

產脲節桿菌株TC4-1C分解羽毛特性 及促進青花菜生長之研究¹

曾宥紘²、郭雅紋²、陳鴻堂²、林欣余³

摘 要

產脲節桿菌株TC4-1C (*Arthrobacter ureafaciens* TC4-1C)具溶磷及耐鹽能力，可利用多種高氮資材如羽毛、菜籽粕、雞糞及牛糞作為繁殖所需碳氮源，其培養液之菌數皆可達 10^9 CFU/ml。菌株TC4-1C培養於含1%台肥即溶肥料5號或6號環境中，經培養4天可完全分解羽毛，可應用於生產高磷鉀且富含胺基酸之液體肥料。菌株培養於3%羽毛、0.5%磷礦石粉及0.5%草木灰，其羽毛分解液經澆灌於基肥施用菜籽粕之青花菜根系，其單株花球鮮重235.1 g，較未澆灌處理組可增加66.6 g，達顯著差異；與施用化學肥料處理組則無顯著差異。此外，澆灌羽毛水解液肥有增加花球植體鉀含量之趨勢，並可顯著提高根圈土壤植物可利用性之鎂、錳及鐵含量，顯示菌株TC4-1C產製富含胺基酸之羽毛水解液肥，可提升青花菜對豆粕養分利用率及增加土壤養分有效性，藉以提高生產效能。

關鍵詞：羽毛分解菌、產脲節桿菌、青花菜

前 言

氮為作物生長所需，有機栽培常以氮質海鳥糞或豆粕做為氮肥補充，然其價格高昂。羽毛可做為替代氮源，提供作物所需氮素⁽¹⁾，但因羽毛角蛋白質含量豐且其雙硫鍵多結構緊密，因此不易分解，市面上常以酸鹼水解羽毛作為液肥應用，然而酸鹼處理會破壞部分胺基酸結構，且製程具化學品腐蝕之危險性及產品無法應用於有機農業之缺點；另應用於飼料添加之研究指出，以高溫及高壓處理羽毛作為飼料添加，常因胺基酸結構，如methionine、lysine及tryptophan易受破壞，而導致其作為飼料添加之營養價值減損⁽²⁾。微生物轉換羽毛廢棄物將可避免胺基酸遭破壞，可提高肥料與飼料添加之價值^(3,10,11,15)。

蛋白水解後之胺基酸除作為氮肥外，亦具有生物刺激素功能，可增加作物抵抗環境逆境、作為植物生長激素前驅物、增加植體氮同化、鉗合微量元素、促進種子發芽及增進作物產量^(5,8,17)，亦可應用於減少施用農用化學品⁽²²⁾，為未來重要之製肥原料之一。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0937 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場約僱技術員。

磷為作物生長所需之必要元素，然因磷肥施用至土壤後易形成磷酸鈣、磷酸鋁及磷酸鐵沉澱而降低磷之植物有效性^(2,25)，若因磷之植物有效性低而大量施用磷肥，則會導致施肥成本增加且造成環境汙染⁽²³⁾。溶磷菌可經由產酸、鉗合及氧化還原等作用而溶解難溶性磷^(6,9)，提高土壤有效性磷含量。本試驗將探討具溶磷能力及羽毛分解能力之產脲節桿菌株TC4-1C蛋白質分解特性，並應用於促進青花菜生長之研究。

材料與方法

一、產脲節桿菌株TC4-1C分解蛋白質能力分析

本試驗配製50 ml之BH礦物鹽培養基⁽⁴⁾：每公升添加1 g磷酸二氫鉀、1 g磷酸氫二鉀、0.2 g硫酸鎂及0.02 g氯化鈣，其中於BH培養基添加1% (W/V)的羽毛為BHF培養基、添加1% (W/V)的菜籽粕為BHB培養基、添加1% (W/V)的雞糞為BHG培養基而添加1% (W/V)的牛糞為BHC培養基。

挑選產脲節桿菌株TC4-1C之單一菌落並培養於上述4種培養基，經30°C及120 rpm培養4天後，進行菌數及培養液成分分析，對照組為不接種菌株之培養基。以上處理皆以3重複進行。

二、培養液之菌落數及pH、EC、元素養分分析

本試驗之培養液以10倍連續稀釋法，取樣100 μ l塗抹於nutrient broth (NB)固態培養基中，培養3天後計算菌落數。另其培養液以Whatman No. 1濾紙過濾後，其濾液以電極分析pH及EC，銨態氮及全氮以微量擴散法測定⁽¹⁴⁾，鉀以火焰光度計測定(Sherwood flam photometer 410)，磷以鉬藍法測定⁽²⁰⁾，而鈣及鎂則用原子吸收光譜儀(Hitachi Polarized Zeeman Atomic absorption spectrophotometer Z-5000)分析。以上處理皆以3重複進行試驗。統計分析以Least Significance difference (LSD)法進行比較，表中相同字母表示彼此間無顯著差異($p=0.05$)。

三、菌株溶磷能力分析

菌株溶磷活性分析為挑選產脲節桿菌株TC4-1C之單一菌落至50 ml磷酸三鈣培養基中，經培養4天後，以鉬藍法分析可溶性磷含量。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)。以上處理皆以3重複進行。

四、菌株耐鹽能力分析

本研究配製0%、3%、4%及5%氯化鈉之5 ml NB培養基，經接種產脲節桿菌株TC4-1C之單一菌落於此培養基，於30°C及120 rpm培養培養24 hr後測定培養液pH及EC值，並以連續稀釋塗抹於NB固態培養基，培養3天後計算菌落數。以上處理皆以3重複進行。

五、菌株於含即溶肥料培養基之羽毛分解能力

產脲節桿菌株TC4-1C之單一菌落培養於含有3種即溶肥料之50 ml液態培養基，分別為F1培養基，添加1%羽毛、1%台肥即溶1號及0.5%草木灰；F5培養基，添加1%羽毛、1%台肥即溶5號及0.5%草木灰及F6培養基，添加1%羽毛、1%台肥即溶6號及0.5%草木灰，經30°C及120

rpm震盪培養4天後，觀察羽毛分解狀況，有分解者進行培養液菌數及肥分分析(如前所述)。以上處理皆以3重複進行。

六、胺基酸分析

培養液之胺基酸分析方法，參照前人研究方法⁽¹⁸⁾並修改步驟為取培養液於4°C、9,500 g 離心20 min，取上清液1 ml加0.5 ml之醋酸緩衝液(2 M, pH 5.2)及0.5 ml之3%二氫茛三酮試劑於各試管中充分混合，於100°C煮沸15 min後，於冷水浴中冷卻後，加入10 ml的50%酒精，充分混合。靜置30 min，測定OD₅₇₀，另以固定濃度glycine配製標準品，藉以推估培養液之胺基酸含量。

七、青花菜肥料試驗

產脲節桿菌株TC4-1C之單一菌落培養於2種培養基，分別為(1) MB培養基：含1%糖蜜及0.5%菜籽粕及(2) FH培養基：含3%羽毛、0.5%磷礦石粉及0.5%草木灰，經30°C及120 rpm震盪培養4天後之培養菌液應用於澆灌青花菜(*brassica oleracea* var. *italica*)根系。

本試驗田於彰化縣福興鄉進行，試驗區分成4處理，分別為(1)基肥施用菜籽粕(Rap)、(2)基肥施用菜籽粕加施含菌之培養菌液MB (Rap-MB)、(3)基肥施用菜籽粕加施含菌之培養菌液FH (Rap-FH)及(4)施用化學肥料(CF)。化學肥料處理組依作物施肥手冊中青花菜施肥建議，以單質肥料硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀施用。試驗小區畦寬135 cm、畦長15 m，試驗採RCBD，4處理4重複。單畦雙行種植，株距50 cm。

Rap、Rap-MB及Rap-FH處理組之基肥施用菜籽粕(7-3-1.5)，其用量以每公頃2,000 kg換算成每小區用量。化學肥料處理組(CF)其施肥用量為每公頃氮素-磷酐-氧化鉀210-100-180。本試驗4處理皆於106年9月27日施基肥，10月5日定植青花菜(青花42，購買自博華蔬菜育苗場)。澆灌培養液處理組(Rap-MB及Rap-FH)於10月5日及10月20日澆灌200倍稀釋菌液，每株澆灌200 ml。化學肥料處理組(CF)於10月16日、11月1日及11月15日進行追肥。4處理皆於12月12日採收調查。採收期調查全株重、市場可販售單株重(含花球梗)、花球重。植體分析花球養分，試驗後採集根圈土壤以分析土壤肥力。

植體以濃硫酸及雙氧水消化分解⁽¹⁶⁾，氮用微量擴散法測定⁽¹⁴⁾，磷用比色法定量⁽²⁰⁾，鉀用火焰光度計測定，鈣及鎂用原子吸收光譜儀分析。微量元素銅、錳、鋅及鐵則以1 N鹽酸反應⁽²⁷⁾並以原子吸收光譜儀分析。土壤分析為樣品先經風乾處理，經2 mm篩網過篩後分別測定土壤化學性質。土壤pH及電導度以水：土比1:1，分別以電極法測定。土壤有機質含量採用總有機碳分析儀(Elementar vario MAX C)測定。以1 M醋酸銨(pH 7.0)，土：溶液比1:10抽出，濾液用感應耦合電漿光譜分析儀(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry; ICP-AES, HORIBA JOBIN- YVON ULTIMA 2)測土壤交換性鉀、鈣及鎂含量。以Bray No. 1方法抽取⁽²⁰⁾，並用感應耦合電漿光譜分析儀測土壤有效性磷。土壤微量元素以0.1 N鹽酸萃取⁽¹⁾，並以感應耦合電漿光譜分析儀測定。

結果與討論

菌株TC4-1C分解蛋白質能力分析

菌株TC4-1C培養於基本礦物鹽並以羽毛做為碳氮源之培養基、經培養4天可觀察到羽毛完全分解，並明顯提高培養液之pH、EC及全氮量，除羽毛外，菌株亦可利用菜籽粕、生雞糞及生牛糞作為碳氮源，此四處理之菌數皆可達 10^9 CFU/ml (表一)，顯示菌株可利用多種高氮有機資材。

表一、產脲節桿菌株 TC4-1C 之分解蛋白質能力分析

Table 1. Hydrolysis analysis of multiple protein-rich materials by *Arthrobacter ureafaciens* TC4-1C

Treatment ¹	pH	EC (mS/cm)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Tot-N (%)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Bacterial number CFU×10 ⁹ /ml
BHF-TC4-1C	8.4±0.2 (SD)	4.0±1.0	534.5±6.4	0.50±0.00	418.3±72.4	750.9±0.1	1.6±0.14	1.6±0.6	3.1±1.1
BHF-BK	6.8±0.0	1.7±0.6	11.4±0.9	0.01±0.00	413.5±7.8	717.6±41.7	1.9±0.4	17.4±0.1	-
BHB-TC4-1C	7.8±0.1	3.9±0.1	190.4±11.5	0.20±0.00	322.9±9.8	593.0±3.0	7.0±0.0	16.5±0.5	3.4±0.4
BHB-BK	6.3±0.1	2.6±0.1	43.7±7.2	0.06±0.00	320.0±20.1	772.7±18.8	17.7±5.8	36.7±2.3	-
BHG-TC4-1C	7.1±0.1	3.5±0.0	46.0±2.0	0.30±0.00	309.5±14.5	904.5±5.5	8.5±0.5	33.0±2.0	1.9±0.1
BHG-BK	7.1±0.3	3.4±0.0	35.5±2.5	0.05±0.00	382.5±55.5	944.0±57.0	8.9±3.9	42.0±3.0	-
BHC-TC4-1C	7.0±0.1	2.9±0.1	23.5±1.5	0.03±0.00	300.0±8.0	785.0±11.0	9.0±0.0	26.0±1.0	1.2±0.3
BHC-BK	6.6±0.2	3.0±0.0	7.5±3.5	0.01±0.00	353.5±50.5	836.0±51.0	6.3±2.7	25.5±0.5	-

¹Basal mineral medium with different organic materials such as feather (BHF), rapeseed meal (BHB), chicken dropping (BHG) and cow dung (BHC), -TC4-1C means inoculation of *Arthrobacter ureafaciens* TC4-1C, -BK means no inoculation.

²The pH, EC, nutrients and bacterial numbers were analyzed after incubating the isolate TC4-1C at the fourth day.

羽毛與粕類常作為蛋白質水解物之原料，其水解產物具生物刺激素之功能，可促進多種作物生長及生產⁽⁷⁾，本試驗菌株可應用於酵素水解法，生產蛋白質水解物。牛糞萃出物可作為 *Pseudomonads* 培養基，其中，未額外添加碳源會導致菌株生長較培養於 king's medium 為差，然而牛糞萃出液添加甘油、丁二酸鈉或檸檬酸鈉作為碳源，則菌株生育良好⁽²⁴⁾。本研究菌株 TC4-1C 則可以牛糞作為碳氮源，菌數可達 10^9 CFU/ml 與培養於 NB 培養基相比(表二)，菌數未有明顯降低。雞糞為氮磷含量高之養分，可運用於微藻類液態培養基，促進藻類生長⁽¹²⁾，未來似可應用於菌株培養基，降低菌劑生產成本。

菌株溶磷及耐鹽能力

本試驗挑選菌株 TC4-1C 之單一菌落至 50 ml 磷酸三鈣培養基中，經培養 4 天後，可溶出 65.5±2.0 mg/L 之水溶性磷，菌株具溶磷能力。另，本試驗之菌株 TC4-1C 培養於不同氯化鈉濃度之 NB 培養基中，經培養 24 hr 後，不同處理間其培養液之 pH 及菌落數隨鹽濃度增加而降低，EC 值則顯著增加，菌株培養於含 4% 氯化鈉之培養基，其菌數仍有 3.1×10^9 CFU/ml，然而氯化鈉濃度增加至 5% 則會稍微降低菌落數(表二)，菌株 TC4-1C 於 4% 氯化鈉環境中仍具生長能力，具有與化學肥料混合使用之潛力。

表二、菌 TC4-1C 培養於不同氯化鈉濃度之 NB 培養基經培養 24hr 之培養液 pH、EC 及菌數分析
Table 2. The pH, EC and bacterial numbers of NB culture medium after inoculation of isolate TC4-1C and incubation for 24 hours

Conc. of NaCl %	pH	EC (mS/cm)	CFU×10 ⁹ /ml
0	7.9±0.2 (SD)	3.3±0.1	6.30±0.30
3	7.2±0.2	55.8±0.9	4.30±2.20
4	7.2±0.2	67.4±0.5	3.10±1.90
5	6.7±0.1	73.9±4.2	0.17±0.08

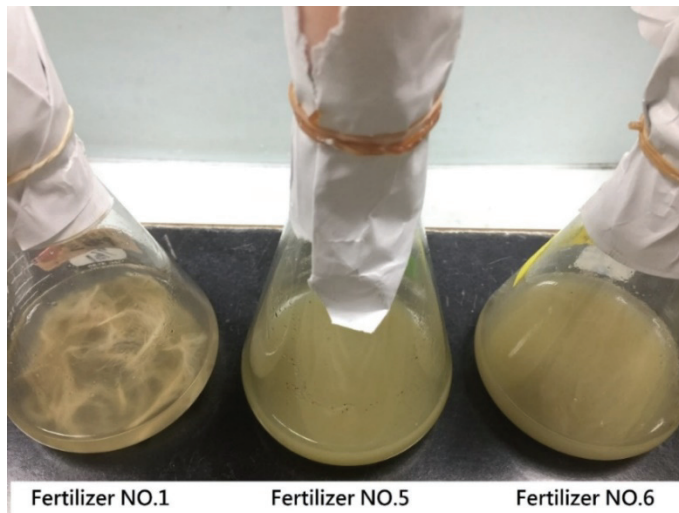
菌株於含即溶肥料培養基中分解羽毛

菌株TC4-1C 分別培養於1%台肥即溶5號或6號環境中，仍具分解羽毛能力，其羽毛水解液之特性如表三所示。接種菌株TC4-1C之羽毛水解液，其pH值較未接菌高，EC亦較未接菌高3 dS/m，全氮約可提高0.4~0.5%，培養於1%即溶5號或6號培養基中，其鈣及鎂含量顯著低於未接菌處理組，顯示菌株生長繁殖，吸收利用可溶性養分，導致鈣鎂含量顯著降低，分解液之TC4-1C菌數皆高於10⁸ CFU/ml，顯示菌株TC4-1C於相對較高濃度之磷鉀肥環境中，仍具分解羽毛能力。然而，前人研究提及羽毛分解菌於高可溶性氮(如銨離子與硝酸根離子)含量之培養基中，會抑制菌株分解羽毛能力⁽¹⁹⁾，與本研究發現菌株培養於含1%台肥即溶1號之羽毛培養基中，羽毛分解能力下降有一致性(圖一)。菌株TC4-1C可於高磷鉀肥之環境中分解羽毛，可應用於調配高磷鉀含量且富含胺基酸之液體肥料。

表三、菌株 TC4-1C 培養於含不同即溶肥料之羽毛分解液肥分分析
Table 3. Nutrients content of feather hydrolysate of isolate TC4-1C incubated in different instant chemical fertilizers-contained media

Treatment ¹	pH	EC	NH ₄ ⁺	Tot-N	P	K	Ca	Mg	Total amino acids	Bacterial number
		(dS/m)	(mg/L)	(%)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	CFU×10 ⁹ /ml
F5-TC4-1C	8.3 ±0.3 (SD)	17.7 ±0.5	1412.3 ±185.8	1.5 ±0.01	739.8 ±56.6	2631.9 ±172.9	0.1 ±0.0	0.1 ±0.0	1541.1 ±24.0	1.4 ±0.4
F5-BK	7.1 ±0.1	15.2 ±0.3	1100.0 ±19.0	1.1 ±0.0	614.1 ±66.1	2477.1 ±65.1	0.6 ±0.3	10.4 ±3.6	689.0 ±12.0	-
F6-TC4-1C	8.4 ±0.3	13.4 ±0.3	958.5 ±54.8	1.0 ±0.02	428.7 ±64.5	2506.5 ±61.9	0.2 ±0.0	0.1 ±0.0	824.0 ±25.3	0.9 ±0.3
F6-BK	6.6 ±0.3	10.7 ±0.3	453.5 ±25.5	0.5 ±0.03	550.6 ±85.6	2482.8 ±184.8	10.0 ±7.0	46.0 ±3.1	280.9 ±13.1	-

¹Different instant chemical fertilizers such as 1% instant fertilizer NO. 5 (F5) or NO. 6 (F6) in culture medium with 1% feather and 0.5% plant ash, -TC4-1C means inoculation of *Arthrobacter ureafaciens* TC4-1C, -BK means no inoculation.



圖一、菌株 TC4-1C 培養於 1% 台肥即溶 1 號、5 號及 6 號，經培養 4 天其羽毛分解情形
 Fig. 1. Demonstration of feather hydrolysis via incubating isolate TC4-1C irrespectively in 1% instant soluble fertilizer NO. 1, NO. 5 and NO. 6, 0.5% plant ash for 4 days

青花菜試驗

本試驗前土壤特性為 pH 7.9、EC (1:1) 0.88 dS/m、有機質 2.2%、Bray-1-P 4 mg/kg、交換性 K 72 mg/kg、交換性 Ca 1,816 mg/kg、交換性 Mg 270 mg/kg、Cu 10 mg/kg、Mn 288 mg/kg、Zn 9 mg/kg 及 Fe 1,121 mg/kg。培養液 MB 及 FH 之肥分分析如表四及表五所示，菌株 TC4-1C 培養於 MB 培養基中，菌數可達 10^9 CFU/ml，然其肥分含量低；菌株 TC4-1C 培養於 FH 培養基，經培養 4 天羽毛可完全分解，培養液之全氮、胺基酸含量及水溶性養分亦顯著高於對照組，菌數可達 10^8 CFU/ml 以上。未接菌之糖蜜與豆粕培養基 (MB-BK)，其胺基酸含量較未接菌之羽毛培養基高 (FH-BK)，顯示豆粕蛋白質較羽毛角蛋白質易分解，此外，高溫高壓滅菌過程即可能釋放出胺基酸。

青花菜採收調查資料如表六所示，青花菜株高及結花球率於各處理間無顯著差異。然而，青花菜全株重、市場可販售型態鮮重及花球重，以施用化學肥料處理組 (CF) 及施用菜籽粕搭配澆灌 FH 培養液處理組 (Rap-FH) 較高，菜籽粕處理組 (Rap) 最低，彼此間達顯著差異。施用菜籽粕肥料並澆灌 MB 培養液，可些微提高青花菜鮮重，MB 培養液養分濃度低對促進青花菜生長效果未如澆灌養分濃度較高之 FH 培養液佳，顯示菌株功能搭配胺基酸養液其施用效果更佳。施用 FH 培養液，可顯著提升青花菜鮮重，其效果與施用化學肥料處理組相似，推測原因除菌株 TC4-1C 之分解蛋白質及溶磷能力，有助於菜籽粕分解及促進根系生長外，羽毛水解物富含胺基酸，亦可能提升青花菜之生長。前人研究提及，施用胺基酸肥料有助於作物生長且可與微量元素鉗合，提高作物對微量元素吸收^(13,21)，於中鹼性土壤環境中，微量元素有效性即可能影響作物生產。

表四、菌株 TC4-1 培養於 MB 培養基之菌數及肥分分析

Table 4. Bacterial number and nutrient content of MB medium after incubating isolate TC4-1C for fourth day

Treatment ¹	pH	EC (dS/m)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Tot-N (%)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Total amino acids (mg/L)	Bacterial number CFU×10 ⁹ /ml
MB-TC4-1C	5.0 ±0.4 (SD)	1.8 ±0.0	10.5 ±0.5	0.02 ±0.00	4.6 ±0.6	344 ±10	76 ±1	41 ±0	333.3 ±43.3	3.4±0.2
MB-BK	3.7 ±1.1	3.9 ±1.2	30.0 ±2.0	0.06 ±0.00	16.5 ±0.5	486.5 ±11.5	137.0 ±3.0	53.5 ±0.5	337.3 ±47.3	-

¹MB means cultured medium with 1% molasses and 0.5% rapeseed meal, -TC4-1C means inoculation of *Arthrobacter ureafaciens* TC4-1C, -BK means no inoculation.

表五、菌株 TC4-1C 培養於 FH 培養基之菌數與肥分分析

Table 5. The bacterial number and nutrient content of FH medium after incubating isolate TC4-1C for fourth day

Treatment ¹	pH	EC (dS/m)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Tot-N (%)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Total amino acids (mg/L)	Bacterial number CFU×10 ⁸ /ml
FH-TC4-1C	8.8 ±0.0 (SD)	7.1 ±0.6	806.0 ±64.2	0.94 ±0.07	18.6 ±2.4	1263.2 ±85.9	6.3 ±0.3	5.5 ±1.6	1654.2 ±12.5	5.3±0.9
FH-BK	8.7 ±0.0	3.6 ±0.2	17.7 ±13.4	0.06 ±0.02	25.4 ±3.9	1197.6 ±69.9	2.6 ±0.6	6.5 ±0.6	153.8 ±5.5	-

¹FH means cultured medium with 3% feather, 0.5% rock phosphate and 0.5% plant ash, -TC4-1C means inoculation of *Arthrobacter ureafaciens* TC4-1C, -BK means no inoculation.

表六、青花菜於不同肥料處理之採收生育調查

Table 6. Investigation of broccoli growth in different fertilization treatments after harvest

Treatment	Formation rate of flower head (%)	Plant height (cm)	Whole plant weight (g)	Weight of flower head with stem (g)	Weight of flower head (g)
Rap-FH	94.4 ^a	30.3 ^a	1,254.2 ^{ab}	492.2 ^a	235.1 ^a
Rap-MB	95.0 ^a	31.8 ^a	1,140.8 ^{bc}	440.5 ^{ab}	202.4 ^{ab}
Rap	94.2 ^a	29.1 ^a	1,105.8 ^c	388.2 ^b	168.5 ^b
CF	97.6 ^a	31.3 ^a	1,279.2 ^a	481.3 ^a	220.7 ^a

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

本試驗之花球植體養分分析如表七所示，其中澆灌FH培養液處理組(Rap-FH)，其植體鉀含量與施用化學肥料處理組(CF)無顯著差異，未澆灌處理組(Rap)與澆灌MB培養液(Rap-MB)，

其鉀含量顯著低於化學肥料處理組，澆灌培養液處理組(Rap-MB及Rap-FH)鎂含量有較低趨勢，其他養分於花球植體中彼此間無顯著差異。

表七、不同肥料處理之青花菜花球植體養分分析

Table 7. Nutrient content of broccoli flower ball in different fertilizer treatment

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
Rap-FH	2.7 ^a	0.52 ^a	3.5 ^{ab}	0.65 ^a	0.28 ^{ab}	5.0 ^a	22.0 ^a	33.7 ^a	50.7 ^a
Rap-MB	2.6 ^a	0.48 ^a	3.1 ^c	0.60 ^a	0.26 ^b	4.3 ^a	20.8 ^a	31.0 ^a	47.5 ^a
Rap	2.9 ^a	0.48 ^a	3.3 ^{bc}	0.67 ^a	0.29 ^a	5.0 ^a	21.3 ^a	32.8 ^a	44.3 ^a
CF	2.9 ^a	0.54 ^a	3.9 ^a	0.66 ^a	0.29 ^a	4.5 ^a	19.5 ^a	31.0 ^a	51.3 ^a

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

本試驗後各處理之青花菜根圈土壤肥力分析如表八所示，其中pH以CF處理組及Rap-FH處理組較低，磷與鉀含量以CF處理組最高，鎂及錳含量以Rap-FH處理組最高，且高於化學肥料處理組，銅含量以Rap-FH最低，鐵含量以Rap-FH處理組較Rap及Rap-MB處理組高，澆灌較高氨基酸含量之羽毛水解液肥(FH)，可顯著提高根圈土壤植物可利用性鎂、錳及鐵含量，顯示施用較高濃度之胺基酸肥料可提高根圈土壤中某些植物有效性微量元素之含量。

表八、試驗後根圈土壤肥力分析

Table 8. Rhizospheric soil nutrient content in different treatments after harvest

Treatment	pH	EC (1:1) (dS/m)	OM (%)	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
Rap-FH	7.8 ^b	3.5 ^a	2.8 ^a	0.16 ^a	15.3 ^b	67.8 ^b	5,029.8 ^a	477.5 ^a	6.0 ^b	208.0 ^a	7.3 ^a	110.5 ^b
Rap-MB	8.0 ^a	3.1 ^a	2.8 ^a	0.16 ^a	11.5 ^b	76.8 ^b	4,303.3 ^a	344.3 ^b	7.5 ^a	169.3 ^{bc}	8.0 ^a	92.0 ^c
Rap	8.0 ^a	3.6 ^a	2.9 ^a	0.17 ^a	17.3 ^b	85.3 ^b	4,364.0 ^a	393.3 ^{ab}	7.8 ^a	176.3 ^b	8.8 ^a	94.0 ^c
CF	7.7 ^b	3.7 ^a	2.5 ^a	0.15 ^a	67.8 ^a	167.0 ^a	4,708.0 ^a	329.3 ^b	7.5 ^a	145.0 ^c	11.0 ^a	131.8 ^a

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

結 論

本試驗結果顯示，具耐鹽及溶磷能力之產脲節桿菌株TC4-1C可分解多種蛋白質類有機物質，其中可以羽毛作為菌株TC4-1C繁殖所需之碳氮源，於基本礦物鹽、相對高磷鉀之即溶化學肥料或磷礦石粉與草木灰之培養環境中完全分解羽毛，生產富含胺基酸之培養菌液且菌數可達 10^8 CFU/ml以上。此外，基肥施用菜籽粕搭配澆灌菌株TC4-1C之羽毛水解液，可提升青花菜花球鮮重且與施用化學肥料處理組無顯著差異，具推廣應用於友善農耕作物肥培管理之潛力。

參考文獻

1. 吳正宗 2008 微量要素 p.67-69 土壤與肥料分析手冊(一) 土壤化學性質分析 中華土壤肥料學會編印。
2. Alam, M. M. and J. K. Ladha. 2004. Optimizing phosphorus fertilization in an intensive vegetable-rice cropping system. *Biol. Fertil. Soils* 40: 277-283.
3. Bertsch, A. and N. Coello. 2005. A biotechnological process for treatment and recycling poultry feathers as a feed ingredient. *Bioresour. Technol.* 96: 1703-1780.
4. Bushnell, L. D. and H. F. Haas. 1941. The utilization of certain hydrocarbons by microorganisms. *J. Bacteriol.* 41: 653-73.
5. Calvo, P., L. Nelson and J. W. Kloepper. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383: 3-41.
6. Chung, H., M. Park, M. Madhaiyan, S. Seshadri, J. Song, H. Cho and T. Sa. 2005. Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of crop plants of Korea. *Soil Biol. Biochem.* 37: 1970-1974.
7. Colla, G., S. Nardi, M. Cardarelli, A. Ertani, L. Lucini, R. Canaguier and Y. Rouphael. 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Sci. Hort.* 196:28-38.
8. Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hort.* 196: 3-14.
9. Gulati, A., N. Sharma, P. Vyas, S. Sood, P. Rahi, V. Pathania and R. Prasad. 2010. Organic acid production and plant growth promotion as a function of phosphate solubilization by *Acinetobacter rhizosphaerae* strain BIHB 723 isolated from the cold deserts of the trans-Himalayas. *Arch. Microbiol.* 192: 975-983.
10. Gupta, R. and P. Ramnani. 2006. Microbial keratinases and their prospective applications: an overview. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 70: 21-33.
11. Hadas, A. and L. Kautsky. 1994. Feather meal, a semi-slow-release nitrogen fertilizer for organic farming. *Fertil. Res.* 38: 165-70.
12. Han, X., N. Rusconi, P. Ali, K. Pagkatipunan and F. Chen. 2017. Nutrients Extracted from Chicken Manure Accelerate Growth of Microalga *Scenedesmus obliquus* HTB1. *Green and sustainable chemistry* 7: 101-113.
13. Johansson, A. 2008. Conversations on chelation and mineral nutrition. *Aust. J. Grape Wine Res.* 583: 53-56
14. 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.

15. Kim, J. M., Y. M. Choi and H. J. Suh. 2005. Preparation of feather digests as fertilizer with *Bacillus Pumilus* KHS-1. *J. Microbiol. Biotech.* 15: 472-476.
16. Lowther, J. R. 1980. Use of single sulfuric acid hydrogen peroxide digest for the analysis of *Pinus radiata*, needles. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis* 11: 175-188.
17. Michalak, I. and K. Chojnacka. 2013. Use of extract from Baltic seaweeds produced by chemical hydrolysis in plant cultivation. *Przem. Chem.* 92: 1046-1049.
18. Moore, S. and W. H. Stein. 1954. A modified ninhydrin reagent for the photometric determination. *J. Biol. Chem.* 1954, 211:907-913.
19. Ni, H., Q. H. Chen, F. Chen, M. L. Fu, Y. C. Dong and H. N. Cai. 2011. Improved keratinase production for feather degradation by *Bacillus licheniformis* ZJUEL31410 in submerged cultivation. *Afr. J. Biotechnol.* 10: 7236-7244.
20. 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.
21. Popko, M., R. Wilk and H. Górecki. 2014. New amino acid biostimulators based on protein hydrolysate of keratin. *Przem. Chem.* 93: 1012-1015.
22. Radkowski, A. and I. Radkowska. 2013. Effect of foliar application of growth biostimulant on quality and nutritive value of meadow sward. *Ecol. Chem. Eng. A* 20: 1205-1211.
23. Reddy, M. S., S. Kumar, K. Babita and M. S. Reddy. 2002. Biosolubilization of poorly soluble rock phosphates by *Aspergillus tubingensis* and *Aspergillus niger*. *Bioresour. Technol.* 84: 187-189.
24. Srivastava, R., M. Aragno and A. K. Sharma. 2010. Cow dung extract: a medium for the growth of pseudomonads enhancing their efficiency as biofertilizer and biocontrol agent in rice. *Indian J. Microbiol.* 50: 349-354.
25. Vassilev, N. and M. Vassileva. 2003. Biotechnological solubilization of rock phosphate on media containing agro-industrial wastes. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 61: 435-440.
26. Wang, X. and C. M. Parsons. 1997. Effect of processing systems on protein quality of feather meals and hog hair meals. *Poultry Sci.* 76: 491-496.
27. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock and K. A. Gomez. 1976. Procedures for routine analysis of zinc, copper, manganese, calcium, magnesium, potassium, and sodium by atomic absorption spectrophotometry and flame photometry. p. 27-34. In: Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock and K. A. Gomez (eds.). *Laboratory manual for physiological studies of rice.* IRRI. Philippines.

Research on Feather-hydrolyzing Characteristics of *Arthrobacter ureafaciens* TC4-1C and Application in Promoting Broccoli Growth ¹

You-Hong Zeng², Ya-Wen Kuo², Hong-Tang Chen² and Hsin-Yu Lin³

ABSTRACT

Arthrobacter ureafaciens TC4-1C, with phosphate-solubilizing and salt-tolerant ability, can use multiple high nitrogen contained materials as carbon and nitrogen sources for reproduction. In liquid culture using feather, rapeseed meal, chicken dropping or cow dung as nutrient source, bacterial numbers higher than 10^9 CFU/ml can be achieved. Strain TC4-1C can degrade feather in the medium contained one percentage of the instant soluble fertilizer Taifer NO. 5 (10-20-20) or NO. 6 (5-18-18) after 4 days of incubation can produce liquid fertilizer containing amino acids and high concentration of phosphorous and potassium. After four days of incubation of strain TC4-1C in liquid medium contained 3% feather, 0.5% rock phosphate and 0.5% plant ash (W/V), the produced feather hydrolysates were applied to broccoli supplemented with rapeseed meal used as base fertilizer in the experimental field. Experimental results showed application of the feather hydrolysates can increase 66.6 g of fresh weight of single flower ball compared with treatment without feather hydrolysate drench and showed significant differences between treatments. However, the fresh weight of single flower ball followed by feather hydrolysate drench was not significantly different with that applying chemical fertilizer. Application of feather hydrolysates showed potassium-increasing tendency in flower ball and increase plant available Mg, Mn and Fe content in the rhizosphere soil. Feather hydrolysates containing amino acids produced by strain TC4-1C can increase nutrient availability of rapeseed meal and soil to increase broccoli productivity.

Key words: feather-hydrolyzing bacterium, *Arthrobacter ureafaciens*, broccoli

¹ Contribution No. 0937 from Taichung DARES, COA.

² Assistant researcher of Taichung DARES, COA.

³ Technician of Taichung DARES, COA

農場見習訓練對學員投入農業經營之影響¹

陳蓓真²、陳世芳²

摘 要

本研究探討農場見習學員的訓練成效，瞭解學員參與農場見習的動機、對農場見習規劃的看法及對農場經營上的助益。結果顯示，學員參與見習平均年齡38歲，見習期程平均7.9個月，男性為主，以大學學歷居多，目前已投入農業者占二成五。受訪者參加見習動機以學習農業相關技能最多。對農場見習規劃合宜性、場主指導態度、場主指導方法、農場見習地點設施與整體意見等滿意度均在普通以上。以重要度－表現法(IPA)分析農場見習學員對農場見習訓練提供的各類別課程在經營管理的助益與需求情形，其中栽培技術、病蟲害防治與用藥、土壤與肥料管理及採收後處理與分級等課程落於第I象限繼續保持區，表示此類課程是學員極度重視且需要的；至於產業與市場概況、農場或農產品行銷、農機具操作與維護、農場經營與農場規劃等課程落於第II象限優先改善區，農場主應調整訓練方法，並列為優先改善的部分。相關分析也顯示，學員對農場見習訓練的預期和實際見習的情況愈符合，結訓後和農場主合作或受任用的機率愈高，呈正相關，顯示學員參與農場見習訓練後，實際訓練情形愈符合學員原本的期待，則後續受農場主任用或是合作的比例愈高，留在農業的比例也較高。

關鍵詞：農民學院、農場見習、從農情形、滿意度

前 言

新進或有意從農者在從農初期常遇到生產技術、經營管理、行銷通路、資金缺乏與參與組織能力不足的情況，故農民學院提供農場見習實務訓練，讓新進或有意從農者於從農初期至農場、產銷班或休閒農場見習，利用師徒一對一指導方式，由農場主擔任師傅，帶領有意務農者參與農業生產和農業經營與運作，培養其生產技術、經營管理、通路開發及資金運用等能力。

依據農委會農場見習實施作業要點規範的見習農場⁽²⁾，需要為農業生產合作社、休閒農場、農業產銷班、小地主大專業農之大專業農、魚塭養殖登記證之經營或作業場所、農企業、農委會完成專案輔導的青農等條件之一。審核通過且簽約之見習農場，其農場相關資訊與見習名額公布於農民學院網，2017年經農委會審核通過之見習農場共有87家。另一方面，欲參

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0936 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。

加農場見習訓練者需符合作業要點規範，即得報名農場見習。參加農場見習以12個月為限，可於農民學院網查詢農場見習職缺與報名，經審查合格之學員，由農委會(或其勞務委託的團體)進行媒合，見習學員與見習農場雙方面談並同意見習後，學員即至見習農場報到，每日依農場工作規定完成見習與簽到、簽退，每月見習達20日或160小時以上，即發給結業證書。楊等⁽⁶⁾指出受訪的農場主78%對見習農場計畫整體滿意度表示滿意與非常滿意，77%學員對農場主提供的見習課程感到滿意與非常滿意。

而農場見習訓練對新進務農者或有意務農者投入農業的成效，學員完成農場見習訓練後，是否成為農業人才？成為農場主的工作夥伴或合作夥伴？獨立成立農場？是否提升學員在作物栽培技術與農場經營管理的能力，相關的農場見習訓練成效與留農的研究又較為缺乏。因此，本研究之目的在探討農場見習對學員投入農業經營的影響，農場見習是否提升學員在作物栽培技術與農場經營管理的能力。研究方法以問卷調查法，瞭解見習學員參加農場見習訓練的動機、對見習規劃的看法及對農場經營上的助益、農場見習對學員投入農業的影響情形，農場主提供的各類農業經營管理與栽培訓練課程，是否符合學員對農場見習的期待與需求。

材料與方法

一、研究對象

近五年(2012年1月~2017年3月)報名參與農民學院農場見習訓練之學員381位，見習的產業包括農糧類、休閒類、特作類等。

二、問卷設計

農委會為加強新進農民農業經營實務能力，辦理農場見習計畫，建立農場見習甄選及管理查核機制，確保農場見習品質及保障學員權益，因此，制定農民學院農場見習實地查核問卷。本研究調查運用該農場見習實地查核問卷，再新增農場主實施農場見習訓練時，提供農業經營管理與栽培上的各類課程，對學員在農場經營的助益與需求之題項。

本問卷內容包含基本資料、對農場見習訓練規劃的看法、給農場主的建議、農場見習對農場工作及經營的助益，以及對各類課程的需求、其他具體建議等。其中對農場見習訓練規劃的看法、農場見習對農場工作及經營的助益、對10類課程的需求、訓練課程對工作的助益及對課程的需求部分，以李克特五尺度量表評估，其餘為複選題及開放式題項。

三、資料蒐集

蒐集2012年1月~2017年3月期間透過農民學院網報名參與農場見習訓練計畫之學員，資料由農民學院網提供且僅限本研究使用，刪除重複名單者計381位，利用問卷調查法，將問卷題項轉換為google表單，傳送至學員電子信箱請其填寫。其中69人的電子信箱因帳號錯誤無法傳送，實際僅傳送至312名學員信箱中。總計回收87份，扣除重複填答者，有效問卷計78份，有效問卷回收率25.0%。

四、統計分析方法

以SPSS 17.0統計軟體，進行敘述性統計、複選題分析、相關分析、交叉分析及重要度－表現分析(Importance-Performance analysis, IPA)等分析。

結果與討論

一、基本資料

參與農場見習訓練之學員平均年齡38歲，以26~35歲最多占37.2%，36~45歲次之占25.6%。見習期程平均7.9個月。73.1%為男性，女性占26.9%；學歷以大學居多占70.5%；25.6%受訪者已投入農業，未從農者占74.4%，而未從農者中有89.7%表示未來將從事農業。有79.5%的農場主提供薪資以月薪計算，見習薪資平均23,147元。67.9%受訪者表示農場主有提供保險，類別包括勞保、健保、團保、意外險或職災險等。對農場見習的期待，52.6%受訪者表示合乎預期，結訓後受農場主任用或成為合作夥伴者有42.3%。82.1%填答者表示農場見習訓練計畫的實施是成功的(表一)。

二、農場見習學員參與農場見習之動機

將學員參與農場見習訓練的動機分成學習農業相關技術、未來想從農、培養第二專長與增加收入及體驗農村等，為複選題讓受訪者勾選。結果得知，受訪者參加見習動機中以學習農業相關技能最多占40.9%，其次為未來想從農者占28.1% (表二)，每位受訪者平均勾選2項。

三、農場見習學員對農場主所提供的農場見習看法分析

主要以學員對農場見習訓練管理、見習的工作內容、見習的評量及見習資源等4個面向，讓學員勾選對於各面向於農場見習期間的看法或是回饋。第一個面向「對農場見習訓練管理」，結果顯示以期望能提供更多訓練技能之工作最多占69.8%，其次為嚴格實施管考制度及其他占16.3% (表三)。第二個面向「對農場主提供見習工作內容的看法」，有44.7%受訪者覺得工作內容和原本期望不同，36.8%受訪者則認為工作量超出能力負荷及工作時間無法配合，18.4%受訪者反應工作收入太少(表四)。

第三個面向「對農場見習評量的看法」，結果發現，受訪者表示應增加實際操作評量者占48.2%，增加其他單位之能力檢測者占28.2%，再次之為增加平時能力檢測及口頭評量約23.5% (表五)。顯示學員認為農場見習訓練後，可建立一套評核或檢核基準，讓學員於訓練後可檢視本身在農作物栽培的技術能力或農場經營管理的應變能力，或是獨立完成田間實務工作的能力，肯定自己所學。進一步將學員從農情形與對農場見習評量的建議作交叉分析，無論已從農或未從農組別，兩組別的學員均建議增加實際操作評量。

第四個面向「對農場見習資源的看法」，受訪者表示應增加其它農場觀摩者占32.7%，提供相關參考資料者占28.3%，充實農場見習訓練內容者占25.2%，最後為使用數位平台者占13.8%，每位受訪者平均勾選2項(表六)。農民學院除提供實體農業訓練課程外，更提供各類別線上學習課程，讓學員在從事農業過程中或是農場見習訓練期間，可上網充實專業知識。

此項農民學院線上學習資源可請農場主或各區農業改良場向民眾、農民或學員多加宣導，提高農民學院線上訓練資源的使用率。

表一、學員基本資料

Table 1. The trainees' basic data

Category	Item	Average	
Age	Years old	38.0	
Training period	Month	7.9	
Salary	NT dollars/month	23,147	
Category	Item	Frequency	%
Gender	Female	21	26.9
	Male	57	73.1
Education	Above senior high school	7	9.0
	University	55	70.5
	Research institute	16	20.5
Age	<25 years old	10	12.8
	26~35 years old	29	37.2
	36~45 years old	20	25.6
	>46 years old	19	24.4
Farming situation	Full-time farmer	20	25.6
	Not engaging in agriculture	58	74.4
	No willingness	2	3.4
	Unknown	4	6.9
Salary	Want to be a farmer	52	89.7
	Month salary	62	79.5
	Day salary	13	16.7
Insurance	Unknown	3	3.8
	Yes	53	67.9
Exception	No or unknown	25	32.1
	Meet exception	30	52.6
Hired by farmer owner after training	Not meet exception	27	47.4
	Yes	33	42.3
Farm internship was successful	No	45	57.7
	Yes	46	82.1
	No	10	17.9

表二、學員參加農場見習的動機

Table 2. The main motivation for participating in farm internship

Motivation	Reaction value		Observed value
	n	%	%
Learn agricultural skills	70	40.9	89.7
Want engage in agriculture in the future	48	28.1	61.5
Cultivate their second skills	28	16.4	35.9
Increase income, experience rural life and other	25	14.6	32.1
Total	171	100.0	

表三、對農場見習訓練管理的回饋

Table 3. Suggestion about the training management of farm internship

Training management of farm internship	Reaction value		Observed value
	n	%	%
Provide more training skills	60	69.8	82.2
Implementation of the examination system and other	14	16.3	19.2
Strengthen the attitude of trainees in practice and supervise their behavior	12	14.0	16.4
Total	86	100.0	

表四、對農場主提供的見習工作內容的看法

Table 4. Views on the contents of the farm internship

The contents of the farm internship	Reaction value		Observed value
	n	%	%
Work content and original expectations are different	34	44.7	61.8
The workload exceeds their capacity load and working hours cannot match	28	36.8	50.9
Low income of work	14	18.4	25.5
Total	76	100.0	

表五、對農場見習評量的看法

Table 5. Views about the assessment of farm internship

The assessment of farm internship	Reaction value		Observed value
	n	%	%
Increase the assessment on actual operation	41	48.2	64.1
Add the competence test of the other authorities	24	28.2	37.5
Increase the ability testing and verbal assessment	20	23.5	31.3
Total	85	100.0	

表六、對農場見習資源的看法

Table 6. Views about resources of farm internship.

Resources of farm internship	Reaction value		Observed value
	n	%	%
Increase other farm visiting	52	32.7	70.3
Provide reference materials	45	28.3	60.8
Enrich training content of farm internship	40	25.2	54.1
Using digital platforms	22	13.8	29.7
Total	159	100.0	

四、對農場見習訓練規劃的認同程度分析

以農場見習訓練規劃合宜性、場主指導態度、場主指導方法、農場見習地點設施與整體意見等5個構面22個題項，讓受訪者勾選非常不同意、不同意、普通、同意或非常同意，以1~5表示，數字愈大表示愈同意。結果顯示(表七)，農場見習訓練規劃合宜性、場主指導態度、場主指導方法、農場見習訓練地點設施及整體意見等5個構面，平均值分別為3.53、3.50、3.21、3.77及3.86，均在普通以上，學員對各構面的認同程度分述如下：

- (一)訓練規劃合宜性：對見習內容的組織性、豐富性與恰當程度的看法，平均值分別為3.49、3.67、3.42，大致介於普通至非常同意之間。
- (二)農場主指導態度：以農場主指導認真與充分準備，有熱忱，樂於回答學員問題，與重視學員學習狀況等評估，平均值分別為3.72、3.90、3.97、3.59，介於普通至非常同意。其中農場主具有熱忱此項有91%受訪者表示同意，樂於回答學員問題有92.3%受訪者表示同意。顯示農場主重視學員，對農場見習訓練具備高度熱忱，樂見學員提出問題並回答問題，讓學員認同農場見習計畫的執行。80.8%受訪者表示農場主有重視學員的學習狀況，顯示學員的學習與回饋狀況，是農場主重視的。
- (三)農場主指導方法：以指導方法能引起學員興趣、指導方式會做適度變化與調整、指導方式恰當等作評估，平均值分為3.62、3.60、3.58，介於普通至非常同意之間。顯示，農場主的指導方法能引起學員興趣、指導方式會依學員學習狀況及需求做適度變化與調整、指導方式恰當。
- (四)農場見習訓練地點設施：受訪者對於見習地點方便、環境適宜及設備完善等設施之看法，其中在地點方便部分，94.9%表示普通至非常同意，98.7%對環境適宜表示普通至非常同意，94.9%對設備完善表示普通至非常同意之間，對此構面認同度平均值為3.77。
- (五)整體意見部分：平均值3.86介於普通及同意之間。就農場見習訓練農場主的指導是否能增進學員專業能力、視野廣度部分，平均為3.85及4.17。對農場主整體指導與對此次訓練感到滿意情形，平均值大致為3.76及3.77。願意推薦其他農民參加農場見習問項，85.9%表示會推薦其他農民參與。至於對未來從事農業生產的技術、農場的經營、農業的信心是否有幫助部分，分別為3.92、3.92及3.71，顯示參加農場見習實務訓練後，高達92.3%受

訪者表示農場見習訓練對農業生產技術有幫助，89.8%表示對農場經營有幫助，對提升從事農業之信心部分則有84.7%表示同意。91.1%受訪者表示未來會持續參加農場見習相關訓練。

表七、學員對農場見習訓練規劃的認同

Table 7. Recognition of farm internship training.

Construct and question		Mean	Construct mean	Extremely disagree	Dis-agree	Normal	Agree	Fully agree
		%						
Appropriateness of farm internship program	Organized content	3.49	3.53	7.7	7.7	26.9	43.6	14.1
	Rich in content	3.67		5.1	6.4	26.9	39.7	21.8
	Content is appropriate	3.42		6.4	14.1	25.6	38.5	15.4
The attitude to farm owners	Farm owners carefully taught and fully prepared	3.72	3.80	1.3	12.8	21.8	41.0	23.1
	Farm owners are in enthusiasm	3.90		1.3	7.7	24.4	33.3	33.3
	Farm owners are willing to answer questions of trainees	3.97		0	7.7	20.5	38.5	33.3
	Farm owners pay attention to students' learning situation	3.59		3.8	15.4	23.1	33.3	24.4
Guidance methods of farm owners	Farm owners' guidance methods can stimulate students' interest in learning	3.62	3.60	2.6	12.8	25.6	38.5	20.5
	Farm owners' guidance methods will be adjusted appropriately	3.60		1.3	12.8	28.2	34.6	23.1
	Farm owners' guidance are appropriate	3.58		3.8	15.4	25.6	29.5	25.6
Site Facilities	Convenient location	3.71	3.77	1.3	3.8	30.8	51.3	12.8
	Suitable environment	3.85		0	1.3	30.8	50.0	17.9
	Perfect equipment	3.76		2.6	2.6	28.2	50.0	16.7
Overall opinion	The guidance of farm owners could enhance my professional ability	3.85	3.86	1.3	6.4	24.4	43.6	24.4
	The guidance of farm owners could increase my horizon	4.17		1.3	7.7	29.5	34.6	26.9
	Satisfied with the overall guidance of farm owners	3.76		3.8	9.0	24.4	33.3	29.5
	Satisfied with this farm training experience	3.77		5.1	5.1	23.1	41.0	25.6
	Willing to recommend other farmers to participate in the farm traineeship	3.78		5.1	9.0	16.7	41.0	28.2
	It will be helpful for my agricultural production skills in the future	3.92		0	7.7	21.8	41.0	29.5
	It is helpful for my farm management capacity in the future	3.92		0	10.3	19.2	38.5	32.1
	It's helpful for my confidence to engage into agriculture in the future	3.71		2.6	12.8	24.4	32.1	28.2
I will continue to participate in traineeship	3.83		5.1	3.8	24.4	35.9	30.8	

五、學員對農場見習訓練在農場工作與經營的助益及對訓練類別的需求

(一)以栽培技術、病蟲害防治與安全用藥、農機具操作與維護保養、農業政策法規、土壤與肥料管理、產業與市場概況、農場或農產品行銷、農場經營與農場規劃、農產品採收後處理與分級包裝與其他等10類課程，以李克特五點量表勾選，瞭解學員對各類課程在其經營管理的助益及需求程度(表八)。結果顯示，在經營管理上的助益平均值，以栽培技術、病蟲害防治與安全用藥、土壤與肥料管理最高；需求部分以栽培技術、農場或農產品行銷及土壤肥料管理等最為迫切。

表八、農場見習訓練提供的各類別課程對您在農場經營的助益與需求
Table 8. The level of benefit and requirement by trainees of farm internship

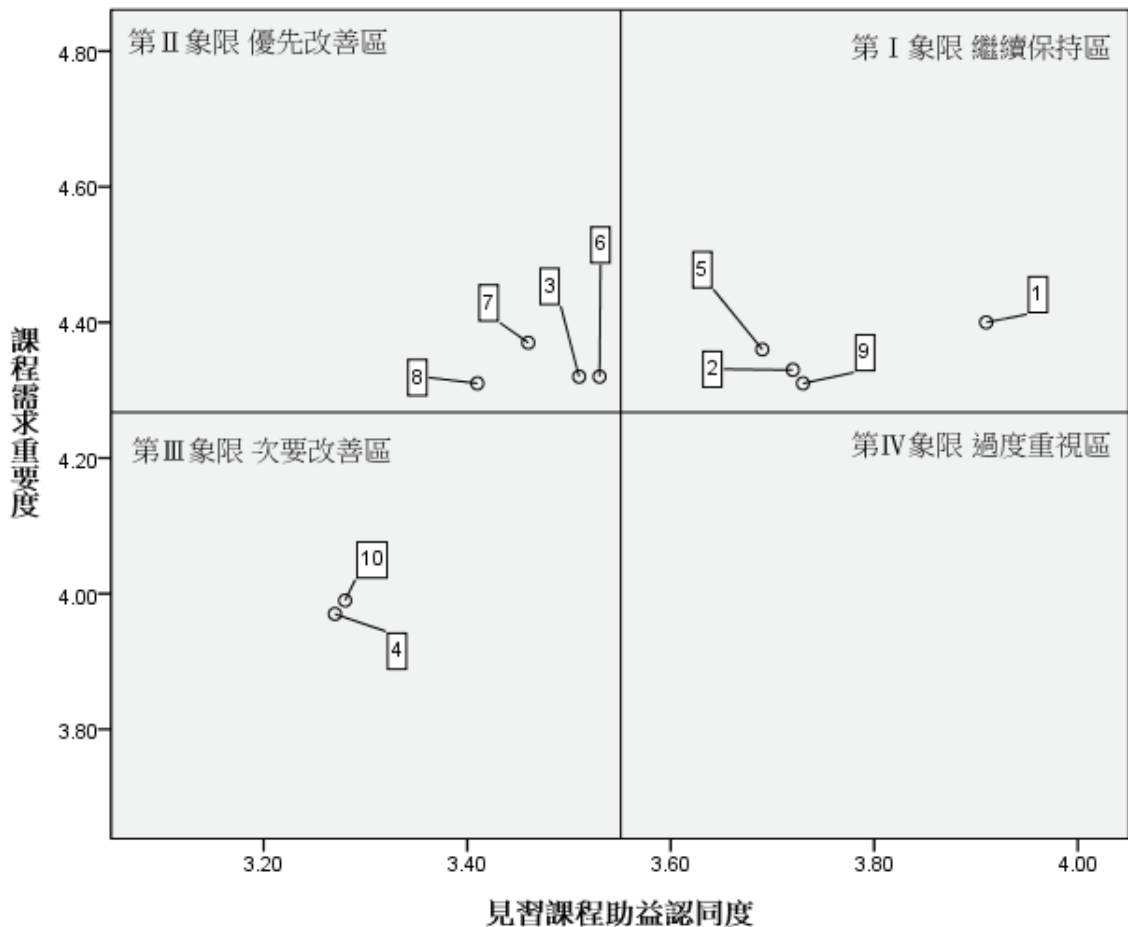
Subject	Benefit		Need	
	Mean	Ranking	Mean	Ranking
1. Production technique	3.91	1	4.40	1
2. Pest and diseases management	3.72	2	4.33	4
3. Agricultural machinery operation and maintenance	3.51	6	4.32	5
4. Agriculture policy introduction	3.27	10	3.97	9
5. Soil and fertilizer management	3.69	3	4.36	3
6. Industry and market	3.53	5	4.32	9
7. Farm and product marketing	3.47	7	4.37	2
8. Farm management and planning	3.41	8	4.31	6
9. Postharvest technology of agricultural products	3.62	4	4.31	6
10. Other	3.28	9	3.99	8

(二)以重要度－表現分析法(IPA)探討見習期間農場主提供的各類別課程對學員在農場經營管理助益認同及需求情形。

由表八學員對栽培技術、病蟲害防治與安全用藥、農機具操作與維護保養、農業政策法規、土壤與肥料管理、產業與市場概況、農場或農產品行銷、農場經營與農場規劃、農產品採收後處理與分級包裝與其他等10類課程的助益認同度平均值當作X軸座標，課程的需求重要度平均值作為Y軸座標，10個題項平均數值分布於二維矩陣內(圖一)，再以課程助益認同度之平均數值3.91作為垂直線，課程需求重要度平均值4.40為水平線，將二維矩陣分割成4個象限，由矩陣右上角逆時針依序為第I象限的繼續保持區、第II象限的優先改善區、第III象限的次要改善區、第IV象限的過度重視區，結果說明如下：

1.落在第I象限繼續保持區的：有栽培技術、病蟲害防治與安全用藥、土壤與肥料管理及農產品採收後處理及分級包裝等4類，表示學員對該類課程效益認同程度及需求程度均高，農場主進行農場見習訓練時可持續指導此類別課程，可獲得學員高度重視且是學員需要的部分。

2. 落於第II象限優先改善區：表示學員對此類別的課程需求程度高，但效益認同度較低，是需要關注的部分，包括有產業與市場概況、農場或農產品行銷、農機具操作與維護、農場經營與農場規劃，可列為優先改善的部分。
3. 落於第III象限次要改善區：表示學員對於相關課程的助益認同度與需求重視程度皆較低的項目，重要性相較於第II象限較低，屬於次要改善的項目。課程有其他(達人分享或休閒農場行銷)及農業政策與法規等2類。
4. 第IV象限過度重視區：無相關課程落於此象限內，落於此象限的課程表示學員認為該課程助益認同度高但需求重視度較低的項目，表示可將投入此象限的資源改投入其它象限內，本次調查無相關課程落於此象限內。



圖一、學員對農場見習訓練課程於農場工作助益認同度與需求度之矩陣圖

Fig. 1. The matrix of benefits and needs on farm internship perceived by trainees

六、影響見習學員從農情形因素探討

相關是指兩個變數之間關聯的強度⁽¹⁾。兩組變數之間的相關程度以相關係數 r 表示， r 介於 ± 1 之間，當 r 絕對值越大，表示變數之間的相關程度越高。以學員對農場見習訓練的預期和實際情況，探討其對學員結訓後與農場主合作或受農場主任用情形之關係，結果顯示，學員對農場見習訓練的預期和受農場主任用之情形兩者相關性呈正相關(表九)，表示當農場見習學員對農場見習訓練的預期和實際情況愈符合，則見習學員和農場主合作或受任用的相關性愈高。市場調查或民意調查，常利用交叉分析表來以探討兩個類別變數間之關聯性⁽⁷⁾，本研究也利用交叉分析法，瞭解學員對見習的預期和實際與農場主合作或受任用的情形分析(表十)，發現合乎預期組別，結訓後和場主成為合作夥伴或任用關係者占72.7%；見習不合乎預期組別，結訓後和場主成為合作夥伴或任用關係者占27.3%，且兩變數之間，經卡方檢定有顯著差異。

表九、對農場見習的預期情況和結訓後與農場主成為合作夥伴關係之相關分析

Table 9. Analysis the correlation between trainees' expectations for farm internship and becoming a partner with the farm owner after internship

		Expectations for training	Become a partner or appointed by the farm owner after farm internship
Expectations for training	Pearson correlation	1	.472**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	57	57
Become a partner or appointment with the farmer after farm internship	Pearson correlation	.472**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	57	57

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

表十、學員對農場見習訓練預期情形與結訓後和農場主成為合作夥伴或任用關係之交叉分析與卡方檢定

Table 10. Cross-analysis and chi-square verification between trainee expectations and become a partner or appointed by the farmer owner after farm intership

		Become a partner or appointed by the farm owner after farm internship	
		no	yes
Expectations for training	Not meet trainees' expectations	n	18
		%	75.0%
	Meet trainees' expectations	n	6
		%	25.0%
Total	n	24	
	%	100.0%	

*0 格(.0%)的預期個數少於 5。最小的預期個數為 11.37.

以上結果可能顯示，農場見習學員對農場見習訓練有著不同的期待，期待學習農業經營管理專業、學習作物栽培技術、學習農場營運與行銷訣竅、學習農場主個人特質等，表示當對學員對農場見習訓練的預期和實際見習後的情況愈符合，則見習學員和農場主合作或受任用的機率愈高，學員留在農業的比例也較高。

農委會進行「農場見習實施作業」計畫申請契約農場係有進行現場審查作業，相關審查依照軟硬體設備、經營現況、專業背景及資歷、見習課程規劃、進用見習學員的觀念及態度、學員權益與福利、工作環境安全性與符合優先納入見習農場之條件等進行評分，達70分以上者為通過基準，期透過明確的農場見習訓練甄選及管理查核機制，確保農場見習的品質，達到增進農場見習訓練學員農場經營管理實務能力及保障學員權益。

就學員面，不論從農或未從農類別，主要動機比例相同依序為學習農業相關技能與未來想從農。建議提供更多訓練技能之工作；對於農場見習後學員從農比例僅25.6%，原因是學員有資金、土地、人力等問題；而農場見習訓練符合期待的約占52.7%，建議可深入研究落差的明確因子，作為農委會規劃場主見習指導訓練辦理依據，至於研究分析發現，農場主指導態度為影響學員從農與否的重要因素，可於見習指導訓練時加強此項因素的經驗傳承或是授課比重，增加場主輔導效能，提升學員學習成效。

結論與建議

經查農委會進行「農場見習實施作業」計畫申請契約農場現場審查作業，並依照軟硬體設備、經營現況、專業背景及資歷、見習課程規劃、進用見習學員的觀念及態度、學員權益與福利、工作環境安全性與符合優先納入見習農場之條件等進行評分，達70分以上者為通過基準。如此，從農場主端掌握農場設施與環境、農場主的專業技術、見習學員的待遇與學習資源等，提供適合學員多元化的產業別選擇，包括農糧類、畜牧類、休閒類、水產養殖類及特作類等，保障學員農場見習訓練的權益。

就學員面，不論從農或未從農類別，主要動機比例相同依序為學習農業相關技能與未來想從農。建議提供更多訓練技能之工作；對於農場見習訓練後學員從農比例僅25.6%，原因是學員有資金、土地、人力等問題；而農場見習訓練符合期待的約占52.7%，建議可深入研究落差的明確因子，作為農委會規劃場主見習指導訓練辦理依據，至於研究分析發現，農場主指導態度為影響學員從農與否的重要因素，可於農場見習指導訓練時多多宣導，提高場主輔導效能，提高學員從農情形。除此之外，訓練課程的內容同時為學員關注的部分，賴等⁽⁸⁾進行有機蔬菜初階班訓練成效追蹤，發現參訓課程對農場經營助益認同度以有機蔬菜栽培管理最高4.16分，最低為財務管理3.23分；課程需求度以有機蔬菜田間栽培實習最高4.52分，最低為人事管理與組織發展4.04分，最需加強課程為有機農產品行銷課程。而陳⁽⁵⁾調查農民學院設施蔬菜班課程對學員在農場工作助益認同度與需求度部分，顯示在栽培技術、病蟲害防治與安全用藥、田間實作、土壤與肥料管理、農場參訪、堆肥與微生物液肥及農產品採收後處理及分級包裝等7類，認同程度與需求程度均高。本研究調查農場見習訓練農場主提供的課程對學

員在農場經營助益與需求上，同樣在栽培技術、病蟲害防治與安全用藥、土壤與肥料管理及農產品採收後處理及分級包裝等4類效益認同程度及需求程度均高。綜上，農民學院提供的蔬菜栽培專業訓練與農場見習實務訓練，從參訓學員訓練成效調查發現，對其在農場經營效益與需求度而言，整體以栽培技術、病蟲害防治與安全用藥、田間實。是以，農見習訓練農場主傳授的農場經營實務及栽培專業技術，是學員極度關注的部分，農場主應繼續保持，透過農場見習訓練傳承農業技術，讓新進農民可繼續留農，或是成為農場主的合作農場或工作夥伴。

研究指出⁽³⁾指出，回收率代表實際樣本的大小，是衡量一項調查結果所具有的代表性指標，回收率越高越好。但由於實際調查中存在許多影響回收率之因素，如果僅追求高回收率，可能會影響調查資料的質量，因此回收率並非越高越好。進一步提出，樣本的完整與資料的質量，是調查中應同樣等關注的面向。建議進行調查研究應朝向提高回收率，也要避免低質量的高回收率。

提高問卷回收率一直是問卷實證研究者關心的議題，低回收率最容易遭受樣本資料不具代表性的質疑，一般認為適當的回收率是50%，然即使將回收率提高，並不見得就可降低無反應偏差(non-response bias)。因此，徐等⁽⁴⁾進行提高企業問卷調查回收率之研究，採用誘因或簡化問卷設計兩單獨因子進行，發現兩因子對提高問卷回收率並沒有幫助；而當兩因子同時被採用，問卷原始回收率顯著增加，經2次催收總回收率提高至13.50%，由原始回收率9%提高4.5%，但是，第2次催收時回收率明顯下降。更發現不同的問卷設計和誘因因素並不會影響問卷的填答品質，不同期間(催收前和催收後)所收到的問卷，填答品質上也呈一致性。因此，本調查樣本回收率較低的部分，建議1.學員於農民學院登錄基本資料時，可同步檢核電子郵件及電話的正確性；2.採用簡化問卷及提供紀念品誘因，提高回收率，強化調查研究的效度。

參考文獻

1. 呂秀英、魏夢麗、呂椿堂 2006 用Excel解決農業研究資料統計分析的方法(四)－相關與迴歸農業試驗所技術服務 67: 27-30。
2. 行政院農業委員會 2017 行政院農業委員會農場見習實施作業要點。
3. 風笑天 2007 高回收率更好嗎？－對調查回收率的另一種認識 社會學研究 3: 121-135。
4. 徐聯恩、謝瑞史 2001 提高企業問卷調查回收率的實証研究 輔仁管理評論 8(1): 83-98。
5. 陳蓓真 2015 臺中區農業改良場農民訓練成效評估之研究－以設施蔬菜栽培管理班為例 臺中區農業改良場研究彙報 129: 11-25。
6. 楊舜臣、施碧茹 2013 農民學院農場見習機制之研究 台灣農業推廣學會 101年度農民輔導之研究計畫成果摘要報告 pp.58-66。
7. 楊世瑩 2009 交叉分析表：Excel統計分析實務--市場調查與資料分析 基峰資訊 臺北市。

8. 賴信忠、鍾國雄、李宗樺、傅智麟 2014 農民學院有機蔬菜初階班訓練成效追蹤評核研究 桃園區農業改良場研究彙報 76: 57-91。

Study the Effect of Farm Internship on Trainees¹

Pei-Jen Chen² and Shih-Fang Chen²

ABSTRACT

The study explored the effectiveness of farm internship and investigates the motives of trainees to participate in farm internship, suggestions about the training management of farm internship, and the level of benefit and requirement of farm internship subject. The average age of trainees participating the internship was 38 years old, in which 73% was male, and the average period of internship was 7.9 months. Most of them were university graduates, and about 25% of them were currently employed in agriculture. Their main motivation to participating in internship was to learn skills of agriculture. They agreed with the plan for internship training and recognized the traineeship training plan. On the degree of satisfaction, the suitability of the training program, the attitude of the owner, the method of the owner's instruction, the facilities of the training site, were all above the average. On assessment of the participants' assistance and needs of the internship program in agricultural management, factors such as cultivation techniques, pest control and pesticide use, soil and fertilizer management, and post-harvest processing and grading were evaluated. The results falls in the area of upkeeping, showing the skills the farm owners provided getting a high degree of recognition of trainees, and trainees thought those types skills were very important. The farm owner could continue to providing such courses and coaching training.

In addition, industries and markets that fall into the priority for improvement areas in the II-quadrant, farms or marketing of agricultural products, operation and maintenance of agricultural machinery, and farm management and farm planning are recommended. Farm owners may be advised to adjust training guidance methods and rank them as priority improvements. The results of the correlation analysis show that the more the trainee's expectation of the internship training is in line with the actual situation, the higher the chance of trainees were cooperated or appointed by farmer owner, and also increase the probability of engaging in agriculture.

Key words: the farmer's academy, farm internship, engaged in agriculture, satisfaction

¹ Contribution No. 0936 from Taichung DARES, COA.

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

運用層級分析探討 番石榴產銷班關鍵成功因素之研究¹

吳建銘²、林勇信³、陳勵勤⁴

摘 要

番石榴是臺灣重要的熱帶果樹產業，產銷班是農業運作的最小單位，本研究運用層級分析法(Alytic Hierarchy Process, 以下簡稱AHP)探討番石榴產銷班關鍵成功因素之重要先後順序，藉此瞭解未來輔導產銷班時如何提升其經營管理關鍵能力。第一層級構面先後順序以「共同作業規劃」最重要，其次為「組織運作」與「提升經營收益」；第二層級構面以「共同經營模式構面」最重要，其次為「提高經營績效」、「行銷管理」、「新知識取得」、「班組織架構及財務管理」、「團結的班組織」、「降低生產成本」、「班場所設備及環境建構」。就整體的細項能力評估之先後順序而言，依序為「產品分級包裝」、「跨班組織之策略聯盟」、「產量之調節」、「生產市場導向之產品」、「人力共同運用」、「建立產品特色賣點」、「班員間共享技術及共同解決問題」、「資材共同採購」、「定期辦理講習座談及觀摩」、「優良品種之選擇」等。建議輔導番石榴產銷班時，可針對項目之重要順序加強改善，以提升經營管理能力。

關鍵詞：番石榴、產銷班、關鍵成功因素、層級分析法

前 言

依農情資源報告網資料顯示，全臺番石榴近十年種植面積約7,000 ha，是僅次於鳳梨、香蕉、芒果、龍眼、荔枝的主要經濟果樹。2017年種植面積7,325.71 ha，若以縣市別區分，以高雄市2,672.18 ha (36.48%)最高，其次為臺南市1,455.39 ha (19.87%)，彰化縣1,239.75 ha (16.92%)再次之，番石榴除富含營養價值外，也可周年生產，因此是臺灣具外銷潛力之果品⁽⁵⁾，目前主要外銷市場為加拿大、香港、中國大陸與新加坡，面對全球貿易自由化國外水果的競爭，除加強品種選育及栽培技術改進外，應加強企業化經營管理，周年穩定生產優質安全果品，以提升內、外銷市場競爭力⁽⁹⁾。

農業產銷班為我國農村地區最基層的農民組織，依農業發展條例第三條之農業產銷班定義係指土地相毗連或經營相同產業之農民，自願結合共同從事農業經營之組織，農業產銷班

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0940 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³ 行政院農業委員會高雄區農業改良場副研究員。

⁴ 行政院農業委員會臺南區農業改良場助理研究員。

為採行共同採購資材、共同作業、共同利用設施設備、共同運銷、共同研究的合作方式之經營行為⁽⁸⁾。

「成功關鍵因素」(key success factor, 以下簡稱KSF)係指企業在考慮產業整體面所有可能的因素後,所能掌握的幾個重要關鍵點⁽¹⁶⁾,一產業最重要的競爭能力或競爭資產,成功的業者所擁有的優勢必為產業KSF中的優勢,不成功的業者則通常是缺少KSF中的某一個因素⁽¹⁵⁾,且這些因素是廠商要經營成功必須集中在高度優先且必須作好的工作⁽¹⁹⁾,在關鍵成功因素探討方面,許多研究以AHP法⁽¹⁶⁾萃取出產業或企業經營管理之關鍵成功因素,例如Tsai等人⁽²⁰⁾透過AHP與灰關聯分析評估14家臺灣知名的財產責任保險公司之經營績效。層級分析法能協助決策者將複雜問題系統化,由不同層面給予層級分解,並透過量化判斷,覓得脈絡後加以綜合評估,有助決策者對事物瞭解,減少決策錯誤風險性^(12,13)。層級分析法應用於農業產銷班關鍵成功因素之研究方面,如林奇恩⁽³⁾以層級分析法探討臺灣石斑魚產銷班經營關鍵成功因素,顯示建立自有品牌維持良好形象、魚苗來源之檢疫及篩選、食品安全認證、班長具溝通協調能力、班員共享技術共同解決問題等為石斑魚產銷班經營關鍵成功因素;葉春梅⁽⁷⁾以層級分析法探討影響高屏地區花卉產銷班經營成功重要因素之排序及權重,評估結果之前八個權數得分最高的因素分別為產品分級包裝、開創良好通路網絡、品牌知名度、班員間共享技術成果及共同解決問題、品種之選擇及產期調節、班員間日常生活之互動、推廣活動-如展售會等、生產及採收處理技術等八項因素;李瑩珊⁽²⁾同樣以層級程序分析法及專家問卷為分析方法,探討影響高屏地區蓮霧產銷班經營成功重要因素,結果顯示影響蓮霧產銷班經營關鍵成功因素分別為加強公共關係合法取得外來資源與補助、班員嚴格遵守班組織公約賞罰分明、班員擁有很強的向心力、良好及受班員認同的班組織公約、追求創新知識、採購制度化等六項因素。

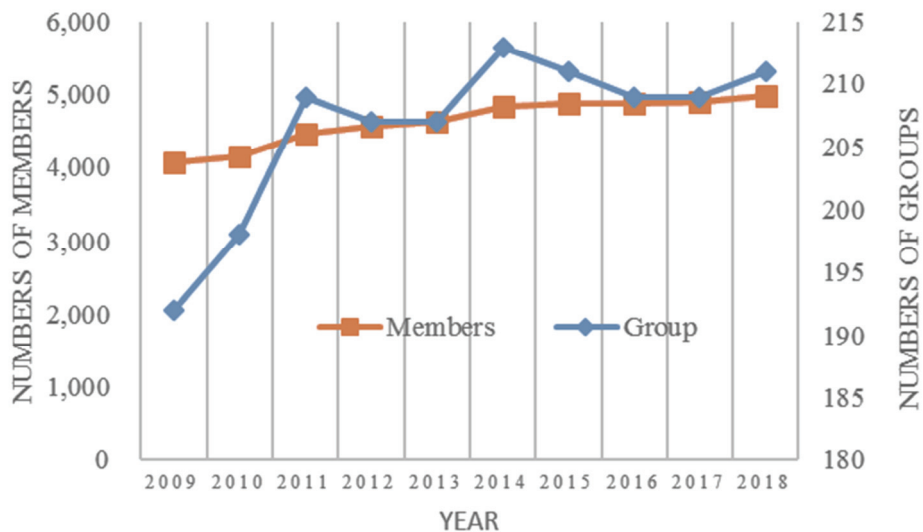
依據農業產銷班組織體系服務系統資料,近十年以番石榴為班主要產品之果樹產銷班約維持在200班上下,總班員人數由2009年的4,059人增加至2018年4,988人(圖一),顯示番石榴產銷班人數穩定成長,產銷班是農業生產的最基本組織,透過良好的產銷班組織運作可提昇整體產業發展,為加強臺灣番石榴產銷班經營管理與充實外銷能量,本研究以層級分析法進行臺灣番石榴產銷班關鍵成功因素之探討,透過產、官、學界專家之問卷調查,萃取出番石榴產銷班關鍵成功因素,以作為未來輔導及改進番石榴產銷班經營管理之參考。

材料與方法

一、第一階段問卷

本研究經由產銷班關鍵成功因素文獻探討^(2,3,7,14)與彙整歸納出可能影響番石榴產銷班經營成功之重要因素,以半開方式問卷針對番石榴產、官、學界共23位專家,包含大專院校1位、試驗改良場所6位、農政單位6位、農會輔導人員7位、產銷班合作社3位進行因素重要度評估,受訪專家平均服務年資約14年,因素取捨原則參考林奇恩⁽³⁾與丁順益⁽¹⁾作法,若該因素超過二分之一專家認為不重要,即刪除捨去,再結合專家建議新增因素重新歸納至問卷內,

重新發放問卷進行重要度評估，直到所有因素皆超過二分之一專家同意則為最終因素題項，其中原「副產品開發」與「結合觀光旅遊與發展休閒產業」兩因素在第一輪評分未過半予以刪除，另採納專家建議新增「具有專業優良的輔導單位」、「建立產品特色賣點」、「加強班員自主化管理」、「積極參與各項品質競賽」、「培育青年農民加入班組織」等因素，最後共計44個重要因素題項作為建立AHP層級架構之基礎，因素架構依屬性及參考同樣是探討產銷班經營關鍵成功因素之謝佩芳⁽¹⁴⁾與林奇恩⁽³⁾因素架構，並與專家討論後建立本研究之完整層級分析架構，第一層級包含「共同作業規劃」、「組織運作」、「提升經營收益」等3個構面，第二層級包含「行銷管理面」、「共同經營模式」、「新知識取得」、「團結的班組織」、「班組織架構及財務管理」、「班場所設備及環境建構」、「降低生產成本」、「提高經營績效」等8個構面，第三層級則為44個重要因素題項(表一)。



圖一、近十年番石榴產銷班人數與班數變化圖

Fig. 1. The change of the numbers of guava group and group members from 2009 to 2018

二、第二階段專家問卷

AHP層級分析法依賴專業的判斷，其適合的專家人數為10~15人⁽¹¹⁾，且為使研究結果具有更佳的品質及前瞻性，專家群必須對特定研究領域有相當程度的了解與具備專業的知識與技術⁽¹⁰⁾，本研究將第一階段題項設計為AHP層級分析問卷，以順序尺度(1同等重要、3稍重要、5頗重要、7極重要、9絕對重要)衡量^(2,3,7,14)，並邀請17位番石榴產業與產銷班輔導專家，包含農會輔導人員7位、試驗改良場所3位、農政單位5位、產銷班合作社2位，專家平均服務年資18年，進行各層級因素兩兩重要度比較，再將蒐集回來的問卷進行權重分析。

表一、本研究之層級架構

Table 1. The level scheme of this study

Main Facet	First level Facet	Second level Facet	Key Success Factors
Key Success Factors of Taiwan Guava Agricultural Production and Marketing Group	Collaboration planning	Marketing management	Develop a marketing plan for common marketing and distribution
			Establishment of common guava quality standard classification
			Establishment of a brand and the maintenance of a good image
			Establishment of new channel and network
			Cooperation with the assistance unit (Farmers' Organization or cooperatives)'s marketing management assistance
			Organization of marketing and promotional activities
			Active participation in various quality contests
	Common business mode	New knowledge acquisition	Clear production plan and common orchard management
			Application of GAP (Good Agricultural Practice), traceability and safety certificates
			Strengthen production and post-harvest treatment technology
			Selection of excellent varieties
			Production regulation
			Product classification packaging
			Regular lectures, seminars, and observation-tours
	Organization operation	Organizational unity of group	Management and technology to increase guava plantation (active participation in seminars)
			Shared technology and common problem-solutions among the group members
			Collection and utilization of production-management, policy and regulation information
The communication and negotiation abilities of the leader			
Members' compliance with the group pact and clear rewards and punishments			
Reasonable allocation of rights and obligations			
Members' unity			
Group's organizational	Group's organizational	Periodical convention of group meetings and detailed records	
		Strengthen the self-management of personal	
			Establishment of group organizational structure
			Accept the group pact approved by the members

structure and financial management	<u>Integral accounting system and transparent finance</u>
	<u>Strengthen the supervision and auditing of group affairs</u>
	<u>Assistance units with outstanding professionalism</u>
	<u>Encourage young farmers to join group</u>
Group's facilities and environment settings	<u>Complete and detailed group pact displayed in a noticeable area</u>
	<u>Proper custody of the complete group information</u>
	<u>Establishment of automatic shipping point</u>
	<u>Good use of the group location</u>
Increase business income	<u>Full utilization of the good group equipment</u>
	<u>Environment well maintained</u>
	<u>Reduce manufacturing cost</u>
	<u>Proper use of production materials without wasting</u>
Improve business performance	<u>Strengthen public relationship to legally obtain external resources and subsidies</u>
	<u>Common procurement of materials</u>
	<u>Common usage of manpower</u>
	<u>Professional operations</u>
Strategical alliance of cross-groups	<u>Regulation of production period</u>
	<u>Production of market-oriented products</u>
	<u>Establishment of product features</u>

三、統計方法

本研究問卷透過文獻蒐集與番石榴產業專家建議而建立重要評估因素，除參考林奇恩⁽³⁾、謝佩芳⁽¹⁴⁾之層級分析架構，再依本研究需要進行調整與場內專家檢視，故應具良好之內容效度。受訪專家包含產業之產、官、學界之經驗豐富人員，故訪問對象無系統性差異，應具良好外部效度。本研究與受訪者緊密聯繫，若有問題立即解釋，受訪者皆能理解問卷內容，故應具良好內部效度^(2,3,7,14)。

一致性檢定方面，將第二階段回收之專家問卷以Excel進行層級分析法運算，並以一致性指標(consistency index, C.I.)與一致性比率(consistence ration, C.R.)來檢驗矩陣之一致性。一致性愈高表示矩陣之值是可接受的，一般取 $C.R. \leq 0.1$ 及 $C.I. \leq 0.1$ 時，則算通過一致性檢定^(17,18)。若通過一致性檢定，則再分別求得各構面及因素題項之幾何平均數及權重值，並評估各因素題項之優先順序，另本研究第一次專家層級問卷即通過一致性檢定，故無進行第二次問卷。

結 果

一、一致性檢定

本研究之問卷結果一致性檢定如表二，一般取 $C.I. \leq 0.1$ 及 $C.R. \leq 0.1$ 時，則算通過一致性檢定⁽¹¹⁾，結果顯示，包含「總構面」、第一層級構面之「共同作業規劃」、「組織運作」、

「提升經營收益」等，第二層級構面之「行銷管理」、「共同經營模式」、「新知識取得」、「團結的班組織」、「班組織架構及財務管理」、「班場所設備及環境建構」、「降低生產成本」、「提高經營績效」等的C.I.與C.R.值皆小於0.1，因此本研究之專家問卷具有一致性和穩定性，遂可進行後續因素權重分析。

表二、一致性檢定表

Table 2. Consistency index

Facets	Consistency index (C. I.)	Consistency Ratio (C. R.)	Verification
Main Facets	0.0010	0.0017	conformed
Collaboration planning	0.0143	0.0246	conformed
Organization operation	0.0107	0.0184	conformed
Increase business income	0.0000	0.0000	conformed
Marketing management	0.0371	0.0281	conformed
Common business mode	0.0198	0.0160	conformed
New knowledge acquisition	0.0306	0.0340	conformed
Organizational unity of group	0.0191	0.0154	conformed
Group's organizational structure and financial management	0.0134	0.0108	conformed
Group's facilities and environment settings	0.0145	0.0117	conformed
Reduce manufacturing cost	0.0045	0.0050	conformed
Improve business performance	0.0203	0.0181	conformed

二、評估構面與因素權重排序

(一)第一層級構面分析：

本研究各構面權重分析如表三，第一層級構面權重比例依序為「共同作業規劃」0.417、「組織運作」0.307、「提升經營收益」0.276，顯示共同經營作業規劃在產銷班整體的經營運作上最重要。

(二)第二層級構面分析：

在第二層級分析方面，權重依序為「共同經營模式」0.183、「提高經營績效」0.175、「行銷管理」0.118、「新知識取得」0.115、「班組織架構及財務管理」0.111、「團結的班組織」0.106、「降低生產成本」0.102、「班場所設備及環境建構」0.090，顯示共同經營模式是最重要的因素。

(三)第三層級項目分析：

1.行銷管理

在行銷管理構面包含7個評估項目，依評估項目權重依序為「配合輔導單位行銷管理的輔導」0.0210、「建立品牌並維持良好形象」0.0198、「積極參與各項品質競賽」0.0191、

「共同建立番石榴品質分級標準」0.0176、「舉辦行銷推廣活動」0.0152、「擬定行銷計畫並共同運銷」0.0130。

2.共同經營模式

在共同經營模式構面包含6個評估項目，以權重排序依序為「產品分級包裝」0.0447、「產量之調節」0.0407、「優良品種之選擇」0.0299、「申請吉園圃、生產履歷及安全認證」0.0268、「加強生產及採後處理技術」0.0215、「明確生產計畫共同管理果園」0.0199。

3.新知識取得

在新知識取得構面包含4個評估項目，以權重排序依序為「班員間共享技術及共同解決問題」0.0364、「定期辦理講習座談及觀摩」0.0311、「提高番石榴栽培管理技術」0.0292、「產銷、政策及法令之資訊蒐集與運用」0.0182。

4.團結的班組織

在團結的班組織構面包含6個評估項目，以權重排序依序為「班員擁有向心力」0.0247、「班長之溝通協調能力」0.0187、「加強班員自主化管理」0.0179、「定期召開班會並詳實紀錄」0.0172、「權利義務合理分配」0.0151、「班員嚴格遵守班組織公約及賞罰分明」0.0128。

5.班組織架構及財務管理

在班組織架構級財務管理構面包含6個評估項目，以權重排序依序為「具有專業優良的輔導單位」0.0278、「培育青年農民加入班組織」0.0271、「確立產銷班的組織架構」0.0143、「接受班員認同的班組織公約」0.0143、「會計制度健全及財務公開」0.0141、「加強班務監察考核」0.0130。

6.班場所設備及環境建構

在班場所設備及環境建構構面包含6個評估項目，以權重排序依序為「班上設備完善且充分利用」0.0246、「有班場所並充分利用」0.0204、「建立自動化之集貨場」0.0186、「環境維護良好」0.0131、「班資料完整並妥當保存」0.069、「班組織公約詳實完整並張貼於明顯處」0.064。

7.降低生產成本

在降低生產成本構面包含4個評估項目，以權重排序依序為「人力共同運用」0.0394、「資材共同採購」0.0324、「加強公共關係合法取得外來資源與補助」0.0189、「生產資材節約使用」0.0108。

8.提高經營績效

在提高經營績效構面包含5個評估項目，以權重排序依序為「跨班組織之策略聯盟」0.0442、「生產市場導向之產品」0.0398、「建立產品特色賣點」0.0391、「專業化經營」0.0275、「產期調節」0.0243。

9.評估項目總權重

在評估項目總權重分析方面，權重排序前10名之評估項目依序為「產品分級包裝」0.0447、「跨班組織之策略聯盟」0.0442、「產量之調節」0.407、「生產市場導向之產品」0.0398、「人力共同運用」0.0394、「建立產品特色賣點」0.0931、「班員間共享技術及共同解決問題」0.0364、「資材共同採購」0.0324、「定期辦理講習座談及觀摩」0.0311、「優良品種之選擇」0.0299，權重排序前10名中各有5項分別屬共同作業規劃構面與提升經營績效構面，顯示共同作業與提升績效是產銷班經營的重要關鍵能力。

表三、評估構面與項目權重排序

Table 3. Assessment dimensions and sort of item weight

Main Facet	First level Facet		Second level Facet		Assessment Factors								
	Assessment	Weight	Assessment	Weight	Key Success Factors	Weight	Rank						
Key Success Factors of Taiwan Guava Agricultural Production and Marketing Group	Collaboration planning	0.417	Marketing management	0.118	Develop a marketing plan for common marketing and distribution	0.0130	38						
					Establishment of common guava quality standard classification	0.0176	30						
					Establishment of a brand and the maintenance of a good image	0.0198	23						
					Establishment of new channel and network	0.0125	41						
					Cooperation with the assistance unit (Farmers' Organization or cooperatives)'s marketing management assistance	0.0210	20						
					Organization of marketing and promotional activities	0.0152	32						
					Active participation in various quality contests	0.0191	24						
	Common business mode	0.417	0.183	Common business mode	0.183	Clear production plan and common orchard management	0.0199	22					
						Application of GAP (Good Agricultural Practice), traceability and safety certificates	0.0268	15					
						Strengthen production and post-harvest treatment technology	0.0215	19					
						Selection of excellent varieties	0.0299	10					
						Production regulation	0.0407	3					
						Product classification packaging	0.0447	1					
						New knowledge acquisition	0.417	0.115	New knowledge acquisition	0.115	Regular lectures, seminars, and observation-tours	0.0311	9
											Management and technology to increase guava plantation (active participation in seminars)	0.0292	11
Shared technology and common problem-solutions among the group members	0.0364	7											
					Collection and utilization of production-management, policy and regulation information	0.0182	28						

Organization operation	0.307	Organizational unity of group	0.106	The communication and negotiation abilities of the leader	0.0187	26
				Members' compliance with the group pact and clear rewards and punishments	0.0128	40
				Reasonable allocation of rights and obligations	0.0151	33
				Group members' unity	0.0247	16
				Periodical convention of group meetings and detailed records	0.0172	31
				Strengthen the self-management of personal	0.0179	29
	0.307	Group's organizational structure and financial management	0.111	Establishment of group organizational structure	0.0143	35
				Accept the group pact approve by the members	0.0143	34
				Integral accounting system and transparent finance	0.0141	36
				Strengthen the supervision and auditing of group affairs	0.0130	39
				Assistance units with outstanding professionalism	0.0278	12
				Encourage young farmers to join group	0.0271	14
	0.307	Group's facilities and environment settings	0.090	Complete and detailed group pact displayed in a noticeable area	0.0064	44
				Proper custody of the complete group information	0.0069	43
				Establishment of automatic shipping point	0.0186	27
				Good use of the group location	0.0204	21
				Full utilization of the good group equipment	0.0246	17
				Environment well maintained	0.0131	37
Increase business income	0.276	Reduce manufacturing cost	0.102	Proper use of production materials without wasting	0.0108	42
				Strengthen public relationship to legally obtain external resources and subsidies	0.0189	25
				Common procurement of materials	0.0324	8
	0.276	Improve business performance	0.175	Common usage of manpower	0.0394	5
				Professional operations	0.0275	13
				Regulation of production period	0.0243	18
				Production of market-oriented products	0.0398	4
				Establishment of product features	0.0391	6
				Strategical alliance of cross-groups	0.0442	2

討 論

由權重評估結果可知番石榴產銷班經營成功關鍵因素在第一層級為「共同作業規劃構面」最重要，其次為「組織運作構面」與「提升經營收益構面」，建議第一層級架構應先強化共同作業操作，包含果實共選共計、共同運銷、共享生產技術等共同作業規劃，然後改善產銷班軟硬體如班集貨場、班員溝通互助、班基金使用等使班組織運作順暢，最後是加強策略合作、生產符合市場需求的產品、建立產品特色等提升經營收益。

在第二層級分析方面，權重最高為「共同經營模式構面」，其次為「提高經營績效」、「行銷管理」、「新知識取得」、「班組織架構及財務管理」、「團結的班組織」、「降低生產成本」、「班場所設備及環境建構」，第二層級共有8個構面，其中屬第一層級共同作業規劃下之第二層級構面權重排序就占前1、3、4名，顯示「共同作業規劃」是產銷班經營最重要之因素，而「班場所設備及環境建構」權重最低，其中又以與班共同生產分級包裝等作業相關因素權重較高，如「建立自動化之集貨場」(排序27)、「有班場所並充分利用」(排序21)、「班上設備完善且充分運用」(排序17)之權重排名高於「班組織公約詳實完整並張貼於明顯處」(排序44)、「班資料完整並妥當保存」(排序43)等，顯示共同作業操作的重要性，然而為建立市場區隔與因應外銷，有許多集貨場或合作社積極導入相關驗證如Global Gap、HACCP等，除生產過程也相當注重集貨包裝環境安全衛生與流程配置，建議未來在輔導產銷班時除優先輔導共同作業規劃外，也需針對班場所如標示、環境衛生等進行輔導，以提高班競爭力。

在第三層級關鍵細項能力評估方面，權重排序前十名中各有5項分別屬共同作業規劃構面與提升經營績效構面，呼應第一層級與第二層級架構的結果，顯示在不同層級的能力權重評估方面，仍以班共同作業規劃與提升經營績效之因素為相對重要，建議班可優先進行改善這兩個層面的能力。細項能力改進建議方面，排序1「產品分級包裝」：產銷班應訂定產品分級標準，所有成員嚴格進行番石榴共同選別與包裝，避免分級不實與詐底情況發生而降低市場對班產品之信任度；排序2「跨班組織之策略聯盟」：建議可與其他班策略結盟，例如共同使用集貨場或分級機、共選共計降低作業成本，或創立共同經營品牌；排序3「產量之調節」：適度利用強剪、弱剪、分區修剪、不同品種來分散全年度個人或班的供貨量，降低市場供貨風險；排序4「生產市場導向之產品」：生產符合市場需求規格產品，如生產不同通路端需求的果實大小，淘汰8兩以下小果，避免拉低市場價格，或導入安全認證，創造產品差異性；排序5「人力共同運用」：因應整體農業生產環境缺工問題，建議班員可互相協助農業操作如修剪、套袋、採收等，或輪流分時段聘請同一批短工，避免農忙時臨時招募不到工人，另加強導入各項農業機械，如施肥機、電動修剪鉞、除草機、選別機等，降低勞力使用；排序6「建立產品特色賣點」：建立班產品特色，如導入產銷履歷或有機驗證、地區品牌等，提高市場知名度與價值；排序7「班員間共享技術及共同解決問題」：班員生產技術共享，共同生產高品質果實，有助於共選、共計與共同品牌建立，並提高整體班員的獲利；排序8「資材共同採購」：建立班資材共同採購機制，除可降低生產成本外，並可將採購差額存入班基金進行標竿學習、班務發展、改善軟硬體等使用；排序9「定期辦理講習座談及觀摩」：進行新知

識學習，積極參與講習與觀摩，學習新知與銷售市場消息，以提高生產管理技術並增加收益；排序10「優良品種之選擇」：與農業試驗改良場所緊密連繫，定期更換與選用符合市場導向、高產、環境適應強等品種，藉此提高品質、產量與收入。

探討本研究與其他產銷班關鍵成功因素之比較，本研究因素權重排序前10名項目對照高屏地區蓮霧產銷班關鍵成功因素權重前10名，其中採購制度化、建立學習型產銷班、班員共享技術研發成果及共同解決等4項；與本研究相呼應⁽²⁾，與高屏地區花卉產銷班關鍵成功因素權重前10名呼應則有產品分級包裝、品牌知名度(呼應建立班產品特色)、班員間共享技術成果及共同解決問題、品種之選擇與產期調節、生產及採收處理技術、行銷策略與管理等6項⁽⁷⁾；與臺灣木瓜產銷班關鍵成功因素權重前10名呼應為資材共同採購、共同建立木瓜品質分級標準、班員間共享技術及共同解決問題、建立品牌並維持良好形象等4項⁽¹²⁾，與臺灣石斑魚產銷班關鍵成功因素權重前10名呼應有建立自有品牌維持良好形象、班員共享技術及共同解決問題、成立跨班組織的策略聯盟、定期辦理講習與觀摩活動、產期產量調節等5項⁽³⁾，顯示不同產業產銷班關鍵因素權重排名雖不同，但仍以共同作業如共同分級包裝與技術共享等、提高經營績效如共同採購、品牌經營與跨班組織結盟項目為主，顯示共同作業與績效提升是產銷班經營關鍵成功的重要因素，也是組織產銷班運作的基本精神，建議班應注重這兩層面能力的改善。

檢視每2年舉行的全國十大產銷班選拔辦法，評比產銷班的經營管理績效包括「基本組織運作」：內含班公約制定、班場所及布置、班會及紀錄、班會的出席率、組織學習、資訊的提供與交流；「組織功能的運作與績效」：包含產銷設備共同利用、產銷資材共同採購、產品共同分級選別、產品共同銷售、經費籌措與運用、以班名義參與活動；「經營管理」：包含營運規劃、現場管理技巧的應用、財務管理、管理資訊化、品質認證、特殊績效；「政策配合度」：包含政策配合度、參與相關產品展示展售會的配合度、與輔導單位的配合度等，對應本研究因素權重排序前10名項目，建議未來評選或檢視番石榴產銷班經營績效時，與「產品分級包裝」、「跨班組織之策略聯盟」、「產量之調節」、「生產市場導向之產品」、「人力共同運用」、「建立產品特色賣點」、「班員間共享技術及共同解決問題」、「資材共同採購」、「定期辦理講習座談及觀摩」、「優良品種之選擇」等有關內容可提高計分，藉此可突顯番石榴產銷班關鍵經營績效，並可讓其他番石榴產銷班學習經營重點。

產銷班是農業生產的最小組織單位，良好的組織運作可降低成本與提高產量及產值，筆者過去調查中部地區番石榴產銷現況，其中產銷班人力老化、組織運作差、缺乏共選共計是中部地區番石榴產銷班的主要問題⁽³⁾，應重新輔導建立產銷班運作機制，著重於產銷班共同作業規劃如訂定分級制度、共選共計等，提高班經營績效，以吸引更多青農投入番石榴產業，另建議產銷班輔導單位如各地農會、合作社、公所等，可參考燕巢地區番石榴產銷班運作管理機制⁽⁴⁾，以農會多功能集貨中心為運銷平臺，整合地區產銷班，「加強內外資源整合」如整合外部政府與輔導單位補助投入軟硬體資源、共同採購節省成本之內部資源整合等，「產銷經營管理技術整合」如市場產銷資訊提供、班員技術交流、導入機械共同分級等提高班經

營績效，「人力資源整合」如成立產銷推行委員會促使不同班共同討論問題共同成長、規劃不同需求教育訓練提高人員素質與班際合作擴大經營規模等，「行銷通路整合」如建置區域共同品牌擴大規模、不同通路配送規畫等分散風險與擴展通路作法，藉此改善中部地區番石榴產銷班集貨制度、班組織運作、品牌經營、通路拓展、農民收益等，並可參考本研究分析之項目權重排序優先進行改善，以提昇番石榴產銷班的經營管理績效，以提升與累積臺灣番石榴外銷能量。

參考文獻

1. 丁順益 2013 蔬果產銷運作模式關鍵成功因素之研究－以雲林縣東勢鄉葫蘿蔔產業為研究案例 環球科技大學中小企業經營策略管理研究所碩士論文。
2. 李瑩珊 2004 高屏地區蓮霧產銷班關鍵成功因素之探討－AHP方法之應用 國立屏東科技大學農企業管理系碩士論文。
3. 林奇恩 2014 臺灣石斑魚產銷班關鍵成功因素之研究 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系碩士論文。
4. 林勇信、陳俞良 2016 燕巢農會多功能集貨中心~資源整合再出發~產業加值績效佳 高雄區農業改良場農業專訊 97: 8-11。
5. 林慧琳、李宜穎 2015 番石榴外銷核心技術及加值策略 農業生技產業季刊 41: 59-63。
6. 吳建銘、楊宏瑛 2017 中部地區番石榴產銷問題與改善策略之研究 農業推廣文彙 62: 73-82。
7. 葉春梅 2004 花卉產銷班經營關鍵成功因素之研究－高屏地區花卉產銷班為例 國立屏東科技大學農企業管理研究所碩士論文。
8. 陳勵勤 2007 價值觀念下提昇產銷班競爭優勢之研究 國立屏東科技大學農企業管理研究所碩士論文。
9. 張明朗 2011 番石榴產業發展現況 臺中區農業改良場特刊 108: 1-9。
10. 蔡翼擎、李正慧 2010 臺灣蓮霧產業行銷創新之模式 管理實務與理論研究第四卷 (4): 34-49。
11. 鄧振源 2005 計畫評估－方法與應用 臺北：海洋大學運籌規劃與管理研究中心。
12. 鄧振源、曾國雄 1989 層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上) 中國統計學報 27(6): 5-22。
13. 鄧振源、曾國雄 1989 層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(下) 中國統計學報 27(7): 1-20。
14. 謝佩芳 2013 臺灣木瓜產銷班經營關鍵成功因素之探討 國立中興大學農業企業經營管理研究所碩士論文。
15. Aaker, D. A. 1984. Strategic Market Management. Humanities. New York: John Wiley and Sons Inc.
16. Porter, M. E. 1980. Competitive Strategy New York: The Free Press.
17. Saaty, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw Hill.

18. Saaty, T. L. 1990. An exposition of the AHP in reply to the paper “remarks on the analytic hierarchy process”. *Management science* 36(3): 259-268.
19. Thompson, A. A. and A. J. Strickland. 1998. *Strategic Management Concept* New York : McGraw Hill.
20. Tsai, H. Y., Huang, B. H. and Wang, A. S. 2008. Combining AHP and GRA Model for Evaluation Property-Liability Insurance Companies to Rank”, *Journal of Grey System* (20): 65-78.

Using AHP to Explore the Key Success Factor of Taiwan Guava Production and Marketing Group¹

Chien-Min Wu², Yung-Hsin Lin³ and Lin-Chin Chen⁴

ABSTRACT

Guava is an important tropical fruit industry in Taiwan. The production and marketing group is the smallest unit of farmer's organization. This study adopted the analytic hierarchy process to improve management competence of guava production and marketing group in Taiwan. The order of the first level facet, the "collaboration planning" is considered as the most important, followed by organization operation and increase business income. Common business mode is the most important in second level facet, followed by improve business performance, marketing management, new knowledge acquisition, group's organizational structure and financial management, organizational unity of group, reduce manufacturing cost, group's facilities and environment settings. The top ten list of the assessment factors consists of product classification packaging, strategical alliance of cross-groups, production regulation, production of market-oriented products, common usage of manpower, establishment of product features, shared technology and common problem-solutions among the group members, common procurement of materials, regular lectures, selection of excellent varieties seminars, and observation-tours. All these factors are necessarily improved first, and then enhance the agricultural management competence of guava production and marketing group.

Key words: Guava, production and marketing group, key success factor, analytic hierarchy process

¹ Contribution No. 0940 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

³ Associate Researcher of Kaohsiung DARES, COA,

⁴ Assistant Researcher of Tainan DARES, COA.

以分子標誌篩選抗黃化捲葉病之番茄種原¹

吳靜霞²、賴佳甫³、林煜恒²

摘 要

番茄栽培期間常因番茄黃化捲葉病而影響果實產量與品質，現行的防治措施無法有效控制病害發生，因此，培育抗病品種為最經濟的防治策略之一。本研究利用已發表的抗病性基因相關之分子標誌，分析雜交組合、自交系與回交組合等單株之抗性基因型。結果顯示分子標誌所增幅之產物，其核苷酸序列可比對至番茄基因組，並與已知的抗性基因序列一致。為了堆疊不同抗性基因或導入抗性基因，進行不同雜交組合，其中3個雜交組合之後裔可成功堆疊Ty-1/Ty-3與Ty-2，1個雜交組合之後裔導入Ty-1/Ty-3，3個F₂分離族群堆疊了異質結合的抗性基因型。為篩選優良自交系，進行抗性基因鑑定與園藝性狀調查，選拔出3個帶有同質結合Ty-1/Ty-3之優良純系，可作為後續抗病育種之親本。回交族群之前景選拔，共有6個單株堆疊2個抗性基因，將持續於回交世代選拔同質結合之抗性基因型。

關鍵詞：番茄、番茄黃化捲葉病、分子輔助育種

前 言

番茄(*Solanum lycopersicum*)為茄科茄屬之果菜類，原產於南美洲。依據聯合國糧農組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)統計，2016年番茄全球收穫面積約478萬公頃，占蔬菜總面積23.2%，為重要的經濟蔬菜，全球前三大生產國家為中國、美國與印度⁽⁹⁾。臺灣近5年收穫面積平均約5,198 ha，產量平均約13萬公噸，產值約41.5億元⁽¹⁾。由於雜交一代(F₁)品種具有雜種優勢，種子價格高昂，預估全球番茄種子產業在2022年會達到10.4億美金，最大種子生產國為美國，其次為印度⁽²³⁾。

番茄栽培過程中易發生許多病害，近年來又以番茄黃化捲葉病毒(*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV)所引發之番茄黃化捲葉病(*Tomato yellow leaf curl disease*, TYLCD)最為嚴重。TYLCD最早於1930年末在以色列被發現，隨著世界貿易擴展及世界番茄栽培面積增加，此病害已快速擴散至許多熱帶及亞熱帶國家⁽⁷⁾。臺灣在2005年首次報導番茄為泰國生理小種(*Tomato yellow leaf curl Thailand virus*, TYLCTHV)所感染，並迅速擴散⁽¹⁹⁾。TYLCV為雙生病毒科*Begomovirus*屬，此病毒包括許多不同的生理小種，透過銀葉粉蝨間接傳播病毒，其感染

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0938 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場約僱技術員。

植物後，會經由韌皮部運移至細胞分裂作用旺盛之莖頂分生組織進行病毒複製，使莖頂附近葉片最先出現病徵，初期在生長點附近的葉片發生輕微黃化與捲曲；感染中期，葉片出現嚴重黃化、變形及縮小的現象；感染後期，有節間縮短、植株矮化的情形，最終導致果實品質與產量下降。由於病媒難以用藥劑防治，嚴重時會造成番茄約80%減產，且無法生產具商品價值之果實，造成農民的經濟損失⁽⁷⁾。目前對於TYCLD的防治措施為利用物理、化學及生物性綜合等方式，但效果不彰，而培育抗病品種為最經濟的防治策略之一⁽¹⁸⁾。

目前從野生種番茄中發現的抗黃化捲葉病基因包括*Ty-1*、*Ty-2*、*Ty-3*、*Ty-3a*、*Ty-4*、*ty-5*與*Ty-6*，其中*Ty-1*至*ty-5*已開發與其連鎖的分子標誌^(4,5)，並利用種間雜交方式，將抗性基因(*Ty-1*至*ty-5*)導入栽培品種。最早係自野生種*S. chilense*之抗病材料LA1969發現抗性基因*Ty-1*，位於第6號染色體，定位介於HBa0161K22與WU_M31分子標誌間，為一段預測有5個基因的70 kb區域內，其中3個基因編碼為RNA-dependent RNA polymerase (RDR)，推測其中RDR 蛋白質可能與產生siRNA之抗病機制有關，使病毒的DNA甲基化，抑制雙生病毒的轉錄作用，進而默化基因表現⁽²⁴⁾；另從一系列*S. chilense*之抗病材料比對，此段抗性基因的區域內有12 bp (4個胺基酸)插入，並找到5個專一性的SNP⁽⁴⁾。*Ty-2*為單一顯性基因，從*L. hirsutum* f. *glabratum*之抗病材料H24發現，位於第11號染色體，介於RFLP分子標誌TG36與TG393之間，相距約14.6 cM⁽¹¹⁾；另有學者從野生種*S. habrochaites*在C2_At1g07960 (82.5 cM)和cLEN-11-F24 (87 cM)分子標誌之間定位*Ty-2*⁽¹⁷⁾；接著進一步縮小至300 kb區域內，在UP8與M1分子標誌之間，經序列比對後，此區域內有5個基因⁽²⁶⁾，其中2個基因編碼為nucleotide-binding domain and leucine-rich repeat (NB-LRR)蛋白質，即*TYNBS1*與*TYNBS2*，前者與*Ty-2*為同源基因，與抗病性有關⁽²⁵⁾。從*S. chilense*的抗病材料LA2779或LA1932定位3段區域，包括*Ty-1*與*Ty-3*基因座，其中*Ty-3*介於cLEG-31-P16 (20 cM)與C2_At5g41480 (26 cM)分子標誌之間，第3個則與有限生長和葉形的基因座相關⁽¹⁵⁾；而與*Ty-1*和*Ty-2*相比，*Ty-3*為非完全顯性的抗性基因，屬於加成效果(additive effect)⁽⁴⁾，且可抗番茄斑駁病毒(*Tomato mottle virus*, ToMoV)，而*Ty-3*與*Ty-1*皆位於第6號染色體的長臂相近位置，顯示兩者可能為等位基因^(4,24)；另外有學者從LA1932的種間材料中無法定位到*Ty-3*，因此在*Ty-3/ty-3*序列之間的indel區域重新設計引子定位出*Ty-3a*^(4,15)。*Ty-4*來自野生種*S. chilense*之抗病材料LA1932，位於第3號染色體，並定位在C2_At4g17300 and C2_At5g60160分子標誌之間，相距2.3 cM，*Ty-4*屬於微效的抗性基因⁽¹⁶⁾。*ty-5*基因為一隱性基因，位於第4號染色體，係從3個野生種*S. peruvianum*與1個野生種*S. arcanum*雜交後選育的品系TY172中發現，緊鄰SINAC1分子標誌^(3,14)；利用轉錄體分析，*ty-5*抗病性與28個基因表現有關，包括植物荷爾蒙訊息傳導、碳代謝、光合作用碳固定和Glutathione代謝之機制有關⁽⁶⁾。*Ty-6*源自*S. chilense*抗病材料LA2779與LA1938，定位在第10號染色體，可同時抗ToMoV與TYLCV，尚未開發出有效的分子標誌⁽²⁰⁾；另有學者在該區域定位出1個QTL，該區域可編碼eukaryotic translation initiation factor 4E (eIF4E)蛋白質，與隱性抗病毒(potyvirus)基因有關⁽¹⁸⁾。

由於從單一抗病材料可定位出不同的抗性基因，如在LA2779中發現Ty-3與Ty-6，因此學者認為在同一品系堆疊不同的抗性基因，可提升植株的抗病能力。透過已知的基因序列，據以設計分子標誌，包括CAPS、SSR、SCAR、HRM等各種分子標誌已廣泛應用於輔助育種(marker-assisted selection, MAS)，如M2、P1-16、P6-25、C2_At4g17300與SINAC1可分別用來篩選Ty-1、Ty-2、Ty-3、Ty-4與ty-5^(5,10,14,15,16,26)。此外，透過MAS能系統性的導入多個抗性基因，而堆疊來自不同種原的抗性基因，更能擴大植株的抗(耐)逆境能力，如堆疊Ty-3和Ty-4同質結合基因型的植株比帶有Ty-1/ty-1異質結合基因型與單獨帶有Ty-3者之抗病性高⁽¹⁶⁾，並能增加對ToMoV的抗性⁽⁴⁾；堆疊Ty-1/Ty-3和Ty-2^(8,22)或堆疊Ty-2、Ty-3和ty-5時，其抗病性較僅有單一抗性基因的植株佳⁽²¹⁾；Ty-6堆疊Ty-3或ty-5均可提升植株的抗病性⁽²⁰⁾；Hanson等人利用分子標誌輔助育種(MAS)成功地將6個抗性基因(黃化捲葉病、晚疫病、青枯病、萎凋病、灰斑病及菸草鑲嵌病毒)堆疊至番茄品系，僅花費6年時間獲得5個抗病自交系⁽¹²⁾。

傳統育種過程依據外表型進行篩選，此方法需要較多人力及較大栽培空間，成本花費極高；抗病育種更須透過接種試驗確認，易受環境、季節與氣候影響以及增加試驗區污染的風險，而造成鑑定結果之準確性不足等缺點。生物技術快速的發展，促使分子技術逐漸成熟及穩定，建立了許多作物的分子標誌，可應用於品種鑑定、性狀遺傳分析、分子標誌輔助育種等。分子標誌不僅分析快速且穩定，又具提供早期檢測等優勢，故發展分子輔助育種技術極為重要⁽¹²⁾。

本研究應用MAS技術於各雜交組合，以篩選具有抗性基因之後裔單株，同時鑑定各自交系是否帶有抗性基因，以作為育種親本；另一方面，在回交抗病育種中，利用與抗性基因座連鎖的分子標誌於苗期進行前景選拔。

材料與方法

一、植物材料

參試材料包括國內外種苗商販售之番茄品種，包括Moralburg 481、Moralburg 9102、Sinon T-40、Sinon T-82、Bucolic 25、Bucolic 922、Tezier 804、TSS ASVEG No.22、Akash Ganga、TMB147、TMB688、SV4224TH、NS524、US440、Sylviana等；另外從亞蔬-世界蔬菜中心取得CLN3552B、CLN3212C、CLN3126A-7、CLN3070J、CLN3853C、CLN3900C-23、F9-159等品系(表一)，部分品種/系經過雜交或多世代自交選拔作為親本，每個雜交組合重複3~5株，栽植於溫室內。

部分試驗材料已由前人進行接種試驗，使用之病毒為番茄黃化捲葉泰國病毒種(*Tomato yellow leaf curl Thailand virus*, TYLCTHV)，接種後7、14、21及28天調查病徵，計算植株發病率與罹病等級(Disease severity index, DSI)，共分為6級，1為健康的植株；2為生長點輕微黃化；3為小葉出現黃化葉緣輕微捲曲；4為葉片大範圍黃化捲曲、小葉縮小；5為節間縮短、植株萎縮；6為停止生長⁽²⁾；植株未發病者表示抗病(R)；植株出現病徵而罹病等級小於等於3者，表示耐病(T)；植株出現病徵而罹病等級大於3者，表示感病(S)。

表一、番茄品種/系之抗性基因型

Table 1. *Ty* resistance genes in tomato entries

Entry	Genetic Status	<i>Ty</i> gene	Field Identification ¹	Resource
SV4224TH	F ₁ Hybrid	<i>Ty-1/Ty-3</i>	R	Seminis Co.
Sylviana	F ₁ Hybrid	<i>Ty-1/Ty-3</i>	R	Enza zaden Co.
TMB147	F ₁ Hybrid	<i>Ty-1/Ty-3</i>	R	Syngenta Co.
TMB688	F ₁ Hybrid	<i>Ty-1/Ty-3</i>	R	Syngenta Co.
US440	F ₁ Hybrid	<i>Ty-2</i>	T	US Agriseeds Co.
Akash Ganga	F ₁ Hybrid	<i>Ty-2, ty-5</i>	T	Camson seeds Co.
Bucolic 25	F ₁ Hybrid	<i>Ty-2, ty-5</i>	T	Bucolic Seeds Co.
Bucolic 922	F ₁ Hybrid	<i>Ty-1/Ty-3, Ty-2, ty-5</i>	T	Bucolic Seeds Co.
Bucolic 9748	F ₁ Hybrid	<i>Ty-1/Ty-3</i>	T	Bucolic Seeds Co.
TSS ASVEG No. 22	F ₁ Hybrid	<i>Ty-2</i>	T	TSIPS, COA
NS524	OP	-	R	Namdhari Seed Co.
Ricca	F ₁ Hybrid	-	NT	India
CLN3552B	Inbred Line	<i>Ty-3</i>	NT	AVRDC
CLN3212C	Inbred Line	<i>ty-5</i>	NT	AVRDC
CLN3126A-7	Inbred Line	<i>Ty-2, Ty-3, Ty-3a</i>	NT	AVRDC
CLN3070J	Inbred Line	<i>Ty-2, Ty-3</i>	NT	AVRDC
F9-159	Inbred Line	<i>ty-5</i>	NT	AVRDC
CLN3853C	Inbred Line	<i>Ty-1/Ty-3, ty-5</i>	NT	AVRDC
CLN3900C-23	Inbred Line	<i>Ty-1/Ty-3, Ty-2</i>	NT	AVRDC
Tezier 804	F ₁ Hybrid	<i>Ty-1/Ty-3</i>	NT	Tezier Co.
Moralburg 481	F ₁ Hybrid	NT	NT	Moralburg Co.
Moralburg 9102	F ₁ Hybrid	NT	NT	Moralburg Co.
T-40	F ₁ Hybrid	NT	NT	Sinon Co.
T-82	F ₁ Hybrid	NT	NT	Sinon Co.

¹R: resistance (Incidence=0%, DSI = 1), T: tolerance (Incidence≠0%, DSI≤ 3), -: without *Ty* gene, NT: not tested.

二、核酸萃取技術

番茄葉片DNA萃取係採用自動化核酸萃取儀(Smart LabAssist-32, 臺灣圓點奈米技術股份有限公司, 臺灣)。取番茄三葉齡葉圓片3 cm, 置於2 mL厚壁試管中, 加入800 μL Lysis buffer, 加入鋼珠震盪1 min, 將葉片磨成粉末後, 混合均勻, 再靜置於室溫5 min。以8,000 g離心5 min, 將上清液注入已預先分注試劑之96孔盤, 放入自動化核酸萃取儀, 依操作手冊選擇(BIO-W4-AUTO)程式, 約40 min完成DNA萃取, 以分光光度計(NanoDrop One, Thermo Fisher Scientific Inc., USA)測定DNA濃度, 儲存於-20°C中備用。

三、聚合酶連鎖反應(polymerase chain reaction, PCR)

抗黃化捲葉病基因之引子序列及判斷抗性基因的片段大小如表二所示。每個樣品總體積為25 μl, 內含DNA模版、5X Taq Master Mix (Fast-Run Taq Master Mix Kit, 波仕特公司)、10

μM引子組及無菌蒸餾水。樣品混合後於GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystem, USA) 進行，先以94°C反應10 min，接著依序以94°C反應1 min、55~60°C反應1 min (依不同引子調整溫度)及72°C反應1 min，上述三步驟共重覆30~35個循環，最後以72°C反應10 min。經聚合酶連鎖反應所增幅之產物，加入6x loading dye，以2~3.5 %的SFR agarose在TBE buffer中，於100 V電壓進行電泳分離約60 min，並以UV光檢視、照相及貯存影像於電泳影像分析系統(IS 2000 Digital Imaging System, Alpha Innotech Corporation)；為提升分析靈敏度，並利用毛細管電泳儀(Qsep₁₀₀TM BiOptic Inc.，基智生物科技股份有限公司，臺灣)自動化分析產物片段。

表二、檢測抗番茄黃化捲葉病基因之分子標誌

Table 2. Molecular markers used for the detection of tomato yellow leaf curl resistance loci

Gene	Marker	Sequence	Type ¹	Reference
<i>Ty-1/ Ty-3</i>	M2-F	5'-GATCCGTTGATTGAAGAAAT-3'	SCAR	5
	M2-R	5'-AGGAAGAGGAGAGACAATCC-3'		
<i>Ty-2</i>	P1-16-F	5'-CACACATATCCTCTATCCTATTAGCTG-3'	SCAR	26
	P1-16-R	5'-CGGAGCTGAATTGTATAAACACG-3'		
<i>Ty-3/ Ty-3a</i>	P6-25-F	5'-GGTAGTGGAAATGATGCTGCTC-3'	SCAR	15
	P6-25-R	5'-GCTCTGCCTATTGTCCCATATATAACC-3'		
<i>ty-5</i>	TM273-F	5'-GGTGCTCATGGATAGCTTAC-3'	SSR	5
	TM273-R	5'-CTATATAGGCGATAGCACCAC-3'		

¹SCAR: sequence characterized amplified regions; SSR: simple sequence repeat.

結果與討論

一、抗性基因座之分子標誌序列分析

為了確認前人設計之分子標誌的可靠性，首先分析已知的抗性與感性材料之抗性基因型，其所增幅PCR產物之核苷酸序列與NCBI資料庫比對(表三)。序列特徵化增幅區域(sequence characterized amplified region, SCAR)分子標誌M2可鑑定*Ty-1/Ty-3*抗性基因，在抗性材料TMB147中可增幅264 bp片段，在感性材料Bucolic 25中可增幅252 bp片段，前者的產物序列比對結果顯示，產物位於第6號染色體，34.3 Mb (SL2.5)，基因序列註解為*Solyc06g051190.2.1*，編碼為RNA-dependent RNA polymerase (RDR)，與前人研究結果^(4,24)符合。SCAR分子標誌P1-16可鑑定*Ty-2*抗性基因，在抗性材料TSS ASVEG No. 22中可增幅300 bp片段，在感性材料中可增幅600 bp片段，前者的產物序列比對結果顯示，位於第11號染色體，54.3 Mb (SL2.5)，該區域包含編碼為CC-NBS-LRR (*Solyc11g069660.1*)及R3a-like (*Solyc11g069670.1*)之抗病蛋白質，與前人研究結果⁽²⁶⁾相符。SCAR分子標誌P6-25可鑑定抗性基因*Ty-3*、*Ty-3a*與感病基因*ty-3*，分別增幅出450 bp、630 bp與320 bp片段，序列比對結果顯示為*Ty-3a*序列，E-value為1e-95，相似度為85%。簡單重複序列(simple sequence repeat, SSR)分子標誌TM273可鑑定*ty-5*抗性基因，在抗性材料CLN3212C與F9-159中可增幅179 bp片段，在感性材料CLN3126A-7與

CLN3900C-23中可增幅173 bp片段，序列比對結果顯示，位於第4號染色體，31.9 Mb (SL2.5)，進一步分析在抗、感性材料的重複序列，前者為(TGA)₁₁，後者為(TGA)₉(圖一)。

表三、番茄材料經分子標誌所增幅產物與番茄基因組序列比對

Table 3. Sequence identity between amplified products of molecular markers in tomato accessions and corresponding sequences of *S. lycopersicum* and *S. pennellii* genomes

Marker	Chromosome	Gene	Accession	Definition	Sequence Identity (%)
M2	06	<i>Ty-1/ Ty-3</i>	CP023762	<i>Solanum lycopersicum</i> cultivar I-3 chromosome 6	100
			XM_010323869	PREDICTED: <i>Solanum lycopersicum</i> probable RNA-dependent RNA polymerase 3 (LOC101263417), transcript variant X2, mRNA	100
			HG975518	<i>Solanum lycopersicum</i> chromosome ch06, complete genome	100
			HG975445	<i>Solanum pennellii</i> chromosome ch06, complete genome	98
P1-16	11	<i>Ty-2</i>	HG975450	<i>Solanum pennellii</i> chromosome ch11, complete genome	97
			CP023767	<i>Solanum lycopersicum</i> cultivar I-3 chromosome 11	95
P6-25	06	<i>Ty-3/ Ty-3a</i>	JQ929641	<i>Solanum lycopersicum</i> sequence linked to <i>Ty3a</i> genomic sequence	85
			HG975445	<i>Solanum pennellii</i> chromosome ch06, complete genome	91
TM273	04	<i>ty-5</i>	CP023760	<i>Solanum lycopersicum</i> cultivar I-3 chromosome 4	100
			HG975516	<i>Solanum lycopersicum</i> chromosome ch04, complete genome	99

```

506-R.  ----GGGGGAATAAC-GTTTGATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGACGACGACGA
512-R.  --GGGGGTGGAATAAGTTTTGATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGACGACGACGA
180-S.  -CCGG----GTTTCTAAAGTTTGATGAT-----GATGATGATGATGATGATGACGACGA
550-S.  GTGGGTTTGTAAATAAGTTTTGATGAT-----GATGATGATGATGATGATGACGACGA
          *  :  :*  *****  *****  *****

506-R.  CGACA-CGAC-ATGATGATGACGATGAAGGTGGTGGTCTAGTGTCTGTACACTAGTGGA
512-R.  CGACGACGACGATGATGATGACGATGAAGGTGGTGGTCTAGTGTCTGTACACTAGTGGA
180-S.  CGACGACGACGATGATGATGACGATGAAGGTGGTGGTCTAGTGTCTGTACACTAGTGGA
550-S.  CGACGACGACGATGATGATGACGATGAAGGTGGTGGTCTAGTGTCTGTACACTAGTGGA
          ****  ****  *****  *****  *****

506-R.  GGTGATGATGGTATGGTGGTCTATCGCCTATATAGA
512-R.  GGTGATGATGGTATGGTGGTCTATCGCCTATATAGA
180-S.  GGTGATGATGGTATGGTGGTCTATCGCCTATATAGA
550-S.  GGTGATGATGGTATGGTGGTCTATCGCCTATATAGA
          *****

```

圖一、番茄材料以 TM273 分子標誌經聚合酶連鎖反應所增幅產物之 *ty-5* 核苷酸序列
抗性材料 506 與 512 分別為 CLN3212C 與 F9-159; 感性材料 180 與 550 分別為 CLN3126A-7
與 CLN3900C-23。

Fig. 1. DNA sequence of *ty-5* determined by sequencing PCR products amplified using TM273 molecular marker in tomato. Resistance lines 506 and 512 were CLN3212C and F9-159, respectively. Susceptible lines 180 and 550 were CLN3126A-7 and CLN3900C-23, respectively.

二、雜交組合後裔之抗性基因型鑑定

在同一單株堆疊不同的基因(gene pyramiding or gene stacking)，不僅可提升性狀的表現，擴大品種的遺傳基礎(genetic basis)，尚能增加植株對病原菌的耐受力^(8,22)；另一方面，可利用雜交方式將抗性等位基因導入不具有等位抗性基因的自交系(表四)，例如編號1號之雜交組合(105-O-9)，係將帶有*Ty-2*之亞蔬22號自交系作為母本，與帶有*Ty-1/Ty-3*抗性等位基因之TMB147自交系進行雜交，共獲得堆疊此2個抗性基因的2個F₁單株；而編號2號之雜交組合(105-O-11)，係將不具有*Ty-1~ty-5*之抗性等位基因但接種具抗性反應之NS524自交系作為母本，與帶有*Ty-1/Ty-3*抗性等位基因之TMB147自交系雜交，共獲得導入抗性基因的2個F₁單株；編號3號之雜交組合(105-R-8)，係將帶有*Ty-2*抗性等位基因之亞蔬22號自交系作為母本，與帶有*Ty-1/Ty-3*抗性等位基因之TMB688自交系進行雜交，獲得4個F₁單株，其中1個單株堆疊此2個抗性同質結合基因型。編號4號之雜交組合(105-R-12)，係將帶有*Ty-1/Ty-3*抗性等位基因之Sylviana自交系，與帶有*Ty-2*抗性等位基因之亞蔬22號自交系進行雜交，獲得1個F₁單株堆疊2個抗性基因座。編號5號之雜交組合(105-Y-3)，係將帶有*Ty-1/Ty-3*抗性等位基因之SV4224TH自交系作為母本，與帶有*Ty-2*與*ty-5*抗性等位基因之Bucolic 25自交系進行雜交，再經自交後，F₂分離族群共有3個單株，其中1個單株堆疊3個抗性基因，惟*ty-5*係隱性基因，故尚須持續自交以選拔同質結合的*ty-5*。總計獲得3個F₁雜交組合有堆疊2個抗性基因(*Ty-1/Ty-3*與*Ty-2*)，1個F₁雜交組合導入*Ty-1/Ty-3*，3個F₂分離族群堆疊異質結合的抗性基因型(*Ty-2*與*ty-5*)。

為了能快速得到較高的雜種優勢，利用三系雜交(three-way cross)累積多個顯性等位基因，如編號8至14號等6個雜交組合，堆疊2個異質結合的抗性基因型(除編號10號堆疊*Ty-1/Ty-3*與*ty-5*，其餘堆疊*Ty-1/Ty-3*與*Ty-2*)，後續須從分離族群選拔同質結合的抗性基因型，並配合園藝性狀調查，以獲得具有較多優良性狀之自交系，評估作為雜交親本。

表四、番茄雜交組合後裔之抗性基因型 *Ty-1/Ty-3*、*Ty-2* 與 *ty-5* 鑑定Table 4. Identification of resistant genes *Ty-1/Ty-3*, *Ty-2* and *ty-5* in progenies of crosses in tomato

ID	Genotype	Generation	Locus ¹		
			<i>Ty-1/Ty-3</i>	<i>Ty-2</i>	<i>ty-5</i>
1	105-O-9 TSS ASVEG No.22 × TMB147	F ₁	H	H	S
2	105-O-11 NS524 × TMB147	F ₁	R	S	S
3	106-R-8 TSS ASVEG No.22 × TMB688	F ₁	R	R	S
4	106-R-12 Sylviana × TSS ASVEG No.22	F ₁	R	H	S
5	105-Y-3 SV4224TH × Bucolic 25	F ₂	R	R	H
6	105-Y-7 US 440 × Bucolic 25	F ₂	S	H	R
7	105-Y-8 US 440 × Bucolic 25	F ₂	S	H	H
8	106-B-141 (TSS ASVEG No.22 × NS524) × Sylviana	Three way hybrid	H	H	S
9	106-B-142 (TSS ASVEG No.22 × Ricca) × TMB688	Three way hybrid	H	H	S
10	106-B-144 Akash Ganga × (TSS ASVEG No.22 × Ricca)	Three way hybrid	H	S	H
11	106-Su-148 (TSS ASVEG No.22 × Ricca) × Sylviana	Three way hybrid	H	H	S
12	106-Su-150 (TSS ASVEG No.22 × Ricca) × T-82	Three way hybrid	H	H	S
13	106-Su-153 Tezier 804 × (TSS ASVEG No.22 × Ricca)	Three way hybrid	H	H	S
14	106-Su-168 (TSS ASVEG No.22 × Ricca) × Tezier 804	Three way hybrid	H	H	S

¹R: homozygous for resistance; H: heterozygous; S: homozygous for susceptibility.

三、抗TYLCV番茄自交系之選拔

近年來，分子標誌在自交系的選拔中發揮重大作用，尤其是針對抗病性狀的輔助選拔，具備速度快且準確性高的特點，但由於病原生理小種多、易變異，故早期育種過程仍須仰賴田間接種試驗之鑑定⁽²⁾。本研究利用經田間發病情形確認為抗性的品種進行自交系選育，並於各世代進行抗性基因型之鑑定(表五)。結果顯示，4個單株帶有同質結合*Ty-1/Ty-3*與*Ty-2*之抗性等位基因(編號10、11與12號)，4個單株帶有同質結合*Ty-1/Ty-3*與*ty-5*之抗性等位基因(編號2、14與15號)；F₂分離族群除編號10、11、12、14號為同質結合之抗性基因型，其餘F₂族

群尚須再自交固定基因；另外編號4、5與7號等3個自交系之抗性基因型(*Ty-1/Ty-3*)為同質結合，且已自交7代，視為純系，並配合植株特性與果實性狀調查，選拔為優良自交系；而編號6、8與9號雖已自交8代，但群內單株之抗性基因型不一致。由於部分參試材料之抗性基因型未知，經本研究初步鑑定Moralburg 481、Sinon T-40與Sinon T-82等品種可能帶有*Ty-1/Ty-3*之抗性等位基因，Moralburg 9102可能帶有*Ty-1/Ty-3*與*ty-5*。另外，CLN3552B與Agash Ganga在F₂分離族群中分別檢測到*Ty-2*與*Ty-1/Ty-3*之抗性等位基因，而US440在F₂分離族群中檢測到*Ty-1/Ty-3*與*ty-5*之抗性等位基因，此三個分離族群皆與表一所列抗病基因不一致，推測可能係採種污染，但由於族群內單株樣本較少，將重新鑑定親本與擴大F₂族群數量，以釐清原因。

表五、番茄自交系之抗性基因型 *Ty-1/Ty-3*、*Ty-2* 與 *ty-5* 鑑定

Table 5. Identification of resistant genes *Ty-1/Ty-3*, *Ty-2* and *ty-5* in inbred lines of tomato

ID	Genotype	Generation	Plant No. (Resistant/total)	Locus ¹		
				<i>Ty-1/Ty-3</i>	<i>Ty-2</i>	<i>ty-5</i>
1	105-Y-17, Bucolic 922	F ₃	2/10	H	S	R
2	105-Y-17, Bucolic 922	F ₃	2/10	R	S	R
3	105-Y-41, Moralburg 481	F ₂	3/3	H	S	S
4	105-W-33, Tezier 804	F ₇	6/6	R	S	S
5	105-W-40, Tezier 804	F ₇	7/7	R	S	S
6	105-W-48, Sinon T-40	F ₈	4/6	R	S	S
7	105-W-50, Sinon T-82	F ₈	5/5	R	S	S
8	105-W-55, Sinon T-82	F ₈	4/5	R	S	S
9	105-W-68, Sinon T-82	F ₈	6/7	R	S	S
10	105-W-71, CLN3552B	F ₂	2/2	R	R	S
11	105-W-74, CLN3126A-7	F ₂	1/1	R	R	S
12	105-W-75, CLN3070J	F ₂	1/1	R	R	S
13	105-W-85, US440	F ₂	1/2	R	H	S
14	105-W-85, US440	F ₂	1/2	R	S	R
15	105-W-86, Akash Ganga	F ₂	1/2	R	H	R
16	105-W-90, Bucolic 922	F ₂	1/6	H	S	H
17	105-W-96, Moralburg 9102	F ₂	2/5	R	S	H

¹R: homozygous for resistance; H: heterozygous; S: homozygous for susceptibility.

四、回交族群之抗性基因型鑑定

由於基因型選拔不受環境因子影響，將分子標誌應用在回交育種過程中，可有效導入1個或2個以上基因至輪迴親⁽¹³⁾，且能利用分子標誌在苗期進行前景選拔，於每一回交世代進行背景選拔，可提升選拔效率，快速回復輪迴親之背景。本研究建立5個BC₁族群(表六)，並利用分子標誌進行前景分析，如編號1、3、4與5號之BC₁，預期能將不同的抗性基因導入輪迴親，編號1號有3個單株堆疊*Ty-1/Ty-3*與*Ty-2*之抗性等位基因，其中2個單株為同質結合

*Ty-1/Ty-3*與*Ty-3a*，1個單株為異質結合*Ty-1/Ty-3*與*Ty-3a*，而*Ty-2*皆為異質結合基因型；編號3號有3個單株帶有異質結合*Ty-1/Ty-3*與*Ty-2*之抗性等位基因；編號4號僅帶有異質結合*Ty-1/Ty-3*與*Ty-3a*，並未成功導入*Ty-2*，推測貢獻親(106-R-12)係根據園藝性狀選拔，而未選拔到堆疊*Ty-1/Ty-3*與*Ty-2*抗性等位基因之植株；編號5號與編號4號之貢獻親相同，因此BC₁族群僅鑑定1個*Ty-2*抗性基因。編號2號之貢獻親(105-O-11)係帶有*Ty-1/Ty-3*之抗性等位基因，因此，進一步分析回交族群後裔，均帶有*Ty-1/Ty-3*與*Ty-3a* (部分植株為抗性異質結合基因型)。綜上，共篩選到6個單株(編號1號與3號各有3株)堆疊2個以上抗性基因(*Ty-1/Ty-3*與*Ty-2*)，將持續於回交世代選拔抗性同質結合基因型，同時，須針對回交親本建立高密度且具多型性之分子標誌，使在較少回交世代中，即可選拔到回復輪迴親背景超過95%的基因型。

表六、番茄回交族群辨識 *Ty-1/Ty-3*、*Ty-2*、*Ty-3* 與 *ty-5* 之前景選拔

Table 6. Identification of resistant genes *Ty-1/Ty-3*, *Ty-2*, *Ty-3*, and *ty-5* by foreground selection in backcross population of tomato

ID	Genotype	Plant No.	Locus ¹			
			<i>Ty-1/Ty-3</i>	<i>Ty-2</i>	<i>Ty-3</i>	<i>ty-5</i>
1	106-Su-4 (105-O-9) × TMB147	3/8	R	S	<i>Ty-3a</i>	S
		2/8	H	S	<i>Ty-3a</i> , H	S
		2/8	R	H	<i>Ty-3a</i>	S
		1/8	H	H	<i>Ty-3a</i> , H	S
2	106-Su-6 (105-O-11) × TMB147	2/8	R	S	<i>Ty-3a</i>	S
		4/8	R	S	<i>Ty-3a</i> , H	S
		2/8	H	S	<i>Ty-3a</i> , H	S
3	106-Su-143、106-Su-144 (106-R-8) × TMB688	3/10	S	S	S	S
		3/10	H	H	<i>Ty-3a</i> , H	S
		2/10	S	H	S	S
		2/10	H	S	<i>Ty-3a</i> , H	S
4	106-Su-151 (106-R-12) × Sylviana	4/5	H	S	<i>Ty-3a</i> , H	S
		1/5	H	S	S	S
5	106-Su-155 (106-R-12) × TSS ASVEG No. 22	2/5	S	R	S	S
		2/5	S	H	S	S
		1/5	S	S	S	S

¹R: homozygous for resistance; H: heterozygous; S: homozygous for susceptibility.

結 語

本研究利用與抗番茄黃葉病基因連鎖的分子標誌分析育種親本之基因型，而為了堆疊不同抗性基因或導入抗性基因，進行不同的雜交組合，並於苗期鑑定植株是否帶有抗性基因；為選拔優良自交系，進行抗性基因鑑定與園藝性狀調查，選出3個帶有同質結合*Ty-1/Ty-3*之優

良純系，可作為後續抗病育種之親本。番茄回交族群之前景選拔，共篩選6個單株堆疊2個抗性基因，將持續於回交世代選拔出同質結合之抗性基因型。

致 謝

本研究由行政院農業委員會科技計畫補助(計畫名稱：全紅番茄分子標誌輔助抗黃化捲葉病毒育種及快速育成自交系之應用，計畫編號：106農科-8.6.5-中-D1)，承蒙本場蔬菜研究室提供育種材料與協助田間栽培，本場生技研究室協助試驗分析，謹致謝忱。

參考文獻

1. 行政院農業委員會統計室 2012-2016 中華民國101年至105年農業統計年報 行政院農業委員會。
2. 林煜恆、張瑞炘 2017 番茄抗黃化捲葉病毒病種原篩選 臺中區農業改良場研究彙報 135: 11-24。
3. Anbinder, I., M. Reuveni, R. Azari, I. Paran, S. Nahon, H. Shlomo, L. Chen, M. Lapidot and I. Levin. 2009. Molecular dissection of Tomato leaf curl virus resistance in tomato line TY172 derived from *Solanum peruvianum*. Theor. Appl. Genet. 119: 519-530.
4. Caro, M., M. G. Verlaan, O. Julián, R. Finkers, A.-M. A. Wolters, S. F. Hutton, J. F. Scott, R. Kormelink, R. G. F. Visser, M. J. Díez, A. Pe'rez-de-Castro and Y. Bai. 2015. Assessing the genetic variation of *Ty-1* and *Ty-3* alleles conferring resistance to tomato yellow leaf curl virus in a broad tomato germplasm. Mol. Breed. 35: 132-144.
5. Chen, H. M., Y. L. Chen, M. Yoshida, P. Hanson and R. Schafleitner. 2015. Multiplex PCR for detection of tomato yellow leaf curl disease and root-knot nematode resistance genes in tomato (*Solanum lycopersicum L.*). Int. J. Plant Breed. Genet. 2:44-56.
6. Chen, Q., X. Xu, J. Jiang and J. Li. 2018. Transcriptome resequencing analysis of the responses of *ty-5*-mediated resistance to TYLCV via in resistant vs. susceptible tomato cultivars. Peer J. preprints, <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.26578v1>.
7. Czosnek, H. and H. Laterrot. 1997. A worldwide survey of tomato yellow leaf curl viruses. Arch. Virol. 142: 1391-1406.
8. Elbaz, M., P. Hanson, S. Fgaier and A. Laarif. 2016. Evaluation of tomato entries with different combinations of resistance genes to tomato yellow leaf curl disease in Tunisia. Plant Breed. 135: 525-530.
9. FAOSTAT. Statistical Database. <http://www.fao.org/faostat/en/>.

10. González-Cabezuelo J. M., J. Capel, J. Abad, D. M. Tomás, R. Fernández-Muñoz, E. Moriones and R. Lozano. 2012. Genotyping selection for resistance against tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) conferred by *Ty-1* and *Ty-3* genes in tomato. *Mol. Breed.* 30: 1131-1142.
11. Hanson, P., D. Bernacchi, S. Green, S. D. Tanksley, M. Venkataramappa, A. S. Padmaja, H. Chen, G. Kuo, D. Fang, J. Chen, V. Muniyappa, H. M. Chen and J. T. Chen. 2000. Mapping a wild tomato introgression associated with tomato yellow leaf curl virus resistance in a cultivated tomato line. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125: 15-20.
12. Hanson, P., S. F. Lu, J. F. Wang, W. Chen, L. Kenyon, C. W. Tan, K. L. Tee, Y. Y. Wang, Y. C. Hsu, R. Schafleitner, D. Ledesma and R. Y. Yang. 2016. Conventional and molecular marker-assisted selection and pyramiding of genes for multiple disease resistance in tomato. *Sci. Hort.* 201: 346-354.
13. Hutton, S. F. and J. W. Scott. 2017. Fla. 7907C: A Fla. 7907 near-isogenic tomato inbred line containing the *Begomovirus* resistance gene, *Ty-1*. *Hortscience* 52: 658-660.
14. Hutton, S. F., J. W. Scott and D. J. Schuster. 2012. Recessive resistance to tomato yellow leaf curl virus from the tomato cultivar Tyking is located in the same region as *Ty-5* on chromosome 4. *Hortscience* 47:324-327.
15. Ji, Y., B. Betteray, J. Smeets, K. S. Jensen, L. Mejia, J. W. Scott, M. J. Havey and D. P. Maxwell. 2007. Co-dominant SCAR Marker, P6-25, for Detection of *Ty-3*, *Ty-3a*, and *Ty3b* introgressions from three *Solanum chilense* accessions at 25 cM of chromosome 6 of *Begomovirus*-resistant tomatoes. <http://www.plantpath.wisc.edu/GeminivirusResistantTomatoes/Markers/MAS-Protocols/P6-25-locus.pdf>.
16. Ji, Y., J. W. Scott and D. J. Schuster. 2009. Molecular mapping of *Ty-4*, a new tomato yellow leaf curl virus resistance locus on chromosome 3 of tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 134: 281-288.
17. Ji, Y., J. W. Scott and D. J. Schuster. 2009. Toward fine mapping of the tomato yellow leaf curl virus resistance gene *Ty-2* on chromosome 11 of tomato. *Hort. Sci.* 44: 614-618.
18. Kadirvel, P., R. de la Pena, R. Schafleitner, S. Huang, S. Geethanjali, L. Kenyon, W. Tsai and P. Hanson. 2013. Mapping of QTLs in tomato line FLA456 associated with resistance to a virus causing tomato yellow leaf curl disease. *Euphytica* 190: 297-308.
19. Kenyon, L., W. S. Tsai, S. L. Shih and L. M. Lee. 2014. Emergence and diversity of begomoviruses infecting solanaceous crops in East and Southeast Asia. *Virus Res.* 186: 104-113.
20. Scott, J. W. and S. F. Hutton. 2015. Fla. 8638B and Fla. 8624 tomato breeding lines with *Begomovirus* resistance genes *ty-5* plus *Ty-6* and *Ty-6*, respectively. *Hortscience* 50: 1405-1407.

21. Siddique, R., A. Rehman, G. Rasool, I. Amin, S. Mansoor and F. Khan. 2016. Response of *Ty*-resistant tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivars to Begomoviruses and their gas chromatography mass spectrometry analysis. Pak. J. Sci. 68: 391-401.
22. Tabein, S., S. A. A. Behjatnia, L. Laviano, N. Pechioni, G. P. Accotto, E. Noris and L. Miozzi. 2017. Pyramiding *Ty-1/Ty-3* and *Ty-2* in tomato hybrids dramatically inhibits symptom expression and accumulation of tomato yellow leaf curl disease inducing viruses. Arch. Phytopathol. Plant Protect. 50: 213-227.
23. Mordor Intelligence LLP. 2017. Tomato seeds market-global industry analysis, growth, trends, and forecasts (2017-2022). Mordor Intelligence LLP, India.
24. Verlaan, M. G., S. F. Hutton, R. M. Ibrahim, R. Kormelink, R. G. F. Visser, J. W. Scott, J. D. Edwards and Y. Bai. 2013. The tomato yellow leaf curl virus resistance genes *Ty-1* and *Ty-3* are allelic and code for DFDGD-Class RNA-Dependent RNA polymerases. PLoS Genet. 9: e1003399. doi:10.1371/journal.pgen.1003399.
25. Yamaguchi, H., J. Ohnishi, A. Saito, A. Ohyama, T. Nunome, K. Miyatake and H. Fukuoka 2018. An NB-LRR gene, *TYNBS1*, is responsible for resistance mediated by the *Ty-2* *Begomovirus* resistance locus of tomato. Theor. Appl. Genet. 131:1345. <http://dx.doi.org/10.1007/s00122-018-3082-x>.
26. Yang, X., M. Caro, S. F. Hutton, J. W. Scott, Y. Kuo, X. Wang, M. H. Rashid, D. Szinay, H. de Jong, R. G. Visser, Y. Bai and Y. Du. 2014. Fine mapping of the tomato yellow leaf curl virus resistance gene *Ty-2* on chromosome 11 of tomato. Mol. Breed. 34: 749-760.

Molecular Screening on Tomato Germplasm for Tomato Yellow Leaf Curl Virus Resistance¹

Ching-Hsia Wu², Jia-Fu Lai³ and Yu-Heng Lin²

ABSTRACT

Tomato yellow leaf curl disease (TYLCD) is a severe threat to tomato yield and quality. However, the protection strategies for controlling TYLCD have not been effective so far. Therefore, the development of resistant cultivars against the TYLCD is one of the most effective method to manage the disease. In this study, molecular markers linked to targeted resistant loci were used to screen in several tomato breeding lines. The results showed that the sequences of PCR amplified products were aligned to that of the tomato reference genome and specific loci for the TYLCD resistance. In order to pyramid genes conferring resistance or introduce resistant gene, different hybrids were generated. *Ty-1/Ty-3* and *Ty-2* were stacked in three F₁ populations, *Ty-1/Ty-3* was introduced in one F₁ population. Three F₂ populations were detected containing heterozygous resistant genes. The combined results of identification of resistant genes and evaluation of horticultural traits indicated that three inbred lines harbouring homozygous *Ty-1/Ty-3* have potential for release as hybrid parental lines. For foreground selection in backcross breeding, six individuals were pyramiding successfully with two resistant genes, fully homozygous lines in successive generations will be developed.

Key words: tomato, tomato yellow leaf curl virus, marker-assisted selection

¹Contribution No. 0938 from Taichung DARES, COA.

²Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

³Technician of Taichung DARES, COA.

小麥種子穗上發芽對製粉品質之影響¹

楊金英²、林訓仕²

摘 要

本試驗探討不同穗上發芽程度與比率對小麥發芽率、沉降係數、全麥麵粉品質及烘焙之影響，以瞭解影響小麥品種台中選2號商品價值之穗上發芽率容許值。試驗結果顯示，已萌發、種皮開裂及未萌發之小麥種子發芽率分別為0%、62%及98.7%；隨著種子種皮開裂比率提高，沉降係數隨之下降，低於5%對麵粉品質影響尚低，但若高於10%沉降係數僅餘227 sec，即未符合加工標準。然而已萌發之種子對小麥沉降係數影響較種皮開裂種子顯著，1%即導致沉降係數降至210 sec，乾麵筋與濕麵筋含量則隨其比率提高而降低，已萌發種子比率由0%增加至1%，乾麵筋含量即由23.2%降至16.4%；尖峰黏度、破裂黏度、回升黏度亦隨其比率提高而下降。烘焙試驗顯示，含1%已萌發之小麥種子磨製之全麥粉，烘焙後吐司體高度下降16.6%，已萌發之小麥種子含量提高至10%，吐司體高度則下降45.5%。綜合上述試驗結果得知，已萌發之小麥種子對麵粉品質影響較種皮開裂種子顯著，高於1%即影響小麥品種台中選2號烘焙用途。

關鍵詞：穗上發芽、小麥、沉降係數、麵粉品質

前 言

全球之氣候變遷(climate change)現象，為近年來影響人類生活甚鉅之議題，在預見氣候變遷持續進行趨勢下，頻率升高的天然災變及極端天氣事件對環境帶來嚴重威脅，更將形成糧食供需失衡^(1,2)。1970年起，氣候變遷亦增強了降雨型態的變異程度，增加全球受乾旱影響的面積，而逐時變化的氣溫與降水型態，也改變了地球多數地區極端天氣(如乾旱、熱浪、水患等)發生的頻率及強度⁽²⁾。依據中央氣象局統計資料，臺灣的氣溫在過去一百年(1901~2001)期間上升了約1.3℃，其特色是增溫幅度夏季高於冬季、夜晚大於白天；另外降雨的季節性分佈已有顯著改變，全球降雨量的變化情況不一，就臺灣而言，過去50年降雨量雖有波動，但未出現明顯的長期趨勢，但降雨時間有顯著減少的情形發生，意謂臺灣降雨急且集中，過多的水分造成土壤澇害(soil waterlogging)、厭氣性及抑制植物生長，相對的降水減少，則使得土壤乾化，不利農業發展^(1,2,19)。依據2016年聯合國農糧組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)統計，小麥為全球生產面積最大作物，且年產量位居第三的重要穀

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0944 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究助理、技佐。

類作物之一⁽⁹⁾。然而在1980到2008年間統計顯示氣候變遷造成全球小麥減產5.5%，顯示小麥產量及品質已受到極端天氣變化影響，亦成為全球性重要問題^(8,14)。

收穫前穗上發芽(*Pre-harvest sprouting*, PHS)是指小麥生理成熟過程中，麥穗穀粒的早熟萌發，其原因係由於在穀粒充實期發生降雨，水分輸送至穀粒或栽培環境相對濕度過高所引起，此外，高相對濕度不僅減緩穀粒乾燥速率亦降低成熟穀粒之休眠性，導致穗上發芽之發生^(5,6,17)。臺灣地處亞熱帶地區，原在小麥栽培上受氣候與裡作栽培制度限制，若成熟期麥穗又處於高相對濕度環境下，便易促進其穀粒發芽⁽³⁾；收穫前穗上發芽影響小麥生產甚劇，日本當地小麥生產受其影響所導致之損失曾高達總產量10~20%⁽²⁵⁾；澳洲、歐洲及加拿大等地區，亦受季節性降雨所導致的穗上發芽影響，其產量損失增達10~50%^(5,8)。2004及2005年澳洲白麥價格隨穗上發芽程度提高而降至飼料等級，最終造成價格下跌約22%^(6,8)。

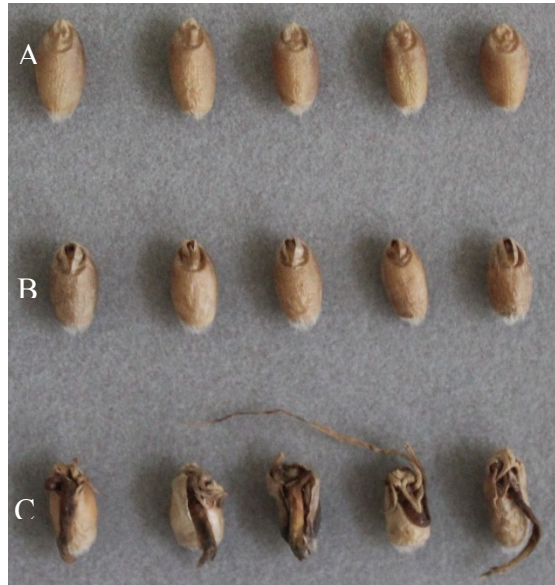
種子穗上發芽為小麥國際貿易關鍵指標之一，其中 α -澱粉酶(α -amylase)活性與其影響之降落係數(Hagberg falling number, HFN)皆為檢定小麥穀粒發芽與否之關鍵因子，此方法已是國際通用標準，廣泛應用於穀物分級與品質控管。在澳洲，小麥HFN最低繳交標準為300 sec，收穫前穗上發芽因高濃度 α -amylase，導致穀物沉降係數降低，造成品質下降及加工問題，降低經濟價值。小麥種子穗上發芽同樣影響製粉品質，當穀粒萌芽後澱粉被酵素分解，以提供幼苗成長之養分，造成麵粉麥穀蛋白降低，影響膨脹性，烘焙後麵包有產氣量不足，麵包塌陷的現象，因此穗上發芽小麥幾乎無麵粉之商品價值，僅能做為飼料或其它特定加工品使用⁽¹¹⁾。另有報告指出，穗上發芽小麥種子易使麵粉黏度下降，製成麵條時亦可能產生非期望之製品色澤^(7,25)。此外，對烘培麵糰性質亦有負面的影響，由於麵粉中澱粉過度水解，易形成較低的糊化麵粉黏度，產生較黏稠的麵糰，導致麵包在加工過程產生較具黏性及發黏性質，使麵包難以切片^(7,11,17,24)。

近年來臺灣小麥常於乳熟期至黃熟期遭遇連續降雨，導致穗上發芽，但因輕微的穗上發芽(種皮開裂)不易辨識，且與明顯穗上發芽種子對沉降係數影響程度尚需釐清，因此本研究將利用摻和不同比例已萌發及種皮開裂種子，進行沉降係數分析，以探討其對沉降係數之影響，另利用摻和不同比率之已萌發種子，探討其對小麥品種台中選2號製粉品質之影響，以瞭解為符合製粉用標準，台中選2號可容許之穗上發芽種子比率。

材料與方法

本試驗材料取樣自2016年彰化縣大村鄉臺中區農業改良場試驗田，該年度小麥成熟期適逢連續雨害，導致田間小麥穗上發芽嚴重。參試品種為台中選2號，成熟後採收並烘乾，依種子外觀將材料分為未萌發(外觀完整)、已萌發(*seed germinated*)及種皮開裂(*seed-coat splitting*)三種類型(圖一)。為探討已萌發及種皮開裂小麥種子對沉降係數之影響，試驗以未萌發種子為主原料，分別以已萌發與種皮開裂種子為處理，摻和比率為0%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%，經磨粉後進行沉降係數分析。此外，為探討已萌發之小麥種子對麵粉與烘焙品質之影響，另以未萌發種子為主原料，分別摻和0%、1%、10%已萌發種子，經磨粉後進

行濕麵筋含量(wet gluten)、乾麵筋含量(dry gluten)、麵筋指數(gluten index)、全麥粉粗蛋白質含量及連續成糊黏度等麵粉品質分析，並進行全麥吐司試作。



圖一、小麥不同萌芽程度之種子外觀(A)未萌芽、(B)種皮開裂、(C)種子已萌芽

Fig. 1. The appearance wheat seeds progress to different levels of germination. (A) non-germinated, (B) seed-coat splitting and (C) seed germinated

一、發芽率試驗

發芽試驗使用未萌芽、種皮開裂及已萌芽的小麥種子各50粒，每處理3重複以進行發芽率檢定，種子分別播種於長18.5 cm×寬13 cm×高2.5 cm裝有濕潤培養土的淺盤中觀察7天。

發芽率計算公式如下：發芽率(%)=(總發芽數/播種量)×100%

二、沉降係數分析(falling number, sec)

以美國穀物化學分析協會(AACC method 56-81B)之方法分析。秤取已研磨之全麥粉7 g倒入黏度管中，加入25 ml去離子水並以橡膠塞塞住管口，手搖動40次使之形成均勻懸浮液，取出橡膠塞將管壁殘留物刮進懸浮液中，放入已預熱至100°C之沉降係數測定儀(Falling number FN1900, Perten Instruments, Sweden)，於機器內先攪拌至60 sec促使澱粉糊化後，啟動器停止於頂部位置，將黏度管攪拌器釋放，在其自身重力作用下於凝膠化懸浮液中開始下降，當測試樣品從頂部落至底端之時間即為沉降係數。

三、全麥粉麵筋性質測定

以美國穀物化學分析協會(AACC method 38-12)之方法分析。秤取已研磨之全麥粉10 g倒入洗槽中，加入4.8 ml 2% NaCl溶液並輕搖水槽使水分均勻分佈，置洗槽於洗筋系統(Glutomatic System, Perten Instruments, Huddinge, Sweden)中的自動洗筋機(Glutomatic gluten

washer 2200)定位固定，即進行2次洗筋。於洗筋程序完畢後取下整塊麵筋，將其置於麵筋離心卡匣(Gluten index centrifuge 2015)中進行離心脫水，待離心後先以不鏽鋼刮片刮下卡匣中通過濾網之麵筋秤重並記錄其重量，再將仍遺留在卡匣上之麵筋取下秤重，以取得總麵筋重，此即用來計算樣品濕筋含量及濕筋指數。另外，用鉗子將濕筋置於已預熱150℃之乾筋機(Gluten dryer, Glutork 2020)的中央，蓋上蓋子後按定時器鈕，待4 min後乾燥完畢，取出並秤重，此即用來計算樣品之乾筋含量。

計算公式如下：

1. 濕筋含量(%) = $((\text{總濕筋} \times 10) \times (100 - \text{樣品之水分含量} \%)) / 100 - \text{樣品之水分含量} \%$
2. 麵筋指數 = $(\text{遺留在濾網上的麵筋量}(\text{g}) \times 100) / \text{總麵筋}(\text{g})$
3. 乾筋含量(%) = $\text{總乾筋重} \times 10$
4. (濕筋)保水力 = $\text{濕筋重}(\%) - \text{乾筋重}(\%)$

四、全麥粉粗蛋白質含量、灰分含量分析

利用磨粉機(Laboratory Mill 3100, Perten Instruments, Sweden)磨製全麥粉，篩網孔徑0.8 mm，研磨完成後測量其水分含量，並利用近紅外光分析儀(NIR DA7200, Perten Instruments, Sweden)進行全麥粉粗蛋白質含量及灰分含量分析，並將分析結果換算粗蛋白質含量至13%水分含量之基準。

五、連續成糊黏度測定

以美國穀物化學分析協會(AACC method 22-10.01)之方法分析。秤取65 g麵粉混合460 ml水使其呈現泥狀，利用黏度測定儀(Viscograph-E, Brabender Instruments, Germany)進行連續成糊黏度測定，以每分鐘1.5℃速率加熱，加熱至95℃停止並維持10 min，其後以每分鐘下降1.5℃之速率降溫至50℃，全程90 min完成。過程中測定項目包括糊化溫度(Pasting temperature)、尖峰黏度(Maximum viscosity)、破裂黏度(Breakdown viscosity)及回升黏度(Setback viscosity)。

六、小麥吐司外觀及高度比較試驗

利用篩網孔徑0.8 mm磨粉機磨製全麥粉，研磨完成後以孔徑0.210 mm篩網再次過篩，過篩後麵粉以全自動製麵包機(SD-BMS105T, Panasonic)進行全麥吐司製作，完成後再進行吐司外觀及高度比較。全麥吐司配方：全麥麵粉250 g、奶油15 g、砂糖17 g、奶粉6 g、鹽5 g、酵母粉2.8 g及水180 ml。

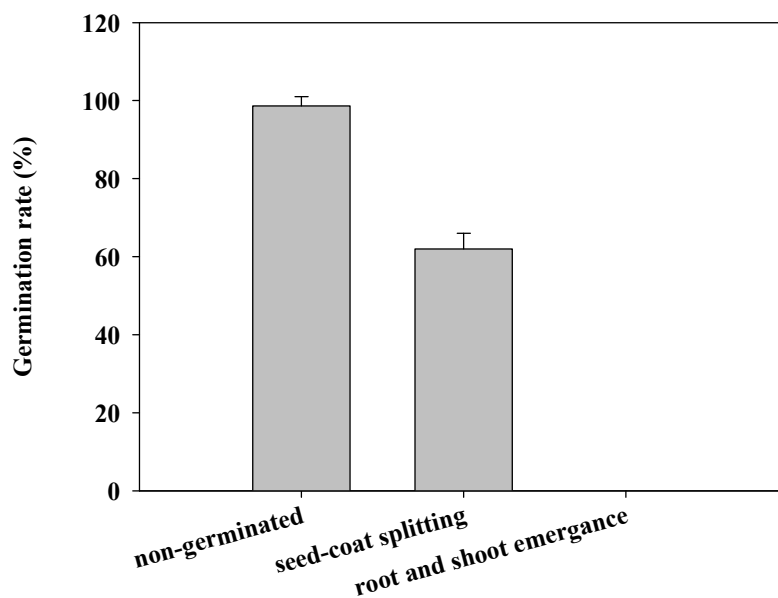
七、統計分析

試驗資料以行政院農業委員會購置之SAS-EG視窗版軟體進行統計分析，再以SigmaPlot (Version 10.0)統計繪圖軟體繪製圖形。

結果與討論

一、未萌發、種皮開裂與已萌發之小麥種子發芽率

收穫前小麥種子穗上發芽徵狀，依其嚴重程度可分為未成熟麥粒膨大(premature kernel swelling)、胚變色(germ discoloration)、種皮開裂(seed-coat splitting)及根與芽已萌發(root and shoot emergence)等不同等級，穗上發芽嚴重程度則依氣候條件而改變^(10,16)。本研究以未萌發、種皮開裂與已萌發之小麥種子進行發芽率試驗，結果顯示，已萌發之種子其發芽率為0%，種皮開裂種子(芽或根尚未伸長)發芽率為62%，未萌發種子發芽率可達98.7% (圖二)。由此可知，種皮開裂種子雖無明顯的根與芽伸長，但其種子採收前已萌動，導致採收後種子發芽率較未萌發種子下降36.7%。



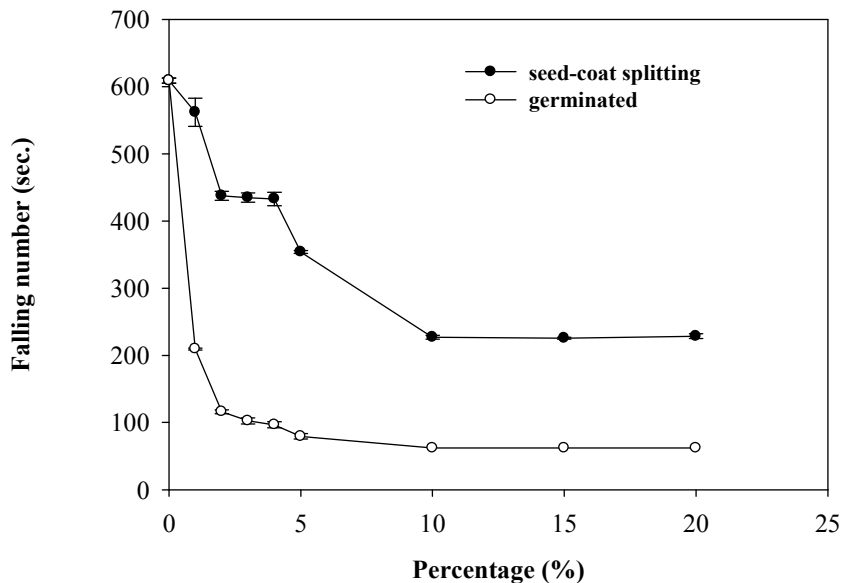
圖二、未萌發、種皮開裂與已萌發之小麥種子發芽率

Fig. 2. The percentage germination of wheat seeds that had been progressed to different stage of germination, including non-germinated, seed-coat splitting and root and shoot emergence seeds. Values are means±S.E.

二、不同比率種皮開裂與已萌發之小麥種子對沉降係數之影響

國際小麥通用品質要求之沉降係數為300 sec以上^(13,15,20)，低於此標準表示收穫種子中含過量發芽種子，磨製之麵粉無法供作烘焙使用，幾乎無商品價值，僅能做為飼料或其它特定加工品使用⁽¹¹⁾。為探討已萌發及種皮開裂小麥種子對沉降係數之影響，試驗以未萌發之種子為主原料，分別摻和0%、1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%不同比率之已萌發與種

皮開裂種子進行分析，結果顯示，未萌發種子之沉降係數達609 sec，摻和1%及5%種皮開裂種子，沉降係數則分別為562 sec及354 sec，仍符合麵粉品質標準，然而當種子之種皮開裂達10%以上時，沉降係數僅227 sec。綜上可知，種子之種皮開裂低於5%時，對麵粉品質影響尚低；高於10%時，則不符合加工需求標準。此外，摻和1%已萌發種子之麵粉沉降係數即由609 sec下降至209 sec，已萌發種子提升至2%及3%，沉降係數則分別下降為116 sec及103 sec，若高於4%，沉降係數則低於100 sec (圖三)，由此可知，已萌發種子對小麥沉降係數之影響較種皮裂開種子顯著，高於1%即造成麵粉未達製粉要求。然而，影響小麥沉降係數變化之因素眾多，例如氮肥施用量、採收時氣候溫度與品種等，其中品種甚為關鍵因子⁽²⁴⁾。本次試驗品種為台中選2號，上述結果代表此品種發生不同發芽程度與比率所導致沉降係數下降之情形，其他品種是否有相同之趨勢，尚需進一步試驗探討。

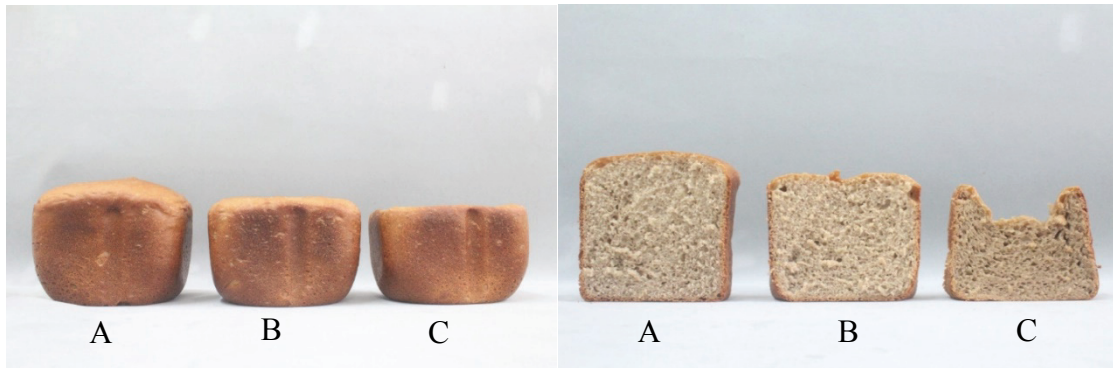


圖三、摻和不同比率之種皮開裂與已萌發種子之小麥沉降係數

Fig. 3. The falling number of wheat flour incorporated in different proportions of seed-coat splitting and germinated seeds. Values are means±S.E.

前人研究指出，麵粉澱粉特性與酵素活性相關，適當酵素活性可供製作麵包時分解澱粉提供發酵原料，增加麵包體積，但若澱粉分解酶(α -amylase)活性過高，則會過度分解澱粉導致麵包體積下降與孔隙增加，而澱粉分解酶活性又與穗上發芽有關^(4,12)。本試驗以摻和不同比率之已萌發小麥種子，磨製全麥粉後，採用同廠牌同型號使用次數相同之麵包機進行烘焙試驗，試驗結果顯示，未含已萌發種子之全麥粉烘焙吐司之烘焙彈性良好，吐司無塌陷情形，吐司體高度達14.5 cm (圖四A)，摻和1%已萌發種子磨製之全麥粉，其吐司之烘焙彈性下降，

吐司體高度下降2.4 cm (16.6%)(圖四B)，摻和10%已萌發種子磨製之全麥粉，其吐司烘焙彈性劣化嚴重，吐司體中央高度下降6.6 cm (45.5%)(圖四C)，顯示台中選2號為符合烘焙用品質，已萌發種子比率不可高於1%。



圖四、不同穗上發芽比率小麥烘焙全麥吐司之外觀差異(A) 0%、(B) 1%、(C) 10%

Fig. 4. The appearance of whole wheat bread incorporated with different percentage of germinated wheat. (A) 0%、(B) 1% and (C) 10%

三、摻和不同穗上發芽小麥種子比率對小麥製粉品質之表現

試驗以未萌發種子為主原料，分別摻和0%、1%、10%已萌發種子，經磨粉後進行粗蛋白質含量、麵筋指數、濕麵筋含量、乾麵筋含量、沉降係數分析，探討已萌發之小麥種子對製粉品質之影響。試驗結果顯示，摻和0%、1%、10%已萌發小麥磨製之全麥粉粗蛋白質含量分別為13.5%、13.7%及13.3%，麵筋指數分別為70、70及74，三者間皆無顯著差異；然而濕麵筋含量以對照組(0%)之全麥粉最高，達33.4%，隨著已萌發種子比率提高，濕麵筋含量隨之降低；乾麵筋含量與濕麵筋含量變化亦有相同之趨勢，已萌發種子比率由0%增加至1%，乾麵筋含量即由23.2%降至16.4%。沉降係數分析顯示，對照組之全麥粉沉降係數為609 sec，摻和1%已萌發種子之全麥粉沉降係數下降至210 sec，未達烘焙用麵粉標準的300 sec，摻和10%沉降係數則僅餘62 sec (表一)。Sorenson等(2004)及Simsek等(2014)研究指出，小麥未成熟前萌芽或收穫前穗上發芽皆對小麥穀粒或加工產品造成不利之影響，如以穗上發芽小麥麵粉製備之麵包與蛋糕常呈現不良品質之外觀，起因係種子萌芽生長時產生之各種酵素，如澱粉酶、蛋白酶及脂肪酶，分解種子中澱粉、蛋白質及油脂，以供幼苗生長所需^(21,22)。

雖然本試驗之蛋白質含量及麵筋指數在不同摻和比率間無顯著差異，但1%已萌發種子即可造成乾麵筋及濕麵筋含量顯著下降，並導致沉降係數低於烘焙用標準，由此可知，已萌發種子對台中選2號製粉品質影響甚劇，為達烘焙用標準，此品種採收後種子之已萌發比率需低於1%。

表一、摻和不同穗上發芽小麥比率對小麥製粉品質之影響

Table 1. Effects of incorporation different percentage of germinated wheat on flour quality

Mix rate (%)	Crude protein (%)	Gluten index	Wet gluten (%)	Dry gluten (%)	Falling number (sec.)
1	13.7 ^a	70 ^a	32.6 ^b	16.4 ^b	210 ^b
10	13.3 ^a	74 ^a	30.2 ^c	16.0 ^b	62 ^c
0 (CK)	13.5 ^a	70 ^a	33.4 ^a	23.2 ^a	609 ^a

Means with the same letter are not significantly different by Fisher's 5% LSD.

四、不同穗上發芽比率小麥麵粉之連續成糊黏度變化

為探討不同穗上發芽比率之小麥麵粉連續成糊黏度表現，試驗以摻和不同比率之已萌發小麥種子磨製全麥粉，利用黏度測定儀進行分析，試驗結果顯示，全麥麵粉之糊化溫度隨著摻和比率之提高而下降，未含已萌發種子之全麥麵粉糊化溫度為69.4°C，10%已萌發種子之全麥麵粉糊化溫度僅為39.3°C；尖峰黏度分析顯示，對照處理為205 BU，1%及10%已萌發種子之全麥麵粉尖峰黏度則下降至21 BU及18 BU，破裂黏度亦與尖峰黏度有相同之趨勢，自對照處理92 BU下降至21 BU及9 BU；含有0%、1%及10%已萌發種子之回升黏度則分別為85 BU、0 BU及3BU (表二)。Simsek等人(2014)研究指出，小麥種子穗上發芽具較低糊化溫度、尖峰黏度與最終黏度，本試驗結果亦有相同趨勢⁽²¹⁾。然而造成上述連續成糊黏度變化改變，推測係因穗上發芽導致澱粉水合能力與澱粉糊化穩定性降低⁽²³⁾。穗上發芽伴隨之 α -澱粉酶活性增加，導致澱粉粒失去抗膨潤能力，進而導致糊化黏度降低。此外另有研究指出，對穗上發芽較具耐受性之小麥品種，其澱粉則同時具有較高水合能力及較佳澱粉糊化穩定度⁽¹⁸⁾，以降低穗上發芽對麵粉品質劣化之影響。

表二、摻和不同穗上發芽小麥種子比率對小麥麵粉連續成糊黏度之影響

Table 2. Effect of viscograph characteristics incorporated with different percentage of germinated wheat

Mix rate (%)	Pasting temperature (°C)	Maximum viscosity (BU)	Breakdown viscosity (BU)	Setback viscosity (BU)
1	67.1 ^a	21.0 ^b	21.0 ^b	0.0 ^b
10	39.3 ^b	18.0 ^b	9.0 ^b	3.0 ^b
0 (CK)	69.4 ^a	205.0 ^a	92.0 ^a	85.0 ^a

Means with the same letter are not significantly different by Fisher's 5% LSD.

參考文獻

1. 朱鴻鈞 2012 因應氣候變遷之農業科技研討會議報導 臺灣經濟研究月刊 35: 79-83。
2. 楊純明 2009 氣候變遷與糧食生產 作物、環境與生物資訊 6: 134-140。
3. 楊金英、林訓仕 2016 氮肥施用時間及施用量對小麥產量與品質之影響 臺中區農業改良場研究彙報 130: 41-50。

4. Autio, K. and T. Laurikainen. 1997. Relationships between flour/dough microstructure and dough headling and baking properties. *Trends Food Sci. Tech.* 8: 181-185.
5. Biddulph, T. B., D. J. Mares., J. A. Plummer and T. L. Setter. 2005. Drought and high temperature increases preharvest sprouting tolerance in a genotype without grain dormancy. *Euphytica.* 143: 277-283.
6. Biddulph, T. B., J. A. Plummer, T. L. Setter and D. J. Mares. 2007. Influence of high temperature and terminal moisture stress on dormancy in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Res.* 103: 139-153.
7. Crosbie, G. B. and W. J. Lambe. 1993. The application of the flour swelling volume test for potential noodle quality to wheat breeding lines affected by sprouting. *J. Sci.* 18: 267-276.
8. Dziki, D. and J. Laskowski. 2010. Study to analyze the influence of sprouting of the wheat grain on the grinding process. *J. Food Eng.* 96: 562-567.
9. FAO. 2016. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.
10. Groos, C., G. Gay, M. R. Perretant, L. Gervais, M. Bernard, F. Dedryver and G. Charmet. 2002 Study of the relationship between pre-harvest sprouting and grain color by quantitative trait loci analysis in a white \times red grain bread-wheat cross. *Theor. Appl. Genet.* 104: 39-47.
11. Hill, V. and A. Kaizen. 2014. Industry regulation of quality in bread, flour and wheat in France and the U.S. *Contributions to Management Science.* 83-121.
12. Hou, G. and M. Kurk. 1992. Asian noodle technology. *Technical Bulletin.* 12: 1-10.
13. Humphreys, D. G. and J. Noll. 2002. Methods for characterization of preharvest sprouting resistance in a wheat breeding program. *Euphytica.* 126: 61-65.
14. Juroszek, P. and A. von Tiedemann. 2013. Climate change and potential future risks through wheat diseases: a review. *Eur. J. Plant Pathol.* 136: 21-33.
15. Kettlewell, P. S. 1999. The response of alpha-amylase activity during wheat grain development to nitrogen fertilizer. *Ann. Appl. Biol.* 134: 241-249.
16. Mares, D. J. 1984. Temperature dependence of germinability of wheat (*Triticum aestivum* L.) grain in relation to pre-harvest sprouting. *Crop Pasture Sci.* 35: 115-128.
17. Mares, D. J. and K. Mrva. 2014. Wheat grain preharvest sprouting and late maturity alpha-amylase. *Planta.* 240: 1167-1178.
18. Morad, M. M. and G. L. Rubenthaler. 1983. Germination of soft white wheat and its effect on flour fractions, breadmaking, and crumb firmness. *Cereal Chem.* 60: 413-417.
19. Reddy, P. P. 2015. Impacts of Climate Change on Agriculture. *Climate Resilient Agri. for Ensuring Food Security.* 43-90.

20. Ross, A. S., M. D. Flowers, R. S. Zemetra and T. Kongraksawech. 2012. Effect of grain protein concentration on falling number of ungerminated soft white winter wheat. *Cereal Chem.* 89: 307-310.
21. Simsek, S., J. B. Ohm, H. Lu, M. Rugg, W. Berzonsky, M. S. Alamri and M. Mergoum. 2014. Effect of pre-harvest sprouting on physicochemical changes of proteins in wheat. *J. Sci. Food Agric.* 94: 205-212.
22. Sorenson, B. and J. Wiersma. 2004. Sprout damaged wheat, crop insurance and quality concerns. Minnesota Crop News Archive, Minneapolis, MN.
23. Tsai, M. L., C. F. Li, and C. Y. Lii. 1997. Effects of granular structures on the pasting behaviors of starches. *Cereal Chem.* 74: 750-757.
24. Wang, J., E. Pawelzik, J. Weinert, Z. Qinghua, and G. A. Wolf. 2008. Factors influencing falling number in winter wheat. *Eur. Food Res. Technol.* 226: 1365-1371.
25. Yanagisawa, A., T. Nishimura, Y. Amano, A. Torada and S. Shibata. 2005. Development of winter wheat with excellent resistance to pre-harvest sprouting and rain damage. *Euphytica.* 143: 313-318.

Effect of Pre-harvest Sprouting on Flour Quality of Wheat Seeds¹

Jin-Ying Yang² and Hsun-Shih Lin²

ABSTRACT

The present study investigated the effect of various preharvest sprouting (PHS) levels on the percentage germination, falling number, flour quality, and baking quality of whole wheat flour and the effects of field PHS allowance rates on the commercial value of wheat 'Taichung Sel. 2'. The results showed that the germination rates of wheat grains at root and shoot emergence, seed-coat splitting, and ungerminated stages were 0%, 62%, and 98.7%, respectively. If the seed-coat splitting grain content was less than 5%, the falling number was low, not affecting flour quality; however, if the content increased to higher than 10%, the falling number reduced to 227 s, affecting the flour quality. Nevertheless, the falling number of root and shoot emergence grains had a more significant effect than that of seed-coat splitting grains; with 1% root and shoot emergence grain content, the falling number was reduced to 210 s. The dry and wet gluten contents decreased as the root and shoot emergence grain content increased. The increase of root and shoot emergence grain content from 0% to 1% reduced the dry gluten content, from 23.2% to 16.4%. The maximum, breakdown, and setback viscosities decreased as root and shoot emergence grain content increased. The baking tests demonstrated that the height of bread decreased by 16.6% and 45.5% when the flour contained 1% and 10% of root and shoot emergence seeds, respectively. Therefore, the root and shoot emergence grain content affects flour quality more significantly than does the seed-coat splitting grains; moreover, at more than 1% root and shoot emergence grain content, the baking quality of 'Taichung Sel. 2' wheat flour is significantly affected.

Key words: pre-harvest sprouting, wheat, falling number, flour quality

¹Contribution No. 0944 from Taichung DARES, COA.

²Assistant and Assistant Specialist of Taichung DARES, COA.

評估鮮食葡萄應用溫室栽培建立無東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 危害生產之可行性¹

于逸知²、林大淵²、白桂芳³

摘 要

東方果實蠅 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 為多食性之害蟲，除危害多種果樹之外，亦是國際間重要的檢疫害蟲。我國為東方果實蠅疫區，所生產之葡萄因具被果實蠅危害的風險，降低了商品價值與外銷市場競爭力。為了解溫室栽培是否具有生產無果實蠅危害之鮮食葡萄的潛力，本研究於2015~2018年在彰化縣溪湖鎮，針對慣行葡萄溫室內果實蠅發生情形，進行為期4年的偵測調查。結果發現由於慣行溫室硬體設計不良、保養不周，且操作人員缺乏防疫概念，導致在此葡萄栽培模式無法有效阻隔果實蠅入侵。然而，2017~2018連續兩年於彰化縣大村鄉的試驗顯示，若維持溫室防蟲結構之完整性，並設置非同向雙層門與長距離緩衝區，搭配正確防疫操作模式，葡萄溫室可以完全阻隔果實蠅入侵，達到無果實蠅危害生產的目標。此外，2015~2018年針對樣點內之溫室葡萄進行共計2,270串次的調查，並未發現果實蠅產卵為害葡萄。

關鍵詞：非疫生產、葡萄、果實蠅、溫室

前 言

東方果實蠅 *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) 為多食性之果樹害蟲，在臺灣每年造成鉅大之農業經濟損失，並成為鮮果外銷上之檢疫障礙⁽¹⁾。根據多篇國內葡萄害蟲之相關研究，皆未將東方果實蠅列在其中^(4,6)，僅劉於1981年之報告，引用國外資料表示其具危害葡萄之可能性⁽¹⁰⁾；朱與陳則依此篇報告將臺灣產葡萄列為東方果實蠅寄主之一⁽¹⁾。

日本原為我國葡萄外銷國家之一，但因日本本島為東方果實蠅非疫區，使我國葡萄銷日出現隱憂。1993年日本農林水產省認定臺灣葡萄為東方果實蠅之寄主，並宣告禁止輸往日本，導致葡萄銷日中斷，影響果農外銷通路與市場平衡甚鉅⁽⁵⁾。為再次爭取葡萄輸日機會，由經濟部商品檢驗局臺中分局進行「葡萄低溫殺蟲檢疫處理」試驗，並將試驗報告提送日方審查，且多次補充試驗說明資料，亦商請日方前來認證檢疫處理試驗，直到1997年日方才解除禁令，再度開放我國葡萄輸日⁽⁹⁾。為符合日方針對東方果實蠅所訂定之低溫檢疫處理條件，目前我

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0945 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究助理員。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員兼課長。

國葡萄輸日需經1°C以下低溫處理12天^(5,9)；然而，經檢疫低溫處理後的葡萄果實品質明顯下降，易產生落果、凍傷等徵狀，嚴重影響外銷競爭力與市售價格，致使農民外銷意願降低。

為避免檢疫處理造成的鮮果損失，並同時符合果實蠅非疫(fruit fly-free)的外銷條件，設立「非疫生產點」(pest-free production site)⁽¹²⁾或「低流行區」(areas of low pest prevalence)⁽¹³⁾可能是其解決辦法。臺灣的溫室葡萄以彰化縣溪湖鎮為主要產地，每年栽作期約為10月底開始剪枝催芽，至翌年5月底採收完畢。由於溫室栽培作物可有效阻隔果實蠅危害⁽⁷⁾，加上葡萄並非東方果實蠅主要偏好寄主，主動產卵意願較低^(3,8)，降低了被害風險，使溫室葡萄具備「無果實蠅危害」的生產潛力。然而，目前臺灣慣行溫室葡萄並無東方果實蠅的相關調查資料，且具備無果實蠅危害生產之溫室條件亦尚未有測試報告，故本研究針對慣行溫室葡萄進行長期調查，並對具備潛力之溫室進行監測，期望獲得科學證據支持，以便後續能向外銷國家爭取設立葡萄之果實蠅非疫生產點或低流行區。

材料與方法

一、慣行溫室葡萄果實蠅發生情形調查

於彰化縣溪湖鎮三塊厝附近(23°58'22.5"N 120°29'58.8"E)，選定1間寬40 m，長110 m之溫室(圖一)進行果實蠅發生情形調查，其內種植供鮮食的巨峰葡萄。調查時間為2015~2018年，每年調查方式略有調整。

(一)2015年

於慣行溫室內(traditional greenhouse, TG)每15 m設置酵母球(torula yeast/borax pellet, 每顆以200 cc.清水稀釋)誘引陷阱(麥氏誘引器)，共35個，於栽作期(1~6月)每週調查一次並更新資材，藉此偵測果實蠅在溫室內的發生情形。並於溫室中央設置1個含毒甲基丁香油誘殺器，並在溫室周遭方圓500 m內設置3處偵測點(A (23°58'24.0"N 120°29'58.3"E)、B (23°58'17.8"N 120°30'03.3"E)、C (23°58'19.9"N 120°29'58.4"E))，以含毒甲基丁香油誘殺器進行果實蠅調查，每個月調查1次並更新資材，以建立溫室周遭環境果實蠅族群終年發生相關資訊。

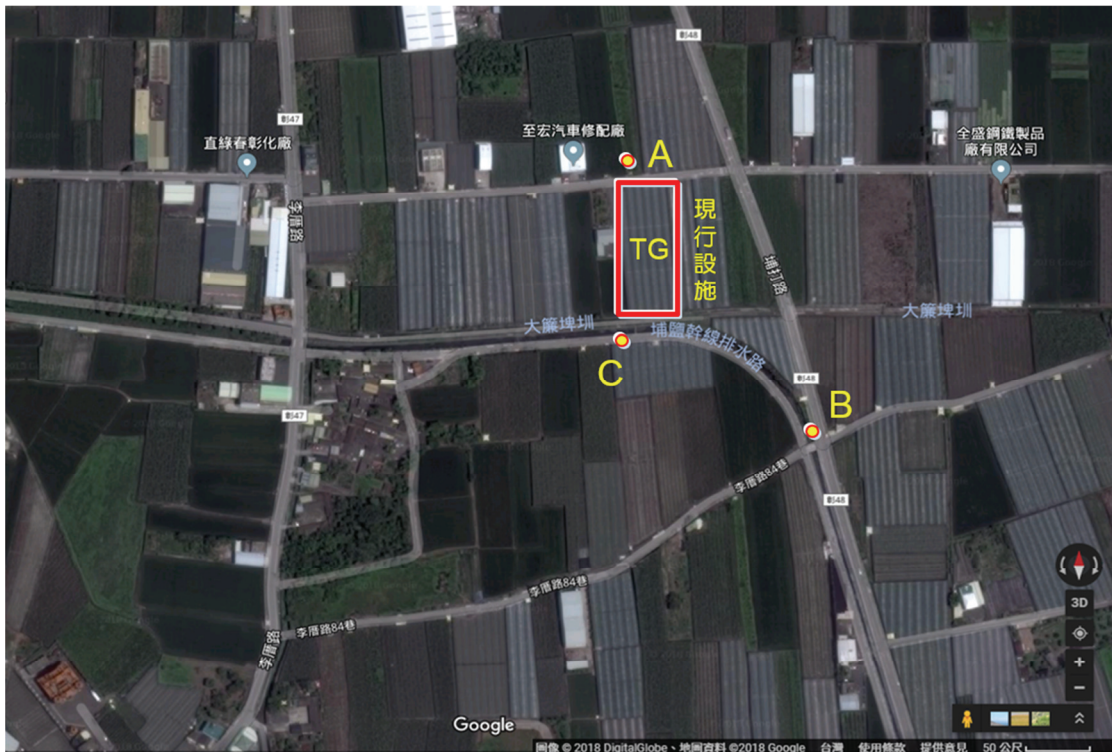
(二)2016年

為了解慣行溫室是否可經修正而提升對果實蠅的阻隔能力，本年針對溫室硬體進行了改善。受試之溫室乃6連棟建築，於上端共有12處通風口，皆重新覆蓋上防蟲網(16目)。於出入口以金屬管和防蟲網搭設雙層門與緩衝空間(3×2×1.5 m)。溫室間之間隙以塑膠扣環確實將防蟲網夾實，並於破損處以防蟲網修補(16目)。偵測樣點設置與調查頻度則與2015年相同。

(三)2017~2018年

經前兩年調查，對慣行溫室內果實蠅入侵情形已略有掌握，故將溫室內調查方式略作調整，改以含毒甲基丁香油誘殺器進行偵測，分別設置於溫室四角與中央，共5處；溫室

外的樣點與調查方式則維持不變。本年調查頻率改為每週1次，減少資料缺漏比例，製圖時則將單月4週之資料加總，以單月總捕獲量呈現。



圖一、慣行溫室相關試驗(TG：彰化縣溪湖鎮， $23^{\circ}58'22.5''N$ $120^{\circ}29'58.8''E$)樣點設置圖。A-C 為含毒甲基丁香油果實蠅偵測點。(地圖資料©2018Google)

Fig. 1. Set-up diagram of the relevant tests of the traditional greenhouse (TG; Xihu Town, Changhua County, $23^{\circ}58'22.5''N$ $120^{\circ}29'58.8''E$). A-C, 3 toxicant-added methyl eugenol (ME) trapping sites for *B. dorsalis*.

二、無果實蠅危害之溫室與操作條件試驗

為測試是否可藉溫室完全阻隔東方果實蠅入侵，2017~2018年進行了無果實蠅危害之溫室與操作條件試驗。在彰化縣大村鄉搭建1間寬7 m長20 m，占地約0.02 ha之溫室(圖二，pest-free greenhouse, PFG, $24^{\circ}00'06.8''N$ $120^{\circ}31'54.5''E$)，以16目防蟲網阻隔害蟲，並在出入口增設總長10 m之緩衝區(buffer area, BA)及非同向雙層門，緩衝區通道以黑色麻布覆蓋。操作時嚴格控管出入口，盡量維持密閉狀態，並隨時注意溫室破損狀況並及時修補。溫室內平均設置15個酵母球誘引陷阱，於中心點掛置1個含毒甲基丁香油誘殺器，每週調查1次並更換資材(含毒甲基丁香油則為每月更換)。緩衝區內設置酵母球誘引器、含毒甲基丁香油誘殺器與黃色黏紙

(嘉和「黏佳好」，15 cm×44 cm)各1組，每週調查1次並更換資材(含毒甲基丁香油則為每月更換)，以了解緩衝區被入侵情形。於溫室外方圓500 m內，亦選擇2處(分別為 α (24°00'06.5"N 120°31'53.6"E)、 β (24°00'04.6"N 120°32'01.2"E))以含毒甲基丁香油誘殺器進行果實蠅調查，以了解溫室周圍果實蠅族群發生與變化情形。



圖二、無果實蠅危害之葡萄溫室相關試驗(PFG：彰化縣大村鄉，24°00'06.8"N 120°31'54.5"E)樣點設置圖。 α 、 β 為含毒甲基丁香油果實蠅偵測點。(地圖資料©2018 Google)

Fig. 2. Set-up diagram of the relevant tests of the pest-free greenhouse (PFG; Dacun Township, Changhua County, 24°00'06.8"N 120°31'54.5"E). α and β , 2 toxicant-added ME trapping sites for *B. dorsalis*.

三、葡萄果串被害率調查

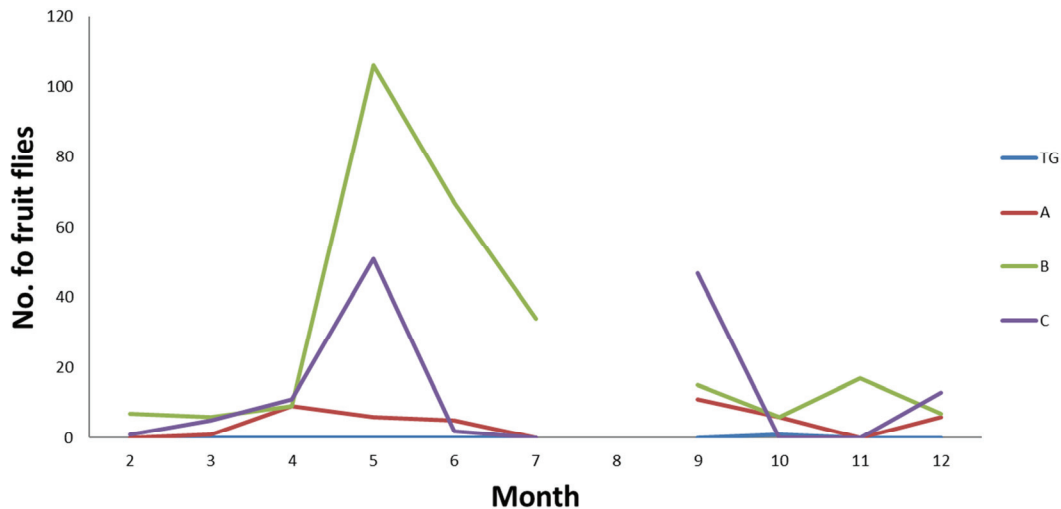
為了解果實蠅對慣行溫室內葡萄的為害情形，自2015~2018年連續4年於溪湖鎮之樣區進行葡萄果串被害率調查，調查方式為落花後30天至所有葡萄採收完畢之期間，每週逢機抽檢35串果串，檢視是否有遭果實蠅產卵之果粒，並剪下疑似受害果粒，攜回實驗室繼續飼養並記錄實際危害情形。2017~2018年亦針對大村鄉所設之無果實蠅危害溫室進行果串被害率調查，調查方式同為落花後30天至所有葡萄採收完畢之期間，每週逢機抽檢15串果串，檢視是否有遭果實蠅產卵之果粒，並剪下疑似受害果粒，攜回實驗室繼續飼養並記錄危害情形。

結果與討論

一、慣行溫室葡萄果實蠅發生情形調查

(一)2015年

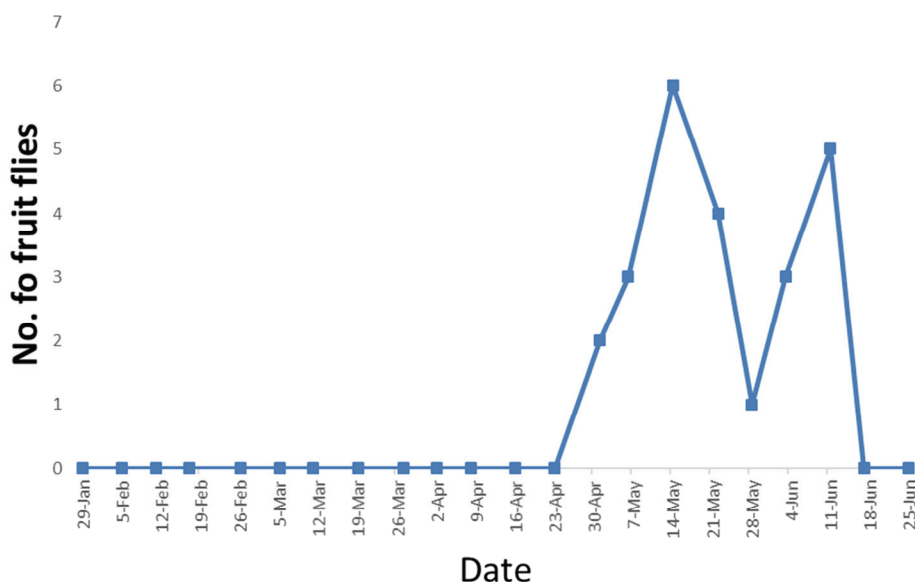
2015年於農友慣行設施生產模式下進行果實蠅全年調查。結果發現，溫室外之3個含毒甲基丁香油偵測點全年皆可誘殺果實蠅成蟲(圖三，2.6~54.3隻/誘殺器)，證實該生產區為東方果實蠅疫區，族群數量以5至9月數量最多。溫室(TG)內之甲基丁香油陷阱僅於10月份採獲1隻果實蠅。相較於緊連於溫室外側的偵測點(A)於4~11月皆可採獲果實蠅，可推知慣行溫室對果實蠅仍有一定之阻隔能力，但無法達到完全非疫效果。經調查發現，此區慣行溫室雖多有架設防蟲網，但仍有些許漏洞導致果實蠅入侵，如1.溫室出入口無雙層門及緩衝區等防護措施，若人員進出後未及時關閉，易造成入侵。2.溫室破損未立即修補，形成入侵破口。3.枝條未妥善管理，由溫室縫隙間鑽出，形成開口。4.溫室硬體接合處防蟲網未密合，形成開口。5.農友尚無正確防疫習慣，對出入口開閉與溫室結構完整性的管理並不周延。



圖三、2015年溪湖鎮樣區(慣行溫室)含毒甲基丁香油誘殺器調查結果。果實蠅全年發生，5月份開始達到高峰。溫室內全年僅10月份採獲1隻個體，8月份因颱風破壞導致資料缺失。TG：溫室內樣點；A-C：溫室外樣點。

Fig. 3. The results of the survey of methyl eugenol traps in the Xihu Town sample area (traditional greenhouse) in 2015. Fruit flies occurred throughout the year and peak in May. In the traditional greenhouse, only one individual was collected in October. The data was missed due to typhoon in August. TG: detection site inside green house; A-C: 3 detection sites outside green house.

溫室內所設置35個酵母球陷阱，於1月栽培期經5月底採收完畢、溫室掀塑膠布後直至6月底，共捕獲24隻果實蠅(圖四，11雄13雌)。直至6月掀塑膠布前，溫室內共捕獲16隻果實蠅(9雄7雌)，全為5月份捕獲。由此結果可知，果實蠅的確可突破慣行溫室，入侵葡萄園之中。集中於五月份入侵，推測有兩種可能：其一，五月份葡萄已接近成熟，雌蟲受到吸引由缺口入侵。其二，五月份氣溫已明顯升高，田間果實蠅族群數量快速升高(見圖三)，故隨機入侵機會升高。由於入侵溫室內雌雄蟲數量並無顯著差異($p=0.78$)，且五月底採收結束後，已無可供產卵之果串，卻仍採獲8隻成蟲，據此推測較可能是族群量上升造成隨機入侵數增加。

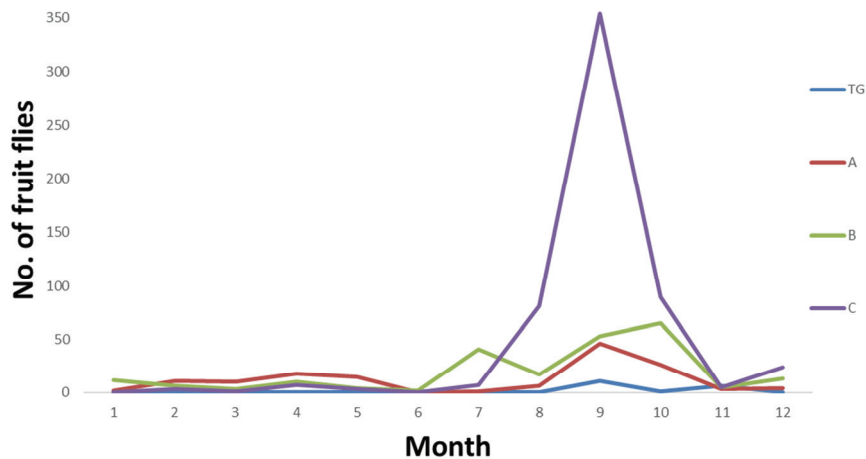


圖四、2015年溪湖鎮樣區慣行溫室內酵母球誘引器調查結果。自5月份開始採獲果實蠅，直至6月中調查結束，共採獲24隻個體。

Fig. 4. Results of the survey of torula yeast/borax solution traps in the traditional greenhouse of the Xihu Town sample area in 2015. Fruit flies have been captured from May and ended in mid-June, with a total of 24 individuals.

(二)2016年

2016年為了解慣行溫室是否可經修正而提升對果實蠅的阻隔能力，針對溫室硬體進行部分修正。結果發現，溫室內的含毒甲基丁香油誘殺器在採收結束前並無果實蠅於溫室內被誘殺；然而於採收結束、掀塑膠布後開始，分別於9、10、11月誘集到18隻果實蠅(圖五)。而溫室外陷阱監測資料顯示，果實蠅仍是全年發生，但族群密度於7月才開始升高。在主要栽植期(1~5月)果實蠅發生密度低，自然降低其入侵溫室的風險。



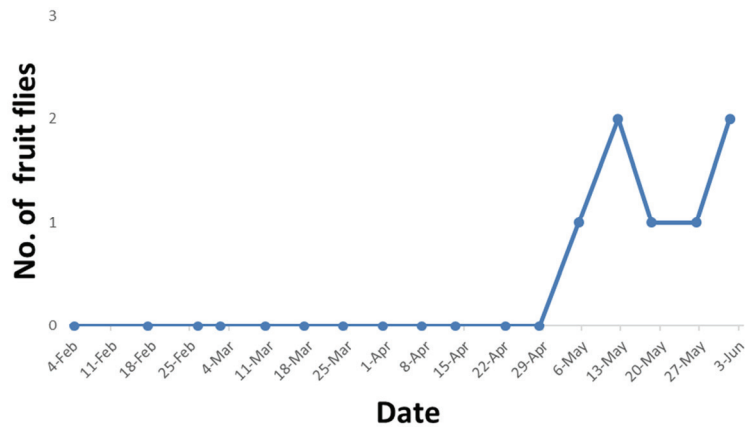
圖五、2016年溪湖鎮樣區(慣行溫室)含毒甲基丁香油誘殺器調查結果(TG：溫室內偵測點；A-C：溫室外偵測點)。果實蠅全年發生，9月份C樣點採獲隻數達到354隻。溫室內全年於生產期內(1~5月)並無採獲果實蠅，之後於9、10、11月共3個月份偵測到入侵個體。

Fig. 5. The results of the survey of toxicant-added ME traps in the Xihu Town sample area (traditional greenhouse) in 2016 (TG: detection site inside green house; A-C: 3 detection sites outside green house). The fruit flies occurred throughout the year, and the individuals of detection site C captured in September reached 354. In the traditional greenhouse, fruit flies were not captured during the production period (January-May), and invaded individuals were detected in September, November and November.

2016年溫室內之酵母球誘引器於掀塑膠布前完全沒有捕獲果實蠅(圖六)，更加顯示溫室修正後，對果實蠅阻隔能力有顯著提升。然而於掀塑膠布後的一個半月調查期，即於溫室內採獲2雄4雌之果實蠅。溫室葡萄栽植時，大多需於夏季將覆蓋之塑膠布掀開，以調節其內溫、濕度。雖然塑膠布下仍覆有防蟲網，但施工人員為求方便，掀塑膠布時常將防蟲網同時掀開，且未能恢復原狀，導致各式害蟲入侵機會大增。

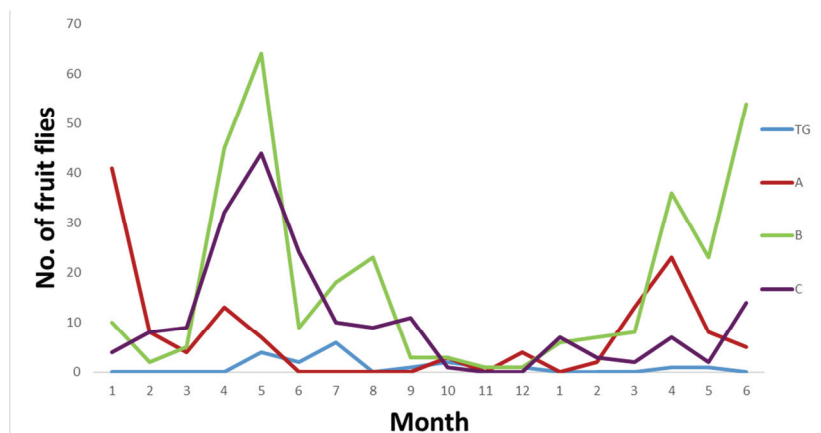
(三)2017~2018年

2017~2018年為了解溫室經修正後，恢復交由農友慣行操作，所提升的防疫能力是否能繼續維持。故增加了溫室內的含毒甲基丁香油誘殺器數量，以加強對果實蠅的誘引力，並取消了酵母球誘引器的誘集。結果發現，慣行溫室經修正而提升的防疫能力無法繼續維持，2017年在溫室內以含毒甲基丁香油誘殺器共誘殺17隻果實蠅，2018年至6月底前於溫室內誘殺2隻果實蠅，證實果實蠅仍可持續入侵慣行溫室，無法維持非疫生產狀態(圖七)。以目前臺灣葡萄產業而言，國內市場對葡萄的需求仍高，極少有外銷需求，在缺乏誘因與需求並考量便利性與資源成本等因素下，亦導致農民降低溫室管理之標準，以致無法維持慣行溫室的非疫狀態。



圖六、2016年溪湖鎮樣區慣行溫室(硬體修正後)內酵母球誘引器調查結果。溫室硬體經修正後，於栽植至收穫期間並無偵測到果實蠅。但自4月底溫室塑膠布掀開後，非疫狀態遭中止，果實蠅於5月初開始入侵，直至6月初調查結束，共採獲6隻個體。

Fig. 6. Results of the survey of the torula yeast/borax solution traps in the traditional greenhouse (after hardware repair) in the Xihu Town sample area in 2016. After the hardware of the greenhouse was repaired, fruit flies were not detected during planting period until harvest. However, since the plastic clothes of greenhouse were opened at the end of April, the pest-free status of greenhouse was suspended, and the fruit flies began to invade in early May until the end of the survey in early June, and during that period of time, a total of 6 individuals were detected.



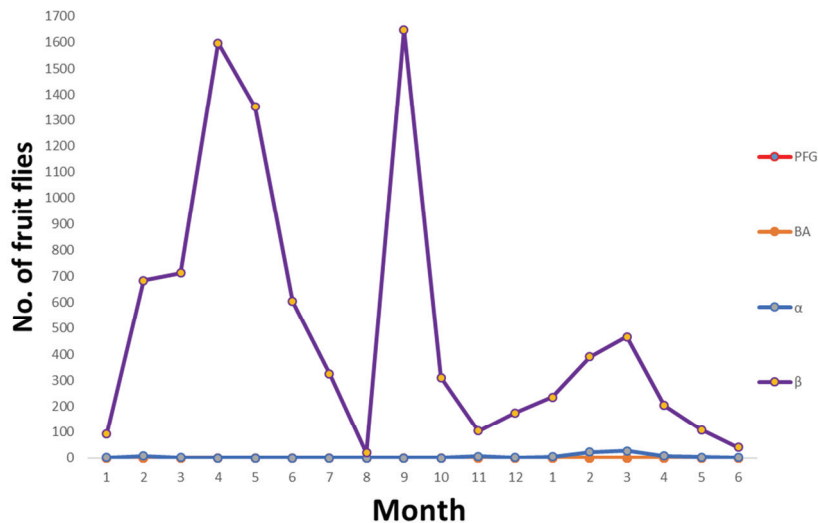
圖七、2017全年及2018上半年溪湖鎮樣區(慣行溫室)含毒甲基丁香油誘殺器調查結果(TG：溫室內偵測點；A-C：溫室外偵測點)。該區果實蠅全年發生。溫室內(TG)2017年於共採獲17隻果實蠅，2018年上半年則共採獲2隻果實蠅。

Fig. 7. The results of the survey of toxicant-added ME traps in the Xihu Town sample area (traditional greenhouse) in 2017 and the first half of 2018 (TG: detection site inside greenhouse; A-C: 3 detection sites outside greenhouse). The fruit flies of the area were occurred throughout the year. In the traditional greenhouse (TG), a total of 17 fruit flies were captured in 2017, and in the first half of 2018, 2 fruit flies were detected.

另外值得注意的是，於四年期的調查中，1~4月溫室周遭區域的果實蠅密度極低，除了低溫等天候因素外，可能是溪湖鎮該區域為葡萄密集產區，果實蠅可利用的其他偏好寄主較少，在雙重因素影響下降低了族群密度。

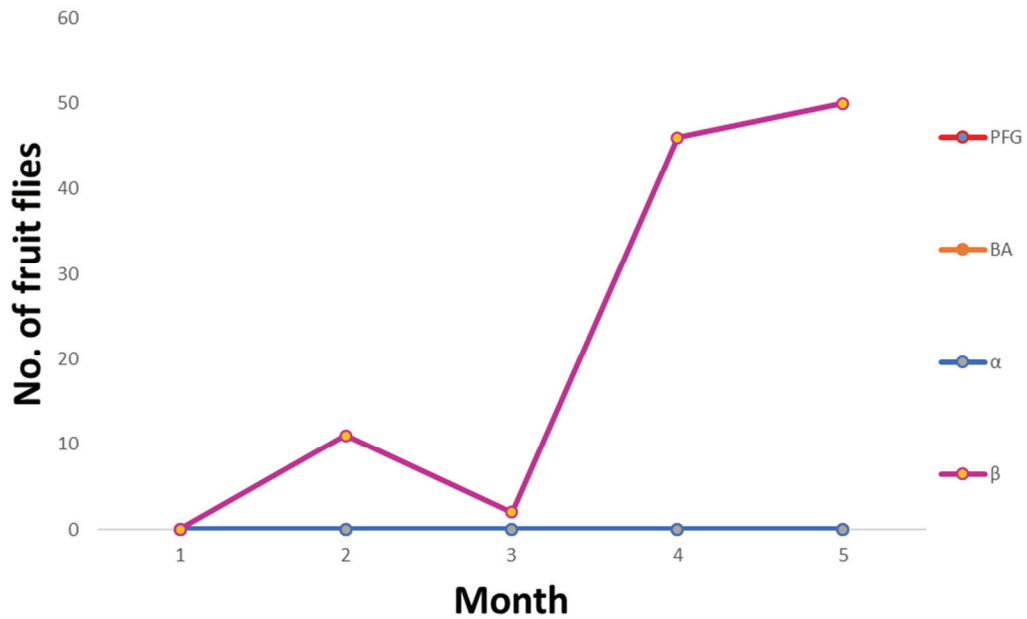
二、無果實蠅危害之葡萄溫室與操作條件試驗

本研究於2017年1月至2018年6月針對「無果實蠅危害之葡萄溫室與栽培模式」進行為期一年半的「阻隔果實蠅之能力」試驗。結果發現，不論是酵母球誘引器或含毒甲基丁香油誘殺器，於試驗期間皆未於溫室(PFG)和緩衝區(BA)之中偵測到果實蠅入侵(圖八、圖九、圖十)。溫室周遭樣點(α 、 β ，包含酵母球與含毒甲基丁香油陷阱)終年可捕獲果實蠅，證實該區確為果實蠅發生之疫區。雖然溫室內皆無偵測到果實蠅入侵，但緩衝區內於2017年9月15日以黃色黏紙攔截果實蠅雌蟲1隻，此成功攔截案例顯示長距離緩衝區對於果實蠅阻隔的重要性。「無果實蠅危害之葡萄溫室與栽培模式」歷經一年半(兩期)的葡萄生產，皆未偵測到果實蠅入侵，顯示配合適當的溫室硬體設計與正確的栽培操作，葡萄溫室可以有效避免果實蠅入侵，使之具有非疫生產的潛力。



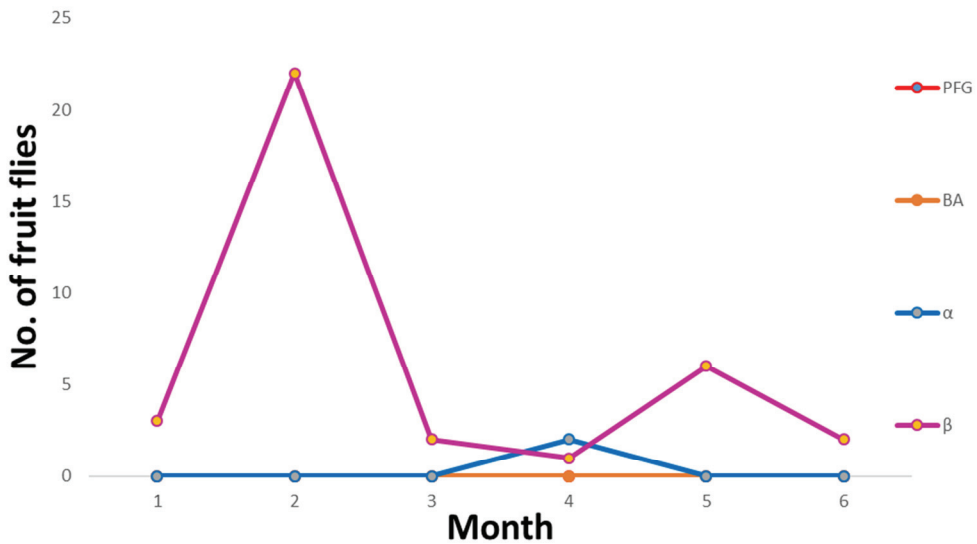
圖八、2017 全年及 2018 上半年大村鄉樣區(無果實蠅危害之葡萄溫室)含毒甲基丁香油誘殺器調查結果(PFG：溫室內偵測點； α 、 β ：溫室外偵測點；BA：緩衝區內偵測點)。該樣區果實蠅全年發生，其中 β 點周遭有果實蠅寄主(福木 *Garcinia subelliptica*)，故族群數量較高且持續。溫室與緩衝區內於調查期間皆未採獲果實蠅。

Fig. 8. The results of the survey of toxicant-added ME traps in the Dacun Township sample area (pest-free greenhouse) in 2017 and the first half of 2018 (PFG: detection site inside green house; BA: detection site in buffer area; α , β : 2 detection sites outside green house). The fruit flies of the detection sites were detected throughout the year. The hosts (*Garcinia subelliptica*) surrounded the site β , so the fruit flies population was high and persistent at site β . Fruit flies were not detected during the survey period in the pest-free greenhouse and buffer area.



圖九、2017年大村鄉樣區(無果實蠅危害之葡萄溫室)內酵母球誘引器調查結果(PFG：溫室內偵測點； α 、 β ：溫室外偵測點；BA：緩衝區內偵測點)。由 β 點調查可得知，該樣區於溫室葡萄產期(1~5月)為果實蠅疫區。調查期間於溫室、緩衝區內皆未採獲果實蠅。 α 點於調查期間亦未偵測到果實蠅，可能是因位於葡萄、紅龍果與蔬菜生產區，周遭偏好寄主較少；但以含毒甲基丁香油誘殺器調查時，於 α 點有偵測到果實蠅(見圖八)。

Fig. 9. Results of the survey of torula yeast/borax solution traps in the sample area of Dacun Township (pest-free greenhouse) in 2017 (PFG: detection site inside green house; BA: detection site in buffer area; α , β : 2 detection sites outside green house). It can be known from the site β survey that the sample site was in a fruit flies epidemic area during the grape production period (January-May). Fruit flies were not detected in the pest-free greenhouse or buffer area during the survey. There was no fruit flies detected at site α during the survey, probably due to the fact that it was located in the grapes, red dragon fruits and vegetables production area, and there were fewer preferred hosts around it; and when it was surveyed by the methyl eugenol traps, fruit flies were detected at the site α (see Fig. 8).



圖十、2018 年大村鄉樣區(無果實蠅危害之葡萄溫室)內酵母球誘引器調查結果(PFG：溫室內偵測點；α、β：溫室外偵測點；BA：緩衝區內偵測點)。由 α、β 點調查可得知，該樣區於溫室葡萄產期(1~6 月)為果實蠅疫區。調查期間於溫室、緩衝區內皆未採獲果實蠅。

Fig. 10. Results of the survey of torula yeast/borax solution traps in the Dacun Township sample area (pest-free greenhouse) in 2018. It can be known from the survey of the site α and β that the sample area were in fruit fly epidemic area during the grapes production period (January-June). Fruit flies were not detected in the pest-free greenhouse or buffer area during the survey period.

三、溫室內葡萄果串之被害率調查

本研究於2015~2018年連續四年進行了溫室葡萄果串受害率調查，共兩個樣區(溪湖、大村)，總共調查了2,270串次，皆未發現果實蠅的確實危害。

表一、溫室葡萄受果實蠅之危害率

Table 1. The injury rate by fruit fly on greenhouse grapes

Location	Xihu		Dacun		
	Year	No. of surveyed bunches	Rate of injury (%)	No. of surveyed bunches	Rate of injury (%)
	2015	415	0	-	-
	2016	315	0	-	-
	2017	560	0	180	0
	2018	560	0	240	0

國內關於果實蠅對田間葡萄的偏好性與危害情形仍缺乏完整研究，僅朱與童於1996年針對東方果實蠅是否會危害葡萄果實進行試驗⁽²⁾。該研究文末提及於葡萄園中曾進行為期一年之果串抽檢，並未發現東方果實蠅的危害，但未能提供詳細方法與數據⁽²⁾。本研究調查結果

和朱與童⁽²⁾所提供的資訊相符。朱與童的研究於室內試驗中，東方果實蠅可產卵於落花60天後之完整果實並完成生活史，其產卵率、產卵量與羽化率隨落花後日數而增加；若受試果上具傷口，則可產卵於落花後40天之果實，但生活史無法完成⁽²⁾。研究指出，果實蠅幼蟲經人工接卵於葡萄果粒中生長時，其存活率和羽化率均低，成蟲體型也明顯較小，顯示葡萄並非果實蠅適合之寄主⁽²⁾。而黃⁽⁸⁾和任等⁽³⁾的報告亦顯示果實蠅對葡萄的產卵意願偏低，本研究為期四年，調查總數達2,270串次，都沒有發現果實蠅產卵危害，與前述相關研究結果相符。

結論與建議

由研究結果得知，以目前慣行溫室之硬體與操作模式生產葡萄，無法有效阻隔果實蠅入侵溫室。然而，若以16目以上之防蟲網搭建溫室，隨時確保溫室結構之完整、密閉性(尤其在掀塑膠布操作時，應確保防蟲網維持密合)，搭配非同向雙層門與長距離緩衝區(本試驗設計為10 m)，並於操作時遵守出入口密閉規範，則可完全阻隔果實蠅入侵溫室之內，維持溫室的非疫狀態。此外，本研究連續四年、共調查2,270串次果串之結果，並未在田間溫室發現果實蠅危害溫室葡萄的案例。本研究結果顯示，在硬體、操作模式符合條件的狀態下，溫室確實具有生產無果實蠅危害鮮食葡萄的潛力。

誌 謝

本研究係執行農委會補助「評估與建立非疫生產點之外銷溫室葡萄標準生產作業流程」計畫(農科-8.6.1-中-D1)之研發成果。感謝本場吳世偉先生、陳重里先生於試驗期間協助進行調查與採樣，感謝溪湖鎮農會巫松源先生協助洽詢試驗田與合作農友，以及溪湖鎮李姓農友提供溫室配合試驗與調查。

參考文獻

1. 朱耀沂、陳建志 1985 東方果實蠅之非栽培性寄主植物誌 臺灣大學植物病蟲害學刊 12: 63-77。
2. 朱耀沂、童智虹 1996 東方果實蠅危害葡萄果實可能性之室內試驗 植物保護學會會刊 38: 49-57。
3. 任荔荔、祁力言、蔣巧根 2008 植物果實、顏色和形狀對橘小實蠅產卵選擇的影響 昆蟲知識 45(4): 595。
4. 吳蘭林 1977 葡萄害蟲調查報告 植物保護學會會刊 19: 78-100。
5. 洪玉泉、陳弘毅、林志祥、陳素琴 2004 外銷鮮果檢疫處理技術研發 動植物防疫檢疫季刊 1: 26-30。
6. 章加寶 2004 葡萄主要害蟲之生態及其綜合管理 葡萄栽培技術研討會專集—特刊 67: 155-168。

7. 莊益源 2006 認識瓜實蠅及東方果實蠅與田間綜合防治 豐年 56(8): 49-52。
8. 黃月英 2006 福建省實蠅種類監測和寄主初步調查 亞熱帶農業研究 2(1): 49-52。
9. 詹光榮 2004 輸日葡萄實務與展望 葡萄栽培技術研討會專集 p.181-184。
10. 劉玉章 1981 台灣東方果實蠅之研究 興大昆蟲學會會報 16: 9-26。
11. 劉玉章 2003 東方果實蠅 植物保護圖鑑系列9-柑橘保護(上冊) p.82-88。
12. IPPC. 1999. ISPM No. 10 Requirements for the establishment of pest free places of production and pest free production sites. IPPC. 1999.
13. IPPC. 2008. ISPM No. 30 Establishment of areas of low pest prevalence for fruit flies (Tephritidae). IPPC. 2008.

Exploring the Feasibility of Producing Fruit Fly-free Grapes by Greenhouse¹

Yi-Chih Yu², Da-Yuan Lin² and Kuei-Fang Pai³

ABSTRACT

The oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, is a highly polyphagous insect, which is an important international quarantine pest and injure a variety of fruits. Taiwan is a *B. dorsalis* epidemic area. Because of the damage risk of fruit flies, grapes produced in Taiwan require quarantine treatment before exporting to Japan and other pest-free countries, which reduces the value of commodities and market competitiveness. In order to understand the potential of fruit fly-free grapes production in greenhouse, this study conducted a four-year survey on the occurrence of fruit flies in the traditional grape greenhouse in Xihu Town, Changhua County in 2015-2018. It was found that due to poor design of the traditional greenhouse, poor maintenance, and lack of prevention concept, the traditional greenhouse production mode could not effectively block the invasion of fruit flies. However, the 2017-2018 trials in DaCun Township, Changhua County showed that if the integrity of the greenhouse pest-control measures are maintained, non-codirectional double-doors and long-distance buffer area are set along with correct operation, the grape greenhouse could block the invasion of fruit flies completely and achieve pest-free production. In addition, a survey with 2,270 samples of greenhouse grapes was conducted in 2015-2018, and there was no fruit fly lays eggs observed in the grape greenhouse.

Key words: Pest-free production, grape, fruit fly, greenhouse

¹Contribution No. 0945 from Taichung DARES, COA.

²Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

³Researcher and Chief of Crop Environment Section 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，則加逗點，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: Harts, 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：—(—) 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、℃、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。必要時可再外審，且本刊有刪改權。“完全定稿”後送請排版(排版後不接受大幅度修改)。
- 十六、作者“自行、完全”負責格式及內容之校對。
- 十七、其他未盡事項，得經場長核定後，隨時補充修正之。

BULLETIN OF TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION STATION

Publisher

H. S. Lin

Editorial Board

C. H. Chao	M. C. Hong	J. L. Yang
K. F. Pai	C. H. Hsiao	Y. H. Chen
Y. S. Tien	H. Y. Yang	H. C. Chang
	S. F. Chen	

書名：行政院農業委員會臺中區農業改良場研究彙報(第 140 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：林學詩

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、楊宏瑛、陳裕星、田雲生、陳世芳、張惠真

出版年月：107 年 9 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

產脲節桿菌株TC4-1C分解羽毛特性
及促進青花菜生長之研究

**Research on Feather-hydrolyzing Characteristics
of *Arthrobacter ureafaciens* TC4-1C and
Application in Promoting Broccoli Growth**

曾宥紘、郭雅紋、陳鴻堂、林欣余

You-Hong Zeng, Ya-Wen Kuo, Hong-Tang Chen and Hsin-Yu Lin

抽印自臺中區農業改良場研究彙報 140: 1~11 (2018)
行政院農業委員會臺中區農業改良場

農場見習訓練對學員投入農業經營之影響
Study the Effect of Farm Internship on Trainees

陳蓓真、陳世芳

Pei-Jen Chen and Shih-Fang Chen

抽印自臺中區農業改良場研究彙報 140: 13~26 (2018)

行政院農業委員會臺中區農業改良場

運用層級分析探討
番石榴產銷班關鍵成功因素之研究
**Using AHP to Explore the Key Success Factor of
Taiwan Guava Production and Marketing Group**

吳建銘、林勇信、陳勵勤
Chien-Min Wu, Yung-Hsin Lin and Lin-Chin Chen

抽印自臺中區農業改良場研究彙報 140: 27~40 (2018)
行政院農業委員會臺中區農業改良場

以分子標誌篩選抗黃化捲葉病之番茄種原
**Molecular Screening on Tomato Germplasm for
Tomato Yellow Leaf Curl Virus Resistance**

吳靜霞、賴佳甫、林煜恒

Ching-Hsia Wu, Jia-Fu Lai and Yu-Heng Lin

抽印自臺中區農業改良場研究彙報 140: 41~54 (2018)

行政院農業委員會臺中區農業改良場

小麥種子穗上發芽對製粉品質之影響
**Effect of Pre-harvest Sprouting on Flour Quality
of Wheat Seeds**

楊金英、林訓仕
Jin-Ying Yang and Hsun-Shih Lin

抽印自臺中區農業改良場研究彙報 140: 55~65 (2018)
行政院農業委員會臺中區農業改良場

評估鮮食葡萄應用溫室栽培建立無東方果實蠅
(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))危害生產之可行性

**Exploring the Feasibility of Producing Fruit
Fly-free Grapes by Greenhouse**

于逸知、林大淵、白桂芳

Yi-Chih Yu, Da-Yuan Lin and Kuei-Fang Pai

抽印自臺中區農業改良場研究彙報 140: 67~80 (2018)

行政院農業委員會臺中區農業改良場

ISSN 0255-5905



行政院農業委員會臺中區農業改良場

研究彙報

第 140 期

中華民國 107 年 9 月

目 次

- 產脈節桿菌株TC4-1C分解羽毛特性及促進青花菜生長之研究 曾宥紘、郭雅紋、陳鴻堂、林欣余...1
- 農場見習訓練對學員投入農業經營之影響 陳蓓真、陳世芳...13
- 運用層級分析探討番石榴產銷班關鍵成功因素之研究 吳建銘、林勇信、陳勵勤...27
- 以分子標誌篩選抗黃化捲葉病之番茄種原 吳靜霞、賴佳甫、林煜恒...41
- 小麥種子穗上發芽對製粉品質之影響 楊金英、林訓仕...55
- 評估鮮食葡萄應用溫室栽培建立無東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))
危害生產之可行性 于逸知、林大淵、白桂芳...67

行政院農業委員會臺中區農業改良場 編印
彰化縣 大村鄉



BULLETIN OF TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION STATION

No. 140

SEPTEMBER 2018

CONTENTS

- Research on Feather-hydrolyzing Characteristics of *Arthrobacter ureafaciens*
TC4-1C and Application in Promoting Broccoli Growth.....
..... You-Hong Zeng, Ya-Wen Kuo, Hong-Tang Chen and Hsin-Yu Lin... 1
- Study the Effect of Farm Internship on Trainees.....
..... Pei-Jen Chen and Shih-Fang Chen... 13
- Using AHP to Explore the Key Success Factor of Taiwan Guava Production and
Marketing Groups..... Chien-Min Wu, Yung-Hsin Lin and Lin-Chin Chen ... 27
- Molecular Screening on Tomato Germplasm for Tomato Yellow Leaf Curl Virus
Resistance..... Ching-Hsia Wu, Jia-Fu Lai and Yu-Heng Lin... 41
- Effect of Pre-harvest Sprouting on Flour Quality of Wheat Seeds.....
..... Jin-Ying Yang and Hsun-Shih Lin... 55
- Exploring the Feasibility of Producing Fruit Fly-free Grapes by Greenhouse.....
..... Yi-Chih Yu, Da-Yuan Lin and Kuei-Fang Pai... 67
-

TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND
EXTENSION STATION

Tatsuen Hsiang, Changhua, Taiwan, Republic of China

ISSN: 0255-5905

GPN: 2006500018

定價:新臺幣 100 元