

序

台灣以農業起家，在育種及提升作物生產效率與品質的能力，早已獲得全世界的肯定。但自台灣加入世界貿易組織之後，台灣農業發展受到進口農產品的競爭壓力與日遽增，政府為了提振台灣農業競爭力，致力於推動農業生物科技作為研發後盾，因為農業生技產業係以生物科技應用於各式各樣農產資源開發與加速產業升級。廣義農業生物技術包括植物、動物改良育種、畜產、水產生物之應用、發酵產品（食品與化妝品）以及各種農業相關聯生物技術。因此農業生物科技範圍頗廣，包括傳統生技與基因科技；基因科技則又分為基因標誌與基因轉殖。本次研討會內容範疇則皆涵蓋之，惟以作物項目為主討論範疇。

本次研討會計邀請大學教授、農業改良與試驗研究單位專家及亞蔬-世界蔬菜中心學者，就台灣農業生技產業化體系之建立及推動等研究發表10篇論文，將目前農業生技研究產業發展之成果介紹給國人，藉由各界廣泛深入之交流討論，促進未來農業生技產業之發展。

本次研討會承蒙各界人士及專家學者的熱心協助，使研討會之籌備工作及研討會之進行一切順利成功，深表感謝。本論文專輯於編印期間，承每位作者充分配合，乃能順利付梓，惟本刊涵蓋內容甚廣，付印匆促，疏忽難免，期不吝指正。本論文專輯係凝聚各方之智慧，期盼能擴展研討會成果，使民眾及相關單位獲得更多的相關資訊，以促進農業生技相關產業升級及增進農民收益。

行政院農業委員會台南區農業改良場

場長 侯福分 謹識

中華民國九十八年八月

2008 農業生技產業應用研討會

議 程

日期：97 年 12 月 11 日（星期四）

地點：台南區農業改良場農業推廣大樓 1 樓視聽教室

時間	議程內容	主講人
08:30~09:00	報到	
09:00~09:10	開幕式	
第一節 遺傳資源蒐集及利用		主持人：林俊義院長
09:10~09:45	番茄種原蒐集及利用	陳正次 先生
09:45~10:20	山苦瓜種原蒐集與利用	花蓮區農業改良場 全中和 副研究員
10:20~10:35	茶敘	
10:35~11:10	原生蔬菜的開發及利用	郭忠吉 博士
第二節 作物生物技術之開發及檢測技術		主持人：林信山主任
11:10~11:45	基因改造與非基因改造作物之共存	中興大學農藝系 郭寶錚 教授
11:45~12:45	午餐	
12:45~13:20	基改作物檢驗技術開發及應用	台南區農業改良場 楊藹華 主任
13:20~13:55	利用基因轉殖促進光合作用與對逆境的耐受性以提高水稻的產量	嘉義大學生物農業科技系 古森本 教授
第三節 農業科技產業應用		主持人：陳建斌主任
13:55~14:30	熱帶蔬果新品種開發與境外授權	高雄區農業改良場 賴榮茂 課長
14:30~14:45	茶敘	
14:45~15:45	針對蔬菜類研究開發之傾向和需要	台隆生技公司 西野勝美 副董事長
15:45~16:25	十字花科蔬菜耐熱育種及採種	台南區農業改良場 謝明憲 副研究員
16:25~17:00	近年來台南區設施肥培管理技術之研究	台南區農業改良場 林晉卿 副研究員

番茄種原蒐集及利用

陳正次¹、盧淑芬²、陳福全²、黃永光³

摘要

種原蒐集是開創新興作物及育成適應性強的品種之主要根源。蒐集全世界各地之各種作物的變異品種、近緣栽培種及野生種，加以評估、利用，更是育種家成功的必要條件。因為育種家會事先瞭解作物在生產所遭遇的疑難問題，然後針對問題所在，去蒐集可利用的育種材料。進而利用雜交育種方法，以培育能耐逆境及抗多種病害的優良品種。推廣給農民栽種，以振興農業產業，間接促進經濟的發展。台灣地處亞熱地帶，番茄育種目標著重於耐熱性及抗高溫引起的病害之品種。目前各研究機構及私人種子公司，已成功的培育出本土化一點紅大果、粉紅大果及全紅大果新品種。小果番茄品種發展更迅速，已有很多週年可栽種的品種，此外，彩色、成串性及耐儲運的新品種也都在近 5 年紛紛上市。

關鍵詞：番茄、種原、蒐集、利用

前言

番茄(*Solanum Lycopersicom* L.=*Lycopersicon esculentum* Mill.)屬於茄科、茄屬、番茄種，為 1-2 年生草本植物，是果菜類園藝作物。原產於南美洲秘魯、厄瓜多爾及玻利維亞的安第斯山峽谷地帶。16 世紀才傳到義大利及其他歐洲國家，義大利首先利用於鮮食及加工製罐，該產業迅速發展成為現今的加工番茄原產地。美國在 18 世紀由荷蘭及義大利蒐集種原，加以研發改良品種，到 19 世紀發展為全球最大的加工番茄生產國。台灣番茄產業的興盛也是由日本及歐美國家蒐集優良品種，再經研究機構及種子公司研究，才發展成為高經濟價值的蔬果兩用園藝作物。種類多屬於大果，早期有粉紅色及紅色兩種，後來經引種及品種改良育成濃綠肩一點紅大果，至今還是最暢銷的品種。小果番茄是近 20 年興起的產業，由於果粒小、食用方便、品質風味特優，且具有各種顏色及串收等特性，已由蔬菜類地位躍升為水果類。然而台灣中南部除冬季外，周年均高溫多濕，為病蟲害繁殖最適宜環境，卻是造成番茄產業最大的障礙。因此種原蒐集方面應著重在耐高溫、或抗病的特性，廣泛去蒐集，再評估利用於新品種的開發。尤其是近十年最嚴重的番茄捲葉病毒病的防治，著手育成抗病品種，推廣農民栽種，方能使番茄產業永續經營。

¹ 亞蔬—世界蔬菜中心番茄組退休副研究員

² 亞蔬—世界蔬菜中心番茄組研究助理、高級田間助理

³ 亞蔬—世界蔬菜中心種原組助理研究員

種原蒐集

種原蒐集是育種重要的一環，也是育種程序的起源，它是利用從世界主要番茄生產國(表 1)，蒐集研究機構或種子公司所保存及育成的種原材料，來試種觀察評估，並加以利用為培育新品種的育種材料。基本上可從兩方面著手(1)引進自然界優良野生種所具備抗病性、抗蟲性、抗逆境特殊品質為主要育種材料的來源；(2)蒐集國內外農業研究機構或種子公司所育成，栽培廣泛的優良品種，直接推廣栽培或間接做為雜交育種材料。

表 1. 2003 年世界番茄主要生產國的收穫面積及產量

國別	收穫面積 (×1000 公頃)	單位產量 (公噸/公頃)	產量 (×1000 公噸)	依產量排序
全球	4,311	26	113,308	-
中國	1,205	24	28,851	1
印度	520	14	7,420	4
埃及	181	35	6,350	6
美國	166	63	10,382	2
土耳其	230	42	9,750	3
義大利	130	51	6,634	5

資料來源：FAO 年鑑，2003

引種可循著下列四個步驟進行：1. 引進優良栽培品種、試種推廣，若為固定品種，可再繁殖利用；2. 引進材料加以選種、試種及繁殖利用；3. 引進材料為優良固定品種與當地適應性強的品種，雜交育成新雜交一代品種；4. 引進材料與當地品種循雜交育種方法培育新的自交系。

引種及登錄：研究學者、育種家自國內外研究機構或種子公司引進的栽培品種或野生種，應詳細記載 1. 每一品種的來源由何地(國)、機構、公司輸入；2. 該品種屬於栽培種、野生種、種別、雜交一代品種或固定品種；3. 每一品種的主要農、園藝特性、抗病性、抗蟲性、耐熱性、耐寒性、耐鹽性、耐旱性及耐水性等等；4. 引進材料的年、月、日；5. 其他特殊性狀。並交由專門種原庫機構辦理登記，由種原庫保存小部份，其餘由原引種單位進行觀察試驗及抗病性檢定。

亞蔬中心自 1973 年至 2008 年止，自全球 43 個國家收集 9 個物種：1. *S. Lycopersicum* L.=*L. esculentum*；2. *S. cheesmanine*=*L. cheesmanie*；3. *S. pimlnellifelium*=*L. pimpinellifolium*；4. *S. chilense*=*L. chilense*；5. *S. chmielewskii*=*L. chmielenskii*；6. *S. hbrochaite*=*L. hirsutum*；7. *S. pennellii*=*L. pennellii*；8. *S. peruvianum*=*L. peruvianum*；9. *S. neorickii*=*L. paruiiflorum* 等共 7869 個種原。

種原利用

一、耐熱性的種原蒐集

番茄屬於溫帶作物，對溫度很敏感，特別是花器的發育、開花及結果受日夜溫差影響大，溫差愈大時結果愈有利。通常生育期最適溫度為 15-26℃ 間，高溫常為直接影響結果率降低的主要因素之一。亞蔬中心自 1973 年成立以來，擬定番茄育種計畫的重點策略為自收集種原間篩選具耐熱基因的種原，再以雜交育種方法，導入耐熱基因於栽培品種，以育成耐熱番茄商業品種。Villareal 和 Lai (1978) 發表自收集的 4616 個種原中，經耐熱篩選評估選得 39 個具耐熱的種原，但所佔比率低於全部種原的 1%，其中 30 個為栽培種，7 個是 *L. esculentum*，1 個是 *L. esculentum* 與 *L. pimpinellifolium* 的雜交後代。

亞蔬中心自 1973 年至 2008 年止，從蒐集 7869 個種原中，篩選出 41 個耐熱性強的種原，佔全部種原數的 0.5%，耐熱中等的種原有 832 個，也僅佔 10.6% (表 2)，這些耐熱種原被利用於雜交及育種計畫的品系及其利用次數列於表 3。

番茄耐熱基本生理條件，必須在日夜高溫(32/25℃)下能正常生長、花芽分化及結果；每株花序數多，每花序內花朵數多；花器內雄蕊的花藥筒不裂開、花粉多、活力強；果實發育正常、果實內種子數目多；茄紅素的形成正常等。因此耐熱品種的特性為結果率可達 40-50%；每公頃平均產量達 30-50 公噸；果實耐裂果、耐頂腐病及抗高溫多濕的病害。

表 2. 亞蔬中心番茄耐熱性種原佔所有種原的比率 (1973-2008)

耐熱性等級	種原數	佔總數的百分率 (%)
耐熱性強	41	0.5
耐熱性中等	832	10.6
不耐熱性	6,996	88.9
總 計	7,869	100

表 3. 番茄耐熱性種原利用於亞蔬中心育種計畫的頻度及其來源

種原代號	品種名稱 及 PI 號碼	利用於育種 雜交比率	來源(國家)
L4841	L22(VC11-3-1-8)	12.9	菲律賓
L3958	PI289309	11.0	美國
L125	Divisoria	8.9	菲律賓
L283	Tamu Chico III	7.5	美國
L232	Nagcarlan	7.2	菲律賓
L2972	PI289296	7.5	匈牙利
L1488	PI203232	5.8	南非
L18	VC11-2-5	5.4	菲律賓

二、重要病害抗病性的種原及其遺傳性

番茄是一種多病的園藝作物，主要病害由真菌及細菌引起的約有 29 種，由病毒引起的有 10 種，害蟲有 9 種，生理障礙的疾病有 12 種。目前亞熱帶地區(包括台灣)生產上主要病害的種原及其遺傳性敘述如下：

(一) 病毒病害

(二) 危害番茄的病毒病有番茄嵌紋病毒病(ToMV)、番茄捲葉病毒病(ToLCV)，胡瓜嵌紋病毒病(CMV)、馬鈴薯 Y 型病毒病(PVY)和番茄斑點萎凋病毒病等(TSW)，其中以番茄捲葉病毒病為近十年來最嚴重，而且難以用藥劑防治的病毒病。

1. 番茄嵌紋病毒病的抗病種原及其遺傳性

病毒病是番茄最難防治的病害，美國夏威夷農業試驗場的育種家，利用栽培種和野生種、*L. peruvianum*、*L. pimpinellifolium*、*L. hirsutum* 和 *L. chilense* 進行種間雜交育種，培育出具有 *Tm-1* 和 *Tm-2* 抗病基因的品系，如具 *Tm-1* 基因的 Mobaci、Mocimor；具 *Tm-2* 基因的品系 Moperou；而具有 *Tm-2^a* 基因的品系 Momor 和 Mocimor，其抗病基因是利用 *L. peruvianum* (PI128650)轉移而來的(表 4)。

表 4. 番茄病毒病的抗病種原之遺傳基因及其遺傳性

病害別	抗病種原	抗病基因	抗病遺傳性
番茄嵌紋病毒病 (ToMV)	Mobaci	<i>Tm-1</i>	顯性
	Moperou	<i>Tm-2</i>	顯性
	L127	<i>Tm-2^a</i>	顯性
	CL5915		
番茄捲葉病毒病 (ToLCV)	LA1969		
	Fiona F1	<i>Ty-1</i>	顯性
	Ty-52		
	H24	<i>Ty-2</i>	顯性
	CLN2116		
馬鈴薯 Y 型病毒病 (PVY)	VL111	-	二對隱性

2. 番茄捲葉病毒病的抗病種原及其遺傳性

番茄捲葉病毒病抗病的種原，由全球知名育種家篩選蒐集種原而得。研究發表野生種 *L. pimpinellifolium* 和 *L. peruvianum* 是有高抗性，但不是免疫性，如 LA121 (*L. pimpinellifolium*) 的抗病性是由一對不完全顯性基因(*TyLc*)所控制。*L. peruvianum* 的 PI126935 品系上發現其抗病性為五對隱性基因，如所育成品系 Ty-50。野生種 *L. peruvianum* 的 PI126926、PI126930、PI390681 及 LA1641 等與栽培種雜交育成了 Ty172、Ty197、Ty198 及 Ty538，並且有一對部份顯性基因。*L. chilense* 具一對顯性基因(*Ty-1*)，另外 *L. hirsutum* 的 LA1777 和 LA386 等兩個品系其抗病性(屬於免疫性)，並且是三對累加性基因，而耐病是一對主效顯性基因(表 5)。

表 5. 番茄捲葉病毒病的抗病種原及其遺傳性

種原別	種原代號及名稱	遺傳性	研究學者及年份
<i>L. pimpinellifolium</i>	LA121, LA1478, LA1582	一對不完全顯性基因	Pilowsky 和 Cohen ; Kasvwi 等 1974
	LA121, LA373	隱性基因的量性狀	Hassan 等氏 1984
<i>L. hirsutum</i>	LA386	一對顯性基因	Hassan 等氏 1984
	LA386	抗病為二-三對隱性基因	Vidavsky 和 Czosnek 1998
	LA1777	耐病為一對顯性基因	Vidavsky 和 Czosnek 1998
	LA1777	抗病為三對累加基因	Vidavsky 和 Czosnek 1998
<i>L. peruvianum</i>	PI126935、PI127830 及 PI127831	多對(五對)隱性基因	Pilowsky 和 Cohen 1990
	PI126926、PI126930、PI390681	一對部份顯性基因	Friedmann 等氏 1998
<i>L. chilense</i>	LA1969, LA1932	一對顯性基因(<i>Ty-1</i>)	Michelson 等氏 1994
<i>L. chessmannii</i>	LA1401	一對隱性基因	Hassan 等氏 1984 ; Laterrot 1990, 1992 ; Laterrot 和 Moretti 1996

(三) 細菌病害—青枯病的抗病種原及其遺傳性

熱帶及亞熱帶的平地及山坡地區，青枯病是番茄生產最嚴重阻礙之一。亞蔬中心自 1973 年起至 2002 年，30 年來自全球各地蒐集具有抗病性的種原共 143 個，其中具高抗性的有 43 個，多數種原來自菲律賓的 VC 系列有 11 個，Guadeloupe 的 CRA 系列 19 個；馬來西亞的 MT 系列 8 個；美國夏威夷的 Hawaii7996 系列 3 個(表 6)。青枯病的遺傳性，Opeña 等(1996)發表它的抗病性遺傳是“類似量性狀”，由數對顯性主效基因和數目不詳的微效基因控制。

(四) 萎凋病的抗病種原及其遺傳性

1. 1940 年育種專家和病理學者找到一個具有單一顯性免疫性 I 基因的種原 Missouri 160 (*L. pimpinellifolium*)，而育成了抗病品種 Pan America。1960 年美國佛羅里達洲發現第二種生理小種 2，由 *L. pimpinellifolium* 和 *L. esculentum* 雜交育成的 PI126915 具有抗此小種基因也是一對獨立顯性基因，因此被育種者稱為“*I-2* 基因”，另育成的新抗病品種 UC204A、Rodade 及 FlaMH-1。而對小種 1、2 和 3 的抗病品種為 I3R-1(表 7)。

2. 晚疫病的抗病種原及其遺傳性

亞蔬中心自收集的近 7000 種種原中篩選獲得兩個屬於 *L. pimpinellifolium* 野生種的抗病種原 LA3707 及 LA3708 及屬於 *L. hirsutum* 野生種的抗病種原 LA1033、L3683 及 L3684 等均具有高抗病性。並且利用 L3708 與耐熱、抗病(青枯病、番茄嵌紋病毒病及萎凋病)的自交系經雜交及回交育種方法育成 CLN2037 系列(表 7)。

表 6. 青枯病的抗病種原及來源

品種名稱/種原代號	種原數	高抗病種原數	來源 (國家)
VC series	89	11	Philippines
CRA series	31	19	Guadeloupe
Caraibe	1	1	(French Antilles)
MT series	10	8	Malaysia
Saturn, Venus	2	0	North Carolina, USA
Rodade	1	0	South Africa
Scorpio	1	1	Australia
Katugastota	1	1	Japan
BF101, LS89	2	2	Japan
1-2, PI406994	2	2	Panama
H7996	1	1	Florida, USA
H7997	1	1	Florida, USA
H7998	1	1	Hawaii & Florida, USA
L366	1	1	Unknown
L285	1	1	Taiwan
總數	142	43	

表 7. 番茄真菌性病害的抗病種原之遺傳基因及其遺傳性

病害別	抗病種原	抗病基因	抗病性遺傳
萎凋病 (Fusarium wilt)	UC82	<i>I-1</i>	顯性
	FlaMH-1	<i>I-1, I-2</i>	
	CLN2114		
	I3R-1	<i>I-1, I-2, I-3</i>	
晚疫病 (Late blight)	<i>L. hirs.</i> (LA1033)	<i>Ph-1,2,3,4,5</i>	顯性
	<i>L. pimp.</i> (L3708)	<i>Ph-1,2,3,4</i>	
	CLN2037	<i>Ph-1,2,3</i>	
根瘤線虫 (Root-knot nematode)	Cal Mart、CLN698、 Kewalo、CLN236	<i>Mi APS-I^l</i> <i>Mi</i>	顯性

(五) 根瘤線蟲的抗病種原及其遺傳性

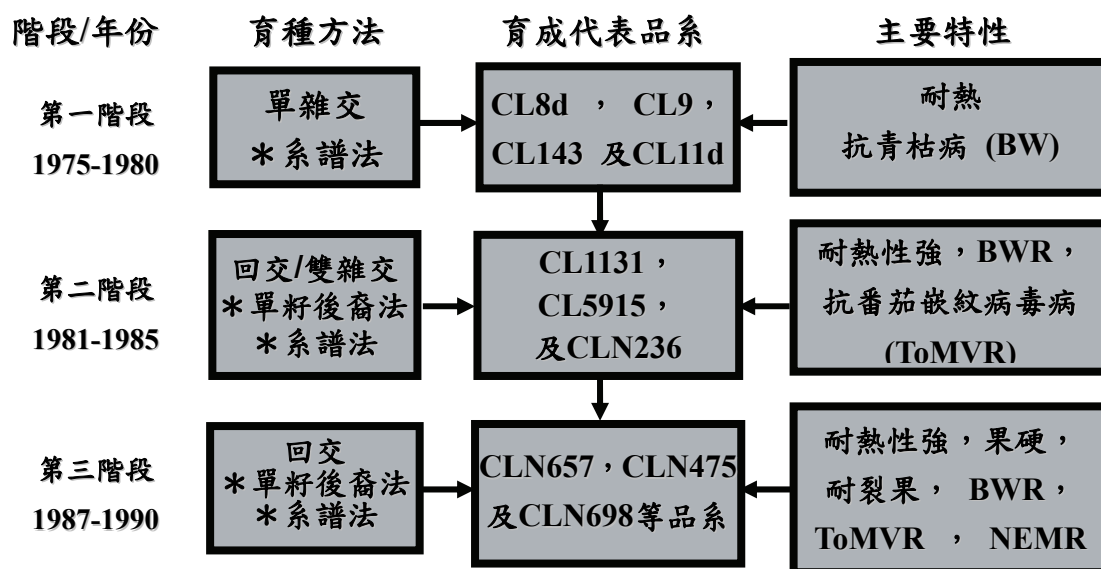
美國研究學者 P.G. Smith 以栽培種與抗病野生種(*L. peruvianum*)的 PI128657 雜交，育成抗病品系 HES4969 和 HES4846。並經遺傳研究結果，發表抗病性是由一對顯性基因(*Mi*)所控制。往後育種家分別育成抗病的品系有 Kewalo、Cal Mart、CLN236、CLN229 及 CLN698 等品系(表 7)。

種原利用的成果

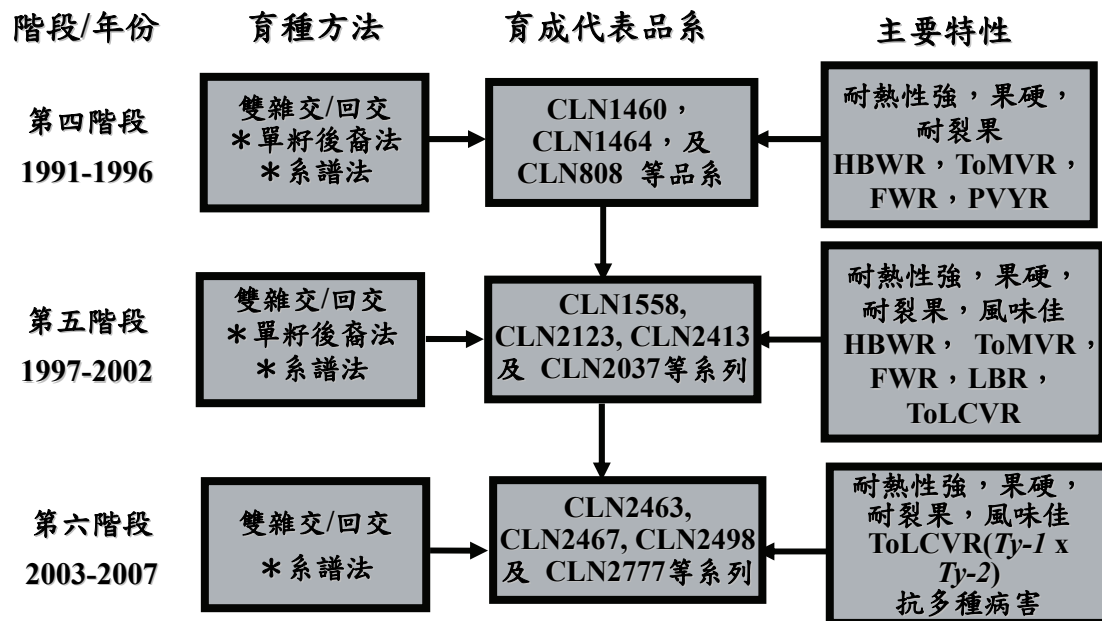
一、耐熱、抗多種病害自交系的研發

亞蔬中心自 1973 年成立迄今 37 年來，著手番茄耐熱自交系與雜交一代商業品種的培育。育種主要目標在於育成具耐熱性、抗多種病害(番茄捲葉病毒病、番茄嵌紋病毒病、青枯病、萎凋病、晚疫病及根瘤線蟲等)及優良品質的自交系。再利用這些具商業品種的優良自交系與當地優良品種組合，育成雜交一代品種。育種策略全程採用階段漸進式，來階段式完成所擬定的育種目標(實例一及實例二)。

實例一：亞蔬中心熱帶番茄育種計畫的流程(I)



實例二：亞蔬中心熱帶番茄育種計畫的流程(II)



第一階段於 1975-1980 年間利用種原之耐熱性、抗青枯病篩選檢定，優良種原間進行雜交育種，來培育耐熱性與抗青枯病的具中小果品系有 CL8d、CL9d、CL11d 及 CL143 等品系；第二階段於 1981-1985 年間利用雙雜交來組合兩個優良單雜交，再以單籽後裔法和系譜法來培育出具耐熱、抗青枯病和番茄嵌紋病毒病的品系如 CL1131、CL5915 與 CLN363 等具中、大果及耐裂果等系列品系；第三階段於 1986-1990 年間利用回交育種、再以單籽後裔法和系譜法來培育出具耐熱性、抗青枯病、番茄嵌紋病毒病和根瘤線蟲的中、大果、硬度高、耐裂果等系列品系 CLN475、CLN657 與 CLN698；第四階段於 1991-1996 年間利用回交育種與雜交育種之雙雜交方法，接著以單籽後裔法和系譜法來培育出具耐熱性強、抗青枯病、番茄嵌紋病毒病、根瘤線蟲萎凋病及馬鈴薯 Y 型病毒病的 CLN1460、CLN1464 及 CLN808 等系列品系，並具果硬、耐裂果及大果粒；第五階段 1997-2002 年利用回交育種及雜交育種分別培育出具耐熱性強、高抗青枯病、抗番茄嵌紋病毒病、萎凋病、晚疫病及番茄捲葉病毒病的品系 CLN1558、CLN2123、CLN2413 及 CLN2037 等系列品系，其果實大、中及小果，品質優、果硬、耐裂果等特性；第六階段 2003-2007 年利用雙雜交及回交育種，培育出耐熱性強、果硬、耐裂果、風味佳、抗番茄捲葉病毒病(*Ty-1* 及 *Ty-2*)，以及抗多種病害的品系 CLN2463、CLN2467 及 CLN2777 等系列。六個階段育成的優良自交系品系已有 139 品系在全球 35 國家命名推廣栽種。

二、耐熱、抗病及兼具鮮食番茄特性自交系的培育

利用抗番茄捲葉病毒病的自交系與中耐熱、中大果自交系雜交的單雜交、與小果番茄(具耐熱)或大果濃綠肩的單雜交，組合成雙交。於苗期篩選 DC₁ 後裔世代的番茄捲葉病毒病的抗病性，選拔優良抗病株 15-30 株，採收得 DC₂ 世代種子。往後 DC₂~DC₄ 世代品系經抗病篩選所得的抗病優良單株，選拔為系統或品系，各品系種植 30 株，並篩選抗病性。一直到具穩定抗病性及園藝特性優良且固定的品系，所得 DC₅ 世代品系可利用為雜交一代品系的親本材料。

三、耐熱、抗病具商業品種特性的雜交一代品種培育

一般番茄果實在完全成熟後，會逐漸變軟，因此在運輸過程中，常會擠壓而破裂，再受黴菌感染；並導致發黴腐爛，喪失商品價值。針對番茄果實的耐儲運性，各國研究學者及育種家已研發出可控制成熟期的三突變基因 *alc* (*alc*baca)、*nor* (No-ripening) 和 *rin* (ripening inhibitor) 的固定品系 BL466 (*Beta-alc-alc-DGS*)；BL825 及 BL824 等三種。

這三個基因的特性敘述如下：*alc* 基因能表現極度延遲果實成熟的過程，成熟果色為黃色；*nor* 基因稱為不會成熟基因，會表現果實成熟過程非常緩慢，果色由綠轉為淡綠再轉淡黃色；*rin* 基因稱為成熟抑制基因，會表現抑制果實成熟，當果實成長到綠熟期時，仍維持綠，之後會漸漸轉變為綠白色，再轉為淡黃色(圖 1、2、3)。

育種家利用這三個基因的特性來培育耐儲運的品種，以解決運輸上瓶頸。如美國全紅耐儲運的雜交一代品種 Nada F₁ 是由全紅品系與耐儲運品系(具 *rin/rin* 基因)雜交育成的。而亞蔬中心利用 BL466(具 *alc/alc* 基因)育成具耐儲運及兼具耐熱抗病的 CLN1314 系列大果品系(圖 4)，利用這品系與濃綠肩紅色果自交系雜交培育具耐儲運並具濃綠肩一點紅特性的自交系，以供培育濃綠肩、或熟全紅暨耐儲運的雜交一代品種；之後再利用這個品系與優良小果自交系來育成耐儲運的小果自交品系，並利用這小果品系來雜交組合育成耐儲運的小果雜交一代品種花蓮亞蔬 21 號(圖 5)



圖 1. 耐儲運品系 BL466(*alc*)的植株結果習性及果實形態



圖 2. 耐儲運種原品系 BL825(*nor*)的植株結果習性及果實形態



圖 3. 耐儲運種原品系 BL824(*rin*) 的植株結果習性及果實形態

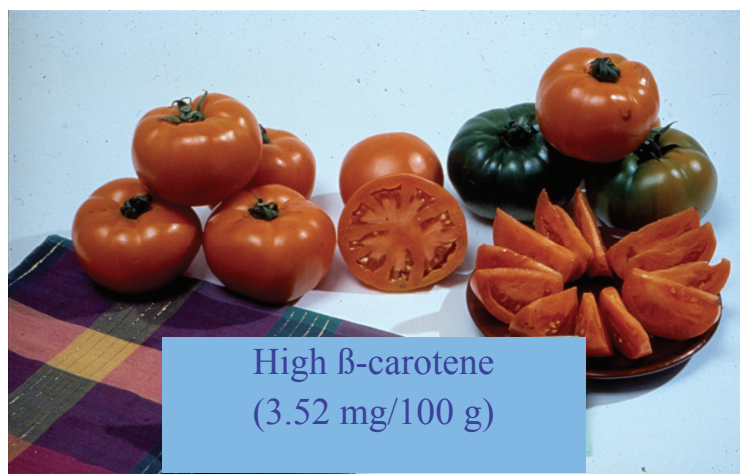


圖 4. CLN1314 亞蔬耐儲運育成品系(*alc*)的果實形態



圖 5. 串收耐儲運品種花蓮亞蔬 21 號的植株結果習性

四、利用種原育成的台灣主要栽培品種

台灣知名的種子公司及研究機構，經多年來種原蒐集利用，育成盛行栽培的品種分別敘述如下：

(一) 大果品種

1. 大果濃綠肩一點紅品種：農友公司的農友 301、雙福、新光、農友 933、農友 267(圖 6)；生生公司的勇綠、勇夏(圖 7)；亞蔬中心與各農業改良場合作育成的台中亞蔬 4 號、花蓮亞蔬 5 號、桃園亞蔬 9 號、台中亞蔬 10 號、花蓮亞蔬 18 號(圖 8)及桃園亞蔬 20 號(圖 9)等；以及其他種子公司的濃綠肩品種。
2. 粉紅系列品種：大都屬於桃太郎系列品種有直接由日本進口及本地種子公司開發的品種，品種名稱有桃聖、優美、麗君、一級棒及采果等。

3. 全紅系列品種：近年來屬於耐儲運全紅番茄品種(俗稱牛番茄)已漸漸在推廣栽種，其品種名稱有紅慧、紅美人、紅蕃、紅牛、惠美、鐵娘、全福 206、美嬌娘及麗光(圖 10a)等等。



圖 6. 濃綠肩一點紅品種“農友 933 與農友 267”的果實形態



圖 7. 濃綠肩一點紅品種“勇夏”的果實形態



圖 8. 一點紅及全紅兩用品種“花蓮亞蔬 18 號”的果實形態



圖 9. 一點紅及全紅兩用品種“桃園亞蔬 20 號”的果實形態



圖 10a. 牛番茄品種“麗光”
(摘自農友種苗目錄第 18 號)



圖 10b. 夏季黑柿品種(左)與牛番茄品種(右)的果實成熟時果色的比較

(二) 小果品種

小果品種是近 15 年來最受消費者喜愛的健康養顏的小果點心，因此品種的開發最多。如農友公司的聖女、仙女、秀女、嬌女、紅真珠、翠紅、

金童、金玉(圖 11)、小春、小蜜(圖 12)、小姑娘、玉女(圖 13)、阿珠及阿蘭等；生生公司的聖運、夏越二號及夏越三號(圖 14)；長生公司的知名品種長生 613；其他種子公司的台農 167、金寶麗 6 號、好多多及夏日紅 6 號；以及亞蔬中心與各農改場育成的台南亞蔬 6 號(圖 15)、台南亞蔬 11 號、花蓮亞蔬 13 號、14 號、台南亞蔬 19 號(圖 16)、花蓮亞蔬 21 號及種苗亞蔬 22 號(圖 17)等。

(三) 省工串收品種

串收番茄品種的基本必備條件，每果穗內的果數大果 6-8 果，小果 8-14 果，而且果實在果穗上互生排列整齊、果粒大小一致、成熟一致性良好，並具備無裂果、不易落果及硬度高等特性。目前國內育成的品種如下：大果一點紅品種有桃園亞蔬 9 號(圖 18)及粉紅品種 CLN1464(圖 19)；小果品種有花蓮亞蔬 13 號(圖 20)、14 號及 21 號(圖 21)。此外花蓮亞蔬 21 號更兼具耐儲運的特性。



圖 11. 黃色小番茄品種“金童”(左)與“金玉”(右)
(摘自農友種苗目錄第 18 號)



圖 12. 粉紅色小番茄品種“小春”(左)與“小蜜”(右)
(摘自農友種苗目錄第 18 號)



圖 13. 紅色小番茄品種“玉女”
(摘自農友種苗目錄第 18 號)



圖 14. 生生公司的紅色小番茄品種“聖運”(左)與“夏越三號”(右)



圖 15. 台南亞蔬 6 號



圖 16. 台南亞蔬 19 號



圖 17. 種苗亞蔬 22 號



圖 18. 串收一點紅番茄品種“桃園亞蔬 9 號”



圖 19. 串收粉紅大果番茄品種“CLN1464”

串收小果番茄品種



圖 20. 花蓮亞蔬 13 號



圖 21. 花蓮亞蔬 21 號

結論

種原引種推廣栽種，各國政府應訂定長遠計畫目標。不僅是種原引種利用於培育適應當地環境的新品種，更要針對栽種農戶，積極輔導產業的經營及銷售。並提供必要的資訊，來教育農民如何去認識新興產業對未來經濟的衝擊。而不是等農民已全力投入栽種，遇到產銷瓶頸，才來紓困。因此在因應國際貿易自由化的環境下，應加強本土暨國際特性的品種研發，以達成國內外市場競爭力。而且農業研究機構及農政單位，更應該針對因應全球性氣候變遷，應積極加強對耐逆境、省工及耐儲運新品種的研發，輔導農戶認識新品種的經營方式，以免徒勞無功。最後針對擬定長期種原蒐集及利用的決策時，應同時獎勵青年學子，努力去從事育種工作，更積極培育新品種。以延續台灣響譽國際研發新品種的地位及促使夕陽的農業產業，能持續振興。

參考文獻

1. 行政院農業委員會. 2006. 農業統計年報. p.64-65.
2. 陳正次. 1991. 番茄育種程序與實施方法蔬菜作物育種程序及實施方法. 台灣省農林廳 p.68-81.
3. 陳正次. 1994. 番茄產業面面觀：亞蔬中心耐熱抗病番茄育種之經歷(下). 農藥世界 Vol.134：85-94.
4. 陳正次. 1997. 夏季耐熱、抗病小果番茄新品種. 種苗科技專訊 Vol. 19：11-15.
5. 陳正次. 1998. 番茄育種、蔬菜育種技術研習會專刊. 台灣省農試所特刊 73：231-254.

6. 陳正次. 2002. 番茄新品種—「桃園亞蔬九號」. 豐年社 Vol.52(1) : 18-23.
7. 陳正次. 2002. 番茄病蟲害與生理障礙的防治. 番茄品種特性與栽培技術全輯 p.56-78.
8. 陳正次、韓森、郭忠吉、歐培納. 2003. 夏季鮮食番茄的品種改良. 中華農學會報 Vol.4(1) : 83-102.
9. 陳正次. 2004. 高 β 胡蘿蔔素鮮食小果番茄—新品種花蓮亞蔬十三號(上). 種苗科技專訊 Vol.45 : 11-15.
10. 陳正次. 2004. 高 β 胡蘿蔔素鮮食小果番茄—新品種花蓮亞蔬十三號(下). 種苗科技專訊 Vol.46 : 20-24.
11. 陳正次. 2004. 番茄品種多樣化的介紹. 永續農業 No.21 p.15-18.
12. 陳正次. 2005. 番茄花蓮亞蔬十三號—品種特性及栽培管理. 豐年社 Vol.55(8) : 45-48.
13. 陳正次. 2005. 抗病優質桔黃色鮮食小果番茄—花蓮亞蔬十四號. 種苗科技專訊 Vol.50 : 12-18.
14. 陳正次. 2007. 番茄捲葉病毒病抗病品種之研發. 農業世界 Vol.289 : 40-55.
15. 陳正次、郭忠吉、盧淑芬、林麗珠、陳福全. 2007. 鮮食番茄耐熱與抗番茄捲葉病毒病育種、蔬菜品種改良及栽培技術改進計畫成果研討會系列. 國立中興大學園藝學系. 行政院農業委員會. 台南區農業改良場 p117-142.
16. 陳正次、郭忠吉、盧淑芬、林麗珠、陳福全. 2007. 番茄捲葉病毒病抗病品種之改良. 台灣蔬菜產業生產現況及發展研討會論文集. 國立嘉義大學園藝學系 p8-26.
17. 王仕賢、謝明寬、劉依昌、王仁晃. 2008. 串收番茄生產技術. 農友月刊 Vol.59(722) No. 9 18-21.
18. 陳正次. 2008. 番茄耐熱、抗番茄捲葉病毒病的新品種介紹. 農友月刊 Vol.59(722) No. 9 26-29.
19. Banerjee, M. K. and Kalloo. 1987. Inheritance of tomato leaf curl virus resistance in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. Euphytica 36:581-584.
20. Friedmann, M., M. Lapidot, S. Cohen, and M. Pilowsky. 1998. A novel source of resistance to tomato yellow leaf curl virus exhibiting a symptomless reaction to viral infection. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123:1004-1007.
21. Hanson, P., J. T. Chen, and G. Kuo. 2002. Gene Action and Heritability of High Temperature Fruit Set in Tomato Line CL5915. HortScience 37(1):172-175. 34.V.
22. Muniyappa, A. S. Padmaja, H. M. Venkatesh, A. Sharma, S. Chandrashehar, R. S. Kulkarni, P. M. Hanson, J. T. Chen, S. K. Green and J. Colvin. 2003. Tomato Leafcurl Virus Resistant Tomato Lines TLB111, TLB130, and TLB182. HortScience 37(3):603-606.
23. Hanson, P. M., Bernach D., Green, S. K., Tansksley, S. D., Muniyappa, V., Padmaja, A.

- S., Chen, H. M., Kuo, G., Fang, D., and Chen, J. T. 2000. Mapping a Wild Tomato Introgression Associated with Tomato Yellow Leaf Curl Virus Resistance in a Cultivated Tomato Line. J. Amer. Assoc. Hort. Sci. 125(1):15-20.
24. Hanson, P. M., Licardo, O., Hanudin, Wang, J. F., and Chen, J. T. 1998. Diallel Analysis of Bacterial Wilt Resistance in Tomato Derived from Different Sources. Plant Dis. 82:74-78.
25. Hanson, P. M., Wang, J., Hartman, G. L., Lin, Y. C., and Chen, J. T. 1996. Variable Reaction of Tomato Lines to Bacterial wilt Evaluated at Several Location in Southeast Asia. Hortscience 31(1):143-146.
26. Hassan, A. A., H.M. Mazayd, S. E. Moustafa, S. H. Nassar, M. K. Nakhla, and W. L. Sims. 1984. Inheritance of resistance to tomato yellow leaf curl virus derived from *Lycopersicon cheesmanii* and *Lycoopersicon hirsutum*. HortScience 19:574-575
27. Kalloo, G. and M. K. Banerjee. 1990. Transfer of tomato leaf curl virus resistance from *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *L. esculentum*. Plant Breeding 105:156-159.
28. Kasrawi, M. A. and A. Mansour. 1994. Genetics of resistant to tomato yellow leaf curl virus in tomato. J. Hort. Sci. 69:1095-1100.
29. Kasrawi, M. A., M. A. Suwwan, and A. Mansour. 1988. Sources of resistance to tomato-yellow-leaf curl-virus (TYLCV) in *Lycopersicon* species. Euphytica 37:61-64.
30. Laterrot, H. 1992. Resistance genitors to tomato yellow leaf curl virus (TYLCV). Tomato Leaf Curl Nswl. 1:2-4.
31. McGrath, P. F. and B. D. Harrison. 1995. Transmission of tomato leaf curl geminiviruses by *Bemisia tabaci*: Effects of virus isolate and vector biotype. Ann. Appl. Biol. 126:307-316.
32. Opena, R. T., Green, S. K., Talekar, N. S., and Chen, J. T. 1990a. Genetic Improvement of Tomato Adaptability to the Tropics. In: Green, S.K.(ed.) Integrated Pest and Management Practices for Tomato and Pepper in the Tropics. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, p70-85.
33. Pilowsky, M. and S. Cohen. 1974. Inheritance of resistance to tomato yellow leaf curl virus in tomatoes. Phytopathology 64:632-635.
34. Pilowsky, M. and S. Cohen. 1990. Tolerance to tomato yellow leaf curl virus derived from *Lycopersicon peruvianum*. Plant Dis. 74:248-250.
35. Vasudeva, R. S. and J. Samraj. 1948. A leaf curl disease of tomato. Phytopathology 38:364-369.
36. Vidavsky, F. and H. Czosnek. 1998. Tomato breeding lines resistant and tolerant to tomato yellow leaf curl virus issued from *Lycopersicon hirsutum*. Phytopathology 88:910-914.

山苦瓜種原蒐集與利用

全中和¹

山苦瓜普遍分佈於臺灣本島，具保健功效，生命力強，抗逆境，與栽培種苦瓜遺傳相似度 80-98%，為育種之最佳材料；行政院農業委員會花蓮區農業改良場選育高雌花性的優良苦瓜品系，利用雜交育種技術於 2005-2008 年育成「花蓮 1 號」、「花蓮 2 號」、「花蓮 3 號」及「花蓮 4 號」等 4 個含高維生素 C 及葉酸，與高抗氧化能力，極具保健價值山苦瓜品種。不僅可作為一般蔬菜使用，更兼具多種優良之保健機能性功效，品質穩定、產量高。研發山苦瓜保健產品良好生產製程，選取栽培良好，適當成熟度之山苦瓜材料，經過切片、低溫乾燥及磨粉加工生產品質穩定之保健產品，包括粉劑、膠囊、錠劑，成品經過營養成份分析及 PPAR γ 之活性檢測確定，可提供作為苦瓜保健產品生產，生產出比鮮品高出 10 倍以上之經濟效益。從國家科學委員會國家型計畫苦瓜研究團隊目前已研發之成果包括山苦瓜乙酸乙脂萃物具有改善動脈粥狀硬化、抗發炎、抗癌之功效；及發現有三萜類化合物可改善細胞胰島素特性的降血糖活性等功能，知道新苦瓜品種更適合作為保健食品或藥廠進一步研發藥用產品之最佳原料，未來如能結合國內醫藥界與農業研發團隊建立良好苦瓜栽培生產模式，以生產高品質苦瓜原料，並進一步研發更多良好之苦瓜保健產品，建立保健產業，將有助於提昇台灣苦瓜產業的長久發展，並可增加台灣在全球化保健產品產業市場之競爭力。

關鍵詞：苦瓜

Wild bitter gourd is an anti-stress and healthful vegetable which is very vigor and distributed all over the taiwan island. The inheritance similarity of wild bitter gourd is 80-98% compared with bitter gourd. Therefore, the wild bitter gourd is the best materials for breeding. Hualien District Agricultural Research and Extension Station used high ability of continuous female flower initiation and fruit bearing of bitter gourd and bred the new cultivars 'Hualien No.1-4' which were high Vit. C, anti-oxidant ability and folic acid. These cultivars were used as vegetable but also health herbs. Our organism had developed the best production process. The well growth and maturity fruit of the bitter gourd was produced to health products including powder, capsule, and ingot. The products were analyzed for nutrition component and PPAR activity, and revealed that the products had ten times economical effect than fresh fruit. The results from the research group revealed that, the ethyl acetate extract of bitter gourd had the function including anti-inflammatory,

¹ 行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物改良課副研究員

anti-atherosclerosis and anti-tumor. The triterpenes from the bitter gourd could overcome cellular insulin resistance. Those techniques will be transferred to the interest. If the production models were established by the research team composed of medical and agricultural groups, the bitter gourd production will develop and raise the competition of healthy herb products in the world.

前言

苦瓜(Bitter gourd)又名錦荔枝、癩葡萄、癩瓜等，學名為 *Momordica charantia* L.，屬葫蘆科。為我國人常用之日常蔬菜，在炎夏用來佐餐，更可以清解暑熱，促進食慾。山苦瓜是花蓮特產，一直以來是原住民喜愛之民俗野菜，果實小而深綠，具有苦又甘之特性，近年來漸受餐廳及小吃店之青睞，做為食材深受消費者喜愛，並已有經濟栽培。

苦瓜主要栽培在東南亞，是東方人食用的蔬菜，自古即有除邪熱、解勞乏...等功效，現今則可從苦瓜的果肉、種籽及全株植物之萃取物在不同之動物模式中皆顯示具有降血糖之效用，可開發作為保健食品。苦瓜藥食兩用已有幾千年之歷史，在炎夏用來佐餐，可以清解熱暑，促進食慾。作為藥用，它屬於寒涼性質，有清熱解毒的功效，明代《本草綱目》記載，苦瓜微苦、寒、無毒，具有除邪熱等之功效。隨著生物科技之發展，國內學者對苦瓜之營養及藥理作用進行了更深入之研究。苦瓜含苦瓜素，故帶有苦味，煮後轉成苦甘味，有促進食慾、解渴、清涼、解毒及祛寒之效用，亦被廣泛用於治療胃痛、高血壓、糖尿病、下痢等症；苦瓜的果肉、種籽及全株植物之萃取物在不同之動物模式中皆顯示具有降血糖之效用。苦瓜萃取物中含有類胰島素蛋白質-苦瓜素，有降血糖之功效。此外，苦瓜含有大量之維生素 C、 β -胡蘿蔔素、茄紅素等物質，因而具有防癌、明目等功效。

中草藥之道地藥材除了野生種外，需要 GAP 的基地來長期培植，GAP(Good Agricultural Practice)為國際要求的優良種植規範，主要目的是要生產優質、道地、無污染的中藥材，主要分三個體系：藥材品質、操作規範及後期加工標準。從種植、土壤開始，到施肥、農藥、栽培、採收、運輸、儲藏等各個環節都需要有標準作業規範。道地藥材生長在一個特定的地域，離開了這個特定的地域，改變了生長環境，其有效成份含量就會降低，臨床使用上甚至無效（李 2004）。余（2004）指出中草藥產業化所面臨的瓶頸，包括基源混亂、品質成分不穩定，沒有自有原料體系。賴（2007）指出栽培技術直接影響到中草藥的產量與品質。以人工栽培方式大量生產中草藥，必須篩選原藥材之優良基原植物，配合精準農業及永續農業的精神。由此可見藥用作物產業 GAP 體系建立之重要及其迫切性。花蓮區農業改良場育成之山苦瓜品種鑑於未來在進行功能性作物品種推廣時，有必要針對相關作物在個體的作用情況進行科學認知，確定有效成分的作用機制，開

發農作物多元化的應用潛力，以確立其有效功能及作用的機制，提供產銷及推廣之參考，建立一套苦瓜 GAP 保健用苦瓜有機量產模式。

一、野生苦瓜、地方種及國外苦瓜種原蒐集

野生苦瓜屬葫蘆科，瓜形比一般栽培種苦瓜小，其外部形態差異甚大，果實顏色由綠至深綠，果長 2-4 公分，果寬 1.5-2.5 公分，果重 10-30 公克，約為栽培種大苦瓜的 1/50-1/20，果型由橄欖型至長橢圓型，果面肋條狀突起，部分具刺狀，果面多絨毛，約可分為 3 型。至今在原住民部落之庭院圍牆邊還常會發現它的蹤跡。野生苦瓜普遍分佈於臺灣本島，生命力及繁殖力強，於山野道路邊或果園內與雜草競爭力也強，且被視為降火藥材利用，應無絕跡之虞。

地方種山苦瓜是花蓮特產，被經濟栽培約 10 餘年，果實顏色深綠，果長 6-15 公分，果寬 3-5 公分，果重 50-200 公克，果型多為長橢圓型，果面刺狀肋條狀突起，栽培面積約 20 公頃。東南亞地區蒐集的苦瓜品種以印度種較為深綠且果面多刺狀肋條狀突起之中小果品種；越南、印尼、馬來西亞、泰國種為淡綠色中果至大果品種，果面肋條狀突起，馬來西亞也可以看到類似臺灣的野生苦瓜，深綠色，有長橢圓型及圓型；菲律賓及日本、大陸為深綠色大果品種，果面多刺狀或肋條狀突起。

二、山苦瓜種原在育種上之利用與 GAP 生產體系之建立

行政院農業委員會花蓮區農業改良場執行苦瓜品種改良計畫，從 1998 年開始蒐集小苦瓜種原進行育種工作。由於植物 rDNA 序列的種內變異較大，於是收集外部性狀差異較大的山苦瓜品系及栽培種苦瓜品種，分析其粒線體 rDNA 序列的種內變異，瞭解山苦瓜種內的歧異度，其與栽培種苦瓜遺傳相似度 80-98%，建立各山苦瓜品系之 rDNA 序列資料庫，可作為育種栽培之用；另一方面，以蛋白質二維電泳圖譜觀察各山苦瓜品系之間的基因表現差異，以瞭解其差異性，作為進一步探討山苦瓜品質或活性之間的關連性。

選育純化品系過程發現具有高雌花性的優良品系，經過 5 代的自交純化後，再利用雜交育種技術於 2005-2007 年育成「花蓮 1 號」、「花蓮 2 號」及「花蓮 3 號」等 3 個山苦瓜品種。經過成份檢測，新品種維生素 C 含量每 100g 皆超過 100mg，葉酸達 200 μ g/100g，與國外引進之經純化之品系比較有較佳之表現（表一），且抗氧化能力強，極具保健價值。「花蓮 1 號」是綠色小果品種，果重約 150 公克，品質佳。「花蓮 2 號」是淡白綠色小果品種，果重約 150-200 公克，口感佳，適合作成沙拉食用。「花蓮 3 號」是深綠色小果品種，果重約 160 公克，維生素 C 含量及抗氧化力最高，保健功效佳。2008 年再育成果實更小，更具野生苦瓜特色之「花蓮 4 號」，深綠色小果品種，果重約 30 公克，其乙酸乙脂萃物在改善動脈粥狀硬化及降血脂之保健功效佳。苦瓜新品種皆屬中小型苦瓜，具有

生長勢強、雌花早開、高雌花性、結果率高、果形美及果實脆、品質佳、口感介於栽培種大苦瓜與野生小苦瓜間等諸多優良特性，適合作生機飲食、煮湯、快炒等料理。

苦瓜 GAP 生產模式之建立先選定苦瓜有機栽培農戶，以花蓮區農業改良場育成之苦瓜新品種為材料進行不同栽培地點、品種及採收期與生物活性之關係；耕作制度及全年種植與生物活性；以設施有機栽培方式生產配合精準低投入施肥技術管理生產，探討苦瓜作為保健材料之最佳種植時期及取材時間，並記錄生產管理過程、產量，及期間所需所有費用，並將不同生育期，不同成熟度之果實提供作為研究生物活性與功能性基因開發的材料。選定臺灣北部、中部、南部及東部天然環境良好之有機苦瓜栽培農戶，以設施有機方式生產，檢測土壤、施用肥料及灌溉用水之是否含有重金屬，記錄生產管理過程、病蟲害發生及防治，生產量，及其所得，並將不同品種、不同期作，不同生育期、不同成熟度之果實經過農藥殘毒檢測，確定完全無農藥殘留再提供作為生物活性與功能性基因開發的材料，以確立苦瓜作為藥用作物或保健作物材料生產之依據。試驗結果顯示同一品種經過每年二個期作在新竹、苗栗、花蓮等地點種植，每年四個期作於高雄試區種植，植株生育正常綜合各期作各試區之園藝性狀調查，其果型、果色、果實大小皆同，顯示苦瓜新品種之基質穩定，適合作為生物活性與功能性基因開發的材料。

三、新品種苦瓜具保健功效與多樣化利用研究

食用苦瓜具有降血糖的效果，已被廣泛深入研究，近年來苦瓜方面的研究，主要著重於抑制 HIV 病毒及降血糖上；Lee- Huang *et al.* (2000)首先自苦瓜中分離出一種蛋白質 MAP30，這種蛋白質經體外及體內實驗均證明對人類高轉移性的乳癌細胞有良好的抑制效果；而 Jiratchariyakul *et al.* (2001)自成熟苦瓜的果實及種子中，分離出另一種蛋白質 MRK29，可明顯抑制 HIV 的 reverse transcriptase 活性。因此苦瓜的這一類的蛋白質初步被認為是非常有潛力的愛滋病患用藥。另一方面，食用苦瓜具有降血糖的效果，早已被廣泛討論(Grover *et al.*, 2002; Yeh *et al.*, 2003)；其萃取物對第二型糖尿病患的降血糖效果及安全性(Basch *et al.*, 2003)，亦在臨床上審慎地被評估；該萃取物中被認為含有類似胰島素的化合物，調控醣類代謝的重要酵素(Rathi *et al.*, 2002)。Raza *et al.* (2000; 2004)報導食用苦瓜萃取物，藉著改變 glutathione S-transferase (GSH)異構酶的表現，降低 streptozotocin (STZ)誘發糖尿病大鼠之腎臟及肝臟的部分氧化壓力；糖尿病患體內的氧化壓力，被認為直接或間接與其自由基的存在有很大的關係，而抗氧化物的治療對糖尿病患的影響，早已被廣泛地討論，因此探討山苦瓜各品系間的抗氧化活性差異，挑選栽培性狀優良，抗氧化活性強的品系，作為推廣國人食用之保健食品。

隨著苦瓜在人體健康之諸多功效逐漸被研究發現，可知其未來深具醫學及保健應用之潛力，有鑑於此，行政院國家科學委員會於 2004 年起將苦瓜列入農業生物技術國家型計劃中草藥及健康食品產業化之重點推動研究目標。花蓮區農業改良場提供新育成且基質穩定之苦瓜品種與國家型計畫相關學術研究單位合作進行保健機能方面之試驗，包括國立臺灣大學、慈濟大學、中國醫藥大學、國立屏東科技大學、臺灣師範大學等，研究成果相當豐碩，包括山苦瓜乙酸乙脂萃物具有改善動脈粥狀硬化、抗發炎、抗癌之功效；及發現有三萜類化合物可改善細胞胰島素特性的降血糖活性等功能（苦瓜產業與保健功效研討會專刊）。未來將可開發成保健食品或藥品，透過建立衛星農場生產體系，將可帶動整體苦瓜產業的發展。

為更進一步研發苦瓜多樣化用途，本場積極利用新品種苦瓜之保苦瓜上所發現之諸多功能，開發生機飲食、加工食品及保健產品等。

- （一）生機飲食：開發包括苦瓜鳳梨蘋果汁、蜂蜜苦瓜汁、冰鎮苦瓜等，期將具保健功能之苦瓜新品種，更可以不同之方式為消費者享用。
- （二）家庭料理：新品種小苦瓜作成涼拌山苦瓜、蛋香燒山苦瓜、原味湯或山苦瓜酸菜湯等料理，口味獨特，是家庭主婦之最佳選擇。
- （三）加工食品：利用新品種之新鮮苦瓜製作出苦瓜封、苦瓜鳳梨排骨、苦瓜釀等即食餐包產品，不僅口感優良，使用方便更可常溫保存。
- （四）保健產品：經過乾燥處理製成之茶片及茶包等；經過乾燥處理之苦瓜切片磨粉加工製作成方便食用之成苦瓜粉、膠囊、錠劑。
- （五）保養產品：苦瓜水、苦瓜化粧水、面膜、除皺液、除皺霜等。
- （六）機能性食品及藥品：穩定、安全、高品質之新品種山苦瓜材料可萃取出三萜類物質適合開發成機能性食品，未來並有機會朝藥品作研究。

結語

苦瓜為亞洲地區之重要蔬菜，除了食用之外，也被當保健與保養藥材，極有價值，本場選育之苦瓜品種不僅可作為一般蔬菜使用，更兼具多種優良之保健機能性功效，通過品種權審查，品質穩定、產量高；建立苦瓜適合作為保健食品或中草藥材材料之良好作業規範(GAP)生產標準作業流程，可提供未來產業界進行藥用作物藥效成分評估與開發藥用作物成為保健食品的指標。從國家科學委員會國家型計畫苦瓜研究團隊目前已研發之成果知道新苦瓜品種更適合作為保健食品或藥廠進一步研發藥用產品之最佳原料，目前正進行技術移轉，如能結合國內醫藥界與農業研發團隊建立良好苦瓜栽培生產模式，以生產高品質苦瓜原料，並進一步研發更多良好之苦瓜保健產品，建立保健產業，將有助於提昇台灣苦瓜產業的長久發展，並可增加台灣在全球化保健產品產業市場之競爭力。

表 1. 苦瓜新品系(種)與新引進國外經純化品系之膳食纖維、維生素 C 及葉酸含量比較

品系(種)	果色	膳食纖維 (g/100g)	維生素 C (mg/100g)	葉酸含量 (μ g/100g)
Hualien no.1	綠	4.10	108.8	200.2
Hualien no.2	白淡綠	2.72	107.9	208.4
Hualien no.3	綠	3.28	171.2	167.2
Hualien no.4	綠	3.59	99.86	200.4
HM18	深綠	3.81	232.6	130.7
HM17	白	2.89	67.94	58.68
MA941281	淡綠	2.60	71.17	85.59
HMS85	草綠	3.09	80.00	70.30
HMIN517	深綠	3.94	95.95	197.9
HMV234	淡綠	3.50	56.08	205.3
WB36	綠	3.21	126.5	69.38
HM27	深綠	3.47	117.1	186.8
Wild species	草綠	4.04	53.47	26.99



花蓮 1 號



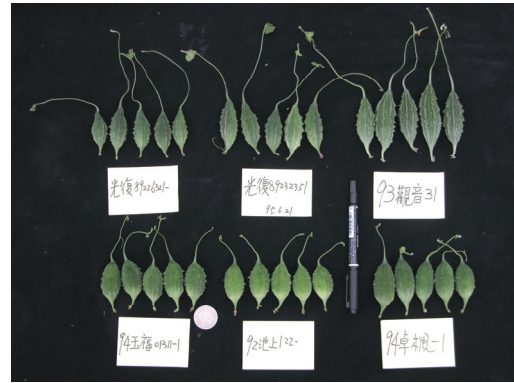
花蓮 2 號



花蓮 3 號



花蓮 4 號



野生種苦瓜



山苦瓜保健產品開發

參考文獻

1. 李威著. 2004. 現代中草藥的製造與品質管制. 2004. 國際藥用植物產業發展研討會專刊 pp283-292. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場編印.
2. 余金和. 2004. 中草藥產業化所面臨的瓶頸與因應策略. 2004. 國際藥用植物產業發展研討會專刊 pp283-292. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場編.
3. 賴宏亮. 2007. 以科學化驗證中草藥之開發與利用. 農科新世紀 2007.7: 32-37.

4. Basch E, Gabardi S, Ulbricht C. 2003. Bitter melon (*Momordica charantia*): a review of efficacy and safety. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 60(4): 356-9.
5. Grover JK, Yadav S, Vats V. 2002. Medicinal plants of India with anti-diabetic potential. *Journal of Ethnopharmacology*. 81(1): 81-100
6. Jiratchariyakul W, Wiwat C, Vongsakul M, Somanabandhu A, Leelamanit W, Fujii I, Suwannaroj N, Ebizuka Y. 2001. HIV inhibitor from Thai bitter gourd. *Planta Medica*. 67(4): 350-3.
7. Lee-Huang, S., Huang, P. L., Nara, P. L., Chen, H. C., Kung, H. F., Huang, P., Huang, H. I., Huang, P. L. (1990) MAP 30: a new inhibitor of HIV-1 infection and replication. *FEBS Lett*. 272 (1-2): 12-8.
8. Lee-Huang S., Huang PL, Chen HC, Huang PL, Bourinbaier A, Huang HI, Kung HF. (1995) Anti-HIV and anti-tumor activities of recombinant MAP30 from bitter melon. *Gene* 161 (2): 151-6.
9. Lee-Huang S, Huang PL, Sun Y, Chen HC, Kung HF, Huang PL, Murphy WJ. 2000. Inhibition of MDA-MB-231 human breast tumor xenografts and HER2 expression by anti-tumor agents GAP31 and MAP30. *Anticancer Research*. 20: 653-9.
10. Rathi SS, Grover JK, Vats V. 2002. The effect of *Momordica charantia* and *Mucuna pruriens* in experimental diabetes and their effect on key metabolic enzymes involved in carbohydrate metabolism. *Phytotherapy Research*. 16(3): 236-43.
11. Raza H, Ahmed I, John A. 2004. Tissue specific expression and immunohistochemical localization of glutathione S-transferase in streptozotocin induced diabetic rats: modulation by *Momordica charantia* (karela) extract. *Life Sciences*. 74(12): 1503-11.
12. Raza H, Ahmed I, John A, Sharma AK. 2000. Modulation of xenobiotic metabolism and oxidative stress in chronic streptozotocin-induced diabetic rats fed with *Momordica charantia* fruit extract. *Journal of Biochemical & Molecular Toxicology*. 14(3): 131-9.
13. Yeh GY, Eisenberg DM, Kaptchuk TJ, Phillips RS. 2003. Systematic review of herbs and dietary supplements for glycemic control in diabetes. *Diabetes Care*. 26(4): 1277-94.

原生蔬菜的開發及利用

郭忠吉¹、林麗珠²

原生蔬菜及其潛在貢獻

蔬菜是人們日常生活必須的副食品，又是礦物質、脂溶性與水溶性維生素(如 A、C、E 等)和纖維質等人體健康基本營養要素的主要來源。缺乏此類微量營養素易造成營養失衡、身心發展遲緩、容易罹患疾病。就礦物質和維生素攝取方面，根據衛生署公布的國民營養健康狀況變遷報告，除了鈣質外，台灣人民平均攝取量接近建議量。但是另一方面，不少蔬菜具有生理活性之植物性化學物質(phytochemicals)，除了可刺激食慾外，本身含有豐富的抗氧化物質(antioxidants)可清除氧氣在人體進行代謝反應後產生的自由基，如類胡蘿蔔素(carotenoids)、吲哚類(indoles)、黃酮類(flavonoids)、酚酸類(phenolics)等。這些植物性化學物質、維生素和可溶與非可溶纖維質等對於慢性文明疾病如癌症、心血管疾病、糖尿病、高血脂症等具有防患未然效果。可惜目前我國人民所食用種類繁多的大宗蔬菜物種中(包括食用菌類、海洋蔬菜和竹筍類)，相較於部分來自熱帶地區的未被充分利用的「原生蔬菜」(indigenous vegetables)，其營養及機能性價值較低(Murakami et al. 1998, AVRDC 2007)。在此原生蔬菜泛指於特定地區起源的蔬菜或是外來食用植物或蔬菜，在特定地區經過一定時間後馴化成為當地的蔬菜。由於原生蔬菜生產往往利用當地合適的生態環境，因此往往只限於特定生產與消費體系。另一方面由於原生蔬菜與其他作物在同一農業生態環境，在某些方面比較沒有競爭力，致使生產者和消費者較少使用這些蔬菜。

世界癌症研究基金會和美國癌症研究院指出，食用大量新鮮蔬菜(每人每天 400 g 以上)的人罹患癌症的風險，是不常食用蔬菜者的一半。為此台灣癌症基金會和衛生署，教育部及農委會等單位共同推動『天天五蔬果-防癌輕鬆做』活動，就是鼓勵國人每天吃五種新鮮蔬果，以減少癌症罹患率。遺憾的是，台灣國民每日蔬菜攝取量達到標準量的比例只有七成左右(Ali et al. 2000)，膳食纖維指數也只達到建議攝取量的一半。針對這些問題，不僅蔬菜攝取量的社會行銷有待加強外，目前國產每年 290 萬噸的蔬菜產量及週年產量穩定性仍有極大上升空間。針對長期困擾台灣蔬菜生產的問題，包括基因劣化、產銷失衡、病蟲危害、農藥使用過量、農產品附加價值偏低、水土資源不足、生產環境惡化、

¹ 亞蔬－世界蔬菜中心國際合作室退休研究員/前處長

² 亞蔬－世界蔬菜中心全球技術拓展組助理研究員

颱風豪雨過後菜價飆漲等因素，皆可藉由原生蔬菜的開發，來逆向操作協助克服這些難題。

隨著經濟的發展和人民生活水準的提高以及對蔬菜的進一步的瞭解，人民對蔬菜產品的需求將從數量消費型逐步向質量消費型轉變。不僅要求充足的數量供應，而且更加強該產品的外觀多樣化、品質提升以及食用安全性、營養與功能性等質量目標。原生蔬菜以其多樣化、無污染、無公害的安全性應給予重視，原生蔬菜對台灣蔬菜生產多樣化以及提高國人健康營養之層面具有重要意義。另一方面，原生蔬菜也可作為機能性與營養藥學性材料的考量：1)在特殊設計食品(designer food)做為自然添加材料，有助於特殊疾病預防；以及 2)本身做為機能性食品(functional food)將較其自然組成能夠提供更佳健康效益的加工食品或食品成分。

台灣原生蔬菜研發的過去與未來

台灣國內農業試驗所及農業改良場，在過去十年曾對本土原生蔬菜資源進行研究。有些原生蔬菜（如落葵、龍葵、蕨類等）的引種馴化和人工栽培，已獲得成功。對於這些原生蔬菜的營養成分也有所瞭解，而在烹飪利用技術等的推廣上也取得了一些迴響。可惜近年來未能繼續將這方面的研發發揚光大。探討其原因、反應國際研發趨勢，未來原生蔬菜研發應可往多重管道進行。

一、種原的蒐集、保存與交換

台灣處於亞熱帶與熱帶地區，由於地形因素橫跨熱、暖、溫與寒帶不同氣候，地理與氣候的多樣性豐富了台灣植物資源。據估台灣重要原生園藝作物，至少有 200 個物種，其中包含台灣的原生蔬菜 42 屬 80 物種。對於這些原生於台灣且具有園藝上可利用的原生蔬菜種原，更應積極加以蒐集、保存與利用。為有效保存與利用台灣原生蔬菜，必須有系統地探查各物種的地理分佈和遺傳結構，規劃其棲息地為保護區以進行原地保存，使其持續進行演化，同時以種原庫進行異地(ex situ)保存，避免遺傳歧異度因氣候或人為因素流失。

目前台灣本土原生蔬菜種原蒐集與保存有限。保存較多之單位為台灣農業試驗所、國立中興大學及自然科學博物館，其中台灣農業試驗所共收集 31 種 131 品系(林等 1999)，其他改良場所收集較少，如苗栗改良場僅有 15 種 38 品系。這也是由於原生蔬菜開發未能繼續發展的原因之一。

亞蔬所蒐集保存的，則超過 1000 個物種。在這些原生蔬菜種原中蒐集交換，將有助於台灣原生蔬菜的研發以及蔬菜產業的發展。又自從國際網際網路迅速發展後，對植物種原資料及資訊的自由流通，起了很大的變化。先進國家以及國際農業研究機構除了積極建立種原庫外，也極力將自身擁有的種原資料

對外公開，對品種改良提供了莫大的便利，如能善加利用這些種原庫的資訊，不但可瞭解國際間所擁有的原生蔬菜種類與遺傳資源，且可申請提供這些材料，供創新新興蔬菜之用。

二、蒐集種原的篩選、評估和利用

原生蔬菜種原的開發利用，依現狀來看，可分三類：即「優勢種類」、「潛在優勢種類」、和「待瞭解種類」。目前，台灣對本土「優勢種類」的研究較完善，但種類很少，不能滿足日益擴大的市場需求以及部份解決夏季蔬菜供需瓶頸。有關原生蔬菜種原開發利用，第一步要做的是種原篩選和評估。由於原生蔬菜種類眾多，篩選和評估工作繁雜，但可朝四方面進行。

- 1) 透過原生蔬菜的選擇性引種、試驗觀察、評估「待瞭解種類」的原生蔬菜，並選育出「潛在優勢種類」。除了在台灣國內進行野外調查與蒐集外，也將與國外機構合作蒐集，並從事大量相關資訊收集(如民俗運用、植物性狀、生長條件、栽培方法、營養及毒性成份)、田間觀察、和營養及機能性分析，篩選「潛在優勢種類」的原生蔬菜進行田間評估，從中選出具有前景的「優勢種類」，並生產種子，供進一步研究或推廣為新興蔬菜用途。
- 2) 針對「優勢種類」進行區域試驗，並擴大宣傳，使人們對「優勢種類」的價值和潛力有充分認識，從而制定開發利用的方案和具體措施。
- 3) 透過原生蔬菜的選擇性引種、試驗觀察、做為其他栽培品種改良或栽培技術改良的素材。有的原生蔬菜由於風味不佳等原因，無法直接栽培生產利用，但它們具有較強的抗病蟲害或對當地氣候條件適應性強，可以作為雜交育種的親本材料。另外也有的原生蔬菜可以作為砧木，以優良栽培品種為接穗，透過嫁接，培育出抗逆性強的種苗。
- 4) 原生蔬菜種原中蘊藏著許多有特色的優良基因，如園藝和機能性狀之觀察分析，若能與分子生物學如基因體 (genomics) 及其他生物科技研究相配合，將有助於從原生蔬菜種原中選殖有用基因，並成為其他生物科技或醫藥發展的重要素材。這方面的研究已引起各國研究者極大的重視。

在篩選和評估過程中，相關資料(如植物特性、生長與發育、生態條件、病蟲害相、繁殖方式、營養成份與機能性分析等)的收集、整合並建立資訊庫，將有助於生產者與消費者的決策制定。另一方面，由於原生蔬菜種原未經馴化，往往其種子品質不穩定，因此也得進行「優勢種類」的種子生產，以供日後從事區域試驗及大量推廣之用。

三、「優勢原生蔬菜」的充分利用

未被充分利用的「優勢原生蔬菜」是否能演化成充分被利用的新興蔬菜以及能否具有市場經濟效益，取決於消費者的接受度。因此需要針對原生蔬菜進行市場調查，如消費者的屬性(attributes)偏好、風險、合作夥伴、價格、行銷策略等，以評估市場潛力。其最終目標是創造市場需求。針對這方面，可考慮的方法包括：資訊傳播與社會行銷(social marketing)、消費者教育(如營養與經濟效益)、產品示範和交易會、生產者的創業培訓、田間示範、信用貸款計劃、收穫前後(如加工、包裝、標籤、認證等)的技術支援等。在這方面的努力需要社經與推廣人員的積極參與。

四、研發夥伴關係

未被充分利用原生蔬菜的研發需要一個全新不同的策略，這種策略就是建立合作夥伴網路，用來連接所有利益相關者(stakeholders)及研發活動，從蒐集、加強使用、政策制定、至行銷和商品化，成員應涵蓋地方、區域、國家和國際各層面，公家和私營部門，各研究領域專家，以及市場行銷和政策決策者。它是一種彼此間專長、經驗、資訊、材料與結果的分享。這種合作網路將確保利益相關者在未被充分利用原生蔬菜開發的整個過程中，有更廣泛的代表性和參與性；因此也將適當地解決地方上多元的需求。目前幾個國際未被充分利用作物的研發合作網路涵蓋國家農業研究機構、區域性農業論壇、先進科研機構、大學、企業界及草根性組織等。這些值得台灣農業界借鏡。

五、研發能量投入

我國政府於農業生技研究計畫補助上，近五年內平均每年投入約 11 億元台幣，平均每件計畫經費約 240 萬元，投入植物加值利用最多，約 3.5 億元。有關保健食品研究計畫的經費，每年的投入也有 2 億元左右。相對的，投資在作物的種原保存及利用，以及中下游的作物研發如品種改良、栽培技術改進、生產體系建構、採後加工等每年總共只有一億元左右。投入於蔬菜研發五年總經費約 0.5 億元，而其中投入於原生蔬菜的研發則是微乎其微。原生蔬菜與農業生技產業和保健食品產業的基因與材料來源息息相關，並與前兩者同具前瞻性。因此，未來原生蔬菜之研發能量投入有待加強。若能結合生物技術及食品科技，開發本土性機能性食品，將可提高原生蔬菜的附加價值空間，也將有助於台灣農業的轉型。

結語

原生蔬菜的開發將有助於提升台灣蔬菜生產多樣化、克服傳統蔬菜產銷難題、提高國人營養健康。但受制於政府有限的研發投資以及種原取得不易，過

去的研發成果與經驗並未能持續發揚光大。反觀國際農業研究現況，近年來對於未被充分利用作物的合作研發日益興盛，除了協助開發中國家除貧及改善營養外，國際合作與交流也成為先進國家有效取得種原及開發國內外新市場的重要手段。在這趨勢下，台灣的整體蔬菜產業以及相關的農業生技和保健食品產業要提升，就應更積極以實力參與國際合作夥伴網路，藉此掌握全球園藝產業動態、國際農業研究趨勢、資訊與種原交流、農業生技和保健食品產業的原料來源、國際農業研究人才培育等脈動，以便累積台灣國際農業研究能量並強化國際行銷管道，確保我農民權益及農業永續發展，加強經貿自由化新情勢下的台灣農業競爭力。

參考文獻

1. 林俊義、蕭吉雄、沈百奎主編. 1999. 新興蔬菜之開發及利用. 台灣省農業試驗所專刊第 72 號. 臺中：台灣省農業試驗所. 50 pp.
2. 林俊義、蕭吉雄、沈百奎主編. 2000. 新興蔬菜栽培及烹調法. 行政院農委會農業試驗所專刊第 79 號. 臺中：行政院農委會農業試驗所. 43 pp.
3. 黃賢良、黃惠琳編. 1997. 鄉土蔬菜栽培與利用. 台南區農業改良場技術專刊 86-6 (No. 72). 台南：台南區農業改良場. 51 pp.
4. 國家實驗研究科技政策研究與資訊中心. 2006. 台灣農業生技產業發展策略規劃報告書. 台北：國家實驗研究科技政策研究與資訊中心. 112 pp.
5. 國家實驗研究科技政策研究與資訊中心. 2007. 台灣保健食品產業之科技發展現況與展望. 台北：國家實驗研究科技政策研究與資訊中心. 164 pp.
6. 楊紹榮. 2000. 台灣鄉土蔬菜的開發與展望. 農業世界雜誌 198：12-24.
7. Ali, M., S. N. Wu, and M. H. Wu. 2000. Estimation of demand elasticities for main food items in Taiwan. 台灣省政府農林廳補助 88 年度農業統計調查細部計劃報告.
8. AVRDC. 2007. AVRDC Report 2004. AVRDC Publication Number 07-691. Shanhua, Taiwan: AVRDC-The World Vegetable Center. 158 pp.
9. Chadha, M. L., G. Kuo and C. L. L. Gowda. (eds.) 2007. Proceedings of the 1st international conference on indigenous vegetables and legumes prospectus for fighting poverty, hunger and malnutrition. Acta Hort. No. 752. Belgium. 623 pp.
10. Cheweya, J. A. and P. B. Eyzaguirre. 1999. The biodiversity of traditional leafy vegetables. Intl. Plant Genetic Resources Inst., Rome, Italy.
11. Engle, L. M. and N. C. Altoveros. 2000. Collection, conservation and utilization of indigenous vegetables. Asian Veg. Res. and Dev. Ctr., Shanhua, Tainan, Taiwan. 142 pp.
12. FAO. 2005. The State of Food Insecurity in the World 2005. Informative factsheet. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 2 pp.

13. IPGRI. 2002. Neglected and Underutilized Plant Species: Strategic Action Plan of the International Plant Genetic Resources Institute. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 27 pp.
14. Janick, J. 1999. New crops and the search for new food resources. p. 104-110. In: J. Janick (ed.), Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA, USA.
15. Jaenicke, H. and I. Höschle-Zeledon. (eds.) 2006. Strategic framework for underutilized plant species research and development, with special reference to Asia and the Pacific, and to Sub-Saharan Africa. International Centre for Underutilised Crops, Colombo, Sri Lanka and Global Facilitation Unit for Underutilized Species, Rome, Italy. 33 pp.
16. Murakami, A, H. Morita, R. Safitri, A. Ramlan, K. Koshimizu, and H. Ohigashi. 1998. Screening for in vitro anti-tumor-promoting activities of edible plants from Indonesia. Cancer Detection Prevention 22: 516-525.
17. Peter, K. V. (ed.) 2007. Underutilized and underexploited horticultural crops. New India Pub. Agency, New Delhi, India. 378 pp.
18. Sato, T, M Nagata & LM Engle. 2002. Evaluation of antioxidant activity of indigenous vegetables from South and Southeast Asia. JIRCAS Research Highlights 2002: 10-11.
19. Williams, J. T. and Haq, N. 2002. Global research on underutilized crops. An assessment of current activities and proposals for enhanced cooperation. ICUC, Southampton, UK. 46 pp.
20. World Cancer Res. Fund/American Inst. for Cancer Res. 1997. Food, nutrition and the prevention of cancer: a global perspective. American Inst. for Cancer Res. Washington, DC., USA.
21. Yang, RY, SCS Tsou, TC Lee, WJ Wu, PM Hanson, G Kuo, LM Engle & PY Lai. 2006. Distribution of 127 edible plant species for antioxidant activities by two assays. J. Sci. Food Agr. 86: 2395-2403.

基因改造與非基因改造作物之共存

郭寶錚¹、沈翰祖²

摘要

全球基改作物栽培面積每年都持續成長，基改作物的種類及使用的國家也逐年增加。基改作物雖可增加糧食生產及改善食品品質，但也具對生態環境及人體健康的可能風險。因此，不論在國內及國際間，支持與反對基改作物的爭議也始終未見平息。基改作物與傳統作物及有機作物是可共存(co-existence)的。如以歐盟的規定，在傳統農產品中基改產品存在的比例超過 0.9%時就必須強制標示為基改產品。因此，基改作物與非基改作物共存就是確保非基改作物被鄰近基改作物污染的比例不超過 0.9%。

前言

為加強生物技術產業的推動，政府已將基因工程納入農業生物科技的重點項目。而藉基因轉殖技術將特定的基因直接導入生物體，以得到基因改造生物(genetically modified organism, GMO)已成為農業生物技術應用的成功範例之一。自1996年基因改造(基改)作物開始商業生產以來，全球基改作物栽培面積每年都持續成長，基改作物的種類及使用的國家也逐年增加。2007年全球栽培面積約已達11,430萬公頃，進行商業栽培的國家也增加到23國。基改作物雖可增加糧食生產及改善食品品質，但也具對生態環境及人體健康的可能風險。因此，不論在國內及國際間，支持與反對基改作物的爭議也始終未見平息。為拒絕基改作物的種植，在某些國家內也紛紛成立了非基因改造農區。

在歐洲，基改與非基改作物能成功的共存已不只是理論上可行。自從1998年以來，逐年增加的歐洲農民選擇種植經核准的基改作物，已證明這些農民能完全達成與鄰近農戶或自身所種植的非基改作物間的共存操作。成功的關鍵主要還是歐盟國家提供農民一個建立在合乎比例原則及無歧視的環境，讓歐洲農民能自由選擇所要的農業操作模式。本文將以歐盟經驗為例，說明共存的意義、相關研究結果及成功範例。

全球基改作物概況

依國際農業生物技術應用服務組織(International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, ISAAA)的資料顯示(James,2007)，基改作物從 1996 年

¹ 國立中興大學農藝系教授

² 行政院農業委員會種苗改良繁殖場副研究員

開始商業生產至 2007 年期間，作物的耕作面積、栽培種類都逐年增加。2007 年全球的基改作物耕作面積達 1.143 億公頃。比 2006 年增加了 1230 萬公頃，增加約 12%。

2007 年種植基改作物的國家有 23 個，包括：美國、阿根廷、巴西、加拿大、印度、中國、巴拉圭、南非、烏拉圭、菲律賓、澳大利亞、西班牙、墨西哥、哥倫比亞、智利、法國、宏都拉斯、捷克、葡萄牙、德國、斯洛伐克、羅馬尼亞和波蘭。選擇種植基改作物的農民達 5000 萬人。從 1996 到 2007 年，基改作物的累積種植面積已達 6.9 億公頃。

在 2007 年中，基改大豆仍然是最主要的作物(5860 萬公頃，佔全球基改作物種植面積 51%)，其他重要基改作物有：玉米(3520 萬公頃，佔全球基改作物種植面積 31%)、棉花(1500 萬公頃，佔全球基改作物種植面積 13%)和油菜(550 萬公頃，佔全球基改作物種植面積 5%)。

從 1996 年開始將基改作物商業化到 2007 年，耐除草劑是基改作物的優勢特性。2007 年，耐除草劑大豆、玉米、油菜、棉花和紫苜蓿的種植面積(7220 萬公頃)佔全球基改作物種植面積(1.143 億公頃)的 63%。轉雙基因和三基因的基改作物(2180 萬公頃)佔全球基改作物種植面積的 19%，抗蟲品種(2030 萬公頃)佔全球基改作物總面積的 18%。整體來說，基改作物與 2006 年相比，多性狀基改作物增加率為 66%，抗蟲基改作物增加率為 7%，耐除草劑基改作物增加率為 3%。

歐盟國家中種植基改作物的國家增加到 8 個。2007 年西班牙種植面積(7 萬公頃)領先其他歐洲國家，種植基改作物的比例已達 40% (2006 年為 21%)。法國、捷克共和國、葡萄牙、德國、斯洛伐克、羅馬尼亞和波蘭的基改玉米總種植面積增加超過 4 倍(2006 年約 8,700 公頃；2007 年約 35,700 公頃)。其中波蘭是第一次種植基改玉米。歐盟的總基改玉米年成長率為 77%，面積也第一次超過 10 萬公頃。

什麼是共存(co-existence)

根據一份有關共存的報告(ABE/Euro.Bio,2006)中提到，共存主要討論為了滿足不同市場需求而發展出來的作物種類間，在不造成彼此互相混雜及不危害各自的經濟價值下，探討如何能在相鄰的環境中生長。共存的前提是建立在農民可自由選擇其所喜好的生產體系來栽種作物，不論是基改、傳統或有機。基本上，共存代表了在符合標示及純度的法定要求下，農民就基改、傳統或有機三種作物生產體系中，實際做出選擇的一種能力。

事實上，同一作物中兩種或多種品系間的共存並不是新觀念，例如飼料玉米及食用玉米可能就種植在同一區域甚至同一農田，農民只要遵守一些程序，一樣

能收穫到符合品質及純度標準的產物。而種子生產業者，就對如何採取適當的管理操作以達到種子純度標準相當有經驗。

由於農業操作一般都是在一個開放空間進行，因此被一些非所需(unwanted)的物質混雜是無法避免的，但藉著施行優良農業栽培、收穫及儲存操作及設定合理且可達成的混雜門檻值(threshold)，將可降低這些混雜(TRC/IPTS-ESTO, 2006)。然而這些措施卻仍無法保證收穫物達到100%的絕對純度。因此設定門檻值，也就是規定在食品及飼料中所能容忍非所需物質存在的比例，正代表著在任何實際農產品及食品加工調製處理鏈中，無法保證絕對純度。而門檻值的決定則需取決於對品質的要求程度及成本考量。

歐盟1829/2003號規則，確定歐洲0.9%的強制標示門檻，也代表共存措施的目標就是要讓因“偶然存在”(adventitious presence)基改物質的非基改作物不至於受到經濟損失(Devos,2005)。

共存不是一個安全性的議題

基改作物在被核准可供農民栽培前，已進行種種嚴格的安全性評估，通過審核並進行商業生產的基改作物應該被視為與傳統作物無異，可供食品加工廠商、零售商及消費者自由選擇。而農民也可自行決定要種植那些作物並了解如何栽種。當討論基改及非基改作物間的共存時，我們必須清楚並不是在討論一個安全性的議題，而著重如何預防因為混雜所造成的經濟影響。

基改作物與非基改作物的共存

討論基改作物與非基改作物的共存栽培，事實上並沒有改變現今所存在農作物共存的實際情況，因為基改作物應被視為與一般傳統作物無異。即使如此，歐盟仍對基改作物有著特別的要求，也就是規定在傳統農產品中基改產品存在的比例超過0.9%時就必須強制標示為基改產品。因此，基改作物與非基改作物共存就是確保非基改作物被鄰近基改作物污染的比例不超過0.9%。歐盟法律保證經通過安全評估後而核准種植的基改作物不容許被任意禁止，歐盟中的農民能自由選擇種植這些被核准的基改作物。

歐盟共存制度的重要法規

歐盟為了管理基改作物的種植，訂定以下重要法規，作為共存的依據：

1. 指令(Directive)2001/18/EC:規範基因改造生物釋放到環境應遵守之原則，包括試驗完成後之推廣及生產後上市。
2. 規則(Regulation)no.1829/2003基因改造食品及飼料:規範基因改造產品作為食品及飼料用應遵行事項及此類產品銷售給消費者時如何標示。

3. 規則no.1830/2003基因改造產品標示及追溯:統一歐盟各國對基因改造產品作為食品及飼料之標示及追溯方式。

而上述法規的重點為：

1. 經歐盟法規中人體健康與環境風險評估後，由政府核准的基改作物，才能種植。
2. 指令2001/18/EC第26a條，各會員國可以採取適當的共存措施，以避免作物遭基改作物的污染，但這需各會員國自動自發的執行。
3. 根據指令2001/18/EC第22條，會員國不該禁止，限制或阻礙合法上市的基改作物市場。
4. 為確保基改作物，傳統與有機作物之間能共存，2003年07月23日，歐盟執委會通過2003/556/EC建議案，同意由各會員國依共同指導原則，分別訂定各國的共存策略及執法方式。

歐盟共存研究實驗結果

為了證明基改與非基改作物間確實能共存，歐盟各國分別進行了多項研究，茲摘錄部份結果如下：

1. 瑞士聯邦農業生態與農業研究站的研究人員就所有可獲得的文獻進行研究，考慮不同的田區大小及田間操作的情況下，經由栽培地區農民的合作及彼此告知，種植非基改玉米或油菜的農民，被緊鄰基改玉米或油菜污染的比例低於0.5%(ABE/Euro.Bio,2006)。
2. 西班牙在2003年的研究發現在沒有隔離及藩籬的情況下，整個傳統栽培的玉米田區和基改玉米的雜交率僅0.2%(Melé, 2004)。
3. 在法國所進行的多國合作計畫，證實基改玉米與非基改玉米在實際田間栽培條件下是可共存的(Brookes et al, 2004 ; Fabié,2004)。
4. 德國在2004年於7個德國聯邦中30個地區所進行的大規模田間試驗也顯示，基改玉米與非基改玉米的種植間隔20公尺，即可達到歐盟0.9%強制標示比例的要求(ABE/Euro.Bio,2006)。

基改與非基改作物間共存的成功範例

西班牙

歐盟最早種植基改玉米的西班牙，2007年種植約7萬公頃的抗蟲Bt玉米，藉著隔離、相鄰田區種植不同作物、調整開花時期、清理栽種及收穫機具、要求基

改作物及其產品應有標示和可追溯性，以及整個農業生產鏈間的密切合作等方式成功的進行基改及非基改玉米間的共存栽培。

其他歐洲國家

歐盟除了西班牙之外，另有法國、捷克共和國、葡萄牙、德國、斯洛伐克、羅馬尼亞和波蘭等國也種植基改玉米。雖然法國在2008年已禁止基改玉米的種植，但各國種植基改玉米的面積皆逐年增加，卻未影響與非基改作物間的共存栽培。英國研究單位也曾進行大面積農田的長期調查，以了解種植基改作物對農田野生生物的影響並監控相鄰農村共存栽培所可能產生的問題，在監控超過200個進行商業栽培的大型田地，無論是栽培基改玉米、油菜甚至是甜菜，發現農民均可有效的處理與非基改作物共存栽培的相關問題。

美國

2007年，基改作物佔全球基改作物種植面積的50% (約5770萬公頃)，位居世界第一。基改作物與美國種植面積相比從2006年的61%增加到2007年的73%。種植的基改作物包含大豆、玉米、棉花、油菜、南瓜、木瓜和紫苜蓿。其中，基改玉米種植面積增加了40%，基改棉花和大豆則有少量減少(基改大豆約下降15%；基改棉花下降28%) (James,2007)。

在美國，已發展出實用、合乎比例原則及可行的共存操作。特別是，在此同時，美國的有機大豆及玉米種植面積也逐年成長下，共存制度的成功也就更具意義。資料顯示，從1995到2001年，美國有機大豆及玉米栽培面積分別增加270%及187%。而在2001年，美國種植基改大豆及玉米的比例分別是68%及37%。在美國大面積基改作物栽培，並未發現有共存栽培上嚴重的問題。

加拿大

為基改作物第四大生產國家。目前種植的基改作物有：甜菜、木瓜、南瓜、黃豆、棉花、向日葵、小扁豆、亞麻、蕃茄、紫花苜蓿、稻米、馬鈴薯、小麥、玉米、阿根廷芥花種子和波蘭芥花種子。尤其是對芥花種子的需求，每年種植芥花的面積約700萬公頃。在2004年時芥花種子已超越小麥成為加拿大最大的出口作物 (James,2007)。

加拿大多年種植基改作物，也累積了不少基改與有機作物共存栽培的經驗，加拿大並沒有因為開始種植基改作物後而干擾了傳統與有機作物栽培活動。共存的重點工作主要還是清楚的標示制度，除此之外，並訂定有機農產品中容許偶然存在的非有機成分的門檻值以及建立非有機農產品的標示制度，這些標示制度中，分別訂定忍許門檻值的作法，主要也是體認到農業生產中100%純度的要求是不可行。

結論

由於全球基改作物生產的快速成長，共存制度的建立似乎已是必然趨勢，而台灣對建立基因改造與非基因改造作物共存政策的方向仍不明確。如何參考國外研擬共存策略的經驗，並針對我國國情及環境特性，積極整合來自產、官、學，甚至消費者的意見，提出能為大多數人所接受並具科學數據支持的共存制度，應是待努力的方向。

因此，我們建議應擇定目標作物，加速進行基改及非基改作物共存相關田間試驗，蒐集本土試驗數據，做為共存政策訂定之參考。並擬定基改及非基改作物共存的指導原則，制定相關法律規定。同時應提升基改作物檢測能力，包括定性及定量分析。未來應開發風險評估的決策系統(如歐盟SMAC Advisor 玉米共存系統)做為風險評估的工具，以利未來共存制度的施行。

參考文獻

1. ABE/EuropaBio. 2006. Understanding coexistence – Science, Principles and Practical Experiences. 13p.
2. Brookes, G, P. Barfoot, E. Melé, J. Messeguer, F. Bénétrix, D. Bloc, X. Foueillassar, A. Fabié and C. Poeydomenge. 2004. Genetically modified maize: pollen movement and crop coexistence. PG Economics Ltd, <http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/Maizepollennov2004final.pdf>.
3. Devos, Y. D. Reheul and L. De Schrijver. 2005. The co-existence between transgenic and non-transgenic maize in the European Union: a focus on pollen flow and cross-fertilization. Environ. Biosafety Res. 4: 71-87.
4. Fabié, A. 2004. Research on coexistence in the field-French experiments for maize. COPA/COGECA on the coexistence and thresholds adventitious presence on GMOs in conventional seeds. <http://www.copa-cogeca.be/pdf/9bis.pdf>
5. JRC/IPTS-ESTO. 2006 New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops in European agriculture. Technical report series: Eur 22102 EN. 112p
6. James, C. 2007. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2007. ISAAA Briefs No. 37. ISAAA:Ithaca, NY.
7. Melé, E. 2004. Spanish study shows that coexistence is possible. *ABIC* 3:2, http://www.abic2004.org/download/ABIC2004_newsletter_no3.pdf

基改作物檢驗技術開發及應用

楊藹華¹、李文立²、陳國憲³、陳子婷³、沈翰祖⁴

摘要

面對來自國內外基改作物的衝擊，為確保傳統農作物栽培不受基改作物污染，建立我國基因轉殖作物檢測與監測體系，進行進口及本省玉米、番茄種子種苗檢測，此外，以國內自行研究發展的基改作物，抗輪點病毒病（papaya ring spot virus, PRSV）之基因轉殖木瓜與台農 2 號非基因轉殖木瓜為檢監測驗材料，期建立基因轉殖木瓜檢測平台。木瓜檢監測平台則結合國內學研單位，包括：農委會農糧署、種苗改良繁殖場、桃園區農業改良場、台南區農業改良場、花蓮區農業改良場、農業試驗所鳳山分所、中興大學等建立之「基因轉殖植物檢測監測小組」聯合檢測機制國內試驗研究機構，發展準確快速的檢測技術；未來基因改造作物的衝擊已勢不可免，確實執行相關管理法規、建立快速準確的檢測技術、明確區隔傳統與基改作物，以保護傳統農業、建立雙贏。

前言

人類應用育種技術改良生物特性，其最初目的，就是餵養全球人口，雖然在過去十年來，農作物單位面積的生產量明顯增加許多，但是面對未來愈來愈多的人口、水資源的減少以及土地利用的限制，2007 年 ISAAA (International Service for the Acquisition of Agribiotech Applications) 年度報告指出全球每人可耕作地之面積自 1966 年 0.45 公頃，預估至 2050 年將減至 0.15 公頃，減少三分之二，然而人口數則自 1999 年的 60 億人，預估至 2050 年全球將有 90 億人口，且其中之 90% 的人口生活在南半球，而這些大多數為農民和無地農業人口，甚至認為將有 8~13 億人口飽受飢餓、營養不良，因此全球農作物的生產力將倍受考驗。自 1983 年以來，利用生物技術以生產農業與人類有用之生物，即成為一種新興的科技，藉由基因重組之技術，將一特定基因片段轉入另一特定細胞中，改變細胞特性或遺傳物質，以符合人類之慾望；「GMO」這個名詞是這十年來在傳播媒體上經常可以被聽見或看到的，「GMO」到底是什麼呢？就是「基因改造生物體 (genetically modified organism, GMO)」，根據聯合國農糧組織/世界衛生組織 (FAO/WHO) 食品標準委員會 (Codex) 及歐盟法規之定義係指一遺傳物質被改變的生物，其改變的方式是透過基因操作技術，而不是以自然增殖及或自然重組的方式產生。其

¹ 行政院農業委員會台南區農業改良場研究員

² 行政院農業委員會農業試驗所鳳山分所助理研究員

³ 行政院農業委員會台南區農業改良場助理研究員

⁴ 行政院農業委員會種苗改良繁殖場副研究員

中針對農作物部份稱為「基因改造作物」(簡稱基改作物)、「轉基因作物」或「基因轉殖作物」等。1994 年第一個基改作物番茄上市後，開啟許多基改作物的研發，近十年來基因轉殖發展快速，給予生物技術無窮的希望，將抗蟲、抗病或耐殺草劑等基因轉殖至作物已普遍被應用。目前全球已有百種以上的基改作物品系，涵蓋的作物種類有數十種，其中以大豆、玉米、油菜、番茄、棉花為大宗，而黃豆是目前全世界基改作物栽培面積最多的作物，其次為玉米。依據 ISAAA 統計截至 2007 年全球種植基因改造作物面積達 1.143 億公頃，較 2006 年成長 12% (相當於 1.280 億公頃)，而種植面積超過 10 萬公頃的國家就有 13 個，其中美國、阿根廷、巴西、加拿大、印度、中國大陸為主要栽培國家，單單美國基改作物種植面積高達 5,770 萬公頃；然而面對大量出現的基因轉殖作物，如何有效管理是為目前當務之急。在各種基因轉殖作物商品化或國外之基改作物進入國內市場前，必須事先建立有效的評估系統及管理計畫，盡量降低基因轉殖作物可能造成之影響，除了對生態系統及消費意願之影響以外，某些重點外銷作物，例如木瓜，如未能妥善管理勢必對我國農產品國際形象及行銷造成影響。因此必須建立一套完整之檢驗系統，能快速檢測監測國內所種植之基改作物，保護傳統作物產業並維持國人健康及環境生態之完整性。

玉米、番茄作物種子、種苗之檢測

目前全球已有百種以上的基改作物品系，涵蓋的作物種類有數十種，其中以大豆、玉米、油菜、番茄、棉花為大宗。黃豆是目前全世界基改作物栽培面積最多的作物，玉米次於。基改黃豆多為耐殺草劑品項，可大致區分為耐嘉磷塞 (Glyphosate) 型及耐固殺草 (Glufosinate)，基改玉米則有不同的抗蟲與耐殺草劑轉殖品項，大致可區分出 Event176、Bt11、MON810、T25/T14 等品系。然而台灣地區除了食品用途的穀類進口受到把關之外，做為種子、種苗用途進口的作物似未受到同樣的關注，這些也有可能夾雜著基因改造作物，其所造成的環境與食品安全上的衝擊更是值得進一步追蹤。國內之番茄種子有許多是種苗商或貿易商自國外進口，而國際間已命名之基改番茄有六種轉殖品項，包括 1345-4 (DNA Tech 公司)、351N (Agritope 公司)、5345 (Monsanto 公司)、8338 (Monsanto 公司)、B-Da-F (Zeneca 公司)、及 FLAVR SAVR (Calgene 公司)，主要之特性延緩果實成熟基因或抑制果實軟化基因；台灣進口的甜玉米及番茄種苗是否夾雜有這些基改個體？有賴建立快速準確的檢測體系來加以把關。由國內、國外種苗公司購得玉米 (甜玉米為主) 及番茄品種，或由試驗研究機關取得品種進行試驗，共計取得 21 個玉米品種、42 個番茄品種 (表 1)。

表 1. 供試之玉米及番茄品種

Table 1. Maize and tomato cultivars used in this study.

品種(玉米)	來源	品種(番茄)	來源	品種(番茄)	來源
H5	台灣農產	Bolzano	DeRuiters Seeds	玉豐	和生種苗
H10	台灣農產	Campari	Enza Zaden	朱蜜	農友種苗
Honey 236	台灣農產	Chapeau	DeRuiters Seeds	朱鳳	農友種苗
MADONA	台灣農產	CHT1312	AVRDC	朱麗	農友種苗
Shimmer	台灣農產	Clarance	DeRuiters Seeds	秀珠	農友種苗
台南 22 號	朴子分場	Daydream	Enza Zaden	明珠	農友種苗
金美 2 號	和生種子	DRK909	DeRuiters Seeds	金光	農友種苗
金蜜	朴子分場	Elstar	Enza Zaden	金剛二號	農友種苗
夏蜜	和生種子	FA189	福埠實業	金珠	農友種苗
華珍	朴子分場	Lemance	DeRuiters Seeds	金龍	和生種苗
黑美珍	農友種苗	Lovett	Enza Zaden	春光	農友種苗
蜜珍二號	農友種苗	Nectar	Enza Zaden	紅瑞	和生種苗
蜜珍三號	農友種苗	Salomee	Enza Zaden	紅慧	和生種苗
興農 506	朴子分場	Sensacion	Enza Zaden	夏津	農友種苗
興農好滋味	台灣農產	Sensei	Enza Zaden	貴女	農友種苗
雙色金華	和生種子	Sunstream	Enza Zaden	黃水晶	和生種苗
雙色金蜜	和生種子	Tarantino	Enza Zaden	農友 301	農友種苗
坂田	台灣農產	Temptation	Enza Zaden	翠紅	農友種苗
坂田 610	台灣農產	T-1306	福埠實業	嬌女	農友種苗
夏強	台南場	Y73	台南場	聯珠	農友種苗
PopCorn	超市	四季紅	農友種苗	麗君	農友種苗

一、殺草劑耐藥性篩檢

在玉米的殺草劑耐藥性篩檢中，21 個供試的甜玉米品種，統一噴施殺草劑嘉磷塞及固殺草後，均完全枯萎死亡，僅進口的飼料玉米中出現耐藥性植株而存活（圖 1），顯示其中含有轉殖殺草劑耐性基因的轉殖玉米個體；耐性植株的比例，分別為耐嘉磷塞者約有 60%、耐固殺草者約有 10%，但此數據為單一批取得之進口飼料玉米的結果，不能代表全部之進口飼料玉米，因為國內學者亦曾就進口穀物進行檢測，發現飼料玉米中對殺草劑固殺草具耐藥性者佔極大部分；而國際間對於基因轉殖玉米的統計亦顯示，以對殺草劑固殺草、嘉磷塞之耐藥性是基因轉殖玉米之大宗。測試廣泛種植之國內甜玉米品種中，尚未發現有基因轉殖之玉米進入國內，但由於玉米之花粉極容易隨風飄散，未來或可能有遭到基因轉殖玉米花粉污染之一般玉米進入國內，必須持續加強監測。

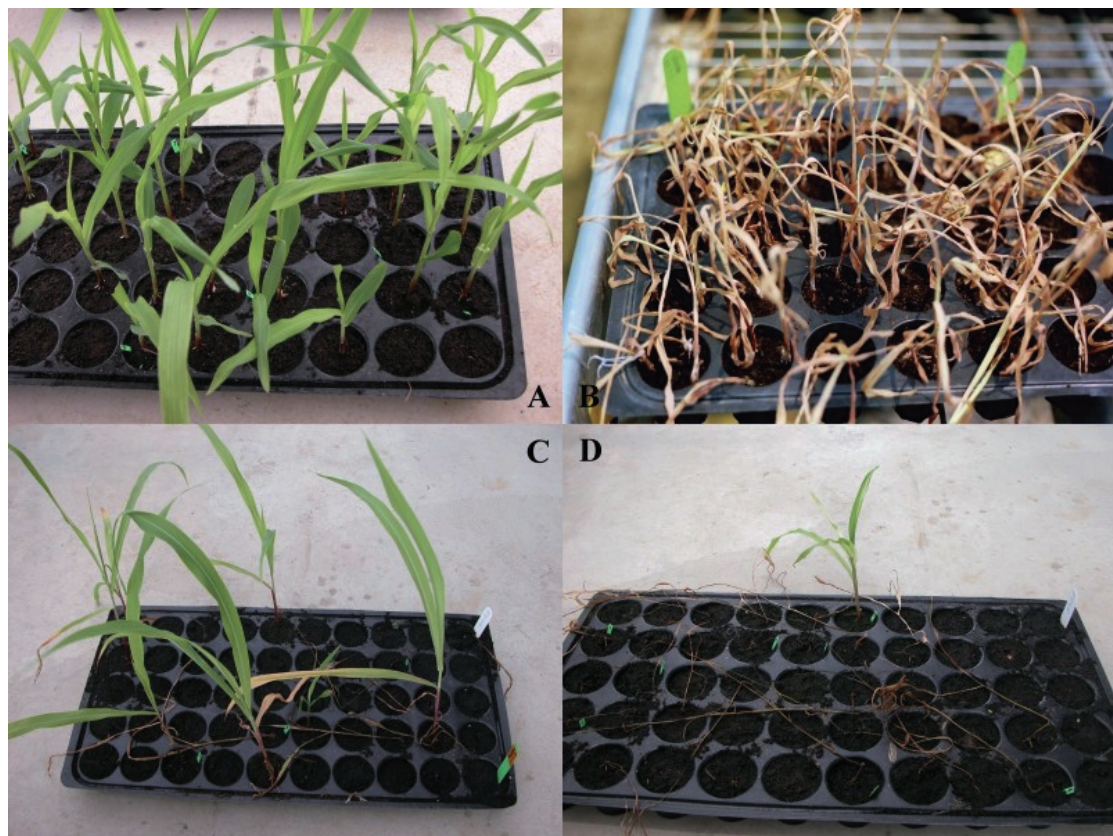


圖 1. 玉米殺草劑耐藥性篩檢。(A)以育苗盤培育玉米植株，進行殺草劑噴施試驗。(B)非基因轉殖玉米噴施殺草劑後枯萎死亡；部份進口飼料玉米於噴施殺草劑(C)嘉磷塞（Glyphosate）、及(D)固殺草（Glufosinate）後有耐藥型植株存活。

Fig. 1. Maize herbicide-tolerance detection. (A) Maize seedlings used in study. (B) Non-GM maize died after herbicide application. Some imported feed corn showed herbicide-tolerance after (C) glyphosate and (D) glufosinate application.

二、外源 DNA 序列之檢測

基因轉殖植物乃是科學家利用人為方式，將所需要的基因送入目標植物中表現，而在進行這樣的轉殖事件時，一些原本不屬於目標植物的基因或 DNA 序列就會進入植物基因組中，這樣的基因或 DNA 稱之為外源 DNA；因此檢測外源 DNA 序列亦成為基因轉殖植物檢測最重要而方便的技術。目前多數之基改品系均使用 CaMV 35S promoter 或 NOS terminator 來進行轉殖基因的調控，因此在轉殖植株中均會存在這樣的序列，利用針對 CaMV 35S promoter 或 NOS terminator 序列設計的專一性引子，便可檢測出是否為基因轉殖植物。在供試的 21 種甜玉米品種及 42 個番茄品種中，均未在 35S promoter 及 NOS terminator 的 PCR 檢測中出現預期的增幅 DNA 片段（表 2），只有在進口飼料玉米中分別檢測出 35S 的 195bp 及 NOS 的 180bp（圖 2、圖 3）。

隨著基因轉殖植物品項（transgenic events）愈來愈多，以及愈來愈多樣化，35S promoter 及 NOS terminator 的檢測將不敷需求，因此未來必須發展更專一性的檢測技術、涵蓋多樣化的調控序列的檢測技術、以及快速簡便的檢測方法，才能真正做到精確的監測工作。

三、基因轉殖木瓜之檢測

我國尚未正式核准基因改造作物的商業種植，台灣基因轉殖作物之研發均需經過生物安全評估，目前國內進行生物安全評估隔離試驗之作物包括 1 種馬鈴薯、3 個番茄品系、3 種水稻與基因轉殖木瓜 2 種等，為建立我國基因轉殖作物檢測與監測體系，以國內抗輪點病毒病（papaya ring spot virus, PRSV）之基因轉殖木瓜與台農 2 號非基因轉殖木瓜為試驗材料，以期建立基因轉殖木瓜檢測平台。本平台結合國內學研單位，包括：農委會農糧署、種苗改良繁殖場、桃園區農業改良場、台南區農業改良場、花蓮區農業改良場、農業試驗所鳳山分所、中興大學等建立之「基因轉殖植物檢測監測小組」聯合檢測機制。轉殖木瓜的檢測方式是利用聚合酵素鏈鎖反應法（PCR）配合電泳分析，檢測「抗輪點病毒病基因轉殖木瓜」（簡稱「單抗木瓜」），檢測方法依據包慧俊博士「木瓜輪點病毒鞘蛋白轉基因木瓜抗病性狀之研究」博士論文。先檢測作為內部對照之 Papain gene，PCR 增幅產物大小為 211 bp。其次檢測 *nptII* gene 與 *PRSV-CP* gene，以鑑定是否為基因轉殖木瓜，其 PCR 增幅產物大小分別為 1039 bp 與 840 bp。檢測「雙重抗木瓜輪點病毒及木瓜畸葉嵌紋病毒性狀基因轉殖木瓜」（簡稱「雙抗木瓜」），檢測核酸引子由國立中興大學葉錫東教授所提供。同上先檢測 Papain gene，再檢測 *nptII* gene。最後檢測轉殖目標片段 PRSV 與 PLDMV 鞘蛋白的基因（合稱為 *PY16-CP* gene），預期之 PCR 增幅產物為 1304 bp。確定為雙抗木瓜後，使進一步利用「雙重抗木瓜輪點病毒及木瓜畸葉嵌紋病毒性狀基因轉殖木瓜」三個品系（TPY10-4、TPY12-4、TPY14-1）不同的專一性的 PCR 引子鑑別之，TPY10-4 品

表 2. 供試之玉米及番茄品種經 PCR 檢測之結果

Table 2. PCR results of maize and tomato in 35S and NOS detection.

品種(玉米)	35S	NOS	品種(番茄)	35S	NOS	品種(番茄)	35S	NOS
H5	—	—	Bolzano	—	—	玉豐	—	—
H10	—	—	Campari	—	—	朱蜜	—	—
Honey 236	—	—	Chapeau	—	—	朱鳳	—	—
MADONA	—	—	CHT1312	—	—	朱麗	—	—
Shimmer	—	—	Clarance	—	—	秀珠	—	—
台南 22 號	—	—	Daydream	—	—	明珠	—	—
金美 2 號	—	—	DRK909	—	—	金光	—	—
金蜜	—	—	Elstar	—	—	金剛二號	—	—
夏蜜	—	—	FA189	—	—	金珠	—	—
華珍	—	—	Lemance	—	—	金龍	—	—
黑美珍	—	—	Lovett	—	—	春光	—	—
蜜珍二號	—	—	Nectar	—	—	紅瑞	—	—
蜜珍三號	—	—	Salomee	—	—	紅慧	—	—
興農 506	—	—	Sensacion	—	—	夏津	—	—
興農好滋味	—	—	Sensei	—	—	貴女	—	—
雙色金華	—	—	Sunstream	—	—	黃水晶	—	—
雙色金蜜	—	—	Tarantino	—	—	農友 301	—	—
坂田	—	—	Temptation	—	—	翠紅	—	—
坂田 610	—	—	T-1306	—	—	嬌女	—	—
夏強	—	—	Y73	—	—	聯珠	—	—
PopCorn	—	—	四季紅	—	—	麗君	—	—
FeedCorn	+	+	(進口飼料玉米)					

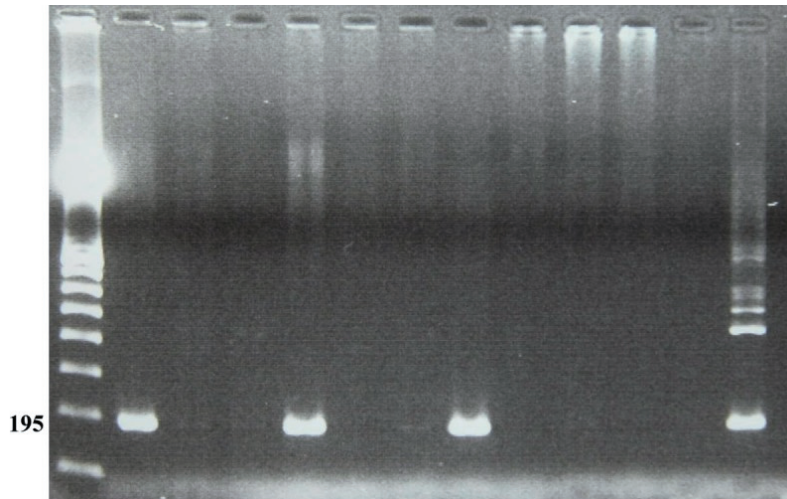


圖 2. 進口飼料玉米以 PCR 檢測 CaMV 35S 啟動子之結果

Fig. 2. CaMV 35S promoter detection of imported feed corn by PCR.

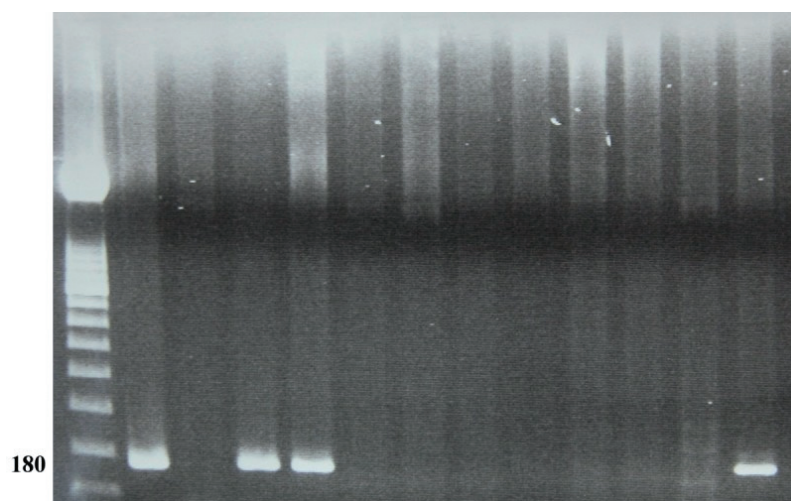


圖 3. 進口飼料玉米以 PCR 檢測 NOS 終止子之結果

Fig. 3. NOS terminator detection of imported feed corn by PCR.

系之PCR 增幅產物大小為492 bp，TPY12-4品系之PCR 增幅產物大小為769 bp，TPY14-1品系之PCR 增幅產物大小為537 bp。

經多次測試已建立「抗輪點病毒病基因轉殖木瓜標準檢測監測模式」與「雙重抗木瓜輪點病毒及木瓜畸葉嵌紋病毒性狀基因轉殖木瓜標準檢測監測模式」，且通過農委會「基因轉殖植物審議委員會」審議，成為我國基因轉殖木瓜檢測標準。監測體系是由檢測監測小組各成員，進行全臺灣木瓜種苗取樣檢測，並根據各單檢測結果分析轉殖木瓜種苗之栽培現況並建立衛星定位座標資料庫，以達追蹤管控與監測之目的。

結語

國際間對基因改造作物反彈聲浪不斷，但基改作物的研發與種植面積仍大幅擴張，國內面對基因改造作物的衝擊已不可避免，我國為有效管理基因轉殖作物，已於植物品種及種苗法的架構下，制定基因轉殖植物田間試驗管理規範，管理基改作物進出口及相關試驗研究。有關基改作物之進出口管理，現階段將採行境內管理措施，針對較可能進口之基改作物，包括稻米、馬鈴薯、油菜、番茄、甜玉米及木瓜等作物，由相關試驗研究單位建立檢測平台，實際檢測種子或種苗是否為基改作物，並採取適當管理措施為目前積極進行之工作。未來並持續依此架構建立其他不同基改作物的檢測平台，確實執行管理法規、研發快速準確的檢測技術，簡化基因轉殖作物之檢測流程，提升檢測效率，確保基改作物與傳統作物之雙贏。

參考文獻

1. 包慧俊. 2000. 木瓜輪點病毒鞘蛋白轉基因木瓜抗病性狀之研究. 國立中興大學植物病理學研究所博士論文.
2. 林澤揚、蔡淑貞、葉錫東、王叔苑、施養志. 2001. GM-木瓜鑑別檢驗方法之探討與研究. 基因改造食品之檢測與管理研討會專刊 98-113頁. 行政院衛生署藥物食品檢驗局印. 台灣台北.
3. 沈翰祖、陳駿季、邱展台、羅致述、李文立、張隆仁、林新強、楊藹華、王雲平、陳富永、王啟正、方繼、郭寶錚、包慧俊. 2006. 基因轉殖作物檢測監測體系之建立. 農業生技產業季刊 5: 35-40.
4. 沈翰祖、孫永偉、陳駿季. 2007. 轉殖抗輪點病毒病鞘蛋白基因木瓜檢測能力之建立. 種苗科技專訊 60: 6-11.
5. 袁秋英、蔣慕琰. 2002. 進口大豆抗嘉磷塞殺草劑之測定及其基因特性之探討. 台灣農業化學與食品科學 40: 119-128.
6. 袁秋英、謝玉貞、蔣慕琰. 2003. 台灣市售飼料玉米抗固殺草基因特性及檢測

- 利用之探討. 植保會刊 45: 329-342.
7. 行政院衛生署藥物食品檢驗局基因改造食品檢驗專欄. 2009. <http://gmo.doh.gov.tw/>
 8. Bau, H. J., Y. H. Cheng, T. A. Yu, J. S. Yang, and S. D. Yeh. 2003. Broad-spectrum resistance to different geographic strains of papaya ringspot virus in coat protein gene transgenic papaya. *Phytopathology* 93: 112-120.
 9. Chiueh, L. C., Y. L. Chen, J. H. Yu, and D. Y. C. Shih. 2001. Detection of four types of genetically modified maize by polymerase chain reaction and immuno-kit methods. *J. Food Drug Anal.* 9: 50-57.
 10. Chiueh, L. C., Y. L. Chen, and D. Y. C. Shih. 2002. Study on the detection method of six varieties of genetically modified maize and processed foods. *J. Food Drug Anal.* 10: 25-33.
 11. GM database from AGBIOS. 2009. <http://64.26.159.139/dbase.php/>
 12. Lin, H. Y., L. C. Chiueh, and D. Y. C. Shih. 2000. Detection of genetically modified soybeans and maize by the polymerase chain reaction method. *J. Food Drug Anal.* 8: 200-207.
 13. Lin, H. Y., J. W. Chiang, and D. Y. C. Shih. 2001. Detection of genetically modified soybeans by PCR method and immunoassay kits. *J. Food Drug Anal.* 9: 160-166.

Genetic engineering of rice productivity by enhanced photosynthetic capacity and stress tolerance

Maurice S. B. Ku¹

Rice is the staple food for half of the world's population. Thus, rice production is important to the food security of the world. After the successful application of the hybrid rice technology in recent years, rice yield has been largely improved. However, the world's population is projected by FAO to rise from the current 6.2 billion to 9 billion in the next 25 years, with most of the population increases occurring in rice-consuming countries, and rice yield will have to be increased by 40% during this period of time. Although wide adoption of hybrid rice technology will further increase the global rice production, hybrid rice technology alone can not meet the demands in the long run. Traditional breeding approach is time-consuming and ineffective in solving the food shortage problems. In contrast, molecular breeding, a technology combining genetic engineering and traditional breeding, will be a powerful and effective approach to overcome the food production problems. Our interest is to increase rice productivity via genetic engineering of its photosynthetic capacity and stress tolerance.

Manipulation of photosynthetic property

Photosynthesis is the most important metabolic process relative to crop productivity because carbohydrates account for more than 85% of the dry weight in plants. The C₃ pathway of photosynthesis evolved first in autotrophic organisms. However, over geologic time plants evolved several CO₂ concentrating mechanisms (CCMs) in response to decreases in atmospheric CO₂ level: bicarbonate transport system in cyanobacteria, algae and aquatic plants and the C₄ pathway and Crassulacean acid metabolism (CAM) in higher plants. Higher vascular plants have two main photosynthetic mechanisms, namely the C₃ and C₄ pathways. The most productive crops, such as corn, sorghum and sugarcane, use the C₄ pathway while most of the important agronomic crops, such as rice, wheat and potatoes, use the C₃ pathway. The photosynthetic efficiency is much higher in C₄ than in C₃ plants, due to the C₄-CO₂ concentrating mechanism. Therefore, C₄ plants are more productive and use minerals and water with a higher efficiency, especially under high light, warm temperature and drought environments. As compared to the C₄ crop corn, rice is C₃

¹ Institute of Agricultural Biotechnology, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

crop and has a low photosynthetic efficiency and thus a lower yield. The main effort of our laboratory is to engineer rice to express various CCMs in order to improve its photosynthetic efficiency and grain yield.

So far, we have produced transgenic rice lines over-expressing several maize C_4 photosynthesis genes independently or simultaneously: PC (phosphoenolpyruvate carboxylase), PK (pyruvate Pi dikinase), ME (NADP-malic enzyme) (PC, PD, ME and PCxPK, PCxPKxME). In general, the photosynthetic efficiency and grain yield of these transgenic plants are higher than that of untransformed rice plants, but high level expression of ME causes photooxidation in transgenic plants. Thus, a functional C_4 CO_2 concentrating is still lacking. To address this problem, we have produced transgenic rice to constitutively express a simple CCM from cyanobacteria. Under low CO_2 or alkaline water conditions, cyanobacteria use high affinity bicarbonate transporters (ICT) to pump in bicarbonate as a major carbon source. This adaptive CCM allows cyanobacteria to survive unfavorable growth conditions. All transgenic rice lines expressing the transporter exhibited enhanced activities of Rubisco (25-30%) and PC (10-20%), higher carboxylation efficiency (15-20%), higher photosynthesis rates (10-30%), and lower photosynthetic CO_2 compensation points (5-10%). Consistently, the transgenic rice plants produced more panicles per plant (10-120%) and more grains (10-70%), relative to untransformed plants. The enhancements in growth and grain yield are closely related with the increased photosynthetic capacity among the transgenic lines. This study demonstrates that the simple CCM from cyanobacterium can largely improve the photosynthetic efficiency, growth and productivity of C_3 crops. In addition, we have produced transgenic rice overexpressing maize PEP carboxykinase (PCK) in the chloroplast for effective decarboxylation of C_4 acid (oxaloacetate). Compared to untransformed plants, the transgenic plants showed higher total biomass (5-20%), heavier grains (11-16%) and increased grain yield (3-12%). It is anticipated that simultaneous expression of ICT, PC and PCK in rice is likely to confer a functional C_4 photosynthesis, leading to increased photosynthesis and productivity.

Stress tolerance

Many environmental factors, such as heat, freezing temperature, drought, salinity and flooding, reduce rice productivity. We have produced many transgenic rice lines with enhanced tolerance to drought and salinity by overexpressing cyanobacterium sodium/proton antiporter, which reduces the sodium accumulation in plant tissues. In addition, we have also produced transgenic rice with constitutive overexpression of

hemoglobin, which exhibited enhanced tolerance to anaerobic conditions, growth and productivity. These traits should allow the new strains of rice adapt to adverse conditions with enhanced yield.

Key References

1. Ku et al. 1999. *Nature Biotechnology* 17: 76-80.
2. Matsuoka et al. 2001. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 52: 297-314.
3. Badger and Price. 2003. *J. Expt. Bot.* 54: 609-622.

熱帶蔬果新品種開發與境外授權

賴榮茂¹

摘要

品種是農業生產的基礎，高雄區農業改良場基於地利之便，適合做熱農業的研發，且由於因應全球氣候暖化的趨勢，近年來，對於熱帶大宗蔬果產業的種源蒐集與利用不遺餘力，以雜交創造遺傳組成變異，再從分離的後代依育種的程序，選拔符合育種目標的單株或品系，逐步比較及篩選，育成品種，或是從自然的芽條變異中，蒐集具有優良特性的芽條，以無性繁殖的方式進行後代評估，累計近6年來育成蔬果新品種，計有蔬菜5個，毛豆4個、果樹4個，也多順利完成技術轉移。由全球暖化影響農業生產，日本農業研究機構及農企業也積極研擬對策，其中在屏東農業生物技術科技園區進駐廠商之一，日資「台隆農業科技公司」於2007年7月正式與高雄區農業改良場簽訂合作備忘錄，進行蔬菜耐熱品種開發、國際市場及品種資訊交流等。由於茄子「高雄2號」與日本茄子品種特性有明顯區隔，且可能適合在日本茄子產區推廣種植，高雄場根據「行政院農業委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」，在農委會核准後實施境外授權。因此於2007年8月即順利完成第一項技術--茄子「高雄2號」之種子及種苗販售的境外授權。對於後來育成登記之蜜棗及芒果新品種，台隆公司也積極瞭解新品種的特性，經評估可在日本九州南部地區推廣種植，因此於2008年6月再順利完成芒果「高雄3號（夏雪）繁殖栽培」及蜜棗「高雄6號（甜心）繁殖栽培」的技術境外授權。高雄場為保障育種者的智慧財產權，並提升臺灣毛豆產品在日本市場的競爭力，於2004年2月向日本申請毛豆「高雄6號」品種權登錄，2006年10月申請「高雄7號」及「高雄8號」，2007年10月申請「高雄9號」。日本「雪印種苗公司」對這4個毛豆品種有高度興趣，隨後雙方開始接觸並展開品種權授權談判。雙方經過多次的授權談判，於2008年11月初順利完成毛豆4個品種權之境外授權。綜合境外授權及談判經驗，高雄場對研發技術境外授權有下列建議：(1)善用地域優勢，研發熱帶地區農產業核心技術；(2)向授權對象務實說明技術價值，建立互信基礎；(3)加強臺灣農業技術之國際行銷；及(4)加強技術授權協商與談判技巧。

關鍵詞：品種開發、境外授權

¹ 行政院農業委員會高雄區農業改良場副研究員兼作物改良課課長

前言

高雄區農業改良場(以下簡稱高雄場)主管負責高雄、屏東、澎湖四縣市地區農業之品種、栽培技術改良及推廣服務工作。高雄場轄區的主要農作物有水稻、豆類雜糧、果樹、蔬菜及花卉等。果樹以芒果、蓮霧、荔枝、印度棗、木瓜、鳳梨等栽培面積較多。本區農業環境，夏季炎熱多雨、冬季溫暖乾旱，月平均最高氣溫為攝氏 29.6 度，最低 20.4 度，年平均 25 度，以 6 到 9 月溫度最高。雨量方面，年平均雨量為 2 千 400 多公厘，每年 5 月到 9 月為雨季，10 月至翌年 4 月是旱季。高雄場位居台灣南部，具發展熱帶農業之優越地理環境，在完成遷場硬體設備改善後，透過與鄰近之農業學術單位合作，結合理論與實務，共同研發熱帶果樹、花卉及蔬菜等新品種及栽培技術，使高雄場發展成「台灣熱帶農業研究中心」，甚或成為「世界之熱帶作物研發中心」，以提昇熱帶農產業之競爭力，落實產業發展。近年來開發的蔬果新品種深獲國內外業者的青睞，紛紛完成品種權的技轉或授權，為產業注入一股活力。

近年來新育成蔬果新品種特性介紹

茄子高雄 2 號

本品種來源係本場於民國 83 年秋作以豐產、耐寒、果型長直及品質佳之屏東長茄自交系為母本，與本場育成具果色紫紅、耐熱、抗病蟲、外觀及食用品質均優之高育 41 號為父本雜交，於民國 84 年秋作進行 F_1 組合力檢定所選出之優良雜交品系～高雜育 120 號。隨後進行各級比較試驗，特性檢定與新品系栽培法試驗等之結果表現均優異，遂於民國 90 年 5 月提出命名申請。商品名稱「紫娘」。本品種特性為果型長直，果長可達 43.6 公分，果徑 2.88 公分，果重 152.1 公克，外觀佳及果色深紫色，耐熱性強，高溫期間果皮色澤仍能維持，且果長與果重變化小，青枯病抗性呈中抗，茄果產量與良果率高，貯藏性佳，具雜種優勢之雜交一代品種。植株直立，生長勢強。播種後 76 天開花，始花期株高 52.6 公分，盛收期株高 110.5 公分。莖粗，莖色綠紫色，節間長 6.0 公分，成熟葉片長約 28.5 公分，寬 19.2 公分，葉緣形狀為波浪狀，葉色綠中帶紫。花紫色，每一花序著生 3~7 朵小花。開花後果實生育日數 20 天為採收適期。南部地區產期為 9 月～翌年 5 月，中部地區為 4~10 月。南部地區每公頃平均產量 55.1 公噸，比屏東長茄多 18.5%。中部地區 37.9 公噸，比麻芝長茄增產 29.8%。

扁蒲高雄 1 號

本品種來源係 82 年蒐集地方品種培育自交系，85 年進行雜交，91 年提出品種命名，商品名稱為「綠鐘」。其父本果型為圓筒狀，具有雌花數多及早熟之特性；母本果型為梨型，果皮呈虎斑花紋、具有特殊香氣、甜度高，口感細緻之特

性，雜交後育出之 F1 雜交種。本品種果型為圓筒狀，具有早熟的特性，春作自播種至採收 78 天，秋作 88 天，生長勢強，孫蔓每節均能開雌花而結果，果皮綠色，具虎斑花紋，甜度高，口感細緻，煮後不變黑，具扁蒲特有香氣，且營養成分高，較一般品種含有豐富之膳食纖維及 β -胡蘿蔔素，適收果種約 700 公克，適合小家庭一餐之食用量。

芋高雄 2 號

本品種之種原係在民國 79 年自屏東縣春日鄉蒐集，經性狀評估、繁殖營養系、純化及純系選種後所選拔出之優良品系高選系 26 號。經各級比較試驗、相關之檢定及栽培法試驗結果表現優異，遂於民國 91 年 12 月提出命名申請。商品名稱「早玉」。本品種特性為早熟，生育期約 7.5-8 個月；子芋整齊，呈短球形；葉片與葉柄接合處具明顯深紫色斑點；子芋香氣濃、質地較硬，口感佳。株高約 84.5 公分，生長期植株葉片維持 5~6 片。每株植株可產生 14-20 個子芋，子芋呈短球形，外型整齊；平均合格子芋(25~40 公克)單粒重約 32.3~40.3 公克。葉片與葉柄接合處具明顯紫褐色斑點，葉柄末端呈深紫色。球莖質地較硬、有彈性；風味、口感及香氣相當優良且特殊，有別於母芋品種。不會引起喉嚨及口腔過敏騷癢。合格子芋(單粒重 25~45 公克)產量為每公頃 19.3 噸。子芋總產量每公頃 27.2 噸。在南部平地或山區全年均可種植。

西瓜澎湖 5 號

本品種為黃皮嘉寶瓜新品種，商業名稱為「黃金寶」，係於民國 87 年進行自交系雜交育成之一代雜交種，於民國 92 年 9 月通過命名審查，本品種具有早生，果型整齊，高產量之優點。春作於播種後約 31 天即可開花，夏作約 27 天，比對照品種作各早 1 至 2 天。春作果實授粉後約 31 天成熟，夏作約 27 天即可採收。果重約 2.4~2.9 公斤，適合小家庭消費。其平均產量比對照種(後寮種)高出 10.6%，每果平均種子數量約為 270 粒左右，比對照品種減少 40%，種子百粒重約為 5.6 公克，比對照品種減少 45%。糖度介於 10.8~11.2⁰Brix 之間，比對照種高 1~2⁰Brix。質地甜脆，口感特殊，同時具有高纖維，有益人體健康。本品種於民國 93 年元月獲得行政院農業委員會植物新品種登記，依植物種苗法第七條之規定得推廣及銷售。

絲瓜高雄 2 號

本品種的親本來自民國 84-86 年間蒐集之圓筒絲瓜地方品種，進行觀察及單株自交純化，育成自交系。87 年雜交，於 94 年育成絲瓜一代雜交新品種，商品名稱「秋綠」。具有早熟、葉片小、果形適中、外觀佳、節成性高、豐產、品質佳、適合秋季栽培、長日結果率高、不裂果等優良特性。早期產量每公頃平均為 11.6 公噸，比對照品種平均增產 47.0%，總產量每公頃平均為 60.2 公噸，比對

照品種每公頃平均增產 28.1 %。本品種利於搶早上市，可提供高屏地區農民種植絲瓜之選擇。

稜角絲瓜澎湖 1 號

本品種商業名稱為「愛稜」，其來源係在 84-86 年間自嘉義縣與澎湖縣產區選出的品系進行純化，育成之自交系，93 年雜交而得的一代交配稜角絲瓜新品種。本品種植株蔓生，生長勢強，具早生特性，比澎湖種早 7-10 天，第 1 雌花發生節位為第 10~13 節。果實中等棒形，自然筆直，果長 40-45 公分，橫徑 5.2 公分，果皮綠色，花痕較大，果肉緻密，口感甜脆，細嫩爽口。平均單果重 432 公克，公頃產量 16-18 公噸左右。民國 97 年命名登記及完成技轉合約手續。

毛豆高雄 6 號

本品種係以雜交育種法育成，以高雄選 1 號為母本，以中生香枝豆為父本，於民國 77 年秋作進行人工雜交，91 年 4 月 12 日公告核准正式命名，商品名稱為「綠蜜」。本品種經 DNA 指紋分析及依植物種苗法申請權利登記，行政院農業委員會 91 年 8 月 8 日公告核准權利登記 15 年。本品種具有鮮莢果產量高之特性，公頃合格莢產量為 8,125~8,429 公斤，且適應性廣；合格莢多且單株三粒莢數多；鮮莢果大，五百公克合格莢數為 133~153 莢；籽粒成分具有較高的總糖、澱粉及纖維含量；籽粒有豐富異黃酮類含量；食味口感佳；適合機械採收等優良特性。並已授權移轉給產業界應用，提昇台灣毛豆產品在國際市場的競爭力。

毛豆高雄 7 號

本品種係利用雜交育種法育成，民國 78 年春作進行人工雜交，從 78 年秋作，進行雜交後代分離及培育，81 年春作由 F6 世代族群中，單株選出 KVS862，進行品係比較試驗及各級比較試驗、官能品評、異黃酮類含量分析、栽培密度試驗、肥料試驗等，90 年通過命名審查，正式命名，商品名稱為「丹波黑蜜」。春作之公頃合格莢產量 7396~7405 公斤，秋作合格莢產量 4093~5283 公斤。鮮莢果大，色澤翠綠，食味口感佳，具有良好的咀嚼性；籽粒黑又大，可加工製成糖漬蜜黑豆，附加產品價值高。籽粒具有較高的總糖含量，露菌病及紫斑病田間發生較輕。適合機械採收。

毛豆高雄 8 號

本品種之親本為高雄 5 號(母本)與高雄 3 號(父本) 於民國 80 年春作雜交之 F1，秋作再與親本高雄 5 號(父本)回交一次，母本具莢大、色澤濃綠及風味佳等特性，父本具耐寒性及產量高等特性。民國 81 年春作至 83 年春作進行雜交後代分離及培育，係以單英後裔法實施，選出「KWVS13」品系，經過各級的比較試

驗，92 年通過命名審查，公告正式命名為「高雄 8 號」，商品名稱為「冬蜜」。本品種主要特色有為冬作耐冷性強且合格莢產量高；鮮莢果大且莢色綠；合格莢率高且單株三粒莢數多；根腐病及白粉病田間發生較輕；適合機械採收；籽粒含有豐富異黃酮類含量，對人體具有保健作用；外觀品質及食味口感佳等優良性。本品種為冬季鮮莢生鮮冷藏及冷凍加工外銷用主要品種，能延長毛豆加工廠全年作業期間至 5 個月，可降低生產及加工成本，受豆農、加工業者及中日消費者歡迎，並提昇國際市場競爭力，維持台灣毛豆產業永續發展。

毛豆高雄 9 號

本品種於民國 81 年秋作進行人工雜交。82 年春作至 84 年春作進行雜交後代分離培育，係以單莢後裔法實施，選出「KVS1159」。經過各級比較試驗民國 94 年申請新品種命名為「高雄 9 號」，商品名稱為「綠晶」，本品種特色為中熟品種，植株為有限生長型，產量高且適應性廣，公頃合格莢產量，春作為 8.9~9.8 公噸，秋作為 9~9.5 公噸，屬於高產穩定性佳之品種。鮮莢果大且莢色綠，五百公克合格莢數，春作為 150~156 莢，秋作為 142~156 莢，豆莢色澤秋作為濃綠色，春作為綠色。合格莢多，單株三粒莢數多。春作結莢高度 12.5~13.8 公分，秋作 13.2~14.7 公分，抗倒伏，適合機械採收。籽粒含有異黃酮總量達 2131 $\mu\text{g/g}$ ，較對照種高雄 5 號增加 65.3%。食味口感佳，殺菁後莢色綠，原味冷凍毛豆之豆莢形狀及大小、籽粒脆度及香味均較對照高雄 5 號佳，總評高雄 9 號品種在日本外銷市場接受性高。

印度棗高雄 3 號

本品種之來源係 87 年自高朗 1 號自然授粉之實生苗選出「KIS87220」，在 12 月份生產之果實優於蜜棗，經過嫁接進行品系比較試驗，在 93 年元月提出命名審查，品種名稱為「高雄 3 號」，商品名稱為「黃金蜜棗」。本品種之特性為植株生長勢中等，枝條柔軟茂密有彈性，新梢刺少稍硬，結果量多時枝梢下垂。葉為卵狀披針形，淺綠色，開花期為 9-11 月，開花時間為雌雄蕊異熟上午開花型。平均果重約 70-110 公克左右，可溶性固形物含量約為 13-16° Brix，外表金黃色具光澤，果實呈圓形至紡垂形，肉質細緻，口感極佳。果實樹架壽命長約 7 日。本品種為早熟品種，花期長，產期自 12 月初至 3 月間，盛產期在 1 月。產量和蜜棗相似，5 年生植株產量約 70-90 公斤，因果皮較薄對葉面施肥或藥劑較為敏感，葉面施肥或病蟲害防治時，應注意環境因子調節藥劑或肥料種類及濃度。高屏棗子產區均為適栽地區。

印度棗高雄 5 號

本品種來自 87 年起由天然授粉之蜜棗或高朗 1 號開放授粉之實生後代，以實生苗選育法自 88 年至 90 年初選出之優良的品系「KIS-87074」，在 90-91 年進

行品系嫁接增殖及複選，91-93 年進行第 1、2 年品系比較試驗，93-94 年進行區域試驗，94 年申請命名審查，正式命名為「高雄 5 號」，商業名稱「青蜜」。本品種為中晚熟品種，主要產期在 12-2 月亦可延後至 3 月生產，可以適度調節產期。植株樹型屬於半開張型，栽培粗放，枝梢韌度大不易斷。葉為卵型披針狀，濃綠色，葉緣呈鈍鋸齒波浪狀，花為黃白色，上午雄蕊開裂，下午雌蕊成熟，開花期為 9-11 月，果實為圓柱形至長圓形、果蒂周圍呈方形、果皮光滑、成熟果為綠色，果粒大，果重 95-135 公克、平均糖度 12-14 °Brix 稍低於蜜棗，果皮稍厚，產量高比蜜棗高 30-50%，果肉中等細緻、甜脆多汁爽口，果實黃熟不鬆軟，酸度低 0.27-0.38%，果汁率高 71.4-73.6%，櫥架壽命約 4-6 日。

印度棗高雄 6 號

本品種係民國 88 年由天然授粉之蜜棗及天蜜雜種後代之實生苗族群中選育 6 個優良品系，再經過品系比較試驗後，選出具有果粒大、酸度低、果汁率高、果皮薄及果肉細緻等官能品評佳、櫥架壽命長等優良特性之「KIS-90302」，95 年經品種命名登記為「高雄 6 號」，商品名稱為「甜心」。本品種之特性，植株生長勢稍弱，樹形屬枝葉下垂形，新梢之刺稍長且硬，葉為卵狀披針形，葉片呈綠色，葉緣為鈍鋸齒波浪狀，葉脈為掌狀網狀脈，花序為聚繖花序，花為黃白色，下午雄蕊開裂，上午雌蕊成熟，開花期在 9 月至 11 月間。果實為卵圓形至圓錐形，果蒂周圍呈圓形，果皮光滑，果色淡綠。平均果重 90-130 公克，種子小，果肉率高。果實可溶性固形物平均，12-13.5 °Brix 酸度 0.20-0.32%。果皮薄，果肉細緻爽口，無留皮感，適合性佳。櫥架壽命約 4-6 日。產期在每年 1 月至翌年 3 月間。果皮薄，外觀易受冬雨及傷害，也要慎選防治藥劑避免提高濃度。適於高屏及嘉南地區推廣栽培，可當作授粉樹及生產兼用品種。

芒果高雄 3 號

本品種係 83-86 年間收集自屏東縣新埤鄉在來種芒果實生苗果園之品系，進行架接繁殖，87-89 年進行品系選拔選出「KMS-8302」，90-93 年進行品系比較試驗，94-96 年區域試驗，97 年 4 月命名「高雄 3 號」，商品名稱「夏雪」。高雄 3 號芒果植株生長勢中等，樹形半開張，葉片為長橢圓至披針形，嫩葉為亮磚紅色，成熟葉為綠色，花為圓錐狀聚繖花序，花序粉紅色，長約 34.7 公分，果實為橢圓形，無彎曲，果皮平滑，幼果至中果果皮為綠色，黃熟果果皮為橙黃色，成熟果蒂微凹，果重約 400-550 公克，具土芒果風味，香味極濃，可溶性固形物 12-15 °Brix，酸度 0.17-0.20%，果肉率 75-80%。果實具土芒果風味，香味濃，室溫下果實貯藏壽命約 4-6 天。室溫櫥架壽命為 4-6 天，在高屏地區產期自 5 月至 7 月上旬。套袋種類用半透明防水紙袋或牛皮雙層紙袋均可，使用牛皮雙層紙袋轉色效果佳，但成熟不易判斷，且可溶性固形物約降低 1-2%。果實成熟會從果尖開始轉色，約 10%轉黃即可採收。

植物品種境外授權

農業科技創造、管理及運用為我國農業研究發展的目的之一，行政院農業委員會積極鼓勵台灣農業科技的產業化與商品化，以將研發成果轉移產業應用。台灣農業研發成果非常適合亞洲熱帶地區，根據行政院制定之「政府科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」，農委會制定的「行政院農業委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」中，對於歸屬於國家或執行單位的研發成果，並無明文禁止研發成果境外實施，因此在經農委會核准的前提下，可將研發成果於境外實施。

高雄場轄區-屏東縣及高雄縣屬熱帶型氣候環境，是臺灣最適合研發熱帶農業技術的單位之一，由於全球暖化會嚴重影響溫帶農業的生產，日本農業研究機構及農企業積極研擬對策。日資「台隆農業科技公司」經由「屏東農業生物技術園區籌備處」陳建斌主任介紹，於2007年7月正式與高雄區農改場簽訂合作備忘錄，進行蔬菜耐熱品種開發、國際市場及品種資訊交流等。雙方建立合作關係之後，「台隆農業科技公司」有機會深入瞭解高雄區農改場的研發業務與成果，高雄區農改場則以務實原則說明其研發成果的技術價值。「台隆農業科技公司」發現茄子「高雄2號」與日本茄子品種特性有明顯區隔，且適合在日本茄子產區推廣種植，因此於2007年8月即順利完成第一項技術--茄子「高雄2號」之種子及種苗販售的境外授權。經過第一次的技術授權磋商後，雙方建立互信基礎，因此當「台隆農業科技公司」得知高雄區農改場將育成登記蜜棗及芒果新品種，就積極瞭解新品種的特性，經評估可在日本九州南部地區推廣種植，因此於2008年6月再順利完成芒果「高雄3號（夏雪）繁殖栽培」及蜜棗「高雄6號（甜心）繁殖栽培」的技術境外授權。芒果品種境外授權一事，雖然曾經有會打擊國內芒果產業發展的疑慮，但經仔細評估，受氣候的影響日本國內能生產芒果的地區及時間有限，需要溫網室的設備，產能不大，且其生產型態是樹上掛果成熟後才採收，成本相對提高，回銷台灣的機會不大，將來該品種在日本一般較平價的大量消費需求，貨源自然要仰賴台灣，再經過品種權的保護，其他地區的該品種的產品要進入日本，多一層障礙，對台灣的產業發展反而有幫助。

毛豆為台灣農產品外銷大宗的作物之一，為保障育種者的智慧財產權，並提升臺灣毛豆產品在日本市場的競爭力，高雄場已進行DNA指紋分析，並依據植物種苗法申請權利登記，於2004年2月向日本申請大豆（毛豆）「高雄6號」品種權登錄，2006年10月申請「高雄7號」及「高雄8號」，2007年10月申請「高雄9號」，上述品種均獲得日本受理申請。

毛豆品種在日本申請植物品種權，從提出申請開始、需經過公告申請、性狀檢定、資料審查、品種登錄等程序，因此需選定臺灣熟悉國際專利法律事務所，辦理申請文件翻譯及文件公證，並在日本選定一個專利事務所為高雄區農業改良

場在日本的代理人，隨時追蹤執行的進度及需準備之資料。

由高雄區農業改良場在日本的代理人備妥資料，向日本農林水產省提出申請。日本農林水產省收到申請之後審查申請品種的必要文件、申請人資格、品種名稱等資料，若符合即公告該品種的申請案號，同時啟動該品種的臨時保護。並指定日本行政法人「種苗管理中心」進行田間性狀檢定。完成檢定之後日本農林水產省召開審查會議，針對育成經過、品種特性、品種名稱、品種新穎性等資料進行審查。審查通過後日本農林水產省，即公告該品種的登錄案號等資料，同時啟動該品種在日本的權利保護。

日本「雪印種苗公司」得知高雄區農改場向日本申請毛豆品種權，約定高雄區農改場人員，於2007年3月在日本千葉縣舉辦之「日台冷凍農產貿易懇談會」會面，並表示對高雄區農改場育成的毛豆品種有高度興趣。隨後雙方開始在台灣接觸並展開品種權授權談判。日本雪印種苗公司希望取得品種權授權，以生產種子販售，提昇該公司大豆種苗的競爭力。雙方經過多次的授權談判，於2008年11月初順利完成毛豆「高雄6號」、「高雄7號」、「高雄8號」、「高雄9號」等品種權之境外授權。

目前高雄場境外授權成果有（1）2007年8月境外專屬授權茄子「高雄2號」之種子及種苗販售，授權期限6年，（2）2008年6月境外專屬授權芒果「高雄3號（夏雪）繁殖栽培」，授權期限15年，（3）2008年6月境外專屬授權蜜棗「高雄6號（甜心）繁殖栽培」，授權期限10年，（4）2008年11月大豆（毛豆）「高雄6號」、「高雄7號」、「高雄8號」、「高雄9號」品種權之境外授權，授權期限25年。上述境外專屬授權對象均為日本農企業公司。綜合境外授權及談判經驗，高雄場對研發技術境外授權有下列建議：（1）善用地域優勢，研發熱帶地區農產業核心技術；（2）向授權對象務實說明技術價值，建立互信基礎；（3）加強臺灣農業技術之國際行銷；及（4）加強技術授權協商與談判技巧。

結論

台灣的農業經營型態屬於小農制度，農產品除了內銷之外，外銷的通路在售價上無法以價格取勝，必須朝向高優質及安全衛生為目標，除了繼續研發優良品種，納入種苗法保護外，同時申請目標市場的品種權以保護智慧財產。未來台灣熱帶蔬果產業的發展除了兼顧健康優質之外，在新品種開發時，宜擴大目標市場的設定，加強品種行銷、技術授權協商與談判技巧，並在可能的通路上主張新品種應有的權利，如此台灣的產業才能在對手環伺的強大競爭壓力中脫穎而出。

參考文獻

1. 李雪如. 2009. 芒果新品種-高雄 3 號. 高雄區農業專訊第 67 期: 6-7.
2. 周國隆. 2008. 毛豆外銷新尖兵「高雄 9 號<綠晶>». 高雄區農業專訊第 65 期: 8-9.
3. 周國隆. 2008. 毛豆外銷生力軍高雄 9 號-綠晶. 高雄區農技報導第 93 期: 1-16. 高雄區農技報導第 92 期: 1-16.
4. 周國隆、鄭士藻. 2004. 毛豆「綠蜜—高雄 6 號」品種之育成. 高雄區農業改良場研究彙報 15(1): 18-35.
5. 邱祝櫻. 2008. 棗子新品種高雄 6 號 (甜心). 高雄區農技報導第 93 期: 1-15.
6. 邱祝櫻. 2008. 棗子新品種~高雄 5 號 (青蜜). 高雄區農技報導第 89 期: 1-15.
7. 邱祝櫻. 2007. 印度棗新品種高雄 5 號~青蜜及高雄 6 號甜心. 高雄區農業專訊第 62 期: 9-11.
8. 邱祝櫻. 2004. 印度棗新品種黃金蜜棗高雄 3 號. 高雄區農技報導第 50 期: 1-7.
9. 邱祝櫻. 2004. 棗子新品種高雄 3 號介紹. 高雄區農業專訊第 47 期: 8-9.
10. 施純堅、韓青梅. 2004. 黃皮西瓜一代雜交種『澎湖 5 號』之育成. 高雄區農業改良場研究彙報 15(1): 36-48.
11. 施純堅、韓青梅. 2003. 一代雜交黃皮嘉寶瓜新品種「黃金寶」育成. 高雄區農技報導第 48 期: 1-7.
12. 施純堅、韓青梅. 2003. 一代雜交黃皮嘉寶瓜先鋒新品種「西瓜澎湖 5 號」問世. 高雄區農業專訊第 46 期: 9-11.
13. 黃祥益、戴順發、黃賢喜. 2004. 芋「高雄二號」之育成. 高雄區農業改良場研究彙報 15(4): 1-18.
14. 黃祥益、戴順發、黃賢喜. 2003. 芋新品種「高雄二號」之育成高雄區農技報導第 47 期: 1-4.
15. 黃賢喜、戴順發. 2002. 茄子「高雄二號」品種之育成. 高雄區農業改良場研究彙報 13(2): 36-60.
16. 黃賢喜、戴順發. 2001. 茄子新品種「高雄二號」~紫娘. 高雄區農技報導第 37 期: 1-4.
17. 劉敏莉. 2002. 扁蒲新品種高雄一號~綠鐘. 高雄區農技報導第 43 期: 1-4.
18. 劉敏莉、吳志文、林富雄. 2003. 扁蒲高雄一號之育成. 高雄區農業改良場研究彙報 14(2): 37-55.
19. 鄭士藻、周國隆. 2003. 適合冬季栽培毛豆新品種 冬蜜~高雄 8 號. 高雄區農技報導第 46 期: 1-4.
20. 鄭士藻、周國隆. 2003. 適合冬作鮮銷毛豆新品種 冬蜜~高雄 8 號簡介. 高雄區農業專訊第 44 期: 2.

21. 鄭士藻、周國隆. 2002. 毛豆新品種高雄 7 號～鮮莢果大、可加工製成蜜黑豆. 高雄區農業專訊第 39 期: 12-13.
22. 鄭士藻、周國隆. 2002. 毛豆新品種高雄 6 號～產量高、三粒莢數多、子粒甜度高. 高雄區農業專訊第 39 期: 10-11.
23. 鄭士藻、周國隆. 2002. 毛豆新品種—「高雄 6 號」、「高雄 7 號」之簡介. 高雄區農業專訊第 39 期: 2.
24. 鄭士藻、周國隆. 2002. 毛豆新品種 高雄六號. 高雄區農技報導第 40 期: 1-4.
25. 鄭士藻、周國隆. 2002. 毛豆新品種 高雄七號. 高雄區農技報導第 42 期: 1-4.
26. 戴順發. 2005. 絲瓜新品種高雄二號～秋綠. 高雄區農技報導第 67 期: 1-11.
27. 戴順發、黃祥益. 2006. 絲瓜高雄 2 號品種之育成. 高雄區農業改良場研究彙報 17(2): 34-49.
28. 戴順發、黃祥益. 2005. 絲瓜新品種高雄 2 號秋綠品種特性及栽培管理要點. 高雄區農業專訊第 52 期: 5-7.

針對蔬菜類研究開發之傾向和需要

西野勝美¹

☐ 蔬菜之傾向（現代蔬菜）關鍵字

- * 有機栽培
- * 履歷追溯體系（Traceability）
- * 蔬菜加工產品（蔬菜汁等）
- * 務農（開發農業）
- * 當代蔬菜最先端技術之研究
 - 結合現代個體化之蔬菜
 - 食療之蔬菜
- * 健康樂活（LOHAS）
 - 重視健康及永續精神之型態生活
- * 蔬菜與人類
 - 蔬菜與人類間之橋樑
- * 健康養生法
 - Macro-Bio-Thic
- * 傳統蔬菜

☐ 為求健康之蔬菜

- * 蔬菜等於健康嗎？
- * 人體所需蔬菜攝取量
- * 蔬菜擁有多樣效用
- * 生活習慣與蔬菜
- * 食物纖維之重要性
- * 關於蔬菜具有抗氧化作用
- * 食育與蔬菜（對於飲食之知識與保健生活）

¹ 台隆農業科技股份有限公司副董事長

十字花科蔬菜耐熱育種及採種

謝明憲¹、劉依昌²、許涵鈞²、林棟樑³、王仕賢⁴

十字花科(*Brassicaceae*, 舊名 *Cruciferae*), 是植物中最繁盛的科之一, 大約有 388 個屬, 約 3000 餘種, 原產自北半球溫帶地區, 現已被引種到世界各地。十字花科可供人類食用當為蔬菜種類主要有甘藍類 *Brassica oleracea*: 例如甘藍(cabbage)、花椰菜(cauliflower)及芥藍(kale)等; 白菜類 *Brassica rapa*: 例如蕪菁(turnip)及白菜(Chinese cabbage); 油菜類 *Brassica napus*: 例如油菜(rapeseed)、*Raphanus sativus*: 例如蘿蔔(common radish), *Armoracia rusticana*: 例如辣根(horseradish)。

近年來由於十字花科蔬菜富含獨特的硫配醣體 (Glucosinolates), 具有防癌的功效(Talalay & Fahey, 2001; IARC, 2004), 當青花菜或花椰菜等蔬菜經截切、咀嚼等機械力破壞之後, 會釋放出內生性酵素 Myrosinase 水解 Glucosinolates, 產生具有生物活性的異硫氰酸鹽(isothiocyanates)及吲哚, 這些特殊的化學物質, 能增加我們體內酵素系統的活性來清除致癌物質(Lampe & Peterson, 2004)。由於癌症、老化及許多慢性疾病的發生和氧化傷害有關, 因此能減少自由基所造成的氧化傷害, 便能預防或延緩癌症、老化等。異硫氰酸鹽能透過活化體內酵素, 間接提高我們體內細胞的抗氧化能力, 並能毒殺腫瘤細胞。其中青花椰菜芽特別富含異硫氰酸鹽(Keck & Finley, 2004), 其抑制體內致癌物質的效果強大。而十字花科蔬菜裡另一個重要的植物化學物質, 吲哚衍生物: 靛基質-3-甲醇 (Indole-3-carbinol, I3C) 同樣能抑制腫瘤的生長, 並有研究證實, 靛基質-3-甲醇能預防和雌激素相關的癌症發生(Longcope, 1990)。其中以甘藍中含有抗癌的化學成分最多(單&吳, 2005), 具有抗氧化作用也最強(孫&黃, 2003)。十字花科蔬菜重要性及經濟價值也因此倍受肯定, 不僅被廣泛的栽培且全球消費量也逐年增加。在全球蔬菜類作物生產中, 十字花科蔬菜也已佔有相當重要地位, 例如在 2007 年甘藍之全球生產面積為第六名, 約 3,088,328 公頃(表 1)。

高溫逆境對十字花科蔬菜生產及採種之影響

十字花科蔬菜雖然被廣泛的栽培且全球消費量也逐年增加, 但因該類蔬菜原產自北半球溫帶地區, 溫帶地區主要於春夏季間, 氣溫回升時栽培, 亞熱帶及熱帶區域則限於秋冬季冷涼期間栽培, 若欲於夏季生產則需移往中高海拔山區種

¹ 行政院農業委員會台南區農業改良場副研究員

² 行政院農業委員會台南區農業改良場助理研究員

³ 行政院農業委員會台南區農業改良場研究員兼作物改良課課長

⁴ 行政院農業委員會台東區農業改良場研究員兼副場長

植。近年來由於全球暖化問題日愈嚴重，喜好冷涼環境中生長的十字花科蔬菜生產及採種面臨高溫逆境障礙，也日愈受到重視。依據政府間氣候變遷問題小組(The Intergovernmental Panel on Climatic Change, IPCC)研究報告指出預估全球氣溫每隔十年上升約 0.3°C (Jones *et al.*, 1999)，如此將引發全球暖化問題。氣溫上升之主要問題為可能改變農作物栽種期及收穫期，更嚴重影響適合生產的地理分佈及栽培季節 (Porter, 2005)。環境溫度逐漸升高的問題，對未來全世界的農作物生產也是一項嚴重的威脅 (Hall, 2001)。

十字花科蔬菜面對環境溫度逐漸升高的問題，主要仍需藉由育種手段提升該作物耐熱性。而作物的耐熱性定義為在形態結構或生理生化代謝方面所具有的對高溫逆境的適應能力。高溫逆境傷害為植物處於某程度高溫及歷經一段時間後出現足以導致對植物生長及發育造成不可回復的高溫傷害。一般而言，當在溫度方面的突然的升高，且通常高於原本周遭環境 10~15°C，植物易於出現高溫逆境傷害。不過，高溫逆境的熱傷害涉及高溫強度、持續性及原溫度所增加的比率等複雜作用。對作物育種者而言，提升作物耐熱性，就是增進作物在高溫逆境下可維持正常生長發育及產生經濟產量的能力。以耐熱甘藍為例，通常則是在結球期

表 1. 世界性重要蔬菜全球年栽培面積(公頃)

蔬菜種類別	1967	1977	1987	1997	2007
Beans, dry	23,925,421	24,306,124	25,611,532	25332376	26918076
Potatoes	21,400,798	19,069,667	17,946,463	18728298	19327261
Sweet potatoes	11,480,209	12,379,270	9,129,188	9,175,036	9,093,081
Tomatoes	1,782,476	2,277,917	2,771,220	3,407,258	4,626,232
Watermelons	1,929,536	1,903,086	2,529,865	2,528,018	3,601,910
Cabbages	1,280,574	1,414,992	1,791,381	2,180,199	3,088,328
Eggplants (aubergines)	617,715	648,334	839,586	1,267,739	2,043,788
Pumpkins, squash and gourds	1,047,302	757,515	937,512	1,235,641	1,503,336
Other melons (inc.cantaloupes)	552,374	563,169	890,391	885,857	1,277,474
Carrots and turnips	397,323	486,176	600,732	827,398	1,205,125
Garlic	535,932	533,677	771,260	927,350	1,204,711
Lettuce and chicory	393,614	430,782	499,845	733,121	1,065,955
Cauliflowers and broccoli	278,887	367,145	541,959	751,801	1,022,770

註：資料來源：<http://www.fao.org/>

間逢炎熱氣候環境下仍能順利結球，沒有不結球、結球鬆散或葉球重銳減等問題(謝等, 2003)。而夏季與秋季氣候最大的差異在於夏季常面臨高溫問題，高溫會增進甘藍葉片蒸散速率，但不利於甘藍的葉球乾物重累積，且會延遲葉球的生長及發育(Iwama 等, 1952)。因此在甘藍耐熱性選育試驗，葉球重是一項重要性指標。

高溫逆境對十字花科蔬菜採種的最大影響，通常在氣溫高於 29°C 時會抑制抽苔、開花及結籽等生理生化調控(Morrison & Stewart, 2002)。以油菜為例，Polowick and Sawhney (1987) 研究調查 *B. napus* 植株生長於溫度高達 28/23° 日夜變溫即足以導致油菜花朵變小。Polowick and Sawhney (1988) 進一步發表指出 *B. napus* (cv. Westar) 植株生長在 28/23° 日夜變溫環境，雖然花朵變小但不影響開花結莢之稔實性，然若植株生長的環境日夜變溫提高至 32/26°C，將導致花朵的萼瓣、花瓣及雄蕊發育受阻，形態更為縮小及且導致開花結莢不稔。

十字花科蔬菜開花習性及採種特性

十字花蔬菜因原產於溫帶冷涼地區，需要有適度的低溫刺激才能誘導花芽分化，惟實際上滿足春化需求的低溫程度及期間則依不同蔬菜種類及品種而有很大差異。在大部分青花菜及早生花椰菜(early maturity or summer cauliflower)約在 25°C 的環境，足已誘導花芽分化，因此在台灣平地通常不需要進行任何低溫春化處理。但對於甘藍類(*Brassica oleracea*)之晚生種花椰菜、結球甘藍、球莖甘藍或抱子甘藍等，滿足春化所需之低溫通常需在 10°C 以下，且需處理約 2 個月(表 2)。若未滿足低溫春化需求將導致誘導延遲開花、開花不完全或甚至逆春化問題發生。對於這些菜種，誘導花芽分化的春化低溫，除需要足夠的低溫程度及處理期，且在大部分情況下，5°C 是最適合誘導進行甘藍類蔬菜低溫春化處理，誘導花芽分化。春化的溫度過低或過高，通常將會延長低溫春化所需時間。而依作物進行春化作用的生育時期度不同，可分為綠植株春化型及種子春化型二種，甘藍類蔬菜(*Brassica oleracea*)，屬綠植株春化型，通常植株須達一定成熟度以上，始能感應低溫誘導花芽分化，然在白菜類(*B. rapa*)及油菜類(*B. napus*)則屬於種子春化型，在種子萌芽開始適當的低溫處理即可誘導花芽分化。

在十字花科育種方面，長久以來一直以溫帶地區的日本、荷蘭及美國等國家為主。臺灣地處亞熱帶，氣候溫暖，緯度不高，很多十字花科蔬菜因為低溫期不足而無法開花，只有低溫需求較少的種類，如小白菜、油菜及芥藍菜類等，比較容易開花留種，也較易於進行採種及育種。至於低溫需求量較多，不太容易開花的結球白菜、芥菜及蘿蔔等，也會因某年冬季比較寒冷，偶而會有一些植株抽苔開花，因而有機會可以繼續留種。因此臺灣地區多數種苗業者，基於台灣的特殊氣候環境，十字花科育種重點多朝向低溫需求量不多的種類進行選育，或加強適

合亞熱帶地區栽培的品種進行雜交選育，以此為基礎，再進一步開發適合不同氣候類型的栽培品種。例如結球白菜、花椰菜、青花菜、小白菜、芥菜、包心芥菜及油菜等，國內業者不僅已建立自有品牌之品種，且能供應臺灣地區農民栽種所需之種苗，但對於甘藍及青梗白菜等則仍需由日本進口。因此國內業者除了可加強自有品種的多樣性外，如何取代進口種苗，仍須政府與業者共同努力。

表 2. 甘藍類蔬菜之利用特性及開花習性

作物名稱	學名	食用部位	開花習性	誘導花芽分化及開花需求
芥藍 Kale	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>	葉	二年生	植株莖徑粗約 3~4 mm 以上，以 4.5°C 低溫處理約 6 週
結球甘藍 Cabbage	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	葉球或頂芽	二年生	植株莖徑粗約 6~8 mm 以上，以 4.5°C 低溫處理約 6 週
抱子甘藍 Brussels sprouts	<i>B. oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>	側芽	二年生	類似甘藍
球莖甘藍 Kohlrabi	<i>B. oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>	嫩莖	二年生	10°C 低溫處理約 1~2 週
花椰菜 Cauliflower	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	花蕾	二年生	早熟品種在 25°C 即可滿足春化需求，無需特別低溫處理 晚熟品種在植株莖徑粗約 6~8 mm 以上，以 4.5°C 低溫處理約 6 週
青花菜或中國芥藍 Broccoli or Chinese kale	<i>B. oleracea</i> var. <i>italica</i>	嫩花序	一年生	低溫有促進花蕾球發育，但非花蕾球發育所必需

十字花科蔬菜耐熱育種之可行性

十字花科蔬菜大多性喜冷涼，主要栽培於溫帶地區，在熱帶、亞熱帶地區多種植在冷涼的高山地帶或者在冷涼的季節種植。因此，熱帶、亞熱帶地區若要進行耐熱性育種工作，則需注意從耐熱種原能否開花，如何鑑定耐熱性及雜交種子能否量產等問題，茲簡述如下：

一、誘導種原開花及耐熱篩選

熱帶與亞熱帶地區十字花科蔬菜採種的困難之處，在於冬季低溫不足無法誘導晚生種花椰菜、結球甘藍、球莖甘藍或抱子甘藍等花芽分化及開花，或因開花期及種子成熟期遭遇高溫，造成種子品質及產量之下降。以往甘藍類蔬菜，只能在溫帶地區進行商業採種，熱帶與亞熱帶地區因冬季低溫不足，往往無法進行採種工作，大多利用高海拔山區進行少量之採種工作(沈,1987; 沈,1995; Shinohara, 1977)。例如臺灣曾於 1951 年開始成立高海拔地區十字花科蔬菜採種試驗(陳,1985; 蕭, 1958)，其中甘藍自 1951 年到 1957 年間共有進行 3 年採種試驗，惟每公頃產量平均僅約 0.5 公斤(陳,1985)，與日本之每公頃種子產量 500 至 700 公斤相差甚大(Shinohara, 1977)。沈再發氏(1982)研究葉深與初秋之採種量，利用武陵農場高冷地(海拔 1700 公尺)培育初秋甘藍結球後，切除葉球後繼續培養，再於 11 月移植至鳳山平地種植，單株採種量可達 18.8 公克。此種利用高冷地春化處理再移植平地之方式，因成株體積大且不易堆積，需要較高的運輸成本，而不利採種產業發展。

然而台灣為處亞熱帶及熱帶區域，在南部地區秋冬季氣候乾燥頗適於蔬菜採種，而夏季期間高溫高濕氣候環境，則適合於各類十字花科蔬菜進行耐熱篩選工作。台南區農業改良場為克服亞熱帶地區甘藍類蔬菜育種瓶頸，自民國 89 年建立甘藍幼苗人工春化技術，順利在臺灣南部平地於秋冬季進行採種工作(王等, 2000)；該技術方法為於依據甘藍種原可感應低誘導春化苗齡及低溫需求程度雖有差異，但研究發現約以 45~60 天苗齡植株，進行低溫處理約 6~9 週，處理溫度均為 5℃，光照時數 16 小時，光照強度 1,000 Lux 之低溫春化處理條件，對於大多數甘藍或晚生種花椰菜種菜均可誘導花芽分化及開花。因此，也成功建立亞熱帶地區甘藍耐熱育種模式，對於大部分甘藍類蔬菜耐熱育種操作流程。其流程為耐熱種原材料育苗→人工春化→平地開花結實→夏季耐熱篩選→單株扦插之輪迴程序。但在雜交種子經濟生產，為求降低生產成本，仍建議易於溫帶地區，但可參考不同種原在應人工低溫滿足低溫春化需求程度差異，調整播種期及控制低溫春化處理期的長短，來調節花芽分化，控制作物開花，克服父母本花期不遇的難題，確保雜交種之父母本同時抽薹開花，確保穩定的採種量。

二、耐熱種原的蒐集及引進

耐熱性育種的成敗首先取決於耐熱性材料的引進和篩選，但由於耐熱性的遺傳規律較為複雜，有關十字花科蔬菜耐熱性的研究大多集中在大白菜、蘿蔔等上。Opena et al(1994)認為大白菜在高溫下的結球能力屬於簡單遺傳，是由隱性單基因控制的質量性狀，通過雜交可提高某些抗熱品種的產量，更顯示耐熱種原的蒐集及引進之重要性。亞洲蔬菜中心(AVRDC)藉由耐熱種原的蒐集

及經由雜交的方法獲得了大白菜的耐熱品種(亞蔬一號、亞蔬二號等)，也證明了Opena的理論具有一定的正確性。在日本耐熱甘藍品種之育成則歸功於引入台灣原有甘藍的葉深系統，(辻本建男和山本昌司, 1986；李, 1982)，例如初秋甘藍即由葉深與早夏系統(Early Summer)雜交而得(李, 1982)。但初秋在日本屬耐熱品種，卻無法在本省夏季平地種植，主因日本屬溫帶區域之國家，而台灣位於亞熱帶地區，因此溫帶區域所培育的耐熱甘藍品種，在亞熱帶地區其耐熱性則嫌不足。

三、種原耐熱性鑑定方法及有效性

在十字花科蔬菜耐熱性的鑑定上，可採用的指標很多，但回顧現有相關研究結果，對耐熱性鑑定多針對一個或少數指標性狀進行，儘管一些方法在一些作物上可以成功應用，但許多仍缺乏普遍性，因此應用多個指標性狀鑑定耐熱性是有其必要性。此外，目前耐熱性鑑定，依作物生育期可分為成株期及苗期鑑定，但仍存在一些問題，成株期鑑定，將花費大量的時間、人力及物力，且受到栽培環境條件及面積所限制；但當雜交組合數目過多時，將致實驗的可重複性相對較差，因此對於實驗分析的條件相對要求較高。雖然苗期鑑定具有節省分析時間、人力及物力支出，但需要有更明確及簡便的形態及生理生化指標的鑑定方法，始能有效確定真正耐熱性，目前常用的方法主要大約可分為下列三種：

(一) 外部形態或經濟性狀鑑定法

以外部形態的反常變化或經濟性狀變化為依據來鑑定蔬菜耐熱性，是一種比較直觀現實的方法，容易為育種工作者所接受，也是深入研究的基礎。高溫逆境下，植物的外部形態往往發生反常的變化，從而影響植物的正常生長發育，使其經濟性狀發生變化。Kuo(1981)等研究發現，結球白菜耐熱材料的根系在高溫下生長旺盛，不耐熱材料則易受高溫影響而限制根系的生長。因此，耐熱材料在炎熱的夏季形成葉球的能力與其根系生長是否良好，可作為評估指標。蘿蔔耐熱品種在高溫逆境，因仍有多片功能葉，通常葉型為板葉、葉面積大、葉厚、葉色深綠，葉的外部形態而被認為是衡量其品種耐熱性的重要指標(韓, 1997)。結球葉菜類如甘藍及結球白菜，能在高溫環境下結球即是耐熱性的一個重要指標(羅, 1996; 謝, 2003)；張連宗(1985)則提出耐熱結球大白菜定義在平均氣溫持續超過25℃的環境條件下，能夠正常發育而形成緊實的葉球，惟上述方法在溫帶地區難以適用。因此有學者提出可在結球白菜幼苗期鑑定其耐熱性，苗期以32℃高溫處理10天，若葉片呈皺縮及反捲，通常是大白菜發生熱害的代表徵症狀，能夠穩定準確地鑑別品種的耐熱性(吳等, 1995)。對植物的形態特徵，尤其是可在苗期判斷其植株耐熱性的某些特徵，加以研究，能提高選拔精確度，加速育種進程，但目前有關這方面的研究尚不完整。

(二) 微觀結構鑑定法

耐熱性之微觀結構鑑定雖然較複雜，但較準確及客觀，從細胞學的角度可為耐熱育種提供理論依據。在高溫逆境下，蘿蔔耐熱品種具有皮氣孔密度大、體積小、開度小，葉肉細胞排列緊密，很少出現質壁分離，葉柄維管束總面積大，具有發達的形成層及厚壁組織，耐熱品種葉柄內維管束總面積是不耐熱品種的1.5 倍以上且有發達的形成層和厚壁組織，故其保水能力強，而這些結構特點均是為保持水分，避免受高溫失水傷害的重要性狀指標(韓等,1997)。甘藍在38~39℃ 高溫逆境環境下，耐熱品種葉肉細胞結構仍能保持正常狀態和完整性，而不耐熱品種在相同環境下葉綠體膜斷裂、解體、類囊體片層鬆散、排列紊亂，基質片層模糊不清(苗等, 1994)，這些特性說明耐熱品種可以抵抗熱脅迫對細胞結構的傷害。Welker等(1994)認為儘管甘藍葉片的蠟粉密度及結構與它對光的反射有關，但對其抗熱性無影響，但他們在隨後的研究中(Welker等,1994)藉由掃描式電子鏡顯微鏡觀察到耐熱品種葉片表面蠟粉晶粒緻密，故認為耐熱性可能與蠟粉晶粒的結構和數量有關，並進而影響結球能力。而上述藉由觀測高溫逆境下植物微觀結構變化，均可以為耐熱育種提供細胞學的理論依據。

(三) 生理生化指標鑑定法

植物的耐熱性是植物適應高溫條件的一種特性，惟高溫條件下植物體內生化代謝變化複雜，目前已知高溫逆境引起的膜脂過氧化過程中 O_2^- 、 H_2O_2 等有毒物質的產生速度與保護酶系統在高溫下的活性共同決定著植物的耐熱性。在高溫逆境時過氧化物酶(POD)活性先下降後升高，且耐熱品種無論在高溫或是常溫條件下POD活性均較感熱品種高，這可能與POD 具有很好的熱穩定性有關(何等,1997)。Fujita等(1995)發現甘藍的POD在38℃ 的高溫環境約10分鐘仍能保持較高活性；但在大白菜時則發現經高溫逆境後，POD活性下降，過氧化氫酶(CAT)活性提高，超氧化物歧化酶(SOD)活性先提高後下降(吳等,1995)。在不結球白菜則觀察到耐熱品種在高溫逆境時能保持較高SOD活性現象(劉等,1992)。Bowler(1992)則認為儘管SOD可清除 O_2^- ，減輕膜脂過氧化對細胞內其他部位的傷害，但這種保護作用是有限的。此外耐熱品種通常在高溫逆境下水分吸收及喪失能在較大範圍內保持平衡，因而有較強的耐熱能力。Kuo(1981)等藉由比較耐熱及不耐熱結球白菜品種在高溫條件下的水勢、汁液滲透勢、汁液電導率、相對含水量等的研究，結果發現，耐熱品種葉片的壓力勢高，滲透勢低，整個生育期電導率都高且相對含水量較高，葉片厚，高溫條件下保持直立而能達到結球的目的。此外，結球白菜的水分蒸散速率無論在常溫或高溫條件下均隨品種耐熱性的增加而加快，差異極顯著。高的蒸散速率有利於降低植物體的溫度，避免造成熱傷害。高水

分蒸散速率與其葉面氣孔密度較大有關。雖然品種耐熱性與蒸散速率成正比相關，但是由常溫轉至高溫時蒸散速率提高的比率則與品種的耐熱性成反比，這一現象與葉片含水量降低一致，再次表明耐熱品種在高溫下失水較慢(葉等,1997)。惟目前生理生化鑑定法常因研究者採用的材料、方法不同而得出不同的結果，這一現象還有待於進一步研究。

四、一代雜交品種採種問題

十字花科包含許多重要的經濟類作物，如白菜、甘藍、蘿蔔、莖用芥菜、甘藍型油菜等。優勢育種是十字花科作物品種改良的重要途徑。在十字花科作物的優勢育種中，除利用自交不親和系以外，利用雄性不育系是一條重要的途徑。因此不論利用自交不親和性或雄性不孕性均可以省去人工去雄，在蔬菜育種及採種，對於雜種優勢利用有著重要應用價值。

植物的自交不親和性(Self incompatibility, SI) 是有花植物特有的柱頭識別自體花粉和異體花粉，阻止自體花粉萌發的細胞信號轉導過程，是一種廣泛存在的阻止近親繁殖，促進進化的精確遺傳屏障。自交不親和性和雄性不育性是莖臺屬蔬菜成功生產雜交種子的兩種方式。自從日本1950 年首次將自交不親和系統應用於甘藍和白菜育種以來，盡管SI 具有難以生產自交種子的缺陷，但由於這種生產系統選育容易且種子產量要比雄性不育系更高，因此目前大部分的重要莖臺屬作物仍主要通過自交不親和系統生產F₁雜交種子。自交不親和系統對十字花科植物不同種的分化和適應性進化具有重要意義。十字花科莖臺屬作物的自交不親和性過程在遺傳上由具有複等位基因的單基因位點控制，具有明顯的複等位基因多態性，該基因位點又稱為S基因座(S Locus)。莖臺屬植物的SI 屬於典型的孢子體SI。根據Bateman 在1955 年的調查，在182 種十字花科作物中有80 種表現自交不親和性，其中57 種莖臺屬植物中有50 種表現自交不親和性(Hinata *et al.*, 1994)。

然而莖苔屬作物自交不親和性應用問題，主要為自交不親和性的不穩定性導致的雜交種純度下降及自交不親和系繁殖困難等，目前台南區農業改良場應用二氧化碳處理配合蜜蜂釋放技術，已成功建立「甘藍及花椰菜親本採種技術」，且該項技術已授權6家業者使用，克服自交不親和系繁殖困難。

在植物雄性不孕的雜交種子生產的用途，主要因植物不能產生有活力花粉，而可以當作雜交母本，在十字花科蔬菜雄性不育種類，主要分為細胞核雄不育及細胞質雄不育，目前十字花科蔬菜雄性不孕的研究逐漸受到重視及也已開始運用於實際雜交種子生產，惟由於雄不育系，常因可能帶有缺乏蜜腺、花朵偏小或花蕾易黃化等性狀缺陷，而導致在實際採種操作上，面臨蜜蜂不願訪花的問題發生。

台南區農業改良場晚生種花椰菜採種技術研發歷程及重要成果

臺灣地區花椰菜採種屬少數仍具競爭力的產業，但目前只限於早生及中生種之採種，因花椰菜屬綠植物春化感應型作物，晚生種花椰菜採種必須依賴充足的自然低溫才能正常開花，採種量依每年的自然低溫不同而變化極大。本試驗之最終目的希望能在台灣南部平地建立穩定且低成本的採種技術，以利提升國內花椰菜採種產業之競爭力。

試驗規劃分三階段執行，第一階段為建立於台灣南部平地穩定採種技術，試驗以 565、562 及 729 等三個晚生種品系為材料，播種後 55 天分四批苗進行 (A). 5°C；(B). 5°C+GA₃ 100 ppm；(C). 10°C；(D). 10°C+GA₃ 100 ppm 等四項處理，春化處理 55 天，光照時數 16 小時，光強度 1000lux。GA₃ 處理試驗於春化處理結束，苗株定植後第 7 天以 GA₃ 100 ppm 噴施處理。結果顯示單株採種量在品系與溫度之間呈現交感作用，其中“565”以 5°C 春化處理者，種子產量(15.82 g)高於 10°C(12.05 g)，而“562”及“729s”則以 10°C 春化處理者種子產量較高；GA₃ 處理，雖有提早開花效果，但會降低單株採種量，其中“565”在 5°C 春化處理項配合噴施 GA₃ 處理者，種子產量顯著低於未施者。種子千粒重比較結果，三品系經由自然低溫誘導開花者，其種子千粒重均顯著低於人工低溫春化之各處理組。

第二階段工作為夏季高冷地育苗採種效益及品種反應評估，試驗材料及方法以晚生種四品系(565、579、581 及 729)為材料，定植於南投縣仁愛鄉清境及台南市東區(台南場舊場)二地，所有材料分四批播種，播種後 55 天依序置入低溫環境進行春化處理 55 天、45 天、35 天及 25 天，光照時數 16 小時，光強度 1000lux。結果顯示 565 及 579 二品種以高冷地區育苗有較高單株採種量表現，581 及 729 二品種以平地育苗有較高單株採種量；此外，不同日數低溫春化處理比較結果，除 565 春化處理 55 天有較高單株採種量表現，579、581 及 729 三品種均以春化處理 45 天有較高單株採種量。

第三階段工作為建立商業化親本留種技術，試驗材料及方法以晚生種二品系(565 及 729)為材料，供試材料經低溫春化後，分別以土耕方式栽種於簡易溫室及氣密溫室，簡易溫室區在花期採用人工蕾期授粉，氣密溫室區在花期應用 CO₂ 氣體處理及配合釋放蜜蜂進行授粉。結果顯示 581 及 729 二品種，均以 CO₂ 氣體處理並配合釋放蜜蜂授粉者，有較高單株採種量。

綜合試驗結果顯示，人工低溫春化處理技術確實可達到晚生種花椰菜平地採種之目的，且顯著提升種子品質之效果，而應用 CO₂ 氣體處理並配合釋放蜜蜂授粉技術，更可大幅降低親本採種之成本，達到提升國內花椰菜採種產業競爭力之目標。

參考文獻

1. 王仕賢、張春蕉、林棟樑、顏永福、吳明哲. 2000. 甘藍平地採種之研究. 台南區農業改良場研究彙報 37: 56-64.
2. 沈再發. 1987. 熱帶地區十字花科蔬菜之種子生產和春化處理研究. 台灣省農業試驗所專刊. No. 21.
3. 沈再發. 1995. 蔬菜採種. 作物種原保育技術研習會專刊. 台灣省農業試驗所編印.
4. 李伯年. 1982. 蔬菜育種與採種. 茂昌圖書有限公司. 台北.
5. 吳國勝、曹婉紅、王永健. 1995. 細胞膜熱穩定性及保護酶和大白菜耐熱性關係. 園藝學報 22: 352-358.
6. 吳國勝、王永健、曹宛虹、姜亦巍、張麗蓉. 1995. 大白菜熱害發生規律及耐熱性篩選方法的研究. 華北農學報 10: 111-115.
7. 何亞麗、沈劍、王惠林. 1997. 冷地型草坪草耐熱機理處探. 上海農學院學報 15: 128-132.
8. 苗琛、利容千、王建波. 1994. 甘藍熱脅迫葉片細胞的超微結構研究. 植物學報 36: 730-732.
9. 孫靜、黃建. 2003. 十字花科蔬菜的防癌作用. 國外醫學衛生學分冊. 30: 19-24.
10. 陳火英、張建華、汪隆植. 1991. 蘿卜幼苗耐熱性與過氧化物酶和超氧化物歧化酶關係的研究. 上海交通大學農學學報 8: 265-269.
11. 陳培昌. 1958. 臺灣蔬菜之高冷地採種. 蔬菜討論會專題講演集. 國立臺灣大學.
12. 張連宗. 1985. 結球白菜耐熱性育種. 夏季蔬菜生產改進研討會專輯. 臺灣省桃園區農業改良場. 1985. 35-53.
13. 單毓娟、吳坤. 2005. 十字花科蔬菜的癌症預防作用. 國外醫學衛生學分冊 32: 269-273.
14. 葉陳亮、柯玉琴、陳偉. 1997. 大白菜耐熱性的生理研究 III. 酶性和非酶性活性氧清除能力與耐熱性. 福建農業大學學報 26: 498-501.
15. 劉維信、曹壽椿. 1992. 高溫對不結球白菜細胞膜透性過氧化物酶活性等的影響. 南京農業大學學報 15: 115-117.
16. 蕭世民. 1958. 臺灣蔬菜之採種. 蔬菜討論會專題講演集. 國立臺灣大學農學院專刊第七號 p. 42-46.
17. 韓笑冰、利容千、王建波. 1997. 熱脅迫下蘿蔔不同耐熱性品種細胞組織結構比較. 武漢植物學研究 15: 173-178.
18. 謝明憲、王仕賢、林棟樑、王仁晃. 2003. 甘藍優良品系選拔及組合力檢定. 台南區農業改良場研究彙報 42: 32-44.
19. 羅少波、李智軍、周微波、飛彈健一、中島武彥. 1996. 大白菜品種耐熱性的

- 鑒定方法. 中國蔬菜 2: 16-18.
20. 辻本建男、山本昌司. 1986. 品種特性及作型適應性. 農業技術大系. 野菜編第七輯 農山漁村文化協會. 日本 pp59-82.
 21. Bowler C., Van Montagu M., and Inze D. 1992. Superoxide dismutase and stress tolerance. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 43: 83-116.
 22. Fujita, S., Saari, N. B., Maegawa, M., Tetsuka, T.; Hayashi, N., Tono, T. 1995. Purification and properties of polyphenol oxidase from cabbage (*Brassica oleracea* L.). *J. Agric. Food Chem.* 43:1138-1142.
 23. Hall, A. E., 2001. *Crop Responses to Environment*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
 24. Hinata K, Isogai A, Isuzugawa K. 1994. Manipulation of sporophytic self-incompatibility in plant breeding. In: Williams E G, Knox R B and Clarke A E. Genetic control of self-incompatibility and reproductive development in flowering plants [M], Kluwer, Dordrecht, 1994. 102-115.
 25. Iwama, S., N. Hamashima, and M. Serizawa. 1952. Ecological studies on vegetables at regions of different altitude. I. Ecological behaviors of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata L.) *J. Jan. Soc. Hort. Sci.* 21: 241-250.
 26. IARC 2004. *Handbooks of Cancer Prevention. Cruciferous vegetables (Vol 9)*. International Agency for Research on Cancer (WHO), Lyon.
 27. Jones, P. D., New, M., Parker, D. E., Mortin, S., Rigor, I. G., 1999. Surface area temperature and its change over the past 150 years. *Rev. Geophys.* 37: 173-199.
 28. Keck AS, Finley JW. 2004. Cruciferous vegetables: Cancer protective mechanisms of glucosinolate hydrolysis products and selenium. *Integr Cancer Ther.* 3: 5-12.
 29. Kuo C G, Tsay J S. 1981. Physiological responses of Chinese Cabbage under high temperature. In: Tale kar, N. S. And Griggs, T. D.(eds) *proc. 1st International symposium on Chinese cabbage*, AVRDC, Shanhua, Taiwan, 1981. 217-224
 30. Lampe JW, Peterson S. 2002. Brassica, biotransformation and cancer risk: Genetic polymorphisms alter the preventive effects of cruciferous vegetables. *J Nutr.* 132: 2991-4.
 31. Longcope C. 1990. Relationships of estrogen to breast cancer, of diet to breast cancer, and of diet to estradiol metabolism. *J. Natl. Cancer Inst.* 82: 96-7.
 32. Morrison, M. J., Stewart, D.W., 2002. Heat stress during flowering in summer brassica. *Crop Sci.* 42: 797-803.
 33. Polowick, P. L., and V. K. Sawhney. 1987. A scanning electron microscopic study on the influence of temperature on the expression of cytoplasmic male sterility in *Brassica napus*. *Can. J. Bot.* 65: 807-814.
 34. Polowick, P. L., and V. K. Sawhney. 1988. High temperature induced male and

- female sterility in canola (*Brassica napus* L.) Ann. Bot. (London) 62: 83-86.
35. Porter, J. R., 2005. Rising temperatures are likely to reduce crop yields. Nature 436: 174.
36. Shinohara, S. 1977. Vegetable seed production method in tropical and subtropical countries. Uchihara International Agricultural Training Center. Japan International Cooperation Agency.
37. Talalay P, Fahey JW. 2001. Phytochemicals from cruciferous plants protect against cancer by modulating carcinogen metabolism. J Nutr. 131: 3027S-33S.
38. Verhoeven, D. T. H. 1996. Epidemiological studies on *Brassica* vegetable and cancer risk. Cancer Epidemiol. Biomarkers P rev, 5: 733-748.
39. Welker, O. A. and Furuya, S. 1994. Surface structure of leaves in heat tolerant plants. J. Agron. Crop. Sci., 173: 279-288.
40. Welker O A,, Furuya S. 1995. Influence of heat stress on growth and leaf epicuticular structure of cabbages. J. Agronomy & Crop Science. 174:53-62.

近年來台南區設施肥培管理技術之研究

林晉卿¹、黃瑞彰¹、林經偉²、江汶錦²、吳建銘²

摘要

茄科果菜類為台灣重要作物，其中以中南部為大宗，為生產新鮮、安全、健康、高優質的農產品，以設施週年進行栽培是可行的方式。西南部平原設施面積居全台之冠，如何有效利用設施進行週年性栽培，避開連作障礙，以達到設施生產的高經濟效益，肥培管理是重要的關鍵之一，以下介紹近年來幾項台南區有關設施肥培管理技術的研究。叢枝菌根菌是一種存在土壤中能與許多植物共生之有益真菌，由於叢枝菌根菌能促進作物生長與增加產量，故被視為一種生物性肥料，尤其在一些逆境環境下接種叢枝菌根效果更為明顯。番茄能與叢枝菌根菌共生良好，為研究接種菌根菌對不同番茄品種的促進效果，於農友301、種苗七號與台中亞蔬十號接種菌根菌，三番茄品種幼苗生長勢均以接種*Glomus mosseae*最佳，三品種均以接菌處理產量較高，顯示接種菌根菌有增產效果。此外探討接種菌根菌對番茄在環境逆境與生育之影響，進行鹽分處理對菌根番茄生育之影響研究，試驗結果顯示兩品種（種苗7號、台中亞蔬10號）無論是否鹽分逆境處理，接種菌根菌處理均較未接種處理有較高的產量，且果實榨汁率與糖度亦以接菌處理較高。另進行設施內養液配方對甜瓜及番茄生育的影響，研究不同氮素施用濃度（120，240，360 ppm）對甜瓜（農友淑芬）果實品質之影響。結果顯示360 ppm的氮素處理在春作之表現，不論果重、果徑及榨汁率均較其他兩處理高，但糖度則較低，綜合三種處理在果重、果徑及榨汁率及糖度的表現，氮肥用量以240 ppm最佳。此外，調查不同氮鉀肥施用比例（0.5、1、1.5）對甜瓜（嘉玉、嘉輝）生育的影響，結果顯示N/K比例為1.5處理，不論是嘉玉或嘉輝品種均有較大之果重、果周徑及榨汁率，但糖度較低，畸型果率較高；調查不同氮鉀肥施用比率對番茄（種苗10號，桃佳，紅美）產量與品質之影響，初步結果顯示三個番茄品種均以N/K比例為1之處理有較大之均果重，而N/K比例為1.5處理在榨汁率及糖度方面表現較差。此外為發展可供本土特定經濟作物使用的控釋型肥料，以複合肥料作為肥料核心製成外裹覆生物膠的包膜控釋型氮肥，將所製成的肥料，應用於設施甜瓜及番茄的滴灌系統栽培，初步結果顯示，可以取代養液供肥而有不錯的效果。

¹ 行政院農業委員會台南區農業改良場副研究員

² 行政院農業委員會台南區農業改良場助理研究員

前言

台灣地處熱帶與亞熱帶，四面環海，溫濕度均高，雨量充沛，全年適合作物之成長，然而由於季風之盛行，氣候變化大，對作物之生長仍存有許多不利之影響，例如冬天有寒流來襲，夏季常見雷雨、颱風之侵害，春季梅雨冗長，北部地區之冬季多雨，此種氣候逆境造成作物產量與品質的不穩定。早期國內之園藝與特作作物因屬小農經營，資金不足，土地利用粗放，溫室設施栽培僅限於小面積之菇類生產。近年來，國民所得增加，消費者對於農產品品質之要求提高，產期調節栽培已逐漸為農民所重視。為穩定產量、提高品質、調節產期、供應標準化與規格化之農產品，設施栽培漸成為農業企業化經營方式。

由於農業受到自然環境之限制，單位面積生產能力往往無法完全發揮。設施栽培是以人為方式建構適合作物生長的空間，使作物消極方面不受外界風雨之影響，積極方面則利用光線、溫度、濕度調節方式提供作物最適合之生長空間，進而得到提高產量，穩定生產品質之效果。依據行政院主計處 2005 普查初步報告，我國採用設施栽培之農牧戶已有 3 萬餘戶，占總農牧戶數之 4%，面積約達 19,429 公頃。目前利用設施栽培之主要作物，以洋香瓜、木瓜與盆花類作物列居前三位。常見之設施有隧道式膠布棚、溫室、網室等，其覆蓋資材可為透明之玻璃、塑膠布或塑膠網，耕作方式有利用養液栽培之砂耕、礫耕、水耕、袋耕、籃耕等，但由於上述方式所需栽培資材及設備昂貴，技術門檻較高，故目前設施內栽培仍以土耕方式居多。

設施內地表的環境因設施覆蓋而起很大的變化，與露天栽培不同的是雨水、溫度及光線。設施內土壤由於自然雨水被阻隔，導致部分未被作物吸收的肥料累積在土中；又設施內氣溫較高，與露天栽培兩者相差可高達 9°C 左右，蒸散發量較露天栽培大，土壤中的水溶性離子，易隨毛細管水分由下向上移動。在這種狀態下，可把土壤的可溶性鹽類帶至地表，使表土鹽分累積更為嚴重。鹽分過度累積將造成環境的逆境，對作物生長極為不利^(2, 6, 12, 13, 19, 20, 21, 23, 24, 30)。

目前設施栽培面積在台南區轄區內持續增加，除小部份為蘭花栽培之精密溫室外，大都為簡易型塑膠布溫室，由於降溫效果有限，夏季高溫為簡易型塑膠布溫網室栽培之問題所在。簡易塑膠布溫室栽培在高溫環境下易產生作物生理障礙（著果不良、果實轉色不良、畸型果、裂果、徒長）、養分失衡（缺鈣、缺硼）、病蟲害嚴重（環境潮濕，根部病害易發生）、水分蒸散作用旺盛、土壤或介質 EC 值過高。如何克服設施栽培的困難，進行適當的肥培管理技術，是我們迫切需要進行的課題。

近年來試驗研究與結果

台南區農業改良場近年來有關設施肥培管理技術的研究可分為三方面：

一、設施裁培養液的研究

設施養液栽培可分為土耕養液栽培及無土養液栽培（如岩綿、泥炭及椰纖、水耕等），台南場轄區內養液栽培以土壤養液栽培及泥炭、椰纖等介質養液栽培為主，且栽培作物以瓜果類及茄果類為大宗，並以開放式養液組成為主要，表1 列出養液肥培管理與傳統肥培管理的區別。本場研究所使用的養液配方及供液量，主要以張和李（2005）的養液濃度和配方為雛型（表2、表3），以下概述幾項本場有關的試驗研究。

表1. 養液肥培管理與傳統肥培管理之區別（張和李，2005）

項目	養液肥培管理	傳統肥培管理
肥料種類	高溶解性之化學肥	化學肥、有機肥、微生物肥料等
施肥方法	以管路系統進行噴施或滴施	撒施、溝施、條施等
施肥頻度	高頻度(甚至一日數回)，少量多施	低頻度(數週之追肥或數月之基肥)，多量少施
供水方式	控制性給水	雨水、溝渠給水或地下水
栽種類別	以精緻栽培之高經濟價值作物為合宜	一般作物

表2. 滿天星、玫瑰、小胡瓜每日需水量（公升/日/分地）（張和李，2005）

作物	冬季		夏季	
	苗期	收穫期	苗期	收穫期
滿天星	300~400	1000~1200	500~700	2000~2500
玫瑰	500~700	1500~1800	800~1000	3000~3500
小黃瓜	600~800	3000~4000	1500~2000	6000~8000

表3. 荷蘭 Sonneveld 氏之番茄養液配方與張等調整配方之比較

要素	Sonneveld氏 濃度(ppm)	調整配方濃度(ppm)		
		幼苗～第一 花房著果	小果～ 中大果	中大果～ 收穫
硝態氮	192	60~112.5	45~115	36~85
銨態氮	17.5	17.5~60	35~105	35~84
磷	38	38	38	38
鉀	342	360~420	300~375	360~420
鈣	170	250~350	300~400	300~400
鎂	48	36~48	36~48	36~48
鐵	0.84	2	2	2
錳	0.55	0.55	0.55	0.55
鋅	0.33	0.33	0.33	0.33
硼	0.32	0.32	0.32	0.32
銅	0.05	0.05	0.05	0.05
鉬	0.05	0.05	0.05	0.05

(一) 土耕養液研究

1. 夏菜冬花耕作模式

土壤性質為砂質壤土、pH 7.46、EC(飽和)1.42 dS/m，多花菊(Vyking，Darklinker 二品種)，番茄(台南亞蔬六號、農友301、種苗七號、種苗八號四品種)，多花菊生育初期養液供液量(養液使用配方見表4) 800 L/day/分地，中期(30—70 cm) 1500~2000 L/day/分地，蕾期1000~1500 L/day/分地，N—P—K使用濃度分別為150—80—300 ppm，初期使用半量，中期使用全量，蕾期使用半量，土壤飽和抽出液EC維持在2.5~3 dS/m，使用此等供液方式使植株營養生育良好。番茄生育初期養液供液量1200 L/day/分地，始花期1500~2000 L/day/分地，結果期2000~2500 L/day/分地，N—P—K使用濃度分別為120—80—300 ppm，初期使用半量，始花期使用全量，結果期使用1.2倍全量，土壤飽和抽出液EC維持在 2.5~3.5 dS/m，植株營養生育良好。

表4. 養液使用配方如下（每日噴灌三次）

要素	多花菊 (ppm)	番茄 (ppm)
銨態氮	75	80
硝態氮	75	40
磷	80	80
鉀	300	300
鈣	80	250
鎂	60	60
鐵	3	5
錳	0.5	0.5
銅	0.05	0.05
鋅	0.2	0.2
硼	0.3	0.3
鉬	0.05	0.05

2. 養液不同氮鉀比對洋桔梗切花品質之影響

洋桔梗（中早生種之羅莎綠、羅莎彩粉、及佛朗明哥彩粉，中晚生品種白金紫），生育初期養液供液量1200 L/day/分地，中期(15—45 cm)1500~2000 L/day/分地，蕾期及花期1000~1200 L/day/分地，N—P—K使用濃度分別為120—70—120 ppm (N/K=1/1)，120—70—240 ppm (N/K=1/2)，120—70—360 ppm (N/K=1/3) 三處理。土壤飽和抽出液之EC維持在2.0~3.5 mS/cm。生育過程中僅中晚生品種出現缺鈣之現象，缺鈣率約30%，推測中晚生品種對鈣之需求較高。由切花品質調查結果顯示（表5），氮鉀比降低，花梗直徑、花朵數及瓶插壽命有增加之趨勢，氮鉀比提高，則節間較長，花梗較柔細，花朵數降低。氮鉀比例對單瓣品種之佛朗明哥彩粉及白金紫之切花長度有顯著影響，但對重瓣之羅莎綠及羅莎彩粉之切花長度表現則不顯著。N/K=1/1者其花梗直徑顯著小於1/2及1/3者，單瓣及重瓣品種之結果均相同。

另進行不同氮素施用，對洋桔梗切花品質影響調查，氮素施用濃度分別為120、240、360 ppm，三處理之土壤飽和抽出液 EC 維持在1.5~3.0 mS/cm。由表6 定植30天調查植株生育性狀，結果顯示初期 360 ppm氮素施用量可促進花梗抽高。全生長期施用 360 ppm 氮素之切花，花梗直徑、花朵數及瓶插壽命有減少之趨勢，且節間較長，花梗較柔細。

表5. 不同氮鉀比對洋桔梗切花品質之影響

處理	長度 (cm)	節間數	花梗直徑 (mm)	花朵數	瓶插壽命 (天)
羅莎綠					
N/K=1/1	68.3a*	6.8a	4.12b	11.1a	6.3a
N/K=1/2	68.1a	6.9a	4.51a	10.2a	6.5a
N/K=1/3	67.4a	7.0a	4.63a	11.1a	6.8a
羅莎彩粉					
N/K=1/1	63.3a	5.8a	4.38c	7.0b	7.5b
N/K=1/2	63.5a	5.6a	4.73b	8.6a	8.3ab
N/K=1/3	64.2a	6.0a	5.09a	9.7a	8.5a
佛朗明哥彩粉					
N/K=1/1	74.8b	7.9a	4.70b	11.1b	6.3b
N/K=1/2	79.0a	7.6a	5.39a	12.8a	6.8ab
N/K=1/3	76.7ab	7.5a	5.51a	12.6a	7.3a
白金紫					
N/K=1/1	98.7a	8.6a	5.46b	8.4c	8.3b
N/K=1/2	92.6b	8.5a	6.12a	10.2b	8.8ab
N/K=1/3	94.8ab	8.7a	6.23a	11.7a	9.5a

* 同一品種同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著 ($P < 0.05$)

表 6. 不同氮素施用量對洋桔梗切花品質之影響

品種與處理 (ppm)	切花長度 (cm)	莖徑 (mm)	花朵數	瓶插壽命 (day)	定植 30 天株高 (cm)
羅莎綠 120	69.05±2.05	4.65±0.10	10.2±0.7	7	19.79±0.52
羅莎綠 240	69.00±1.78	4.61±0.20	9.6±1.0	7	19.55±0.50
羅莎綠 360	70.75±1.47	4.17±0.35	8.5±1.5	6	20.65±1.03
白金紫 120	90.30±2.09	5.69±0.32	11.4±1.0	10	13.78±0.91
白金紫 240	87.55±0.41	5.31±0.16	10.0±0.6	9	15.20±0.98
白金紫 360	92.35±3.11	4.55±0.19	7.9±0.6	9	15.76±0.86

(二) 無土養液栽培

1. 不同氮素施用量對小胡瓜果實品質之影響

(1) 試驗介質：泥炭土，作物：小胡瓜（夏輝全雌品種，單為結果），生育初期養液供液量1500~2000 L/day/分地，結果期2500~3000 L/day/分地。氮素施用濃度分別為120、240、360 ppm三處理，表7 為試驗之要素配方。於定植五週及八週調查果實品質、生育性狀及介質化學性質（表8、表9）。結果顯示 360 ppm氮素施用量處理其畸形果率及流產果率較高，且果實乾物重較低。推測夏季高溫，氮素的吸收利用率特別快，此時若氮素施用過量，常出現枝葉繁茂之現象，致畸型果及流產果之發生率高，對小胡瓜之生產影響甚巨。

表 7. 小胡瓜果實品質影響試驗之要素配方

處理	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
	ppm											
N=120	90	30	40	240	80	30	2	0.55	0.32	0.33	0.05	0.05
N=240	180	60	40	240	80	30	2	0.55	0.32	0.33	0.05	0.05
N=360	270	90	40	240	80	30	2	0.55	0.32	0.33	0.05	0.05

表 8. 春作不同氮素施用量對小胡瓜果實品質影響

試驗處理	畸形果率		流產果率		(乾物重/鮮重)*100	
	(%)		(%)		(%)	
	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
N=120	12.0	44.4	2.1	3.3	4.44	4.13
N=240	19.6	50.0	2.4	5.7	4.17	4.06
N=360	33.3	61.1	3.7	9.2	4.15	4.05

備註：1st 5月5日進行第一次果品調查，畸形果率=（畸形果數/著果數）×100，流產果率=（流產果數/雌花數）×100
2nd 5月26日進行第二次果品調查

表 9. 夏作不同氮素施用量對小胡瓜果實品質影響

試驗處理	畸型果率 (%)		流產果率 (%)		(乾物重/鮮重)*100 (%)	
	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
N=120	18.5	53.3	4.7	7.2	4.35	4.10
N=240	37.2	67.5	5.3	8.4	4.13	4.05
N=360	52.5	83.1	5.4	11.5	4.08	4.01

備註：1st 8月10日進行第一次果品調查

2nd 8月31日進行第二次果品調查

(2) 試驗介質：泥炭土，作物：小胡瓜，春作品種為蜜燕及麗翠兩品種（全雌單為結果品種），秋作品種為河童盛夏 1 號、河童盛夏 11 號及麗翠三個品種（全雌單為結果品種）。春作苗期及營養生長期養液供液量 1200~2000 L/day/分地，結果期 3000~5000 L/day/分地，秋作苗期及營養生長期養液供液量 1500~2000 L/day/分地，結果期 3500~5000 L/day/分地，要素配方同表 7。氮素施用濃度分別為 120、240、360 ppm 三處理。於定植五週及八週調查果實品質、生育性狀及介質化學性質（表 10、表 11）。結果顯示 360ppm 氮素施用量處理不論在春作或秋作之各品種，其畸形果率及流產果率較高，且果實乾物重較低。由試驗結果推測氮素的吸收利用率遠高於其它養分要素，若氮素施用過量，常出現枝葉繁茂之現象，畸形果及流產果之發生率高，對小胡瓜之生產影響甚巨。

表 10. 春作不同氮素施用量對小胡瓜果實品質影響

處理		畸型果率*		流產果率		(乾物重/鮮重)*100	
		(%)		(%)		(%)	
		蜜燕	麗翠	蜜燕	麗翠	蜜燕	麗翠
1 st	N=120	0	1.1	73.5	1.3	3.16	4.22
	N=240	0	7.5	92.2	3.7	3.07	4.15
	N=360	0	8.2	92.5	5.2	3.05	4.12
2 nd	N=120	0	2.6	21.7	2.1	3.24	4.29
	N=240	0	9.6	35.3	16.8	3.11	4.17
	N=360	0	21.2	46.5	19.1	3.10	4.13

備註：* 畸型果率 = (畸型果數/著果數) × 100，流產果率 = (流產果數/雌花數) × 100

1st 第 1 次果品調查，2nd 第 2 次果品調查

表 11. 秋作不同氮素施用量對小胡瓜果實品質影響

處理	畸型果率*			流產果率			(乾物重/鮮重)*100		
	(%)			(%)			(%)		
	1 號	11 號	麗翠	1 號	11 號	麗翠	1 號	11 號	麗翠
N=120	11.5	8.4	1.1	13.5	9.0	3.3	6.12	6.56	4.39
N=240	22.7	10.8	7.2	18.5	12.5	5.7	6.06	6.42	4.30
N=360	26.5	21.1	8.5	30.4	25.5	14.5	5.79	6.09	4.11

備註：品種為河童盛夏 1 號、11 號及麗翠

* 畸型果率 = (畸型果數/著果數) 100，流產果率 = (流產果數/雌花數) × 100

2. 不同氮素施用量對洋香瓜品質之影響

品種為農友淑芬品種，春作苗期及營養生長期養液供液量 1200~1800 L/day/分地，開花結果期至採收期 2500~4000 L/day/分地，氮素施用濃度分別為 120、240、360 ppm 三處理，要素配方同表 7。採收期進行果實品質調查。試驗結果顯示 360 ppm 氮肥處理葉片中氮含量較 120 及 240 ppm 處理高，但其它養分要素有相對較低之現象。介質之 pH 及 EC 值，三種處理間變化不大。果品分析結果顯示（表 12）360 ppm 氮素施用量處理在春作之表現，不論果重、果徑及榨汁率均較 120 及 240 ppm 處理高，但糖度表現則較 120 及 240 ppm 處理低。綜合三種處理在果重、果徑及榨汁率及糖度等果品表現下，氮肥施用量應以 240 ppm 最佳。

表 12. 洋香瓜不同氮素施用量對果實品質影響

試驗處理	平均果重	果徑	糖度	榨汁率
	(g)	(cm)	(°Brix)	(%)
N=120	1078	12.8	12.8	80.56
N=240	1469	14.6	13.2	81.85
N=360	1618	15.3	10.6	82.19

3. 不同氮鉀肥比例施用量對美濃瓜果實品質影響

品種為農友嘉玉及嘉輝，養液 N/K 比例處理為 0.5、1、1.5（配方見表 13）。春作苗期及營養生長期養液供液量 1200~1800 L/day/分地，開花結果期至採收期 2500~3500 L/day/分地。介質調查發現 N/K 為 1.5 處理有較高之 EC

值及pH值。果品分析調查結果（表14）顯示N/K比例為1.5處理不論是嘉玉或嘉輝品種均有較大之果重、果周徑及榨汁率，但糖度低，畸型果率較高。夏作因陰雨颱風多，授粉時間較春作晚2日，約定植後 30日授粉。夏作苗期及營養生長期養液供液量每分地1500~2000 L/day/分地，開花結果期至採收期3000~4500 L/day/分地，夏作栽培介質調查發現各處理較春作均有較高之EC值，推測夏季溫度較高，介質水分蒸散作用較旺盛所致。果實品質調查顯示各處理之果重、果周徑均較春作之各處理大，但糖度表現較春作低，畸型果率亦較春作稍高。夏作各處理間之果實品質表現與春作同，以 N/K 比例為 1.5 處理不論是嘉玉或嘉輝品種均有較大之果重、果周徑及榨汁率，但糖度低，畸型果率較高。

表 13. 美濃瓜不同氮鉀肥比例之要素配方

處理	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
N/K	ppm											
0.5	90	30	40	240	80	30	0.5	0.55	0.32	0.33	0.05	0.05
1.0	180	60	40	240	80	30	0.5	0.55	0.32	0.33	0.05	0.05
1.5	270	90	40	240	80	30	0.5	0.55	0.32	0.33	0.05	0.05

表 14. 春作不同氮鉀肥施用比例對美濃瓜果實品質之影響

試驗處理	畸型果率 (%)		果重 (g)		果周徑 (cm)		榨汁率 (%)		糖度 (°Brix)	
	嘉玉	嘉輝	嘉玉	嘉輝	嘉玉	嘉輝	嘉玉	嘉輝	嘉玉	嘉輝
春作										
N/K=0.5	8.9	0	346	389	28.4	29.1	77.8	78.1	13.3	13.5
N/K=1	7.8	0	421	489	29.3	30.5	79.3	79.6	13.8	14.2
N/K=1.5	36.7	6.7	452	513	30.1	31.2	80.4	80.9	10.9	10.7
夏作										
N/K=0.5	12.1	1.2	373	451	28.9	29.1	79.4	78.6	12.3	13.1
N/K=1	14.7	0.7	474	542	29.9	31.8	79.7	79.3	12.4	12.9
N/K=1.5	31.8	7.6	502	589	31.7	32.3	81.1	81.3	9.4	9.8

4. 不同氮鉀肥施用比率對番茄產量與品質之影響

不同氮鉀肥施用比率(0.5, 1, 1.5)、番茄品種(種苗 10 號, 桃佳, 紅美), 春作苗期養液供液量 1200~1800 L/day/分地, 營養生長期及開花結果期至採收期 2500~3500 L/day/分地, 養液配方同表 13。植體葉片分析調查結果顯示, N/K=1.5 處理三種品種葉片中均有較高之氮含量, 但其它養分要素相對較低。而不同氮鉀肥施用比對果實品質影響(表 15)之調查, 三個番茄品

種均以 N/K=1 處理有較大之均果重，而 N/K=1.5 處理在榨汁率及糖度方面表現較差，顯示高 N/K 比施用對果實品質有較差之表現。另秋作進行不同磷肥施用量處理（40、80、120 ppm）對番茄生育影響試驗調查，苗期養液供液量 1500~2000 L/day/分地，營養生長期及開花結果期至採收期 3000~4000 L/day/分地。植體葉片分析調查結果顯示，120 ppm 磷肥施用量處理葉片中均有較高之磷含量，但氮含量相對低於其它兩處理。果實品質影響之調查（表 16）發現，三個番茄品種均以磷肥 40 ppm 處理有較大之均果重及榨汁率，但糖度表現則以磷肥 120 ppm 施用量處理較佳。

表 15. 春作不同氮鉀肥施用比例對番茄果實品質影響

	處理 N/K	均果重 (g)	榨汁率 (%)	糖度 (°Brix)	酸度 (%)
種苗 10 號	0.5	186.9	75.48	4.39	4.0
	1	237.4	74.53	4.26	4.0
	1.5	213.8	74.11	4.18	3.6
桃佳	0.5	175.5	76.46	3.97	5.0
	1	227.1	75.48	3.85	4.6
	1.5	207.4	70.12	3.91	4.2
紅美	0.5	173.8	68.81	4.45	4.2
	1	205.3	70.44	4.43	4.0
	1.5	214.6	62.59	4.25	4.0

表 16. 秋作不同磷肥施用量對番茄果實品質影響調查

	處理 磷肥 ppm	均果重 (g)	榨汁率 (%)	糖度 (°Brix)	酸度 (%)
種苗 10 號	40	235.1	73.35	4.22	4.1
	80	218.5	72.43	4.17	4.2
	120	193.2	70.10	4.85	4.5
桃佳	40	197.3	74.37	4.87	4.4
	80	189.7	74.42	4.97	4.3
	120	175.6	73.97	5.65	4.3
紅美	40	205.8	70.34	4.02	4.2
	80	203.2	69.22	4.23	4.2
	120	186.8	68.83	4.86	4.3

綜合言之，土壤養液栽培的優點包括：1.土壤緩衝性大，較不易失肥、缺水，2.不需介質成本，3.水分及肥料利用效率高，4.較傳統土耕節省勞力。土壤養液栽培之缺點包括：1.易有連作障礙及根部病蟲害發生，輪作較佳，2.較無法隨時依氣候環境變化，精確調整施肥量及要素比例，3.設備及肥料成本高，相對投資報酬率較傳統土耕低。介質養液栽培之優點則有：1.避免連作障礙，複作指數高，2.養分可依作物生育狀況隨時調整，產量品質較穩定，可週年生產，3.水分及肥

料利用效率高，4.較不易發生根部病蟲害。介質養液栽培之缺點有：1.設備、介質及肥料成本高，相對投資報酬率較傳統土耕低，2.介質緩衝性小，易失肥、缺水，操作複雜，難度高。

二、控釋型肥料應用於設施蔬果栽培

藉由施用控釋型肥料，可以達到提高肥料效率、進而節省能源、避免增加環境負荷、降低人工成本的目的。目前台灣每年進口控釋型肥料約兩億元，高品質的進口控釋型肥料，通常應用在設施、家庭、庭園作物等方面。本研究除進行控釋型肥料的研發，並將所研製之控釋肥料實際運用於設施栽培，觀察實驗室的分析數據與田間種植表現的關聯。因此選擇數種生物膠包膜肥料，探討其應用於設施甜瓜和設施番茄的栽培。實驗室養分釋放速率測定及代表的意義見表17，冷水可溶出率指冷水（15℃以下）、24小時可溶出的量，熱水可溶出率指熱水（60℃以上）、24小時可溶出的量。

表 17. 控釋肥料氮的釋放比率及釋放期間

不同比例	釋放期間
I、冷水可溶氮	幾個星期
II、冷水不可溶但熱水可溶氮	幾個月
III、熱水不可溶氮	1-2 年

摘自 Hays J. T. (1965)

1. 控釋型肥料應用於設施洋香瓜栽培

試驗地點：本場精密設施溫室，品種：洋香瓜藍寶石，96年2月2日移植

試驗設計：RCBD 設計，4 處理，6 重複，每重複 6 棵。

試驗處理：

A. 好康多加微量 (13-11-13-2TE, 180 天) $N-P_2O_5-K_2O=12.9-10.9-12.9$ g/株

B. 遠心流裹覆肥 (10%生物膠) $N-P_2O_5-K_2O=13.7-13.7-13.7$ g/株

C. 糖衣機裹覆肥 (10%生物膠) $N-P_2O_5-K_2O=13.7-13.7-13.7$ g/株

D. 糖衣機裹覆肥 (10%生物膠) $N-P_2O_5-K_2O=9.1-9.1-9.1$ g/株

設施洋香瓜試驗用之肥料溶出率見表 18，試驗期間土壤 EC 的變化見表 19，由於 B、C 處理肥料包裹的效果較好康多差 (表 18)，所以 A 處理介質初期 EC 值較高，而本實驗中遠心流裹覆肥的包裹肥料效果較糖衣機的效果為佳 (表 18)，所以初期 B 處理的 EC 值較 C 處理為低。洋香瓜果品分析結果列於表 20，由表 20 可知果重以好康多處理最小，C 處理最大，達顯著差異，可能與市售好康多肥料初期釋出較慢，無法應付洋香瓜生育初期的需肥量。

表18. 設施洋香瓜試驗用控釋肥料的溶出率

不同溫度	N	P	K
	溶出率(%)		
a*-10℃	0.3	0.04	0.09
a-30℃	0.6	0.2	0.4
a-60℃	4.6	0.7	2.5
b-10℃	18.2	2.9	25.6
b-30℃	20.6	3.2	26.7
b-60℃	36.9	4.6	54.0
c-10℃	23.6	2.4	38.6
c-30℃	35.1	3.4	47.2
c-60℃	47.5	5.6	63.0

*a. 好康多加微量(13-11-13- 2TE，180 天)，N-P₂O₅-K₂O=13-11-13

b. 遠心流裹覆肥（10%生物膠），N-P₂O₅-K₂O=14-14-14

c. 糖衣機裹覆肥（10%生物膠），N-P₂O₅-K₂O=14-14-14

表19. 設施洋香瓜試驗期間土壤EC的變化

處理	種植 11 天	種植 25 天	種植 39 天	種植 53 天
	EC(dS/m)			
A*	0.40	0.30	0.24	0.36
B	1.29	1.11	0.26	0.36
C	1.47	0.75	0.25	0.35
D	1.15	0.55	0.25	0.35

*A. 好康多加微量 (13-11-13- 2TE，180 天),N-P₂O₅-K₂O=12.9-10.9-12.9 g/株

B. 遠心流裹覆肥 N-P₂O₅-K₂O=13.7-13.7-13.7 g/株

C. 糖衣機裹覆肥 N-P₂O₅-K₂O=13.7-13.7-13.7 g/株

D. 糖衣機裹覆肥 N-P₂O₅-K₂O=9.1-9.1-9.1 g/株

表 20. 洋香瓜果品分析

處理	單果重(g)	周徑(cm)	果腔厚度(cm)	糖度(°Brix)	網紋
A	746	36.5	2.94	11.87	2.6
B	822	37.5	3.24	11.32	2.5
C	945	39.0	3.07	11.07	2.6
D	898	38.7	3.01	11.53	2.6
LSD	66	0.9	0.15	0.85	0.2

註：處理同表 19

2. 控釋型肥料應用於設施番茄栽培

試驗地點：嘉義縣太保鄉設施田，品種：番茄小蜜，1月20日移植

試驗設計：RCBD 設計，4 處理，3 重複，每重複 47 棵。

試驗處理：CK 農民養液滴灌。

A. 好康多加微量 (13-11-13- 2TE, 180 天), $N-P_2O_5-K_2O=6.36-5.38-6.36$ g/株。

B. 遠心流裹覆肥 $N-P_2O_5-K_2O=6.85-6.85-6.85$ g/株

C. 糖衣機裹覆肥 $N-P_2O_5-K_2O=6.85-6.85-6.85$ g/株

設施番茄試驗用之肥料溶出率同設施洋香瓜 (表 18)，試驗期間土壤 EC 的變化見表 21，由於試驗中期以後至採收期，農民將養液濃度調高，使得滴灌區的 EC 顯著高於其他處理。設施番茄產量及品質調查結果見表 22，由於 B、C 處理肥料包裹效果差，所以造成後期缺肥，產量低於滴灌區。而 A 處理卻由於肥料包裹性過佳，在番茄生育期肥料釋放慢，使得植株產量最差。不同處理間以 A 處理的榨汁率顯著低於對照組，糖度則以 C 處理最佳，且顯著高於 A 處理。B、C 處理有較佳的糖酸比，且顯著高於對照組。表 23 為設施滴灌養液總養分供應量，而每分地設施番茄總施用控釋肥料約 16 公斤。由 1,2 田間實驗結果可知，直接拿市面販售的進口控釋型肥料用在本土經濟作物，並不可行，因為一般進口肥為大宗使用的肥料，養分釋放速率不一定符合所需。

表 21. 設施番茄試驗期間土壤 EC 的變化

處理	EC(dS/m)			
	20 天	50 天	80 天	110 天
CK *	1.81	3.22	4.09	4.28
A	0.73	0.90	0.95	1.03
B	1.86	0.87	1.09	0.96
C	1.82	0.91	0.97	0.89
LSD	0.74	0.45	0.73	0.52

*CK 農民養液滴灌處理

A. 好康多加微量, $N-P_2O_5-K_2O=6.36-5.38-6.36$ g/株

B. 遠心流裹覆肥, $N-P_2O_5-K_2O=6.85-6.85-6.85$ g/株

C. 糖衣機裹覆肥, $N-P_2O_5-K_2O=6.85-6.85-6.85$ g/株

表 22. 不同肥料處理對設施番茄產量的影響

處理	總產量 (kg/分地)	單粒重 (g)	榨汁率 (%)	糖度 (°Brix)	酸度 (%)	糖酸比
CK	3253	7.28	74.6	7.60	0.39	19.8
A	1486	8.75	68.7	7.51	0.36	21.2
B	1754	7.58	71.7	8.03	0.33	25.3
C	2034	8.31	72.3	8.26	0.35	24.7
LSD	573	1.99	5.3	0.69	0.05	3.68

註：處理同表 21

表 23. 設施養液滴灌用量

元素 (kg/0.1ha/season)	番茄	美濃瓜
N	22.89	11.97
P	6.10	3.99
K	36.63	23.95
Ca	11.48	8.02
Mg	6.10	3.99
S	15.03	9.82
Fe	0.077	0.050
Mn	0.076	0.050
Cu	0.007	0.005
Zn	0.050	0.033
B	0.049	0.032
Mo	0.007	0.005
Cl	0.032	0.017

3. 控釋型肥料應用於設施美濃瓜栽培

(1) 地點：嘉義縣太保鄉設施田，品種：嘉玉，2007/06/23 定植

試驗設計：RCBD 設計，4 處理，3 重複，每重複 24 棵。

肥料處理：CK. 農民養液滴灌。

A. 進口肥 SOFT 100 (12-12-12,100 天) N-P₂O₅-K₂O=15.7-15.7-15.7 g/株
及磷酐 2.6 g/株 (施用過磷酸鈣)B. 糖衣機裹覆肥(7%生物膠)N-P₂O₅-K₂O=15.7-15.7-15.7 g/株及磷酐 2.6
g/株 (施用過磷酸鈣)

C. 糖衣機裹覆肥 (7%生物膠+腐植酸) N-P₂O₅-K₂O=15.7-15.7-15.7 g/株
及磷酐 2.6 g/株 (施用過磷酸鈣)

設施美濃瓜試驗用之肥料溶出率見表 24，比較表 24 及表 18，可知本次肥料包覆的效果較設施番茄及洋香瓜實驗用的為佳。試驗期間不同處理介質 EC 的變化見表 25，由於試驗期間農民養液濃度調高，使得對照滴灌區的 EC 顯著高於 A,B,C 處理。又由於美濃瓜生育期短 (6 月 23 日~8 月 14 日)，包裹性佳的肥料反而造成肥料釋放率差，因此在採收期，控釋肥料的肥分仍未完全釋放出來。不同處理設施美濃瓜產量及品質調查結果見表 26，A，B，C 三處理的產量均低於對照區，推測由於 A，B，C 三種控釋肥料的釋放慢於美濃瓜需肥時期，所以導致產量偏低，且均與對照組有顯著差異。

表 24. 設施美濃瓜試驗用控釋肥料的溶出率

不同溫度	N	P	K
	溶出率(%)		
a*-10°C	1.9	1.21	1.44
a-30°C	2.6	1.32	2.41
a-60°C	6.8	1.57	6.60
b-10°C	4.7	2.34	5.79
b-30°C	5.8	3.14	7.10
b-60°C	9.0	5.27	12.47
c-10°C	6.6	2.99	7.01
c-30°C	7.3	3.27	7.96
c-60°C	19.0	11.09	22.80

*a 好幫手 (12-12-12,180 天)

b. 糖衣機裹覆肥 (7%生物膠),14-14-14

c. 糖衣機裹覆肥 (7%生物膠+腐植酸),14-14-14

表 25. 設施美濃瓜試驗期間土壤 EC 的變化

處理	EC(dS/m)			
	10 天	18 天	25 天	32 天
CK *	3.17	3.02	3.29	3.61
A	0.59	0.70	0.81	0.89
B	1.70	0.95	1.02	0.75
C	1.94	0.89	0.93	0.84

*CK 農民養液滴灌處理

A. SOFT 100 (12-12-12,100 天) N-P₂O₅-K₂O=15.7-15.7-15.7 g/株及磷酐 2.6 g/株

B. 糖衣機裹覆肥 (7%生物膠) N-P₂O₅-K₂O=15.7-15.7-15.7 g/株及磷酐 2.6 g/株

C. 糖衣機裹覆肥 (7%生物膠+腐植酸) N-P₂O₅-K₂O=15.7-15.7-15.7 g/株及磷酐 2.6 g/株

表 26. 不同肥料處理對設施美濃瓜產量及品質的影響

處理	產量 (kg/0.1ha)	周徑 (cm)	果重 (g)	果肉重 (g)	果汁重 (g)	糖度
CK	2308a*	30.8b	424.2b	222.7b	201.1b	12.8a
A	926b	32.3b	473.2b	252.5ab	207.0b	11.4a
B	1298b	34.8a	627.6a	298.8a	259.0a	12.2a
C	1328b	35.1	653.2a	278.2ab	244.7a	12.8a

註：處理同表 25

*同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著 (P < 0.05)

(2) 品種：嘉玉，2007/08/28 定植。

試驗設計：RCBD 設計，4 處理，3 重複，每重複 24 棵。

肥料處理：不移除前試驗(1)所處理的控釋型肥料。

CK. 養液栽培

A. 糖衣機裹覆肥 (2.5 %生物膠) N-P₂O₅-K₂O = 2.5-2.5-2.5 g/株+糖衣機裹覆肥(5 %生物膠) N-P₂O₅-K₂O = 7.5-7.5-7.5 g/株

B. 糖衣機裹覆肥 (2.5 %生物膠) N-P₂O₅-K₂O = 5-5-5 g/株+糖衣機裹覆肥(5 %生物膠) N-P₂O₅-K₂O = 5-5-5 g/株

C. 糖衣機裹覆肥 (2.5 %生物膠) N-P₂O₅-K₂O = 1.25-1.25-1.25 g/株+糖衣機裹覆肥(5 %生物膠) N-P₂O₅-K₂O = 5-5-5 g/株

試驗用肥料溶出率見表 27，與表 24 之肥料相比，由於兩種控釋肥包膜膠用量少，所以肥料釋放較快。試驗期間不同處理介質 EC 的變化見表 28，

由於 A,B,C 處理包膜膠用量少，且不移除原肥料顆粒，試驗前期 EC 普遍高於滴灌區。設施美濃瓜產量及品質調查結果見表 29，由表 29 結果可知 3 個控釋型肥料處理區，產量均高於對照區，且 C 處理較對照區有顯著差異。雖然滴灌區可能因單果重較輕有濃縮效果，以致在各處理間糖度為最高，但與 C 處理相比並沒有顯著性差異。設施美濃瓜滴灌養液總養分供應量見於表 23，而兩期作每分地共施用控釋肥料約 26 公斤，花費成本較養液栽培為低，故值得發展本土作物用之控釋型肥料。

表 27. 設施美濃瓜試驗用控釋肥料的溶出率

不同溫度	N	P	K
	溶出率(%)		
a*-10°C	40.8	6.03	48.9
a-30°C	45.3	5.94	53.9
a-60°C	48.5	6.26	63.2
b-10°C	31.1	4.20	31.3
b-30°C	32.5	3.53	34.3
b-60°C	47.2	6.21	60.7

*a. 糖衣機裹覆肥（2.5 %生物膠），14-14-14

b. 糖衣機裹覆肥（5 %生物膠），14-14-14

表 28. 設施美濃瓜試驗期間土壤 EC 的變化

處理	種植 14 天	種植 28 天	種植 42 天	種植 48 天
	EC(dS/m)			
CK*	5.20	5.79	4.70	2.48
A	6.33	13.66	4.91	3.37
B	5.30	8.92	4.71	2.22
C	5.10	6.61	4.93	3.30

*CK. 養液栽培

A. 裹覆肥（2.5 %生物膠） $N-P_2O_5-K_2O = 2.5-2.5-2.5$ g/株 + 裹覆肥(5 %生物膠)
 $N-P_2O_5-K_2O = 7.5-7.5-7.5$ g/株

B. 裹覆肥（2.5 %生物膠） $N-P_2O_5-K_2O = 5-5-5$ g/株 + 裹覆肥(5 %生物膠)
 $N-P_2O_5-K_2O = 5-5-5$ g/株

C. 裹覆肥（2.5 %生物膠） $N-P_2O_5-K_2O = 1.25-1.25-1.25$ g/株 + 裹覆肥(5 %生物膠)
 $N-P_2O_5-K_2O = 5-5-5$ g/株

表 29. 不同肥料處理對設施美濃瓜產量及品質的影響

處理	產量 (kg/0.1ha)	周徑 (cm)	單果重 (g)	果肉重 (g)	果汁重 (g)	糖度
CK	792b*	31.5a	393.7a	304.8a	274.8a	12.6a
A	841b	32.7a	462.6a	323.3a	279.5a	11.5b
B	980b	32.9a	478.0a	330.4a	292.0a	11.4b
C	1284a	32.8a	471.3 a	321.8a	285.4a	12.0ab

註：處理同表 28

*同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著 ($P < 0.05$)

三、叢枝菌根菌應用於設施蔬果栽培

台灣地區高經濟果樹如木瓜、鳳梨、蓮霧，及蔬果作物如胡瓜、苦瓜、西瓜、洋香瓜、番茄與甜椒等，均為需高磷肥之作物，一般農民栽植慣用大量的化學肥料，磷肥大部分因被土壤固定結合或流失，不但栽培成本提高，亦可能造成地面水體的污染。菌根菌是一種與植物根部共生極為廣泛的真菌，主要的菌根菌包括內生、外生及內外生三大類，一般農田作物以內生菌根菌為最多，尤其以囊狀體—叢枝內生菌根菌最普遍受到重視。叢枝菌根真菌在感染植物之根部後會向根外延伸出長達 8 至 10 公分長的根外菌絲。這些根外菌絲有如根毛一般，因此有助於增加植物根部的吸收面積，特別是對於水分及磷肥的吸收，效果尤其顯著。本研究首先探討接種菌根菌對不同品種番茄生育的影響，由表 30、表 31、表 32 皆顯示番茄接種菌根菌可以提高番茄的產量及果實糖度。

表30. 叢枝菌根菌對番茄生長之影響

品種	處理	產量 (kg/0.1ha)	榨汁率 (%)	糖度 (°Brix)	酸度 (%)	糖酸比
種苗七號	-M	5,790	70.9	5.13	0.560	9.16
	+M	5,970	72.6	5.27	0.540	9.76
台中亞蔬十號	-M	5,710	68.3	4.60	0.440	10.4
	+M	6,050	72.9	4.93	0.455	10.8

-M：Non-mycorrhizal seedlings；+M：Mycorrhizal seedlings

表 31. 接種菌根菌對台南亞蔬六號幼苗之影響

處理	株高 (cm)	根長 (cm)	地上部(g/20 株)		地下部(g/20 株)	
			鮮重	乾重	鮮重	乾重
未接菌	20.6	7.35	16.93	2.25	1.67	0.35
接菌	23.1	8.43	24.32	2.93	3.21	0.45

表 32. 接種菌根菌對台南亞蔬六號產量之影響

處理	調查次數			合計(kg)
	1	2	3	
接菌	84	84	82	250
不接菌	83	85	76	244
接砧接菌	67	81	79	227
接砧不接菌	60	75	66	201

為瞭解接種菌根菌對番茄在環境逆境與生育之影響，進行水分逆境及鹽分處理對菌根番茄生育之影響研究，表 33 為番茄穴盤菌根苗在缺水逆境下之影響，試驗結果顯示兩品種（種苗七號、台中亞蔬十號）無論在正常供水與水分逆境，接種菌根菌處理地上部與地下部之鮮、乾均較無接菌者為佳，可知接種菌根菌對兩品種之番茄苗生長有正面的效果。表 34 為番茄接種菌根菌在缺水逆境下對產量之影響，試驗結果顯示兩品種無論在正常供水與水分逆境，接種菌根菌產量均較無接菌者為佳。

表 33. 番茄穴盤菌根苗在缺水逆境下之影響

處理	地上部		地下部 (g/5plants)	
	鮮重	乾重	鮮重	乾重
種苗七號接菌正常供水	22.08a*	3.78a	12.43a	1.09b
種苗七號接菌水分逆境	21.68a	4.03a	10.20b	1.07b
種苗七號未接菌正常供水	10.97c	1.97d	5.44ef	0.56d
種苗七號未接菌水分逆境	12.99c	2.46c	7.63cd	0.77c
台中亞蔬十號接菌正常供水	23.07a	4.16a	12.49a	1.28a
台中亞蔬十號接菌水分逆境	16.02b	2.99b	8.83bc	0.81c
台中亞蔬十號未接菌正常供水	10.14c	1.66d	6.25de	0.58d
台中亞蔬十號未接菌水分逆境	10.01c	1.81d	4.68f	0.52c

*：同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著（ $P < 5\%$ ）

表 34. 接種 *Glomus etunicatum* 對番茄在缺水逆境下果實產量之影響

處 理	產量 (克/3 株)
種苗七號接菌正常供水	1,628b*
種苗七號接菌水分逆境	706e
種苗七號未接菌正常供水	750e
種苗七號未接菌水分逆境	482f
台中亞蔬十號接菌正常供水	1,916a
台中亞蔬十號接菌水分逆境	1,122d
台中亞蔬十號未接菌正常供水	1,280c
台中亞蔬十號未接菌水分逆境	714e

*：同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著 ($P < 5\%$)

表 35 探討鹽分處理對叢枝菌根菌番茄生長之影響，將叢枝菌根苗及非菌根苗定植於盆鉢中進行鹽分處理，四週後調查番茄生育的情形，結果顯示三品種未接種菌根菌於鹽分逆境下地上部鮮及乾重，除種苗七號降低外，其餘兩品種則有上升趨勢，顯示種苗七號對鹽分較為敏感。接種菌根菌農友 301 地上部及地下部鮮與乾重，在非鹽分與鹽分逆境下，接種菌根菌均有增加；種苗七號非鹽分與鹽分逆境下，接種菌根菌分別以二菌種混合及 *Glomus etunicatum* 之地上部鮮及乾重最佳；而台中亞蔬十號則無論在無鹽分與鹽分逆境下，接種菌根菌地上部鮮及乾重均較未接種差。種苗七號非鹽分與鹽分逆境下，地下部鮮及乾重分別以接種 *Glomus mosseae* 及二菌種混合之最佳，而台中亞蔬十號地下部鮮及乾重則分別以接種 *Glomus mosseae* 及 *Glomus etunicatum* 最佳。表 36 為鹽分處理對菌根番茄生育之影響，試驗結果顯示種苗七號於鹽分逆境下造成產量降低，而台中亞蔬十號則增加。兩品種無論是否鹽分逆境處理，接菌處理均有較佳的產量，且果實榨汁率與糖度亦以接菌處理較高，顯示接種菌根菌可提升番茄之耐鹽性與果實品質。

表 35. 鹽分處理對叢枝菌根菌番茄生長之影響

Varieties	Treatments	AMF status	地上部 鮮重(g)	地上部 乾重(g)	地下部 鮮重(g)	地下部 乾重(g)
農友 301	—S	NM	279e*	29.4d	7.90g	2.0e
		Ge.	361d	34.8c	12.7d	2.8c
		G.m.	283e	33.2c	11.3e	3.2a
		G.mix	490a	38.2b	16.0a	3.0b
	+S	NM	283e	41.0b	10.0f	2.4d
		Ge.	363d	33.8c	15.4b	3.2a
		G.m.	405c	40.4b	16.1a	3.0b
		G.mix	449b	46.8a	14.5c	2.8c
種苗 7 號	—S	NM	444b	50.8b	13.6f	3.2d
		Ge.	407c	44.8c	9.70g	2.8e
		G.m.	247g	56.4a	20.2c	3.8b
		G.mix	465a	27.2g	13.4f	3.2d
	+S	NM	326e	35.6e	16.0d	3.4c
		Ge.	408c	56.6a	22.2b	3.8b
		G.m.	351d	37.4d	14.9e	3.2d
		G.mix	276f	29.2f	25.1a	4.8a
台中亞蔬 10 號	—S	NM	412b	43.6b	14.0d	3.4b
		Ge.	272e	34.2e	13.3e	3.2c
		G.m.	362c	44.2b	14.3cd	3.6a
		G.mix	207f	33.6e	6.70g	1.8f
	+S	NM	533a	55.8a	15.3b	2.4e
		Ge.	361c	37.8d	18.9a	3.4b
		G.m.	329d	40.4c	12.4f	2.8d
		G.mix	271e	33.6e	14.5c	3.2c

NM : non-mycorrhizal control, Ge. : *Glomus etunicatum*, G.m. : *Glomus mosseae*,

G.mix : mixture of *Glomus etunicatum* and *Glomus mosseae*

—S : applied with pure water, +S : applied with 2%NaCl solution

* : Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

表 36. 鹽分處理對叢枝菌根番茄生育與品質之影響

品種	鹽分處理	菌種	產量 (g/plant)	榨汁率 (%)	糖度 (°Brix)	酸度 (%)	糖酸比
種苗七號	-S	-M	929	67.4	4.40	0.320	13.75
		+M	1,059	69.2	4.88	0.340	14.35
	+S	-M	771	64.1	4.70	0.338	13.90
		+M	811	67.8	5.00	0.351	14.25
台中亞蔬 十號	-S	-M	849	65.3	4.70	0.319	14.74
		+M	912	75.2	4.90	0.318	15.42
	+S	-M	926	67.7	4.89	0.320	15.24
		+M	1,201	69.7	5.08	0.312	16.26

-M：Non-mycorrhizal seedlings；+M：Mycorrhizal seedlings

-S：applied with pure water, +S：applied with 2%NaCl solution

結論

茄科果菜類為台灣重要作物，其中以中南部為大宗，為生產新鮮、安全、健康、高優質的農產品，以設施週年進行栽培是可行的方式。由本場近年來試驗研究的結果，有下列幾點建議：

1. 土壤養液栽培雖有土壤緩衝性大，較不易失肥、缺水及不需介質成本等優點。但也有易發生連作障礙及較無法隨時依氣候環境變化，精確調整施肥量及要素比例等缺點。介質養液栽培雖較可避免連作障礙，且養分可依作物生育狀況隨時調整，產量品質較穩定，但設備、介質及肥料成本高，且因介質緩衝性小，易失肥、缺水，操作複雜、難度高。因此農民應依據個人的技術及需求，選擇所要的栽培模式。
2. 由本實驗結果可知，控釋型肥料用於介質滴灌系統來取代養液栽培是可行的，但必須配合作物生育特性，進行施肥量及控釋肥料釋放速率的調整。
3. 番茄接種菌根菌可以提高產量及果實糖度，且可以增加抗旱、耐鹽份等逆境的能力，惟必需配合適當的肥培管理技術，才能有良好的效果。

參考文獻

1. 王進生. 1995. 瓜類栽培. 豐年社 p.97-111.
2. 王鐘和、林毓雯、丘麗蓉. 2001. 設施栽培之肥培管理問題及因應對策. 農業世

- 界 210: 23-26.
3. 古德業、黃伯恩.1994. 生物肥料在永續農業上之應用及展望. 微生物肥料之開發與利用研討會專刊 p.1-4. 台灣省農業試驗所嘉義分所.
 4. 行政院農業委員會. 2006. 作物施肥手冊 p.143-145.
 5. 行政院農業委員會. 2001. 根瘤菌、菌根菌等微生物肥料應用與推廣. 合理化施肥推廣手冊 5p. 32.
 6. 行政院農業委員會. 2002. 設施栽培之土壤肥料管理技術. 合理化施肥推廣手冊 6p. 48.
 7. 行政院環境保護署. 1990. 台灣地區現階段土壤污染防治工作之現況與基本策略. 行政院環境保護署印行.
 8. 朱復慶. 1999. 台灣鹽漬土的改良利用與管理. 土壤與環境 2: 99-116.
 9. 呂斯文. 1994. 囊叢枝菌根菌之無土介質接種, 接種源生產及菌種篩選研究. 國立臺灣大學園藝學研究所博士論文 p.172-191.
 10. 呂斯文、張簡秀容、張喜寧. 1995. 利用穴植盤培育番茄菌根苗及其田間生長之反應. 中國園藝 41(1): 54-67.
 11. 李玉玲. 1995. 微生物肥料在農業上之應用. 嘉義農專農藝學報 27: 81-87.
 12. 吳正宗. 2001. 設施蔬菜土壤與肥料的特性需求. 農業世界 210: 28-35.
 13. 吳正宗. 2006. 重視不當施肥問題, 讓土地「再活起來」. 豐年 56(16): 47-52.
 14. 吳繼光. 1994. 台灣內生菌根資源調查與種緣開發微生物肥料之開發與利用研討會專刊 p.131-156. 台灣省農業試驗所嘉義分所.
 15. 吳繼光、林素楨. 1998. 囊叢枝內生菌根菌應用技術手冊. 台灣省農業試驗所. p.54.
 16. 沈再發. 1982. 荷蘭及英國養液栽培之概況. 中國園藝 34(1): 13-26.
 17. 程永雄、杜金池、鄭安秀、陳紹崇. 1991. 內生菌根菌在洋香瓜栽培上之應用. 台灣農業 27: 53-55.
 18. 程永雄、莊明富、杜金池. 1993. 內生菌根菌 *Glomus clarum* 應用在洋香瓜生產上之效益評估. 中華農業研究 42(1): 74-84.
 19. 陳鴻堂. 2001. 設施內土壤鹽分累積與作物施肥. 農業世界 210: 10-12.
 20. 黃山內. 2006. 設施栽培土壤肥培管理. 農業世界 275: 36-45.
 21. 黃祥慶、蔡宜峰、賴文龍. 1989. 中部地區主要蔬菜栽培之土壤障害因子調查. 台中區農業改良場研究彙報 24: 63-70.
 22. 黃賢良. 1995. 園藝作物(蔬菜)—果菜類 甜瓜. 台灣農家要覽農作篇(二) p.377-382.
 23. 郭孚耀、吳世偉. 1988. 蔬菜設施栽培連作問題及病蟲害管理. 第二屆設施園藝研討會專集 p.172-191. 台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分析編印.
 24. 郭孚耀、黃山內、謝慶芳、蔡宜峰. 1990. 防雨及無加溫設施栽培研究—蔬菜

- 生理及連作問題探討. 設施園藝之研究與技術開發計畫執行成果報告 p. 12-18.
25. 楊秋忠. 1990. 微生物肥料的種類及其應用品質. 農藥世界 81: 33-35.
 26. 楊秋忠. 1997. 固氮菌及溶磷菌的應用及發展有益微生物在農業上之應用研討會專刊 p.11-26.
 27. 楊秋忠. 2004. 液態有機資材之生產及應用 國際有機資材認證及應用研討會財團法人全方位農業振興基金會編印 p.143-152.
 28. 鄔家琪. 2003. 叢枝菌根對設施蔬菜在環境逆境下生長之影響. 國立臺灣大學園藝學研究
 29. 謝俊夫、陳光輝、洪辰雄. 1997. 有機肥造粒機之研製. 屏東技術學院機械工程技術系 p.1.
 30. 譚鎮中. 2001. 設施內土壤肥料問題所在. 農業世界 210: 13-21.
 31. Arata Kobayashi, Eiji Fujisawa, Shozo Kubo, Tomoji Hanyu. 1997. A Mechanism of Nutrient Release from Resin~Coated Fertilizers and Its Estimation by Kinetic Methods III. An Improved Simulation Model for Nutrient Release from Coated Urea with Gaussian Correction. *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 68: 487-492.
 32. Chad. E. H. 2000. Influence of temperature and time on nutrient release patterns of osmocote plus™, nutricote™, and polyon™ controlled~release fertilizers. Virginia Polytechnic Institute and State University.
 33. Freney, J. R., Denmead, O. T., Wood, A.W., Saffigna, P. G., Chapman, L. S., Ham, G. J., Hurney, A. P. and Stewart, R. L. 1992. Factors controlling ammonia loss from trash covered sugarcane fields fertilized with urea. *Fertilizer research*. 31(3): 341-349.
 34. Hays, J. T., Haden, W. W. and Anderson, L. E. 1965. Nitrification of fractions from commercial ureaforms. *J. Agri. Food Chem.* 14: 339-341.
 35. Hays, J. T. 1987. Controlled release nitrogen fertilizers. *Manual of fertilizer processing*. 421-435.ed. Francis T. Nielsson. New York and Basel.
 36. Howard. M. Resh. 1989. *Hydroponic food production*. Woodbridge Press Publishing Company.
 37. Kaneta, Y., Awasaki H., Muraim Y. 1994a. The non-tillage rice culture by single application of fertilizer in a nursery box with controlled-release fertilizer.(In Japanese, with English abstract) *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 65: 385-391.
 38. Karasuyama, M., Kaji T. 1998. Labor-saving low input fertilization method using coated urea for tea. *New technologies for agriculture in Kyushu*, (In Japanese)11 : 191-195, Hamada, Y., Izawa T., Hayashi M. 1994.
 39. Loganathan, P., Hedley, M. J. and Clark, S. A. 1992. The manufacture and evaluation of granular potassium chloride fertilizers. *Fertilizer research*. 31(3):

291-304.

40. Papadopoulos. I. 1992. Fertization of vegetables in plastic-house: present situation and future prospects. *Acta Hort.* 323: 151-173.
41. Randel, R. J., Randle, A. A., Gautnney, J. Bock, B. R. and Williams, H. M. 1992. Thiophosphoryl triamide:a dual purpose urease/nitrification inhibitor. *Fertilizer research.* 31(3): 275-280.
42. Shaviv A., Mikkeisen R. L. 1993. Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation-A review. *Fertilizer Research*, 35: 1-12.17.
43. Shoji, S. 1999. MEISTERR-Controlled Release Fertilizer-Properties and Utilization. Tohoku: Konno Printing Company Ltd.
44. Tamimi, Y. N., Matsuyama D. T., Robbins C. L. 1983. Release of nutrients from resin coated fertilizers as affected by temperature and time. Research Extension Series. *College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii*, 037: 59-73.
45. Worrall, R. J. 1982. High temperature release characteristics of resin~coated slow release fertilizers. Combined proceedings~Intl. *Plant Prop. Soc.*, 31: 176-181.