

水稻苗栗 1 號及苗栗 2 號之育成經過及推廣

林妤姍¹、吳岱融¹、王仁助²、張素貞^{1*}

摘 要

苗栗區水稻品種研發在 1998~2014 年間，進行項目有水稻品種研發及育種技術之開發等。先後於 2009 年及 2011 年育成水稻苗栗 1 號及苗栗 2 號，並於 2012 年及 2013 年分別成功技轉給苗栗縣有機農業產銷合作社及苗栗縣苗栗市農會。水稻「苗栗 1 號」來自臺梗六號及 Nortai 兩品種的雜交後裔，特性為植株矮、穀粒小，不易倒伏，脫粒率中等；氮肥需求低，每公頃僅需施用 80~120 公斤氮素；適合釀酒加工，所製成之清酒類似日本關東地區所製的清酒，屬淡麗口味。水稻「苗栗 2 號」具有株型良好，比臺梗 9 號矮且早熟約 1~2 天；米飯食味與臺梗 9 號相當外，還有飯質較軟的優點；另具抗縐葉枯病特性；稻穀產量方面西部地區則均表現較高產，而東部地區產量較低，北部地區第 1、2 期作表現極佳，增產率分別高出 3.2 及 18.8%。

關鍵字：水稻、育種、特殊用途

一、前言

苗栗地區水稻栽種面積依 2013 年農業統計年報為 11,415 公頃（第 1 期作 6,349 公頃、第 2 期作 5,066 公頃，行政農業委員會，2014），主要栽培品種為台南 11 號、台梗 14 號、台中 192 號等（呂等，2007），鮮少有本場育成水稻新品種的種值。此乃因場水稻育種研究始於 1998 年，若依正規育種程序一個自交作物新品種的誕生，需從種原蒐集、雜交、後裔分離選拔、產量比較試驗、區域試驗及特性檢定

等評估，才可能推出一個產量穩定及質優等特性的新品種，所需時間可長達 10 年以上（湯，1955），因此本場歷經 12 年首先於 2009 年正式推出適合釀酒水稻苗栗 1 號（吳等，2013），與理論育種所需時間相近。爾後為因應氣候變遷衝擊（Kondo and Lur, 2009; Lur *et al.*, 2009）及在轄區內農民對本場推出適合苗栗地區的水稻品種之殷切期盼下，於 2011 年再推出水稻苗栗 2 號。自推出至目前累計種植面積為

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 ² 國軍退除役官兵輔導委員會武陵農場

* 論文聯繫人：sujein@mdais.gov.tw

苗栗 1 號 5 公頃及苗栗 2 號 30 公頃，試種區域曾遠達台東縣東河鄉蘭都

社區及彰化縣竹塘鄉。

二、水稻品種改良

苗栗區農業改良場在 1998 年（民國 87 年）開始水稻品種改良的研發，至 2000 年間建立水稻研發平台軟硬體設施，2001 年至 2002 年間進行種原蒐集，於 2002 年面臨臺灣加入世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO) 的衝擊，研擬品種改良目標時，首先訂在特殊用途之品種及利用水稻多樣性配合其他產業的發展，如適合釀酒及稻田彩繪等品種之育成，以因應加入 WTO 菸酒開放後之釀酒原料需求或農業產業六級化升級。2007 年，在全球暖化問題浮現之際，將因應氣候變遷如適合低日照品種之育成、耐逆境特性等納入目標，並與臺中區農業改良場等試驗改良場所合作進行相關育種或特性的檢定試驗。

首先於 1998 年利用 Nortai、臺梗 6 號、越光、臺中秈 3 號等搜集的種原品種進行單交或多交之雜交，分於 2004 年~2014 年提出 MY-91-13(品系名稱苗育 -91-13，命名正式名稱苗栗 1 號)、MY-94-97(苗栗 2 號)、MY-97-158、MY-96-165、MY-97-170、MY-100-202 等品系參加區域試驗，各品系在不同育種階段中表現如下：

2007 年 1 期作參加稻熱病並圃檢定共 5 個品系，依據國際稻熱病圃 (International Rice Blast Nursery, IRBN, IRRI, 2002) 調查結果如表 1，其中 MY-95-157 及 MY-95-161 分屬中抗及抗級，其餘參試品系則屬中感級或感級。由水稻高級產量試驗及育種材料選拔，MY-94-97 等 4 個品系，為本場參加 2008 年特性檢定之參試品系；由系統育種材料中選出 90 個系統，為 2008 年旱田稻熱病檢定之材料。

2009 年進行雜交組合 IRBB7/TK9、IR1552//Molokosi/Hill padi2、(WE277/TNG71)// (TNSY2414/WE277)///Tulsinanisar、Molokosi/Hill padi2//WE277 等 25 個。由雜交後裔選出較優品系，進行稻熱病旱田病圃檢定，2009 年第 1 期作 60 個品系，第 2 期作 45 個品系。檢定結果分抗、中抗、中感、感、極感 (R, MR, MS, S, HS)，第 1 期作與第 2 期作總合分別為 22、55、23、8、及 7 個品系，其中以中抗級居多，約為 52.3%。高級產量比較試驗參試品系中，MY-97-169、MY-97-170、MY-97-171 之穗稻熱病為 MS~HS 等

表 1. 2007 年水稻高級試驗以上品種(系)抗稻熱病檢定結果

品種(系)名稱	葉 稻 熱 病							
	水 田 式 病 圃				旱田式病圃			
	I *	II	最高 級數	反 應	I	II	最高 級數	反 應
MY-94-97 (ML2)	9	9	9	HS	9	9	9	HS
MY -95-157	1	1	1	R	2	2	2	R
MY -95-158	7	6	7	S	9	7	9	HS
MY -95-160	5	5	5	MR	5	4	5	MR
MY -95-161	1	1	1	R	1	1	1	R
WE277-1	8	9	9	HS	9	9	9	HS

* 本試驗由農業試驗所嘉義試驗分所農藝系完成

表 2. 2010 年第 1 期作水稻新品系高級產量比較試驗之成績

Test lines	Grain yield (Kg/ha)	Bulk weight (g/L)	Crude protein (%)	Amylose content (%)	Panel value **
MY-97-169	6178 ± 314 ^{a*}	568.5 ± 3.1 ^b	4.8 ± 0.10 ^{cd}	18.3 ± 0.1 ^{bc}	82.5 ± 0.5 ^a
MY-97-167	4795 ± 108 ^c	599.7 ± 2.2 ^a	5.90 ± 0.00 ^b	18.2 ± 0.1 ^c	76.0 ± 0.0 ^c
MY-97-168	5661 ± 99 ^b	549.2 ± 2.9 ^c	5.35 ± 0.15 ^c	18.0 ± 0.0 ^d	80.0 ± 1.0 ^b
MY-97-170	5059 ± 139 ^c	585.3 ± 0.8 ^b	4.65 ± 0.05 ^c	18.6 ± 0.0 ^a	83.5 ± 0.5 ^a
MY-97-172	5567 ± 350 ^b	551.0 ± 6.7 ^c	7.90 ± 0.00 ^a	18.6 ± 0.0 ^a	65.5 ± 0.5 ^d
TK6(CK)	6011 ± 191 ^a	599.2 ± 4.1 ^a	4.95 ± 0.05 ^d	18.4 ± 0.1 ^b	82.0 ± 0.0 ^a

*The same letter in the column means there is no significant difference between them with $P \leq 0.05$.

**The panel value was detected by AN700 (Kett).

級，其餘檢定結果均為中抗級以上。進入 2010 年高級產量比較試驗，參試 5 個水稻新品系及對照品種之稻穀產量、容重量、及稻米品質指標（粗蛋白質含量、直鍊澱粉含量及食味值）表現如表 2。稻穀產量在 4795 ~ 6178 kg/ha、容重量為 551 ~ 599 g/L、及稻米品質指標之粗蛋白質含量 4.65% ~ 7.90%、直鍊澱粉含量 18.0~18.6% 及食味值 65.5~83.5%，若產量因素不列入考量時，以 MY-97-170 表現最佳，容重量為 585 g/L、粗蛋白質含量 4.65%、直鍊澱粉含量 18.6% 及食味值 83.5，惟該品系植株高較高達 115 cm，栽培時應減少節間伸長期之氮素用量。

水稻「苗栗 1 號」為本場水稻研究團隊歷經 12 年所選育出的新品種，於 2009 年 6 月 22 日下午舉開命名審查會議，邀請水稻及育種學者專家朱鈞教授、高景輝教授、鄔宏潘教授、故李成章教授（李等，2011）、陳宗禮教授等為審查委員，順利獲得命名審查委員全數通過。該品種之來自臺梗六號（鄭等，1996）及 Nortai (Johnston *et al.*, 1977) 兩品種的雜交後裔，特性為植株矮、穀粒小，不易倒伏，脫粒率中等；氮肥需求低，每公頃僅需施用 80~120 公斤氮素；適合釀酒加工，所製成之清酒類似日本關東地區所製的清酒，屬淡麗口味。其缺點為產量較低且較不穩定；對病

蟲害的抵抗性不佳，栽培時宜多加注意。但因該品種氮肥需求較低，所以種植期間若氮肥過高，葉色呈濃綠，易導致病蟲害之發生，在此種情況下可增加 10% 鉀肥的施用。該品種第 1、2 期作產量表現雖較臺梗 9 號低產，但第 1 期作在彰化縣及屏東縣試種結果，產量每公頃仍可達 5 公噸以上（表 3），所以栽種時應慎選地點種植。另因本品種的早期世代是於 4 月種植條件下選育，所以適合草莓及馬鈴薯等栽植田，於該等作物收穫後種植此新品種。以旱作與稻作交互種植模式，有助於農田地力均一與生態平衡，同時增加臺灣酒類原料多樣化的發展。

水稻「苗栗 2 號」為本場水稻研究團隊歷經 10 年所選育出的新品種，於 2011 年 12 月 8 日邀請水稻及育種學者專家朱鈞教授、高景輝教授、前場長盧煌勝博士、陳宗禮教授等與良質米團隊召集人張致盛場長為審查委員，舉開水稻新品系 MY-94-97 號命名審查會議。該品種具有株型良好，比臺梗 9 號矮且早熟約 1~2 天；米飯食味與臺梗 9 號相當外，還有飯質較軟的優點；另具抗縞葉枯病特性；稻穀產量方面西部地區則均表現較高產，而東部地區產量較低，北部地區第 1、2 期作表現極佳，增產率分別高出 3.2 及 18.8%（表 4）。推廣計畫以西部臺梗 9 號主要栽培區域為優先，讓稻農有多品種的選擇機會。水稻苗

表 3. 水稻品種苗栗 1 號農藝特性及稻穀產量

育種經過及特性		苗栗 1 號		臺梗 6 號(對照)	
育成經過	親本(♀×♂)	Nortai/臺梗 6 號		嘉農系比 702361 號/嘉農育 263 號	
	雜交年代	1999 年 I 期作		1991 年 I 期作	
期作別		I	II	I	II
成熟期	株高(公分)	90.3	90.8	93.8	93.3
	穗數	16.7	13.8	12.3	12.7
插秧至成熟日數(天)		131	112	142	121
抗蟲性	白背飛蟲	感		中抗	
耐寒性		中抗	感	抗	中感
千粒重(g)		21.3	21.9	26.1	24.2
高級試驗成績	公頃穀產量(kg)	6300	5393	6117	5340
	指數(%)	103.0	101.1	100.0	100.0
區域試驗成績	公頃穀產量(kg)	4674	4245	5591	5170
	指數(%)	83.6	82.1	100.0	100.0

表 4. 水稻品種苗栗 2 號農藝特性及稻穀產量

育種經過及特性		苗栗 2 號		臺梗 9 號(對照品種)	
育成經過	親本(♀×♂)	越光//臺中秈 3 號/臺梗育 47359 號		北陸 100 號/臺農秈育 2414 號	
	雜交年代	2002 年 I 期作		1981 年 II 期作	
期作別		I	II	I	II
成熟期	株高(cm)	94.1	96.2	96.7	96.9
	穗數	15.6	12.0	15.9	12.1
稻穀產量 (kg/ha) ¹		4026	3903	3903	2536
產量指數 (%)		103.2	118.8	100.0	100.0
千粒重 (g)		24.8	24.0	25.0	24.2
縐葉枯病		中抗 ²		中感	

¹ 北部地區區域試驗產量表現在桃園區農業改良場進行試驗。² 本檢定結果由高雄區農業改良場提供。

栗 1 號品種適合苗栗地區栽種，田間倒伏性檢定均為直立，能抵抗季風侵襲。白米心白、吸水性表現符合育種目標，可製成淡麗辛口之清酒。苗栗 2 號品種最大優點為煮成飯米質”軟 Q”，適合飯糰及壽司米點製作，迎合銀髮族群的口味。經在苗栗地區試種 3 公頃，收穫稻穀產量平均達每公頃 6,000 公斤以上，2012 年第 2 期作栽種面積約有 5 公頃，2013 年第 1 期作增加至 15 公頃以上，至 2014 年累計約達 30

公頃。

水稻苗栗 1 號及苗栗 2 號在命名通過後，積極進行試種推廣及技術移轉等。試作推廣區域曾達到臺東縣都蘭（苗栗 1 號）及彰化縣竹塘鄉（苗栗 2 號）等地；非專屬技術移轉分別以「水稻品種苗栗 1 號稻種繁殖技術」（2012 年）及「水稻苗栗 2 號健康稻種繁殖技術」（2013 年）成功移轉給苗栗縣有機農業生產合作社及苗栗縣苗栗市農會，移轉金分為 8 萬及 11.5 萬元。

三、水稻育種技術之開發

歷經臺灣水稻生產面臨加入 WTO 及氣候變遷等問題的衝擊（2001~2014 年），本場水稻育種採藍海策略，育種目標與其他試驗場所有所區分，如早在 1998 年即積極建立品種多樣化，釀酒及耐淹、抗白葉枯病等育種篩選技術。

釀酒技術篩選方面，以新品系 80% 精米率之白米吸水性為評估標準（前種及小林，2000），測試方法為參試品系秤約 10 g，記錄其重量，將樣品放入 20 mesh 細尼龍袋 15 °C 水浴 20 分鐘。取出尼龍布袋後以 3000 Xg 離心，再秤其重量差。有此技術篩選出 MY-91-13(ML1) 及 MY-91-23 兩品系吸水性較高，MY-91-13 為 19.59 %，較對照品種吉野 1 號 19.04% 高出 0.5%。

耐淹性篩選技術方面，水稻為

世界主要的糧食作物，在氣候變遷之下稻米生產面臨溫度及雨量劇變情境下，栽培品種對逆境改良研究著實重要。本研究為建立淹水逆境品種改良篩選體系，依水稻分蘗階段的不同分為分蘗初期、分蘗中期以及分蘗盛期 3 個階段分別進行淹水試驗，參試品種（系）為耐淹品系 IR64-Sub1(Septiningsih *et al.*, 2008)、台中秈 10 號(Taichung 10, TCS10)、台中秈 17 號(Taichung Sen 17, TCS17) 或 台梗 9 號(Taikeng 9, TK9)。耐淹處理分為 7 天與 14 天兩種，評估淹水反應的性狀為株高及分蘗數，並將數據換算成相對生長速率(%) 或恢復相對生長速率，其計算方式分為：試驗前後變化量 / 試驗前初始值 *100% 及淹水與恢復後生長量變化量 / 淹

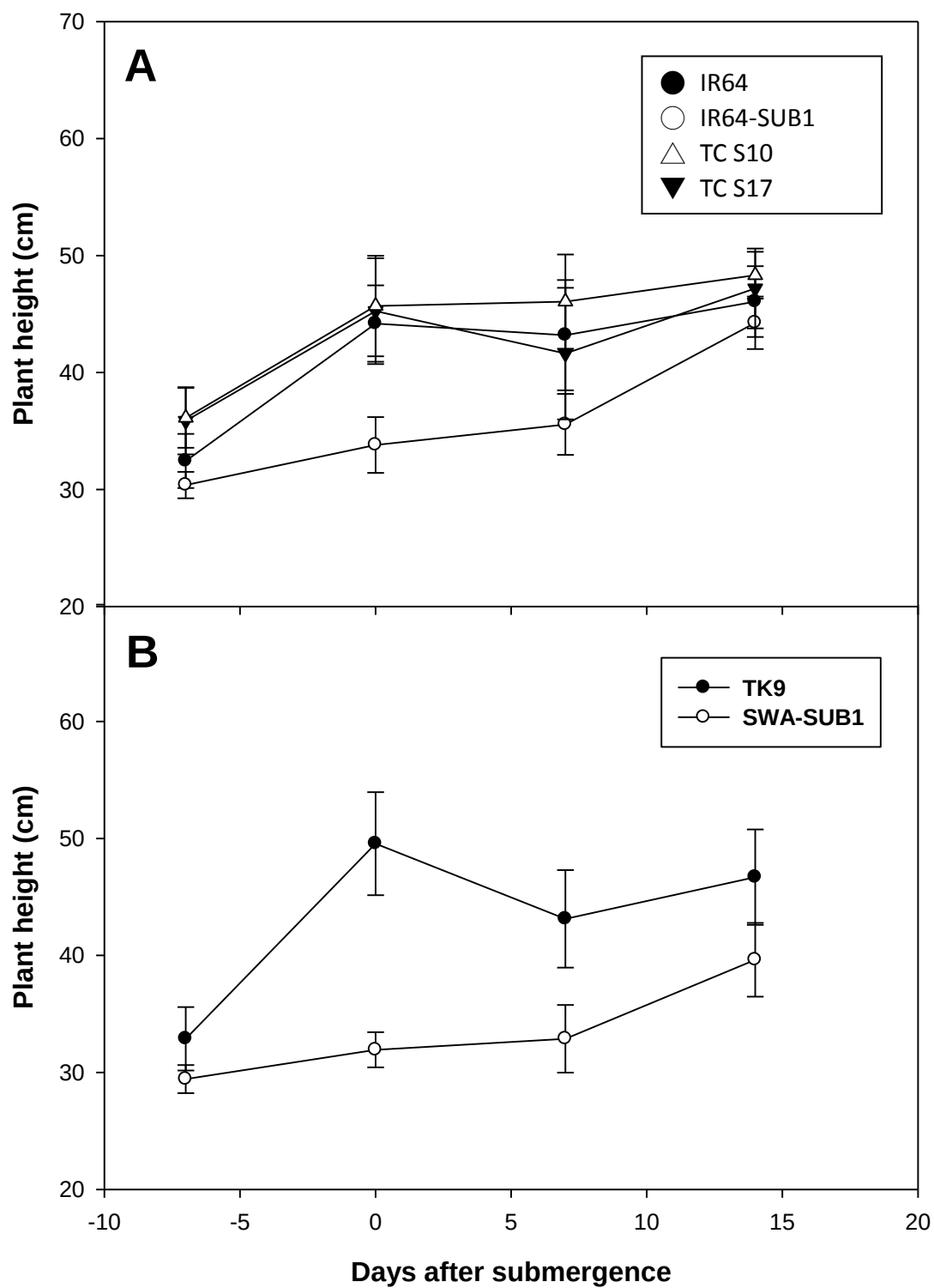


圖1.水稻分蘖初期淹水處理後的株高生長情形的比較。A:籼型稻，B:粳型稻。

水後值 *100% 衍生指標等，期建立臺灣水稻耐淹評估指標與篩選之體系。由不同分蘖階段以分蘖初期進行淹水處理 14 天篩選耐淹品種最佳，評估指標以水稻株高淹水前後相對生長速率 (%) 及恢復相對生長速率最能表現出耐淹的潛能。由圖 1 明顯比較出耐淹品系 IR64-SUB1 及 SWA-SUB1 在淹水期間生長率緩慢，相對生長速率為 8.5~14%，不耐淹品種則在 22~50% 之間。進而以水稻研習國際稻米研究分子生物暨遺傳育種專家 Dr. Micheal Thomson 所提供分子標識引子比較本場主要水稻雜交親本差異性，發現惟 RM23887 分子標識可區分之 (圖 2)。

抗白葉枯病篩選策略方面，水稻白葉枯病為世界水稻生產地區

主要病害，由病原細菌黃單孢桿菌 *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama) 所引起，雖然目前有藥劑防治，但仍以育成抗病品種為最佳防治策略。本研究為良質米研究團隊合作計畫，與中興大學、農業試驗所與台中區農業改良場等共同合作，目的在選出適合臺灣的抗病水稻品種 (系)。由農業試驗所提供病原菌株 XE2(苗栗)、XF115 (台中) 及 XF89b3 種於水稻之分蘖盛期接種至國際稻米研究所種原中心提供之水稻抗白葉枯病近同源系。對 3 種菌株皆具抗性者 (< 3 cm) 為 IRBB4、IRBB5、IRBB7、IRBB21 等，顯示抗病基因 *xa5*、*Xa4*、*Xa7* 及 *Xa21* 等對臺灣現行菌株具抵抗性，而具 3 個基因堆疊之品系表現更佳 (表 5)。

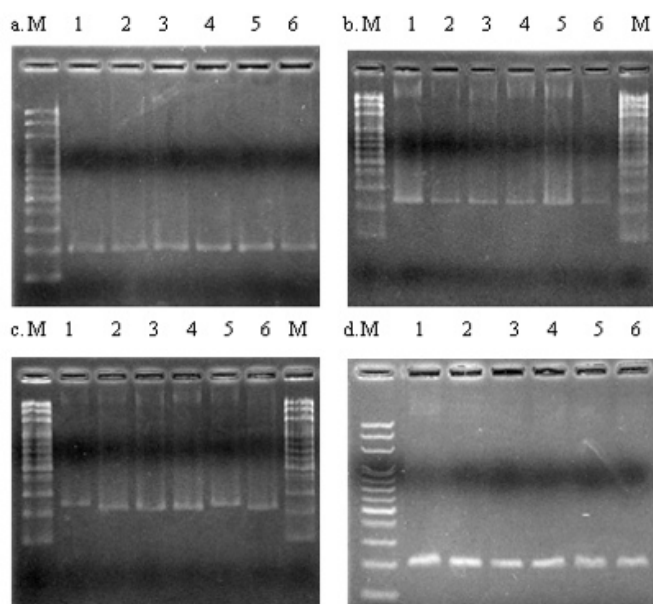


圖2.利用水稻研習國際稻米研究分子生物暨遺傳育種專家 Dr. Micheal Thomson 所提供分子標識引子區分本場主要雜交親本差異性。檢驗品種系，1：ML-GR-157、2：TCS10、3：TK14、4：IRBB7、5：ML-G-153、6：TK9；分子標識引子，a=RM8300, b：GnS2, c：RM23887, d：SC3, M：標準分子量。

表5.國際稻米研究所種原中心提供之水稻抗白葉枯病近同源系2012年進行臺灣白葉枯病病株接種之病斑調查之結果

Line	<i>Xa gene</i>	XF89b	XF111	XE2
IRBB 1	<i>Xa1</i>	6.1 ± 1.6	13.3± 0.9	14.5 ± 1.2
IRBB 2	<i>Xa2</i>	8.4 ± 4.1	10.2± 1.6	16.0 ± 2.5
IRBB 3	<i>Xa3</i>	9.1 ± 2.7	15.1± 1.6	9.1 ± 0.8
IRBB 4	<i>Xa4</i>	2.6 ± 0.6	4.2± 1.1	4.7 ± 1.0
IRBB 5	<i>xa5</i>	1.6 ± 0.9	1.4± 0.4	3.7 ± 2.1
IRBB 7	<i>Xa7</i>	0.6 ± 0.4	1.5± 1.5	1.4 ± 0.4
IRBB 8	<i>xa8</i>	4.4 ± 0.8	6.4± 1.8	7.5 ± 2.0
IRBB10	<i>Xa10</i>	5.4 ± 0.9	20.0± 2.1	15.2 ± 0.5
IRBB11	<i>Xa11</i>	5.6 ± 1.4	12.4± 3.4	12.6 ± 2.9
IRBB13	<i>xa13</i>	9.3 ± 0.6	11.3± 1.9	11.8 ± 1.2
IRBB14	<i>Xa14</i>	7.0 ± 0.6	18.1± 0.6	13.9 ± 0.9
IRBB21	<i>Xa21</i>	2.0 ± 0.8	2.7± 0.8	1.7 ± 0.2
IRBB54	<i>xa5+Xa21</i>	1.5 ± 0.3	1.9± 0.9	2.1 ± 0.9
IRBB55	<i>xa13+Xa21</i>	1.6 ± 0.4	3.0± 0.9	1.9 ± 0.5
IRBB57	<i>Xa4+xa5+Xa21</i>	2.6 ± 3.1	4.9± 3.9	2.0 ± 3.0
IRBB58	<i>Xa4+xa13+Xa21</i>	1.9 ± 1.1	3.2± 0.2	2.2 ± 0.4
IRBB60	<i>Xa4+xa5+xa13+Xa21</i>	1.1 ± 0.7	1.7± 1.2	0.8 ± 0.3
IRBB61	<i>Xa4+xa5+Xa7</i>	2.1 ± 0.3	5.1± 0.9	1.1 ± 0.3
LSD _{0.05}		2.6	2.8	2.4

五、 結論

本場水稻育種品種研發在1998~2014年間的努力，由無到有，至最近新品種水稻苗栗1號及苗栗2號的推出，實應歸功於歷屆場長故林俊彥先生（逝於2014年3月間）、林信山博士、盧煌勝博士及侯鳳舞博士等之領導與鼓勵，與作物改良課研究團隊的分工合作使能順利完成。在轄區內的稻作資訊服務，以農民需求為優先考量外，也以前瞻遠見規劃環境變遷農業生產應對之策略，如提出氣候變遷苗栗

地區水稻生產應對調整策略，及開發適合逆境水稻品種、栽培調整技術（妥善灌溉管理、水旱田輪作、合理化施肥等）、綜合性的病蟲害管理、水田環境效益評估、及加強米食文化多樣性與宣導，及推動活化休耕水稻單期化政策等，期藉由地區農民配合予鼓勵，將轄區內水稻相關生產結構調整，並落實農業政策的推動；並研發因應環境變遷的水稻品種與栽培技術。

六、誌謝

本研究成果由苗栗區水稻良質米育種及生產技改良(93農科-1.1.1-苗-M1)、苗栗區水稻多用途品種之選育改良(94農科-1.3.1-苗-M1)、適合傳統米果之有色米種原開發與利用(94農科-1.3.1-苗-M2)、苗栗區良質米分子輔助育種及高效栽培之研究(99農科-4.2.1-苗-M1)至水稻面對氣候變遷淹水逆境品種改良與

栽培技術研究(100農科-4.2.1-苗-M2)等計畫經費補助。研發期間由衷感謝劉雲霖先生盡心盡力的協助完成多項試驗外，另謝謝嘉義大學農藝系碩士研究生繆韋瀚、役政署2008年替代役李秉松、2012年葉凱平、2013年許峻銘、游輝璿及本場同仁邱家玉、王雲斌、羅敏華、沈婉庭、彭國璋、羅宇秀等協助。

七、參考文獻

- 王仁助、吳以健、張素貞、盧虎生、侯鳳舞。2013。氣候變遷苗栗地區水稻生產應對調整策略。苗栗區農業改良場研究彙報3：55-62。行政院農業委員會。2014。102年農業統計年報，p. 24。
- 吳岱融、林妤姍、王仁助、劉雲霖、吳添金、邱家玉、許志聖、張素貞。2013 水稻釀酒新品種苗栗1號。苗栗區農業改良場研究彙報3：1-10。
- 呂坤泉、楊嘉凌、許志聖。2007。梗稻品種台中192號之育成 台中區農業改良場研究彙報97：51-70。
- 湯文通。1955。作物育種。臺灣省教育廳編審委員會學。
- 李文權、宋濟民、陳世雄。2011。憶李成章校長。興大校友21：44-50。
- 前種道雅、小林信也。2000。最新日本酒米釀造。養賢堂，東京，日本。
- 楊嘉凌、羅義植。2008。酒米品種心白特性的遺傳。臺中區農業改良場研究彙報99：37-49。
- 鄭明欽、劉瑋婷、林富雄。1996。水稻新品種台梗六號之育成及其特性。花蓮區研究彙報12：1-18。
- International Rice Research Institute (IRRI).** 2002. Standard Evaluation System for Rice. IRRI Press, Los Banos, Laguna, Philippines.
- Johnston, T. H., B. R. Wells, G. E. Templeton, W. F. Faw, and S. E Henry.** 1977. Registration of Nortai rice Reg. No. 39. Crop Sci. 13: 774.
- Kondo, M. and H. S. Lur.** 2009. Current research status of the effects of climate change on rice production in Taiwan. Agric. Hort. 84:36-41.

- Lur, H. S., C. L. Hsu, C. W. Wu, C. Y. Lee, C. L. Lao, Y. C. Wu, S. J. Chang, C. Y. Wang, and M. Kondo.** 2009. Changes in temperature, cultivation timing and grain quality of rice in Taiwan in recent years. *Crop, Environment & Bioinformatics* 6:175-182.
- Septiningsih E. M., A. M. Pamplona, D. L. Sanchez, C. N. Neeraja, G. V. Vergara, S. Heuer, A. M. Ismail, and D. J. Mackill.** 2008. Development of submergence tolerant rice cultivars: The Sub1 locus and beyond. *Ann. Bot.* 103: 151-160.

Development and Extension of Rice Varieties ‘Miaoli No. 1’ and ‘Miaoli No. 2’

Dai-Rong Wu¹, Yu-San Lin¹, Ran-Juh Wang², and Su-Jein Chang^{1*}

Abstract

Research and development of rice was to breed newly varieties for special utility and climate change from 1998 to 2014 in Miaoli district. There were two rice varieties released and named as ‘Miaoli No. 1’ (ML1) in 2009 and ‘Miaoli No. 2’ (ML2) in 2011. The two varieties were successful to be transferred to organic farming cooperatives in Miaoli County and Miaoli City farmers Association in 2012 and 2013, respectively. ML1 is suitable for the rice-wine because the grains showed higher chalkiness and stronger water-absorbing ability. As a result, sake becomes lighter and cleared which is expressed as “tanrei”. In the paddy field, ML1 showed stronger lodging-resistance traits and less nitrogen-fertilizer applications. Whereas, ML1 yield was obviously lower than Tai-keng 8, a check variety. ML2 rice is suitable for the elderly because it cooks softer. ML2 is also good for making dishes such as rice balls, sushi, rice cakes and rice bread. The rice flour of ML2 was added to bread showed more soften taste texture. ML2 also showed stronger lodging-resistance traits and less nitrogen-fertilizer applications. ML2 yield was obviously higher than the regular check variety, Tai-keng 9, 3.2% and 18.8% in the first season crop and the second season crop, respectively. ML1 and ML2 had been technology transferred and commercialized into the market. The products were a rice-wine for ML1 and a package of milled rice and its bread product for ML2. In the future, the value-added products of ML1 and ML2 will be developed and processed, step by step.

Keyword: Rice, Breeding, Special utility

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R.O.C.

² Wuling Farm, Council of Veterans Affairs. , Executive Yuan, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author: sujein@mdais.gov.tw

桑椹新品種－‘苗栗 1 號’及‘苗栗 2 號’

張雅玲^{1*}、張哲嘉²、王仁助³、劉雲聰¹

摘 要

為解決桑椹產期集中及栽培品系選擇性少等問題，本研究利用本場所保存之桑椹品系，以自然雜交授粉方式，選出具有優良特性的實生苗品系，並進行觀察選育工作，分別於2007年及2011年完成品種權申請，命名為桑椹‘苗栗 1 號’（商品名為紫蜜，品種權字第 A00532 號）及‘苗栗 2 號’（品種權字第 A01239 號）。此兩種品種具備果實大、高甜度及低酸度等果實品質特性，可與一般栽培品種（系）區別，並富含酚類化合物。其中‘苗栗 2 號’為早熟品種，果實可提早供給消費市場，分散桑椹產期並延長供應時間。利用無性繁殖法產生之子代之間，可穩定保有與母株相同之生育特性，且個體間的表現也一致，因而符合新植物品種權之申請要件。

關鍵字：桑椹、植物品種權、果實品質、早熟

一、前言

桑 (mulberry) 為桑科 (Moraceae) 桑屬 (*Morus* sp.) 落葉性喬木，生長勢強健且栽培管理容易，因而廣泛分布種植，主要產區為溫帶及亞熱帶 (Srivastava *et al.*, 2006)。桑樹幼年期生長快速，隨著成長而降低生長速度，一般高度不超過 10 至 15 公尺 (Pawlowska *et al.*, 2008)。桑樹多為雌雄異株，少數為雌雄同株，果實為複果 (multiple fruit)，果實成熟時因品種不同，轉變為黑色、紅色及

白色等果皮色澤 (Gerasopoulos and Stavroulakis, 1997; Oki *et al.*, 2006)。

桑含有多種機能性成分，其中總酚含量相當高，主要是由花青素 (anthocyanins)，蘆丁 (rutin) 和綠原酸 (chlorogenic acid) 組成 (Isabelle *et al.*, 2008)，亦含有類黃酮 (flavonoids) (Zhishen *et al.*, 1999; Bae *et al.*, 2007)、1-脫氧氮雜-D-葡萄糖 (1-deoxynojirimycin,

¹行政院農業委員會苗栗區農業改良場 ²國立中興大學園藝系 ³國軍退除役官兵輔導委員會武陵農場

* 論文聯繫人：ylchang@mdais.gov.tw

1-DNJ) (Wang and Hu, 2011; Vichasilp *et al.*, 2012)、白藜蘆醇(resveratrol)、槲皮酮(quercetin)及 γ -胺基丁酸(γ -amino butyric acid, GABA) (Song *et al.*, 2009; Han *et al.*, 2012)等成分,具有抗高血糖、抗氧化、去致突變、抗癌及其他保健等功效(Oki *et al.*, 2006; Wang and Hu, 2011)。果實的利用方式兼具鮮食及製成加工產品,應用方式相當廣泛(圖1)。

臺灣地區皆適合桑樹栽培,以

雲林、嘉義及台南栽培為主要栽培地區,其他地區則有零星栽培。經營方式以共產產銷、農會收購及觀光果園為主。目前現有品種(系)於每年1月下旬進入開花結果期,果實產期集中於4月,可供應市場時間過於短暫,因此亟需可延長供果時間,並具有優良品質特性的桑椹新品種。本研究利用自然雜交授粉方式,將種子播種後產生之實生苗品系,進行田間品種特性之選育工作。



圖1.桑椹營養且利用方式多元化,可製成多種加工產品

二、材料與方法

(一) 試驗材料及方法

本場品系試驗觀察田區中,8至10年生以上之桑‘苗栗1號’及‘苗栗2號’,種植行株距為 3×2 m,依慣行方式進行栽培管理工作,‘苗栗1號’(72C002)試驗觀察期由2004年至2006年,

以46C019品系為對照品種。‘苗栗2號’試驗觀察期則由2010年至2011年,以‘苗栗1號’及46C019品系為對照品種。觀察植株及果實之性狀表現,樣品則取成熟之葉片及轉色完全之果實為主。

(二) 分析項目

- 1.節間長度、葉長、葉寬、果實長度、寬度、果柄長度測量
以游標卡尺測量，以公分（cm）或公厘（mm）為表示單位。
- 2.單株產量
將單株果樹上成熟之果實採收後秤重，以公斤（kg）為表示單位。
- 3.果實重量
以天秤測量單粒果重，以公克（g）為表示單位。
- 4.可溶性固形物（total soluble solid, TSS）
將果實榨汁後，以糖度計測定果汁所含總可溶性固形物，以oBrix表示單位。
- 5.可滴定酸（titratable acidity, TA）
將2 ml樣品汁液加水稀釋成10 ml溶液，使用自動滴定儀（TIM860 Titration manager, Radiometer analytical）測定可滴定酸含量，以0.1 N NaOH滴定至pH8.1，

- 計算滴定的 NaOH量以推算果汁所含檸檬酸當量，乘上稀釋倍數即可得到可滴定酸，並以百分率（citric acid，%）表示單位。
- 6.糖酸比（total soluble solid/titratable acidity, TSS/TA）
以可溶性固形物除以酸度，即可得到糖酸比之值。
 - 7.總酚（total phenol）
磷鉬酸酚試劑（Folin-Ciocalteu phenol reagent, FC）測定萃取液的總酚含量。取0.4 mL 萃取液，加入2 mL稀釋10倍的磷鉬酸酚試劑及1.6 mL碳酸鈉溶液，混合均勻於30℃反應1.5小時，取上清液至塑膠比色管。使用分光光度計（U-2800A Spectrophotometer, Hitachi）檢測OD_{765 nm} 的吸光值。總酚含量計算方式，是以不同濃度 gallic acid 製作標準曲線，再利用內插法求出萃取液的總酚含量。以mg/L做為表示單位。

三、結果

(一) 桑椹‘苗栗1號’之性狀表現

72C002 和對照品種 46C019 具有 11 種性狀具有可區別性（表 1），命名為桑椹‘苗栗1號’，商品名為紫蜜（Chang, 2008），於 2007 年 2 月取得植物品種權（品種權字第 A00532 號，圖 2A）。

‘苗栗1號’為雌株，樹姿在營養生長期為開展，芽型為長三角型，葉形為全緣橢圓形，葉緣鈍鋸齒，葉尖呈尾狀，葉基呈淺彎形，新葉呈淡綠色，成熟葉轉為綠色，幼葉葉柄呈綠色，顯著與 46C019 之性狀表現不同（圖

3)。

歷年之性狀表現經由統計平均顯示(表3)，植株特性節間長6.0 cm、葉長16.9 cm及葉寬12.4 cm。

‘苗栗1號’果實成熟實為紫黑色(圖4A)，果型為長圓型，果實長度3.1 cm、果實寬度1.6 cm、果柄長度1.3 cm、果重5.5 g、總可溶性固形物含

量6.9 °Brix及可滴定酸濃度1.0 %，單株產量26.3 Kg。‘苗栗1號’與對照品系相互比較之下，除了產量及可滴定酸度無差異性外，‘苗栗1號’其餘的性狀表現均優異於對照品系，果實利用方式可兼具鮮食及加工開發多樣化產品。

表1. ‘苗栗1號紫蜜’與地方品系46C019品種(系)之品種(系)差異性

部位	品種間具有差異之性狀	申請品種 ‘苗栗1號紫蜜’	對照品系 46C019	差異性註記
		調查結果	調查結果	
葉片	葉色(新葉)	綠	紅綠	◎
	葉柄色澤	綠	紅綠	◎
	葉身大小(長度)	中	短	◎
	葉身大小(寬度)	中	短	◎
莖部	嫩莖顏色	綠	紅綠	◎
	節間長度	中	短	◎
果實	果柄長度	中	短	◎
	果長	中	短	◎
	果寬	長	中	◎
	單粒果重	高	中	◎
	可溶性固形物	高	中	◎

◎表示申請品種與對照品種性狀具有差異性



圖2. 桑椹‘苗栗1號’(A)‘苗栗2號’(B)植物品種權證書

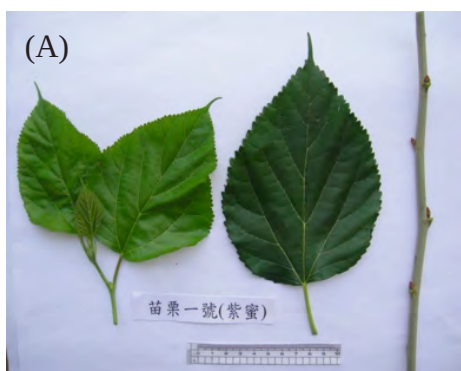


圖3.桑椹‘苗栗1號’(A)‘苗栗2號’(B)及46C019(C)之葉片與枝條



圖4.桑椹‘苗栗1號’(A)‘苗栗2號’(B)及46C019(C)之果實形態

（二）桑椹‘苗栗2號’之性狀表現

‘苗栗2號’於民國101年3月取得植物品種權（品種權字第A01239號，圖2B），與對照品種（系）相較之下，共有12種性狀具有可區別性，其中和對照品種‘苗栗1號’具有7種性狀，46C019具有12種性狀（表2）。「苗栗2號」為雌性株，樹姿於營養生長期為開展，葉片輪生且大，葉形為全緣橢圓形，葉緣鈍鋸齒，葉尖呈尾狀，葉基呈淺彎形，新葉呈淡綠色，成熟葉轉為綠色，幼葉葉柄呈淡綠色。莖部新梢為淡綠色，成熟轉為褐色至灰褐色，節間長度長（圖3B）。

‘苗栗2號’因枝條尾端休眠性較淺，全株於1月底至2月初時，有1/3的果實成熟（表4），此時成熟的果實可避免菌核病侵害，剩餘2/3的果實於3月時成熟，相較於其他品種於4月採收提早許多，因此具有調節產期之效。果皮呈現紫黑色（圖4B），果形呈橢圓形（果肩較寬），果柄長度及果長均為中等，果重6.5 g，可溶性固形物10.5 °Brix及可滴定酸0.8%，品嚐時口感酸甜適中，總酚含量達1270 mg/L，單株產量27 Kg以上（表5）。

（三）栽培管理

桑椹可利用高壓苗或扦插苗進行造園，春秋兩季皆適合種植，尤其以氣溫回暖的春季更為適合，可增加苗株之成活率。桑椹成熟時，因果實重量增加而將枝條壓低，枝條相互重疊的情況下，增加人工採收困難度，因此必需預留通道以利作業之進行，行株距以4公尺×4公尺或4公尺×5公尺為佳，栽培土壤以表層土深厚肥沃，排水良好之砂質壤土或壤土為宜。

幼樹時期進行整枝修剪作業，養成便於管理之樹型，樹型成年固定後可採用疏枝、摘心、短截回縮

等修剪方法，使得枝條配置達到平衡。每年果實採收後進行重度修剪，其方法為保留亞主枝基部約25公分長度，其餘部分剪除，以6月至8月期間進行較適當，讓樹體有充分的時間可回復生長，並蓄積隔年開花結果所需的養分。若9月以後才進行修剪，後續抽生的枝條及葉片可生長時間短，將減少養分的蓄積，導致隔年結果量降低。重剪後樹體會生長許多幼小的葉片及枝條，利用抹芽方式將其去除，以減少過多的細枝競爭養分。

桑椹的主要病蟲害為菌核病及

表 2. ‘苗栗 2 號’ 對照 ‘苗栗 1 號紫蜜’ 及地方品系 46C019 之品種（系）差異性

部位	品種間具有差異之性狀	申請品種 ‘苗栗 2 號’	對照品種 ‘苗栗 1 號紫蜜’	差異性 註記	對照品種 46C019	差異性 註記
		調查結果	調查結果		調查結果	
葉片	葉身大小	長 19.4 公分 寬 14.9 公分	長 15.6 公分 寬 12 公分	◎	長 10.9 公分 寬 8.1 公分	◎
莖部	節間長度	長	中	◎	中	◎
果實	果柄長度	中	中	-	短	◎
莖部	幼葉 葉柄色澤	綠	綠	-	紅綠	◎
果實	始花期 (起始日期)	12 月中下旬	1 月下旬	◎	1 月下旬	◎
果實	著果期 (起始日期)	1 月上中旬	2 月下旬	◎	2 月下旬	◎
果實	果實生產期	2 月-3 月	4 月	◎	4 月	◎
果實	單株 果實產量	高	高	-	中	◎
果實	果實可溶性 固形物	特高	高	◎	中	◎
果實	果實 可滴定酸	中	中	-	高	◎
果實	果實糖酸比	特高	高	◎	中	◎
果實	果實總酚	高	高	-	特高	◎

◎ 表示申請品種與對照品種性狀具有差異性

- 表示申請品種與對照品種性狀無差異性

表 3. 93 年、94 年及 95 年果桑植物主要營養性狀、果實品質與產量調查三年總平均之比較

品系	節間長 (cm)	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	單株 產量 (kg/plant)	果長 (cm)	果寬 (cm)	果柄 長度 (cm)	單粒 果重 (g)	糖度 (°Brix)	可滴 定酸 (%)
‘苗栗1號’ (72C002)	6.0 ^a	16.9 ^a	12.4 ^a	26.3 ^a	3.1 ^a	1.6 ^a	1.3 ^a	5.5 ^a	6.9 ^a	1.0 ^a
46C019	3.5 ^b	11.7 ^b	8.4 ^b	25.3 ^a	2.6 ^b	1.4 ^b	0.8 ^b	4.0 ^b	4.6 ^b	1.1 ^a

* Means followed by different letters within the same column are significantly different by LSD ($p=0.05$) test.

表4. ‘苗栗2號’ 與對照品種(系)開花及著果期之比較

品系	始花期 (月)	著果期 (月)	果實成熟期 (月)	產量 (Kg/株)
‘苗栗1號’	1月下旬	2月	4月	29.03
46C019	1月下旬	2月	4月	24.81
‘苗栗2號’	12月中下旬* 2月上旬	1月 2月下旬	2月上旬 3月	27.63

* ‘苗栗2號’ 具有2次開花結果期之植株特性

表5. 苗栗2號與對照品種(系)果實品質特性之比較

品系	果柄 長度 (cm)	果寬 (mm)	果長 (mm)	果實 重量 (g)	可溶性 固形物 (°Brix)	可滴定 酸度 (mg/L)	糖酸比	總酚 (mg/L)
‘苗栗1號’	1.3±0.4b	16.6±1.1b	34.4±2.4b	5.9±1.1a	6.7±2.1b	0.5±0.2b	14.2±4.7a	1065±361b
46C019	0.8±0.2c	18.5±1.1a	33.7±1.6b	5.7±0.6a	4.7±2.0c	1.0±0.4a	5.6±3.8b	1784±313a
‘苗栗2號’	1.5±0.2a	17.2±2.3ab	38.3±4.1a	6.5±1.4a	10.5±2.1a	0.8±0.4ab	16.6±7.9a	1270±196b
LSD (0.05)	0.2	1.5	2.7	0.98	1.6	0.3	4.6	237

Data indicate mean and its standard deviation of 4 replicates.

LSD(0.05) : values of least significant difference are for comparisons of cultivar means within treatments at 5% level.

天牛，其它零星發生者如介殼蟲、蝸牛等。桑椹菌核病與開花期的氣候條件息息相關，該病害在北部及中部地區相較於南部地區危害較嚴重，由於桑椹目前未有病蟲害防治的推薦用藥，因此尚無建議之藥劑

處理方式，可以覆蓋抑制蓆、噴施微生物製劑及網室栽培等方式降低發病率。在天牛防治方面，利用鐵絲將寄生樹體中的幼蟲絞死，以減少蟲隻危害的密度。

四、 結論

相較於一般栽培的桑椹品系，‘苗栗 1 號’及‘苗栗 2 號’兼具果實品質優良之特點，性狀表現可與對照品系加以區別，不但增加栽培時品種的選擇性，由於果實採收期的不同，亦解決桑椹產期短暫且集中之問題。桑樹的幼年期短，利用高壓法及扦插法等方法繁殖子

代，可縮短桑樹成園所需的時間，並保有與母本相同之品質特性，且個體間的表現也一致，符合新植物品種權之申請要件。‘苗栗 1 號’及‘苗栗 2 號’採行非專屬授權方式技轉，相關訊息可參考本場網站 (http://mdares.coa.gov.tw/show_index.php)。

五、 參考文獻

- Bae, S. H. and H. J. Suh.** 2007. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT - Food Sci. Technol.* 40: 955-962.
- Chang, J.C.** 2008. ‘Miaoli No. 1’ Mulberry: A New Cultivar for Berry Production. *Hort.* 43: 1594-1595.
- Gerasopoulos, D. and G. Stavroulakis.** 1997. Quality characteristics of four mulberry (*Morus* sp.) cultivars in the area of Chania, Greece. *J. Sci. Food Agric.* 73: 261-264.
- Han, K.L., Y. Lee, and J.H. Song.** 2012. Enhanced production and secretion of rutin and GABA in immobilized cells of mulberry tree (*Morus bombycis* K.). *Plant Cell Tiss. Organ. Cult.* 108: 513-520.
- Isabelle, M., B.L. Lee, C.N. Ong, X. Liu, and D. Huang.** 2008. Peroxyl radical scavenging capacity, polyphenolics, and lipophilic antioxidant profiles of mulberry fruits cultivated in southern china. *J. Agric. Food Chem.* 56: 9410-9416.

- Oki, M., M. Kobayashi, T. Nakamura, A. Okuyama, M. Masuda, H. Shiratsuchi, and I. Suda.** 2006. Changes in radical-scavenging activity and components of mulberry fruit during maturation. *Food Chem. Toxicol.* 71: 18-22.
- Pawlowska, A.M., W. Oleszek, and A. Braca.** 2008. Quali-quantitative analyses of flavonoids of *Morus nigra* L. and *Morus alba* L. (Moraceae) fruits. *J. Agric. Food Chem.* 56: 3377–3380.
- Song, W., H.J. Wang, P. Bucheli, P.F. Zhang, D.Z. Wei, and Y.H. Lu.** 2009. Phytochemical profiles of different mulberry (*Morus* sp.) species from china. *J. Agric. Food Chem.* 57: 9133–9140.
- Srivastava., S, R. Kapoor, A. Thathola, and R.P. Srivastava.** 2006. Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (*Morus alba*). *Int. J. Food Sci. Nutr.* 57: 305-13.
- Vichasilp, C., K. Nakagawa, P. Sookwongb, O. Higuchic, S. Luemunkongd, and T. Miyazawab.** 2012. Development of high 1-deoxynojirimycin (DNJ) content mulberry tea and use of response surface methodology to optimize tea-making conditions for highest DNJ extraction. *LWT - Food Sci. Technol.* 45: 226-232.
- Wang, R.J. and M.L. Hu.** 2011. Antioxidant capacities of fruit extracts of five mulberry genotypes with different assays and principle components analysis. *Intl. J. Food Properties* 14: 1-8.
- Zhishen, J., T. Mengcheng, and W. Jianming.** 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 64: 555-559.

New mulberry varieties- ‘Miaoli No. 1’ and ‘Miaoli No.2’

Ya-Ling Chang^{1*}, Jer-Chia Chang², Ran-Juh Wang³ and Yen-Tsong Liou¹

Abstract

In order to solve the problem of harvesting period concentrated and rare variety selection in Taiwan’s mulberry market, we developed new lines seedlings by natural crossing among our preserved materials. After observation and testing, two varieties were named as ‘Miaoli No. 1’ and ‘Miaoli No.2’ and have obtained the plant variety right in 2007 and 2011, respectively. Both two varieties have characteristics in big fruits, high sweetness, and low acidity. Besides, ‘Miaoli No.2’ is an early mature variety not only provide fresh market earlier, but also disperse harvesting period and extend providing period of mulberry in Taiwan. Each produced asexual propagation plantlets could maintain same characters stably and uniformly as mother plants and fulfill the important condition of “The Enforcement Rules for the Plant Variety and Plant Seed Act” in Taiwan

Keyword: Mulberry, Plant variety rights, Fruit quality, Early mature

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan

² Department of Horticulture Science, National Chung-Hsing University, Taiwan, R.O.C.

³ Wuline Farm, Veterans Affairs Council, Executive Yuan, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author : ylchang@mdais.gov.tw

愛玉子新品種特性及其分子標誌

林孟均¹ 彭淑貞¹ 盧美君^{1*}

摘 要

愛玉子 (*Ficus awkeotsang* Makino) 為桑科 (Moraceae) 常綠蔓性藤本植物，原生於臺灣 1,000~1,800 公尺的山區。為了提升愛玉子品質促進產業發展，本場於民國 101 及 102 年分別選育出具高產、抗膠蟲特性的「苗栗 1 號」及高產、具早生特性的「苗栗 2 號」。以簡單序列重複區間 (inter-simple sequence repeat, ISSR) 法篩選新品種特有的分子標誌，顯示「苗栗 1 號」利用 JFSR09、JFSR18 及 JFSR26 等引子，可增幅出 528bp、683bp 及 312bp 特有條帶，「苗栗 2 號」利用 JFSR09 引子，增幅出 346bp 特有條帶，可供作新品種保護使用。目前 2 個新品種共授權給 3 家業者，總推廣面積達 4 公頃以上。

關鍵字：愛玉子、育種、品種、專一性分子標誌

一、前言

愛玉子為桑科榕屬 (*Ficus*) 常綠蔓性藤本植物，原生於中低海拔 1000~1800 公尺山區，為臺灣特有種。愛玉子為隱頭花序 (Hypanthodium)，愛玉小蜂 (*Wiebesia pumilae* (Hill)) 寄生於愛玉子雄果中，以蟲癭繁衍後代，雌隱花果開花時，尾部會裂出小洞，小蜂由此進入協助授粉，果實成熟後經削皮烘乾形成愛玉子瘦果，加水搓揉會釋放出凝膠物質形成愛玉凍。其凝膠機制，是由愛玉子種子中的果膠酯酶 (pectinesterase, PE) 經由搓洗過程中，將溶出的

高甲氧基果膠 (high methoxyl pectin, HMP)，轉化為低甲氧基果膠 (low methoxyl pectin, LMP)，再與水中的鈣離子交聯 (cross-linking)，無需添加糖或酸，即可形成巨大的凝膠分子 (黃及陳，1979)。臺灣多數農民所栽培之愛玉子多屬於未經選育之野生種，愛玉小蜂培育方法或栽培管理技術缺乏，促使萌果不足或大量落果，導致產量不穩定，進而影響了產業的競爭力。有鑑於此本場自民國 85 年起，進行愛玉子的種原蒐集、試種及愛玉小蜂研究。民國 98 年根據產

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

* 論文聯繫人：Lumj@mdais.gov.tw

業現況，以高產、高果膠、抗病蟲害及具市場區隔性為育種目標，進行品種選拔檢定及病蟲害等試驗調查，分別於 101 年及 102 年育成愛玉子品種「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」，並開發出「改良式省工栽培管理方法」，希望藉此提高愛玉子的品質、提升產量穩定度並降低生產成本，並促進愛玉子產業發展。

愛玉子商業栽培以扦插繁殖為主，由於無性繁殖，容易造成品種外流，為了保護品種權，本試驗在新品種的開發同時，以簡單序列重複區間 (Inter-Simple Sequence Repeat, ISSR) 及切割擴增多型性序列 (cleaved amplified polymorphic sequences, CAPS) 兩種方法，進行分子標誌的篩選。其中 ISSR 分子標誌技術，被廣泛

的運用在馬鈴薯 (Prevost and Wilkinson, 1999)、杏仁 (Martins *et al.*, 2004)、橄欖 (Beiki *et al.*, 2012) 等作物的品種鑑定與開發上。CAPS 分子標誌技術是結合聚合酶連鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR) 及限制酶酵素酶切作用的共同運用，該技術多運用於草莓 (Kunihisa *et al.*, 2003)，豌豆 (Konovalov *et al.*, 2005)，茶樹 (Ujihara *et al.*, 2011)，人參 (Lee *et al.*, 2012) 等的作物分類上。

本報告依新品種的選育方法分述品種檢定調查、果膠特性調查，專一性分子標誌的篩選與運用，病蟲害的調查與分析，與栽培管理曆的建立如下：

二、材料與方法

(一) 栽培試驗時間及地點

民國 99~102 年於行政院農業委員會苗栗區農業改良場嘉義愛玉子園區，進行栽培觀察，試驗方式採單株重複栽培，供試植株行株距為 3 × 3 公尺，株高約為 3.5 公尺。

(二) 對照品種

對照品種 (系) MLJFA-1 為目前國內平地栽培最主要的愛玉子栽培品系，係本場 85 年自南投縣蒐集之地方品系。本場自 96 年技轉平地栽培愛玉子技術，皆提供此對照品

種 (系)，供農民種植，MLJFA-1 栽培面積約為 6 公頃，佔全國栽培面積 11.3%。

(三) 試驗檢定

依據 98 年頒布的「愛玉子品種試驗檢定方法」，調查萌芽開始期、樹姿、生長勢、幼葉色、成熟葉色、葉截面積形狀、葉片長度、葉寬、葉厚、葉形、隱花果開始結果期、

採收成熟期、生理完熟期、鮮果重量、果實表面白斑尺寸、果形、果實尾部形狀、瘦果重量、瘦果比率、瘦果皮色及瘦果緊密度等。

(四) 果膠含量及果膠酯酶活性

果膠含量測定參考 Blumenkrantz 和 Asboe-Hansen (1973) 之方法，以為當年生種子於 45℃ 經 48 小時烘乾後，萃取其果膠液後，與含有四硼酸鈉 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) 的濃硫酸溶液作用後，加入 3- 苯基苯酚 (3-phenylphenol) 氫氧化鈉溶液，利用分光光度計於 $\text{UV}_{520\text{nm}}$ 測量吸光值，並以半乳糖醛酸標準曲線，推算出果膠含量。果膠酯酶活性測定方法，係修改自 Lee 和 MacMillan (1968) 的酸鹼滴定法 (pH-stat 法)，以 4% 氯化

鈉萃取愛玉子瘦果的果膠酯酶萃取液，加入柑橘果膠液 (SIGMA-ALORICH)，已自動滴定儀測定每分鐘果膠酯酶消耗的柑橘果膠含量所降低的 pH 值，來推算果膠酯酶活性，推算的公式為 $\text{PE 活性} = A \times 0.01 \times F \times 1000 \div (T \times W)$ 。A 為總滴定量 (mL)；0.01 為 NaOH 當量換算；F 為力價 ($\text{NaOH}=1$)；1000 為換算 μ mole 係數；T 為總反應時間 (min)；W 為反應中愛玉液重量 = (加入愛玉子實際乾重 g) / 45mL × 加入酵素反應液量 (mL)。

(五) 品種鑑定分子標誌建立

以簡單序列重複區間 (Inter-Simple Sequence Repeat, ISSR) 方法及切割擴增多型性序列分析 (cleaved amplified polymorphic sequences, CAPS) 等方法進行分子標誌篩選，參試引子選自 UBC Primer Oligonucleotide Set100/9 (John Hobb, NAPS Unit, University of British Columbia,

Vanconver, V6TI23, Canada) 進行愛玉子品系分子標誌篩選，以 QIAGEN 公司 DNeasy 試劑套組進行愛玉子 DNA 萃取，並以聚合酶連鎖反應技術進行檢測，ISSR 試驗引子取自 UBC (University of British Columbia) Biotechnology Laboratory 之 100 組隨機引子，PCR 反應液中含 100 ng 的 DNA 模

板，並加入 0.5 μ M 引子和 1xPCR 反應之緩衝液 (20mM Tris-HCl, pH9, 10mM KCl, 1.5 mM MgCl₂, 10mM (NH₄)₂SO₄, 0.1mg/ml BSA, 0.2 mM dNTP, 1.25 U Real Taq DNA polymerase)。反應溫度和時間設定如下：95°C 分鐘 1 cycle、94°C 40 秒、55-65°C 60 秒及 72°C 60 秒共

40 cycles、72°C 7 分鐘 1 cycle。限制酶酵素反應，以限制酶 HhaI，於反應溫度 37°C 下作用 1 小時。反應物以 1 % 瓊膠在 TAE 緩衝液 (40 mM Tris-acetate, 1 mM EDTA, pH 8.0) 中進行電泳分析，再以溴化乙錠 (ethidium bromide) 染色後於 UV 燈下觀察分析。

(六) 病蟲害發生調查

1. 病害調查

調查煤病、炭疽病、銹病及灰黴病之罹病率。煤病調查發法，自參試植株從東西南北中等 5 個方位各隨機取樣 5 支枝條，每株調查 250 葉片數，每枝條由頂端完全展開葉片開始向下調查 10 片成熟葉片，記錄病葉數及罹病度。罹病指數分別 0：代表葉片無病斑，1：代表 25% 以下發病面積，2：代表 26 % ~ 50 % 發病面積，3：代表 51% ~ 75 % 發病面積，4：代表 76 % 以上發病面積。炭疽病、銹病及灰黴病

等病害調查方法，參試植株每株從東西南北中等 5 個方位各隨機取樣 25 葉片，每株調查 125 葉片，調查病害發生種類及罹病率。罹病指數以葉面病斑面積計算，0：代表葉片無病斑，1：代表 25% 以下發病面積，2：代表 26 % ~ 50 % 發病面積，3：代表 51% ~ 75 % 發病面積，4：代表 76 % 以上發病面積，並以下列公式算出罹病度，罹病度 = Σ (指數 $\times$ 該指數罹病葉數) / 4 $\times$ 調查總葉數 $\times$ 100

2. 蟲害調查

調查膠蟲、螺旋粉蝨、蚜蟲、介殼蟲、天牛、毒蛾類及葉蟬等蟲害之被害率及抗性。膠蟲調查方法，從參試植株東西南北中等 5 個方位各取樣 5 支枝條，計每株調查 25 枝條數，依膠蟲密度佔枝條被害之

比例，計算被害率。抗性分為 1 級極強（無膠蟲）。2 級強（枝條被害度佔 1/4 以下）。3 級中（枝條被害度佔 1/4~1/2）。4 級弱（枝條被害度 1/2 以上）。天牛調查方式為發生天牛幼蟲危害之株數，計算

被害率。螺旋粉蝨、蚜蟲、介殼蟲、毒蛾類及葉蟬等蟲害危害調查，自參試植株從東西南北中等5個方位，各取樣25葉片，計每株調查125葉片，調查蟲害發生種類及記錄蟲

口數量。並利用黃色黏板進行蟲害並利用黃色黏板進行蟲害族群消長監測，每隔二週更新及回收黃色黏板1次，調查蟲相及重要害蟲族群之數量。

三、結果

(一) 愛玉子新品種

本場種原庫保有115種愛玉子新品種，民國98~101年間根據「愛玉子品種試驗檢定方法」，進行為期3年的品種試驗檢定及果膠特性

調查，並根據調查結果提出果樹品種權申請，於101~102年完成新品種之性狀檢定及取得品種權。

1. 愛玉子苗栗1號

愛玉子新品種「苗栗1號」，為民國85年自南投山區收集而來，品種特性比較如表一，該品種萌芽始期介於3~4月間，枝條呈開張伸展（圖一），生長勢強，側枝著生密度高。幼葉為淺紅色，成熟葉為深綠色，葉片形狀為橢圓形，葉截面形狀為V形，成熟葉片長寬皆短，葉厚。雌隱花果結果期為4~5月，成熟期為8~9月，成熟需90~109天，每年約可採收2次，果實重量為150~249公克之間，果實外觀為橢圓形（圖一），尾端突出，果實

白斑大小大於2 mm，瘦果比率為78~82%，瘦果皮為淡褐色（圖二），呈重疊排列。果膠特性檢測顯示，「苗栗1號」果實平均果膠含量為1.7%。果膠酯酶活性為 $1.09 \mu\text{eq COOH min}^{-1}\text{g}^{-1}$ ，果膠含量高於對照品種42%。在同樹齡及相同生長環境下，果實平均產量為對照品種（系）MLJFA-1的4倍以上，具產業化潛力。於民國101年9月取得品種權（品種權字第A01379號），命名為愛玉子「苗栗1號」。

2. 愛玉子苗栗2號

愛玉子新品種「苗栗2號」，86年選自南投山區。比較品種特性

顯示如表一，「苗栗2號」萌芽始期為2~3月，枝條呈下垂伸展（圖

一)，側枝著生密度高，生長勢強。幼葉為淺紅色，成熟葉為淺綠色，葉片形狀為橢圓形，葉截面形狀為平形，成熟葉長及葉寬中等，葉厚。雌隱花果萌果期為 3~4 月，成熟期為 6~7 月，成熟時期小於 90 天，每年約可採收 2 次。新品種相較對照品種，果實可提早一個月採收，具果實生長期短及早生特性。果實重量為 150~158 公克，果實為長橢圓形（圖一），尾端尖形，果實白

斑大小小於 2 mm，平均瘦果比率為 80~82%，瘦果皮為黃色（圖三），瘦果緊密排列。「苗栗 2 號」果實平均果膠含量為 2.1%。果膠酯酶活性為 $0.74 \mu\text{eq COOH min}^{-1}\text{g}^{-1}$ ，果膠含量比一般品種高 75%。果實平均產量為對照品種（系）MLJFA-1 的 4 倍以上。於民國 102 年 5 月取得品種權（品種權字第 A01443 號），命名為愛玉子「苗栗 2 號」。

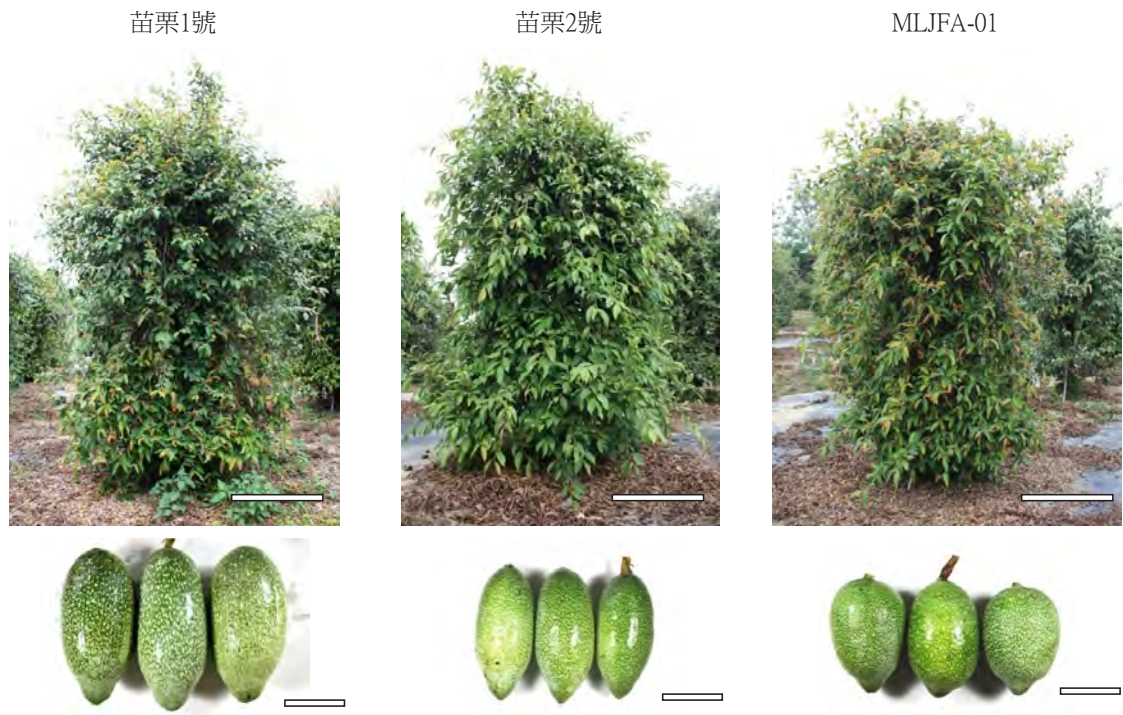
（二）愛玉子品種分子標誌

為建立愛玉子新品種特有之分子標誌，俾利新品種推廣及保障，本試驗以 UBC Primer Oligonucleotide Set100/9 中的 100 組引子為基礎，總共篩選出 19 組在愛玉子具有多形性的引子，其中「苗栗 1 號」結果顯示如圖四，共篩選出 3 組分子標誌可區分「苗栗 1 號」及對照品系，以分子標誌 JFSR09、JFSR18 及 JFSR26 分別於 528bp、682bp 及 312bp 的位置，與 MLJFA-1 對照組有不同的條帶。「苗栗 2 號」結果顯示如圖五，共篩選出 2 組分子標誌可區分「苗栗 2 號」及其他 13 個品系的差異，

以分子標誌 JFSR09 於 346bp 的位置，與 MLJFA-1、「苗栗 1 號」、MLJFA-03、MLJFA-11、MLJFA-13、MLJFA-14、MLJFA-15、MLJFA-17 及 MLJFA-18 有不同的條帶，此片段經螢光定序後發現具有 HhaI 的切位，因此設計 MLCAP1 及 MLCAP2 的 CAPS 引子經核酸增幅及限制酶酵素作用後，可鑑別「苗栗 2 號」、MLJFA-09、MLJFA-11、MLJFA-13、MLJFA-19 及 MLJFA-38 的差異性（圖六）。可將此 6 個品系劃分為 3 組，其中對照品系位於第 1 組，「苗栗 2 號」則出現在第 2 組之中。

表一、愛玉子品種特性比較表

部位	差異性狀	苗栗 1 號	苗栗 2 號	對照品種 (系)MLJFA-1
植株	萌芽開始期 (mouth)	3-4.9	<3	3-4.9
	樹姿	開張	下垂	下垂
	生長勢	強	強	中
葉片	成熟葉顏色	深綠	淺綠	綠
	葉片截面形狀	V 形	平形	葉緣捲曲
	葉片寬度 (mm)	短 <5.2	中 5.2-6.3	短 <5.2
果實	隱花果開始結果期 (mouth)	中 4-5	早<4	中 4-5
	隱花果採收成熟期 (mouth)	早 <8	早 <8	中 8-9
	隱花果生理完熟期 (days)	中 90-109	早<90	晚 ≥ 110
	隱花果重量 (g)	中 150-249	中 150-249	小 <150
	隱花果表皮白色斑點	>2mm	<2mm	<2mm
	隱花果外部形狀	橢圓	長橢圓	卵形
	隱花果尾端形狀	突出	尖形	突出
	瘦果比率 (%)	中 77-82	中 77-82	低 <77
	瘦果皮色	淡褐色	黃色	淡褐色
	瘦果緊密度	重疊	緊密	緊密
其他	果膠含量 (%)	1.5-2.0	>2.0	<1.5
	果膠酯酶活性 (μ eq COOH min ⁻¹ g ⁻¹)	1.09	0.74	0.98

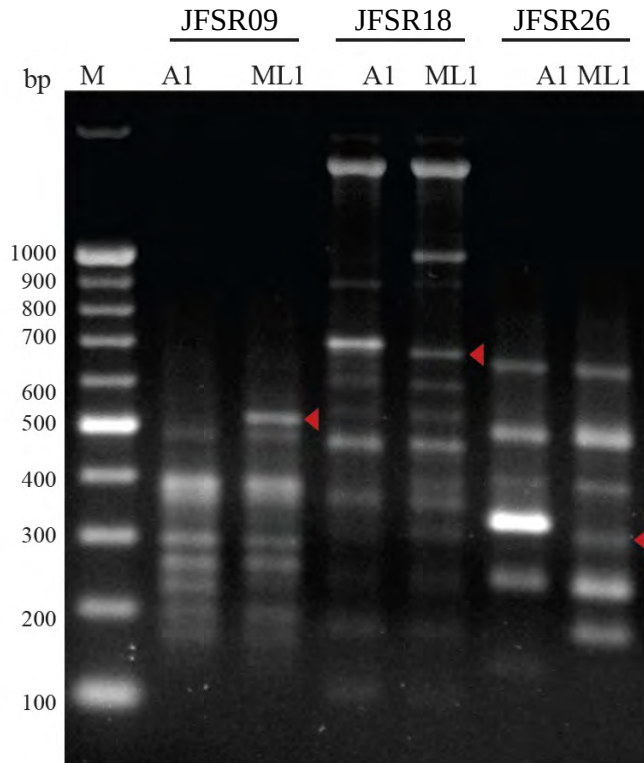


圖一、愛玉子新品種與對照品系植株及果實外觀比較 scale=50cm (上圖) scale=5cm (下圖)

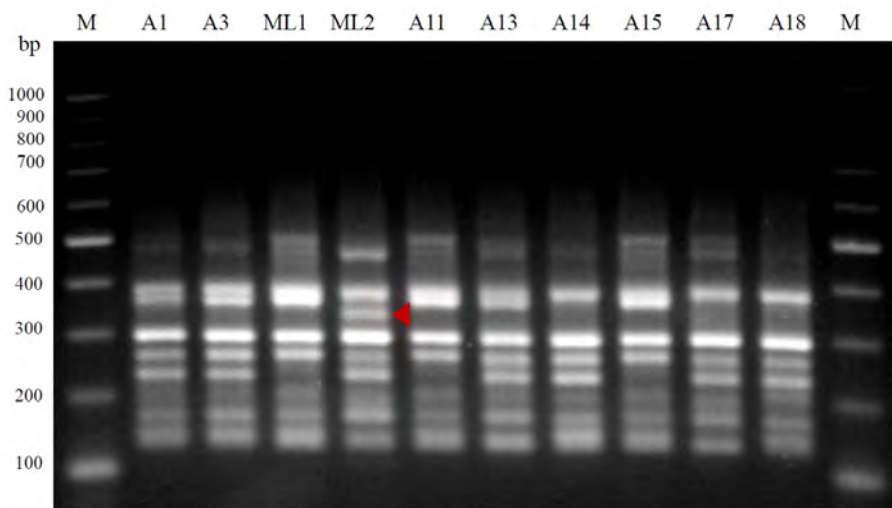


圖二、愛玉子「苗栗 1 號」(左) 與 MLJFA-01 (右) 瘦果外觀比較 (Scale =5 cm)

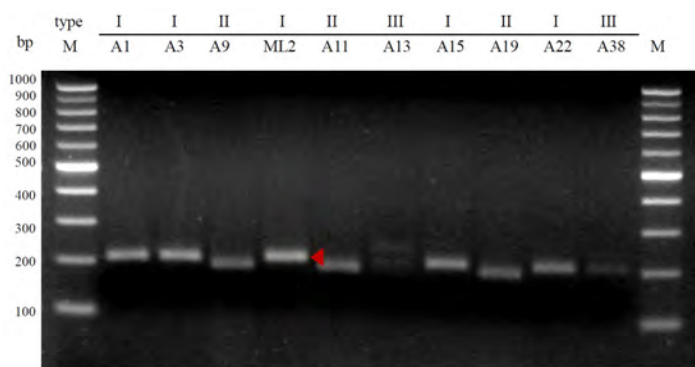
圖三、愛玉子「苗栗 2 號」(左) 與 MLJFA-01 (右) 瘦果外觀比較 (Scale =5 cm)



圖三、愛玉子「苗栗1號」以JFSR09~26分子標誌增幅之結果
JFSR09~26 mean ISSR primer, M means 100bp DNA ladder,
A1 means MLJFA-01 (control), ML1 means 'Miaoli No.1'



圖四、愛玉子「苗栗2號」以JFSR09 分子標誌增幅之結果
M means 100bp DNA ladder, A1~A18 mean MLJFA-01 to MLJFA-18,
ML1 means 'Miaoli No.1', ML2 means 'Miaoli No.2'



圖五、愛玉子「苗栗2號」以分子標誌 JFCAP1 及JFCAP2增幅之結果 M means 100bp DNA ladder, A1~A38 mean MLJFA-01 to MLJFA-38, ML2 means 'Miaoli No.2'

(三) 病蟲害調查

比較新品種及對照品種的病蟲害危害情形如表二，對照品系 MLJFA-01 煤病發病率在 0~32% 之間，被害株 3~4 月及 8~10 月達發病高峰，平均發病率在 30% 以上，與膠蟲消長密度呈正相關關係。「苗栗 1 號」發病率在 2% 以下，無明顯發病高峰，「苗栗 2 號」發病率則在 0~28% 之間，被害株 3~4 月及 8~10 月達發病高峰，平均發病率在 25% 以上。炭疽病的調查顯示，MLJFA-01 發病率在 0-5.5% 之間，發生於老葉及落果。「苗栗 1 號」發病率在 0-4.5% 之間，「苗栗 2 號」發病率則在 0-5.5% 之間。未觀察到銹病及灰黴病發病現象。蟲害調查顯示，MLJFA-01 的膠蟲危害整年均會發生，被害率在 0-64% 之

間，3-4 月為若蟲發生高峰期，被害株之枝條危害率最高可達 60% 以上。「苗栗 1 號」則未調查到膠蟲危害。「苗栗 2 號」被害率在 0~56% 之間，若蟲高峰期被害株之枝條危害率最高可達 50% 以上。螺旋粉蟲危害調查顯示，12 月及 1-3 月為大發生期，對照組、「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」被害株之危害率分別為 5%、1% 及 5% 以下。蚜蟲危害調查顯示 11~12 月及 1-4 月為大發生期，MLJFA-01、「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」蚜蟲危害率分別為 6%、2% 及 7% 以下。毒蛾類幼蟲危害發生率則均為 6% 以下。葉蟬、薊馬、介殼蟲及天牛等其他蟲害未構成嚴重危害。

表二、愛玉子病蟲害發病率及危害率調查

病蟲害種類	苗栗 1 號	苗栗 2 號	MLFJA-01
病害	煤病	— (0%)	+ (25~28%)
			+ (30~32.5%)
	炭疽病	+ (4.5%以下)	+ (5.5%以下)
			+ (5.5%以下)
蟲害	膠蟲	— (0%)	+ (50~56%)
			+ (60~64%)
	螺旋粉蝨	+ (1%以下)	+ (5%以下)
			+ (5%以下)
	蚜蟲	+ (2%以下)	+ (7%以下)
			+ (6%以下)
	毒蛾類	+ (6%以下)	+ (6%以下)
			+ (6%以下)
	葉蟬、薊馬	+ (4%以下)	+ (4%以下)
			+ (4%以下)
介殼蟲		+ (2%以下)	+ (2%以下)
			+ (2%以下)
天牛		+ (2%以下)	+ (2%以下)
			+ (2%以下)

四、討論

愛玉子「苗栗 1 號」與推廣品系主要外觀辨別特點為，「苗栗 1 號」果實外觀具有大於 2mm 的白色斑點，其葉片為深綠色葉片，橫截面為 V 形。愛玉子「苗栗 1 號」與對照品系的萌果期及採收期相近，但整體產量為對照組的 2~3 倍。鮮果平均大小約為 165~168 公克，具有大果特性，其瘦果的直徑平均超過 10cm，且瘦果呈現多層次堆疊排列，瘦果重平均高達 26.4 公克。若在相同產量下，可減少削皮及烘乾翻轉的操作次數，有效減少人力的支出，達到省工的目標。此外，其枝條成開張形伸展，可促進植株通風，推測此特點可能是導致膠蟲、螺旋粉蟲及蚜蟲等蟲害危害率較低的因素之一。

愛玉子「苗栗 2 號」植株，從幼苗期葉片顏色就偏淺，成株的成熟葉片也為淺綠色，葉橫截面呈平行，其瘦果顏色偏黃為其主要判斷依據。「苗栗 2 號」的萌果期為 3 月上旬，果實成熟期為 6 月中旬，相較於對照品系 MLJFA-01，採收期提早了 30 天以上，具有提早上市的潛力。「苗栗 2 號」平均瘦果重量為 155~157 公克，瘦果平均重量為 24.7 公克，雖果重僅高於對照組 10%，但單株可採收之果實數量將近為對照組的 1.9 倍，因此整體的產量約為對照品種的 2~3 倍，可提升

單一面積栽培的總產量。

對於新品種開發而言，除了以品種外觀特性來做為品種權的侵權依據外，開發核酸層次的分子標誌以保護品種權，可提高鑑定的準確性。常見的分子標誌篩選方法包括 RAPD、AFLP、SNP、SSR、ISSR 及 CAPS 等，本試驗採取的 ISSR 分子標誌技術，由於其引子在各作物及動物間保守性高，因此不需建立愛玉子專屬的資料庫，所開發出來的分子標誌具有再現性高的特性，可降低分子標誌開發的成本。CAPS 分子標誌技術以增幅特異性片段作為第一次的分群，再以限制酶酵素進行片段的分析做出第二次分群，此方法穩定性高，且可同時對於多個品種進行分類。Kunihisa 等人 (2005) 就曾利用 CAPS 分子標誌技術，將日本草莓品種進行分群，結果顯示可同時辨識出 64 種草莓品種。本試驗開發「苗栗 2 號」CAPS 分子標誌 ML2CAPS1 及 ML2CAPS2，以 ISSR 增幅出的特異性片段作為基礎，分析片段中有的限制酶切位，再設計該片段對應的增幅引子，經酶切後可將 6 種愛玉子分類為 3 群，雖無法立即辨識愛玉子「苗栗 2 號」個體，但若在眾多品種的混淆情形下，可做初步的分群，再配合其他分子標誌的共同判別，可加速品種辨識的速度。

五、結語

本試驗於計畫初期訂定育種目標為高產量、高果膠量、具抗病蟲害特性及具區隔性的新品種。經過淘汰選拔及檢定調查，選育出具有高產、高果膠量、大果及抗膠蟲的「苗栗1號」。及具高產、高果膠量、果多、早生等特性的「苗栗2號」。同時開發出新品種的 ISSR 及 CAPS 分子標誌，提供品種權轉移業者多一層的保障。依新品種的試驗過程，整理出一套愛玉子的「改良式省工栽培管理方法」，繪製栽培管理作業曆如圖六，值得一提的是，觀察愛玉子小蜂生育情況，繪製的愛玉

小蜂「生育期」及「越冬期」，可提供栽培者培育小蜂及用藥參考。本場嘗試以有機栽培管理愛玉子示範園區，初步已獲得良好的效果，苗栗、南投及嘉義等3個園區共1.1公頃，已於101年度取得MOA農產品有機栽培管理認證（認證字號：MOA1510305）。未來也將持續推動此栽培管理技術，以提高愛玉子產量的穩定度。在技術移轉推廣方面，2個新品種已於102年完成非專屬授權技術移轉，新品種總推廣面積達4公頃以上。

六、致謝

本文承行政院農業委員會科技計畫補助（99~102農科-1.1.9-苗-M1），試驗期間承蒙林秀滿小

姐、本場劉茂榮、陳慶旺、陳榮宗、蔡新墩、邱家玉先生等同仁的協助，謹此一併誌謝。

七、參考文獻

- 林讚標、劉哲政、何坤耀、謝煥儒、李國忠。1991。愛玉子專論 臺灣省林業試驗所編印。pp127。
- 吳輝虎、吳登楨、邱家玉。2007。影響愛玉子品質與凝膠力因子之研究。苗栗區農業改良場研究彙報 1:59-67。
- 吳輝虎、吳登楨、盧美君。2008。愛玉子平地栽培生產技術。農政與農情 197: 87-90。
- 黃永傳、陳文彬。1979。愛玉凍原料植物—愛玉之回顧與前瞻。中國園藝 25(4): 103-111。
- 黃永傳、陳文彬、邵雲屏。1980。愛玉凍凝膠機構之研究。中國園藝 26(4)117-126。

黃永傳、劉哲政。 1984。 愛玉瘦果中果膠酯酶之抽取條件及活性測定方法之釐定。 臺灣省林業試驗所試驗報告第 428 號。

- Beiki, A. H., S. Saboor, M. Ebrahimi.** 2012. A new avenue for classification and prediction of olive cultivars using supervised and unsupervised algorithms. PLoS One. 7(9):e44164.
- Blumenkrantz, N. and Asboe-Hansen, G.** 1973. New method for quantitative determination of uronic acids. Anal. Biochem. 54 (2):484-489
- Kunihisa M, N. Fukino, and S. Matsumoto.** 2003. Development of cleavage amplified polymorphic sequence (CAPS) markers for identification of strawberry cultivars. Euphytica 134:209-215
- Lee, J. W., K. H. Bang, Y. C. Kim, A. Y. Seo, I. H. Jo, J. H. Lee, O. T. Kim, D. Y. Hyun, S. W. Cha, J. H. Cho.** 2012. CAPS markers using mitochondrial consensus primers for molecular identification of *Panax* species and Korean ginseng cultivars (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Mol Biol Rep. 39(1):729-36
- Konovalov, F., E. Toshchakova, S. Gostimsky.** 2005. A CAPS marker set for mapping in linkage group III of pea (*Pisum sativum* L.). Cell Mol Biol Lett. 10(1):163-71.
- Kunihisa, M., N. Fukino, S. Matsumoto.** 2005. CAPS markers improved by cluster-specific amplification for identification of octoploid strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cultivars, and their disomic inheritance. Theor. Appl. Genet. 110: 1410–1418.
- Lee, M. and Mac Millan, J. D.** 1968. Mode of action of pectin enzyme. I. purification and certain properties of tomato pectinesterase. Biochem. 7 (11):4005-4010.
- Lin, T. P., C. C. Liu, S. W. Chen, and W. Y. Wang.** 1988. Purification and Characterization of Pectinmethylesterase from *Ficus awkeotsang* Makino Achenes. Plant Physiol. 91:1445-1453.
- Martins, M., D. Sarmento, M. M. Oliveira.** 2004. Genetic stability of micropropagated almond plantlets, as assessed by RAPD and ISSR markers. Plant Cell Rep. 23(7):492-496.
- Prevost, A., and M. J. Wilkinson.** 1999. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. Theor. Appl. Genet. 98:107-112.
- Tautz, D.** 1989. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. Nucleic Acids Res. 17: 6463–6471.
- Ujihara, T., F. Taniguchi, J. Tanaka, N. Hayashi.** 2011. Development of Expressed Sequence Tag (EST)-based Cleaved Amplified Polymorphic

Sequence (CAPS) markers of tea plant and their application to cultivar identification. *J Agric Food Chem.* 59(5):1557-1564.

Vos, P., R. Hogers, M. Bleeker, M. Reijans, van de Lee, T., M. Hornes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, M. Zabeau. 1995. AFLP: A new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res.* 23:4407-4414.

Williams, J. G. K., M. K. Hanafey, J. A. Rafalski, and S. V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res.* 18: 6531-6535.

Zietkiewicz, E., A. Rafalski, and D. Labuda. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20: 176-183.

表三、愛玉子管理作業曆

月分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
栽培管理曆												
果園管理												
生長期												
施肥期												
採收期												
病蟲害防治												
小峰生育期												
小峰越冬期												
病蟲害發生曆												
煤病												
炭疽病												
膠蟲												
螺旋粉蟲												
蚜蟲												
毒蛾類												
葉蟬												
薊馬												
介殼蟲												
天牛												

黑色長條表示重要工作/重要病蟲害；灰色長條表示次要病蟲害

Analysis on the Variety Characteristics and Establishing the Molecular Marker of *Ficus awkeotsang* Makino

Meng-Jin Lin¹, Shu-Chen Peng¹, and Mei-Chun Lu^{1*}

Abstract

Jelly fig (*Ficus awkeotsang* Makino), a member of the family Moraceae, is a vine plant native to the mountainous area above the sea level 1,000 to 1,800 meter of Taiwan. In order to improve the fruit quality and industrial development of jelly-fig, two new varieties 'Miaoli No.1' with traits of Laccifer lacca tolerance and high productivity, and 'Miaoli No.2' with traits of early ripening and high productivity, were bred. Sequence-specific markers for 'Miaoli No.1' were developed, which 528bp, 683bp, and 312bp lands were completed by JFSR09, JFSR18, and JFSR26 primers. However, 'Miaoli No.2' could be identified by amplifying a sequence specific 346bp band JFSR09 primer. The sequence-specific markers for new jelly-fig varieties protect the right of breeders. Two varieties were authorized to three farmers and over 4 hectares' cultivation were achieved.

Keyword: Jelly-fig (*Ficus awkeotsang* Makino), Breeding, Variety, Sequence-specific marker

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author: lumj@mdais.gov.tw

影響東方果實蠅蛹寄生蜂寄生因子之探討

吳怡慧^{1*} 莊益源² 黃勝泉¹

摘 要

格氏突闊小蜂 (*Dirhinus giffardii* Silvestri) 為東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 蛹期的寄生性天敵，本研究為探討田間應用此寄生蜂時影響其寄生能力的 2 個關鍵因子，包括釋放果園區的土壤質地及釋放前的供食效應。在實驗室內將東方果實蠅蛹體埋於不同質地及不同深度的土壤中進行測試，結果顯示在黏壤土環境下此寄生蜂成功寄生之數量最多，甚至可深入 10 cm 處成功寄生；但在壤土、砂壤土及砂土等三種土壤內，則僅蛹體在 1 cm 土壤深度時寄生效果較佳，相關的測試結果可供作評估不同果園土壤質地是否適用格氏突闊小蜂進行東方果實蠅生物防治之參考。此外，測試食物的因子對其寄生效力的影響，發現此寄生蜂羽化後，在不提供食物及水分的狀況下，5 日齡的雌寄生蜂仍具產卵能力，與提供水與食物者的寄生效果並沒有顯著差異。建議於田間釋放此寄生蜂前，網袋包裝與運送過程不需提供食物及水，仍可在釋放後保有優異的寄生效果，此結果有助於田間應用此寄生蜂時的前置處理。

關鍵字：格氏突闊小蜂、東方果實蠅、土壤、食物

一、前言

東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 屬雙翅目 (Diptera)、果實蠅科 (Tephritidae)，主要分布於亞洲及太平洋等地區，有為害紀錄之寄主植物多達百種以上 (Vargas *et al.*, 2005)。此蟲為台灣果樹重要害蟲之一，可危害多種經濟栽培之果樹，加上雌成蟲飛行及搜尋寄主能力強，嚴重影響鮮果產業的發展。

果實蠅類害蟲之寄生性天敵，包括寄生於果實蠅的卵、幼蟲及蛹期等不同發育階段之各種寄生蜂。夏威夷自 1999 年開始執行果實蠅區域管理計畫 (Hawaii Fruit Fly Area-wide Pest Management) 評估各種防治策略時，將保育與釋放果實蠅類之寄生性天敵列為六個重點技術項目之一 (Vargas *et al.*, 2008)。

¹ 苗栗區農業改良場 ² 國立中興大學昆蟲系

* 論文聯繫人：yhw@mdais.gov.tw

格氏突闊小蜂 (*Dirhinus giffardii* Silvestri) 屬膜翅目 (Hymenoptera)、小蜂科 (Chalcididae)，為果實蠅類的蛹寄生蜂，此寄生蜂在其它國家應用在 *Anastrepha*、*Bactrocera*、*Ceratitis* 和 *Dacus* 等各屬果實蠅類的防治上，曾有相關引進、大量飼育、生物特性等研究 (Ovruski *et al.*, 2000; Vargas *et al.*, 2001; El-Husseini *et al.*, 2008)，中央研究院於 1985 年自夏威夷將此寄生蜂引進台灣，並於 1995 年在苗栗區農業改良場建立大量飼育技術 (黃和章, 2002)。

格氏突闊小蜂成蟲呈黑色，體長約 3~4 mm，雌蜂以產卵管插入果實蠅蛹內產卵，孵化之幼蟲以果實蠅蛹體為食而發育成長，至羽化後才離開果實蠅蛹體，對周遭寄生之果實蠅可達到致死效應。在實驗室 27 ± 2°C，相對濕度 70 ~ 80%，格氏突闊小蜂卵期 (圖 1A) 1~2 天，幼蟲期 (圖 1B) 9~10 天，蛹期 (圖 1C) 7~8 天，成蟲 (圖 1D) 的時間約 20~30 日，雄蜂較雌蜂早 2~3 日羽化，雌蜂羽化後不久即可與雄蜂交尾，且寄生能力長達 1 個月，平均每日可寄生約 4 顆果實蠅

蛹，為體內單員寄生性之天敵昆蟲。

各種果實蠅類的老熟幼蟲偏好於土壤中化蛹的深度不盡相似，在劉和李 (1986) 試驗中東方果實蠅幼蟲化蛹的深度多集中在表土 1~3 cm 之間；另外，亦有報告顯示其偏好於有遮陰的土表鑽入土內化蛹，且於土表下 0~2 及 2~4 cm 處化蛹數量最多，與其他土壤深度間有顯著差異 (Alyokhin *et al.*, 2001)。土壤之不同組成與性狀等因素可能會影響格氏突闊小蜂對果實蠅類蛹體的寄生行為與田間防治應用，本試驗比較在不同土壤質地及分別將東方果實蠅的蛹放置於不同深度中，探討格氏突闊小蜂對其寄生能力的差異，以供未來田間釋放格氏突闊小蜂防治東方果實蠅適用性之參考。

考量田間釋放格氏突闊小蜂的方便性，目前利用 100 目網袋包裝寄送格氏突闊小蜂未羽化蛹 (圖 2)，農民收到蛹後約 3~4 天寄生蜂陸續羽化，因雌蜂較雄蜂晚羽化 2~3 日，為使雌蜂於網袋內完成交尾，以提高田間寄生效果，探討在不供給食物與水分的情況下，是否影響其存活與寄生效果，以供田間釋放應用的前置作業參考。

A



B



C



D



圖1.格氏突闊小蜂的生活史。格氏突闊小蜂卵 (A) 期 1~2 天，幼蟲 (B) 期 9~10 天，蛹 (C) 期 7~8 天，成蟲 (D) 20~30 日。

Fig. 1. Life cycle of *Dirhinus giffardii* Silvestri. (A) Egg: 1~2days. (B) Larva: 9~10 days. (C) Pupa: 7~8 days. (D) Adult: 20~30days.



圖 2. 以 100 目網袋寄送格氏突闊小蜂未羽化蛹，俟寄生蜂在袋內開始羽化後 5 日釋放田間。

Fig.2. Pupae of *Dirhinus giffardii* were packed in the 100-mesh package for delivery. Five days after the parasitoid's emergence, they were released in the field.

二、不同土壤質地及深度對格氏突闊小蜂寄生東方果實蠅之影響

在實驗室內將東方果實蠅蛹體埋於不同質地土壤及不同深度中，探討格氏突闊小蜂在各種土壤環境下的寄生能力，測試的土壤質地分別為壤土、黏壤土、砂土及將其與壤土以 2: 3 比例混合為砂壤土等共 4 種土壤質地，不同處理的土壤深度包括 1、3、5 及 10 cm 等 4 種，總共 16 種測試組合，對照組則將果實蠅蛹體直接放置於試驗箱底部，無覆蓋任何土壤。

本試驗對照組在東方果實蠅蛹體沒有任何土壤覆蓋時，格氏突闊小蜂成功寄生後羽化數量為 18.5 隻，當覆蓋不同深度土壤後，此寄生蜂隨著蛹於土壤深度的增加，成功寄生的比率降低。但當測試此寄生蜂在不同土壤質地的寄生表現

時，卻發現在黏壤土環境下可以發揮較佳的寄生情形，分別當果實蠅蛹體在 1、3 及 5 cm 的土壤深度下時，可達到無顯著差異的寄生效能，累計成功寄生果實蠅蛹體後羽化的數量分別為 13.0 及 13.5 隻，在 10 cm 土壤深度為 9.3 隻（圖 3A）；但在黏壤土的測試結果分別與其餘土壤質地間有顯著差異，可發揮寄生效能依次為壤土、砂壤土及砂土，此三種土壤，均在 1 cm 土壤深度之果實蠅蛹體時寄生的數量較多，平均每一雌寄生蜂累計羽化的寄生蜂數量分別為 6.1、4.7 及 0.6 隻，超過 3 公分土壤則寄生數量下降，不利寄生（圖 3B、C、D）（吳等，2014）。

三、食物對格氏突闊小蜂寄生東方果實蠅之影響

在實驗室內探討格氏突闊小蜂羽化後初期不供給食物與水時，對其存活與寄生東方果實蠅蛹體能力的影響，初步測試結果顯示，羽化後的寄生蜂在完全不供給食物與水的情況下，當放入東方果實蠅蛹體供其寄生時，依舊可發揮相當優異的寄生效果，與正常供給食物及水的對照組並無顯著差異；第 5 日齡

起正常供給食物與水後，發現其寄生高峰期及寄生效能與正常供食者亦無顯著差異（吳，未發表資料），但初期未供給食物及水者，至第 5 日齡時存活率達 77.5%，即有出現死亡個體，似乎對其壽命有影響，相關較佳之處理模式仍待進一步測試。

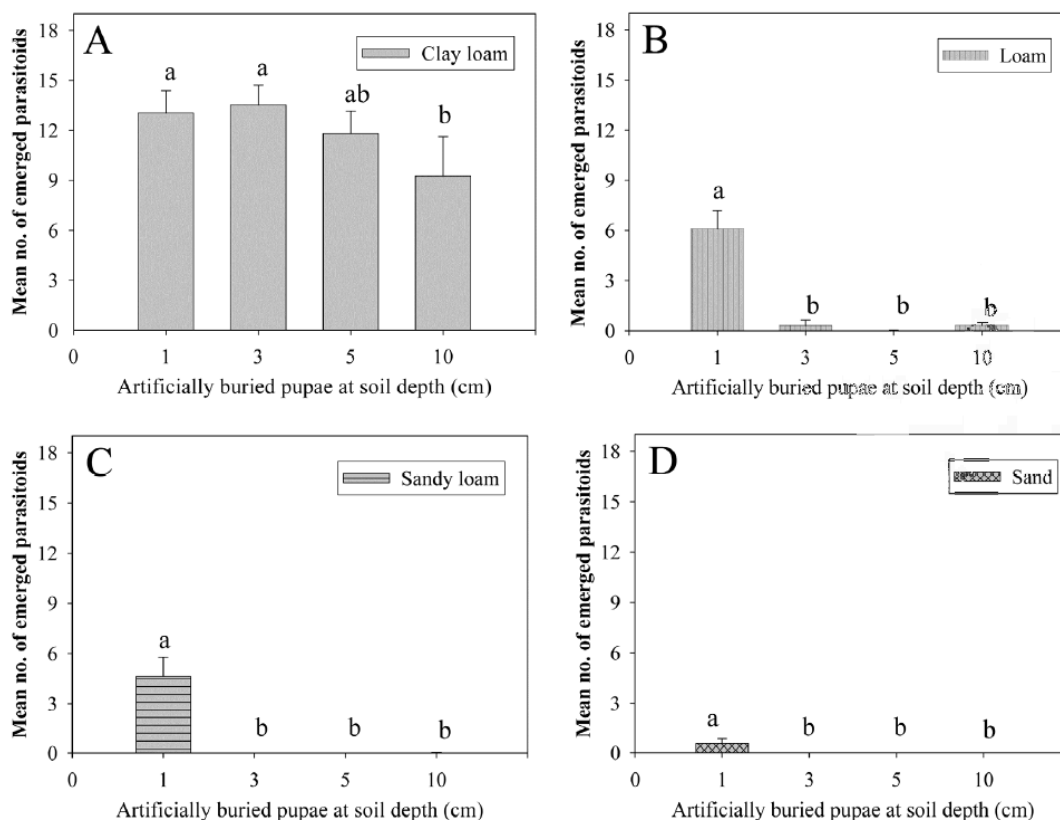


圖3.格氏突闊小蜂寄生人工埋於不同土壤質地與深度的東方果實蠅蛹之平均羽化數量 (吳等, 2014)。

Fig. 3. The mean number ($\pm$ SE) of emerging *Dirhinus giffardii* from the pupae of the oriental fruit fly buried artificially at different soil depths. Error bars represent the standard error of the mean. The means marked with the same letter are not significantly different at 0.05 level, LSD, ANOVA procedure (SAS institute 2006). (A) Clay loam. (B) Loam. (C) Sandy loam. (D) Sand (Wu *et al.*, 2014).

四、結論

目前有關果實蠅蛹體的寄生蜂則較少相關評估與田間防治應用等研究，乃因在田間要收集土壤內果實蠅的蛹體來評估防治效率相當困難 (Purcell, 1998; Guillen *et al.*, 2002)。本試驗模擬土壤質地與人工設置果實蠅蛹體在不同的土壤深度，針對攻擊東方果實蠅蛹體

的格氏突闊小蜂初步評估其寄生效能，在黏壤土環境下的寄生表現顯示相當具應用價值，對照本試驗中各測試土壤成分分析資料，發現隨著土壤質地中含黏土與壤土含量比例的提高，有助於格氏突闊小蜂成功發揮寄生果實蠅蛹體之效能 (吳等, 2014)。格氏突闊小蜂具備寄生

於土壤中果實蠅蛹期之特殊習性，有別於攻擊果實蠅卵期或幼蟲期之寄生蜂，主要攻擊可以成功進入蛹期的果實蠅蛹體，田間應用可以彌補攻擊卵或幼蟲期寄生蜂之不足。且卵及幼蟲寄生蜂的寄生效果對於東方果實蠅危害的寄主有偏好的選擇 (Vargas *et al.*, 2012)，蛹寄生蜂為寄生土中的蛹，不會因作物種類影響寄生效率，可應用於各類果樹防治果實蠅。本試驗結果在未來可供此寄生蜂與其他防治策略綜合應用時，經由果園區土壤特性的調查，建立此寄生蜂在田間生物防治應用的適用性指標。

醣類及水分可提供昆蟲成蟲活力、增加存活率，為性成熟所需的營養物品；每種昆蟲對於食物及水分的需求皆不同，如東方果實蠅於不供應任何食物及水分，成蟲僅可存活 3 天 (劉和黃, 1990)；東方果實蠅的卵寄生蜂 *Fopius arisans* (Sonan) 在提供食物蜂蜜

與否會影響寄生蜂的存活率，但對於卵的成熟並沒有顯著差異 (Wang and Messing, 2003)；同樣在格氏突闊小蜂的試驗，El-Husseini *et al.*, (2008) 進行於餵食及饑餓狀態下的存活天數及寄生在桃果實蠅 *Bactrocera zonata* (Saunders) 蛹體數量，在饑餓環境格氏突闊小蜂平均僅有 3.2 天的壽命，且不具有寄生能力，有餵食則平均有 19.73 天壽命，每隻雌蟲並可產 43.07 個卵，其結果與本研究初步測試結果不盡相同，相關試驗發現此寄生蜂在羽化後不供給食物及水的狀況下，5 日齡的雌蟲時仍具有產卵能力，與對照組沒有顯著差異，但未供給食物的寄生蜂有部份在試驗初期死亡，表示食物與水仍影響其存活率。本試驗初步結果顯示在初期缺少食物及水的狀況下，格氏突闊小蜂仍具有產卵寄生能力，應用此特性有助於改善此寄生蜂田間應用時的包裝與運送過程之前置處理。

五、參考文獻

- 吳怡慧、黃勝泉、章加寶、莊益源。2014。不同土壤質地及深度對格氏突闊小蜂寄生東方果實蠅之影響。中華昆蟲 34:1-10。
- 黃勝泉、章加寶。2002。東方果實蠅幼蟲收集器開發及其蛹寄生蜂量產技術。昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊 121-129。
- 劉玉章、李燕光。1986。土壤物理因子對東方果實蠅族群之影響。中華昆蟲 6: 15-30。
- 劉玉章、黃莉欣。1990。食物因子作用下之東方果實蠅族群統計學介量。中華昆蟲 10: 279-299。

- Alyokhin, A. V., C. Mille, R. H. Messing and J. J. Duan.** 2001. Selection of pupation habitats by oriental fruit fly larvae in the laboratory. *J. Insect Behavior* 14:57-67.
- El-Husseini, M. M., E. A. Agamy, M.H. Saafan and WM. Abd El-Khalek.** 2008. On the biology of *Dirhinus giffardii* (Silvestri) (Hymenoptera: Chalcididae) parasitizing pupae of the peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae) in Egypt. *Egyptian J. Biol. Pest Control* 18: 391-396.
- Guillen, L., M. Aluja, M. Equihua and J. Sivinski.** 2002. Performance of two fruit fly (Diptera: Tephritidae) pupal parasitoids (*Coptera haywardi* [Hymenoptera: Diapriidae] and *Pachycrepoideus vindemiae* [Hymenoptera: Pteromalidae]) under different environmental soil conditions. *Biol. Control* 23: 219-227.
- Ovruski, S.M., M. Aluja, L. Sivinski, R.A. Wharton.** 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integr. Pest Manag. Rev.* 5: 81-107.
- Purcell, M. F.** 1998. Contribution of biological control to integrated pest management of tephritid fruit flies in the tropic and subtropics. *Integr. Pest Manag. Rev.* 3: 63-83.
- Vargas, R.I., L. Leblanc, R. Putoa, and J. C. Piñero.** 2012. Population dynamics of three *Bactrocera* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae) and two introduced natural enemies, *Fopius arisanus* (Sonan) and *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), after an invasion by *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in Tahiti. *Biological Control* 60: 199-206.
- Vargas, R. I., J. D. Stark, B. Mackey, and R. Bull.** 2005. Weathering trails of Amulet cue-lure and Amulet methyl eugenol “attract-and-kill” stations with male melon flies and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 98: 1551-1559.
- Vargas, R. I., R. F. L. Mau, E. B. Jang, R. M. Faust, and L. Wong.** 2008. The Hawaii Fruit Fly Area-Wide Pest Management Program. pp 300-325. In: Koul O, Cuperus GW, Elliott NC (eds). *Area-wide IPM: Theory to Implementation*. CABI Books, London.
- Vargas, R. I., S. L. Peck, G. T. McQuate, C. G. Jackson, J. D. Stark, and J.W. Armstrong.** 2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoid and a novel bait spray. *J. Econ. Entomol.* 94: 817-825.
- Wang, X. G., and R. H. Messing.** 2003. Egg maturation in the parasitoid *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae): Do host-associated stimuli promote ovarian development. *Behavior* 96(4):571-578.

Two Effective Factors on the Parasitism of *Dirhinus giffardii* Silvestri (Hymenoptera: Chalcididae)

Yi-Hui Wu^{1*}, Yi-Yuan Chuang and Sheng-Chuan Huang¹

Abstract

Dirhinus giffardii Silvestri is a kind of pupal parasitoid of the oriental fruit flies, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). Two parasitism factors, soil profiles of the orchards and food supply for the parasitoid before their releasing to the field, were explored. In the laboratory, the effects of different soil textures and depths on the parasitism by *D. giffardii* on *B. dorsalis* pupae were compared. The results showed a markedly higher parasitism in clay loam, even at a soil depth up to 10cm, but the highest level of parasitism was found at a depth of 1 cm in loam, sandy loam, or sand. Therefore, our results would be significant for reference in assessing the soil profiles in various orchards to determine whether or not *D. giffardii* would be beneficial to biological control of the oriental fruit flies. As for feeding factor, even the female parasitoid could still hatch and live after 5 days with no food and water supplies with no significance, when compared to those which were supplied with food and water. Therefore, it is suggested that *D. giffardii* were packaged in the 100-mesh bags without any food and water supplies during delivery, since their parasitism is still highly effective. The results would be a significant proof for field application of this kind of parasitoid.

Keyword: *Dirhinus giffardii* Silvestri 、oriental fruit flies 、soil 、food

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

² Department of Entomology, National Chung-Hsing University, Taiwan, R. O. C.

*Corresponding author: yhw@mdais.gov.tw

臺灣地區蜜蜂病毒潛伏及防治策略

盧美君^{1*} 吳輝虎¹ 羅玉青¹

摘 要

本研究利用反轉錄聚合酶連鎖反應法監測 8 種蜜蜂病毒在臺灣地區蜂場之潛伏情形，4 年來收集計 52 個蜂場，243 個樣本進行分析。結果顯示 22.6% 的樣本潛伏有蜜蜂畸翅病毒 (DWV)，18.3% 的樣本有蜂蟹蟎病毒 (VDV-1)，其次為克什米爾病毒 (KBV) 佔 7.8%，Kakugo 病毒佔 7.8%，黑蜂王臺病毒 (BQCV) 佔 4.9% 及蜜蜂囊雛病毒 (SBV) 佔 3.7%。參試樣本中並未檢測到急性蜜蜂癱瘓病毒 (ABPV) 及慢性蜜蜂癱瘓病毒 (CBPV)。在 110 個單隻蜜蜂樣本中，感染單一種病毒者佔 26.3%，感染兩種病毒者佔 6.3%，感染 3 種病毒者佔 4.5%，惟受感染之蜂群成員間帶原之病毒種類不完全相同，文中同時針對蜜蜂病毒防治提出綜合性的討論。

關鍵字：蜜蜂、病毒、反轉錄聚合酶連鎖反應法

前 言

蜜蜂是大自然中植物繁衍最主要的授粉媒介；如今，人類有三分之一的食物，直接或間接的來自於需要蜜蜂授粉的作物 (Allsopp *et al.*, 2008)；據統計全世界需昆蟲授粉作物之產值約臺幣 6 兆 1 千 2 百萬，其中有 80% 的授粉媒介為蜜蜂 (Allsopp *et al.*, 2008)；2004 至 2008 年間北美洲、歐洲及亞洲等地驚傳蜜蜂神秘消失，震驚了全世界，這種蜂群崩解失調 (Colony Collapse Disorder, CCD) 現象的共同的特徵為外勤工蜂一去不復

返，蜂巢周圍無蜜蜂殘體，巢內僅剩少數之內勤蜂、幼蟲、蛹、卵及蜂王，蜂勢瞬間衰退而不留痕跡 (vanEngelsdorp *et al.*, 2008, Bromenthenk *et al.*, 2010; Cepero *et al.*, 2014)。研究結果顯示，96.1% 的 CCD 蜂群含有以色列麻痺病毒 (Israel acute paralysis virus, IAPV)，而接種 IAPV 的健康蜂群，致死率可達 70-80% (Cox-Foster *et al.*, 2007; Palacios *et al.*, 2008)。原先被認為低病原性昆蟲 RNA 病毒，對蜂群的威脅性顯現

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

* 論文連繫人：lumj@mdais.gov.tw

無疑，至此蜜蜂病毒的研究逐漸受到國際的重視。目前，被報導的蜜蜂病毒約有 19 種，在分類上大多屬於蜜蜂類小 RNA 病毒 (picorna-like virus)，其中有 9 種已完成全長定序，分別為急性蜜蜂麻痹病毒 (acute bee-paralysis virus, ABPV)、蜜蜂黑王臺病毒 (black queen-cell virus, BQCV)、克什米爾蜜蜂病毒 (Kashmir bee virus, KBV)、慢性蜜蜂麻痹病毒 (chronic bee-paralysis virus, CBPV)、蜜蜂囊雛病毒 (sacbrood bee virus, SBV)、蜜蜂畸翅病毒 (deformed wing virus, DWV)、蜂蟹蟎病毒 (varroa destructor virus, VDV)、Kakugo virus (KV) 及以色列麻痹病毒 (israel acute paralysis virus, IAPV) (王等, 2009)。

蜜蜂病毒的傳染主要經由蜂蟹蟎 (*Varroa destructor*) (Di Prisco *et al.*, 2011)、餵食 (Chen *et al.*, 2006) 及蜂王垂直傳染 (Chen *et al.*,

2005; Yue *et al.*, 2006; de Miranda and Fries, 2008)，成蜂主要症狀為尾部較黑、斑紋不明顯、體毛掉落、吻伸長、顯現跳躍不平衡感，部份病蜂無法飛翔而只能爬行，其它依病毒種類而有不同症狀，如感染 DWV 的成蜂翅膀常有畸型發生；SBV 使得幼蟲無法化蛹，皮下形成囊狀物；CBPV 及 ABPV 病毒造成的麻痺、顫抖症狀 (vanEngelsdorp *et al.*, 2009; Cepero *et al.*, 2014)。因蜜蜂常感染多重病毒，在診斷上很難就症狀來研判病毒種類，爰此，開發蜜蜂病毒病分子檢測技術，用於田間診斷上格外的重要。

本研究利用反轉錄聚合酶連鎖反應 (reverse transcription polymerase chain reaction, RT-PCR) 法，長期監測臺灣北、中、南、東蜂場蜜蜂病毒潛伏情況，茲將近 4 年監測之結果報告如下，提供相關領域研究學者及蜂農參考。

材料與方法

一、蜂群取樣

蜜蜂種群每箱取樣成蜂 5 隻，每種群重複至少 6 箱，剪取蜜蜂頭部置入 RNA 萃取液中 (Invitrogen

公司)，運送回實驗室進行後續的 RNA 的萃取，萃取方法如廠商說明書 (TRIzol® Reagent, Invitrogen)。

二、蜜蜂病毒分析

完成萃取的蜜蜂 RNA 樣本置入 -20°C 備用。以 RT-PCR 套組 (SuperScript One-Step RT-PCR with Platinum Taq, Invitrogen) 進行 8 種蜜蜂病毒 - 黑蜂王臺病毒 (black queen-cell virus, BQCV)、蜜蜂囊雛病毒 (sacbrood virus, SBV)、克什米爾蜜蜂病毒 (kashmir bee virus, KBV)、Kakugo virus (KV)、蜜蜂畸翅病毒 (deformed wing virus, DWV)、急性蜜蜂麻痹病毒 (acute bee-paralysis virus, ABPV)、慢性蜜蜂麻痹病毒 (chronic bee-paralysis virus, CBPV) 及蜂蟹蟎病毒 (Varroa destructor virus,

VDV) 之偵測，以蜜蜂肌動蛋白 (β -actin) 基因片段為內部對照組。各種病毒所用的引子、增幅片段大小及目標區域如表一。反應液總體積 $20\mu\text{l}$ 中含 $1\mu\text{g}$ 模板 RNA、 $0.2\mu\text{M}$ 引子、RT-Platinum Taq mix (Invitrogen 公司) $0.8\mu\text{l}$ 。PCR 條件為 50°C ，45 min 及 94°C ，2 min 共 1 循環， 94°C ，15s； $55-57^{\circ}\text{C}$ ，30s； 72°C ，1 min 共 40 循環；最後 72°C ，10 min，1 循環。

將 RT-PCR 產物取 $10\mu\text{l}$ 以 1% 洋菜膠進行電泳分析，並以 UV312nm 照相紀錄該條帶大小，並截取目標條帶進行核酸定序，確定該病毒之片段序列是否正確。

結 果

一、臺灣地區蜜蜂病毒潛伏調查

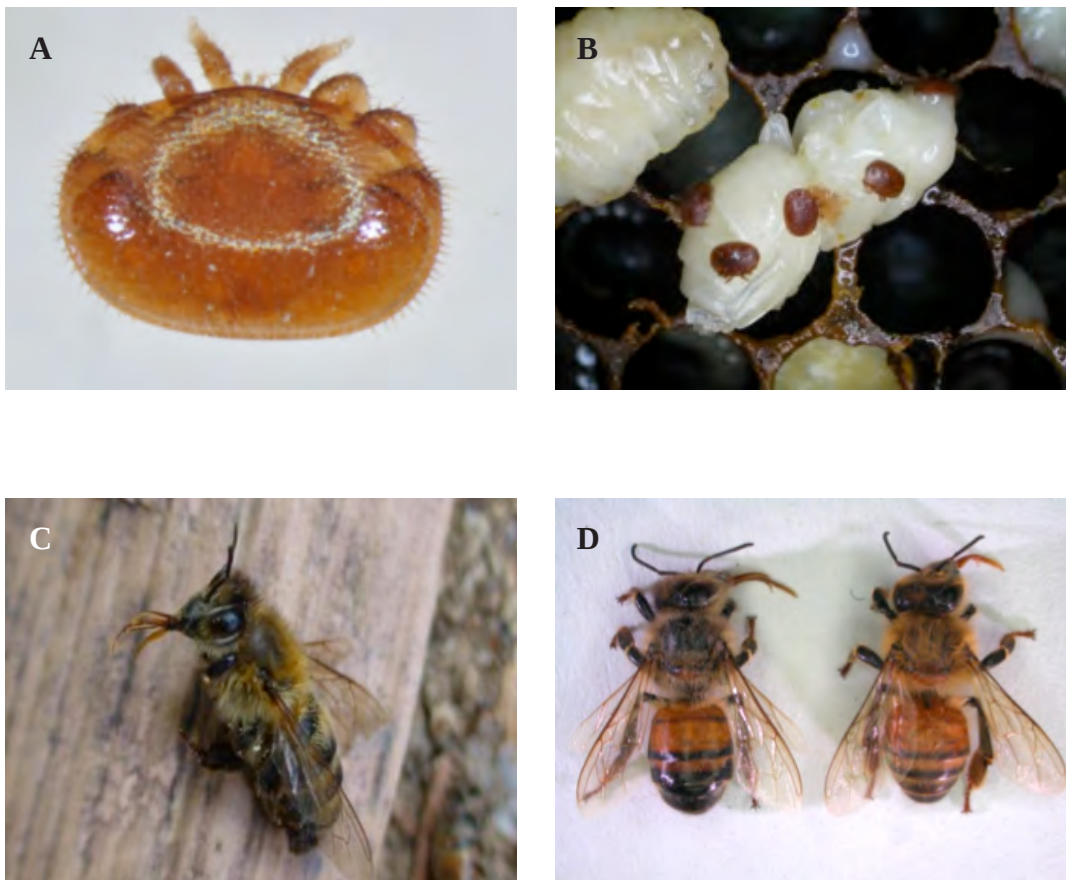
統計 2008 年至 2012 年臺灣地區北、中、南、東蜂場 243 個樣本之蜜蜂病毒潛伏情形，顯示臺灣蜂場最常潛伏的病毒，為 DWV 佔 22.6%，其次為 VDV 佔 18.3%、KBV 佔 7.8%、KV 佔 7.8%、BQCV 佔 4.9% 及 SBV 3.7%，ABPV 及 CBPV 在樣本中並未偵測到 (表二)。分析 110 件單一件成蜂樣本，只感染 1 種病毒的樣本，DWV 佔 2.7%，VDV 佔 23.6%，共計 26.3%；同時感染 2 種

病毒的樣本，BQCV+DWV 佔 0.9%，KV+DWV 或 KV+VDV 者佔 2.7%，共計佔 6.3%；同時感染 3 種蜜蜂病毒的樣本，BQCV+SBV+DWV 佔 0.9%，DWV+KV+VDV 佔 3.6%，共計佔 4.5% (表三)。發病之蜂群蜂勢弱、爬蜂、體毛脫落、腹尾較黑，常有蜂蟹蟎寄生之現象 (圖一)，複合感染的結果，使得感染之病毒種類不易判定。

表一、本研究所用的病毒引子

Table 1. Virus primers used in this study

引子序列	長度 (bp)	增幅片段	GenBank accession no.	參考文獻
<u>BQCV F</u> TGGTCAGCTCCCACTACCTTAAAC <u>BQCV R</u> GCAACAAGAAGAAACGTAAACCAC	701	Structural polyprotein gene	AF183905	Benjeddou <i>et al.</i> , 2001 Leat, <i>et al.</i> , 2000
<u>DWV F</u> ATCAGCGCTTAGTGAGGAA <u>DWV R</u> TCGACAATTTTCGGACATCA	710	Structural polyprotein gene	EU836051	Baker and Schroeder, 2008
<u>KBV F</u> GATGAACGTCGACCTATTGA <u>KBV R</u> TGTGGGTTGGCTATGAGTCA	414	RNA polymerase gene	NC_004807	Stoltz <i>et al.</i> , 1995 De Miranda <i>et al.</i> , 2004
<u>KV F</u> GGACTGAACCAAATCCGATGTCAT <u>KV R</u> TCTCAAGTTCGGGACGCATTCCACG	377	VP1 gene for polyprotein	NC_005876	Fujiyuki <i>et al.</i> , 2004
<u>SBV F</u> GCTGAGGTAGGATCTTTGCGT <u>SBV R</u> TCATCATCTTCACCATCCGA	823	Structural polyprotein gene	NC_002066.	Chen <i>et al.</i> , 2005 Ghosh <i>et al.</i> , 1999
<u>CBPVF</u> AGTTGTCATGGT AACAGGATACGAG <u>CBPVR</u> TCTAATCTTAGCACGAAAGCCGAG	455	Structural polyprotein gene	AF461061	Ribiere <i>et al.</i> , 2002
<u>ABPVF</u> TTAGTGTCCAGAGACTGTATC CA <u>ABPVR</u> GCTCCTATTGCTCGGTTTTTCGGT	900	Structural polyprotein gene	AF150629	Benjeddou <i>et al.</i> , 2001
<u>VDVF</u> CGGGACCAACCACTTGTAATG <u>VDVR</u> TATCTTCATCAGGCGCACACC	315	Structural polyprotein gene	EU779940	Ongus <i>et al.</i> , 2004



圖一、蜂群感染病毒症狀。(A) 蜂蟹蟎為主要傳染媒介；(B) 感染病毒的蜂群常合併蜂蟹蟎寄生蜜蜂 (C) 感染病毒的成蜂常有吐舌現象 (D) 感染病毒後因腹部體毛掉落，尾部較黑；左為感染蜂，右為正常蜂。

Fig 1. Virus-infected symptoms in honeybee (*Apis mellifera*).

表二、2008 到 2012 年間臺灣地區蜂場 8 種蜜蜂病毒感染狀況

Table 2. Occurrence and prevalence of honeybee virus during 2008 to 2012.

Type of Virus	¹ Sample number	No. of Infected	Infected (%)
ABPV	243	0	0
CBPV	243	0	0
BQCV	243	12	4.9
DWV	243	55	22.6
KBV	243	19	7.8
SBV	243	9	3.7
KV	243	19	7.8
² VDV	142	26	18.3

¹ Adult bees were collected from 52 apiaries, which 10 adult bees per colony were pooled and mixed for RT-PCR assay, and 5 colonies per apiary.

² VDV survey was not included until 2011.

表三、單隻蜜蜂感染病毒百分比

Table 3. Frequency of virus infection in single adult bee sample

No. of virus	Type of infection	Frequency (%)
1	DWV	2.7 (3/110)
	VDV	23.6 (26/110)
2	BQCV+DWV	0.9 (1/110)
	KV+DWV	2.7 (3/110)
	KV+VDV	2.7 (3/110)
3	BQCV+SBV+DWV	0.9 (1/110)
	DWV+KV+VDV	3.6 (4/110)

二、族群成員之病毒潛伏種類比較

選擇一箱已感染蜜蜂病毒及蜂蟹蟎之蜂群，取樣不同發育階段之蜜蜂樣本，比較不同成員間之病毒帶原種類（表四）。結果顯示該箱成蜂中僅測得 DWV；幼蟲中除 DWV 外，另有 BQCV、KBV 及 SBV；蜂蛹

中測得 DWV、BQCV 及 KBV；蜂王中則帶有 DWV、BQCV、KBV 及 KV。此外該群寄生之蜂蟹蟎體內，可測得 DWV、KBV 及 KV，除 DMV 為成員間共通的病毒之外，族群成員或傳染媒介間帶原之病毒種類不完全相同。

表四、蜜蜂族群間不同成員之病毒潛伏情形

Table 4. Detection of viruses in single beehive

Virus	Adult	Larva	Pupa	Queen	Mite
ABPV	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
BQCV	N. D.	+	+	+	N. D.
KBV	N. D.	+	+	+	+
KV	N. D.	N. D.	N. D.	+	+
SBV	N. D.	+	N. D.	N. D.	N. D.
DWV	+	+	+	+	+
CBPV	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.

Ten adult bees, one queen, 5 mites, 5 larvae and 5 pupae were collected from a single beehive. Samples were mixed and total RNA was extracted, except the queen.

N.D.: non-identified. +:Virus detected by RT-PCR.

討論

瞭解臺灣地區蜜蜂病毒分佈及傳染等資訊，採行可能的防治策略，可減低蜜蜂病毒之危害，提高蜜蜂健康及蜂產品品質，達到防患未然之效。採樣過程中，大部份

的蜜蜂外觀正常，測得的病毒以 DWV(22.3%) 及 VDV(18.3%) 為主，此兩種病毒因與蜂蟹蟎之寄生密切相關 (Shen *et al.*, 2005; Zhang, *et al.*, 2007)，顯然蜂場蜂蟹蟎的危

害可能為蜜蜂感染病毒之主因。比較其它地區蜂群病毒發生情形，韓國蜜蜂病毒，成蜂為 BQCV 及 SBV，各佔 75.5% 及 30.7%；幼蟲則以 SBV(60.49%) 及 BQCV(48.14%) 佔大多數 (Choe, *et al.*, 2012)；中國之西洋蜂主要感染 DWV，佔成蜂 94%；中國蜂則多數感染 SBV，佔 86% (Ai *et al.*, 2012)；巴西蜂場主要感染 BQCV 及 ABPV，DWV 次之 (Teixeira *et al.*, 2008)，泰國 (Sanpa and Chantawannakul., 2009) 澳洲 (Berenyi *et al.*, 2006)、英國 (Baker and Schroeder, 2008) 蜂場均以感染 DWV 為多，顯然優勢病毒之種類雖隨地區而有所差異，但 DWV 是大多數國家之主要病毒，與臺灣地區蜂場類似，因該病毒與蜂蟹蟎之發生息息相關，也反映了未來的病毒防治需與蜂蟹蟎防治同步化，才能有效防止疫情蔓延。

分析單一成蜂樣本，以單感染者居多佔 26.3%，但雙感染及三重

感染者在樣本中以亦零星發現，比例在 4-6% 左右，這與前人發表之蜜蜂病毒多重感染之現象類似 (Chen *et al.*, 2005)。單一蜂群成員之病毒帶原種類不同，從蜂王、幼蟲、蛹、成蜂到蜂蟹蟎均可偵測到病原之存在，也顯現出病毒垂直及水平傳染的可能性，但因病毒感染程度有別，展現出病毒種類的多樣性。此外，在田間診斷時，常發現樣本中複合感染病毒與蜂蟹蟎之症狀，蜂群表現出蜜蜂族群弱化的情形。推測當蜂群處於非競爭和健康的狀態下，病毒可透過垂直傳播機制潛伏於蜂群中，不會引起明顯的感染症狀，但當蜜蜂生活在某些環境壓力下，如蜂蟹蟎或其它病敵害之下；亦或蜜源短缺、飢餓或寒冷，蜜蜂生活力下降時，病毒就會脫離潛伏狀態，產生大量病毒粒子，透過水平傳播機制擴散，提高了病毒的致病性，最終導致蜂群的滅亡。

結語

長期監測臺灣地區蜂場之結果顯示，潛伏性病毒存在於區域蜂場中，雖然以慣行的養蜂管理模式，在食物不虞匱乏，蜂群強勢及健康的情況下，不見得會發病，但 RNA 病毒的變異大，受到環境及氣候因子影響，何時會出現高病原性的蜜蜂病毒不得而知，因此進行蜜蜂病

毒偵測，並瞭解病毒種類、全年消長分佈及傳染途徑，可提供蜂農預警，俾利於採取適當的健康管理措施，包括建立長期監測及預警機制，發佈疫情提醒蜂農注意；提倡預防重於治療及病蟲害綜合防治的觀念，如蜂蟹蟎防治可減低病毒危害等；不濫用藥物，增強蜂群免疫

力，汰弱群扶強群的管理方式：或是專業育王場、蜂種引進減少因品種退化導致的蜂群衰退；外界蜜源不足或環境不佳時蜂群蛋白質及營養補充；及定期蜂場消毒等。未來

擬進一步研究蜜蜂病毒整合性防治策略，以減少蜂群損失，維繫臺灣農糧作物授粉需求，並穩定生產及品質。

誌謝

本研究承蒙農委會 98-100 農科 -9.3.1- 苗 -M1 計畫補助，特致謝忱。

七、參考文獻

- 王重雄、羅竹芳、乃育沂、王智源、陳韻如、黃偉峰、簡慈盈、吳治宇。
2009。蜂群衰竭症候群。海峽兩岸蜜蜂與蜂產品研討會論文集 p1-25。
- Ai, H., Yan, X., and Han R.** 2012. Occurrence and prevalence of seven bee viruses in *Apis mellifera* and *Apis cerana* apiaries in China. J. Inverte. Pathol. 109: 160-164.
- Allsopp MH, de Lange WJ, and Veldtman R.** 2008. Valuing insect pollination services with cost of replacement. PLoS One. 10;3(9):e3128..
- Baker A, Schroeder D.** 2008. Occurrence and genetic analysis of picorna-like viruses infecting worker bees of *Apis mellifera* L. populations in Devon, South West England. J Inverte. Pathol. 98(2):239-42.
- Benjeddou, M. N., Leat, M. Allsopp, and S. Davison.** 2001. Detection of acute bee paralysis virus and black queen cell virus from honeybees by reverse transcription PCR. Appl. Environ. Microbiol. 67: 2384-2387.
- Berenyi O., Bakonyi, T., Derakhshifar, I., Koglberger, H., and Nowotny, N.** 2006. Occurrence of six honeybee viruses in diseased Austrian apiaries. Appl. Environ. Microbiol. : 2414-2420.
- Bromenthenk, J.J., Henderson, C. B., Wick, C. H., Stanford, M. F., Zulich, A. W., Jabbour, R. E., Deshpande, S. V., McCulbbin, P. E., Seccomb, R. A., Welch, P. M., Williams, T., Firth, D. R., Skoronski, E., Lehmann, M.M., Bilimoria, S. L., Gress, J., Wanner, K. W., and Cramer, R. A.** 2010. Iridovirus and microsporidian linked to honey bee colony decline. PloS ONE 5: 1-11.
- Cepero A, Ravoet J, Gómez-Moracho T, Bernal JL, Del Nozal MJ, Bartolomé C, Maside X, Meana A, González-Porto AV, de Graaf DC, Martín-Hernández**

- R, and Higes M.** 2014. Holistic screening of collapsing honey bee colonies in Spain: a case study. BMC Res Notes. 7:649. doi: 10.1186/1756-0500-7-649.
- Chen, Y., Evans, J., and Feldlaufer, M.** 2006. Horizontal and vertical transmission of viruses in the honey bee, *Apis mellifera*. J. Inverte. Pathol. 92: 152-159.
- Chen, Y., Pettis, J. S., and Feldlaufer, M. F.** 2005. Detection of multiple viruses in queens of the honey bee *Apis mellifera* L. J. Inverte. Pathol. 90: 118-121.
- Choe SE, Nguyen LT, Noh JH, Koh HB, Jean YH, Kweon CH, Kang SW.** 2012. Prevalence and distribution of six bee viruses in Korean *Apis cerana* populations. J. Invertebr Pathol. 109(3):330-303.
- Cox-Foster DL1, Conlan S, Holmes EC, Palacios G, Evans JD, Moran NA, Quan PL, Briese T, Hornig M, Geiser DM, Martinson V, vanEngelsdorp D, Kalkstein AL, Drysdale A, Hui J, Zhai J, Cui L, Hutchison SK, Simons JF, Egholm M, Pettis JS, Lipkin W.I.** 2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. Science 318: 283-287.
- de Miranda, J. R.,and Fries, I.** 2008. Veneral and vertical transmission of deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera* L.). J. Inverte. Pathol. 99: 184-189.
- de Miranda,J.R., Drebot,M., Tyler,S., Shen,M., Cameron,C.E., Stoltz,D.B. and Camazine,S.M.** 2004. Complete nucleotide sequence of Kashmir bee virus and comparison with acute bee paralysis virus. J. Gen. Virol. 85: 2263-2270.
- di Prisco, G., Pennacchio, F., Caprio, E., Boncristiani, HF Jr., Evans, J. D., and Chen Y.** 2011. *Varroa destructor* is an effective vector of Israeli acute paralysis virus in the honeybee, *Apis mellifera*. J. Gen Virol. 92:151-155.
- Fujiyuki,T., Takeuchi,H., Ono,M., Ohka,S., Sasaki,T., Nomoto,A. and Kubo,T.** 2008. Novel insect picorna-like virus identified in the brains of aggressive worker honeybees J. Virol. 78 : 1093-1100
- Ghosh,R.C., Ball,B.V., Willcocks,M.M. and Carter,M.J.** 1999. The nucleotide sequence of sacbrood virus of the honey bee: an insect picorna-like virus. J. Gen. Virol. 80 :1541-1549.
- Leat,N., Ball,B., Govan,V. and Davison,S.** 2000. Analysis of the complete genome sequence of black queen-cell virus, a picorna-like virus of honey bees. J. Gen. Virol. 81 : 2111-2119.
- Ongus, J. R., Peters, D., Bonmatin, J. M., Bengsch, E., Vlak, J. M., and van Oers, M. M.** 2004. Complete sequence of a picorna-like virus of the genus Iflavirus replicating in the mite *Varroa destructor*. J. Gen. Virol. 85: 3747-3755.
- Palacios,G., Hui,J., Quan,P.L., Kalkstein,A.,Honkavuori,K.S.,Bussetti,A.V.,**

- Conlan,S., Evans,J., Chen,Y.P., VanEngelsdorp,D.,Efrat,H., Pettis,J., Cox-Foster,D., Holmes,E.C., Briese,T. and Lipkin,W.I.** 2008 Genetic analysis of Israel acute paralysis virus: distinct clusters are circulating in the United States J. Virol. 82 : 6209-6217
- Sanpa, S., and Chantawannakul, P.** 2009. Survey of six viruses using RT-PCR in Northern Thailand. J Inverte. Pathol. 100: 116-119.
- Shen, M., Yang, X., Cox-Foster, D., and Cui, L.** 2005. The role of varroa mites in infections of Kashmir bee virus (KBV) and deformed wing virus (DWV) in honey bees. Virology 342: 141-149.
- Stoltz, D., X. R. Shen, C. Boggis, and G. Sisson.** 1995. Molecular diagnosis of Kashmir bee virus infection. J. Apicult. Res. 34: 153-160.
- Teixeira, E. W., Chen Y., Message, D., Pettis, J., and Evans, J. D.** 2008. Virus infections in Brazilian honey bees. J. Inverte. Pathol. 99:117-119.
- vanEngelsdorp D., Hayes Jr. J., Underwood, R. M., and Pettis J.** 2008. A survey of honey bee colony losses in the US fall 2007 to spring 2008. Plos ONE 3: e4071.
- Yue C., Schroder, M., Bienefeld K., and Genersch E.** 2006. Detection of viral sequences in semen of honeybees (*Apis mellifera*): Evidence for vertical transmission of viruses through drones. J. Inverte. Pathol. 92: 105-108.
- Zhang, Q., Ongus, J. R., Boot, W. J., Calis, J., Bonmatin, J. M., Bengsch, E., and Peters, D.** 2007. Detection and localisation of picorna-like virus particles in tissue of *Varroa destructor*, an ectoparasite of the honey bee, *Apis mellifera*. J. Inverte. Pathol. 96: 97-105.

Distribution and prevention strategy of honeybee (*Apis mellifera* L.) viruses in Taiwan

Mei-Chun Lu^{1*}, Huei-hu Wu¹, Yu-Chin Lo¹

Abstract

This study surveyed the occurrence and prevalence of 8 important pathogenic viruses on the honey bee, *Apis mellifera*. Adult bee samples were collected from 52 apiaries, 243 samples, throughout the island during 4 years, and were analyzed by using reversed transcription polymerase chain reaction(RT-PCR) method. About 22.6% of the honey bee samples were found to be infected by the deformed wing virus (DWV) and 18.3% by the Varroa destructor virus (VDV-1). The Kashmir bee virus (KBV), kakugo virus (KV), black queen cell virus (BQCV), and sacbrood virus (SBV) were detected at the lower levels of 7.8%, 7.8%, 4.9%, and 3.7%, respectively. Acute bee paralysis virus (ABPV) or chronic bee paralysis virus (CBPV) infections were not detected in all adult bee samples. In 110 single bee samples, multiple infections were detected, with dual and triple infections at 6.3% and 4.5%, respectively. Types of infected viruses were different in the same colony. A comprehensive discussion for bee virus prevention was performed in the text.

Keyword: *Apis mellifera*, Bee virus, Reverse transcription polymerase chain reaction

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

*Corresponding author: lumj@mdais.gov.tw

土系間氮肥用量對水稻產量與土壤化學性之影響

吳添益^{1*}、蔡正賢¹

摘 要

本文就苗栗區番子坡系 (Fp)，五分埔系 (Wn)，栗子園系 (Su) 等土系水田處，每處土系各有水稻台南 11 號等 3 種品種參試；氮肥用量分 0、90、150、210、270 公斤 / 公頃等 5 變級，三重複；每處土系施用磷酐及氧化鉀用量，每公頃各為 60 及 90 公斤，進行兩年 4 期作田間試驗。試驗結果，在各土系間一、二期作產量表現，都以番仔坡土系最好，栗仔園土系次之。在試驗組中氮肥利用效率都以 90 kg N / ha 處理組最好，一、二期作分別為 9.3-18.4 kg / kg-N、9.1-11.1 kg / kg-N 為最高。氮肥用量處理對產量比較結果，2012 年一、二期作分別以 90 及 150 kg N / ha 的處理組產量最好，且在公頃粗收入最高；2013 年一、二期作都以 210 kg N / ha 的處理組產量最好。另外，成熟期調查氮肥用量對水田土壤化學性影響，土壤酸鹼值於各土系試驗區都隨氮肥用量增加而呈現下降，土壤電導度值於各土系試驗區都隨氮肥用量增加而呈現上升；土壤肥力評估，以土壤鉀養分消長變化最大，土壤磷養分次之，土壤鈣、鎂養分含量變化則無明顯差異。

關鍵字：土系、水稻、產量、氮肥、土壤化學性

一、前言

據鍾等⁽⁹⁾調查桃園縣、新竹縣、苗栗縣、彰化縣、臺南縣、高雄縣與屏東縣之西瓜、柑橘、高接梨、葡萄、洋香瓜、印度棗及蓮霧等作物產量及施肥量與土壤組之關係，顯示土壤肥力仍是限制作物產量之主要土壤因子。在限制因子中，以石灰含量高為其限制因子的土系數目最多，其次為排水不良者，酸性強者的土系數目則佔第三位多。

因此，農民為達高產，常超量使用化學肥料，其原因除與肥料價格低佔生產成本之比例低，營養效應之明確與快速，則是農民施用高量肥料之另一原因。同時陳等⁽⁷⁾也指出，增加氮肥施用量將使穀粒及糙米之蛋白質含量增加，因而使食味變劣⁽¹³⁾。於水稻目前施肥量及推薦量資料及歷年調查資料顯示，施肥總量高居各項作物之冠，易造成

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

* 論文聯繫人：tianyih@mdais.gov.tw

水稻倒伏、病蟲害發生⁽¹³⁾。苗栗地區耕地受到地理環境影響，土壤母質呈現小面積和多樣化的特性，導致土壤性質呈現極大的變異，形成土壤過酸或過鹼，排水不良，石礫過多，土層淺薄，土壤養分有效性偏低等情形，對於耕作造成嚴重障礙，也對施肥效果造成極大的影響。

針對此狀況，本研究選擇苗栗地區農耕地中三大土系，進行氮肥用量對水稻產量效益與土壤化學性影響之田間試驗。藉此，瞭解水稻生產時的氮肥利用率與合理的氮肥施用量，強化環境永續生產管理技術，穩定糧食的供給，保護環境品質。

二、材料與方法

田間設計及肥培管理

針對苗栗縣水稻耕作田，選定三大土系，有後龍鎮復興里，其土壤為砂頁岩新沖積土番仔坡土系(Fp)⁽²⁾；公館鄉石墻村，其土壤為砂頁岩新沖積土五分埔土系(Wn)⁽²⁾；苑裡鎮山腳里(2012年)及三

義鄉鯉魚潭村(2013年)，其土壤為板岩砂頁岩混合沖積土栗仔園土系(Su)⁽²⁾，進行田間試驗。試驗區試驗前土壤之土性⁽⁴⁾及土壤肥力性質如表一所示。

表 1、試驗前供試土系土壤理化性質調查

土系	土性	黏粒 %	砂粒 %	酸鹼值	電導度 dS/m	有機質 g/kg	有效 磷	交換性 鉀	交換性 鈣	交換性 鎂
							mg/kg			
Fp 系	L	15.5	33.2	5.5	0.133	20.2	27	65	770	165
Wn 系	L	19.5	43.2	5.6	0.118	23.8	33	63	722	131
Su 系*	L	21.5	39.2	4.8	0.414	26.6	12	61	932	169
Su 系**	SL	13.6	26.2	5.3	0.083	14.8	14	37	563	143

*2012 年苑裡田區；**2013 年三義田區。

每一土系試驗田採用逢機完全區集設計，五處理，三品種，三重複，計 45 小區，小區面積 8 m x 5 m = 40 m²。供試之水稻品種如表二所示。

表 2；試驗區參試之水稻品種(Su 土系_2012 年苑裡田區；2013 年三義田區。)

試驗區	2012 年		2013 年	
	1st	2nd	1st	2nd
Fp 土系	臺梗 9、臺南 11、臺梗 11	桃園 3、臺南 11、臺梗 11	臺梗 9、臺南 11、臺梗 14	同左
Wn 土系	臺梗 9、臺南 11、臺農 71	同左	臺梗 9、臺南 11、臺農 77	同左
Su 土系*	臺梗 9、臺南 11、高雄 145	臺梗 9、臺南 11、臺梗 14	臺中 192、臺南 11、苗栗 2	臺中 192、臺南 11、臺梗 16

化學氮肥用量分五級，分別 0，90，150，210 及 270 kg ha^{-1} 。磷肥用量為 60 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ 。鉀肥用量為 90 $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ 。肥料施用法依作物施肥手冊⁽¹¹⁾推薦法行之。氮肥以硫酸銨分別於基肥 25%，插秧後一期作 15 天，二期作 10 天施第一次追肥 20%，插秧後一期作 30 天，二期作 20 天施第二次追肥 30% 及穗肥 25% 施用。磷肥全量於基肥以過磷酸鈣施用，鉀肥以氯化鉀分別於第一次追肥 40%，第二次追肥 60% 予以施用。實施期作兩年之插秧及收割行程如表三所示。

表 3:實施期作插秧及收割行程

實施期作	2012 年		2013 年	
	1st	2nd	1st	2nd
插秧日	3 月 2、3 日	7 月 26、27 日	3 月 2、3 日	7 月 26、30 日
收割日	6 月 27 日 ~ 7 月 11 日	11 月 1、6 日	7 月 1、11 日	11 月 14~19 日
栽培日數	114 ~ 127 日	92 ~ 104 日	126 ~ 130 日	112 ~ 115 日

調查及分析項目

水稻土壤採樣於種植前及收穫時，以隨機分別採取表土 (0~20cm)，進行風乾、萃土、過篩 (2mm)。pH 值以玻璃電極法測定水：土 (V:W)=(1:1)⁽⁵⁾，有機質以 Walkley-Black 法測定⁽¹⁵⁾，有效磷以白雷式第 1 法 (Bray-1 P Method) 測定⁽¹⁵⁾，交換性鉀、鈣、鎂用 1M 中性醋酸銨萃取，再以原子吸光譜儀或火焰光度計測定⁽¹⁴⁾。水稻生育及成熟期分別調查農藝性狀及產量等資料先做變方分析後，在以 Duncan 最小顯著變域法比較處理之變異性⁽⁶⁾。

三、結果討論

土系間氮肥用量對水稻生育之影響

本研究進行土系間氮肥用量 2 年四期作之水稻田間試驗，2012 年水稻插秧後第 53-58 天 (1st) 及 47-48 天 (2nd) 之生育調查結果。從表 4、6 中得知，一期作株高以番仔坡 (Fp) 土系 70.6-83.5 公分最高，二期作株高以五分埔 (Wn) 土系 82.6-90.2 公分最高；成熟期生長第 114-127 天 (1st) 及 92-104 天 (2nd) 之生育調查如表 5、7 所示，一、二期作株高都以番仔坡土系分 98.4-132.4 公分及 89.2-106.8 公分最高；各土系於對照組株高比較，一期作高於二期作，在栗子園 (Su) 土系增長 24-49 % 為最高，五分埔土系增長 9-29 % 為最低。在試驗組一期作以氮肥用量 90 公斤公頃處理與其他處理間株高有明顯差異；二期作以氮肥用量 90-150 公斤公頃處理與其他處理間株高有明顯差異。插秧後穗肥前之分蘗支數調查，在一期

作各土系平均 21.6-25.6 支，土系中以栗子園土系表現最好；二期作各土系平均 13.1-18.9 支，其中以五分埔土系表現最好，試驗組中以番仔坡土系表現最佳。成熟期穗數調查，在一期作各土系平均 17.9-21.8 支，土系中以栗子園土系表現最好；二期作各土系平均 13.6-16.6 支，其中以番仔坡土系表現最高。有效分蘗平均比較，一期作有 84.6 % 低於二期作 90.4 %，但在平均穗數則以一期作 19.4 支高於二期作 15.0 支。試驗組穗數隨氮肥用量增加而有提高，其增多幅度隨氮肥用量增加而逐漸趨於下降，在一期作以氮肥用量 90 公斤公頃處理與其他處理間穗支數有明顯差異；二期作以氮肥用量 90-150 公斤公頃處理與其他處理間穗支數有明顯差異。

表 4、2012 年一期作土系間氮肥用量對水稻穗肥前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			分蘗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	68.9c	70.6b	63.8b	21.6c	22.0d	25.3 d
A	75.1b	79.4a	72.9a	27.8b	27.6c	37.6 c
B	80.1a	81.9a	73.8a	32.3a	31.3b	38.9bc
C	79.9a	86.2a	74.3a	33.9a	36.5a	40.2ab
D	80.0a	83.5a	74.2a	34.2a	35.6a	42.0 a

*CK：無氮肥區，A：90kg-N/ha，B：150kg-N/ha，C：210kg-N/ha，D：270kg-N/ha。

表 5、2012 年一期作土系間氮肥用量對水稻採收前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			穗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	88.5 c	98.4 d	95.2 c	17.9 b	18.6 c	21.8 b
A	102.5 b	113.4 c	107.1 b	23.1 a	23.2 b	26.1 a
B	110.7 a	123.5 b	113.9 a	26.6 a	25.1 ab	27.6 a
C	114.9 a	133.2 a	114.5 a	26.9 a	27.4 a	28.2 a
D	112.9 a	132.4 ab	117.1 a	25.8 a	26.6 a	28.1 a

*同表 4 說明。

表 6、2012 年二期作土系間氮肥用量對水稻穗肥前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			分蘗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	82.6a	76.1c	65.9c	18.7b	18.1c	13.1c
A	84.9a	81.0b	69.2b	21.7ab	24.2b	15.0bc
B	88.1a	83.0ab	68.4c	22.7ab	26.2ab	17.3ab
C	87.9a	84.0ab	72.2ab	24.0a	29.1a	18.3a
D	90.2a	86.0a	74.1a	23.9a	29.3a	19.2a

*同表 4 說明。

表 7、2012 年二期作土系間氮肥用量對水稻採收前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			穗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	89.9 c	89.2 d	81.8 d	14.8 c	16.6 d	13.7 c
A	95.6 b	96.7 c	89.5 c	16.2 bc	21.9 c	16.0 b
B	98.0 ab	100.1bc	95.7 b	18.4 ab	24.3 bc	18.1 ab
C	101.1 a	103.8ab	99.2 ab	19.0 a	26.6 ab	19.6 a
D	102.5 a	106.8 a	102.7 a	19.5 a	27.7 a	19.8 a

*同表 4 說明。

2013 年水稻插秧後第 64-67 天 (1st) 及 45-48 天 (2nd) 之生育調查結果。從表 8、10 中得知，一、二期作株高都以番仔坡土系 64.9-75.1 公分 (1st) 及 81.1-87.2 公分 (2nd) 最高；成熟期生長第 126-130 天 (1st) 及 112-115 天 (2nd) 之生育調查如表 9、11 所示，一期作株高以番仔坡土系 91.7-112.4 公分最高，二期作株高以五分埔土系 93.8-112.2 公分最高；對照組各土系於株高比較，一期作增高率 41-48 % 優於二期作 13-21 %，且在土系間以栗子園土系表現為最高。在試驗組則以隨氮肥用量增加處理間株高有明顯增加趨勢。插秧後穗肥前之分蘗支數調查，一期作各土系在對照組平均 19.5-20.5 支，土系中以栗子園土系表現最好，試驗組中以番仔坡土系表現最佳。二期作各土系平均 15.5-15.9 支，都以栗

仔園土系表現最好。成熟期穗數調查，在一期作各土系平均 17.7-19.6 支，土系中以番仔坡土系表現最好；二期作各土系平均 12.7-14.7 支，其中以栗子園土系表現最高。有效分蘗平均比較，一期作有 96.0 % 高於二期作 87.9 %，且平均穗數則以一期作 18.9 支高於二期作 13.8 支。試驗組穗數於各個土系間表現不一，但都隨氮肥用量增加而有增加，且與對照組在穗數上有明顯差異。據宋⁽³⁾ 及林⁽⁸⁾ 研究指出，施氮肥料量增加，可提高水稻分蘗數及穗數之效果。綜合土系間氮肥用量對水稻生育之影響試驗，在一定範圍內，氮肥施用量越高則穗數、產量提升越多，過量施用肥料最終產量未必增加，反而因分蘗過盛造成通風不良，導致病蟲害孳生危害。

表 8、2013 年一期作土系間氮肥用量對水稻穗肥前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			分蘗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	60.1 c	64.9 b	63.5a	19.5 d	20.3c	20.5b
A	63.8 b	69.7ab	66.3a	21.4 c	24.4b	22.0a
B	68.7ab	71.6ab	66.0a	23.9 b	25.3b	22.7a
C	70.5 a	73.1 a	66.8a	24.4ab	26.7a	23.1a
D	70.8 a	75.1 a	66.2a	25.7 a	27.8a	23.1a

*同表 4 說明。

表 9、2013 年一期作土系間氮肥用量對水稻採收前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			穗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	86.0 c	91.7 c	93.7 b	17.7 c	19.6 c	19.5 d
A	93.6 b	102.4b	95.5ab	20.7 b	22.4 b	20.9 c
B	99.3ab	105.7ab	97.4ab	23.5 a	26.2 a	21.7bc
C	103.4 a	108.9ab	99.1ab	24.2 a	27.0 a	22.5ab
D	105.0 a	112.4 a	100.9 a	24.3 a	27.5 a	23.3 a

*同表 4 說明。

表 10、2013 年二期作土系間氮肥用量對水稻穗肥前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			分蘗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	77.4 b	81.1 d	85.2a	15.7c	15.5e	15.9d
A	76.1 b	83.1 c	86.5a	17.1b	17.0d	18.1c
B	78.1ab	85.2 b	85.1a	18.0b	19.3c	19.0c
C	80.9ab	86.2ab	86.4a	19.3a	20.3b	20.5b
D	82.9 a	87.2 a	85.4a	20.0a	22.7a	22.7a

*同表 4 說明。

表 11、2013 年二期作土系間氮肥用量對水稻採收前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			穗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	93.8 e	93.3 b	96.0 b	12.7 e	14.0 c	14.7 e
A	99.1 d	98.5ab	99.5ab	15.7 d	17.1 b	17.8 d
B	103.4 c	101.2a	101.2ab	17.9 c	18.3ab	20.8 c
C	108.2 b	103.9a	103.7ab	19.7 b	21.5 a	23.4 b
D	112.2 a	104.1a	106.3 a	22.1 a	21.2 a	25.3 a

*同表 4 說明。

土系間氮肥用量對土壤化學性之影響

本研究採選土系有番仔坡及五分埔土系係屬於砂頁岩新沖積土，土性為壤土；栗仔園土系屬於板岩砂頁岩混合新沖積土，2012 年苑裡試驗田區土性為壤土，2013 年三義試驗田區土性為砂壤土。於 2012-2013 年間執行四期作之水稻田間試驗，於每期作成熟期進行田間土壤化學性調查，結果如下說明。由表 12、13 中得知，2012 年氮肥試驗組一期作酸鹼值下降 0.19-0.30 單位，較二期作酸鹼值下降 0.08-0.13 單位幅度稍大些；2013 年氮肥試驗組一期作酸鹼值下降 0.10-0.15 單位，較二期作酸鹼值下降 0.15-0.18 單位降幅度稍小些；且二期作酸鹼值均高於一期作回升情況，在土系中以番仔坡及五分埔土系酸鹼值變化明顯於栗仔園土系表現。土壤電導度值變化由表 14、15 中得知，氮肥用量愈大者其電導度值愈高，且一期作電導度值高於二期作。土壤有機質含量變化由表 16、17 中得知，一期作土壤有機質含量高於二期作；土系間就以番仔坡及五分埔土系土壤有機質含量於四期作之測值並無明顯差異變化。土壤有效磷含量變化由表 18、19 中得知，平均都呈現隨氮肥用量增加其測值表現是先增後降的趨勢，且對照組二期作平均有效磷含量 $29.1-29.3 \text{ mgkg}^{-1}$ 高於一期作 $26.4-26.8 \text{ mgkg}^{-1}$ ，相較於試驗前可得土壤蓄積有效磷量

約 10.0-21.3 % 之多，且隨土性中黏、砂粒含量不同而有差異；本試驗中番仔坡及五分埔土系土壤有效磷含量高於栗仔園土系，就同一栗仔園土系不同地區，其土性中黏、砂粒含量不同，蓄積的有效磷量也是有差異。本結果明顯得知氮肥用量愈多，對相同土系下有增加消耗有效磷含量的效果，但在合理氮肥用量下其消耗有效磷的效果是微稍少的，所以水稻磷肥施用量推薦，有必要斟酌土壤檢測值高低及當地土壤條件做合理的調整。土壤交換性鉀含量變化由表 20、21 中得知，氮肥用量組與對照組土壤交換性鉀含量於成熟期是有顯著上差異。由 2012-2013 年對照組各土系平均土壤交換性鉀含量一期作從 57.7 mgkg^{-1} 增加到 61.2 mgkg^{-1} ，二期作 56.3 mgkg^{-1} 增加到 60.7 mgkg^{-1} 。顯示外加投入鉀肥也會使土壤中交換性鉀有些稍小的蓄積出現，但隨著氮肥施用量增加土壤中交換性鉀含量減少也隨之擴大，2012 年隨氮肥用量增加其土壤交換性鉀含量減少約 32.5-43.6 % 之多，2013 年雖有稍緩情況，土壤交換性鉀含量仍減少到 9.0-19.9 % 之多。本試驗結果顯示氮肥用量增加，有促使土壤中鉀養分運移速度加快的效果。土壤交換性鈣含量變化由表 22、23 中得知，在 2012 年各土系一期作測值 $971-1015 \text{ mgkg}^{-1}$ 高於二期

作測值 915-976 mgkg^{-1} ；在 2013 年各土系一期作測值 872-956 mgkg^{-1} 高於二期作測值 792-864 mgkg^{-1} ，栗仔園土系三義試驗田差異變化較明顯，可視當地土壤條件做些微調整，其它土系間隨著氮肥施用量增加，其土壤交換性鈣含量變化並無明顯差異。土壤交換性鎂含量變化由表 24、25 中得知，在 2012 年各土系一期作測值 177-187 mgkg^{-1} 高於二期作測值 171-175 mgkg^{-1} ；在 2013 年各土系一期作測值 150-

157 mgkg^{-1} 高於二期作測值 143-150 mgkg^{-1} ，土系間受氮肥用量影響其土壤交換性鎂含量並無明顯變化。由賴⁽¹²⁾等研究指出施用不同量之氮肥後，對土壤肥力反應會降低養分有效性，使土壤酸鹼度呈下降趨勢；在本試驗調查也有類似結果，評估其土壤肥力影響，以土壤鉀養分消長變化最大，土壤磷養分次之；同時土壤中鎂鉀比養分間平衡性也受到影響。

表 12、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤酸鹼度之調查(2012)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st ^{**}	2nd ^{**}	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	5.6		5.5		4.8		--	
CK [*]	5.59 a	5.96 a	5.47 a	5.81 a	4.93 a	5.72 a	5.33	5.83
A	5.34 b	5.84 ab	5.22 b	5.67ab	4.79 ab	5.67 a	5.12	5.73
B	5.29 b	5.71 b	5.13 b	5.64 b	4.80 ab	5.75 a	5.07	5.70
C	5.35 b	5.80 ab	5.12 b	5.64 b	4.73 ab	5.80 a	5.07	5.75
D	5.35 b	5.81 ab	5.08 b	5.55 b	4.67 b	5.75a	5.03	5.70

*同表 4 說明。 **表 2012 年一、二期作。

表 13、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤酸鹼度之調查(2013)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	5.6		5.5		5.3		--	
CK*	5.57 a	6.03 a	5.32a	5.70 a	4.89a	5.07ab	5.26	5.6
A	5.44ab	5.72 b	5.16b	5.56 a	4.89a	5.04 b	5.16	5.44
B	5.36 b	5.71 b	5.18b	5.54ab	4.91a	5.10ab	5.15	5.45
C	5.34 b	5.58 b	5.12b	5.57 a	4.98a	5.15 a	5.15	5.43
D	5.30 b	5.75 b	5.06b	5.37 b	4.98a	5.13ab	5.11	5.42

*同表 4 說明。 **表 2013 年一、二期作。

表 14、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤電導度之調查(2012) 單位: (dS/m)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	0.118		0.133		0.414		--	
CK*	0.129 b	0.128a	0.128 b	0.135 a	0.200 c	0.099 c	0.152	0.121
A	0.146ab	0.138a	0.110 b	0.137 a	0.216bc	0.120ab	0.157	0.132
B	0.154ab	0.151a	0.131 b	0.149 a	0.262ab	0.117 b	0.182	0.139
C	0.162ab	0.156a	0.140ab	0.200 a	0.292 a	0.118 b	0.198	0.158
D	0.180 a	0.150a	0.178 a	0.135 a	0.281 a	0.138 a	0.213	0.141

*、**同表 12 說明。

表 15、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤電導度之調查(2013) 單位: (dS/m)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	0.118		0.133		0.083		--	
CK*	0.196 b	0.150a	0.163a	0.156a	0.114a	0.106a	0.158	0.137
A	0.209 b	0.170a	0.160a	0.148a	0.088b	0.089b	0.152	0.136
B	0.221ab	0.171a	0.179a	0.139a	0.077b	0.083b	0.159	0.131
C	0.243 a	0.183a	0.184a	0.154a	0.073b	0.085b	0.167	0.141
D	0.239 a	0.169a	0.199a	0.157a	0.082b	0.083b	0.173	0.136

*、**同表 13 說明。

表 16、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤有機質之調查(2012) 單位: (g/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	23.8		20.2		26.6		--	
CK*	33.5 a	32.9 a	24.3 a	27.7 a	38.4 a	37.1 a	32.1	32.6
A	35.1 a	32.9 a	24.5 a	26.5 a	39.1 a	36.2 a	32.9	31.9
B	34.4 a	32.5 a	25.0 a	27.4 a	38.1 a	35.9 a	32.5	31.9
C	35.3 a	33.2 a	26.2 a	29.5 a	38.2 a	36.7 a	33.2	33.1
D	35.2 a	33.4 a	25.9 a	29.9 a	39.8 a	35.5 a	33.6	32.9

*、**同表 12 說明。

表 17、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤有機質之調查(2013) 單位: (g/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	23.8		20.2		14.8		--	
CK*	33.4 b	32.7 c	25.8a	24.6 b	19.4a	17.1a	26.2	24.8
A	33.8ab	32.9 b	26.4a	24.0 c	18.0a	16.7a	26.1	24.5
B	33.9ab	33.9 a	28.2a	27.0ab	17.9a	16.8a	26.7	25.9
C	34.8 a	33.3abc	24.3a	27.7 a	18.4a	16.7a	25.8	25.9
D	34.1ab	33.8 ab	26.4a	25.6abc	19.4a	17.5a	26.6	25.6

*、**同表 13 說明。

表 18、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤有效磷之調查(2012) 單位: (mg/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	33		27		12		--	
CK*	32.0 a	30.4 a	29.3 a	41.3 a	17.8 a	15.5 a	26.4	29.1
A	35.3 a	34.8 a	29.7 a	41.6 a	13.7ab	14.0 a	26.2	30.1
B	34.3 a	38.0 a	28.8 a	40.2 ab	14.1ab	14.2 a	25.7	30.8
C	33.7 a	37.2 a	25.9 a	40.0 ab	13.8ab	14.3 a	24.5	30.5
D	29.7 a	33.3 a	25.1 a	35.4 b	13.2 b	14.7 a	22.7	27.8

*、**同表 12 說明。

表 19、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤有效磷之調查(2013) 單位: (mg/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	33		27		14		--	
CK*	40.0b	41.9 a	28.3a	35.5 b	12.0a	10.6a	26.8	29.3
A	46.3a	42.5 a	37.7a	38.1ab	14.9a	13.9a	33.0	31.5
B	45.7a	42.5 a	36.3a	38.4 a	13.1a	13.1a	31.7	31.3
C	45.7a	40.7ab	32.7a	35.9ab	12.3a	11.0a	30.2	29.2
D	39.7b	37.9 b	25.3a	31.8 c	13.1a	10.9a	26.0	26.9

*、**同表 13 說明。

表 20、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤交換性鉀之調查(2012)單位: (mg/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	63		65		61		--	
CK*	45.0 a	58.8 a	56.6 a	64.1 a	71.4 a	46.0 a	57.7	56.3
A	38.3 a	46.4 a	40.2ab	46.9 b	44.0 a	39.5 ab	40.8	44.3
B	41.0 a	34.3 a	37.3 b	49.2 b	39.1 a	29.1 b	39.1	37.5
C	39.0 a	37.0 a	27.9 b	43.8 b	36.5 a	29.0 b	34.5	36.6
D	42.7 a	40.3 a	25.3 b	41.5 b	45.3 a	40.3 ab	37.8	40.7

*、**同表 12 說明。

表 21、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤交換性鉀之調查(2013)單位: (mg/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	63		65		37		--	
CK*	78.0a	76.8a	81.3 a	63.3 a	24.2 a	42.0a	61.2	60.7
A	75.0a	60.3b	63.0 b	52.3ab	23.7ab	27.5b	53.9	46.7
B	68.0b	61.2b	62.3bc	51.6ab	19.0 b	22.4b	49.8	45.1
C	59.0c	58.0b	55.0bc	48.4 b	21.9ab	25.2b	45.3	43.9
D	58.0c	61.9b	53.0 c	48.7 b	24.0ab	27.5b	45.0	46.0

*、**同表 13 說明。

表 22、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤交換性鈣之調查(2012)單位: (mg/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	722		770		932		--	
CK*	1,148 a	1,135 a	776 a	820 a	1,088 a	973 a	1,004	976
A	1,154 a	1,045 a	715 a	782 a	1,043 a	994 a	971	940
B	1,234 a	959 a	730 a	835 a	1,082 a	951 a	1,015	915
C	1,241 a	1,031 a	722 a	822 a	1,076 a	959 a	1,013	937
D	1,213 a	1,027 a	778 a	739 a	1,030 a	998 a	1,007	921

*、**同表 12 說明。

表 23、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤交換性鈣之調查(2013)單位: (mg/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	722		770		563		--	
CK*	1,542a	1,272 a	805a	801a	521 b	519 a	956	864
A	1,390a	1,186 b	760a	757a	465 c	465 c	872	803
B	1,371a	1,171 b	807a	718a	471 c	486bc	883	792
C	1,383a	1,221ab	785a	736a	493bc	520 a	887	826
D	1,385a	1,206ab	778a	699a	532 a	508ab	898	804

*、**同表 13 說明。

表 24、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤交換性鎂之調查(2012)單位: (mg/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	131		165		169		--	
CK*	177 a	183 a	151 a	165 a	219 a	175 a	182	174
A	180 a	174 a	135 b	159 a	217 a	192 a	177	175
B	200 a	158 a	143 ab	174 a	219 a	181 a	187	171
C	201 a	170 a	135 ab	171 a	217 a	183 a	184	175
D	193 a	163 a	149 ab	157 a	217 a	193 a	186	171

*、**同表 12 說明。

表 25、土系間氮肥用量對水稻採收前土壤交換性鎂之調查(2013)單位: (mg/kg)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
試驗前	131		165		143		--	
CK*	214a	196a	153a	145a	103 a	108ab	157	150
A	212a	187a	144a	139a	93 b	103 b	150	143
B	211a	191a	154a	134a	95 b	107ab	153	144
C	216a	188a	147a	140a	99ab	118 a	154	149
D	210a	191a	151a	135a	102 a	112ab	154	146

*、**同表 13 說明。

土系間氮肥用量對水稻產量之影響

2012 年土系間氮肥用量對水稻產量及粗收入之調查結果，由表 26、27 中得知，一期作產量以氮肥 90 公斤公頃處理平均公頃產量 6,295 公斤為最高，粗收入為 19,408 元；二期作產量以氮肥 150 公斤公頃處理平均公頃產量 5,716 公斤為最高，粗收入為 34,903 元。土系間一、二期作產量表現，都以番仔坡土系最好，栗仔園土系次之。對氮肥利用率採用農藝效率表示其結果如表 28 所示，一、二期作氮肥利用率表現，都以氮肥 90 公斤公頃處理可得 9.3 及 11.1 kg/kg-N 最高。土系間一期作以五分埔土系 12.8 kg/kg-N 為最好，二期作以栗仔園土系 14.8 kg/kg-N 為較好。

2013 年土系間氮肥用量對水稻產量及粗收入之調查結果，由表 29、30 中得知，一期作產量以氮肥 210 公斤公頃處理平均公頃產量 7,989 公斤為最高，粗收入為

57,904 元；二期作產量以氮肥 210 公斤公頃處理平均公頃產量 5,592 公斤為最高，粗收入為 22,128 元。土系間產量表現，一期作以番仔坡土系最好，二期作栗仔園土系為佳。對氮肥利用率採用農藝效率表示其結果如表 31 所示，一、二期作氮肥利用率表現，都以氮肥 90 公斤公頃處理可得 18.4 及 9.1 kg/kg-N。土系間一期作以番仔坡土系 26.5 kg/kg-N 為最好，二期作以五分埔土系 11.4 kg/kg-N 為較好。據謝、黃研究指出⁽¹⁾ 水稻對氮肥之需要性，受土壤間差異之影響很大。綜合兩年土系間氮肥用量對水稻產量之影響試驗，大部分土系都可看到在一定範圍內，氮肥施用量越高則產量提升越多，但施肥無法無限制的增產⁽¹⁰⁾，少部分土系產量未見下降但都已出現增產縮小的跡象。

表 26、2012 年一期作土系間氮肥用量對產量及粗收入***之表現

氮肥用量(kg/ha)	Wn 土系 (公斤/公頃)	Fp 土系 (公斤/公頃)	Su 土系 (公斤/公頃)	AVG (公斤/公頃)	差異** (元/公頃)
CK*	3,999 a	6,343 bc	6,045 ab	5,462 a	0
A	5,152 a	7,212 ab	6,522 a	6,295 a	19,408
B	4,871 a	7,121 ab	5,747 b	5,913 a	7,976
C	4,794 a	6,252 c	5,320 bc	5,455 a	-5,432
D	5,411 a	6,839 b	4,860 c	5,703 a	-484

*同表 4 說明。 **粗收入差異=施氮區粗收入-無氮區粗收入-氮肥成本。

***粗收入稻穀以每公斤 26 元計算。氮肥成本每公斤以 25 元計算。

表 27、2012 年二期作土系間氮肥用量對產量及粗收入***之表現

氮肥用量(kg/ha)	Wn 土系 (公斤/公頃)	Fp 土系 (公斤/公頃)	Su 土系 (公斤/公頃)	AVG (公斤/公頃)	差異** (元/公頃)
CK*	3,870 a	5,200 b	3,619 c	4,230 a	0
A	4,252 a	6,480 a	4,952 b	5,228 a	23,706
B	4,846 a	6,645 a	5,658 ab	5,716 a	34,903
C	4,888 a	6,695 a	5,560 ab	5,714 a	33,351
D	4,732 a	6,679 a	5,726 a	5,712 a	31,799

*同表 4 說明。 **粗收入差異=施氮區粗收入-無氮區粗收入-氮肥成本。

***粗收入稻穀以每公斤 26 元計算。氮肥成本每公斤以 25 元計算。

表 28、土系間氮肥用量對氮肥利用率之表現(2012)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系 (kg/kg-N)		Fp 土系 (kg/kg-N)		Sn 土系 (kg/kg-N)		AVG (kg/kg-N)	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	0	0	0	0	0	0	0	0
A	12.8 a	4.2 a	9.7 a	14.2 a	5.3 a	14.8 a	9.3 a	11.1 a
B	5.8 a	6.5 a	5.2 ab	9.6 ab	-2.0ab	13.6ab	3.0 ab	9.9 a
C	3.8 a	4.8 a	-0.4 c	7.1 b	-3.4ab	9.2bc	-0.03b	7.1 a
D	5.2 a	3.2 a	1.8 bc	5.5 b	-4.4 b	7.8 c	0.89b	5.5 a

*、**同表 12 說明。

表 29、2013 年一期作土系間氮肥用量對產量及粗收入***之表現

氮肥用量(kg/ha)	Wn 土系 (公斤/公頃)	Fp 土系 (公斤/公頃)	Su 土系 (公斤/公頃)	AVG (公斤/公頃)	差異** (元/公頃)
CK*	4,206 a	6,120 a	6,355 a	5,560 a	0
A	5,880 a	8,502 b	7,254 a	7,212 ab	40,702
B	6,795 b	8,563 b	7,935 a	7,764 b	53,554
C	7,176 b	8,782 b	8,009 a	7,989 b	57,904
D	7,328 b	8,195 b	8,007 a	7,843 b	52,608

*同表 4 說明。 **粗收入差異=施氮區粗收入-無氮區粗收入-氮肥成本。

***粗收入稻穀以每公斤 26 元計算。氮肥成本每公斤以 25 元計算。

表 30、2013 年二期作土系間氮肥用量對產量及粗收入***之表現

氮肥用量(kg/ha)	Wn 土系 (公斤/公頃)	Fp 土系 (公斤/公頃)	Su 土系 (公斤/公頃)	AVG (公斤/公頃)	差異** (元/公頃)
CK*	3,955 b	4,291 a	5,371 b	4,539 a	0
A	4,981 ab	4,795 a	6,297 a	5,358 a	19,044
B	5,156 a	4,985 a	6,242 a	5,461 a	20,222
C	5,349 a	5,128 a	6,300 a	5,592 a	22,128
D	5,121 a	5,125 a	5,911 a	5,386 a	15,272

*同表 4 說明。 **粗收入差異=施氮區粗收入-無氮區粗收入-氮肥成本。

***粗收入稻穀以每公斤 26 元計算。氮肥成本每公斤以 25 元計算。

表 31、土系間氮肥用量對氮肥利用率之表現(2013)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系 (kg/kg-N)		Fp 土系 (kg/kg-N)		Su 土系 (kg/kg-N)		AVG (kg/kg-N)	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	0	0	0	0	0	0	0	0
A	18.6 a	11.4 a	26.5 a	5.6 a	10.0 a	10.3 a	18.4 a	9.1 a
B	17.3 ab	8.0 ab	16.3 b	4.6 a	10.5 a	5.8 b	14.7 ab	6.1 ab
C	14.1 ab	6.6 ab	12.7 b	4.0 a	7.9 a	4.4 b	11.6 ab	5.0 b
D	11.5 b	4.3 b	7.7 c	3.1 a	6.1 a	2.0 c	8.4 b	3.1 b

*、**同表 13 說明。

四、參考文獻

1. 謝慶芳、黃山內。1976。水稻氮素肥料效率試驗。土壤肥料試驗報告。臺灣省農林廳。
2. 陳春泉。1977。新竹、苗栗縣土壤調查報告。臺灣省農業試驗所報告第 34 號。中國農村復興聯合委員會補助。
3. 宋勳。1980。施肥法影響水稻碾米品質之研究。臺中區農業改良場研究彙報 3:20-24。
4. 王新傳。1981。鮑氏土壤機械分析法。p.27-29。作物需肥診斷技術。臺灣省農業試驗所特刊第 13 號。
5. 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法。p.9-26。作物需肥診斷技術。臺灣省農業試驗所特刊第 13 號。
6. 葉樹蕃。1986。試驗設計學。國立台灣大學農學院。臺北。
7. 陳世雄等。1995。改善稻米品質之土壤與肥培管理技術改進與示範推廣。土壤肥料試驗報告。p.29-38。台灣省政府農林廳編印。
8. 林再發。1998。氮肥用量對一、二期作水稻產量及生育性狀影響。臺中區農業改良場研究彙報 61:13-23。
9. 鍾仁賜、何聖賓、許正一。2003。臺灣新研擬土壤管理組之施肥與作物產量之關係。土壤管理組規劃及應用研討會論文集。p.79-99。
10. 王鐘和、林毓雯、丘麗蓉。2004。水稻健康管理體系下之營養與水田管理。p.41-56。水稻健康管理研討會專輯 (農業試驗所特刊第 111 號)。行政院農業委員會農業試驗所編印。臺中。
11. 作物施肥手冊。2005。水稻。p.16-20。中華肥料協會。臺中。
12. 賴文龍、郭雅紋、陳玟瑾。2012。氮肥用量對水稻產量之影響。臺中區農業改良場研究彙報 114:35-43。
13. 吳添益、蔡正賢、朱盛祺、鐘珮哲、張素貞。2013。苗栗區水稻合理化施肥技術之研究及應用。良質米研究團隊研發成果研討會專輯。臺中區農業改良場特刊 第 115 號。p.319-326。
14. **Kundsen, D., G. A. Peterson and P. F. Pratt.**1982.Lithium,sodium and potassium. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part II 2nd edition. ASA, Madison. Wisconsin, USA. p.225-246.
15. **Nelson, D. W. and L. E. Sommers.**1982. Total carbon,organic carbon and organic matter. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part II 2nd edition. ASA, Madison. Wisconsin, USA. p.539-579.

The influence of soil series and nitrogen rates on rice yield and soil chemical properties.

Tian-Yih Wu,^{1*} Jeng-Hsien Tsai¹,

Abstract

We conduct 2 years rice growth test at 3 different soil series at Miaoli, Fangtzupo(Fp), Wufenpu(Wn), and Litzuyuan(Su) , each of them had 3 rice cultivars and 5 nitrogen rate (0, 90, 150, 210, 270 kg/ha), with the rate of 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ and 90 kg K₂O ha⁻¹. The result showed that soil series Fp had the highest yield at the first and second season, followed with soil series Su. The N rate of 90 kg ha⁻¹ had the highest agronomic efficiency (9.3-18.4 kg/kg-N at the first season and 9.1-11.1 kg/kg-N at the second season). The N rate of 90 and 150 kg ha⁻¹ had the highest yield and gross income at year 2012. The N rate of 210 kg ha⁻¹ had the highest yield and gross income at year 2013. The soil pH value decreased with nitrogen application at all three soil series. The soil EC value increased with nitrogen application at all three soil series. Soil exchangeable K value fluctuated during growth period most typically then soil available P. Soil exchangeable Ca and Mg had no significant changes.

Keyword: Soil series, Rice, Yield, Nitrogen rate, Soil chemical properties.

¹Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli, Taiwan, R.O.C.

*E-mail: tianyih@mdais.gov.tw

臺灣稻田彩繪發展歷史及技術之建立

張素貞^{1*} 劉雲霖¹ 梁瑞旭² 鄭年鈞² 趙樹人³

摘 要

稻田彩繪技術之建立始於 2002 年，為推動活化利用農地策略，積極的輔導稻田轉型，朝向休閒農業發展，利用紫色水稻與一般綠色水稻顏色的不同，於綠色水田中畫上圖形，不僅可增加水田創意的美景，並以期能將稻田變成「平面的廣告看板」，以增加農民收益，開創稻田產業的第二春。於 2007 年與苗栗縣苑農產學合作暨技轉至今，再由該技術衍生「可應用於種苗彩繪之無框架多夾層技術」，並於 2011 年取得該技術裝置之新型發明專利。以稻田彩繪為廣告看板，非常符合目前環保概念，不需建材及廣告顏料，而且所栽植水稻還可以做為糧食，另可讓稻米產業升級為六級產業，所以是值得推廣的技術。

關鍵字：稻田彩繪、九宮格、廣告、休閒農業

一、前言

稻田彩繪 (painting paddy field) 一名源由 2002 年苗栗縣苑裡鎮稻田轉型計畫—「我把稻田變畫版」活動時，經由媒體宣傳時以「稻田彩繪」為標題而聲名大噪。此係利用水稻葉片不同顏色的表現，以構圖方式插植在水田中。依據 Reddy(1996) 在「水稻遺傳學 III」書中提及水稻葉色係因花青素表現不同而致，在 Reddy 之前已有關於水稻葉色報告，綜合其基礎結論，花青素由 C(chromogen)、A(activator)、P(distributor) 三個主要基因所決定，簡稱 CAP 控制

系統。主要以綠色表現為主，次之為紫或紅色。近年來利用誘變育種可選拔出葉色較黃的個體 (Maekawa *et al.*, 2003)。苗栗區農業改良場（苗栗場）曾利用化學誘變後裔與紫色稻及葉色較深的 TNY2414 等進行雜交後，篩選顏色不同層次的個體，期為稻田彩繪增加更多顏色的選擇。利用葉綠素計為篩選工具，依據葉綠素計與葉色呈現有關，依張等 (2005，未發表) 資料顯示葉色表現依葉綠素計之數值可達 20 差距，可做為田間篩選葉色層次參考之依據。

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 ² 苗栗縣苑裡鎮農會 ³ 國立台中科技大學

* 論文聯繫人：sujein@mdais.gov.tw

二、稻田彩繪的緣起

稻田彩繪一詞係起自中國時報報導行政院農業委員會 2002 年在苗栗縣推動稻田轉型計畫時之「稻田變看板」活動所用的新名詞，所以談臺灣稻田彩繪緣起要推自 2002 年農委會輔導的稻田轉型計畫。後由苗栗縣苑裡鎮鄭炳輝總幹事被媒體訪談時提出彩繪稻田，2003 年 3 月 19 日聯合報張弘昌記者報導時引用彩繪稻田、5 月 28 日正式以稻田彩繪字樣出現媒體。該計畫會成行形，係因臺灣稻米生產在 1990 年代逐漸有生產過剩現象，稻田栽培面積由 1986 年之 74 萬公頃減至 2006 年 26 萬公頃，導致稻田生產面臨到逐劣存精的趨勢，所以 2001 年底苗栗縣政府農業局向苗栗區農業改良場提出稻作早年耕作方式在苗栗重現的構想。此構想在醞釀 1 年之後，並因應臺灣 2002 年加入 WTO 衝擊，由該場提出藍圖，苗栗縣政府負責規劃，於 2002 年向農委會農糧署（前第二辦公室）提出「稻米產業轉型計畫－推廣稻米文化教育」計畫。為了增加活動的內容與稻田的可看性，筆者建議利用紫色水稻與一般綠色水稻顏色的不同，於綠色水田中畫上圖形，可增加水田創意的美景，在該計畫中最初稱之為「稻田變畫板」，至今被稱為稻田彩繪。

推動此構想的背景可再追溯 1995 年間，筆者在農試所嘉義試驗分所陳隆澤先生研究室，曾看到日本稻米書內有「交通安全」稻田圖樣，當時筆者正擔任台中區農業改良場作物改良課稻作研究室主持人，為增加國內外專家學者及農民至台中場參觀訪問的參觀體裁，除建立小區品種展示區外，更營造水稻多功能性的展示，所以曾想利用紫色稻在田間繪製圖樣。筆者自 1983 年進入台中場協助當時水稻股股長黃賢喜先生進行品種保存工作中，觀察到黃股長利用紫色稻為區隔品種的標示品種，其可降低品種混雜的機率。作物種原中心由國際稻米研究所引進 IR1552 紫色葉品系，其屬秈型稻、葉紫、糙米為褐色，中長粒，直鍊澱粉含量高。在 1997 年間，筆者與台中場許志聖博士曾討論以紫色稻在水稻品種展示區後方種出字型，但當時此為主要業務以外之自訂工作，所投入人力不多，故呈現效果不佳。後 1997 年 9 月筆者離開台中場轉調當時臺灣省農林廳蠶蜂業改良場，許博士亦曾再嚐試，惟其所用面積太小（0.05 分），無法呈現，且無制高點觀看，後許博士前往中興大學進修，此構想因而暫放。

三、發展歷程

2002 年第 2 期作稻田彩繪的處女秀，因為怕製作圖形過於複雜，遂利用苑裡的地名，在田裡寫了『苑裡』兩個大字，由於簡單明瞭，因而引起廣大的迴響。有了此經驗與成果之後，當時農委會的第二辦公室認為這是農民轉型的一個相當好的機會，所以 2003 年更積極的輔導農民，於第 1 期作由苗栗縣苑裡鎮農會（苑農）舉辦『稻田彩繪的示範觀摩』，第 2 期作舉辦『稻田彩繪創意比賽』；經媒體的報導後，吸引許多民眾前來觀賞，所以認為未來能將稻田變成『平面的廣告看板』，應該可為農民增取到收益的機會。2003 年第 1 期作舉開稻田變畫板示範觀摩及攝影比賽，觀摩會以輔導稻作農民轉型及發展休閒農業，選擇田心蓮園毗鄰農田 0.65 公頃，作為示範田。設計架構及理念：苑裡素有「藺草之鄉」及「苗栗穀倉」之美譽，致本設計圖採用蓮花、藺草、紫色水稻及一般水稻等，作為栽種作物：藺草象徵「高山」、蓮花象徵「太陽」、紫色水稻象徵「彩雲」並以紫色水稻栽植形成「苑裡」、「農會 LOGO」及「Welcome to YUAN-LI」組合成彩繪圖案。並於 6 月 6 日邀集苗栗縣 18 鄉鎮農會有興趣之農民召開『稻田變畫板示範觀摩會』，介紹彩繪稻田的工作流程，將「稻田變畫板」之計畫加以推廣，以開創稻田產業的第二

春。稻田變畫板創意比賽計有苑裡鎮的 5 處農田參加以及苗栗市、後龍鎮及南庄鄉參與稻田彩繪競賽，全縣共計 8 處的參賽點，總參賽面積 4.54 公頃。比賽結果由繪製蓮花並搭配『歡迎到荷田田』摘冠；在火炎山下畫了兩隻大鴨子的『合鴨米』第二名，南庄鄉創意設計的『玫瑰花』為第三名。稻田變畫版攝影比賽：為推荐苗栗縣境內人文風光之美，並藉由攝影藝術使得稻田彩繪藝術得以保存，特舉辦『稻田變畫版攝影比賽』。以本次參加稻田彩繪參賽田為攝影地點，總收件數 31 件，共計 237 份有效作品，並於 2003 年 11 月 11 日邀集三位攝影界之翹楚擔任評審，經過公開評審，評選出金、銀、銅牌及 25 名佳作。2004 年設計之圖樣，為『彎麗』兩個字，是因為這是苑裡的舊地名；苑裡最早的地名為『喔灣麗』社，經簡化為『彎麗』。設計之圖樣採用『彎麗』兩個字，係讓大家了解苑裡的歷史。2004~2005 年苑農為創造商機自籌經費，建置藺草文化館及愛情果園，在其附近設置稻田彩繪觀賞田，以吸引遊客。2006 年苗栗場與苑農正式以產學合作進行「稻田彩繪技術及應用」計畫，並將稻田彩繪產學合作成果農委會 LOGO，獻給當時農委會的主任委員蘇嘉全先生。



圖 1. 2002 年稻田彩繪處女作（苗栗縣苑農提供）。

另配合東部領航計畫協助台東富里及關山執行近 2 公頃稻田彩繪，繪製「富里米」、「關山米」、以及造型可愛的卡通豬圖案等。於 2006 年 9 月 28 日於苑裡鎮愛情果園旁舉辦稻田彩繪展，主題為「才子佳人、永結同心」。稻田彩繪字樣為「我們結婚吧」並搭配兩個心心，祝福天下有情人，終成眷屬，並留下永結同心的婚紗照，讓稻田彩繪見證新人的愛情。該項活動內容包括：婚紗照攝影、婚紗走秀、古式迎娶儀式及稻田彩繪成果展示等，並舉辦結婚佳偶們最佳造型及最佳造景攝影遴選，參加者非常踴躍（張等，2006）。攝影遴選方面則以台中縣石岡鄉吳國禎先生作品

被引用次數最多。2007 年「稻田彩繪技術及應用」非專屬技術移轉案公告，並與苑農及關山鎮農會完成技術移轉，2008 年 8 月間再與桃園縣政府與台中縣大甲鎮農會進行技術移轉合約簽定。2007 年 6 月間農委會前副主任委員李健全先生認為此技術應在廣告宣傳上加強，因此建議企業界認養。首先由苗栗縣苑裡鎮泉順食品股份有限公司拔得頭籌，在 2008 年第 1 期作出資 36 萬在高鐵苑裡路段宣傳苑裡有機米之鴨間稻（張，2008）。2008 年 6 月間陳前主委武雄視察苗栗場時，特別指示爾後推展「稻米彩繪」之際，可與空間藝術、產業文化、科技與美學等結合，並配合觀光休閒

農業，吸引中國或國外觀光客來台（張及吳，2008）。於2008年2期作由農糧署在台中縣大甲鎮，設置1公頃示範田1處，並於9月上旬配合芋頭節活動，辦理稻田彩繪觀摩會。2008年9月6日配合大甲鎮農會舉辦之好芋兆活動中先舉辦稻田彩繪觀摩活動，此次稻田彩繪以大甲鎮農會米博士牽引篤實牛，科技加傳統為稻米產業再創新機（張，2008）。2009年第2期作與技轉單位桃園縣政府、及桃園市農會在國道1號49處出口（桃園南坎北上之交流道旁）的稻田共同完成「桃園·起航」，本次作品是本場首次嘗試多塊田構成一幅完整圖案例。桃園縣政府領導桃園市農會在颱風天下完成此多田一畫的首創，實屬難得（張，2009）。2010年3月11日筆者協助苗栗場技轉單位桃園縣政府規劃第1期作稻田彩繪，此次主題為「桃園愛與祥和 (LOVE & HARMONY, TAOYUAN)」，本次稻田彩繪田位於桃園縣平鎮市新貴里富貴段農地，實際位置在中豐路、東西向快速道路交叉路口東南側一帶，面積為3公頃。用的水稻品種為紫色葉片 IR1552 及綠色葉片良質米品種台梗 14 號，圖案會呈現紫、綠 2 色。同時苑農也展開本期作位於苗栗縣苑裡鎮山腳辦事處附近的蘭草文化館旁及愛情果園前之稻田彩繪田插秧作業，此次圖樣是由消費者認購，進行個人行銷，為稻田

彩繪另增一種效益。認購人為台中縣人張家瑋先生以3萬元和苑農簽下合約。此外，還特別在求婚當天舉辦一場記者會，讓女友廖研如小姐，專程由臺北前來現場，在彩繪的「Yen Ju Follow me OK Jia Wei」字樣及一對男女共舞圖樣的稻田中當眾下跪求婚，當場女主角歡欣的就答應嫁給他（張，2010）。2010年第2期作則以環保意識之「350ppm Taiwan Miaoli」字樣，是呼應全球性的氣候運動組織 350.org 提倡節能減碳的活動。350ppm 代表地球所能承受大氣中二氧化碳濃度的最高安全上限，但當時已高達 392.39ppm。苑裡的稻田彩繪符合地球環境保護的理念，且能代表臺灣與全世界一起呼籲 350ppm（苑裡鎮農會，2014）。2011年第2期配合為苑裡鎮蘭草產業百年慶，該農會舉辦百年召集蘭的地方文化活動，苑農特別在紫色水稻外，與農業試驗所技轉白色與黃色水稻稻種，搭配種出「百年召集蘭」圖樣，也為臺灣稻田彩繪踏出多彩多姿的另一步。2012年第1期作由苑農與中華四健會合作，以認養體驗方式完成田間作業，為該技術在農業休閒產業應除了可吸引遊客增加旅遊深度外再增一項目。該活動於3月7日舉行，由四健會理監事及會友們親身體驗下田插秧，並完成苑農規畫好的稻田彩繪圖騰，圖騰內涵是恭賀四健會60周年慶，包括所



圖 2. 2006 年舉辦我們結婚吧活動劇照（台中縣石岡鄉吳國禎先生作品）。

屬中華民國的四健會在地臺灣慶祝 60 周年，另還有該會 logo 及宗旨英文縮寫等。四健會的標誌是由四片綠色苜蓿葉組成，葉上書寫白色「手」、「腦」、「身」、「心」四字。綠色代表「生命」、「永恆」，白色則表示「純潔」、「和平」。苜蓿葉是由四片心形葉子組成，又稱幸運草，象徵幸運、愛心、

健康、活潑。英文為 4H，Hand、Head、Health、Heart。所以圖樣內有中華民國四健會 logo 及所在地臺灣的呈現，60 表示 60 周年，ROC 中華民國縮寫，4H 則為該會宗旨英文縮寫（鍾及張，2012）。2014 年第 1 期作苑農以黃色小鴨為圖樣吸引百萬人次至該農會山腳辦事處的愛情果園及蘭草文化館參觀。

四、稻田彩繪技術與應用

稻田彩繪係以綠色葉及紫色葉水稻種植於水田中，隨著水稻生長產生圖形。應用該技術可於水稻種植期的田間，呈現預先規劃好的圖案或字樣，所呈現期間約 3 個月。應用範圍包括休閒產業環境的美

化、田間藝術的表現或廣告媒體宣傳效果等。2005 年與苗栗縣苑農產學合作於 2007 年與苗栗縣苑農及台東縣關山鎮農會分別簽署「稻田彩繪技術及應用」之非專屬技術移轉合約。此次稻田彩繪展關山鎮

農會在佔地約 1.5 公頃的水田中展示「關山米」、豬卡通圖及自行車圖案，苑農則展示「豬事如意」的圖案。藉由稻田彩繪創意圖案，有助地方休閒農業發展，關山鎮農會以關山米為主題，並推出自行車遊之樂在關山的配套旅遊（位於台 9 線 331Km）；2007 年以當年的生肖“豬”為主題，配套愛情果園及蘭草文化館等（2004），吸引遊客來到苑裡享受當地休閒農業，平均每年遊客達 40 萬人次。至今 12 生肖圖樣成品，如「豬事如意」、「鼠來寶」、「牛轉乾坤」、「虎虎生風」、「金蛇呈祥」、「馬到成功」、「三羊開泰」等俏皮方式呈現（苑農，2014）。此主要歸功於苑農具有美工設計專長的陳金花小姐，她不僅有創意的頭腦還能下田定座標及指揮插秧人員準確的做出圖案，是此技術落實在苑農的靈魂人物。由苗栗區農業改良技術轉移給苑農，曾經受邀到大甲、關山、花蓮、竹北的客家文化中心、雲林縣莿桐鄉、

台中市政府等地區製作稻田彩繪（苑裡鎮農會，2014）。2010 年發展稻田彩繪瓶頸主要為種植勞力成本，目前該人工成本為該產品成本之 30 ~ 40%，即針對降低田間操作人工成本，先行打印圖案再栽植至田間相關的技術進行研究。以產學合作方式，與業者合作利用紡織花布原理直接將圖案打印，並期以自行點繪方式完成圖案。繼而衍生之「可應用於種苗彩繪之無框架多夾層技術」，係利用根盤根性將圖案呈現，並獲得新行發明專利（M489497，2011），在 2011 年國際花卉博覽會展出，深獲各界好評（何等，2011）。此技術研發並商品化在臺灣屬首創，發展期間，日本亦有相同技術在發展，但是以稻田藝術形式展現（顏等，2011）。臺灣則以稻田彩繪為廣告看板，非常符合目前環保概念，不需建材及廣告顏料，而且所栽植水稻還可以做為糧食，另可讓稻米產業升級為六級產業，所以是值得推廣的技術。

五、 結論

稻田彩繪由稻田轉型計畫中稻田變畫板之活動項目，許多事是因緣際會而成大局，感恩在此期間曾給與我們鼓勵與建議之良師益友們，更謝謝長官們支持，以及曾經付出心力夥伴們農糧署蔡麗琴、王長瑩、黃怡仁、吳淑慧、葉秀戀、

林銘悉等，苗栗縣政府農務課古雪雲、張秀水，苑農鄭炳輝、陳金花、陳茂松等。

稻田彩繪內容可含涵概藝術、文化、休閒、產品行銷……，若成為商業或產業化，擴大團隊是有其必要性，其需涵蓋規劃、美術設

計、專業攝影、執行操作、專業研發等。2007 年公告非專屬技術移轉案時，係期望未來的發展可由臺灣重要稻米產區農會申請技術授權，與苗栗場簽約後，成為其地區稻田彩繪技術服務執行者。當此技術應用進入商業及產業化階段，地區農會可藉由稻田彩繪執行服務，得到

盈利並回饋農民。2008 年 6 月間陳前主委武雄視察苗栗場時，特別指示爾後推展之際，可與空間藝術、產業文化、科技與美學等結合，並配合觀光休閒農業。若要達成此目標，2011 年農試所，積極發展稻田彩繪稻葉顏色多樣化，讓彩繪素材開啟另一個里程碑。

六、誌謝

本研究成果由彩繪用稻品種之開發與應用 (95 農科 -1.3.1- 苗 -M4) 及自動栽植稻彩繪之研究 (99 農科 -5.4.2- 苗 -M1) 等計畫經費補助。

五、參考文獻

- 何超然、林孟均、廖久薰、張訓堯、黃勝泉、張素貞。2011。本場參與國際花博盛大展出。苗栗區農情月刊 134：P1-1
- 何超然、廖久薰、張訓堯、黃勝泉、張素貞。2011。本場參與國際花博盛大展出。苗栗區農情月刊 134：P1-1。
- 苑裡鎮農會。2014。
- 稻田彩繪介紹。<http://www.yuanli.org.tw/content.php?id=129&type=8>。
- 張素貞。2008。臺灣稻田彩繪發展歷程。農業世界 300：90-93。
- 張素貞。2009。98 年第 2 期作稻田彩繪成果發表。
- 苗栗區農情月刊 120：P2-2。
- 張素貞。2010。稻田彩繪 99 年第 1 期作成果展。
- 苗栗區農情月刊 128：P2-2。
- 張素貞。2012。苗栗縣苑裡鎮鄭總幹事功成身退。
- 苗栗區農情月刊 147：P4-1。
- 張素貞、吳美雲。2008。97 年稻田彩繪與臺灣米勒畫展。
- 苗栗區農情月刊 107：P1-1。
- 張素貞、楊美鈴、鍾國雄。2006。產學合作成果展稻田彩繪一才子佳人永結同心活動。苗栗區農情月刊 83：P1-1。
- 張素貞。2010。稻田彩繪 99 年第 1 期成果展。苗栗區農情月刊 128

- 張素貞。2012。苗栗縣苑農鄭總幹事功成身退。苗栗區農情月刊 147
- 廖珮如。2008。稻田彩繪 -- 稻田變畫布。苗栗區農情月刊 103： P3-3。
- 鄭書杏、蘇紹璋。2004。利用稻田彩繪宣傳良質米品牌。苗栗區農業專訊 27
- 鍾國雄、張素貞。2012。四健會 60 周年慶體驗稻田彩繪。
苗栗區農情月刊 149：P3-1。
- 顏建賢、曾宇良、莊翰華。2011。以農村節慶活動促進城鄉交流與振興鄉村
發展之探討：日本的案例分析。農業推廣文彙 2011：13-30。
- Maekawa, M., Y. Hase, N. Shikazono, and A. Tanaka.** 2003. Induction of somatic instability in stable yellow leaf mutant of rice by ion beam irradiation. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. 206: 579-585.
- Reddy, A. R.** 1996. Genetic and molecular analysis of the anthocyanin pigmentation pathway in rice. In Rice Genetics III edited by G. S. Kush, p.341-352.

Development and Techniques of Painting Paddy Field in Taiwan

Su-Jein Chang¹, Yun-Lin Liu¹, Jui-Hsu Liang², Nien-Chung Chen², and Shu-Ran Chao³

Abstract

The main goal of this study was to paint a landscape in the paddy field with different leaf colors of different rice varieties. The painting landscape could offer a new way for advertisement. It has been developed by Miaoli District Agricultural Research and Extension Station since 2002. A lot of labor for planting in the paddy field which occupied 30~40% of input come in this technique was the bottleneck to develop the painting paddy field well. This article was to describe the history and techniques of painting paddy field from 2002 to 2014 in Taiwan.

Keyword: Painting paddy field, Sudoku, Advertising, Agricultural tourism

¹Miaoli District Agricultural Research and Extension Station 2Yuan Li Farm Association, Miaoli County

³National Taichung University of Science and Technology

*Corresponding author: sujein @mdais.gov.tw

平面繭及裸蛹生產技術及開發

廖久薰¹、黃勝泉¹、盧美君^{1*}

摘 要

本場研發之「平面繭生產及裸蛹收集裝置」於 2013 年 8 月 11 日獲得國家專利（中華民國新型第 M 458799 號），兼具生產裸蛹及平面繭之應用裝置。該裝置具有封閉式營繭構造，熟蠶攀爬其上，不會形成圓繭，可避免熟蠶相互堆疊包覆，提高平面繭品質；平均落蠶率 0.35%，健蛹率高達 92%。以瀛國 xYC15 品種為例，幼蟲在上簇後 96 小時開始化蛹。蠶蛹體長 $32.9 \pm 0.1\text{mm}$ / 隻，體重 1.67 ± 0.01 克 / 隻，絲重 0.24 ± 0.01 克 / 隻。

關鍵字：家蠶、平面繭、蠶蛹

前 言

自古以來栽桑養蠶主要是利用繭絲纖維作為紡織原料，歷經數千年的研究改良及文化傳承，不論在桑蠶品種改良、生產技術改進、蠶絲用途及新產品的開發、副產品的利用等均有顯著成果。然而養蠶產業是人工成本高，在民國 80 年代廢桑轉作政策下，而逐漸式微。

家蠶屬於完全變態昆蟲，一生需經卵、幼蟲、蛹及成蟲四個時期，每一個時期都有很大變化。熟成的蠶會四處活動，一面尋找固定的位置，一面把體內的廢物排出，然後把長 1,000-1,500 公尺的絲線吐出作繭自縛，形成圓繭。傳統取得蠶蛹之方式，係採用多種不同的結構

與採集方法，早期所採用最傳統之營繭結構係為草簇結構，後有波浪形的萬年簇及旋轉簇（圖一）。該結構之特性主要為利用稻草或藤類等材質相互交錯堆疊，或波浪形夾角結構，熟蠶置於其中以形成圓形繭。

過去曾發展之「平面繭之形成方法及其裝置」（圖一），使熟蠶在平板上吐絲營造出平面蠶繭，形成不織布狀，供製蠶絲被、防寒衣、棉袍、和服腰帶之裡襯等產品，在生產平面繭同時可得到蠶蛹。由於平板式平面繭在熟蠶上簇後的吐絲期間長達 3 天 3 夜，需隨時調整網板傾斜方向及蠶室遮光面，否則容

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

* 論文連絡人：lumj@mdais.gov.tw

易造成熟蠶之間彼此堆疊包覆，工作人員需時時刻刻檢除排泄物及病弱死蠶等。另外，熟蠶攀爬至平板邊緣處，因其結構上具有可供蠶絲立體包覆之處，容易形成圓形繭。吐絲期間實耗人力甚多，且平面繭品質不佳、健康裸蛹回收率低，生產成本高。民國 76 年間，本場利用原生產普通繭的迴轉簇骨架，製作

滾筒型及圓型滾動式網筒，以迴轉簇原理試製滾筒式平面繭成功（圖一），改善排泄物、病弱死蠶及堆疊包覆之問題。然而，滾筒式平面繭的結構中空，熟蠶吐絲期間會攀爬到網筒內部形成圓繭，蛹回收率不佳，工作人員仍需一一摘除並削繭取蛹，對於裸蛹量產的目的仍未臻完善。



圖一、各種蠶簇種類及演進

A 波浪型萬年簇，B 旋轉簇 C 平板式平板簇，D 滾筒式平板簇

本研究擬發展一套節省人工成本、落蠶率低，且同時具有高品質的平面繭又兼具裸蛹回收率高之收

集裝置，茲將試驗部份數據報告如下，供有興趣的廠商或研究人員參考。

材料與方法

(一) 試驗材料

家蠶品種瀛國 xYC15，及「平面繭生產及裸蛹收集裝置」一式。

(二) 試驗方法

依慣行飼育，將原蠶室冷藏庫保育之家蠶品種瀛國 xYC15 蠶卵出庫、催青及飼育。待五齡幼蟲食桑 5-6 日，頭胸部縮小，軀體漸呈透明狀，且在飼養空間四周尋找角落開始吐絲時，此為熟蠶。將熟蠶全數集中，均勻撒佈在「平面繭生產及裸蛹收集裝置」，任其在佈蠶區域吐絲。每一裝置撒佈 300 隻熟蠶，3 重複。自上簇吐絲起，每小時紀錄自裝置上掉落的熟蠶及被其它蠶包覆的情形。調查熟蠶吐絲過程中，熟蠶體長、體重及外觀變化情形。

記錄熟蠶最終吐絲、化蛹的時間及吐絲量。調查未化蛹或死蠶數量，計算最終健蛹率。以傳統萬年簇營圓繭的蠶作為對照組，將熟蠶均勻撒佈在萬年簇上任其吐絲結繭。養蠶室內溫濕度分別為 25℃ 及 R. H. 60%。上簇後 5 日開始剝繭衣、脫繭及削繭。調查圓繭內的蠶蛹體長、體重及圓繭重，每重複 20 隻蠶，共 3 重複。圓繭稱重方式是人工削開後，倒出繭內的蛹及蠶蛻，稱重，每重複 20 顆繭，共 3 重複。

結果

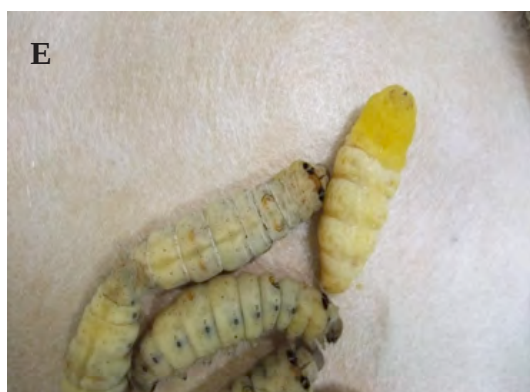
(一) 專利裝置落蠶率調查

本試驗依慣行法飼育家蠶至熟蠶階段，將蠶一一取出，平均放於專利之「平面繭生產及裸蛹收集裝置」的簇面上，任其攀爬並吐絲。上簇初期是熟蠶活動力最旺盛的時期，該時期的熟蠶試圖尋找適當的位置營繭。是落蠶率較高的時期，由於本裝置之結構特性，使家蠶可以依附在裝置上不會落下；上簇後 24 小時內，每小時平均落蠶率僅 0.17%。24 小時後熟蠶攀爬的

習性趨於穩定，安靜地在原處吐平面蠶絲，落蠶的情形大幅減少。上簇後 84 小時，體內絲已吐盡，腹足萎縮而一一至裝置上落下，靜待化蛹。熟蠶自上簇至落下化蛹，前後耗時約 84-96 小時，總落蠶率平均 $0.35 \pm 0.15\%$ 。熟蠶上簇後 96 小時，熟蠶陸續蛻皮化蛹。初化蛹的外觀呈黃白色的蠶蛹，蛹體軟嫩；待 3-4 小時，蛹體色漸漸轉變為常見的咖啡色外觀，且硬度變強。上

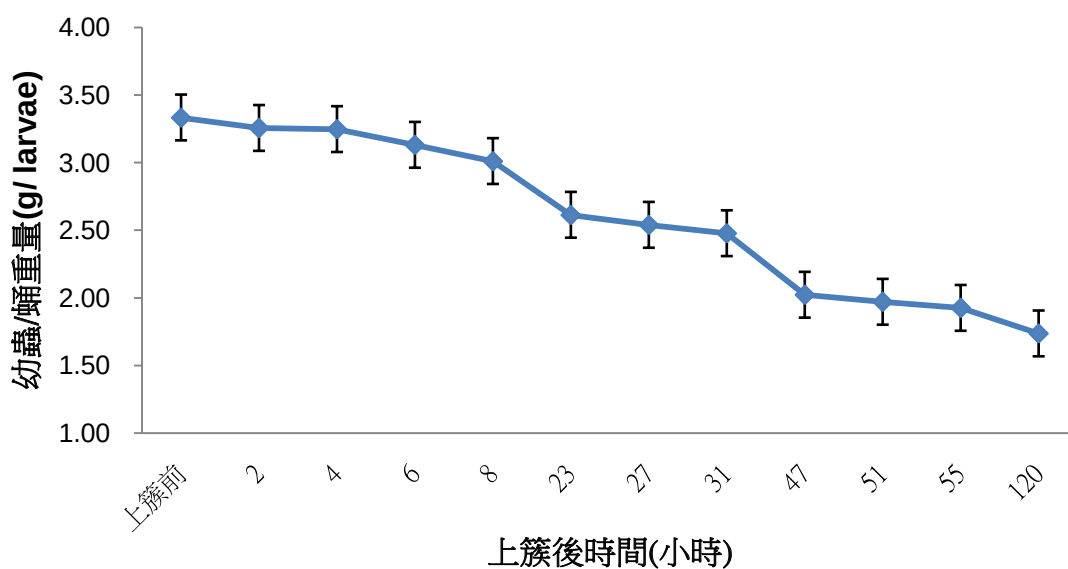
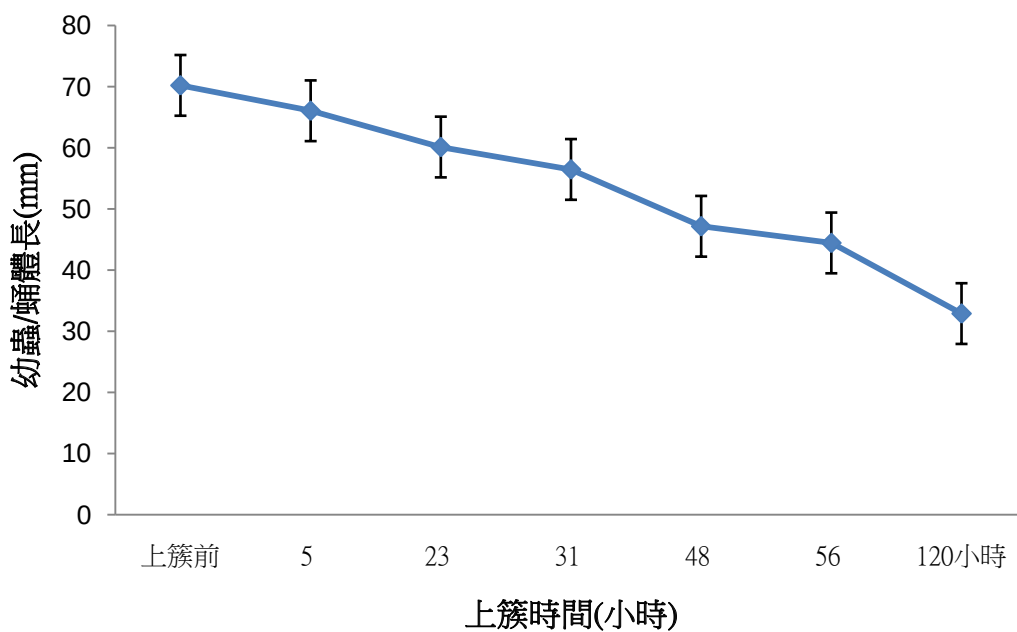
簇後 120 小時，所有落下的熟蠶均已化蛹，最終的健蛹率平均 92%，

初始化蛹至成熟的蠶蛹如圖二。



二、熟蠶上簇初始至化蛹的變化情形

A 為熟蠶上簇當日，B 為上簇後 24 小時，C 為上簇後 48 小時，D 為上簇後 72 小時，D 為上簇後 96 小時，E 為上簇後 120 小時，F 為完全化蛹的情形。



(二) 裸蛹之形成過程及收集

記錄熟蠶變態為蠶蛹的體長及體重分別為 $32.9 \pm 0.1 \text{ mm/ 隻}$ 及 $1.67 \pm 0.01 \text{ 克 / 隻}$ (圖三)，對照

組的圓繭經人工削開後，量稱其體長及體重分別為 $29.2 \pm 0.2 \text{ mm/ 隻}$ 及 $1.76 \pm 0.02 \text{ 克 / 隻}$ ，顯示平面繭產

出之裸蛹較圓繭內之蠶蛹較長也較重，具顯著性差異（表一）。

（三）不同營繭裝置對吐絲量的影響

調查本專利技術及傳統波浪簇兩種營繭裝置熟蠶吐絲的狀況，專利技術熟蠶營平面繭（圖四），每隻熟蠶平均吐絲 0.24 ± 0.01 克；對照組波浪簇熟蠶營圓繭，每隻熟蠶

平均吐絲 0.25 ± 0.03 克，兩者在統計上無顯著差異（表一）。最終獲得的平面繭蠶絲，外觀平整且乾淨，無殘留熟蠶排泄物及死蠶等污損，實為高品質平面繭。



圖四、新技術生產高品質平面繭(A)及健康裸蛹(B)，應用於生物科技、生醫素材及紡織等，有助國內養蠶業發展。

表一、不同營繭裝置形成蠶蛹之性狀比較

	絲量（克/蠶）	蛹體長（mm/蛹）	蛹體重（克/蛹）
專利技術	0.24±0.01 ^{a*}	32.9±0.1 ^a	1.67±0.01 ^b
波浪簇	0.25±0.03 ^a	29.2±0.2 ^b	1.76±0.02 ^a

*Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

表二、現有蠶簇製作平面繭及裸蛹取得方便性之比較

特性	種類	比較
製作平面繭的工時成本	方格或波浪式	高
	平板式	高
	滾筒式	中
	專利技術	低
健康裸蛹取得方便性	方格或波浪式	低
	平板式	中
	滾筒式	中
	專利技術	高

討論

家蠶生物特性，吐絲結圓繭，作繭自縛。若欲取得蠶蛹，則需透過脫繭及削繭之程序，以取得蠶蛹，其不僅程序複雜、多工，且因蠶蛹包覆於圓形繭內，難以觀測其發育情形，故在削繭時易錯失削繭時機、或因削繭技術不純熟而導致取得不易取得適齡裸蛹，其具有裸蛹回收率低、且取得程序複雜、成本高等缺點。

雖然前人發展之「平面繭之形成方法及其裝置」及滾筒式平面繭裝置，確實可提升平面繭製作，但仍有少數不完全包覆的圓繭及平面繭絲污損等缺點，徒增後續加工上的人工耗損。

本專利技術本體為封閉式構造，熟蠶爬行吐絲時不會攀爬至內部，完全改善滾筒式平面繭裝置的缺點。熟蠶上簇吐絲約 84-96 小時後一一落下並化蛹，操作相當容易，省却脫繭及削繭的工時，又可生產無污染高品質平面繭，一舉數得。

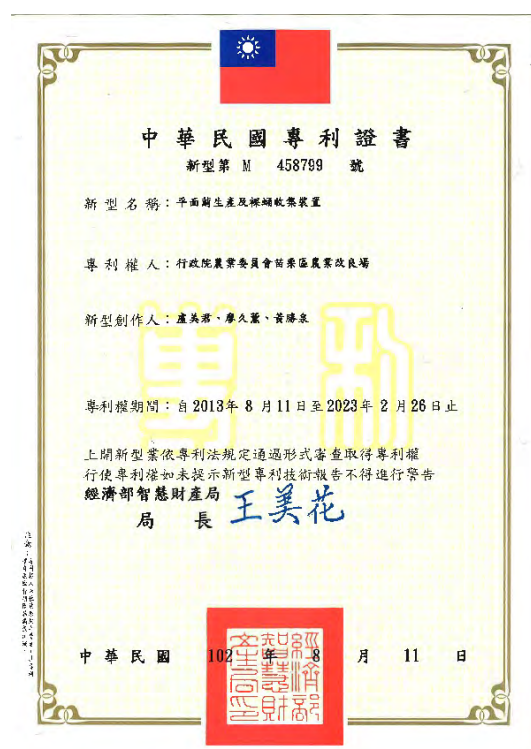
專利技術與傳統圓繭的蠶蛹，其生物性狀之比較：專利技術所獲取的裸蛹，其體長及體重分別為 $32.9 \pm 0.1 \text{ mm}$ / 隻 及 $1.67 \pm 0.01 \text{ 克}$ / 隻；傳統圓繭形成的蠶蛹，其體長及體重平均為 $29.2 \pm 0.2 \text{ mm}$ / 隻 及 $1.76 \pm 0.02 \text{ 克}$ / 隻，兩者外觀完全相同。兩種營繭裝置形成的蠶蛹體長及體重有顯著差異，專利技術形成的裸蛹略長，推測為專利技

術熟蠶吐絲過程均曝露在外，沒有圓繭包覆，因此體長不會被圓繭限制；反之圓繭內的蠶繭因繭形構造所致，體長會約略縮短。專利技術的裸蛹裸露在外，養蠶室的空間持續以空調控制，屬於乾燥的低濕度空間，因而有少量脫水的現象；反之圓繭的蠶蛹有圓繭包覆，蠶絲本身具有吸濕保溫的作用，包覆在內的蠶蛹較不易因為空調的因素而脫水，體重略減。熟蠶利用專利技術吐的平面繭，平均每隻營繭重量為 $0.24 \pm 0.01 \text{ 克}$ ，傳統圓繭的平均蠶繭重 $0.25 \pm 0.03 \text{ 克}$ 。專利技術獲取的平面繭絲重量略低於傳統圓繭重，原因推測是專利技術的熟蠶營繭末期，部分蠶自該裝置落下後會繼續吐完少量的餘絲，之後才會化蛹；圓繭重是完全取自於波浪簇上的簇所稱的重量，是熟蠶初始至終所吐的絲量，因此平均重量會略重於專利技術組。若聚焦在後續加工製作蠶絲被或是其它紡織應用，即使短少了最後的餘絲，並不會影響成品，反而會因為容易獲得平面繭絲，減少削繭或縲絲等繁雜的工時，而提升工作效率。顯示該專利裝置所得之裸蛹與傳統之蠶蛹及大小無顯著差異，反而因為平面營繭的過程，更加提高獲取裸蛹的便利性。專利技術所獲得的最終平均健蛹率高達 92%，供作為未來蠶蛹應用的材料。其它觀察到的死蠶、不正常

化蛹或是沒有化蛹的數量平均佔了8%，推究其原因可能是因為有些蠶在幼蟲期體內潛伏病原菌，雖然有正常飲食及吐絲，到後來還是會因為潛伏而發病死亡，或是蛻皮不完全而死亡等。因此，飼育環境及飼養過程的每一個環節，無論是操作人員進出及桑葉供給的潔淨度的維持，攸關著後續上簇及化蛹的成敗與否。訪視獅潭鄉蠶農的涂先生有關於操作平板式平面繭情形，上簇初期熟蠶四處爬行，3天3夜的營繭過程須時時刻刻守在一旁，撿拾掉落在地的及互相包覆的熟蠶，才能完成一匹平面繭絲。成熟度不一致的蠶在上簇後期，靜置不動時容易被其它吐絲盛期的蠶包住。若家蠶健康狀況不佳，熟蠶攀爬及掉落

的比例暴增，徒增人員撿拾病死蠶的工時，間接影響平面繭絲的品質。綜合比較目前蠶簇營平面繭的種類特性及優缺點，專利技術營平面繭的品質、生產成本、操作簡便及取得健康裸蛹的方便性，顯著優於其它蠶簇（表二）。

本場建立之平面繭及裸蛹生產技術於2013年8月11日獲得國家專利（中華民國新型第M 458799號）（圖五）。此專利技術簡化傳統取得蠶蛹的程序、人力及家蠶材料的耗損，又可生產高品質的平面繭，作為紡織及生醫素材應用。可批次量產蠶蛹，作為分子牧場的生物材料，生物反應器或其他應用，可提高家蠶之應用價值，對未來蠶業之復甦應有助益。



圖五、「平面繭生產及裸蛹收集裝置」專利

致謝

本研究承行政院農業委員會經費補助（98~101 農科 -1.1.2-苗 -M1），試驗期間承蒙詹雲貞、

李怡瑗、劉享芳、邱家玉、邱垂耀、石良彩及林美芳等同仁的協助，謹此一併致謝。

參考文獻

- Chen, J., Z. M. Nie, Z. B. Lu, C. G. Zhu, C. Z. Xu, Y. F. Jin, X. F. Wu, and Y. Z. Zhang.** 2007. Large-scale purification of human granulocyte-macrophage colony-stimulating factor expressed in *Bombyx mori* pupae. *Appli. Biochem. and Biotechnol.* 136: 149-159.
- Feng, H., G. Q. Hu, H. L. Wang, M. Liang, H. Liang, H. Guo, P. Zhao, Y. J. Yang, X. X. Zheng, Z. F. Zhang, Y. K. Zhao, Y. W. Gao, S. T. Yang, and X. Z. Zia.** 2014. Canine parvovirus VP2 protein expressed in silkworm pupae self-assembles into virus-like particles with high immunogenicity. *PLoS One* 9:1-6.
- Usami, A., S. Ishiyama, C. Enomoto, H. Okazaki, K. Higuchi, M. Ikeda, T. Yamamoto, M. Sugai, Y. Ishikawa, Y. Hosaka, T. Koyama, Y. Tobita, S. Ebihara, T. Mochizuki, Y. Asano, and H. Nagaya.** 2011. Comparison of recombinant protein expression in a baculovirus system in insect cells (Sf9) and silkworm. *J. Biochem* 149: 219-227.
- Wang, Y., X. Wu, G. Liu, C. Cao, H. Huang, Z. Xu, and J. Liu.** 2005. Expression of porcine lactoferrin by using recombinant baculovirus in silkworm, *Bombyx mori* L., and its purification and characterization. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 69:385-389.

Device for flatways-spinned cocoon and naked pupae production

Chin-Hsun Liaw¹, Sheng-Chuan Huang¹, Mei-Chun Lu^{1*}

Abstract

Patent “Device for flatways-spinned cocoon and naked pupae production” (M458799) was obtained on 11, Aug, 2013. The device was useful in naked pupae and flatways-spinned cocoon production, with a closed cocoon-forming structure. The matured larva did not weave circle cocoons above the patented device, and the overlapping weaving was prevented to increase the quality of flat cocoon. Average falling rate of larvae was 0.35% and the healthy pupa rate was 92%. For the silkworm strain 瀛國 xYC15, pupae were formed after 96 hr of weaving. The pupa was 32.9 ± 0.1 mm in length and 1.67 ± 0.01 g per pupa. Flat silk of 0.24 ± 0.01 g per silkworm was obtained.

Keyword: Silkworm (*Bombyx mori* L.), Flatways-spinned cocoon, Pupae

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

*Corresponding author: lumj@mdais.gov.tw

苗栗區農民學院有機產業訓練成效追蹤評核之探討

鍾國雄^{1*}

摘 要

本研究乃為瞭解 100-102 年參加行政院農業委員會苗栗區農業改良場農民學院有機初階班課程學員的從農情形，探討參加該訓練對經營農場之助益及對課程規劃的建議，提供未來規劃符合產業需求的訓練課程之參考。

經調查分析有機初階班學員結訓後從農比率高，經營方式以獨資為主，作物種類以蔬菜及水稻佔多數，有機認證比率約佔 18%。訓練課程對學員農場助益最大者為提高農產品品質、其次為增加總生產量；改善人力運用及擴大農場經營面積助益最小。

關鍵字：農民學院、訓練成效、評核

前 言

訓練成效係機關為達成某項目標，針對該目標訂定訓練計畫，而在訓練計畫結束後，有系統地蒐集資料，評量受訓者知識、技能與態度改變的情形或對機關的貢獻，以作為決定方案的意義與價值，使其成為篩選、採用、或修改訓練計畫等決策判斷的基礎。訓練成效評估對講師可改善教學方法與技巧及教材應用；對學員可改善學習成效及行為；對教育訓練人員可改善課程規劃及行政效率；對機關或個人具可提升績效及能力。

農委會於 100 年整合各試驗改

良場所共 14 個單位，結合研究、教育及推廣資源，搭配契約農場見習，兼顧理論與實務，成立農民學院，期能為農村注入農業新動力，培育農業優秀人才，成為未來的農業狀元。

農民學院為現階段台灣農業人力訓練的重要管道，其辦理成效良窳對台灣農業專業能力的提升具有關鍵性的影響。以往農業訓練評核機制僅止於訓練滿意度評估，缺乏系統性的評核機制作為農業訓練規劃、課程內容等檢討調整參考，爰經由農業訓練成效追蹤與評核之分

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

* 論文聯繫人：cks@mdais.gov.tw

析結果，改善未來訓練課程設計及規劃，俾使農民學院課程的發展達到系統性的整合，不僅是強化農民學院之培訓能量與農業訓練品質，更希望能提高青年農民投入農產業之意願。

訓練成效評估模式最廣為運用的是Kirkpatrick於1959年所提出的評估四層次模式(Four-level Evaluation)，其層次依序為反應(Reaction)、學習(Learning)、行為(Behavior)、結果(Results)。

另Goldstein(1993)指出，訓練成效評估係針對特定的訓練課程，以系統化的方式，蒐集與訓練活動有關的訊息(包括描述與評斷性的資料)，給予適當的評價，以做為未來篩選、採用、執行、評斷、

修改訓練活動等決策的相關依據。

國內學者黃晶瑩(1995)也提及訓練成效就是對參訓人員在參訓後對該訓練計畫的滿意度和收穫情況；林若慧(1999)則認為，訓練成效係指受訓者對訓練課程的學習以及所作的行為改變而對組織的貢獻。

總而言之，訓練成效評估的目的，在於分析訓練的成本效益、判斷訓練是否達到預期目標、檢視訓練程序、優缺點與適用性、回饋成果給訓練活動的設計者、管理者及參與者、提供改變的資訊(如改進課程的設計、內容及方式)、了解受訓者學習學習目標與遷移目標的達成情形、強化訓練單位的地位及評估訓練評估人員的成效(曾秀亞,2004)。

二、材料與方法

(一) 研究對象

以參加行政院農業委員會苗栗區農業改良場100-102年農民學院有機初階班結訓之學員為對象，其中100年有機農業初階訓練班有29位學員結訓，101年有機蔬菜栽培

初階班有29位學員結訓，102年有機蔬菜栽培初階班亦有25位學員結訓，共計83位結訓學員為本次調查研究之對象。

(二) 問卷設計

在國立中興大學生物產業管理系蔡必焜副教授協助下，與桃園區農業改良場賴副研究員信忠研訂

「有機蔬菜類訓練成效評核共同問卷」，內容包括：基本資料共16個題項、訓練績效評估共34個題項、

哪些課程對你經營農場是有助益共 14 個問項及有機蔬菜初階班應該規劃哪些課程共 14 個問項。詳如附錄一。

在訓練績效評估及對經營農場助益各題項上以「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」及「非常同意」五個尺度，分別給

予 5、4、3、2、1 的分數；在應該規劃哪些課程部分則以「非常不需要」、「不需要」、「普通」、「需要」及「非常需要」五個尺度，分別給予 5、4、3、2、1 的分數，並設計開放題項讓學員能夠表達其他建議與意見。

（三）調查方式

以郵寄問卷（電子、紙本）為主，輔以 google 網路問卷、電話訪談及親自拜訪等方式。

（四）資料分析與統計方法

運用統計軟體 SPSS 22.0 版本進行統計分析，採用描述性統計、信度分析、T 檢定、變異數分析、因素分析、交叉分析等。

三、結果

本研究以紙本信件、電子郵件（含 google 網路問卷）寄發問卷予 100-102 年結訓之有機蔬菜初階班學員共 83 位，並以電話催收及親自

訪談部分結訓學員，總共回收 38 份問卷，其中 2 份為無效問卷，最後將 36 份有效問卷輸入至 SPSS 統計軟體，進行探討分析，結果如下：

（一）問卷回收調查情形

本次調查共寄發 83 份問卷，計回收有效問卷 36 份，問卷回收率為 43.4%，以 102 年結訓學員回收 16 件最高，達 64.0%，詳如表一。又從回收之 36 份問卷來看，已從農之

學員共 33 人，達 91.7%，其中 101 年更高達 100%，除顯示從農比率高外，另一可能為未從農之學員不好意思將問卷寄回。

表一、100～102 年苗栗區有機初階班問卷回收調查情形

年度	訓練班名稱	辦理日期	結訓人數	問卷回收數 (%)	從農數 (%)
100	有機農業初階訓練班	8/1-8/30	29	10(34.5)	9(90)
101	有機蔬菜栽培初階班	10/15-11/9	29	10(34.5)	10(100)
102	有機蔬菜栽培初階班	10/7-11/1	25	16(64.0)	14(87.5)
合計			83	36(41.9)	33(91.7)

(二) 樣本描述性統計分析

經 SPSS 統計軟體分析受訪者回覆之問卷，有關描述性統計結果，詳如表二，說明如下：

1. 性別

在本研究樣本中，男性為 28 人（77.8%）、女性 8 人（22.2%），兩者差距相當大，顯示農民學院訓練以男性居多。

2. 年齡

本研究受訪學員中，年齡 24 歲以下 0 人；介於 25-35 歲之間的學員 13 人（36.1%）；介於 36-45 歲之間的學員 12 人（33.3%）；介於 46-55 歲之間的學員 6 人（16.7%）；介於 56-65 歲之間的學員 5 人（13.9%）；66 歲以上 0 人，平均年齡 41.2 歲，顯示本次問卷受訪者的年齡以 26-45 歲的青年農民占絕大多數（69.4%），但無 24 歲以下及 66 歲以上之青年及老年。

3. 教育程度

本研究受訪學員在教育程度分佈上，國中以下 0 人；高中（職）5 人（13.9%）；大專（學）22 人（61.1%）；研究所（含以上）9 人（25.0%），顯示農民學院訓練受到高知識份子的青睞，從農不是不會讀書的理由、藉口或不得已的選擇。

4. 是否為農業科系畢業

受訪樣本為農業相關科系畢業者為 1 人 (2.8%)；非農業相關科系畢業者 35 人 (97.2%)，顯示農

民學院訓練及本研究對象以非農業科系的畢業生為主。

5. 務農年資

在從農年資部分，有 3 人 (8.3%) 尚未從農，33 人 (91.7%) 已從農；而有務農者中，專業農民 20 人 (55.6%)、兼業農民 13 人 (36.1%)；從農年資 1 年以內者

10 人；年資 2-5 年者 10 人 (30.3%)；6-10 年者 2 人 (6.13%)；11 年以上者 1 人 (3.0%)，平均務農年資 3.96 年，顯示受訪者近年來才從農者居多。

6. 經營方式

在經營方式上，獨資經營者有 20 人 (60.6%)；家族經營者有 8 人 (24.2%)；合資經營者有 2 人 (6.1%)；

其他方式有 3 人 (9.1%)，顯示多數受訪者為獨資經營。

7. 有機認證

在有無通過有機認證的部分，未通過者有 27 人 (81.8%)，已通過者 2 人 (6.1%)，轉型期者有 4 人

(12.1%)，顯示受訪者雖參加有機課程，但多數仍未通過有機認證。

8. 雇工與否

在受訪者農場經營管理上，沒有雇工者 3 人 (9.1%)，有雇工者 30 人 (89.9%)，顯示受訪者在農場經營上人力需求相當殷切。

9. 農業經營面積

受訪者中經營面積 1 公頃 (含) 以下者有 24 人 (72.7%)，1.1-2 公頃 (含) 者有 7 人 (21.2%)，2.1 公

頃以上者 2 人 (6.1%)。其中經營面積最大者為 3.9 公頃，平均經營面積則為 0.83 公頃。

表二、100~102 年苗栗區有機初階班問卷回收基本資料分析

項目		人數 數	比例%	項目		人數	比例%
性別	女	8	22.0	教育程度	國小（含）以下	0	0
	男	28	78.0		國中	0	0
	總和	36	100		高中（職）	5	13.9
年齡	25-35 歲	13	36.1		大專	22	61.1
	36-45 歲	12	33.3		研究所（含）以上	9	25.0
	46-55 歲	6	16.7		總和	36	100
	56-65 歲	5	13.9	畢業科系	農學相關科系	1	2.8
	總和	36	100		非農學科系	35	97.2
	平均 41.2 歲				合計	36	100
是否為青農	否	11	30.56	務農年資	1 年以內	10	30.3
	是	25	69.44		2-5 年	10	30.3
	合計	36	100		6-10 年	2	6.1
經營方式	獨資經營	20	60.6		11 年以上	1	3.0
	家族經營	8	24.2		總和	36	100
	合資經營	2	6.1	平均3.96年			
	其他	3	6.1	CAS 有機驗證	尚未通過驗證	27	81.8
	總和	36	100		通過驗證，但仍在轉型期	4	12.1
主要生產作物	水稻	8	24.2		已過轉型期	2	6.1
	果樹	4	12.1	是否從農	總和	36	100
	蔬菜	15	45.5		專業農民	20	55.6
	花卉	0	0		兼業農民	13	36.1
	茶	1	3.0		否，但未來有意願從農	3	8.3
	雜糧	2	6.1		否，未來無意願從農	0	0
	特用作物	2	6.1	是否雇工	總和	36	100
	其他	1	3.0		無雇工	3	9.1
	總和	36	100		有雇工	30	90.9
經營面積（公頃）	類別		最大	最小		平均數	
	總面積		3.9	0.03		0.83	
	驗證面積		1.5	0.2		0.65	
	露天		3.87	0.03		0.78	
	設施		0.9	0.05		0.26	

10. 主要生產作物

受訪者中種植蔬菜者有 15 人 (45.5%)，種植水稻者有 8 人 (24.2%)，種植果樹者有 4 人

(12.1%)，顯示種植蔬菜、水稻的學員為有機認證最大的潛在客群。

(三) 資料分析

1. 效度與信度分析

本研究問卷係參考農民學院 102 年共同研究主題「提升青年農民訓練成效之研究」共同問卷，並經國立中興大學生物產業管理系蔡必焜副教授指導，以及與桃園區農業改良場賴副研究員信忠多次討論修改下確認。問卷內容包括：基本資料共 16 個題項、訓練績效評估共 34 個題項、哪些課程對你經營農場是有助益共 14 個問項及有機蔬菜初階班應該規劃哪些課程共 14 個問項。其中訓練績效評估 34 個問項又可發展出七大構面，包括生產專業技術、生產管理、行銷管理、人力管理、研發管理、資訊管理、政策法規等。由於經過相關研究及學者專家的討論，問卷的測量具有專家效度。

經統計軟體 SPSS 22.0 檢測本問卷的信度，詳如表三。其中「生產專業技術」的 Cronbach α 值為 0.966、平均數為 3.70；「生產管

理」的 Cronbach α 值為 0.901、平均數為 3.53；「行銷管理」的 Cronbach α 值為 0.946、平均數為 3.24；「人力管理」的 Cronbach α 值為 0.702、平均數為 3.38；「研發管理」的 Cronbach α 值為 0.857、平均數為 3.22；「資訊管理」的 Cronbach α 值為 0.898、平均數為 3.40；「政策法規」的 Cronbach α 值為 0.862、平均數為 3.52；整體信度 Cronbach α 值則為 0.977，由此可知本研究問卷的問卷題項均有符合信度 Cronbach α 值 0.6 以上的要求，具有可靠性與內部一致性。

另資料經因素分析結果，雖然 Bartlett 球形檢定達顯著水準，但所獲得的 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 係數為 0.355，低於 0.6，顯示資料不必再採用因素分析萃取。

表三、問卷信度分析結果

構面	題數	平均數	信度 Cronbach α 值
生產專業技術	15	3.70	0.966
生產管理	4	3.53	0.901
行銷管理	4	3.24	0.946
人力管理	2	3.38	0.702
研發管理	3	3.22	0.857
資訊管理	2	3.40	0.898
政策法規	4	3.52	0.862

2. 獨立樣本 t 檢定

(1) 七大因素能力提升與性別檢定

依據 t 檢定結果，詳如表四，受訪者在七大因素的能力提升認知上，生產管理、研發管理在 95% 的信心水準下具有一定的性別差異，

而生產專業技術、行銷管理、人力管理及資訊管理，則在 90% 的信心水準下，具有一定的性別差異，且男性均高於女性。

表四、七大因素能力提升自我認知之性別差異

變項	組別	平均值	t 值	顯著性
生產專業技術	女	3.2833	-1.752	.089*
	男	3.8143		
生產管理	女	2.9375	-2.362	.024**
	男	3.7054		
行銷管理	女	2.7813	-1.796	.081*
	男	3.3750		
人力管理	女	2.8750	-1.847	.073*
	男	3.5179		
研發管理	女	2.5000	-2.685	.011**
	男	3.4286		
資訊管理	女	2.7500	-1.954	.059*
	男	3.5893		
政策法規	女	3.1875	-1.142	.261
	男	3.6161		

註：* $p < 0.1$ ；** $p < 0.05$ ；*** $p < 0.001$ ；

(2) 課程對農場經營助益與性別檢定

依據 t 檢定結果，詳如表五，受訪者在課程對農場經營助益上，增加總生產量、提升農產品品質、提升農產品銷售額、降低農場經營

成本、增加農場經營利潤及改善人力運用上具有一定的性別差異，且男性均高於女性。

表五、課程對農場經營助益之性別差異

變項	組別	平均值	t 值	顯著性
擴大農場經營面積	女	2.14	-1.987	.056*
	男	3.15		
增加總生產量	女	2.29	-3.427	.002***
	男	3.77		
提升農產品品質	女	2.86	-2.977	.006***
	男	4.08		
提升農產品銷售額	女	2.14	-3.254	.003***
	男	3.62		
降低農場經營成本	女	2.14	-2.789	.009***
	男	3.58		
增加農場經營利潤	女	2.14	-2.995	.005***
	男	3.58		
改善人力運用	女	2.00	-1.987	.025**
	男	3.19		

註：*p<0.1；**p<0.05；***p<0.001

3. 變異數分析

依在不同年齡分層受訪者七大因素的能力提升自我認知上，受訪者的年齡分層 25-35 歲有 13 人、36-45 歲有 12 人、46-55 歲有 6 人、

56-65 歲有 5 人。25-35 歲行銷管理的平均得分為 3.1154 分，36-45 歲行銷管理的平均得分為 2.8333 分，46-55 歲行銷管理的平均得分為 4.0

分，56-65 歲在行銷管理的平均得分為 3.6500 分。依據 ANOVA 分析的結果可以發現，詳如表六，不同年齡分層在行銷管理上有顯著的差

異 ($p=0.022$)，經 LSD 事後比較發現，46-55 歲分層顯著高於 36-45 歲分層，且 46-55 歲分層顯著高於 25-36 歲分層。

表六 年齡分層對七大因素能力提升之 ANOVA 分析

變項	組別	平均數	F值	顯著性	事後比較
生產專業技術	25-35歲	3.5897	1.030	.392	
	36-45歲	3.5389			
	46-55歲	4.1778			
	56-65	3.7733			
	總計	3.6963			
生產管理	25-35歲	3.3654	1.740	.179	
	36-45歲	3.3333			
	46-55歲	4.2083			
	56-65	3.6500			
	總計	3.5347			
行銷管理	25-35歲	3.1154	3.680	.022**	46-55歲>36-45歲 46-55歲>25-35歲
	36-45歲	2.8333			
	46-55歲	4.0000			
	56-65	3.6500			
	總計	3.2431			
人力管理	25-35歲	3.2308	1.570	.216	
	36-45歲	3.1250			
	46-55歲	4.0000			
	56-65	3.6000			
	總計	3.3750			
研發管理	25-35歲	3.1282	1.320	.285	
	36-45歲	3.0000			
	46-55歲	3.8889			
	56-65	3.2000			
	總計	3.2222			
資訊管理	25-35歲	3.1538	1.374	.268	
	36-45歲	3.2083			
	46-55歲	4.1667			
	56-65	3.6000			
	總計	3.4028			
政策法規	25-35歲	3.4423	.626	.603	
	36-45歲	3.3750			
	46-55歲	4.0000			
	56-65	3.5000			
	總計	3.5208			

註：* $p<0.1$ ；** $p<0.05$ ；*** $p<0.001$

4. 交叉分析

(1) 參訓年度與務農年資

有務農受訪者中，從農年資 1 年以內者 10 人；年資 2-5 年者 10 人 (30.3%)；6-10 年者 2 人 (6.13%)；11 年以上者 1 人 (3.0%)，又從受訓

年度中發現，從農 1 年以內者，102 年 6 人 (60%)、101 年 3 人 (30%)，顯示受訪者在接受完初階訓練後，從農意願與比率甚高。

表七 參訓年度與務農年資分層交叉分析表

		務農年資分層				總計	
		1年以內	2-5年	6-10年	11以上		
參 訓 年 度	100年	計數	1	4	1	1	7
		務農年資分 層 內的 %	10.0%	40.0%	50.0%	100.0%	30.4%
	101年	計數	3	3	1	0	7
		務農年資分 層 內的 %	30.0%	30.0%	50.0%	0.0%	30.4%
	102年	計數	6	3	0	0	9
		務農年資分 層 內的 %	60.0%	30.0%	0.0%	0.0%	39.1%
總 計		計數	10	10	2	1	23
		務農年資分 層 內的 %	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(2) 參訓年度與教育程度

本研究受訪學員在教育程度分佈上，高中（職）5 人 (13.9%)；大專（學）22 人 (61.1%)；研究

所（含以上）9 人 (25.0%)，而從參訓年度來看，近年來高學歷選擇學農或務農者，有逐年升高的可能。

表八 參訓年度與教育程度交叉分析表

			教育程度			
			高中(職)	大專	研究所 以上	總計
參訓年度	100年	計數	1	7	2	10
		佔總計的 %	2.8%	19.4%	5.6%	27.8%
	101年	計數	2	6	2	10
		佔總計的 %	5.6%	16.7%	5.6%	27.8%
	102年	計數	2	9	5	16
		佔總計的 %	5.6%	25.0%	13.9%	44.4%
總計	計數	5	22	9	36	
	佔總計的 %	13.9%	61.1%	25.0%	100.0%	

(3) 務農年資分層與教育程度

從表九中可發現，務農年資 5 年以內、且為大專以上學歷者共 19 人，佔受訪者比率 82.6%，顯見近年來高學歷從農比率頗高。

表九 務農年資分層與教育程度交叉分析表

			教育程度			總計
			高中(職)	大專	研究所以上	
務農年資分層	1年以內	計數	1	6	3	10
		佔總計的 %	4.3%	26.1%	13.0%	43.5%
	2-5年	計數	0	8	2	10
		佔總計的 %	0.0%	34.8%	8.7%	43.5%
	6-10年	計數	0	1	1	2
		佔總計的 %	0.0%	4.3%	4.3%	8.7%
	11以上	計數	1	0	0	1
		佔總計的 %	4.3%	0.0%	0.0%	4.3%
	總計	計數	2	15	6	23
		佔總計的 %	8.7%	65.2%	26.1%	100.0%

(4) 兼職雇工與全職雇工

如表十，在雇工方式上，受訪者有 25 人 (75.8%) 以全職雇工，有 11 人 (33.3%) 以兼職雇工方式，兩者皆有者 6 人 (18.2%)，兩者皆無

者 3 人 (9.1%)，由此可看出受訪者有 30 人 (90.9%) 至少以全職或兼職的方式雇工，顯示受訪者人力需求頗為殷切。

表十 兼職雇工與全職雇工交叉分析表

			全職雇工與否		總計
			否	是	
兼職雇工與否	否	計數	3	19	22
		佔總計的百分比	9.1%	57.6%	66.7%
	是	計數	5	6	11
		佔總計的百分比	15.2%	18.2%	33.3%
總計		計數	8	25	33
		佔總計的百分比	24.2%	75.8%	100.0%

(5) 露天經營與設施經營

如表十一，利用設施經營的受訪者有 9 人 (30.0%)，利用露天經營者有 29 人 (96.7%)，其中僅利用露天者 21 人 (70.0%)，僅利用設施

者 1 人 (3.3%)，兩者皆有者 8 人 (26.7%)，由此可看出受訪者仍以露天經營為主、搭建設施經營為輔。

表十一 露天經營與設施經營交叉分析表

		設施經營與否		總計	
		無設施	有設施		
露天經營與否	無露天	計數	0	1	1
		佔總計的百分比	0.0%	3.3%	3.3%
	露天	計數	21	8	29
		佔總計的百分比	70.0%	26.7%	96.7%
總計		計數	21	9	30
		佔總計的百分比	70.0%	30.0%	100.0%

四、討論

由上述的統計資料分析結果，本研究有下列之結論：

(一)不同年齡分層在行銷管理上有顯著的差異，而且46-55歲分層顯著高於36-45歲分層及25-36歲分層。此結果顯示較年長者經過訓練後在行銷管理能力上有顯著的提升。

(二)有機初階班學員以男性、45歲以下青農、大專以上學歷為主，且幾乎為非農業相關科系畢業；農民學院有機蔬菜初階班結訓學員從農比率及學歷有逐年升高的趨勢，且以大專比率最高；經營方式以獨資為主，作物種類以蔬菜及水稻

佔多數；訓練課程對學員農場助益最大者為提高農產品品質(3.82)、其次為增加總生產量(3.45)；改善人力運用及擴大農場經營面積最小(2.94)；在能力提升上以生產專業技術(3.70)、生產管理(3.53)及政策法規(3.52)較高；因此，總體而言，我們可以得知農民學院的訓練課程的確有助於受訪者於農業經營上，且能提升專業農業能力。惟受訪者結訓後有機認證比率仍低，尚有努力空間。

(三)受訪者有30人(90.9%)至少以全職或兼職的方式雇工，且有25人(75.8%)是以全職方式雇工，僅有3人(9.1%)無雇工情形，可見農村勞力需求頗為殷切，至於是否能找到雇工？雇工的能力是否符合需求，則有待進一步研究。

(四)本研究受訪對象結訓至調查時點最長者為4年、最短者為2

年，而受訪者務農年資5年以內者佔87%，顯見農民學院有機蔬菜初階班的訓練對象及成效符合政策目標。但究竟是結訓後才決定務農？還是訓練前就已務農？亦有進一步探討的必要。本研究問卷設計時並未加以考量，未來後續研究應加以修正。

(五)受訪者性別在課程對農場經營助益上，增加總生產量、提升農產品品質、提升農產品銷售額、降低農場經營成本、增加農場經營利潤及改善人力運用上具顯著的差異，且男性均高於女性；而在七大因素的能力提升認知上，生產管理、研發管理亦有顯著的差異，且男性亦高於女性。此結果是否意味著農業較適合男性，則有待後續研究者進一步探討。

五、參考文獻

周佳慧、李誠。2003。訓練成效評估之探討－以V公司團隊建立課程為例，未發表論文，國立中央大學。

洪榮昭。2002。人力資源發展：企業教育訓練完全手冊，台北市：五南圖書出版公司。

曾智美。2005。高雄縣畜牧業農民教育訓練成效之研究。國立中山大學高階公共政策碩士班論文。

許智翔。2004。不同團隊訓練方式之成效評估。未出版碩士論文，國立中央大學。

- 陳美芬、王俊豪、蔡必焜。2007。農業外移入及回流青年農民農業經營之輔導策略研究。96 年農委會科技研究計畫報告。
- 陳姿伶、蔣憲國、劉伊霖。2012。運用 Kirkpatrick 四層次模式推行公部門訓練成效評估之研究。農業推廣學報 29 期。第 24-44 頁。
- 程淑芬。2010。花卉生產者參與教育訓練動機、需求、成效對經營績效影響關係之研究 - 以台灣南部地區為例。屏東科技大學農企業管理系所學位論文。
- 趙惠文。2002。團隊建立訓練成效之評估。未出版碩士論文，國立中央大學。
- 簡建忠。1994。訓練評鑑。台北：五南。
- 簡建忠。1995。人力資源發展。台北：五南。
- 戴淑媛。2001。中高齡者職業訓練成效評估之研究。國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。
- Baldwin, T. T. and J. K. Ford.** 1988. Transfer of training: a review and directions for future research. *Personnel Psychology: A Journal of Applied Research*, 41(3):63-105.
- Kirkpatrick, D. L.** 1959. Techniques for evaluating training programs. *Journal of ASTD*, 11, 1-13.
- Kirkpatrick, D. L.** 1975. Techniques for evaluating training programs. In *Evaluating training programs. Collection of articles from the Journal of the American Society for Training and Development* :1-17. Alexandria, VA: American Society for Training and Development.
- Kirkpatrick, D.L.** 1994. *Evaluating training program – The Four Levels*. San Francisco : Berrett-koeehler Publisher.
- Yelon, S. and J. Ford.** 1999. Pursuing a multidimensional view of transfer. *Performance Improvement Quarterly*, 12(3):58-78.

Discussion on effectiveness tracking assessment of Farmer's Academy after organic industry training in Miaoli

Kuo-Shiung, Chung^{1*}

Abstract

This study was aimed to understanding the farming situation of the Organic elementary classes trainees' who has being participated the Farmer Academy in Miaoli District Agricultural Research and Extension Station since 2011 to 2013. Discuss the training on the operation of the farm's helpful and suggestions for curriculum planning. The results of this study were shown that the trainees who engaged in agriculture was high ratio. The mode of operation is wholly-owned. Vegetables and rice crops in the majority, the ratio of organic certification was low. Training courses for farm greatest benefit is to improve the quality of agricultural products. The second is to increase the total production. To Improve human use and expand the farm's area was help lowest.

Keyword: Farmer's Academy, Training effectiveness, Evaluation

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

*Corresponding author: cks @mdais.gov.tw

附錄一

農民學院有機蔬菜初階班訓練成效追蹤評核問卷

第一部分：基本資料

1. 姓名：_____
2. 手機號碼：_____
3. 性別：☐ (1)男 ☐ (2)女
4. 是否為原住民：☐ (1)是 ☐ (2)否
5. 出生年：民國_____年
6. 教育程度：☐ (1)國小及以下 ☐ (2)國中 ☐ (3)高中(職) ☐ (4)大專 ☐ (5)研究所以上
7. 請問畢業科(系、所)？
8. 請問是否從農？
☐ 是，現為專業農民 ☐ 是，現為兼業農民；務農起始年：民國_____年
☐ 否，但未來有意願從農 ☐ 否，未來無意願從農(答否者直接跳答**第二部份**)
9. 務農位置：_____縣/市
10. 主要生產項目(單選)：☐ (1)水稻 ☐ (2)果樹 ☐ (3)蔬菜 ☐ (4)花卉 ☐ (5)茶 ☐ (6)雜糧 ☐ (7)特用作物 ☐ (7)其他
11. CAS 有機驗證：
☐ 尚未通過驗證
☐ 通過驗證，但仍在轉型期 ☐ 已過轉型期；通過驗證時間：民國_____年____月
12. 農場經營面積：_____ (公頃)，其中有機驗證：_____ (公頃)
13. 栽培模式及面積：露天面積_____ (公頃)，設施面積_____ (公頃)
14. 農業經營方式：☐ (1)獨資經營 ☐ (2)家族經營 ☐ (3)合資經營 ☐ (4)其它_____
15. 雇工人數(含自家工)：☐ 全職，人數_____ ☐ 兼職，人數_____

16. 農民學院有機蔬菜初階班訓練後對經營農場效益

參加本梯次農民學院有機蔬菜初階班開設的課程後，對你在農場經營績效是有助益

請直接在方格打勾，數字越大代表助益越大，數字 1 表示沒有幫助，數字 5 表示幫助最大

1. 擴大農場經營面積	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
2. 增加總生產量	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
3. 提升農產品品質	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
4. 提升農產品銷售額	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
5. 降低農場經營成本	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
6. 增加農場經營利潤(收入-成本)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
7. 改善人力運用(增加聘僱員工及作業能力)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

第二部分：訓練績效評估

你認為參與農民學院訓練課程後，在以下各方面的能力(包含知識、技術和行為)有所提升：	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1.農田整地作畦的能力提升	1	2	3	4	5
2.堆肥及液肥製作的能力提升	1	2	3	4	5
3.土壤改良及地力增進技術的能力提升	1	2	3	4	5
4.農業機械的使用及故障排除的能力提升	1	2	3	4	5
5.農業設施搭建、使用及維護的能力提升	1	2	3	4	5
6.應用支架、瓜網及支撐物改善生產環境的能力提升	1	2	3	4	5
7.有機蔬菜種子直播、育苗、苗嫁接及移植栽種的能力提升	1	2	3	4	5
8.有機蔬菜栽培期水分管理及施肥的能力提升	1	2	3	4	5
9.病蟲害及雜草診斷與防治的能力提升	1	2	3	4	5
10.應用生物防治病蟲害（拮抗性微生物及天敵昆蟲）的能力提升	1	2	3	4	5
11.有機蔬菜採收技術的能力提升	1	2	3	4	5
12.植物營養與肥料種類認知的能力提升	1	2	3	4	5
13.農產品採收後作業處理的能力提升(如：清洗、預冷、分級、包裝)	1	2	3	4	5
14.田間實務操作能力提升（作物栽培、肥培、灌溉、病蟲害防治、採後處理）	1	2	3	4	5
15.有機蔬菜的加工能力提升	1	2	3	4	5
16.農場規劃設計(農地、農水路及建築物)的能力提升	1	2	3	4	5
17.選擇有機作物的種類及品種的能力提升	1	2	3	4	5
18.生產資材採購及進貨庫存管理的能力提升	1	2	3	4	5
19.有機蔬菜安全與品質管理的能力提升	1	2	3	4	5
20.建立有機農產品多元行銷通路的能力提升	1	2	3	4	5
21.有機農產品的促銷及產品曝光能力提升	1	2	3	4	5
22.自有品牌建立與推廣的能力提升	1	2	3	4	5
23.進入有機農產品目標市場的能力提升	1	2	3	4	5
24.對農場員工及自我訓練的能力提升	1	2	3	4	5
25.參與農民組織(如產銷班、農會等)的能力提升	1	2	3	4	5
26.引進新品種及採用新技術的能力提升	1	2	3	4	5
27.撰寫營運計劃書的能力提升	1	2	3	4	5
28.農場開發新產品及新包裝的能力提升	1	2	3	4	5
29.有機蔬菜生產及消費市場資訊取得與分析的能力提升	1	2	3	4	5
30.應用網路資訊傳播（網站、部落格及社群網站）的能力提升	1	2	3	4	5
31.對現行有機產業之農業政策與法規的認知與因應能力	1	2	3	4	5

提升					
32.農業相關政府機關、農會及協會等組織運作及功能認知之能力提升	1	2	3	4	5
33.取得農政輔導體系之服務項目及補助資源的能力提升	1	2	3	4	5
34.取得農業專案貸款的能力提升	1	2	3	4	5

第三部份：訓練課程對你在農場工作的助益及課程建議

1.你認為參加**本梯次**有機蔬菜初階班，**哪些課程**對你經營農場是有助益

請直接在方格打勾， 數字越大 代表 助益越大	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
參加本梯次農民學院有機蔬菜初階班開設的 課程 後，對你在 農場經營 是有助益					
1.生產規劃與農場管理（計畫生產、資材管理、耕作制度、農產品安全及品質）	1	2	3	4	5
2.有機蔬菜栽培技術（種植方式、水分管理、整枝、修剪）	1	2	3	4	5
3.有機蔬菜病蟲害及雜草防治	1	2	3	4	5
4.有機農場土壤及肥培管理（植物營養、土壤檢測、堆肥製作、介質調配、土壤改良與地力增進、生物肥料功能及應用）	1	2	3	4	5
5.有機蔬菜田間栽培實習	1	2	3	4	5
6.農機機械保養與操作	1	2	3	4	5
7.採後處理及加工技術	1	2	3	4	5
8.有機農產品行銷（市場通路、訂價、品牌建立及促銷）	1	2	3	4	5
9.人事管理及組織發展（員工招聘、訓練、團隊管理、工作環境與職場安全、參加產銷班）	1	2	3	4	5
10.創新經營（引進新品種、新技術、創新經營模式）	1	2	3	4	5
11.財務管理（分析財務報表、編制會計報表、投資效益與風險評估及專案貸款）	1	2	3	4	5
12.資訊應用與管理（產銷資訊取得、網路行銷、電腦資訊設備應用）	1	2	3	4	5
13.農業法規與重要政策介紹（有機農業法規、產銷履歷制度、小地主大佃農、農地政策與農地管理）	1	2	3	4	5
14.農業達人分享及產業參訪	1	2	3	4	5

2.請問你認為有機蔬菜初階班**應該規劃**哪些課程：

請直接在方格打勾， 數字越大代表需求越高 你認為農民學院有機蔬菜初階班 哪些課程 是你 需要的	非常不需要	不需要	普通	需要	非常需要
1.生產規劃與農場管理（計畫生產、資材管理、耕作制度、農產品安全及品質）	1	2	3	4	5
2.有機蔬菜栽培技術（種植方式、水分管理、整枝、修剪）	1	2	3	4	5
3.有機蔬菜病蟲害及雜草防治	1	2	3	4	5
4.有機農場土壤及肥培管理（植物營養、土壤檢測、堆肥製作、介質調配、土壤改良與地力增進、生物肥料功能及應用）	1	2	3	4	5
5.有機蔬菜田間栽培實習	1	2	3	4	5
6.農機機械保養與操作	1	2	3	4	5
7.採後處理及加工技術	1	2	3	4	5
8.有機農產品行銷（市場通路、訂價、品牌建立及促銷）	1	2	3	4	5
9.人事管理及組織發展（員工招聘、訓練、團隊管理、工作環境與職場安全、參加產銷班）	1	2	3	4	5
10.創新經營（引進新品種、新技術、創新經營模式）	1	2	3	4	5
11.財務管理（分析財務報表、編制會計報表、投資效益與風險評估及專案貸款）	1	2	3	4	5
12.資訊應用與管理（產銷資訊取得、網路行銷、電腦資訊設備應用）	1	2	3	4	5
13.農業法規與重要政策介紹（有機農業法規、產銷履歷制度、小地主大佃農、農地政策與農地管理）	1	2	3	4	5
14.農業達人分享及產業參訪	1	2	3	4	5

3. 你認為有機蔬菜初階班還需**增加哪些課程或修改建議**:
