病發生率最低，其抑制煤煙病發生率較佳。微酸性次氯酸水在本試驗處理模式下的抑菌效果與對照組無差異，同時隨著果實生長期延長，其煤煙病發生嚴重程度會持續增加。

表一、抑菌資材處理對紅肉種紅龍果‘大紅’果實煤煙病發生率及品質之影響

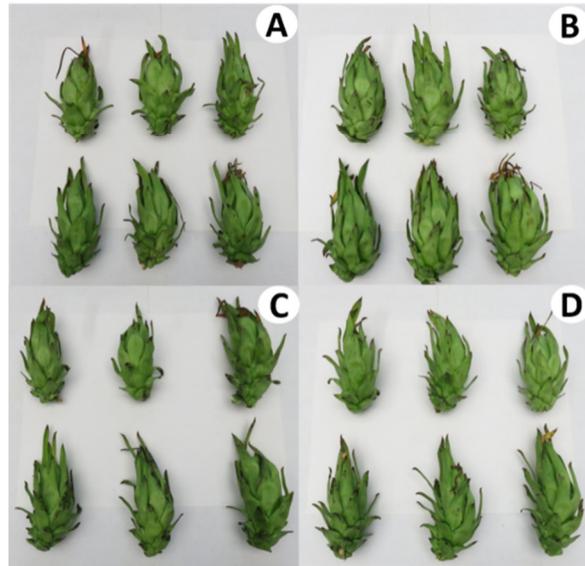
Table 1. The occurrence of fruit sooty mould and fruit quality after the application of antibacterial materials in red-flesh pitaya cv. ‘Da-Hong’

Treatment	Disease incidence (%)		TSS (°Brix)	TA (%)
	Green fruit	Red fruit		
1% <i>B. amyloliquefaciens</i> (Tcb43)	54.6 c ¹	86.3 c	13.0 ab	0.20 a
40 ppm hypochlorous acid	67.6 b	97.0 a	13.2 a	0.20 a
Water	68.6 b	92.2 b	13.4 a	0.21 a
Control	77.4 a	97.2 a	12.4 b	0.18 b

¹ Means separation within columns by LSD test at P ≤ 0.05.

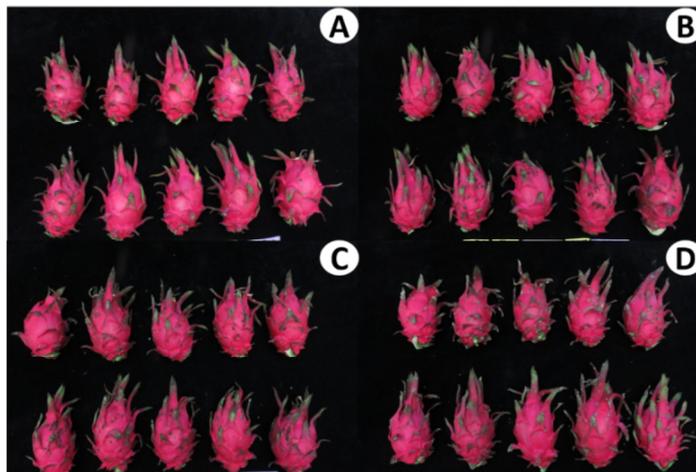
TSS: Total soluble solid.

TA: Titratable acidity.



圖一、紅肉種紅龍果‘大紅’施用抑菌資材在謝花後 1 週果實煤煙病發生情形。A:1%液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43；B:40 ppm 次氯酸水；C:清水；D:對照組。

Fig. 1. The occurrence of sooty mould in green fruit after the application of antibacterial materials in red-flesh pitaya cv. ‘Da-Hong’. A: 1% *Bacillus amyloliquefaciens* Tcb43; B: 40 ppm hypochlorous acid water; C: water; D: control.



圖二、紅肉種紅龍果‘大紅’施用抑菌資材在果實成熟時煤煙病發生情形。A:1%液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43；B:40 ppm 次氯酸水；C:清水；D:對照組。

Fig. 2. The occurrence of sooty mould in mature fruit after the application of antibacterial materials in red-flesh pitaya cv. ‘Da-Hong’. A: 1% *Bacillus amyloliquefaciens* Tcb43; B: 40 ppm hypochlorous acid water; C: water; D: control.

表二、抑菌資材處理對白肉種紅龍果‘越南白肉’果實煤煙病發生率及品質之影響

Table 2. The occurrence of fruit sooty mould and fruit quality after the application of antibacterial materials in white-flesh pitaya cv. ‘Vietnam White’

Treatment	Disease incidence (%)		TSS (°Brix)	TA (%)
	Green fruit	Red fruit		
1% <i>B. amyloliquefaciens</i> (Tcb43)	39.3 b ¹	53.7 b	12.6 a	0.29 a
40 ppm hypochlorous acid	61.4 a	74.3 ab	12.5 a	0.26 a
Water	55.7 a	86.1 a	12.6 a	0.30 a
Control	63.3 a	78.1 ab	12.9 a	0.21 b

¹ Means separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

TSS: Total soluble solid.

TA: Titratable acidity.

二、液化澱粉芽孢桿菌菌株及施用頻度對煤煙病發生率之影響

利用1%液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45兩種菌株稀釋100倍，在紅龍果花蕾產生至果實採收期間，每隔1週及2週噴施1次，藉此調查液化澱粉芽孢桿菌菌株對果實煤煙病的防治效果。結果顯示，‘大紅’品種，以每週施用1次液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45，均可降低果實採收時苞片與果皮表面煤煙病發生率。果實苞片煤煙病發生率，可由對照組99.5%降至55.4% (Tcb43)及73.5% (Tcb45)。但使用清水每週噴施1次的煤煙病發生率為94.4%，與對照組無顯著差異。若將使用頻率改為2週使用1次時，各處理間果實苞片煤煙病發生率介於89.9~91.4%之間，與對照組均無顯著差異。‘越南白肉’品種每週施用1次Tcb43及Tcb45處理，其果實苞片煤煙病發生率分別為52.8及39.3%，顯著低於對照組的86.1%。但清水處理組煤煙病發生率為66.2%，與對照組無顯著差異(表三)，故以Tcb43及Tcb45兩種菌株處理，均有抑制煤煙病發生的效果。而每2週1次的施用頻率，液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45處理組的苞片煤煙病發生率與1週1次相比，則提高至65.8及71.1%，清水處理則提升至87.9%。除Tcb43處理組外，其餘組別的發生率與對照組均無顯著差異。在果皮煤煙發生率改善方面，Tcb43及Tcb45處理1週及2週噴施1次，其降低病害發生率均比對照組佳。同時，亦可觀察到紅龍果苞片煤煙病發生率越高，其果皮部分的煤煙病出現程度亦有增加的趨勢。由此試驗結果顯示，當抑菌資材液化澱粉芽孢桿菌稀釋液施用間隔時間過長時，其抑菌效果則會明顯下降。

抑菌資材試驗結果顯示，液化澱粉芽孢桿菌具有明顯的抑菌效果，可降低紅龍果果實煤煙病的發生率，其作用機制應為液化澱粉芽孢桿菌可於果實表面多重作用機制呈現，包含利用族群優勢與病原菌競爭養分及空間，以及產生抗生物質抑制病原菌生長等，進而抑制煤煙病菌生長⁽⁷⁾；而次氯酸水處理組對改善紅龍果煤煙病發生率的效果不佳，與對照組無顯著差異。由於微酸性次氯酸水在許多研究報告中均提出其具有優越的抑菌效果，但在田間病害防治上卻無法顯現其功效，推測可能原因為微酸性次氯酸水容易因光照而快速降解，使其抑菌

效果無法長時間維持^(1,6)。除此之外，紅龍果果實蜜露與煤煙病菌在田間均以持續發生的狀態呈現，故施用次氯酸水僅能短暫抑制或殺除部分病菌，待次氯酸水殺菌力消退後，病原菌即可再次附著於果實蜜露上。因此，以3天施用1次的處理頻率，仍無法有效抑制紅龍果果實煤煙病的發生。在液化澱粉芽孢桿菌方面，其稀釋液施用在果實表面後，抑菌持續能力較長，可明顯抑制煤煙病菌在果實表面的擴展，故有較佳的抑菌效果。

表三、紅龍果‘越南白肉’及‘大紅’花苞及果實生育期間以不同使用頻率施用 1% 液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43、Tcb45 及清水後，果實煤煙病發生情形

Table 3. The ratio of sooty mould disease occurred after the application of 1% *Bacillus amyloliquefaciens* Tcb43 and Tcb45 and water during the growth period of floral bud and fruit in pitaya (cv. ‘Vietnam White’ and ‘Da-Hong’)

Treatment	‘Vietnam White’		‘Da-Hong’	
	Bract	Peel	Bract	Peel
	Disease incidence (%)			
Tcb43-1week ¹	52.8 bc ³	10.0 b	55.4 c	1.3 d
Tcb43-2weeks ²	65.8 b	20.7 b	91.4 a	18.2 c
Tcb45-1week	39.3 c	8.8 b	73.5 b	5.7 d
Tcb45-2weeks	71.1 ab	19.6 b	89.9 a	23.8 bc
Water-1week	66.2 ab	13.8 b	94.4 a	16.7 c
Water-2weeks	87.9 a	37.7 a	90.5 a	30.0 b
Control	86.1 a	51.8 a	99.5 a	44.2 a

¹ 1 week interval.

² 2 weeks interval.

³ Means separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

結 論

試驗結果顯示，在塑膠布溫室內使用不同抑菌資材，以1%液化澱粉芽孢桿菌處理具有明顯的抑菌效果，可降低‘大紅’及‘越南白肉’紅龍果的果實苞片煤煙病發生率，而次氯酸水與清水則無明顯改善效果。其中，液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45兩種菌株均有抑菌效果，而在施用頻率方面，以1週施用1次的抑菌能力較2週施用1次佳，而40 ppm次氯酸水與清水處理結果與對照組相似，無法有效降低紅龍果苞片煤煙病發生率。

參考文獻

1. 王奕成 2008 自製無隔膜電解水應用於抑制蝴蝶蘭主要病原菌 國立臺灣大學生物產業機電工程研究所碩士論文。
2. 邱禮弘 2008 果實碩大、結果纍纍-紅龍果合理化施肥技術 豐年社 58(23): 43-44。
3. 邱禮弘 2008 紅龍果 p.417-428 國產優良品牌蔬果生產管理技術作業標準 農委會農糧署編印。
4. 邱禮弘 2009 紅龍果有機栽培技術 有機農業產業發展研討會專輯 臺中區農業改良場特刊 96: 133-138。
5. 邱禮弘、陳榮五 2004 中部地區紅龍果冬期果產期調節之研究 p.23-27 臺中區農業專訊。
6. 徐菁輿 2005 製備電解強酸水及電解次氯酸水與其滅菌效果之探討 國立臺灣大學生物產業機電工程研究所碩士論文。
7. 郭建志、陳俊位、廖君達、陳葦玲、蔡宜峯 2014 液化澱粉芽孢桿菌在作物病害防治的開發與應用 農業生物資材產業發展研討會專刊-特刊 121: 69-86。
8. 郭建志、陳俊位、廖君達 2018 微生物製劑的應用作物友善耕作病蟲害管理 臺中區農業技術專刊 197: 25-32。
9. 蔡志濃、林筑蘋、安寶貞、鄧汀欽、廖吉彥、倪蕙芳、楊宏仁 2013 紅龍果的重要病害及其防治(上) 農業試驗所技術服務 95: 1-4。
10. 蔡志濃、林筑蘋、安寶貞、鄧汀欽、廖吉彥、倪蕙芳、楊宏仁 2013 紅龍果的重要病害及其防治(下) 農業試驗所技術服務 96: 5-6。
11. 顏昌瑞 2005 紅龍果農作篇(二) p.173-176 臺灣農家要覽增訂(三版) 財團法人豐年社。
12. Almeida, O. J. G., J. H. Cota-Sánchez and A. A. S. Paoli. 2013. The systematic significance of floral morphology, nectaries, and nectar concentration in epiphytic cacti of tribes Hylocereeae and Rhipsalideae (Cactaceae). *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 15: 255-268.
13. Jiang, Y. L., Y. Y. Liao, T. S. Lin, C. L. Lee, C. R. Yen and W. J. Yang. 2012. The photoperiod-regulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus* sp.). *HortScience*. 47: 1063-1067.
14. Heil, M. 2011. Nectar: generation, regulation and ecological functions. *Trends in Plant Sci.* 16(4): 191-200.
15. Mauseth, J. D., J. P. Rebmann and S. R. Machado. 2016. Extrafloral nectaries in cacti. *Cactus and Succulent J.* 88(4): 156-171.
16. Mizrahi, Y., A. Nerd and P. S. Nobel. 1997. Cacti as crops. *Hort. Rev.* 18: 291-320.

Study on Reducing the Occurrence of Sooty Mould in Fruit of Pitaya by Antibacterial Materials¹

Meng-Sung Chen²

ABSTRACT

Pitaya (*Hylocereus* sp.) is a semi-climbing cactus, which secretes honeydew from the tip of bract during fruit development. Honeydew caused *Phaeosaccardinula javanicacan* infection of pitaya easily and resulted in gray-black mildew. Antibacterial materials including 40 ppm hypochlorous acid and 1% *Bacillus amyloliquefaciens* were evaluated for their efficiency on sooty mold prevention. A significant decrease of sooty mould incidence was seen when treated with 1% *B. amyloliquefaciens* on 'Da-Hong' cultivar after blooming for 1 and 5 weeks, which were 54.6% and 86.3% compared to control 77.4% and 97.2%, respectively. The similar result was also found on white-flesh pitaya cv. 'Vietnam White'. In addition, the inhibition of sooty mould is better in 1% *B. amyloliquefaciens* application per week than every 2 weeks. However, 40 ppm hypochlorous acid and water did not show any effects on preventing sooty mould.

Key words: *Hylocereus* sp., honeydew, sooty mould disease, hypochlorous acid, *Bacillus amyloliquefaciens*

¹ Contribution No. 0965 from Taichung DARES, COA.

² Associate Researcher of Taichung DARES, COA.

中部地區水稻產業青年農民經營 關鍵成功因素之研析¹

蔡本原²

摘 要

近年來，青年返鄉從農蔚為風潮，在新農業創新推動方案中，培育新農民為政府重點推動的政策之一。為了解中部地區水稻產業青年農民經營關鍵成功因素，本文採個案研究方式針對非「政府專案輔導百大青農」進行深度訪談，以萃取經營關鍵成功因素。研究分析結果，稻作經營關鍵成功因素依序為人格特質、社會資本、創業動機、知識資產及創業機會；在建議新進青農方面，排序前 3 者分別為生產管理、人力資源管理及財務管理。建議政府應加強青農聯誼會的營運及強化在地青農交流服務平臺的輔導，未來應視青農不同的發展階段及輔導需求，滾動式的檢討及調整資源。本研究結果可供中部地區新進青農在農業經營上參考運用與政府制定政策及推廣輔導之參考。

關鍵詞：水稻產業、在地青農、個案研究、關鍵成功因素

前 言

臺灣農業每戶可耕地面積小且零散，農民高齡化程度嚴重，並面臨經營管理者斷層、學用落差及缺乏規模效益等相關問題，因此亟需加速引進青年農民，為臺灣農業注入新血⁽⁴⁾。青年農民是農業發展的重要人力資源，在各國農業人力普遍老化的情況下，如何強化青農的產銷經營能力以促進農業的競爭力，更是農業政策的重要措施⁽¹³⁾。從早期的「四健會運動」與「八萬農建大軍」培育，到近期的青年農民培育政策中，行政院農業委員會(以下簡稱農委會)95年提出的「新農業運動—漂鳥計畫」，以及102年推出的「百大青農專案輔導計畫」，可說是近期政府最具指標性的青年農民培育措施⁽⁹⁾。

百大青農專案輔導計畫，係農委會整合各項輔導資源，針對當年獲遴選的百大青農，提供為期2年陪伴式輔導，包含：農業知能、農地、資金、設施設備、產銷媒合及行政等協助，期望能活化農村人力，培養優質的農業專業人才，以因應消費市場資訊化的快速變動以及國際貿易自由化的衝擊，為臺灣農業找到新的契機，強化整體農業的競爭力^(4,6,12)。除百大青農輔導外，農委會亦於全國輔導16個直轄市、縣(市)農會建立在地平臺，充實在地支持能量，營造交流學習及互助合作環

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0967號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

境。青年農民之所以重要，其價值不只是著眼於對年長農民勞動力的取代；青年加入農業，意味著更新穎的技術運用、更進步的管理思維、更友善環境的耕作觀念⁽⁸⁾。近年來，在青年農民經營管理能力相關研究，吳等⁽²⁾在西部地區蔬菜產業青年農民經營管理能力之研究發現應優先改善的項目，依序為農產加工品創新研發能力、農作物創新研發能力、農作技術創新研發能力、行銷手法及模式創新研發能力、產品網路行銷能力、廣告媒體運用能力、品牌建立能力，產品定價能力、產品通路選擇與掌握能力。在青年農民推廣策略上，目前青農面臨生產技術、農場經營管理及行銷推廣等三大問題；而青農在推廣需求上，較需要的是認識喚醒與知識創造等兩種層次的協助；在執行推廣協助時，又以偏向與企業組織和大專院校合作辦理⁽⁸⁾。

關鍵成功因素(Key Success Factor, KSF)是指一些特性、條件或變數，而這些條件如果能夠適當且持續地維持和管理，就能對公司在特定產業中之競爭成功產生顯著的影響⁽¹⁴⁾；產業關鍵成功因素是指一門產業中最重要之競爭能力或資產，廠商唯有把握住產業的關鍵成功因素，才能建立持久性的競爭優勢。在青年農民經營關鍵成功因素相關研究中，雲嘉南地區蔬菜產業青年農民創業關鍵成功因素主要為個人、資源、機會等三個關鍵成功因素構面⁽¹⁾；中部地區青年農民經營果樹管理關鍵成功因素中，重要性依序為人格特質、創業動機、社會資本、知識資產及創業資源等因素⁽⁵⁾。曾⁽¹⁰⁾分別研究花宜地區農二代及在地青農從事有機農業關鍵成功因素，包括：人格特質、創業策略、創業動機、知識資產、社會資本及創業機會等 6 項，在創業策略方面，其中生產、銷售及研發策略對於個案青農更產生重要影響；而在創業資源方面，非農家子弟若具有良好人脈，較容易取得土地及其他協助。蔡⁽¹²⁾探討供應鏈垂直整合對青年農民經營模式影響之因素，結果顯示，以「現行農業政策與相關驗證」構面最為關鍵，前 5 大影響因素分別為：建立優良產品認證體系之政策、相關法令規章的制定、政府獎勵措施、現場作業狀況掌握及創新應用與知識整合能力。

綜上所述，不論百大青農或在地青年農民輔導均為政府推動「新農民培育計畫」中重要的一環。對青農而言，如何掌握關鍵成功因素，建立競爭優勢，是重要的課題。本研究期透過質性研究的深度訪談法，了解中部地區的水稻產業在地青農，當初投入農業原因、資源支持及經營現況與未來發展規劃，並探討經營之關鍵成功因素，供農政單位擬定青年農民輔導相關政策之參考。

材料與方法

一、問卷設計

透過各試驗改良單位推廣人員共同組成，並由國立臺北大學引導之工作坊與專家學者共同討論，設計半結構式訪談問卷，訪談大綱包含四大部分：基本資料(含背景資料、人格特質及支援系統方面)、初創期、現況及發展期。

二、個案研究對象

個案研究偏重於探討當前的事件或問題，尤其強調對於事件的真相、問題形成的原因等方面，

做深刻且周詳的探討。李⁽³⁾指出就農場經營管理效率改善而言，以往著重於總體平均資料之分析，實無以突顯個別農場在經營管理方面之優劣，欲有效從事農場經營診斷，尋出經營惡化之成因及管理措施失當之所在，則需以個別農場資料進行個案研究(case study)方能奏效。根據 107 年農家戶口抽樣調查報告指出，全臺農牧戶經營項目以稻作栽培業占 30.4% 最多，種植面積為 209,722 ha，平均每戶經營面積為 0.98 ha，而從事自家農牧工作者中，年齡級距 20-64 歲之比例為 60.2%。目前本場輔導百大青農及在青年農民聯誼會名冊中，登錄種植水稻之在地青農，分別為 10 人及 537 人。為了解中部地區水稻產業青年農民經營關鍵成功因素，本研究立意選取 6 名長期與本場配合試驗研究及推廣之臺中、彰化及南投地區 18-45 歲在地青年農民進行深度訪談。

三、調查方法

本研究於 105 年 6 月至 11 月間進行，依訪談大綱與 6 位在地青農進行個案訪談，以文字摘要重點，訪談全程錄音。

四、關鍵成功因素之萃取

本研究完成青農訪談錄音後，將受訪個案之訪問稿(錄音檔)編輯繕打成文字資料，進行建檔及編碼作業，並參考張等⁽⁷⁾及曾等⁽¹¹⁾研究建構出影響創業績效之各項重要關鍵因素變數，其中包含人格特質、創業、無形資本與外部環境等 4 大構面，人格特質、創業策略、創業動機、創業資源、創業機會、知識資產、社會資本與外部環境等 8 項要素(表一)進行分類與歸納，進行全面性的探討及分析，據以萃取中部地區水稻產業青年農民經營關鍵成功因素，並調查青農在生產、行銷、人力資源、研究發展及財務管理上認為之重要程度。

表一、中部地區水稻產業青年農民關鍵成功因素

Table 1. The key success factors for young farmers of the rice industry in central Taiwan

Facets	Factors
Personal	Personality
Entrepreneurial related factors	Entrepreneurial strategy
	Entrepreneurial motivation
	Entrepreneurial resource
	Entrepreneurial opportunity
Intangible capital	Knowledge asset
	Social capital
External environment	External environment

結果與討論

一、個案基本資料

本研究調查 6 位男性青農基本資料如表二，臺中市、彰化縣及南投縣各 2 位，家中皆為世代務農，從農年資 2 至 15 年不等，在返鄉務農前皆從事與農業無相關之工作，耕作之土地多是租賃，生產稻米之通路以米商占多數。有別於慣行栽培模式，B、C、E 青農分別採取自然農法、產銷履歷及有機栽培的耕作模式；對於農產品行銷的想法，青農們普遍認同需以打造產品品牌及農場品牌來經營市場。

表二、受訪青農基本資料

Table 2. The basic information of interviewed youth farmers

Item	A	B	C	D	E	F
Land location	Changhua County	Changhua County	Taichung City	Taichung City	Nantou County	Nantou County
Gender	Male	Male	Male	Male	Male	Male
Marital status	unmarried	married	married	married	unmarried	married
Background	third-generation	second-generation	second-generation	third-generation	second-generation	third-generation
Age (year)	32	36	45	45	40	32
Farming experience (year)	2	3	15	2	3	5
Previous jobs	research assistant	quality assurance supervisor	electrician	technical worker	electronics engineer	marketing executive
Total area (ha)	2.6(rent)	3.1(rent)	10(rent)	23(rent)	2.3(rent)	0.5(own) 1.5(rent)
Marketing channels	rice middlemen 80%	self-sale 70%	rice middlemen 100%	rice middlemen 100%	self-sale 60%、rice middlemen 20%	rice middlemen 80%
Certification	conventional farming	TAP ^a	organic farming	conventional farming	natural farming	conventional farming
Brand	product brand	product brand	product brand	product brand	farm brand	product brand

^a: Traceable Agriculture Product (TAP)

二、受訪青農介紹

(一) A 青農

農三代，來自彰化縣花壇鄉，大學就讀農學相關科系，畢業後曾於農業藥物毒物試驗所及私人生態公司任職一段時間，受到父親與伯父的鼓勵而返鄉，伯父是當地農會農事小組長，種植水稻的知識與技能皆來自於伯父，目前與教師退休之父親共同經營農務，投入農業之際恰巧遭遇食安風暴，使 A 青農特別重視水稻的品質，由於宗教信仰的關係，與家人的感情相處融洽，沒有溝通上的問題。A 青農深知自己栽培技術上的不足，積極利用各種管道進修，也會在 Line 群組及 Facebook 上與同好討論交流，以友善環境的耕作方式永續經營農田。

(二) B 青農

彰化縣竹塘鄉人，本身很愛吃米飯，自嘲嘴巴很挑，討厭吃到難吃的米飯。由於 B 青農返鄉前曾在日商公司擔任品保專員，從農後對於稻米栽種有獨特的堅持，加上寶貝女兒出生，碰到食安風暴，不忍從小讓她吃著「來路不明」的米，乾脆自己下田種植。努力的結果，在地方上逐漸打出知名度，只限量販售當季、高品質食用米，拒絕添加舊米及外來米。其個性樂觀及喜愛交友，目前擔任彰化青農水稻雜糧組執行長及竹塘鄉蔬菜產銷班行銷企劃幹部，常配合農會行銷推廣在地安全優質的農產品。

(三) C 青農

心中懷抱著有機夢的 C 青農擁有人人稱羨的甲種電匠證照，但由於大環境景氣不佳加上父親身體健康的因素，使他返鄉從兼業農變成專業農。C 青農回到故鄉臺中市外埔區時，只驚覺小時候在農村常見的動物因人為的用藥不當都消失殆盡，乃決定要為下一代做些事情。他的種植理念逐漸被水稻栽培農友認同，把農業當事業經營，後來還曾任有機稻米產銷班班長。C 青農認為食農教育要向下扎根，常義務性的到幼兒園教導及分享，個性開朗不藏私，常與班員及水稻同好利用 Line 軟體交流及討論農業經營。

(四) D 青農

出生於臺中市外埔區，農三代，個性好愛自由、不喜歡被侷限，求學時讀的科系與農業領域無關，退伍後先在車床工廠工作一陣子，覺得每天做一樣的事情看不見未來，剛好家中配合政府推動小地主大專業農計畫，擴大經營面積亟需農業人力，就順勢辭掉了工廠的工作，毅然返鄉務農。D 青農的家庭觀念比較傳統，上有父親及兄長，故農業勞動時，通常是聽命於父親，較少有自己的主見，農務分工明細，時間一到會自動自發完成自己的任務，田間遭遇水稻栽培及病蟲害的問題時，會與鄰田的農友討論交流。

(五) E 青農

103 年返鄉從農，在這之前都是接觸電子、科技領域，回到故鄉南投縣竹山鎮後報名農民學院從初階班開始學習如何種植，經由友人的介紹，認識 KKF(Khao Kwan Foundation)及

懶人農法，並自行深入鑽研及應用。E 青農平時個性隨和坦然，但只要談到水稻栽培就會充滿熱情與活力，以有機及友善環境耕作為經營理念，目前為有機轉型期，打造家鄉「社寮渡船頭米」品牌，積極參加稻米競賽，要讓濁水米及社寮天皇米恢復昔日榮耀，輔以推動農業旅遊與農業體驗，讓消費者透過實作教學與手作體驗，認識水稻生產過程及食農教育的重要性，進而支持地產地消，另開發伴手禮禮盒，推廣在地特色及增加營農收益。

(六) F 青農

南投縣名間鄉人，從小看著祖父母及爸媽在田間務農養家，休假或空閒時都會下田幫忙，是標準的農三代。學生時期所學並非農業相關領域，退伍後曾在臺北擔任化妝品業務，以為從此可以擺脫日出而作、日落而息的生活，但其實業務工作時間長，都市生活花費較高，受到長輩的鼓勵，又回到熟悉的鄉村。F 青農與當地農會關係良好，舉凡農會辦理的講習會或展售會農夫市集，都會看到他的身影，另積極參與水稻相關團體活動，曾擔任南投區水稻育苗協進會的總幹事。

三、關鍵成功因素之萃取

訪談中部地區 6 位水稻青農，根據資料進行編碼分析，萃取中部地區水稻產業青年農民經營關鍵成功因素，前 5 名依序為人格特質、社會資本、創業動機、知識資產及創業機會(表三)。

(一) 人格特質

人格特質源自個體內在的一致性行為模式和內在歷程，具備積極、勇於創新、和善、勤勉、外向及開放等特質。A 青農善解人意、乖巧孝順，農務上除了跟父親及伯伯汲取經驗外，會設法歸納整理出一套適合自己的水稻經營模式；B 青農積極進取，遇到事情就會想辦法解決，他常用「今天不解決問題，明天問題就解決你」座右銘來勉勵自己；C 青農剛返鄉時比較低調，較不會主動爭取曝光機會，但接觸農業後，漸漸敢表達自己的想法並與他人分享；D 青農個性隨和，由於生長於大家庭的因素，經營決策大多交由父親及兄長決定；E 青農個性樂觀且樂於接受新事物，例如力行 KKF 農法並推廣；F 青農個性外向、喜好交友，認為只要是對的事，就必須堅持到底。

(二) 社會資本

青年返鄉從農，如能獲得家人支持與協助，將是奠定未來穩定成長的基石，其他如參與產銷班、青農聯誼組織及合作社等團體，將有助於農業經營資訊分享與交流。受訪之 6 位青農皆獲得家人的鼓勵與支持，在從農時較無後顧之憂。A 及 D 青農與父親在農務上的比較像是夥伴關係，工作上會彼此提醒照應；B 青農擔任在地青農聯誼會幹部，常配合參加展售活動，帶動其他青農共榮發展；C 青農曾擔任有機水稻產銷班班長，常藉由召開班會的機會與班員進行交流栽植心得；E 與 F 青農分別在地方社區及水稻協會擔任重要幹部，在組織的經營上，2 人皆認為唯有透過團隊合作、發揮雁行精神，才是邁向成功的關鍵。

表三、中部地區水稻產業青年農民經營關鍵成功因素之分析

Table 3. Analysis of the critical successful factors about farming management of rice young farmers in Taichung district

Factors	A	B	C	D	E	F	Total	Ranking
Personality	5	6	3	3	6	7	30	1
Social capital	3	2	3	3	4	5	20	2
Entrepreneurial motivation	3	3	3	1	4	4	18	3
Knowledge asset	3	3	3	1	3	4	17	4
Entrepreneurial opportunity	2	3	1	2	3	2	13	5
Entrepreneurial strategy	2	2	2	1	2	3	12	6
Entrepreneurial resource	2	1	2	1	2	2	10	7
External environment	1	1	0	1	1	2	6	8

Note: The number means the times young farmers mentioned.

(三)創業動機

創業動機指驅使青農進行特定的活動，為了達到目標所要付出努力的意願。正是因為他們對農業產生興趣，覺得可以當成志業經營，A 及 B 青農皆有感於食品安全對社會及家人健康的重要性，為確保稻米品質，進而返鄉投入水稻的栽培；C 青農是受到父親的影響，認為有機農業是未來的趨勢，使他返鄉擴大經營有機水稻；D 青農則是配合政府小地主大專業農政策之推行，擴大農業經營規模與提升效益；E 及 F 青農起初是受迫於家庭因素才投入農業，但經過摸索及接觸後，反而愛上家鄉及水稻產業，成為值得傳承的事業。

(四)知識資產

指青農透過知識的障礙來避免競爭者模仿的有價值資源，舉凡參加農業教育訓練活動，向農業達人、前輩或專家學者請益，自行上網查詢學習，參考相關刊物或書籍等。A、B、E 及 F 青農皆參加過農民學院訓練課程，對水稻栽培管理有基本認知；A 及 C 青農常利用手機通訊軟體及網路社群與水稻栽培同好交流，學習新知；C 及 D 青農較常參加農會所舉的講習活動，雖未曾參加農民學院課程，但在農務中卻很常向當地前輩請益，一起討論水稻栽培過程中的種種。

(五)創業機會

指青農能否透過資源的創意配置，提供更高價值來滿足市場需求，例如掌握市場脈動，增進產品多樣化，開發加工產品，發展農場休閒體驗活動，導入安全或高品質之認證，提供市場差異化的產品。A 與 F 青農在農村旅遊風氣日漸興盛下，已逐步規劃朝觀光體驗的六級

產業化邁進；B 青農不僅生產之稻米通過產銷履歷驗證，亦藉由食農教育體驗活動，使消費者及學童認識在地農業及食品安全等相關知識，與家庭、社區作橫向連結，拓展食育理念及達向下扎根之功效；C 及 D 青農對水稻的經營概念，皆專注於稻米食用品質，對開發米製品及行銷端較為薄弱；E 青農擔任休閒農業區的總幹事，社區辦活動時會將米食加工，發展農村特色體驗旅遊，進而活絡在地觀光經濟，提升整體農業產值。

四、經營關鍵成功排序

在企業管理中，強調「五管」並重，包括：生產管理、行銷管理、人力資源管理、研究發展管理及財務管理，也適用於農業經營管理⁽¹¹⁾。本研究調查青農在生產、行銷、人力資源、研究發展及財務管理上認為重要程度，分別給予 1-5 分排序，分數越高代表越重要。結果顯示，受訪青農認為關鍵成功排序前 3 者為生產管理、人力資源管理及行銷管理，比例分別為 28.9%、22.2%及 21.1%，相對來說，研究發展管理 7.8%被青農認為不是很重要(表四)。分析各構面重要程度，A、C、D 青農認為生產管理最重要，A、B、C、D、F 青農則認為研發管理重要度最低。

表四、青農認為經營關鍵成功因素排序表

Table 4. Ranking of key success factors for youth farmers

Item	A	B	C	D	E	F	Total(%)	Ranking
Production management	5	3	5	5	4	4	28.9	1
Human resource management	3	5	2	4	3	3	22.2	2
Marketing management	2	4	4	3	1	5	21.1	3
Financial management	4	2	3	2	5	2	20.0	4
R & D management	1	1	1	1	2	1	7.8	5

五、給新進青農的建議排序

調查6位受訪者對於回鄉青農在生產、行銷、人力資源、研究發展及財務管理上之建議，依重要程度1-5分排序，數值越高代表越重要。結果顯示，重要度數值由高至低前3者為生產管理、人力資源管理及財務管理，比例分別為28.9%、22.2%及21.1%，而研究發展管理7.8%最低(表五)。分析各構面重要程度，A、C、D青農認為生產管理最重要，B、C、D、E、F青農則認為研發管理重要度最低。各試驗改良單位的研究人員，積極投入心血進行水稻之品種改良、種原繁殖及栽培管理技術之研究，產出之研發成果可供青農應用，創造農業技術附加價值。

表五、受訪青農給回鄉青農之建議關鍵能力排序表

Table 5. The youth farmers' suggestion of the key ability factors to new youth farmers

Item	A	B	C	D	E	F	Total (%)	Ranking
Production management	5	3	5	5	4	4	28.9	1
Human resource management	3	5	2	4	3	3	22.2	2
Financial management	4	2	3	3	5	2	21.1	3
Marketing management	1	4	4	2	2	5	20.0	4
R & D management	2	1	1	1	1	1	7.8	5

結論與建議

青年農民是農村的生力軍，政府為因應農業人力斷層的危機，已投入龐大的行政輔導資源，積極培育青年農民。本研究透過與中部地區 6 位水稻產業青年農民深度訪談方式，萃取經營關鍵成功因素。研究分析結果，經營關鍵成功因素依序為人格特質、社會資本、創業動機、知識資產及創業機會。在曾等^(10,11)及陳等⁽⁵⁾的研究中亦發現「人格特質」為青年農民經營關鍵成功因素排序之首位，可得知青年農民的結構思想以及在人際關係上的持續表現，皆對日後農業經營發展影響甚鉅。未來在輔導新進農民前，可藉由設計人格特質量表進行評估，進而了解青年農民的人格特質及農業推廣人員採行對應輔導作為。另中部地區水稻產業青農認為經營關鍵成功因素在生產、行銷、人力資源、研究發展及財務管理之排序，前 3 者為生產管理、人力資源管理及行銷管理。在給新進青農之建議上，排序前 3 者分別為生產管理、人力資源管理及財務管理。

本研究相關建議如下：

- 一、政府宜加強地方青農聯誼會之營運及經驗知識共享等功能，不僅可整合在地青農的凝聚力與資源串流，也可改善青農單打獨鬥、公共事務參與度不佳之情形，並建立產業價值鏈發展基石，擴大延伸輔導效益。
- 二、應強化在地青年農民交流服務平台輔導，未來可研議納入地方政府或社區學會等與青農輔導相關之機關，各單位間彼此橫向資源整合及協調分工，追求進一步的協力與合作，以發揮加乘效益。
- 三、無論在生產、行銷、人力資源、研究發展及財務管理上，基層輔導單位宜滾動調整輔導資源，依青農個別經營發展階段與需求，逐步給予不同面向之輔導，協助在地青農突破產業發展困境，提升產業競爭力。

四、青年投入農業所帶動的創新加值能量，對於活絡農村社區與農業永續發展已發揮正向的促進功能，未來若能朝青農帶路遊農村、食農教育體驗活動及建立農產品產銷平台等目標邁進，透過產業加值等輔導措施，將能活絡地方商機。

參考文獻

1. 吳建銘 2016 雲嘉南地區蔬菜產業青年農民經營管理之研究－以百大青農專案為例 臺南區農業改良場研究彙報 67: 90-106。
2. 吳建銘、傅智麟、陳慈芬、王美惠、黃淑華 2016 西部地區蔬菜產業青年農民之經營管理能力之研究 農業推廣文彙 61: 85-96。
3. 李謀監 1990 改進農場經營管理效率之研究－廖家乳牛農場之經營與管理(個案) 農業推廣文彙 35: 204-225。
4. 李政錫 2016 臺灣農業的生力軍－青年農民的培育與展望 農政與農情 286: 24-26。
5. 陳蓓真、梁燕青、陳世芳 2016 中部地區青年農民經營果樹管理關鍵成功因素之研究－以農委會專案輔導之青年農民為例 臺中區農業改良場研究彙報 130: 51-62。
6. 陳建穎、陳玲岑 2018 幸福圓夢，輔導青年返鄉從農 農政與農情 308: 18-21。
7. 張任坊、張博一、張紹勳 2013 創業績效關鍵成功因素的彙總研究 中華管理評論 16(2): 1-17。
8. 黃慶鴻、蕭崑杉、方珍玲、黃麗君 2016 青年農民推廣策略探討-以臺灣農業試驗/改良場所之推廣為例 台灣農學會報 17(1): 108-123。
9. 黃秀美 2017 百大青農對政府現階段輔導措施滿意程度之分析 國立臺灣大學生物資源暨農學院農業經濟學系碩士論文，臺北。
10. 曾崢萌 2015 花宜地區百大青年農民從事有機農業關鍵成功因素之個案研究 花蓮區農業改良場研究彙報 33: 57-72。
11. 曾崢萌、林正木、劉興隆 2017 花宜地區青年農民經營有機農業關鍵成功因素之研究－以在地青年農民為例 花蓮區農業改良場研究彙報 35: 59-73。
12. 蔡本原 2016 供應鏈垂直整合對青年農民經營影響之研究－以臺中場輔導百大青農為例 臺中區農業改良場研究彙報 133: 47-55。
13. Hamilton, W., G. Bosworth and E. Ruto. 2015. Entrepreneurial younger farmers and the young farmer problem in England. *Agriculture and Forestry*. 61 (4): 61-69.
14. Leidecker, J. K. and A. Bruno. 1984. Identifying and using Critical Factors. *Long Rang Planning*. 17(1): 23-32.

Critical Successful Factors of Young Farmers on the Industry of Rice in Taichung District: A Case on the Local Youth Farmers Counseling Project¹

Ben-Yuan Tsai²

ABSTRACT

In recent years, the return of youth to the countryside has become a trend, and in the new agricultural innovation promotion plan, the cultivation of new farmers is also one of the government's key policies. This research uses case studies to conduct in-depth interviews with in order to understand the key success factors of young rice farmers in the rice industry of central Taiwan region, to extract the key success factors of the business. The results, indicated that the key success factors of the business sequentially are personality, social capital, entrepreneurial motivation, knowledge asset and entrepreneurial opportunities. In terms of suggestions to new entrants, the top three key factors are production management, human resource management and financial management respectively. It is suggested that the government should strengthen the operation of youth farmers' associations and the guidance of local youth farmers service exchange platforms. In the future, depending on different development stages of young farmers and the needs of counselling, rolling review and adjustment of resources are highly recommended. The results of this study is relevant for young farmers in agricultural management, for government's policy formulation and promotional guidance.

Key words: rice industry, young farmers, case study, key success factor

¹Contribution No.0967 from Taichung DARES, COA.

²Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

農業季節性缺工2.0措施之農業人力調度個案研究 —以臺中農業技術團為例¹

曾康綺、張惠真²

摘 要

本研究探討中部地區改善農業季節性缺工2.0措施之執行現況、問題及人力調度模式。以立意抽樣針對臺中農業技術團之兩位農場主、三位準農業師傅及一位農會主辦(調度單位)為調查對象，透過半結構問卷深度訪談，以質性研究方式進行研究彙整比較分析。結果發現，果樹農場季節性缺工集中於6-12月，尤其是疏果、套袋、採收等密集性的勞務工作；而準農業師傅也認為工作熱忱與學習態度，會影響農場主的觀感與評價。準農業師傅在缺工旺季排工已呈穩定狀況，且未來均有明顯從農意向。農業技術團能有效緩解及改善部分農場個別季節性缺工問題。

關鍵詞：農業技術團，準農業師傅，農業季節性缺工

前 言

基於我國農業特性與勞動力環境，包括農業環境條件不佳、工作時段不固定、農工薪資所得低、農事操作具有專業技術、經營規模小及勞動環境倚賴農工等因素，以致青壯年從農意願低、勞動力老化，農業缺工問題叢生⁽⁷⁾，而農務工作深受季節時令與在地產業作物產區集中、產期重疊影響，農業勞動力供需不穩定，農忙時僱工調度不易，季節性缺工嚴重，農場主苦於找不到適當幫農人手，顯示改善農業季節缺工課題已是刻不容緩。

中部地區為我國水果重要產地，果樹向來重度依賴人力作業，多項農務作業極耗費人工。回顧國內對於中部地區農業人力需求或缺工相關研究，季節性人力需求相當明顯，各果樹產業最需要人力工項(月份)分別為高接梨套袋(4-7月)、嫁接(1月)、採收(7月)；甜柿採收(10-11月)、套袋(7月)、摘蕾(4-5月)；葡萄催芽(1月)、整枝修剪(2、8月)、套袋(4-5月)，需求人力宜具專業或技術純熟，經常性需要人力工項為梨與甜柿園除草作業⁽¹⁾。特別是梨產業之缺工比例占43.1%，平均果園僅2位固定人手，其他人力需與鄰居換工或聘僱臨時工，臨時人力占總需要人力比例達75.1%，季節性人力需求明顯，最需要人力工項主要有套袋、嫁接、採收，經常性需要人力工項為除草作業。有將近六成梨農希望透過農會成立人力仲介服務平臺，其次為引進外籍勞工與補助油資、保險費⁽²⁾。

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0968 號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、研究員。

就中部地區農業產業人力資源需求及運用之研究中，發現缺工主要集中於5-6月份，栽培方式以露天栽培為主，農會幫雇主找到受僱人員成功媒合率68.36%，受僱人力找到雇主工作成功媒合率70.55%，有效緩解當地農忙人力缺口約33.64%，增加約40%受僱人力成功到農場上工⁽³⁾。另在彰化縣蔬果產業人力活化運用之個案分析研究，受訪雇主均認同政府以計畫形式進行人力調度與農事服務團團員之工作效能，但應持續改善農場缺工人力供需不均與人員流動率高等問題，對人力活化計畫意見，贊成者認為立意良好，有助於解決農產業季節性缺工；持保留與反對意見者認為在成員招募、缺工媒合、派工管理及調配運用等執行面仍有疑慮。建議可建立農業人力供需資料庫、確保農業人力招募與培育等，以改善蔬果產業季節性缺工問題⁽⁴⁾。

行政院農業委員會(以下簡稱農委會)基於改善國內農業勞動條件與環境、農業專業技術傳承及提升農業缺工等核心價值，以導入或補充本國勞動力投入為規劃前提，2017年4月起推動「改善農業季節性缺工2.0措施」，期能廣增農業勞動力管道，拓增新勞動力，透過成立農業專業技術團、農業耕新團及輔助措施等，分別招募青壯年、中年及外役監受刑人、假日農夫團、農業代耕隊，以因應改善高、低技術門檻與區域短期型簡易農事，解決全年性與季節性、技術性與非技術性的農業缺工⁽⁵⁾。中部地區由農會推動成團者包括臺中石岡、彰化農業技術團及南投中寮、彰化芬園農業耕新團，分別僱用農業師傅與農耕士，調度農會負責安排外派工作，媒合到缺工農場，期為農事服務工作補充支援適當人力。

以臺中農業技術團為例，係以區域產業特色與跨縣市區域服務為考量，選取生產高經濟果樹之數個鄉鎮市區，歸屬為同一轄屬區域。2017年初成立時，由調度單位臺中市石岡區農會辦理公開招募，吸引具務農興趣、從農動機高及良好體能者計129人報名，經第一階段面試與體能測驗，篩選出40人接受臺中區農業改良場規劃辦理為期十天密集的農業訓練課程培訓與實作，於第二階段完成筆試與實務考試評核，擇優甄選出30名準農業師傅，組成農業技術團。派工服務範圍泛及苗栗、臺中、彰化等縣市，由調度單位運用農業缺工好幫手APP作業系統，執行團員之派工、考核、差勤、評價及薪酬管理等相關事宜，完成農場缺工媒合派遣與人力需求之統籌調度安排，配合單位則包括苗栗縣之大湖鄉、卓蘭鎮，臺中市之新社區、東勢區及彰化縣之溪湖鎮、大村鄉等農會，配合農會除須將在地缺工資料回報給調度農會外，並居間協助缺工政策推廣宣導、引導準農業師傅、派工進度查詢及代收雇主薪資金流處理等行政事務⁽⁵⁾。期能共同改善高經濟價值果樹類(如葡萄、梨、甜柿、柑橘等)較高技術門檻工作之農業季節性缺工。

根據農業人力資源平臺派工資料(2017年4-12月)顯示，臺中農業技術團在職準農業師傅受派至需工農場協助農務，累計服務339家次農場，以經濟果樹(梨、葡萄、甜柿、柑橘)、蔬菜及菇蕈類等產業為主，較偏重協助農場果實採收、蔬菜管理、果實套袋、修剪、除草及果樹栽培管理等農務工作。因4月適逢栽培工作的淡季，全年上工相對較高者為5、7、8、9、11、

12等月份，最多申請派工地點為石岡、東勢、卓蘭及新社等地區，整體運作情形良好。全年申請派工天數為4,409天，累計上工4,109天，平均派工執行率88.27%。部分準農業師傅因個人生涯規劃、不習慣農業工作等因素，於計畫執行期間或年度結束時離團，致團員在職人數更迭，為維持一定上工人數，已於當年底完成人力補徵作業，再補徵13名準農業師傅，以充實農業缺工人力儲備供源^(5,6)。

與臺灣同樣面臨農業勞動力老化、農忙期短期勞動力嚴重短缺的日本，農林水產省推動勞動力確保事業與改善措施，陸續實施「援農隊配適支援事業」⁽⁸⁾、「農業勞動力最適運用支援綜合對策事業」⁽⁹⁾、「農業勞動力確保支援事業(生產體制、技術確立支援事業)」⁽¹⁰⁾。依產地意向與自主活動建立勞動力招募、派遣整體機制，並導入農務受託事業體之農務外部化，由援農隊提供勞動力事業之支援架構。在農忙期等勞動力不足地區組成援農隊，推行地區援農者培育與組織化等支援措施。農業勞動力最適運用支援綜合對策業務，係透過全國與地區層級互相協調合作，推動全國性農業勞動力支援模式，因應產地需求在地區設置勞動力確保戰略中心，進行勞動力招募培育、人力調整、建立減輕勞動負擔所需的環境等措施，在全國層級設立勞動力確保最適運用制度協會，負責全國性業務推動與協調。另農業勞動力確保支援措施，聚焦於「勞動力確保與調整體制之建構支援」與「確立新品種、新技術之支援」兩大事業內容，前者係透過檢討產地勞動力確保體制、勞動力招募與資料庫化、地區內外人力配適及提供研習，搜集並提供農業勞動力供需相關資訊，與其他產業、產地、不同行業別間進行勞動力靈活運用，落實農忙期勞力相互支援，以產地為單位，建立勞動力確保調整之整體體制，藉此改善產地內、產地間農業勞動力合作體制不完善等問題。可見，日本確保農業勞動力之相關因應作為，兼具彈性、地區自主推動及中央地方協同配合與時俱進等特色，可提供我國擬訂解決農業季節性缺工措施之重要參酌。

綜合上述研究背景與相關文獻，本研究利用質性研究方式，針對參與臺中農業技術團相關人員進行深度訪談，從不同主題彙整比較個案質性分析結果，提供政策建議。本研究目的如下：

- (一)瞭解臺中地區農業季節性缺工2.0措施執行現況與季節性農業缺工情形。
- (二)分析臺中農業技術團人力資源管理特點、調度平臺運作課題與衍生問題限制。
- (三)針對未來可行之季節性缺工農業人力調度模式，依調查結果提供未來制定相關政策之參考建議。

材料與方法

一、訪談調查題綱設計

全國共計八處農業試驗研究單位參與此共同研究，在農委會輔導處人力發展辦公室主辦人員與兩位農業推廣、農業人力活化運用等專長背景之專家學者指導、建議下，確認問卷具備專家效度，依據研究目的、文獻探討與三次工作坊會議討論，共同擬定訪談大綱，作為研

究工具，於2017年8月完成問卷初稿，9月編製為正式訪談之半結構式公版問卷，由參與共同研究計畫之各試驗改良單位依轄區規劃，各自擇定目標對象訪談，公版問卷包括「基本資料」、「農業人力調度之運用現況」、「人力調度之限制與相關評估」及「人力調度之後續改善與建議」等訪談大綱，進一步瞭解並彙整不同受訪對象對各項議題之看法與深層感受。

二、研究對象

根據臺中農業技術團2017年執行狀況⁽⁶⁾，累積服務147家農場，平均在職人數為24人，為求資料多樣性，以申請/參與/承辦農委會「產業人力調度計畫及農業季節性缺工2.0試辦計畫-臺中農業專業技術團」之農場主(2位)、準農業師傅(3位)及調度單位主辦(1位)為研究對象，共針對六位受訪者進行質性深度訪談。透過調度單位主辦人引介，採取立意選樣方式，兩位農場主在果樹產業均有標竿經營水準，對本計畫有相當程度認知，在較高季節性缺工需求下，曾多次向調度單位申請派工，三位準農業師傅於受訪年度則各累積相對較高上工日數，農場主反應有普遍較佳僱用表現評價。故在樣本選擇上應具代表性，可提供豐富而有深度資訊內涵。

三、資料收集整理與分析方法

於2017年9-10月期間，以質性研究深度訪談法進行資料收集，每次訪談時間約為1.5-2 hr。經錄音訪談內容、逐字謄錄轉譯與內容編碼分析，透過摘記訪談重點、萃取語意概念、描述詮釋概念及彙整歸納實務操作原則等過程，依訪談對象統整論述研究結果。

資料分析與結果

一、受訪者基本資料與背景

受訪者均為男性，兩位農場主之從農年資分別為12年與15年，經營面積各為1.5 ha與3.3 ha，分別於臺中市石岡區與東勢區種植梨、椪柑與甜柿等果樹。準農業師傅屬青壯年齡層(24-32歲)，務農年資尚淺，曾被派工至苗栗縣(卓蘭鎮、大湖鄉)與臺中市(東勢區、新社區)等經濟果樹(如梨、葡萄、甜柿)產區。調度單位主辦人員年齡為38歲，於農會服務年資12年，輔導梨產業，並承辦臺中農業技術團轄區(包括苗栗縣、臺中市、彰化縣等鄉鎮市區經濟果樹產區)農業缺工用人調度與執行等相關事宜(表一)，另為因應未設配合單位之在地個別農場或小農之缺工急迫需求，就農場主(不限栽種經濟果樹類)之自行申請個案，如臺中市大里、后里、和平等區，提供跨越區域、鄉鎮及產業別之一般蔬菜或菇蕈農務工作支援。

表一、受訪者基本資料與背景

Table 1. Basic information and background of the interviewees

Interviewee	Gender	Age	Year	Type of industry	Cultivated area /Matchmaking area
Farmer A	Male	55	12	Pear, mandarin	Shigang dist., Taichung city/ 1.5ha
Farmer B	Male	42	15	Pear, mandarin, persimmon	Dongshi dist., Taichung city/ 3.3ha
Pre-service agricultural specialist A	Male	32	2	Pear	Dahu township, Miaoli county Dongshi dist., Taichung city
Pre-service agricultural specialist B	Male	24	0	Pear, grape, persimmon	Dongshi dist., and Xinshe dist., Taichung city
Pre-service agricultural specialist C	Male	26	0	Pear	Zhuolan township, Miaoli county Dongshi dist., Taichung city
Chief of manpower dispatching unit	Male	38	12	Assisting pear industry / Dispatching labor shortage of area's economic fruit	Areas under Miaoli county, Taichung city and Changhua county

二、農業季節性缺工2.0措施運用現況

(一)季節性農業缺工/派工情形與工作內容

依據表二，農場主進一步表示從果樹生產栽培到產季採收等階段，隨時須專業技術性或一般勞務性之密集人力，如整枝、套袋、嫁接、除草、施肥、採收、包裝及搭設棚架等，除產季出現特定工項缺工孔急，亟須投入農業生產各個環節農務，6-10月呈現季節性與經常性勞務需求密集缺工，亦欠缺常駐穩定型農務幫手。因應園區果樹栽種生長週期進展，缺工人數多寡不定，視農場栽種規模、農務工作性質而異，從每月缺工至少2人，到嫁接花苞與疏果等階段，需工人數增加至5-6人，要求派工人數不同。

準農業師傅被派工月份除四月初受梅雨季節等天候影響，可作業天數高度不確定性，5-12月均有較頻繁上工，缺工旺季排班更出現穩定包月或滿班狀況。主要從事果樹產業田間作業，趨向產季一般性(除草、選果、分級、包裝)或專業技術性(採收、套袋、疏果)多樣且異質性等農事，尤其在套袋保護到成熟採收等階段，搭配果樹別產區差異，因應農場主交派不同工項，補充季節性與階段性之高密度勞力需求。

依調度單位主辦表示，臺中農業技術團初成團時甄選出30名青壯年為準農業師傅，經訓練並僱用派工，團員平均年齡38歲，學歷多為大專以上，以無農業背景或欠缺農事經驗者居多，僅4人有農事經驗，初期因不耐農務辛苦、無法負荷勞動量及個人生涯規劃等而退團，致離職率略高，年中以後在職人數維持24人，鑒於不同時節有不同人力需求，深受

季節性影響，於果樹生長與產季收穫期(6-12月)曾媒合安排至各農場進行經濟果樹之套袋、採收、修剪及果園除草等農事工作，在特定產季、月份與工項出現勞力密集短缺狀況。

表二、農場缺工月份、人數及工作內容

Table 2. Month, worker's quota and and work content of farm labor shortage

Interviewee	Labor shortage / Labor dispatch situation	Primary work content
Farmer A	Regular and seasonal labor shortage, at least two persons of per month	Weeding, basal fertilizer, harvesting, packing, home delivery, pruning, bagging, grafting
Farmer B	Regular and seasonal labor shortage, labor shortage uncertainty, 5-6 persons of per month	Top dressing, set up scaffolding, thinning fruit
Pre-service agricultural specialist A	From May to Aug.	Bagging, harvesting
Pre-service agricultural specialist B	Jul., Sep., Nov., Dec.	Bagging, harvesting, thinning fruit
Pre-service agricultural specialist C	From Sep. to Oct.	Harvesting, thinning fruit
Chief of manpower dispatching unit	Fruiting harvesting, seasonal work (Jul.-Dec.)/24 persons of per month	Bagging, harvesting, pruning, weeding, grafting etc.

(二)農業缺工人力資源管理與農業技術團調度情形

過去農業缺工人力來源，深受地域與人脈影響，除經鄰居介紹、農場換工(以工換工、互相支援)等管道，主要透過工頭、熟識人脈(如鄉鎮內農業資材店)等農村內的人際關係與社會網絡，介紹有經驗人力，如募集鄰近中高齡女性之短期臨時工(具地緣關係，多已形成固定基本班底，與農場主建立交情，具豐富熟練工作經驗)、在學工讀生等幫農人手，或由農場中家族成員、臺中市政府“青年加農”人力提供支援，目前則已增加準農業師傅之人力來源，詳如表三。

由於臺中農業技術團成立之初，一般農場主大多對進用準農業師傅仍持保守觀望、質疑猶豫態度，在表現難以預期下，多半不敢貿然試用，主動僱用農場數僅十餘家，後經一段時間觀察，在農會與產銷班班會廣加宣傳、推薦應用下，已轉為積極洽詢深入了解、主動申請預約及踴躍進用等趨勢，開始偏好或增加僱用，兩農場主咸認為應多提供僱用機會，期望能培育成為缺工幫農之主力，彼此間亦會分享僱用心得與經驗，透過大力宣傳、代為引薦或主動介紹，甚至已影響其他農場之跟進申請，轉為廣泛認同與熱烈迴響。

有關準農業師傅間搶工情形，頻見於缺工需求高峰之季節性農忙階段，如逢果樹採收季節與缺工時間點、地域性重疊，或因應農事工作之短期工臨時招募不及或災前搶收等應急考量，出現經常性或臨時性搶工狀況，需工者除直接私下洽詢請託曾配合過的準農業師傅，或於上工時再當場詢問，準農業師傅表示若有空檔會先與調度單位主辦報備，視個人工作排程與時間再接再援。

對於準農業師傅人力管理方式，受訪農場主傾向於上工之初，針對並無從農經驗或初次進用者親自指導提點，不藏私地示範講解各農務要領與要求作業程序，先安排簡單勞務，再依序導入專業技術性較高工作。在管控或改善準農業師傅工作狀況方面，或由農場主、家人隨行在旁、直接管控，於初上工從旁督導提點，直接指正有誤或不符部分，或採信任自主取代強勢監控，未硬性監督或控管工作進度，任其獨立作業。

調度單位主辦表示，透過多次實地農場訪視機會，關心了解準農業師傅工作現況與農場主需求，扮演雙方居中協調角色，並由農會主動安排梨套袋、梨穗嫁接及農機具操作等在職教育訓練，讓準農業師傅累積經驗與實務操作，逐漸熟悉並掌握農場主慣用作法與作業習慣，促其技術由生疏轉為純熟。

表三、農業缺工之人力來源與管理

Table 3. Supply and management of human resources in agricultural labor shortage

Interviewee	Supply of human resources	For pre-service agricultural specialist		
		Training for non-experienced labor	Training	Other opinions
Farmer	Holiday part time foreign workers	Training of practical agriculture	Explanation and demonstration of practical skills	From wait-and-see to active participation
	Manpower utilization of TCC. "Youth Farmer Scheme"	practice skills of pruning, grafting, etc.	Supervision and immediate feedback in practice	strong support, promotion, recommendation
	The elderly women in neighbor		Asking for the accuracy of practical skills	application
	Family of farmers			follow others to join and employ
	Part time students			
	Pre-service agricultural specialist			Encouraging free practice instead of close monitoring

(三)準農業師傅之受僱資格、工作分配與訓練指導

受訪準農業師傅強調農事服務從業者應當具備成就導向、主動性、適應力、學習力及自律性等無形職業態度。認為個人工作熱忱、從業精神及學習態度，均會影響農場主僱用

觀感、表現評價與日後再僱意願。對於工作分配看法，表示尚可配合或接受調度單位派工，或足可勝任適應，自認工作素質與效率可合乎農場主要求。但期望工作調配應更具妥適性與彈性，建議調度單位應考慮派工交通距離與出勤車程時間，因應天候等臨時狀況，改善農會運用APP平臺系統之排班、派工時效性，建立彈性補調班合理機制與完整配套措施，解決排班制度僵化與欠缺彈性問題。歸納受訪準農業師傅對工作環境與內容型態看法，包括：1.除因特殊考量或與農場主互動爭議，大致可滿意或適任上工農場工作環境、農務內容與工作要求；2.就個別派工均能做到期滿，維持穩定工時出勤；3.儘量適應農業產業經營環境，克服農業場域原本存在問題，透過累積田間作業經驗，強化自身實作應變能力。

受訪準農業師傅對於改良場進行職前教育訓練看法，表示培訓課程較偏向基礎概念，整體課程內容簡單易懂，可增進對農業相關知能與從農瞭解，為務農奠定必要基礎，惟反應規劃課程時間與實習時數偏短，建議改良場朝向專業技能課程與田間實作訓練為核心目標，加強農業技能養成成效與實用性，增加課程實作演練，加強嫁接技術、修剪與不同套袋法等實用技能課程設計與實習，方能精準田間作業技巧，因應不同農場農務缺工需求，避免與農場主實務要求落差太大，確實發揮務實致用、即訓即用與學用合一等成效。若能配合以職能為導向的在職專業訓練與分級結訓考試，深化農場勞務或技術層次，經農業專業認證以有效精進考核技能，將有助於落實考訓合一、技術傳承目標。

(四)農業技術團之工資給付與給薪標準

依照農委會2017年提供準農業師傅之薪資內容，包括農場給付薪資、政府提供就業獎勵金(每月以176 hr為限，50元/hr，最高8,800元)、務農基金1萬元(每月工作144 hr以上者，當月儲存專戶，須連續就業到當年度計畫執行結束為止，始可領回)及交通補助(每月最高補助3,000元，每日補助交通津貼100元，按當月派工日數核撥)，並享有專訓津貼(參加勞工安全訓練4 hr與10天農業專業訓練，依實際參與訓練時數，訓練獎助金為133元/hr)、勞健保、意外險等。

有關準農業師傅工資給付與上工時間，係由調度單位主辦人員與需工農場主議定工資，上工時農場主、準農業師傅協議工時，配合季節天候變化與農場作業實況，以每次派工時數至少4 hr、做滿8 hr為原則，採彈性機動工時安排。農場主依照或高於基本薪資(133元/hr)，採日薪或時薪計算，並考量市場僱工公定行情與農事業務性質(技術、勞動)差異性，以工時與工資較具彈性優厚方式計算。調度單位主辦透過APP平臺系統操作，考量當地市場工資行情為核算標準，如噴灑農藥2,500元/日薪，梨穗嫁接、修剪、疏果、肥培管理及採收(園主提供電剪，含早上4 hr採收，下午4 hr分級包裝)等，均為1,500元/日薪，除草為1,600-2,000元/日薪，另手工除草、套袋、採收(一般)及果樹、蔬菜、花卉、菇蕈等一般農務，均為1,064元/日薪。當日超出工時部分直接核計並現付加班費(200元/hr，工時若不足1 hr以1 hr計算)。

受訪準農業師傅對於薪資所得看法，或有表示勞力付出與工資所得不符期待，存在薪酬待遇之期望落差，或自認專業技能、工作經驗尚嫌不足，可接受並滿意目前待遇條件。但重點聚焦於精進個人能力與經驗累積，期望在厚植提升個人技能後，能有效改善待遇與福利，明確保障勞動權益。可見，薪酬雖非工作抉擇首要考慮要素，但卻足以吸引農業外部人力投入，目前以高於基本工資條件，在政府提供就業獎勵金、務農津貼及交通補助等政策誘導下，經濟誘因效用明顯，確已形成受僱者選擇農事服務之驅力因素。

(五)臺中農業技術團缺工人力調度特點與問題限制

調度單位表示會定期訪視農場主，主動適時了解準農業師傅工作情形，並就不適任或主僱雙方爭議事項進行溝通協調，不過人力調度媒合易受天候不穩定與人為因素等影響，出現工作排程配合無法盡如預期、排程補班及時間安排等困難。在本計畫開始運作時，礙於申請派工農場較少，團員專業技能未臻純熟，農場主多持觀望或信任不足，致出現團員待工或人力賦閒，但旺季時卻因缺工機會多於準農業師傅人數情形，員額數不足派用等困窘，顯示缺工淡旺季之人力供需失衡問題仍亟待克服。茲彙整臺中農業技術團農業缺工調度曾遭遇課題⁽⁵⁾，說明如下：

- 1.無法因應個別要求指定派工：調度單位主辦已事先隨機完成排定班表，無法按照準農業師傅個別偏好，要求安排到某特定農場或從事某特定農事工作，準農業師傅應配合並接受派工。又為因應農場主業務需要，雖同意調度準農業師傅在農場工作最高長達3個月，但農場主不得要求指定準農業師傅人選或派工人數，擔任長期性工作。
- 2.無特定調度模式，非集中式之調派：鑒於轄區派工範圍趨於分散，無法集中大批派工，未採特定調度模式，在團員時間許可下即予安排，採「有工就排、有缺就派」原則。農忙時無法特別因應調度，出現無法隨請隨到或隨派隨用，難及時因應臨時個別農場缺工等困境，故能否因應並發揮臨時需求急效性，進行適時且常態性派工安排是一大問題。
- 3.派工彈性、即時性與靈活應變相對不足之限制：對於農業缺工人力調度，調度單位扮演被動媒合角色，且因受轄區幅員廣大，交通路途偏遠或跨縣市服務、準農業師傅技術水準尚未普遍受農場主認同等影響，致初期執行率相對較低。雖儘量安排準農業師傅連續性農業工作，提供當月充分工作日，但因受限於天候、一例一休、一天最長工時等排工限制，或因人為等非預期因素，造成工作安排困難，人力調度運用與規劃之應變彈性、即時性與靈活性仍嫌不足，尚有改善空間。

三、農業技術團之人力調度評估與相關建議

(一)準農業師傅的工作態度、意願與合適性評估

受訪農場主對準農業師傅工作態度之評估，多持正向觀感，認為工作態度非常重要，除肯定其出勤狀況、體力負荷表現外，亦認同工作熱誠與認真態度，除少數個案表現不佳

外，大多能維持穩定工作表現。調度單位主辦表示，農場主對準農業師傅工作表現與僱用經驗，多能給予正面評價與肯定，多數具備主動、虛心學習特質，認為初入行新鮮感與日後從農意願，會影響其熱誠與留任意向，但適者留任、不適者離職狀況難以避免。另準農業師傅對農事工作意願，主要是受到從農願景驅使、個人事業取向、日後從農意願、職涯工作選擇及從農生活理解，而對務農有正向憧憬或想像。但認為農場主風評不佳、互動磨合經驗、要求不合理、農事環境不佳及工作非如預期等因素，均足以影響其投入農場工作意願，形成持續從農阻礙。而個人意願、交通距離、出勤時間、天候變化及對農場工作環境忍受程度等因素，亦可能影響上工機動性。

(二)準農業師傅的工作表現與後續動態評估

依據農場主反應，表示除相對少數準農業師傅於受僱期間工作表現有待改善、技術較不純熟，與原有期待偶有出現落差外，對於每次派駐來的團員異動性偏高，無法固定、長期或全時派駐在某一農場，不易於專業知能傳承與農務工作一貫性、連續性，會徒增農場主一再重複教導新手之困擾，難免有所微詞。整體而言，農場主對準農業師傅素質與效率能否滿足農事作業工作需求之評估，包括「均樂於學習，成效佳，肯定其工作賣力表現」、「精進農業專業與田間管理技術之著力點較不足」、「無法確知專業知能養成或技能專精成效」及「存有多學略懂，卻未專精的質疑」等意見。依調度單位主辦表示，雖有申請過的農場主抱持不同意見，但多數對於準農業師傅素質仍能給予鼓勵與正向評價，願意提供後續僱用機會。

從準農業師傅角度來看，在考量農業前瞻性與個人生涯規劃，表示即使無此計畫政策誘因，亦有從農意向或考慮投入農業，但期望透過實戰累積豐富專業技術，日後以專業技術者立足於農村，運用所學從農，獲得農業技術傳承，落實習技致用，而非一般勞務或付出勞力的幫農者。均認為透過參與技術團之農事服務，不僅提早在農場上工歷練學習，有效銜接日後從農，更有助於人脈連結、情感交流與務農經驗分享。

(三)針對農業季節性缺工2.0措施的限制與未來性評估

農場主僱用準農業師傅從事農事生產作業，存有「質疑計畫持續性，應讓準農業師傅有感工作保障」；「初次試用，不敢冒然僱用問題」；「雨季動輒取消派工問題有待解決」；「每次派來者異質性高，須重覆教導新手」；「能否成為長期穩定缺工人力來源，有待評估」；「較趨於非典型僱用之安排分派」；「工作表現與期待偶而會出現落差因應」等相關疑慮。

準農業師傅從事農事生產作業之疑慮與未來性，主要是考慮：1.工作期程不穩定、計畫延續不確定性、主僱間磨合困難、工時過長或不穩定及農務工作量造成體力負荷過重；2.主僱雙方對薪資認知有落差，異工同酬計薪歧見；3.工作期程安排出現非連續性或不穩定；4.出勤核派彈性不足，欠缺機動調派或補班機制等狀況。

(四)對農業技術團計畫改善季節性農業缺工之意見暨人力調度模式相關建議

有關農場主對改善農業缺工意見，包括：1.此計畫立意良好，明顯增加調派農工管道，可緩解農場個別缺工，期望計畫措施能持續執行；2.對改善農業缺工或有幫助，應就成效再追蹤；3.轄區廣大，以有限準農業師傅人力實難以改善整體農業缺工狀況，僅部分農戶受惠。準農業師傅表示已支援農場專業技術或一般農務工作，挹注幫農人力，可適度改善缺工，期望計畫具有後續性，就運作調度機制再予改善。調度單位主辦認為對有缺工需求之個別農場確有實質幫助。不過以農業技術團有限人力，仍不足分配幫助有缺工需要之眾多農場，就整個產業面實際改善農業缺工助益尚屬有限。

農場主表示準農業師傅可因應農場需求，上工後與實際狀況接軌；應預留準農業師傅後備人力，建立彈性排班、補班機制；增加排班與實際上工日之彈性機動調度；須考量該政策持續性與周延性問題，就成效再作後續追蹤，期能成為長期穩定幫農人力來源。建議調度單位應事先盤點缺工需求，調查在地缺工情況，招募可運用人力，整合農業人力供需調度；未派工時可儘量安排準農業師傅參加在職講習，加強農業專業知識；仿照臺中市府加農賢拜作法，促其學習成效更佳。讓準農業師傅能參與週年性農務工項，達務農專精目標。

準農業師傅提出相關建議，包括「派工人數多寡視農場主經營規模與工作量而定」、「交通、車程距離是影響配合上工之重要考量」、「接受派工調度合宜性」、「應重視整體團整體表現，處理特殊派工爭議個案，避免不利影響」、「與調度單位主辦溝通、磨合」、「應改善排工僵化問題」及「改善調度單位媒合服務品質，了解被取消派工原因」。調度單位主辦表示，轄區內缺工狀況的農場數眾，準農業師傅人數相對有限。僅能改善或緩解部分農場農業缺工，侷限於補足地區農業人力需求缺口。

結論與建議

本研究以質性研究進行個案深度訪談分析，分別就相關議題，提出相關結論及建議。

一、結論

(一)中部地區經濟果樹生長週期，缺工旺季為產季期間6-12月，缺工人力資源供應以在地臨時工與政策措施之準農業師傅為主：

農場主表示不僅有常年性缺工，疏果、套袋、採收等季節性密集勞務亦甚欠缺。缺工人數需求不一，多為5人以下，視果園規模、工項性質與技術性而異。人力來源除僱用在地臨時工，亦有偏好僱用準農業師傅傾向。在農忙缺工旺季，曾出現農場雇主搶工，準農業師傅視其工作排程與個人時間，私下洽詢工作機會。

(二)準農業師傅的選派、薪資、在職訓練與工時管理等人資運作有待改善：

農場主對管理準農業師傅採取的人資作法，包括講述技巧、提供示範、督導指點、直接指正、以信任自主取代強勢監控等。準農業師傅表示可接受或勝任農事工作分配，頻見被預約、包月或滿班狀況，但也反應出調度單位應通盤改進工作調配、派工地點、線上APP系統缺工媒合與指派等問題。檢視目前農業技術團之農業缺工人力調度模式運作，仍存在「無法因應個別要求指定派工」、「無特定調度模式，非集中式之安排派工」、「派工彈性、即時性與靈活應變相對不足等派工限制」等問題。

目前準農業師傅勞務工資依照或高於每日基本工資計算，依工作性質、勞動量而異，就超出工時部分可優厚彈性核計工資或加班費。準農業師傅表示因缺乏足夠工作經驗，可接受並滿意工資條件，重點放在厚植自身技能。對於準農業師傅從事農業工作時間與穩定度，由農場主與受僱者於上工前先議定時間，每日只要做滿8 hr即可，農場主反應個別準農業師傅之工作表現穩定度佳，但認為每次派駐團員異動性偏高，不利於專業知能養成與農務工作之一貫性、連續性。

(三)強化準農業師傅的人力評估與留農機制：

受訪農會、農場主對準農業師傅工作態度與熱忱均給予正面評價與肯定，表示多能主動並樂於學習，會繼續僱用並提供後續再僱機會，其工作態度是影響農場主願否悉心教導關鍵。然應予重視影響準農業師傅熱誠、意願度、排班機動性與時間分配等相關因素。受訪準農業師傅考慮日後務農規劃與從農意向，對農事工作意願高，能從協助農務過程中，直間接受益或提前適應農事工作，適任調度單位之安排與分派，即使日後無此缺工相關計畫支持，亦期望能落實習技致用，以從農創業或繼承家業為依歸。

再者，有關評估準農業師傅之優缺點、疑慮及未來性，農場主認為此計畫立意良好，希望政策具持續性，成為長期穩定幫農人力來源。對曾僱用過準農業師傅多給予肯定評價，但針對僱用準農業師傅從事專業技術作業仍有疑慮。準農業師傅表示由政府提供薪資補貼與相關補助等誘因保障優點，疑慮係來自農場環境不佳、工作期程不穩定、政策措施不確定感、主僱間互動磨合困難、工時過長或不穩定、派任適切性、主僱雙方薪資認知落差及調派補班機制僵化等困境。從調度單位派工調配立場，因受限於轄區內季節性缺工差異明顯，難以因應採收期缺工急迫性，且調度單位受限於主客觀因素，面臨有效達成執行率目標之承辦壓力。

二、建議

基於上述研究結果，爰建議事項如下：

(一)政策定位明確性與配套措施之強化

- 1.農業缺工2.0措施之農業技術團已成為農場主因應短期、季節性農務人力短缺工之必然選擇，已發揮適度緩解或改善地區農業季節性、短期性缺工成效。再者，可正面思考

藉此人力調節機制，培育儲備參與者成為農業人力資源，達到建構延攬或吸引新進青壯世代留農或務農的有利方式。

- 2.針對此政府資源補助所建置之農業人力調度平臺，應強化供需兩端與調度APP平臺訊息即時共享與整合連結功能，與時俱進擴大農業勞務之媒合、調度與應用成效，建立資源整合式農業派工機制，規劃周年常態性或短期季節性缺工等農業勞動人力資源，配置質優量足之準農業師傅員額，活化農村勞動多元人力資源運用效率。
- 3.調度單位與配合單位之溝通、協同合作，針對缺工地點、人數及需工期間等進行盤點統整，充分回應並揭露缺工相關資訊，建立資源整合式農業派工制度，增進在地農民組織間之缺工人力調配與協同運用功能。
- 4.農務職能提升，針對準農業師傅培訓，由改良場與調度單位進行嚴謹考核選用，加強以職能為導向之實務訓練，養成農業專業技能與實務經驗，累積技術純熟度，冀能發揮勞動效率與人力效能，契合農場主對工作產出與勞務要求，成為農務最佳幫手。
- 5.加強政策宣導，強化農場主支持與認同，化解主僱雙方間相關疑慮，並就此農業缺工措施作整體效益評估，進行滾動式修正調整，維持政策之延續性、周延性與長遠發展規劃，以產生長期實益，俾益於改善農村季節性缺工，創造農村就業機會。

(二)農業缺工人力調度執行運作的系統化調整與改善

- 1.形塑準農業師傅專業定位，應與農業耕新團農耕士有所區隔，農業技術團透過專業培訓、系統化人力調度，應以從事並改善具高技術門檻與高經濟作物導向之農務工作為主，一般田間操作性勞務為輔，為確保考訓合一，在年度結束後由農業改良場辦理分級結訓考試，農委會就合格者核發農業師傅專業證書，冀能成為技能專精、可獨當一面的農業師傅。農業耕新團則遴選願意從事農業基礎工作之農耕士，從事一般初階農務工作。
- 2.建立健全缺工人力調度機制，搭配完善農業缺工好幫手APP系統，積極檢討從媒合到上工後之各項實務問題，如改善彈性排班調度與補班、淡旺季時的區域性勞動供需不均、影響準農業師傅上工意願等問題，應尋求解套對策，加速事求人、人求事的效率，以建立農業人力管理系統性調配，維持長遠穩健運作機制。
- 3.強化整體性派工調度，改善調度平臺運作問題，達成缺工需求、分派調度與期望成效間之適配性，依在地實際缺工狀況靈活運用人力，放寬原有工時安排與排班限制，促進工時、排班彈性化與排班靈活機動性，以充分發揮人力調配運用效能。
- 4.提供有願景與有發展性之工作環境，修訂準農業師傅之實質工資所得與激勵獎勵措施，強化工作權益保障與福利等激勵誘因，鼓勵有意願從事農業工作、能適應農業工作環境的農業師傅，成為具專才技術職能的從農者。

參考文獻

1. 梁燕青、趙筱倩、陳世芳 2014 中部地區重要果樹產業勞動力現況調查之研究 103 年度行政院農業委員會農民輔導研究計畫成果摘要報告 p.269-271。
2. 梁燕青、趙筱倩、陳世芳 2014 中部地區梨產業勞動力現況調查之研究 臺中區農業改良場特刊 129: 199-211。
3. 曾康綺、張惠真 2017 中部地區農業產業人力資源需求及運用之研究 臺中區農業改良場研究彙報 134: 29-39。
4. 曾康綺、張惠真 2018 彰化縣蔬果產業人力活化運用之個案分析 臺中區農業改良場研究彙報 138: 21-35。
5. 曾康綺、劉建志 2018 臺中農業專業技術團之缺工調度模式、執行成效與評估 農業推廣文彙 63: 13-23。
6. 農業人力資源平臺 2018 臺中石岡團-農業技術團執行明細表(106年4月1日-106年12月31日)。2018/06/20下載自<https://ahr.coa.gov.tw/>
7. 劉向正 2017 最潮農夫 專業技術團成軍，改善農業季節性缺工 行政院農業委員會 農政與農情 299: 6-11。
8. 農林水產省 2015 產地活性化総合対策事業/生産システム革新推進事業/援農隊マッチング支援事業。2018/06/15下載自
http://www.maff.go.jp/j/seisan/suisin/tuyoi_nougyou/t_tuti/h27/pdf/santi_09_pr.pdf
9. 農林水產省 2016 農業労働力の確保に関する現状と課題。2018/06/20下載自
http://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/pdf/kadai_2801.pdf
10. 農林水產省 2017 生産体制・技術確立支援事業〔新規〕。2018/06/15下載自
<http://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/attach/pdf/ennotai-25.pdf>

Research on Seasonal Agricultural Labor Shortage 2.0 Program for Agricultural Human Resources Optimization - A Case Study on Agricultural Technical Group in Taichung District ¹

Kang-Chi Tseng and Hui-Chen Chang²

ABSTRACT

The aim of this qualitative study, employing semi-structured in-depth interviews, investigates the current practice, problems and approaches of labor dispatching pertaining to the Seasonal Agricultural Labor Shortage 2.0 Program in central Taichung. By means of purposive sampling, we interviewed 2 farmers, 3 pre-service agricultural specialists and a chief of manpower dispatching unit of Taichung agricultural technical group. The results show that agricultural technical labor shortage of fruit farms occurs during June to December, especially when intensive agricultural labor technical services, such as thinning fruit, bagging and harvesting is needed. Farm owners made an impression of active-learning on all quasi-agriculture specialists, and satisfied their passion and altitude toward working. On the other hand, the specialists believed that their passion on work and learning can affect the farm owner's evaluation. These quasi-agricultural specialists, who are dispatched regularly in labor shortage seasons, have obvious willing to work in agriculture in the future. Taichung agricultural technical services team could solve the problem of seasonal agricultural labor shortage in some farms effectively.

Key words: agricultural technical group, pre-service agricultural specialist, seasonal agricultural labor shortage

¹ Contribution No. 0968 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, Researcher of Taichung DARES, COA.

蕎麥離心式脫殼機之研發應用¹

張金元、田雲生²

摘 要

為研發國內產業適用之小型蕎麥脫殼機，協助採收後之脫殼機械化作業，以提升農友栽培意願及栽種面積，並降低機械脫殼碎粒情況。本研究研發完成蕎麥應用之離心式脫殼機，機體小巧、功能俱全，創新結構獲得2項新型專利。由試驗結果顯示，專利機型的碎粒率較對照組降低18.62%，脫殼粒率提升13.43%，以及可篩選分離出粒、粉、殼，提高後續加工處理效率及商品價值。

關鍵詞：雜糧、蕎麥、脫殼、機械化、風選除雜率

前 言

蕎麥為蓼科植物(Polygonaceae)，生長期短(60~70天)，有救荒作物、速成作物(Catch crop)之稱；因其有蜜腺，為良好之蜜源植物，歐洲地區的德國、法國亦作為釀造酒類之原料^(1,2,3)。蕎麥種實為瘦果(Achene)，基部略圓，果皮厚，成熟後光澤消失，呈銀灰色、褐色或黑色。瘦果是單果類乾果中的一種閉果(Indehiscent fruit)，果實成熟時不會裂開，果實內僅一枚種子，種子只有一點(處)與子房壁相接，其果皮聚包種子，成熟時種皮與果皮易分離，係由三心皮子房所形成的瘦果，通常種實為三稜，亦有極少數為二稜或四稜。

蕎麥是臺灣雜糧產業重點作物之一，營養成分高，可製成麵條、餅乾及保健食品，因此蕎麥的栽培與加工應用受到重視，但其種殼堅硬及籽實易碎裂，較不易脫殼處理，是在地加工技術的瓶頸，栽培面積從300 ha下滑至100 ha左右。國外製造之蕎麥專用脫殼機組，因機型較大、進口價格高，並不適合直接引進與使用；若有適用的小型蕎麥脫殼、分級與選別加工處理機具，則有利於恢復蕎麥栽培作業，加速帶動蕎麥栽培應用與相關產品之研發推廣，進而落實該項農產業發展⁽⁴⁾。本研究以設計開發蕎麥機械化脫殼作業機具為目的，使其具有高脫殼率，並儘量避免籽實粉碎之低碎粒率，妥善分離蕎麥籽實與殼。此外，農產品食安議題抬頭，加速推動臺灣蕎麥等雜糧產業，有助於訴求新鮮、非基改、國產、碳足跡減少等優勢，期能省工、高效生產，進而帶動國產雜糧聚落及商機，提高農民栽種意願，促進產業發展，並藉此活化休耕地及節省農業用水。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0969 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、副研究員。

材料與方法

一、機械脫殼材料與方法

供試材料樣本為蕎麥台中5號。收穫後之蕎麥利用機械乾燥後，存放於冷藏庫，環境為5°C、60% RH。機械脫殼試驗時，先取出放置4 hr，利用風選機進行粗選作業，將未充實粒、枝梗、碎葉等夾雜物風選乾淨，並使其平均含水率為14%。

二、蕎麥離心式脫殼機之作業原理及試驗方法

離心式脫殼機之作業原理，是將穀粒經由脫殼機的離心盤高速旋轉而拋甩撞擊離心盤體外圍之衝擊軟墊，達到脫殼的效果。本試驗應用兩型離心式脫殼機：傳統機型與應用專利技術製作之機型。此兩型脫殼機的離心圓盤直徑皆為307 mm，圓盤上具有16個離心葉扇，離心圓盤厚度56 mm，驅動軸心為20 mm，入料孔洞直徑90 mm。衝擊軟墊均應用A-TYPE、硬度為62°A之橡膠材質，軟墊寬度80 mm、長度1,600 mm、厚度10 mm。兩型機械的結構差異是專利機型的離心葉扇始端加裝軟性柱體，期能減少蕎麥在脫殼機入口處遭到撞擊。兩型機械均搭配變頻器調控離心盤轉速在1,500至1,800 rpm範圍進行脫殼試驗。分別測定專利製作之離心脫殼機與對照組的傳統機型對蕎麥脫殼之關係，探討蕎麥之脫殼率、未脫殼率、碎粒率與殼率，以及風選夾雜殼率、風選夾雜粒率之機械篩選效果。

蕎麥脫殼試驗時，每樣品供試重量為300 g，3重複。經機械脫殼後之樣品秤總重後，再以人工篩選分離未脫殼的蕎麥種子、脫殼的蕎麥籽實、蕎麥的殼及碎粉，其個別重量分別除以機械脫殼後之樣品總重，即為未脫殼率、脫殼率、殼率及碎粒率。其說明如下：

未脫殼率(Seeds rate)：完整帶殼之蕎麥種子重量除以樣品總重之比率，%。

脫殼率(Kernels rate)：脫殼之蕎麥籽實重量除以樣品總重之比率，%。

殼率(Hulls rate)：蕎麥殼除以樣品總重之比率，%。

碎粒率(Powder rate)：粉碎之蕎麥重量除以樣品總重之比率，%。

(粉碎蕎麥的定義為籽實缺角、斷裂或粉碎之蕎麥，並通過寬度 2.8 mm 之長條型孔洞。其中蕎麥碎粉中包含無法分離之碎殼，因此碎殼重量納入碎粉率計算。)

在本研究中所定義的風選夾雜物，是指蕎麥自離心式脫殼機經脫殼及風選作業後，於集殼裝置中所收集之物料(殼)，其中包含殼與夾雜粒，再經由風選機手動風選篩出殼與夾雜粒；以及箱體中最後落下之物料(粒)，包含粒與夾雜殼，再經由風選機手動風選篩出粒與夾雜殼。

風選夾雜殼率、風選夾雜粒率計算方式說明如下：

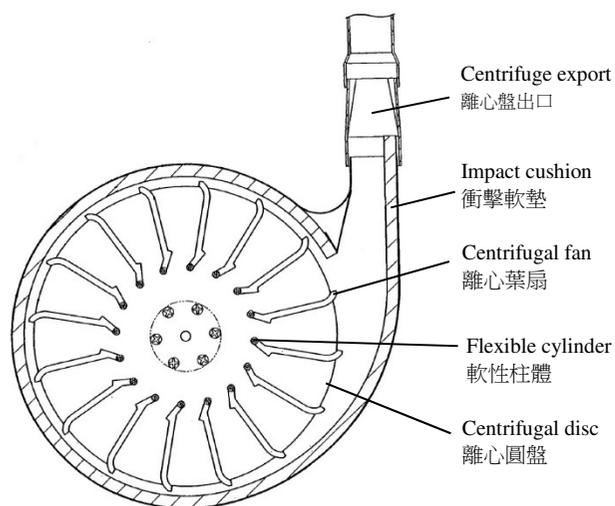
風選夾雜殼率：夾雜殼重量除以樣品總重之比率，%。

風選夾雜粒率：夾雜粒重量除以樣品總重之比率，%。

結果與討論

一、蕎麥脫殼機之離心盤體結構設計改良

蕎麥機械化脫殼應用離心式脫殼機時，碎粒情況嚴重，其穀粒由入料孔洞進入高速迴轉的離心盤體時，受到第一次的高速衝擊，再由離心葉扇向外導引出撞擊軟墊，達到破殼效果。其中發現高速迴轉的離心盤是使蕎麥碎裂的原因之一，因此重新設計結構，並取得新型專利「脫殼機離心盤體結構改良」(證書號：M512441)⁽⁶⁾，其技術核心為一種脫殼機離心盤體的結構改良，在脫殼容器內受驅動旋轉之離心盤體，於盤體上之離心葉扇設計增設軟性柱體結構，如圖一所示，專利製作之蕎麥離心式脫殼機如圖二所示。藉此，當穀粒進入高速迴轉的離心盤體時，俾可有效降低蕎麥穀粒接觸離心盤上的葉扇時，透過設計增設的軟性柱體結構，以減低首次的衝擊力道，並順利導引蕎麥沿著離心葉扇被高速甩拋出，以衝擊外側的橡膠軟墊，達到脫殼的效果，並保有籽實脫殼後之完整性，進而降低穀粒籽實的破裂、損傷。



圖一、脫殼機離心盤體結構改良示意圖。

Fig. 1. Schematic diagram of the modified sheller.



圖二、蕎麥離心式脫殼機。

Fig. 2. Buckwheat sheller machine.

二、蕎麥離心式脫殼機之試驗結果

表一所示，為兩型脫殼機的試驗結果，在1,500~1,700 rpm範圍區間，碎粒率均低於9%，以此範圍進行計算後之平均值為7.7%，相較於對照組機型之碎粒率平均值26.32%，透過專利技術改良機型的碎粒率降低幅度達18.62%，因此較對照組可有效降低碎粒率1成以上。由試驗結果得知，離心盤體應用軟性柱狀材料，可以有效降低蕎麥進入離心盤體時的衝擊，減少碎粒的發生。

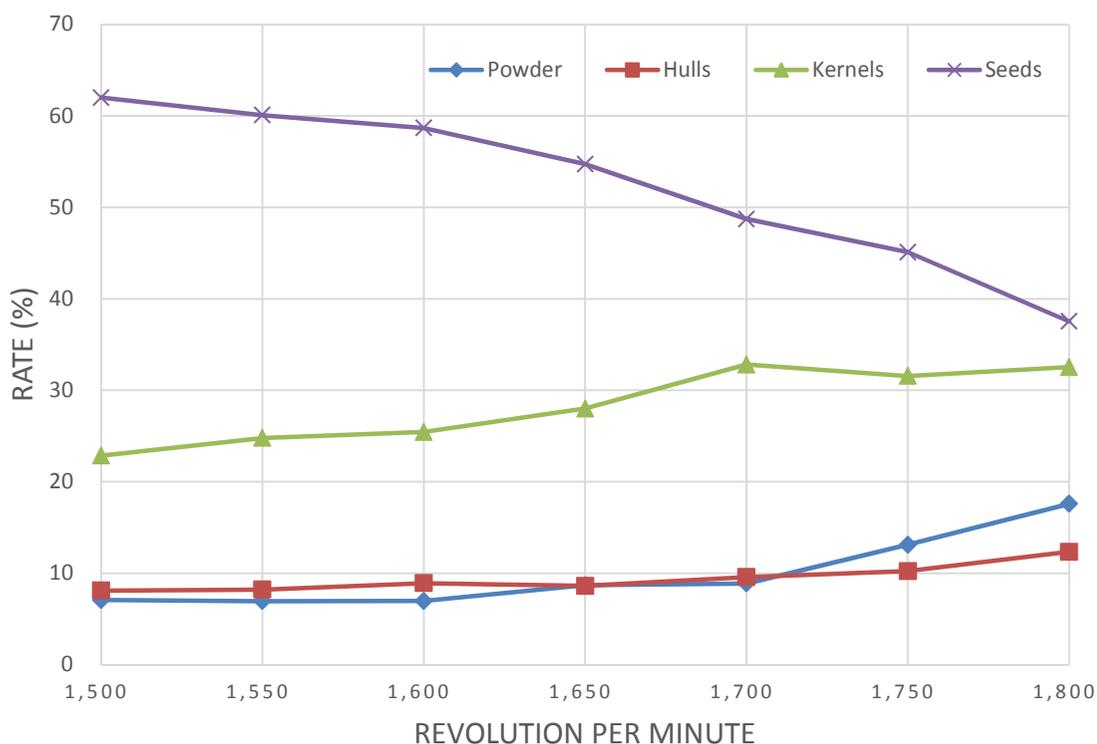
表一、脫殼機在不同轉速下之脫殼試驗結果

Table. 1. Effects of different rotating speeds of sheller on buckwheat seed hulling

Rotating speeds r.p.m	Patented sheller				Control sheller			
	Kernels	Powder	Seeds	Hulls	Kernels	Powder	Seeds	Hulls
	%							
1,500	22.85	7.06	62.00	8.10	17.74	24.68	53.82	3.77
1,550	24.78	6.94	60.09	8.20	16.84	24.63	53.83	4.70
1,600	25.44	6.96	58.70	8.91	17.24	29.23	49.62	3.92
1,650	27.99	8.68	54.73	8.60	17.89	27.05	47.74	7.32
1,700	32.82	8.87	48.74	9.57	16.10	26.04	47.29	10.57
1,750	31.56	13.10	45.12	10.23	18.13	28.42	44.38	9.07
1,800	32.53	17.59	37.54	12.34	10.81	32.76	42.50	13.94

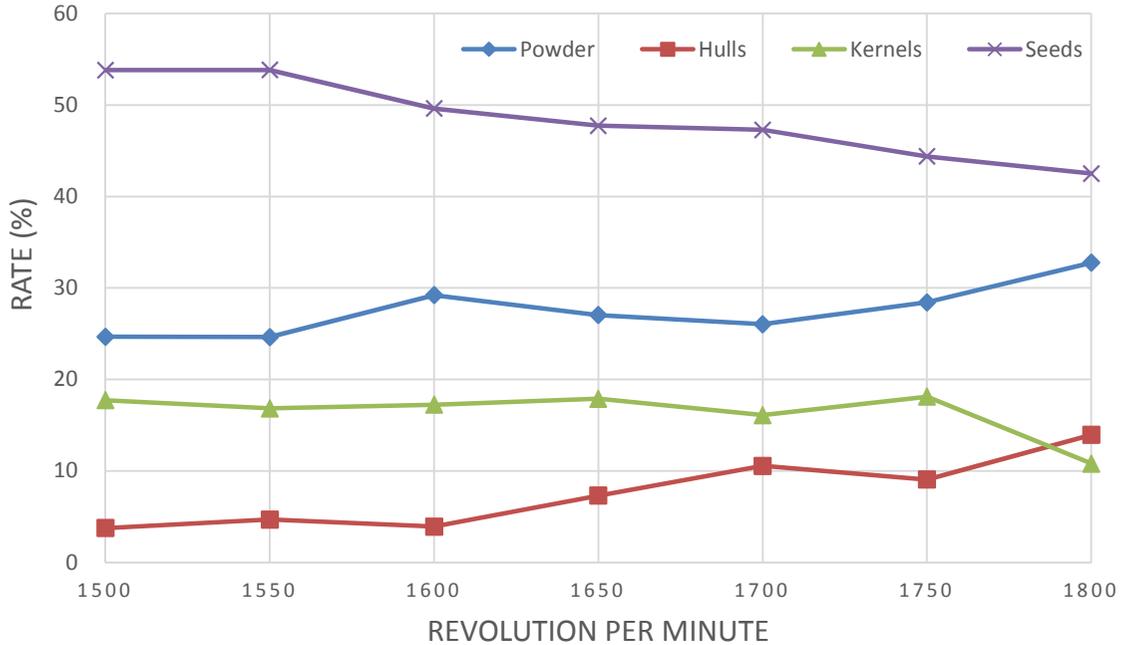
將表一的數據做縱向處理，可得圖三的結果，期望能找出最佳脫殼效果的作業方式。所謂最佳脫殼效果，應是具有最高脫殼率與最低碎粒率。由表一、圖三之結果顯示，透過專利技術改良的脫殼機在轉速1,750 rpm時，碎粒率提高至13.10%，當轉速1,800 rpm時，碎粒率則大幅提高到17.59%，觀察不同轉速之碎粒率曲線發現，在轉速1,700 rpm以下的範圍，碎粒率最高為8.87%；同時，在1,500~1,800 rpm轉速區間，在1,700 rpm時，可有最高的脫殼粒率32.82%。

在綜合考量之下，以不提高碎粒率及保有最高脫殼粒率，設定為最佳的機械脫殼作業效率，由試驗結果顯示，對照組機型在1,750 rpm時，可得到最高的脫殼粒率為18.13%，透過專利技術改良的脫殼機在同轉速下的脫殼粒率為31.56%，可較對照組提升13.43%。由圖三、圖四之曲線圖的確可以觀察出專利技術所製作的脫殼機，較傳統脫殼機可降低碎粒發生的情況，並提高脫殼率，大幅改善蕎麥機械化脫殼之作業效率。



圖三、專利技術製作之脫殼機於不同轉速下之脫殼曲線。

Fig. 3. The performance of the patented sheller on buckwheat hulling at different rotating speeds.



圖四、試驗對照組脫殼機於不同轉速下之脫殼曲線。

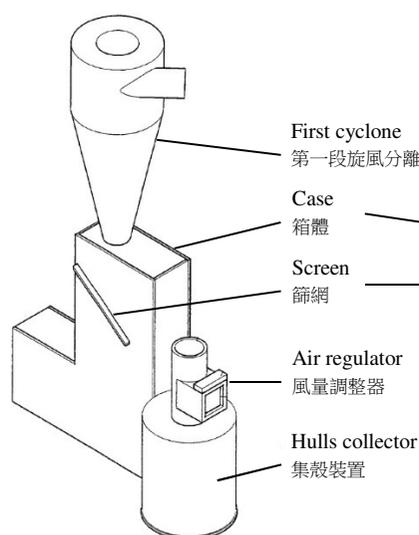
Fig. 4. The performance of the control sheller on buckwheat hulling at different rotating speeds.

設計研製的脫殼機型與對照組的傳統機型相比，對照組於轉速1,500~1,750 rpm區間的脫殼粒率約介於16~18%，最高僅18.13%，並由脫殼曲線中發現，離心盤轉速越高，脫殼粒率並無隨轉速提高而增加，且於轉速1,800 rpm時降低至10.81%；而碎粒率則由24.68% 提升至32.76%。而本場專利技術製作之脫殼機較傳統機型之脫殼效果佳，其碎粒率皆可在18% 以下，並在轉速1,800 rpm時，有最高的碎粒率17.59%，碎粒情況可大幅改善。

三、蕎麥粒、粉、殼篩選分離裝置之設計開發

穀物機械化脫殼後，粒、殼常應用鼓風機風選法藉由氣動速度原理篩選分離，惟碎粉同時與殼被風選吹離，為能有效快速的收集穀粒、殼，並且收集碎粉，且不造成環境粉塵問題，因此設計開發粒、粉、殼篩選分離結構，並申請取得新型專利「穀物去殼篩選機結構」(證書號：M537940)⁽⁵⁾，如圖五。其技術核心為一種穀物去殼篩選機結構，穀物經由離心脫殼機作業後，其物料為穀粒、殼及碎粒，由離心盤旋轉所產生的正壓氣流送入第一段的旋風分離筒內，物料在圓筒內迴旋，藉由物粒在氣流中做高速旋轉時，因離心力大於重力，利用旋風速度，使物粒獲得離心沉降至箱體而被收集；高速正壓的氣流則經由旋風分離筒上方出口排出，達到固體與氣體分離的目的，研製之穀物去殼篩選結構施作如圖六。

箱體的第二階段篩選分離部分，為物料藉由旋風分離筒分離後進入箱體內，首先利用寬度2.8 mm的長條孔洞之篩網集收碎粒，達到碎粉篩選；穀粒及殼體持續下落至第三階段的篩選，利用抽風扇製造負壓吸引力，於通道處將質量較輕的殼體吸出，並再次利用旋風分離筒之作用原理，將殼體離心沉降收集於筒內。本離心式脫殼機透過新型專利技術之篩選風箱結構，用以分離出脫殼後之穀粒、碎粒、殼體，以協助蕎麥機械脫殼後之物料收集，提高蕎麥脫殼之作業效率。



圖五、穀物去殼篩選結構示意圖。
Fig. 5. Schematic diagram of the filter.



圖六、穀物去殼篩選結構實景。
Fig. 6. Structure of the filter.

四、蕎麥粒、粉、殼篩選分離裝置之試驗結果

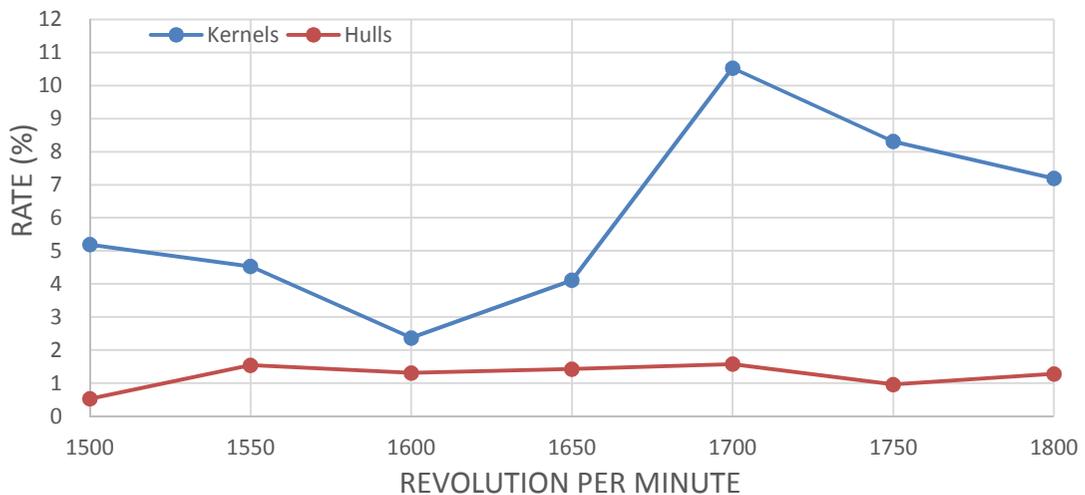
蕎麥自離心式脫殼機經脫殼及篩選作業後，於第三階段的負壓風選過程，因集殼裝置中，受負壓風力吸引而所收集的殼中，包含著夾雜粒，以及箱體中自由落下的穀粒中包含著夾雜殼，分別經由手工風選篩出夾雜粒、夾雜殼，計算離心式脫殼機中的粒、殼之風選夾雜率，試驗結果如表二、圖七所示。

蕎麥離心式脫殼機應用空氣負壓氣旋方式，將殼分離收集，然而風選過程中，粒仍然有部分被吸出並夾雜於殼中，粒的風選夾雜率平均為6.03%，由風選夾雜率曲線圖七中觀察，轉速在1,650 rpm以下時，夾雜粒率最高僅為5.19%；而在轉速1,700 rpm時，夾雜粒率則大幅提高至10.53%。

風選過程中，部分殼未被負壓風力收集而落於筒底，並夾雜於粒中，測定機械脫殼後之夾雜情況，風選夾雜殼率平均為1.23%，其中由風選夾雜殼率之曲線觀察，在轉速1,500-1,800 rpm範圍區間，殼的風選夾雜率均勻分布，殼的收集情況良好。

穀物去殼篩選機結構的各部出口風力如表三所示，在抽風扇出口風速設定為 23.8 ± 0.2 m/s時，由試驗結果顯示，穀粒出口風速於不同轉速下無顯著改變，平均風速均在 5.5 ± 0.3 m/s；而離心盤、第一段旋風分離筒、碎粉的出口風速，則因不同轉速而有差異，因離心盤所產生的風，分別由上方的第一段旋風分離筒、箱體中的碎粒出口排出。由結果顯示，離心盤、第一段旋風分離筒、碎粒的出口風速，因轉速提高而風速提升。

蕎麥應用離心式脫殼機作業後，所收集的蕎麥粒仍須應用本場研製的「穀物多層振動分級機」⁽⁷⁾篩選出脫殼粒、未脫殼粒，因此有較低的風選夾雜粒率，可以避免穀粒夾雜於殼中，而需進行二次風選作業，以提高作業效率。其中，脫殼後之蕎麥粉末、殼，利用旋風氣流原理，收集後可再製成食品及枕頭、抱枕等商品，而達到農業資材循環再利用的目標，促成農戶栽種雜糧的意願，亦帶動蕎麥產業的發展。



圖七、脫殼機於不同轉速下之風選夾雜率曲線。

Fig.7. The pneumatic impurities selecting ratio curve of buckwheat seeds of patented sheller at different rotating speeds.

表二、脫殼機於不同轉速下風選夾雜率之試驗結果

Table. 2. The pneumatic impurities selecting ratio curve of buckwheat seeds of patented sheller at different rotating speeds

Rotating speeds (r.p.m)	Pneumatic impurities selecting ratio,%	
	Kernels	Hulls
1,500	5.19	0.53
1,550	4.53	1.54
1,600	2.37	1.31
1,650	4.11	1.43
1,700	10.53	1.58
1,750	8.31	0.96
1,800	7.19	1.28
Average	6.03	1.23

表三、脫殼機各部出口於不同轉速下之風速結果

Table. 3. The wind speed at different outlets of the patented sheller with different rotating speeds

Rotating speeds (r.p.m)	Centrifuge Parts Outlet m/s	First Cyclone Separator Outlet m/s	Powder Outlet m/s
1,500	19.0	2.7	1.5
1,550	20.0	2.7	2.2
1,600	20.4	2.8	2.6
1,650	21.0	2.8	2.8
1,700	21.9	2.9	2.9
1,750	22.7	3.0	3.0
1,800	23.4	3.1	3.1

結論與建議

針對產業現況，為減少蕎麥脫殼時產生碎粒，本場研發國產「蕎麥離心式脫殼機」，應用2項創新結構的新型專利技術「脫殼機離心盤體結構改良」及「穀物去殼篩選機結構」，可降低碎粒率，提高脫殼效率，並達到粒、粉、殼的分離功能，提升篩選分離效率，機體小巧、功能強大。

本項成果已完成技術授權予3家業者，具有產業高詢問度，可提供蕎麥種植農友及加工業者參考選用。

誌 謝

本研究承蒙農委會科技計畫補助經費，中興大學生物產業機電工程學系盛中德教授、建國科技大學自動化工程系樂家敏退休教授斧正，以及農機研究室劉志聰、李安心、賴碧琴、茹聰銘、洪榆宸、蕭彭珊等同仁鼎力配合協助，方得以順利完成，謹此一併致謝。

參考文獻

1. 曾勝雄 2000 蕎麥之栽培與管理 臺中區農業專訊 28: 11-14。
2. 葉茂生 1991 作物學 國立中興大學教務處出版組 台中 pp.147- 149。
3. 果實的種類 <http://taiwanplants.ndap.org.tw/fruit07.htm> 中央研究院植物研究所。
4. 張金元、田雲生 2017 蕎麥脫殼之物性分析研究 臺中區農業改良場研究彙報 134: 21-28。
5. 張金元、田雲生 2017 穀物去殼篩選機結構 中華民國新型專利第M537940。
6. 張金元、田雲生 2015 脫殼機離心盤體結構改良 中華民國新型專利第M512441。
7. 張金元、田雲生 2016 穀物多層振動分級機 農友的好幫手 臺中區農情月刊-第200期。

Development and Application of Buckwheat Centrifugal Sheller¹

Chin-Yuan Chang and Yun-Sheng Tien²

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop a small size buckwheat hulling machine suitable for domestic firms and farmers to assist hulling buckwheat seeds and to reduce the broken kernels of mechanical hulling. This centrifugal buckwheat hulling machine is small in size with full function, and has been awarded 2 new patents. The results show that the broken kernel rate is reduced by 18.62% with the patented model compared with the control, and the shelling rate is increased by 13.43%. The machine can also separate kernels, flour and shells, improve subsequent processing efficiency and product value.

Key words: grains, buckwheat, shelling, mechanized, pneumatic impurities selecting ratio

¹ Contribution No. 0968 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, Associate Researcher of Taichung DARES, COA.

紅龍果果粉熱風乾燥技術之開發與粉圓產品之應用¹

任珮君、張嫻君、陳盟松、蘇致柔²

摘要

近年來紅龍果因市場價格良好，農民栽培意願頗高，導致紅龍果市場逐漸出現供給量大幅增加之現象，為能有效處理紅龍果次級品與調節產銷失衡之問題，本研究以樹薯澱粉為賦形劑，探討賦形劑使用比例及低溫熱風乾燥時間對於紅龍果乾燥粉末品質之影響，開發適合紅龍果加工生產之技術，期望能將盛產紅龍果製作成加工原料，以滿足非紅龍果產期加工品製作之需求。試驗結果指出，將紅龍果與樹薯澱粉以 80：20 比例混合，以 50°C 熱風乾燥條件乾燥 24 hr，製成紅龍果乾燥粉末；再將紅龍果乾燥粉末和樹薯澱粉製作成粉圓產品，於五分法消費者型品評試驗，處理組之喜好度平均值皆高於三分。就成本分析結果而言，本研究開發技術之生產成本與時間為冷凍乾燥技術的 1/3，有助於技術之後續推廣。

關鍵詞：紅龍果、熱風乾燥技術、粉圓

前言

紅龍果為中部地區特色果樹之一，盛產期為每年的 6-12 月。根據農情報告資源網資料顯示⁽⁴⁾，107 年紅龍果種植面積為 2,753.7 ha，主要種植在彰化縣、南投縣等地區，其種植面積分別為 504.8 ha 及 452.8 ha，佔全臺總種植面積 41.31%，堪稱為中部地區特色果樹。紅龍果為仙人掌科三角柱屬，多年生攀緣性肉質植物，原產於墨西哥、中美洲、加勒比海等熱帶地區，因適應性廣、生長快速，定植後 14 個月即可結果，採收期長達半年，因農民栽培意願高⁽⁵⁾，近幾年種植面積與收量持續增加。為控管農產品進入市場之品質，紅龍果於上市前會經過分級、包裝之篩選，每年約有 1-2 成紅龍果因外觀或尺寸不符合市場需求，淪為格外品而無法進入市場，抑或以低價販售。因此，如何藉由加工技術消化果品並調節生產問題為首要考量議題。為能有效調節果品販售的季節性及提高格外品利用率，行政院農業委員會推動「農產品初級加工管理制度」⁽³⁾，鼓勵農民將生鮮農作物加工製作成農產加工產品，以延長農產銷售期限，提高農產附加價值。

紅龍果含有水溶性天然色素-甜菜紅素(betalain)，為一良好的紅色天然色素來源⁽¹⁸⁾，隨著現代

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0969 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、研究助理、副研究員、助理研究員。

人們健康意識的高漲，消費者在飲食方面轉而追求自然、天然及無過度的加工或化學添加之飲食，天然色素例如花青素、甜菜紅素、胭脂紅素、胡蘿蔔素等成為食品調色的重要原料。不少消費者會以菠菜、南瓜、紅龍果等食材作為天然色素，混入其他加工製品當中，為加工製品創造豐富的顏色。然而鮮果水分含量高⁽¹⁰⁾、儲藏不易，若能利用乾燥技術將鮮果乾燥成粉末，不僅可以延長保存期限，亦可增加使用方便性。本場於 104 年利用冷凍乾燥技術，將有機紅龍果果肉及果皮製成紅龍果果乾粉，並添加於香腸、牛軋糖、穀片點心、棉花糖 Q 餅等產品中增加顏色，惟後續因冷凍乾燥產品生產成本過高，且於儲藏過程中有吸濕結塊之狀況，推廣成效並不如預期。藥品製造過程中常會添加澱粉、食用膠、乳糖等成分作為賦形劑(excipient)，和藥品成分中的自由水結合，以提升有效成分的穩定性，及加工製程之方便性^(1,12)。本研究利用樹薯澱粉作為賦形劑，並搭配熱風乾燥技術，開發適合紅龍果之乾燥技術，將紅龍果乾燥成天然色素原料，以提供非紅龍果產期加工產品製作之需求。根據經濟部統計，飲料店營運額有逐年增加的趨勢，107 年產業年銷售額 697 億⁽⁸⁾，其中以手搖飲料為最大宗。近年消費者健康意識高漲，消費者希望吃到天然、原始的素材，若能將天然的水果素材融入珍珠粉圓當中，增加水果中的維生素、膳食纖維等營養成分，除能形成特色性產品，亦能提高其健康性。為增加紅龍果乾燥粉末之應用性，擬自行開發紅龍果粉圓產品。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗用紅龍果為本場種植之富貴紅品種(紅肉種)。樹薯澱粉為泰華玫瑰牌樹薯澱粉，產地為泰國，購自中曼貿易股份有限公司。蔗糖為台糖精緻特砂，產地臺灣，購自台灣糖業股份有限公司。熱風乾燥烘箱為 Memmert UF110，容量為 108 L，功率為 2,800 W，產地為德國，購自今日儀器股份有限公司。

二、試驗方法

(一)、紅龍果乾燥粉末與紅龍果粉圓之製備

1. 紅龍果乾燥粉末製備：將紅龍果去皮、打碎成果汁，置於鍋中加熱殺菁 3min，接著將 500ml 紅龍果汁與不同比例的樹薯澱粉混合(A 100：0、B 80：20、C 60：40、D 40：60、E 20：80、F 0：100)成 6 個處理組。將處理組置於烘箱(UF110, Memmert GmbH Co., Germany)當中，以 50°C 溫度條件進行熱風乾燥，每次批次乾燥作業之樣品重量約為 3 kg。分別於不同乾燥時間點(24、48、72 hr)取出樣品，以研磨機研磨成粉末，分析其水活性、水分含量、顏色等理化特性之變化。
2. 粉圓的製備：以處理組 B 紅龍果乾燥粉末分別與不同比例樹薯澱粉混合 (a 100：0、b 80：20、c 60：40、d 40：60、e 20：80、f 0：100)製作成 6 個配方。將 60 ml 熱水沖入 100 g 配方當中，以手攪拌使水和配方混合成團狀，以不鏽鋼刮刀將麵團切成約 1 cm 大小的立方體，接著以手將立方體搓揉成團狀。待水沸騰後，將粉圓放入沸水中煮 10 min 後，蓋

上鍋蓋、關火燜 10 min，起鍋即製成粉圓。添加 20%蔗糖之處理組，係於烹調完成起鍋後，額外添加 20%蔗糖進行混合，使糖完全滲入粉圓當中。

(二)理化特性分析試驗

1. 水活性分析試驗：參考中華民國國家標準 CNS 5255 N6119 食品水分活性測定法(CNS, 1987)⁽⁹⁾，以水分測定儀(HP23-AW-A, Rotronic Instruments, Switzerland)測定樣品中的水活性含量。於樣品盒中裝入約八分滿之紅龍果乾燥粉末，將樣品放入儀器中，蓋上蓋子以水活性分析儀進行偵測，待檢測完成讀取水活性數值，重複試驗 3 次取平均值。
2. 水分含量分析試驗：參考中華民國國家標準 CNS 5033 N6114 食品中水分之檢驗方法(CNS, 1984)⁽⁹⁾，取 2 g 樣品置於已乾燥秤重之鋁皿中，移入烘箱，以 105℃ 條件乾燥 2 hr，移入乾燥皿中冷卻、秤重，接著再將樣品移入烘箱中乾燥 30 min，移入乾燥皿中冷卻、秤重，一直到恆重後計算水分含量。
3. 色澤分析試驗：以色差儀(Color Meter NE4000, Nippon Denshoku Industries Co., Japan)測定樣品之 L*、a*、b* 值。L*值表示顏色的亮度，L*=0 表示黑色、L*=100 表示白色；a*值表示紅綠色，a*為負值表示綠色、a*為正值表示紅色；b*值表示黃藍色，b*為負值表示藍色、b*為正值表示黃色。於樣品盒中裝入約八分滿之紅龍果乾燥粉末，將樣品放入儀器中，蓋上蓋子以色差儀進行偵測，待檢測完成讀取色澤數值，重複試驗 6 次取平均值。
4. 甜菜色素分析試驗：參考 Wybraniec 等(2002)⁽¹⁹⁾、Nurul 等(2014)⁽¹⁵⁾及林(2015)⁽⁶⁾之試驗方法進行修正。秤取 1 g 紅龍果乾燥粉末，以 RO 水定容至 20 ml，震盪萃取數分鐘，接著以 -4℃、18,000 rpm 條件離心 20 min，取上清液，以分光光度計(Biochrom Asys UVM340, Biochrom Ltd., England) 進行偵測，分析波長為 538 nm。甜菜色素含量(mg/100g)=[$A_{538} \cdot MW \cdot V \cdot DF \cdot 100 / (\epsilon \cdot LW)$] A_{538} =樣品溶液於 538 nm 波長下之吸光值；MW：為甜菜色素分子量(550 g/mol)；V：溶液體積(ml)；DF：稀釋倍率； ϵ ：分子消光係數(65,000 L/mol cm in H₂O)；L：通過溶液的光程(cm)；W：乾燥樣品含量(g)。
5. 質地分析試驗：以物性分析儀(TVT6700, Perten Instruments Co., USA) 分析粉圓產品樣品質地。稱取 5 g 粉圓樣品至於分析平台，以 35 mm 圓柱狀探針，經壓縮率 50%壓縮兩次，分析彈性(springiness)、回復性(resilience)及凝聚性(cohesiveness)等三個特性結果，重複試驗 6 次取平均值。彈性為食物在第一次壓縮與第二次壓縮自開始至尖峰距離的比值。回復性為第一次壓縮時，形變目標前後面積的比值。凝聚性為第一次壓縮與第二次壓縮受力面積的比值。
6. 官能品評分析：參考區(2012)⁽⁷⁾ 消費者型感官品評試驗方法，以隨機方式取得 39 位受試者，進行消費者型喜好度品評試驗。剔除漏題、部分未作答之問卷，共收回 35 份有效問卷，有效問卷回收率為 89.7%。針對 2 組篩選出紅龍果粉圓產品進行品評分析，為確認添加糖漬處理是否會對粉圓品質之影響，除未添加蔗糖處理組外，另外增加 2 組添加 20%蔗

糖紅龍果粉圓產品進行品評分析。品評分析項目包含外觀(appearance)、顏色(color)、質地(texture)、風味(flavor)及整體喜好度(overall acceptability)共 5 項進行滿意度評分，評分採五分法，分數越高表示愈滿意，分數越低表示較不滿意。

三、統計分析

本試驗數據以 Statistics Analysis System(SAS 7.1)單因子變異數分析(One-way ANOVA)進行統計分析，數值以平均值±標準差表示。並以 Fisher 最小顯著差異性測驗(Fisher's protected least significant difference test, LSD test)檢測處理均值之間的差異性，當 $p < 0.05$ 則表示該差異性達顯著水準。

結果與討論

一、加工條件對於紅龍果粉乾燥粉末品質之影響

(一)不同乾燥時間對於紅龍果乾燥粉末水活性之影響

由表一試驗結果可知，經 24 hr 乾燥處理後，處理組 A 有最高的水活性 0.401 ± 0.037 ，處理組 F 有最低的水活性 0.204 ± 0.029 ，6 個處理組之水活性含量介於 0.2-0.5 之間。根據食品良好衛生規範準則第 37 條⁽¹¹⁾所述真空包裝即食食品，若具備以下條件，例如水活性在 0.85 以下、經商業滅菌、pH 值小於 4.6 之天然酸性食品、pH 值小於 4.6 或鹽濃度大於 10%之發酵食品、碳酸飲料、其他於常溫可抑制肉毒桿菌生長之條件者，得於常溫貯存及販售。乾燥 24 hr 紅龍果乾燥粉末處理組之水活性皆在 0.85 以下且 pH 值剛好為 4.6，符合得於常溫貯存及販售之條件。

以同樣的溫度繼續乾燥，進一步探討不同乾燥時間(24、48 及 72 hr)對於處理組對水活性含量之影響。隨著乾燥時間的增加，各處理組之水活性含量呈持續下降趨勢。處理組 A 之水活性，由 24 hr 的 0.401 ± 0.037 ，於 48 hr 及 72 hr，分別降至 0.392 ± 0.021 及 0.382 ± 0.039 。然而，於統計上分析上結果，不同乾燥時間處理組之水活性含量未達 5%顯著差異。由此可知，處理組乾燥至 24 hr 時即達一穩定數值，持續增加時間至 48 hr 及 72 hr，對於處理組之水活性指標數值變化並無太大益處。

(二)乾燥 24 hr 處理組之水活性、水分含量與顏色指標分析

就乾燥 24 hr 不同處理組之水活性進行分析，處理組 A 有最高的水活性含量 0.401 ± 0.037 ，與其他處理組平均值達統計上 5%顯著差異。由此可知，樹薯澱粉的添加會使處理組水活性含量下降。Shalaev 等人(1996)⁽¹⁶⁾及江(2011)⁽¹⁾研究皆指出，澱粉和纖維素等賦形劑和水分子結合，可減少自由水與藥品中有效成分作用機會，增加有效成分穩定性。Zelkó 等人(2012)研究指出⁽²⁰⁾，賦形劑本身非結晶型(amorphous)，和部分非結晶型親水性多分子結構具有極性功能基(polar functional groups)，能吸附大量的水分，將水分鍵結於多分子結構中未被原子佔據之空間(free volume)，降低樣品水活性含量。

由表二分析結果可知，處理組 A 有最高的水分含量 $9.36 \pm 2.11\%$ ，處理組 E 有最低的水分含量 $3.73 \pm 0.61\%$ 。就統計分析結果，處理組 A 之水分含量與其他處理組平均值差異達 5% 顯著差異。由此可推論樹薯澱粉的添加，有助於降低紅龍果乾燥粉末之水分含量。然而，於統計上處理組 B、C、D、E 及 F 之平均值並無顯著差異，此表示添加樹薯澱粉 20% 即可有效降低紅龍果乾燥粉末之水分含量，添加更多樹薯澱粉對紅龍果乾燥粉末之水分含量並無顯著的影響。Tze 等人(2012)研究指出⁽¹⁷⁾，添加適量的麥芽糊精作為賦形劑，可將紅龍果乾燥粉末之水分含量降至 2-6% 之間，此結果與本研究有相似的結果。

於顏色分析試驗部分，L* 值表物質黑白色，當 L* 值越接近 100 表示樣品越接近白色。處理組 F 有最高的 L* 值 95.52 ± 0.02 ，此表示 100% 樹薯澱粉顏色接近白色，處理組 A 有最低的 L* 值 13.59 ± 0.28 ，此表示 100% 紅龍果處理組顏色偏暗黑色，隨著樹薯澱粉添加量的增加，處理組 L* 值呈上升趨勢，表示樹薯澱粉添加會提高紅龍果乾燥粉末的亮度。a* 值表示物質的紅綠色，當數值為正值表物質偏紅色。探討有添加樹薯澱粉之處理組，處理組 B 有最高的 a* 值 44.67 ± 0.65 ，隨著樹薯澱粉之添加，處理組之 a* 值呈下降趨勢，此表示樹薯澱粉添加會降低紅龍果乾燥粉末的紅色顏色。甜菜色素為紅龍果中最主要的紅色色素來源，進一步分析處理組之甜菜色素含量可知，未添加樹薯澱粉之處理組 A 有最高的甜菜色素含量 $185.4 \pm 5.4 \text{ g}/100 \text{ g}$ ，隨著樹薯澱粉的添加量增加，處理組中甜菜色素含量隨之降低。以處理組 A 為基準，處理組 B、C、D、E 及 F 之甜菜色素保留率，分別為 35.9%、17.3%、11.6%、4.5%、0.0%。此結果亦可解釋前述樹薯澱粉的添加會使處理組 L* 值上升及 a* 值下降之結果。

進一步探討甜菜色素保留率可知，甜菜色素含量與紅龍果本身固形物含量比例成正比。本研究所使用紅龍果果肉原料之水分含量為 85.1%，固形物含量為 14.9%。樹薯澱粉原料為 4.3%，固形物含量為 95.7%。以處理組 B 紅龍果汁與賦形劑比例為 80:20 計算，紅龍果固形物含量占總固形物含量為 38.7%，與甜菜色素含量 35.9% 有相似的分析結果。以同樣的方式計算處理組 C、D、E 紅龍果固形物含量分別為 19.1%、9.5%、3.8%，亦與甜菜色素含量分析含量數值相似。

二、紅龍果果粉乾燥粉末之應用

(一) 以不同處理組紅龍果乾燥粉末製作粉圓之結果

為增加紅龍果乾燥粉末的應用性，本研究利用自行開發粉圓方法製作，一般粉圓的製作基本材料為樹薯澱粉及水分，本研究以此為基礎製作粉圓產品。處理組 B-F 因有添加部分樹薯澱粉作為賦形物，麵團成團性較佳，可製作成粉圓產品。處理組 A 因未添加樹薯澱粉，紅龍果乾燥組織分散性不佳、無法打成粉末，添加等量的水分亦無法搓揉成團製作成粉圓產品。就外觀結果而言，處理組 C-F 製作出的粉圓外表較平滑，處理組 B 製作出的粉圓外觀呈毛絨狀。進一步以快速黏度分析儀分析紅龍果乾燥粉末(圖一)，可發現處理組 D-F 有相似的連續糊化黏度變化圖，處理組 B 可能係樹薯澱粉含量較低，連續糊化黏度變化圖之尖峰黏度、熱糊黏度、崩解黏度、最終黏度、回凝黏度、糊化溫度等澱粉成糊性質皆較其他處理組低，故後續在粉圓產品製

作無法順利成形。考量處理組 B 具有良好的分散性，且較其他處理組含有較高的甜菜色素含量，後續試驗擬以處理組 B 為基礎，增加添加樹薯澱粉進行粉圓產品之製作。

(二) 處理組 B 條配不同比例配方製作粉圓之結果

以處理組 B 紅龍果乾燥粉為基底，添加不同比例的樹薯澱粉製作成 6 個配方。隨著樹薯澱粉添加比例的增加，試驗結果同上述實驗結果一樣，配方顏色亮度有提高的趨勢。接著，於配方中加入定量的水製作粉圓產品，隨著樹薯澱粉添加比例的增加，粉圓產品外觀逐漸呈圓滑狀。進一步分析不同配方之連續糊化黏度變化圖可知(圖二)，配方 a、b、c 有相似的連續糊化黏度變化結果。當樹薯澱粉添加比例超過 40%時，隨著樹薯澱粉添加量的增加，處理組之尖峰黏度有上升的趨勢，但熱糊黏度、崩解黏度、最終黏度、回凝黏度數值有相似的結果。尖峰黏度為澱粉顆粒糊化崩解前之最高黏度，和澱粉顆粒的膨潤力有關。將澱粉顆粒置於水溶液中進行加熱，澱粉顆粒與水分會發生鍵結作用，吸水進而膨潤。隨著澱粉顆粒吸水越多，澱粉顆粒之間的物理性交互作用，會使得澱粉溶液的黏度持續上升，一直到澱粉顆粒崩解為止⁽¹³⁾。由以上試驗可知當樹薯澱粉添加量的增加高於 40%時，澱粉添加量越多，連續糊化黏度變化圖越接近一般粉圓基礎配方。為確保紅龍果粉圓口感與一般粉圓不要差異太大，選擇配方 d、配方 e 製作之粉圓進行品評試驗。

(三) 紅龍果粉圓消費者型感官品評與質地分析試驗

本試驗除上述兩個處理組外，考量一般粉圓加工製程於烹調完成後，會再添加蔗糖進行糖漬，故新增兩組添加 20%蔗糖之處理組進行品評試驗。分析 35 份有效問卷受試者背景資料可知(表三)，受試者以女性接受試驗之意願較高，占總受試者百分比為 91.4%，男性受試者比例為 8.6%。就年齡資料進行分析，40-50 歲者參與度最高占總人數百分比為 34.3%，其餘參與年齡百分比依序為，20-30 歲者占 22.9%、50-60 歲者占 22.9%、30-40 歲者占 14.3%，60 歲以上者較少僅占 5.7%。就飲食習慣進行分析，有 62.9%的受試者平時便有消費手搖飲的習慣，其中 54.5%的人於點飲料的時候會主動加珍珠類產品。表四針對 4 組紅龍果粉圓樣品之外觀、顏色、質地、風味及整體喜好度等 5 個指標進行評分，配方 d 製作之粉圓 5 個指標平均分數皆大於 3 分，為消費者所能接受。配方 e 製作之粉圓，外觀、顏色與質地三個指標平均分數皆大於 3 分，風味及整體喜好度低於 3 分。就統計結果而言，配方 d 和配方 e 風味及整體喜好度之平均值差異未達 5%顯著差異，此表示兩個處理組皆為消費者所能接受。添加 20%蔗糖後，2 組配方之 5 個指標之消費者喜好度平均值皆有提升之現象，此表示蔗糖的添加有助於提升消費者喜好度。表五為利用質地分析儀分析 4 組配方之彈性、回復性及凝聚性等三個特性結果，試驗結果顯示 20%蔗糖處理組之添加能顯著的提升處理組之回復性。配方 d 添加 20%蔗糖處理組之回復性為 0.54 ± 0.04 ，較未添加蔗糖處理組 0.44 ± 0.01 高，配方 e 添加 20%蔗糖處理組之回復性為 0.54 ± 0.01 ，亦較未添加蔗糖處理組 0.43 ± 0.01 高。此結果亦可呼應受試者於品評試驗覺得蔗糖的添加有助於提升粉圓質地之結果。配方 d 及配方 e 不管有沒有添加蔗糖處理組彈性特性之平均值於統計上

並無顯著差異，於凝聚性特性之平均值亦無統計上顯著差異。

三、紅龍果粉乾燥粉末乾燥技術生產成本計算

根據農產品批發市場交易行情站統計資料顯示，107 年紅龍果全年批發市場平均價格為每公斤 35 元⁽²⁾、樹薯澱粉批發價格為每公斤 27 元。本次研究紅龍果去皮廢棄率為 20%，果肉中水分含量為 85.1%，與衛生福利部食品藥物管理署「臺灣地區食品營養成分資料庫」有關紅龍果(紅肉種)樣品基本資料之廢棄率 18.9%、果肉中水分含量為 85.8%結果相似⁽¹⁰⁾。表六為本研究開發紅龍果果粉乾燥技術與相同樣容量大小實驗室型冷凍乾燥技術之生產成本比較，以乾燥最終產品水分含量介於 5-6%之間計算，冷凍乾燥產品每公斤生產成本為 388.7 元，本計畫開發技術之每公斤產品生產成本為 126.1 元，為冷凍乾燥技術之 1/3。就原料成本的部分，本計畫開發技術因額外添加樹薯澱粉，原料成本較冷凍乾燥技術低一些，但兩者之間其實並無太大的價格差異。主要差異在於乾燥成本，冷凍乾燥技術需消耗高量的能源，藉由壓縮機大量做功，降低空氣中的熱焓量，以創造較低溫的乾燥條件，另外，乾燥時間較長需耗時 3 日，長時間乾燥所產生的電費，使得冷凍乾燥技術有較高的生產成本。

表一、不同處理及乾燥時間對於紅龍果乾燥粉末水活性之影響

Table 1. The effect different treatments and drying time on water activity of pitaya fruit powder

Treatment	Drying time (hr)		
	24	48	72
A	0.401±0.037ab	0.392±0.021abc	0.382±0.039a
B	0.354±0.050cd	0.339±0.033bcd	0.337±0.028abc
C	0.284±0.061de	0.278±0.056ef	0.250±0.045efgh
D	0.271±0.041ef	0.254±0.015efg	0.236±0.046efgh
E	0.234±0.047gh	0.226±0.033gh	0.213±0.041efgh
F	0.204±0.029gh	0.199±0.017h	0.197±0.021gh

Data expressed as mean±SD. Different letters are significantly different by Fisher's protected least significant difference tests at P<0.05.

表二、不同處理對於乾燥 24 小時紅龍果乾燥粉末水分含量、顏色及甜菜色素含量之影響

Table 1. The effect different treatments on water content, color and betacyanin content of pitaya fruit powder after drying 24 hour

Treatment	Water content(%)	L*	a*	b*	Betacyanin content (mg/100g)	Retention rate of betacyanin (%)
A	9.36±2.11a	13.59±0.28f	6.55±0.91e	0.21±0.15b	185.4±5.4a	100.0
B	6.17±2.32b	45.20±1.61e	44.67±0.65a	-8.88±0.62d	66.6±0.3b	35.9
C	4.19±0.28bc	55.55±0.07d	40.70±0.48b	-9.61±0.12e	32.1±1.8c	17.3
D	3.96±0.58c	63.23±0.65c	34.69±0.26c	-8.90±0.15d	21.5±0.8d	11.6
E	3.73±0.61c	74.94±0.19b	24.37±0.13d	-7.55±0.02c	8.3±1.3e	4.5
F	4.32±0.24bc	95.52±0.02a	-0.17±0.05f	3.07±3.01a	0.4±0.0f	0.0

Data expressed as mean±SD. Different letters within the same column are significantly different by Fisher's protected least significant difference tests at P<0.05.

表三、官能品評受試者基本資料

Table 3. Characteristics of sensory survey respondents

Category	Type	Frequency	Percentage (%)
Gender	Male	3	8.6
	Female	32	91.4
	Total	35	100.0
Age	20-30	8	22.9
	30-40	5	14.3
	40-50	12	34.3
	50-60	8	22.9
	>60	2	5.7
	Total	35	100.0
The habit of drinking hank shake beverage	have	22	62.9
	haven't	13	37.1
	Total	35	100.0

表四、紅龍果粉圓消費者型喜好度官能品評結果

Table 4. The Sensory preference of pitaya tapioca pearls

Sample	Sensory preference					
	Appearance	Color	Texture	Flavor	Overall acceptability	
Formula d	Without sugar	3.17±0.95b	3.51±0.98ab	3.26±1.04b	3.03±0.95b	3.14±0.94b
	With 20% sugar	3.83±0.66a	3.86±0.81a	3.86±0.77a	3.80±0.80a	3.91±0.78a
Formula e	Without sugar	3.26±0.70b	3.31±0.87b	3.09±1.01b	2.80±0.93b	2.94±0.84b
	With 20% sugar	3.74±0.74a	3.80±0.90a	4.20±0.68a	3.80±0.90a	3.89±0.83a

Data expressed as mean±SD. Different letters within the same column are significantly different by Fisher's protected least significant difference tests at P<0.05.

表五、紅龍果粉圓質地分析試驗結果

Table 5. Texture analysis of pitaya tapioca pearls

Sample	TPA preference			
	Springiness	Resilience	Cohesiveness	
Formula d	Without sugar	0.93±0.12a	0.44±0.01b	0.85±0.06a
	With 20% sugar	1.00±0.01a	0.54±0.04a	0.87±0.04a
Formula e	Without sugar	0.96±0.06a	0.43±0.01b	0.90±0.03a
	With 20% sugar	1.00±0.00a	0.54±0.01a	0.90±0.02a

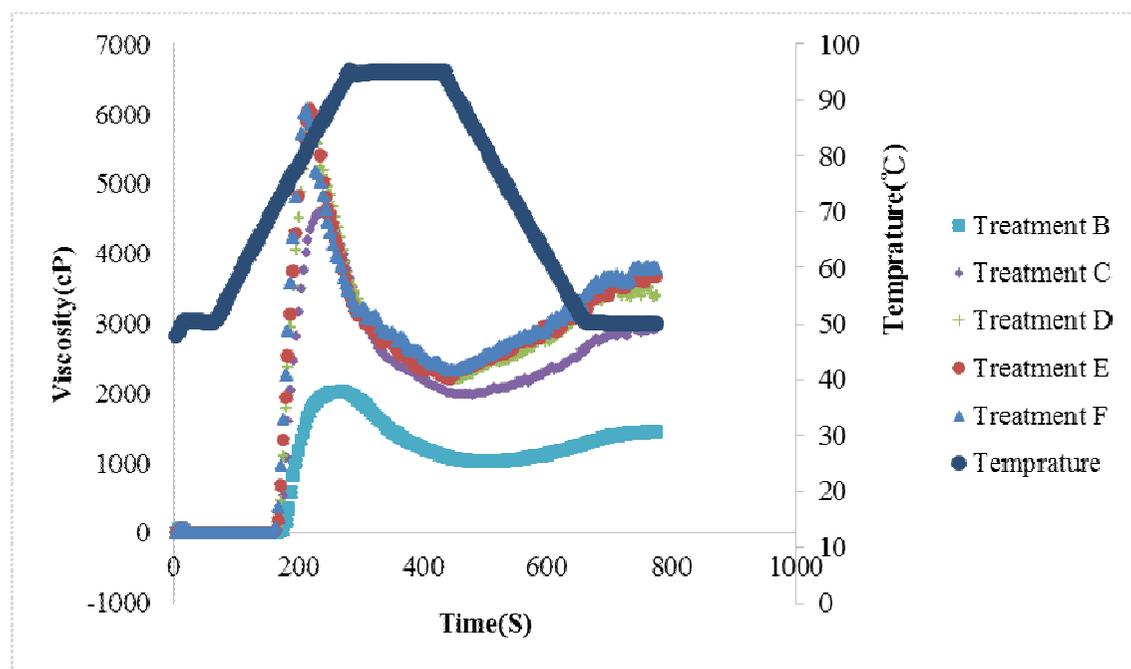
Data expressed as mean±SD. Different letters within the same column are significantly different by Fisher's protected least significant difference tests at P<0.05.

表六、紅龍果乾燥粉末生產成本比較表

Table 6. The manufacturing cost in different technique of pitaya fruit powder

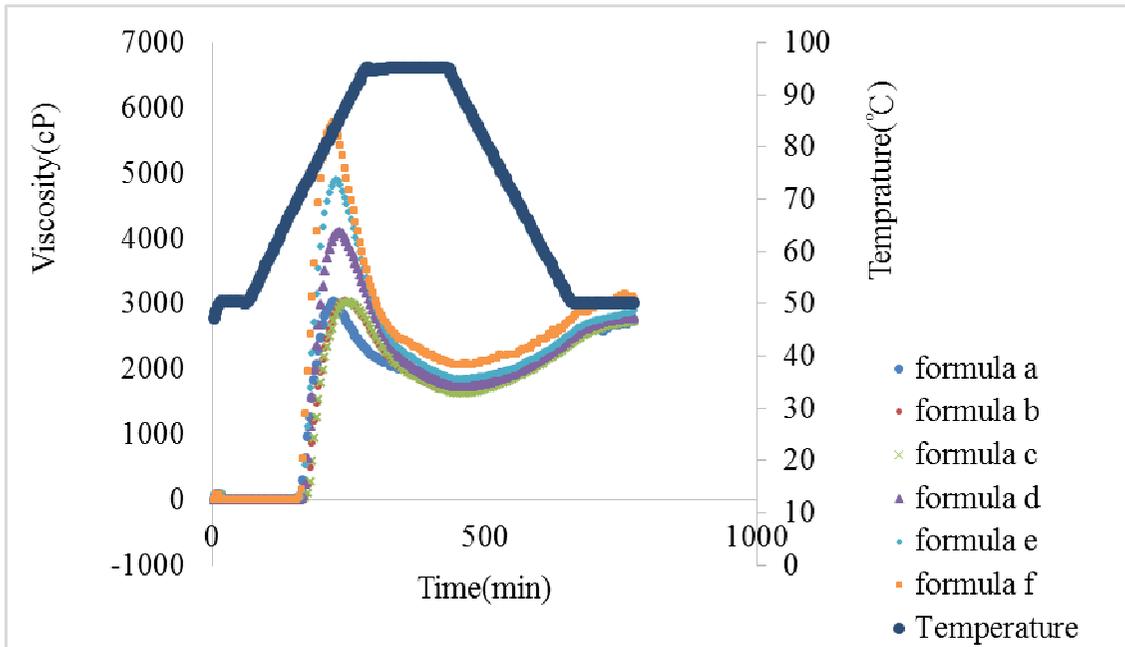
Cost (NT\$/kg)	Freeze-drying technique	Developed technique in the research
Raw material cost	132.6	122.4
Utilities	256.1	3.7
Manufacturing cost	388.7	126.1

Date expressed the cost.



圖一、不同處理組紅龍果粉末之連續糊化黏度變化圖。

Fig. 1. RVA profile of different treatment of pitaya fruit powder.



圖二、不同配方紅龍果粉末之連續糊化黏度變化圖。

Fig. 2. RVA profile of different formula of pitaya fruit powder.

結 論

本研究係以樹薯澱粉作為賦形劑，探討不同比例賦形劑之添加對於紅龍果乾燥粉末品質之影響，由以上述驗結果可知，乾燥 24 hr 後，6 個處理組之水活性含量介於 0.2-0.5 之間，符合「食品良好衛生規範準則」所述得於常溫貯存及販售之條件。隨著乾燥時間的增加，各處理組之水活性含量雖持續下降趨勢，然而於統計上無顯著性差異，由此可知處理組乾燥至 24 hr 時即達一穩定數值。樹薯澱粉的添加和紅龍果中水分子結合，有助於降低處理組之水活性與水分含量。此外，樹薯澱粉的添加會使處理組 L*值上升及 a*值下降，進一步分析處理組之甜菜色素含量可知，此可能與樹薯澱粉的添加稀釋處理組之甜菜色素含量有關，隨著樹薯澱粉的添加量增加，處理組有較低的甜菜色素含量。為增加紅龍果乾燥粉末的應用性，自行開發粉圓製作方法，處理組 A 雖含有最高的甜菜紅素含量，但因為分散性不佳、無法打成粉末，應用性不佳。故選擇甜菜色素含量第二高之處理組 B 為較佳處理組，以此為基底添加不同比例的樹薯澱粉製作成 6 個配方。由以上試驗可知，當樹薯澱粉添加量的增加高於 40% 時，澱粉添加量越多，連續糊化黏度變化圖越接近一般粉圓基礎配方。為確保紅龍果粉圓口感與一般粉圓不要差異太大，選擇配方 d 和配方 e 製作之粉圓進行消費者型感官品評試驗，並測試蔗糖的添加是否會對粉圓品質產生影響。2 組配方之外觀、顏色、質地、風味及整體喜好度皆為消費者所能接受。添加 20% 蔗糖後，2 組配方之 5 個指標之消費者喜好度平均值皆有提升之現象，此表示蔗糖的添加有助於提升消費者喜好度。進一步利用質地分析儀分析可知，

20%蔗糖處理組之添加能顯著的提升處理組之回復性。於成本分析的部分，開發之生產技術為冷凍乾燥技術生產成本與時間的 1/3，有助於後續技術推廣之工作。

誌 謝

本研究由行政院農業委員會政策型計畫「綠色農糧供應體系關鍵技術之研發與產業應用計畫」(計畫名稱：紅龍果格外品加工技術之開發，計畫編號：108 農科-23.1.2-桃-Y1(8))支應，感謝國立中興大學食品暨應用生物科技學系賴麗旭終身特聘教授和謝昌衛教授諸多斧正，特此致謝。

參考文獻

1. 江伯源 2011 中(草)藥添加生藥粉末之品質(指標)量化及確效研究 行政院衛生署中醫藥年報 29: 447-500。
2. 行政院農業委員會 2019 火龍果紅肉 產品批發市場交易行情站系統
<<https://amis.afa.gov.tw/fruit/FruitChartProdTransPriceVolumeTrend.aspx>>
3. 行政院農業委員會 農產品生產及驗證管理法 (民 108 年 12 月 3 日)。
4. 行政院農業委員會農糧署 2020 農情報告資源網系統 <https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp>。
5. 余建美 2016 臺灣紅龍果產業發展現狀 p.1-12 臺中區農業改良場特刊第 131 號。
6. 林芷聿 2015 噴霧乾燥商業化生產紅色紅龍果天然色素的探討 p.1-90 國立中興大學食品暨應用生物科技學系所碩士論文。
7. 區少梅 2012 消費者型感官品評 p.167-182 食品感官品評學及實習 華格那出版有限公司 臺中，臺灣。
8. 經濟部 2019 飲料店營業額連續 14 年正成長 產業經濟統計簡訊 337: 1-2。
9. 經濟部標準檢驗局 2020 國家標準網路服務系統
<https://www.cnsonline.com.tw/?node=result&typeof=common&locale=zh_TW>。
10. 衛生福利部食品藥物管理署 2019 火龍果(紅肉)食品營養成分資料庫資料(新版)
<<https://consumer.fda.gov.tw/Food/TFND.aspx?nodeID=178>>。
11. 衛生福利部食品藥物管理署 食品良好衛生規範準則 (民 103 年 11 月 07 日)。
12. 鄧書芳、連恆榮、林建良、戴雪詠、劉麗玲 2015 各國藥品賦形劑管理法規研析 食品藥物研究年報 6: 377-384。
13. Graham, B. C. and S. R. Andrew. P.19-30. 2015. The RVA Handbook. 5th ed. AACC International Press. U.S.A.
14. Maltini, E., D. Torreggiani, E. Venir and G. Bertolo. 2003. Water activity and the preservation of plant foods. Food Chem. 82: 79-86.
15. Nurul, S. R., I. Patimah. and R. Asmah. 2014. Influence of conventional and ultrasonic-assisted

- extraction on phenolic contents, betacyanin contents, and antioxidant capacity of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Sci. World J. 2014: 1-7.
16. Shalaev E.Y. and G. Zografi. 1996. How does residual water affect the solid- state degradation of drugs in the amorphous state? J. Pharm. Sci. 85: 1137-1141.
17. Tze, N. L., C. P. Han., Y. A. Yusof., C. N. Ling., R. A. Talib., F. S. Taip. and M. G. Aziz. 2012 . Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. Food Sci. Biotechnol. 21: 675-682.
18. Woo, K.K., F.H. Ngou, L.S. Ngo, W.K. Soong and P.Y. Tang. 2011. Stability of betalain pigment from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Am. J. Food Technol. 6: 140-148.
19. Wybraniec, S. and Mizrahi, Y. 2002. Fruit flesh betacyanin pigments in *Hylocereus Cacti*. J. Agr. Food Chem. 50: 6086–6089.
20. Zelkó, R. and G. Szakonyi. 2012. The effect of water on the solid state characteristics of pharmaceutical excipients: Molecular mechanisms, measurement techniques, and quality aspects of final dosage form. Int. J. Pharm. Investig. 2: 18-26.

Development Hot-air Drying Technique for Pitaya Fruit Powder and Application Powder and Application in Tapioca Pearl Products¹

Pei-Chun Jen, Hsien-Chun Chang, Meng-Sung Chen and Chih-Jou Su²

ABSTRACT

In recent years, due to the good price in the market, farmers are willing to plant pitaya fruit and result in rapid increase of pitaya fruit supply in domestic market. In order to deal with off-grade products and solve the problem of overproduction efficiently, the research use tapioca starch as excipients to make pitaya fruit powder. The effects of proportion of excipients and drying time on the quality of pitaya fruit powder are investigated in order to develop a drying technique suitable for pitaya fruit. It is expected pitaya fruit powder can be used as raw materials for different processing product in off season. The results indicate that mixing pitaya fruit with tapioca starch at a ratio of 80 : 20, followed by hot air drying for 24 hours at 50°C is the best treatment for pitaya fruit powder. Subsequently, we use pitaya fruit powder and tapioca starch to make tapioca pearl products. In sensory evaluation test, the preference for all of the treatment groups are higher than three points. In the cost analysis, the production cost and time consumed for the current developed technique is one-third to the freeze-drying technique, which is helpful for the subsequent multi-purposes application of pitaya fruit.

Key words: pitaya fruit, hot air drying, tapioca pearl

¹ Contribution No.0970 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, Assistant, Associate Researcher and Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

臺中區農業改良場研究彙報稿約

- 一、本刊以供本場同仁發表試驗研究成果為原則，但可邀請外稿。
- 二、來稿一經刊登其著作權歸行政院農業委員會臺中區農業改良場所有，本人聲明並保證授權著作為本人所自行創作，若屬多人共同創作，則本人亦取得其他作者同意，有權為本同意之各項授權。且授權著作未侵害任何第三人之智慧財產權。
- 三、來稿一律不支稿費，但經刊用後，則致贈單行本 10 本(可要求至 20 本)。
- 四、文章之架構為題目、作者、中文摘要、中文關鍵字、前言、材料與方法、結果與討論(或分開成結果、討論)、誌謝、參考文獻(加阿拉伯數字序號)、英文摘要(包括題目、作者、摘要、關鍵字)。題目下之作者英文姓、名首字用大寫，其餘小寫，以用全名為原則，名在前，姓在後，如 Jia-Shin Lin，作者二人時，則用 and 連接，三人以上則如 Jia-Shin Lin, Lin-Ren Chang and Wan-Jean Liaw。英文關鍵字除專用學名(如 Ringspot Virus)、元素符號縮寫(如 Ca, Mg)等首字母大寫，其餘一般性語詞用小寫。另本文內中文後附加英文全名又有英文縮寫時，則英文全名與英文縮寫間以逗號分開，如木瓜輪點病毒(papaya ringspot virus, PRV)。
- 五、來稿以 A4 紙“雙行距”印出，紙之上端留白 2 cm，其他三邊留白 1 cm。
- 六、來稿以精簡易懂為原則，學名、et al., via 等需以斜體字印出，引用書名以 In：表示。
- 七、關於表格之注意點：(一)表格上方須並列中英文標題，中文在上，英文在下，並加表一、(Table 1.)等冠號，不需句號，但表註要句號。(二)表格內容只用英文，只有第一個字母大寫，不可中英文並列。(三)能以文字說明之小表或項目，請用文字說明。(四)原始記錄應統計分析並簡化後始可列入表中。(五)表註用小號 1 或 2 等註明於表中數字之右上角。(六)表格一律設計成“可被彙報篇幅正常容納”之大小。
- 八、關於插圖之規定：(一)插圖應單頁獨立，註明文題。(二)插圖下方須有標題，並加圖一、圖二、(Fig. 1, 2.....)等冠號。(三)所繪製線條粗細、標號、數字及文字等應注意協調及清楚。(四)已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。
- 九、關於照片之規定：(一)照片用紙一律採用光面紙，黑白照片為佳，品質為要。(二)需有圖說，如有特別指明點應標示之。(三)可在文中用文字說明清楚之非必要照片請剔除。
- 十、關於參考文獻之規定：(一)參考文獻以引用為限，如係來自轉載之其他書刊時必須加註明。(二)本國及日本作者則依據姓名筆劃數為序，若無作者而以出版機關(社)為首時，則以首字筆劃列入參考文獻之排序。以上三種文獻均列於英文作者之前。作者之姓置於前，名或簡寫隨之。(三)中、日期刊文獻作者姓名以後為發行年份，然後為論文名稱，期刊名稱、卷期數及頁數。(四)西文雜誌名之縮寫方式儘量根據美國出版之“Biological Abstracts”雜誌；中日文雜誌用全名(例 1)。(五)書籍必須加註版別及出版書局。(六)引用西文書籍之寫法為：作者姓名—年份—章節名—引用頁數—編輯者—書名(西文書名除介詞外其餘首字母大寫)—出版社—出版地(例 5)。(七)西文參考文獻第一作者姓在前，名用縮寫接在後；第二作者以下名用縮字排在前，姓在後(見例 2~5)。(八)引用機關或出版社編著之非定期性中、日書刊寫法：1. 書籍有分篇作者時：分篇作者—年份—章節名—參考頁數—書名—主編—出版社(機關)—出版地點(見例 6)。2. 書籍無分篇作者時：作者名—年份—章節名—參考頁數—書名—出版社—出版地點(見例 7)。3. 無作者但有發行(編輯)機關(社)時：發行機關—年份—書名—參考頁數—出版社(見例 8)(此時並以首字之筆畫列入參考文獻之排序)以上如缺某項時可略過，但順序不宜變更，且重要項目不可少。(九)文字敘述及參考文獻時，根據文獻之號數，用阿拉伯字，加以括號，如(1)等，插入句中右上角，如引用多篇，則加短點，如(1,2,3)。(十)未正式發行之報告，如農林廳年度成果報告，不可引用為參考文獻。
例如：1.張守敬 1954 臺灣水稻肥料施用適量之分區 科學農業 2(5): 1-6。
2. Jones, J. W. and A. E. Longley. 1941. Sterility and aberrant chromosomes numbers in Caloro and other varieties of rice. Jour. Agr. Res. 62: 381-399.
3. 作者 3 人之寫法：Jone, A. B., L. H. Lin and A. B. Chen. 1991....
4. 作者 3 人以上之寫法：Jone, A. B., L. H. Lin, C. D. Wang and A. B. Chen. 1991....
5. Eastop, V. F. 1977. World importance of aphids as virus vectors. p.1-61. In: Harrts, K. F. and K. Maramorosch (eds.). Aphid as Virus. Academic Press. London.
6. 黃正華、朱永華 1970 臺灣雜糧生產現況與增產潛力之探討 p.66-67 臺灣雜糧增產之研究 科學農業叢書第 7 號。
7. 郭魁士 1978 土壤水 p.x-x 土壤學 中國書局 屏東，臺灣。
8. 臺灣省政府農林廳 1990 臺灣農業年報 臺灣省政府印刷廠。
- 十一、文字敘述之號次以下列為序：中文用：一(一) 1.(1)A(A)，英文用：1.(1)A(A)a(a)。
- 十二、腳註以小號 1 或 2 等阿拉伯字標於右上角，說明時阿拉伯字置於左上角及文辭回復正常大小。
- 十三、文字敘述中之數字，儘量用阿拉伯字表示之。
- 十四、單位須用公制單位記號，例如以 m、cm、mm、m²、ml、l、mg、g、kg、ha、°C、pH、N、ppm、t、hr 等，不必用中文表示之。
- 十五、原稿審查後經由課室送還作者，作者對審查意見有異議，可書面申訴。修正後需將原稿、審查意見表及修正稿送回編輯。必要時可再反省，且本刊有刪改權。“完全定稿”後送請排版(排版後不接受大幅度修改)。
- 十六、作者“自行、完全”負責格式及內容之校對。
- 十七、其他未盡事項，得經場長核定後，隨時補充修正之。

BULLETIN OF TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION STATION

Publisher

H. H. Lee

Editorial Board

M. C. Hong

C. H. Chao

C. H. Hsiao

J. L. Yang

K. F. Pai

Y. H. Chen

Y. S. Tien

S. F. Chen

H. C. Chang

書名：行政院農業委員會臺中區農業改良場研究彙報(第 144 期)

出版機關：行政院農業委員會臺中區農業改良場

通訊處：彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號

網址：<https://www.tdais.gov.tw/>

電話：04-8523101~7

發行人：李紅曦

編輯委員：洪梅珠(總編輯)、趙佳鴻(副總編輯)

蕭政弘、楊嘉凌、白桂芳、陳裕星、田雲生、陳世芳、張惠真

出版年月：108 年 09 月

定價：新臺幣 100 元整

展售處：行政院農業委員會臺中區農業改良場

展售書局：1.五南文化廣場臺中總店／400 臺中市中山路 6 號 (04)22260330

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

中華郵政中臺字第 0 四九九號執照登記認為第一類新聞紙類

新聞局登記權：局版臺誌字第五八二三號

GPN: 2006500018

ISSN: 0255-5905

版權所有，翻拷必究