臺中區農業改良場
特刊第 116 號

臺中區農業改良場一〇一年

專題討論專集

趙佳鴻　主編

行政院農業委員會臺中區農業改良場　編印
中華民國一〇二年五月

臺中區農業改良場
特刊第116號

臺中區農業改良場一〇一年專題討論專集

行政院農業委員會
臺中區農業改良場　編印

ISBN 978-986-03-6962-5
GPN 1010201012
定價：新臺幣300元

臺中區農業改良場
特刊第 116 號

臺中區農業改良場一〇一年
專題討論專集

行政院農業委員會臺中區農業改良場　編印
中華民國一〇二年五月

臺中區農業改良場
特刊第 116 號

臺中區農業改良場一〇一年
專題討論專集

行政院農業委員會臺中區農業改良場　編印
中華民國一〇二年五月

序

本場為區域性農業試驗改良與技術推廣機構，業務涵蓋區域性農作物栽培技術及品質改良、植物病蟲害防治技術研發與宣導、農業機械及自動化之改良、土壤肥料管理及有機農業相關研究，農民、產銷班經營輔導與一般民眾服務等多重任務。為因應環境的變化，提昇農產品競爭力及產銷多元化，每位同仁均秉持工作熱誠，努力精進個人專業研發技能與擴大推廣服務效能。本場常年辦理研究人員的專題討論，即提供一個增進專業與知識交流共享的平台，冀望同仁能夠好好把握每一次學習成長的機會。

本(101)年專題討論內容，除同仁用心彙整各專業領域的研究報告外，並涵括出國研習心得報告5篇，共計59個主題，皆為研究同仁努力不懈蒐羅及可運用、累積的重要資料，今特將此等農業各專業領域研究報告彙編成冊，供日後試驗研究及農民應用之參考。感謝所有參與專題報告同仁、主辦單位及彙編人員的辛勤付出，更盼望藉由此激發同仁研發潛能，讓本場優良農業技術研發與推廣服務成果更加豐碩。

臺中區農業改良場

場長 張致盛 謹識

中華民國102年5月

目 錄

出國報告

1.赴日本進行「有機蔬果產銷發展調查研究」.....張致盛、蔡宜峰 1
2.赴日本研習「因應氣候變遷調適作物病蟲害管理模式之研究」.....廖君達 7
3.荷蘭研習心得分—荷蘭永續節能溫室生產技術與應用.....田雲生 13
4.赴荷蘭參訪作物病蟲害防治策略.....沈原民 21
5.赴加拿大研習「保健作物新功效成份之開發研究」.....廖宜倫、陳裕星 23

專題報告

6.近年來在臺灣瓜類作物上發生嚴重之病毒病害.....趙佳鴻 27
7.細胞代謝工程在農業生技產業的應用.....陳裕星 33
8.水稻直播栽培的探討.....許志聖 43
9.淺談荔枝癭蚋之發生消長與防治.....葉士財 51
10.蔬果對人體健康之重要性.....張惠真 55
11.簡諧蟲害管理策略.....林大淵 59
12.香蕉的後熟生理.....葉文彬 63
13.菌核病菌的分類及PCR鑑定技術.....沈原民 67
14.臺灣番茄病毒病介紹～以黃化捲葉病毒病為例.....戴振洋、趙佳鴻 73
15.高濃度氧氣貯藏對果實品質之影響.....劉惠菱 81
16.蕎麥芸香苷之研究.....廖宜倫、陳裕星、林雲康、陳鐶斌 87
17.應用植物揮發物質吸引害蟲天敵之生物防治技術發展.....王妃蟬 97
18.元素鉀與植物營養及植物病害之關係.....陳玟瑾 103
19.淺談作物生長環境之蒸發散.....陳令錫 109
20.甘藍黑腐病致病因子及過程之探討.....陳俊位 115
21.臺灣發展蔬菜植物工廠之契機.....高德錚 119
22.四健推廣教育發展.....黃穎捷 123
23.應用人因工程之小型農機具開發研究.....張金元 133
24.果樹光同化產物之運移與調節.....張致盛 137
25.免洗米簡介.....洪梅珠 141
26.影響盆花採收後品質的因子.....洪惠娟 145
27.作物試驗之一般統計分析方法.....楊嘉凌 149
28.影響切花吸水性之內在因子探討.....陳彥樺 157
29.水果採收及出貨之風險分析.....戴登燦 161
30.有機及傳統化學栽培之土壤有機質與若干化學特性之差異.....蔡宜峰 171

31.淺談真菌之毒素.....郭建志 177
32.淺談農業技術評價與應用.....梁燕青 183
33.淺談農產品地區品牌.....曾康綺 189
34.文化創意產業元素運用於伴手禮行銷.....林錦宏 193
35.臺中地區裡作蕎麥生產成本收益分析.....陳世芳 199
36.台灣文心蘭切花產銷現況及產業經營需求.....許榮華 201
37.芟白與黑穗菌的相互關係.....蔡正宏 209
38.作物耐熱性篩選指標之建立.....陳葦玲 217
39.亞麻氰甙(Cyanogenic glycoside)化合物之探討.....陳鐶斌 221
40.誘導突變在作物育種上之利用.....陳姿翰 225
41.植物茸毛及其防禦物質在抗蟲上扮演的角色.....廖君達 231
42.綠能介紹與應用.....田雲生 237
43.LED照明對植物生長及發育之影響.....許謙信 243
44.蘭花多倍體誘導及鑑定.....易美秀 247
45.土壤重金屬鉛污染概況.....陳鴻堂 253
46.2,4-D對葡萄葉片及果穗之影響.....張林仁 257
47.作物低溫需求模式的比較.....徐錦木 259
48.梨ACC合成酶基因之分子標誌輔助育種.....張瑞炘 263
49.暖化對小麥栽植區及產量之影響.....林訓仕 267
50.充實期高溫對水稻產量及白堊質的影響.....鄭佳綺 271
51.氧化亞氮(N_2O)之產生和量測.....郭雅紋 277
52.農產品展售陳列方式與技巧之介紹.....蔡本原 281
53.遮陰處理在花卉栽培上之影響.....蔡宛育 285
54.控釋/緩釋肥料之應用.....賴文龍 289
55.樹木褐根病發生生態及防治策略.....劉興隆 293
56.芒果隔年結果原因之探討.....陳盟松 299
57.寄生蜂防治粉蝨之現況.....白桂芳 303
58.蘭花雜交育種障礙之探討.....魏芳明 307
59.甘藍抗病育種—黑腐病與黃葉病.....蕭政弘 313

赴日本進行「有機蔬果產銷發展調查研究」

張致盛、蔡宜峰

摘要

為借鑒日本有機農業發展經驗，了解目前日本有機農業發展及栽培現況，研究評估引進相關技術成果之可行性，以及建立與日本相關研究及推廣單位之聯繫交流管道，於2011年9月19日至9月24日赴日本進行為期6天的「有機蔬果產銷發展調查研究」。 主要考察參訪機構為位於東京都千代田区農林水産省生産局環境保対策科、東京都文京区日本有機農業研究会、東京都世田谷区全国有機農業推進協議会、静岡県伊豆の国市一般社団法人MOA自然農法文化事業団(大仁農場)、靜岡縣三島市山田川自然之里、千葉縣柏市沼南農協蔬果市場及有機農園、東京都大田市場等。本次研究考察項目包括(一)日本有機農業發展現況，包括有機農業相關法律規範、推動有機農業現行政策、配合環境保全型農業認證體制。(二)有機農業產業發展現況，包括日本JAS有機驗證、3N有機農家、有機農產品產量、有機農產品產值。(三)日本民間團體推動有機農業之發展現況。(四)有機農業栽培技術研發現況。(五)有機農園及有機農產品行銷與市場等。

前言

有機農業為遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標之農業。為推動有機農業發展，建立及落實有機農產品驗證制度，農委會依據「農業發展條例」第27條第2項條文：「為提升農產品及農產加工品品質，維護消費者權益，中央主管機關得推動相關產品之證明標章驗(認)證制度。前項農產品、農產加工品之證明標章驗(認)證相關作業規定，由中央主管機關定之」，研訂「有機農產品管理作業要點」、「有機農產品驗證機構資格審查作業程序」及「有機農產品生產規範-作物」等規定各乙種，並已發布實施，以為有機農業推動工作之依據。另「有機農產品生產規範—畜產」亦已發布實施，作為有機畜產品之生產依循。在農委會推動健康農業政策綱領中，推動有機栽培農地面積倍增，通過有機驗證農田面積達到5千公頃，已經是勢必達成的政策目標之一。本次研究考察藉由與日本制定相關法規官員、執行輔導計畫人員、栽培技術研究人員、有機農業推廣民間協會、有機農產品銷售市場及有機農戶等，分別進行了深入的實務交流和探討。就其觀念、理論之建立，政策法規之形成及執行，技術之開發與應用，加以探討、研究、調查，以供日後臺灣地區發展有機農業、輔導有機產業及開發有機栽培技術等之參考應用。

內容

一、日本有機農業相關法規與輔導計畫

(一) 有機農業相關法律規範

1. 制定及通過推進有機農業法案

2006年12月由多位超黨派國會議員聯合提案並通過「有機農業の推進に關する法律」正式法案，農林水產省根據該法案於2007年4月制定「有機農業の推進に關する基本的な方針」(基本方針)，其中第2條有機農業の定義：在生產過程中不使用化學肥料及農藥，且不使用基因轉殖技術為原則，採行降低環境負荷的農業生產方法，以維持農業生產過程的持續穩定。因此，經由有機農業法案的正式立法，中央政府農林水產省再根據法案授權制定有機農業推動基本方針，就此確立有機農業相關法律規範與推動政策目標。

2. 日本有機農產品JAS驗證制度

JAS是日本農林標準的英文譯名『Japanese Agricultural Standard』的縮寫，正式名稱為「日本農林務之規格化及品質表示標準法」。JAS制度是一項農林物資標準法，是日本政府基於為保障國民健康、農產品的安全性、環境保護與生態之平衡，於1950年所訂定出來的「JAS標準制度」，1970年增加「質量表示基準制度」，現行的JAS制度是綜合「JAS標準制度」與「質量表示基準制度」兩項制度組成，爾後並陸續予以檢討增修相關規範，目前包括特別栽培及有機栽培已納入JAS管理制度。

(二) 推進有機農業計畫擬定與目標

日本中央政府主管機關農林水產省制定有機農業推進基本方針後，地方政府包含都道府縣即根據此基本方針擬訂各項有機農業推進計畫，其中由平成19年起預計5年內達成目標有4項，包括：

(1) 確立有機農業栽培技術體系。

(2) 整備有機農業普及指導體制(全都道府縣)。

(3) 增進消費者對有機農業的理解(至少達成50%以上的消費者理解)。

(4) 整備有機農業推進計畫與推進體制(全都道府縣制定推進計畫，各全都道府縣內50%以上的市町村納入推進體制內)

(三) 推進有機農業對策及相關配套

日本農林水產省為推動有機農業，於2008及2009年辦理有機農業總合支援對策計畫，其中全國段階計畫目標為參入促進與普及啟發，地方段階計畫目標為有機栽培技術研習、有機通路確保與消費者交流、發展及穩定有機農場經營。於2010年辦理與有機農業相關的支援對策計畫包括(1)生產環境總合對策事業；(2)提升產地收益力支援事業；(3)加強農業栽培技術(市町村型)。於2011年辦理與有機農業相關的支援對策計畫包括(1)生產環境總合對策事業；(2)產地活化性總合對策事業。

二、日本有機農業產業現況

在日本農林水產省統計資料中，有機農產品可分成JAS及非JAS兩類型，其中非JAS有機農產品是屬於無化肥、無農藥及非基改作物的3N農產品。

(一) 有機農戶數

由日本農林水產省「有機農業の推進について」資料顯示，至2010年日本地區有機農戶數約12千，通過JAS有機驗證農戶數約4千。有機農戶年齡分佈，未滿40歲約9%，40歲至未滿60歲約38%，60歲以上約53%。一般農戶年齡分佈，未滿40歲約5%，40歲至未滿60歲約21%，60歲以上約74%。顯然日本地區農民普遍高齡化，但是有機農民年齡層稍有降低趨勢。

(二) 有機栽培面積

由農林水產省統計部公告(表一)，2009年日本國內JAS有機驗證面積9千公頃、非JAS有機驗證面積7千公頃，分別佔全日本農地面積460萬9千公頃之0.20%及0.16%，由此估算日本有機農田面積約為全日本農地面積之0.36%。

表一、日本國內有機農地面積與一般農地面積統計比較(平成21年)

全日本農地面積	460萬9千公頃	100%
JAS有機驗證面積	9千公頃	0.20%
非JAS有機面積	7千公頃	0.16%
有機農田面積	16千公頃	0.36%

※農林水產省統計部公告。

(三) 有機農產品產量

由日本農林水產省「有機農業の推進について」資料顯示，2009年日本地區JAS有機農產品總產量約57,342公噸，佔一般農產品總產量約0.2% (表二)。其中有機蔬菜產量是最大宗有機農產品，約為一般蔬菜總產量的0.24%，其次為有機米產量。有機綠茶產量佔一般綠茶總產量的1.96%，顯然有機綠茶的市場接受度與需求量頗高。另如將JAS及非JAS有機農產品產量合計約為102公噸，佔一般農產品總產量約0.35%。

表二、日本國內有機農產品與一般農產品之產量比(平成21年)

作物種類	一般農產品生產量(公噸)	JAS有機農產品產量(公噸)	JAS有機/一般(%)
蔬菜	15,958,000	37,644	0.24
果樹	3,379,000	2,436	0.07
米	8,474,000	11,565	0.14

麥	853,000	782	0.09
大豆	320,000	939	0.29
綠茶	95,500	1,873	1.96
其它農產品	108,000	2,103	1.95
合計	29,187,500	57,342	0.20

※一般農產品生產量:農林水產省「食料需給表(概算值」。
有機農產品生產量:農林水產省表示・規格課調查。

(四) 有機農產品產值

由NPO法人MOA自然農法文化事業團「有機農業基礎デ一タ作成事業報告書」資料顯示(表三)，2009年日本地區JAS有機農產品(包括蔬菜、果樹、米、麥、大豆及綠茶)總產值約178億日元，非JAS有機農產品總產值約116億日元，兩者合計約293億日元。其中JAS有機農產品個別作物產值以有機蔬菜79億日元較高，其次分別為有機米48億日元及有機果樹7.6億日元。非JAS有機農產品個別作物產值以有機米62億日元較高，其次分別為有機蔬菜47億日元及有機果樹2.9億日元。

表三、日本國內有機農產品產值(平成21年)

作物種類	JAS有機農產品 (億日元)	非JAS有機農產品 (億日元)	合計 (億日元)
蔬菜	79	47	126
果樹	7.6	2.9	10
米	48	62	110
麥	0.75	0.27	1.0
大豆	3.6	0.79	4.4
綠茶	39	2.6	42
合計	178	116	293

※有機農業基礎デ一タ作成事業報告書，平成23年3月(NPO法人MOA自然農法文化事業團)。

三、日本推動有機農業發展之成果

(一) 政府機構

依據日本國會通過「有機農業の推進に關する法律」法案，中央政府主管機關農林水產省根據該法案制定「有機農業の推進に關する基本的な方針」(基本方針)，地方政府包含都道府縣即根據此基本方針應擬訂有機農業推進計畫且據以實行辦理，截至2011年3月，全日本已有44都道府縣擬訂計畫實施辦理中，尚未辦理者大阪府及宮崎縣預定2011年12月達成，秋田縣預定2012年2月達成，屆時47都道

府縣全部達成相關規範。另由市町村體制整備狀況調查顯示，截至2010年4月，全日本1750市町村已完成191個案，約佔10.9%。

以本次實地考察研究之靜岡縣三島市推動「山田川自然の里」為例，該計畫由三島市產業振興部農政課擬定與執行，部分經費獲得農林水產省「有機農業總合支援對策事業」計畫支援，當地成立三島市有機農業推進協議會予以協助辦理，並獲得NPO法人MOA自然農法文化事業團-大仁農場技術合作支援。「山田川自然の里」包含市民農園每小區50平方公尺，計72小區，農業體驗農園1,400平方公尺，有機農園每區500平方公尺，計5小區，另有管理室70.88平方公尺及道路、水道管等公共設施區域。經常舉辦的活動包括有機栽培技術講習、親子自然體驗、農業耕作體驗、自然生態觀察等多項，目前已逐漸獲得三島市多數居民的肯定與參與支持，達到推動有機農業的目標。

(二) 民間團體

由本次實地考察研究之日本有機農業研究會、日本全國有機農業推進協議會等日本民間有機農業相關團體、NPO法人MOA自然農法文化事業團，上述民間團體不僅各具特色，且每個團體的成員都秉持推廣有機農業理念，無私的貢獻一己心力，這種犧牲奉獻的精神與毅力，是頗值得臺灣地區推廣有機農業借鏡學習之處。

1. 日本有機農業研究會成立於1971年，是日本地區成立最早的有機農業非營利法人組織，目前會員約2500人，包括有機農業研究者、消費者、農民等產官學等各界人士，主要會務工作以舉辦研討會、印行有機農業相關研究及推廣刊物及協助個人或相關團體辦理推行有機農業理念與活動，在日本及國際上頗負盛名與好評。
2. 日本全國有機農業推進協議會是在2006年12月經由超黨派議員聯合提案通過推動有機農業法案後，地方政府包含都道府縣即根據「有機農業の推進に關する基本的な方針」(基本方針)，應擬訂有機農業推進計畫且據以實行辦理，其中設立地區有機農業推進協議會。日本全國有機農業推進協議會即由相關的民間有識之士整合而成立，目的在於推動在日本全國成立各地區型的有機農業推進協議會，並提供相關的支援與整合工作，以期經由整合民間團體的力量，做為政府推動有機農業計畫工作的後盾。
3. NPO法人MOA自然農法文化事業團包括農業栽培、藝術美育及保健醫療等多種面向。其中與有機農業最息息相關者，以大仁研究農場及微生物應用技術研究所較具規模，並經由各種管道與措施，在日本各地廣設自然農法研究會或自然農法普及會等，甚至包括臺灣地區亦設立「中華民國MOA協進會」，對世界各國包括日本等地區推廣自然農法理念。

參考文獻

1. 伊藤博行、末吉健一。2011　有機農業の推進について　農林水産省生産局農業環境對策課。
2. 谷口曜夫　2011　有機農業基礎データ作成事業報告書　一般社団法人MOA微生物應用技術研究所。
3. MOA微生物應用技術研究所　2004　科學の目でみた自然農法　一般社団法人MOA自然農法文化事業團。
4. 阿部　卓　2011　平成22年度大仁研究農場栽培成績書　一般社団法人MOA微生物應用技術研究所。
5. 土井孝文　2010　平成22年度有機農業總合支援事業實績報告書　日本全國有機農業推進協議會。
6. 土井孝文　2010　全國の北から南まで地域にひろがる有機農業　日本全國有機農業推進協議會。
7. 土井孝文　2009　有機農業普及啟發事業報告書　日本全國有機農業推進協議會。
8. 上杉幸康　2010　有機農業に使ら種苗に關する生産・流通・利用實態調查報告　日本有機農業研究會。
9. 上杉幸康　2010　有機農業への消費者の理解促進と「提攜」に關する調查報告　日本有機農業研究會。

赴日本研習「因應氣候變遷調適作物病蟲害管理模式之研究」

廖君達

摘要

氣候變遷對於作物生產及病蟲害均造成極大的衝擊。本次研習為執行科技計畫100年「因應氣候變遷調適作物病蟲害管理模式之研究」，於100年9月4日~15日間前往日本九州、沖繩地區包括九州大學、九州沖繩農業研究中心、沖繩縣病害蟲防除技術中心及國際農林水產業研究中心等研究單位交換資訊與研習。九州大學研習重點包括氣候變遷對日本昆蟲影響之研究及發展攜帶抗飛蝨基因之水稻近同源系。九州沖繩農業研究中心研習重點包括水稻飛蝨類於東亞遷飛研究進展、九州沖繩地區近年來水稻育種發展趨勢、氣候環境對水稻生產影響研究、水稻耐熱性篩檢育種系統及應用植物工廠達成作物周年生產模式等。沖繩縣病害蟲防除技術中心研習重點為沖繩縣瓜、果實蠅監測及滅絕計畫。借鏡日本在氣候變遷的相關研究，建議國內應統合研究資源，規劃重點研究方向，建立能夠代表臺灣的作物生產及病蟲害管理模式。

前言

農業生產經常受到環境條件的改變而隨之變動，其中，以氣候條件的變化對農業的生產力、穩定性及耕作制度產生重大的影響。近年來，全球氣候變遷過程加劇，聯合國跨政府氣候變遷小組(IPCC)表示，若全球年均溫升高、高濃度的溫室氣體(二氧化碳，甲烷、氧化亞氮、氟氯碳化物)、極端氣候頻繁、病蟲害猖獗，將減緩全球糧食供給能力，最終導致糧食價格的上漲。氣候變遷會改變作物有害病蟲的分布、生物學特性及其危害程度等；新侵入的病蟲害由於氣候條件的改變而得以立足；長距離遷移性昆蟲得以擴張它的領域，使得作物生產環境遭逢新的威脅。臺灣氣候高溫多濕，病蟲草害經常發生，近年來氣象資料顯示臺灣為暖化的高危險區，預期未來病蟲害之發生程度將更形嚴重。日本九州、沖繩地區的氣候條件與臺灣較為相近，作物病蟲害相在地緣上容易產生互動。且日本在氣候變遷的相關研究起步甚早，諸多的研究成果可以作為我方的借鏡。本次研習前往日本九州、沖繩地區相關研究單位交換資訊與研習。期望透過研習其在氣候變遷對作物病蟲害影響的研究成果、研究進程、評估技術、模式探討及預警作為等，以協助國內因應氣候變遷採取必要的作為，並持續雙邊的科技合作與交流。

一、氣候變遷對日本昆蟲影響之研究

九州大學農業研究院昆蟲研究室退休教授　湯川淳一博士(Dr. Junichi Yukawa)

及准教授　紙谷聰志博士(Dr. Satoshi Kamitani)在氣候變遷對日本昆蟲分布範圍變化有長期性的研究。日本100年來(1898~2010年)年平均氣溫上升1.15℃，較全球100年來(1891~2010年)年平均氣溫上升0.68℃為高。昆蟲分布範圍的趨向性是研究全球暖化常探討的課題。與日本有關昆蟲向北擴張範圍的研究對象包括蝴蝶、椿象等。其中南方綠椿象(Nezara viridula)是危害水稻、大豆、蔥苣、柑橘等的重要農業害蟲，其分布範圍的擴張特別受到重視。南方綠椿象的分布範圍與新侵入地區1月份的月平均溫度超過5℃的呈現一致性。日本自1963年開始記錄南方綠椿象的分布範圍，迄2008年它的分部北界於45年內擴張85公里，即南方綠椿象每10年向北遷移約19公里。此外，南方綠椿象有極佳的生殖能力，當其分布範圍的擴張會造成原有東方稻綠椿象(Nezara antennata)族群的滅絕。

日本選擇容易觀察到或容易聽得到的昆蟲種類作為長期監測的對象，調查它們在每年首次被觀察到的時間或首次鳴叫的時間，據以評估氣候變遷對這些昆蟲呈現正面或負面的影響。比較1961~1965年及2001~2005年的調查資料，紋白蝶(Pieris rapae)初次被記錄的時間向後延遲2~24天不等，且2月份的平均溫度提高0.9~3.0度。另比較1966~1970年及1988~2002年的調查資料，發現高砂熊蟬(Cryptotympana facialis)初次鳴叫的時間提早10~17天不等，且6月份的平均氣溫提高0.7~1.5℃。此外，全球暖化對於昆蟲的寄主植物與昆蟲間是否能夠維持同時性，將造成昆蟲改變寄主植物或邁向滅絕，也是常被探討的課題。

二、發展攜帶抗飛蝨基因之水稻近同源系

日本飛蝨類害蟲為水稻主要蟲害，往往造成稻田發生蝨燒，嚴重影響稻作生產。然飛蝨類害蟲於日本無法過冬，多由海外遷飛日本，其繁殖能力強，往往造成遷入地區稻作之嚴重損失，九州地區位處日本南端，受飛蝨為害較日本其它地區嚴重。日本早在1967年即進行水稻抗飛蝨類害蟲之育種工作，但因與遷出地區使用相同之抗蟲基因進行品種選育及推廣，生物小種(biotype)急速篩選、適應，進而大量危害推廣之抗蟲品種，於害蟲遷入地區之所謂抗蟲品種面臨失效威脅。九州大學農學院作物育種研究室助理教授安千井秀(Dr. Hideshi Yasui)利用野生種(Oryza punctata)及籼型水稻(Oryza sativa)品種(ADR52等)的抗飛蝨特性進行抗飛蝨基因的選殖，定位出抗飛蝨基因後，並將相關抗性基因(BPH25、BPH26、Grh1、Grh2、Grh3、Grh4、Grh5 and Grh6)以分子標誌輔助之方式，快速且確實的導入水稻臺中65號平台，提供日本水稻育種單位使用，期能減緩飛蝨生物小種產生所帶來之威脅。水稻臺中65號為臺灣育成之品種，然該品種於日本南北狹長的地理環境下及全世界稻米生產區均可生育良好並抽穗成熟，有利於將試驗選獲之抗飛蝨基因導入日本全國的優良品種並與世界接軌。此外，該研究進行抗飛蝨基因選殖研究時，進行不同水稻生育期的抗飛蝨外表型檢定，結果發現常用的幼苗期抗蟲檢定雖然簡單快速，但幼苗期檢定具有飛蝨抗性，於孕穗期則未必，且孕穗期最容易區分稻株是否受害。其原因可能於孕穗期至抽穗前之稻株營養生長停止(劍葉已抽出)，此時儲存於莖稈及葉鞘的非構造性碳水化合物最多，最適合飛蝨吸取汁

液為害，抽穗後該類非構造性碳水化合物則開始往穀粒轉運而降低。然而孕穗期抗飛蝨檢定耗時費力，因此該研究室利用幼苗期進行初步篩檢，再將抗性株系於孕穗期確認其抗蟲性。

三、沖繩縣瓜實蠅、果實蠅監測及滅絕計畫

市瀨克也博士(Dr. Katsuya Ichinose)為九州沖繩農業研究中心的系滿駐在，類似該研究中心在沖繩縣的最高層級，協助本次在沖繩縣及石垣島的研習行程。市瀨博士的研究經驗豐富，涵蓋水稻福壽螺、柑橘黃龍病(citrus greening disease)及甘藷蟻象等，與臺灣學界有多次的交流。市瀨博士協助我方參訪沖繩縣農業研究中心、沖繩縣病害蟲防除技術中心、國際農林水產業研究中心之熱帶農業研究處點及沖繩縣農業研究中心/石垣支所等。其中，沖繩縣病害蟲防除技術中心肩負著沖繩縣瓜實蠅、果實蠅監測及滅絕計畫。拜會該中心所長西村真先生，並由久場(Kuba)先生導覽。該中心於1979年啟動瓜實蠅滅絕計畫，建立人工餌料結合自動化大量繁殖瓜實蠅，並導入鈷60放射線滅雄技術，在1984年起每周可產出3千萬隻以上的不孕性雄蠅。大量釋放後，經過10年的時間，沖繩縣本島及所屬島嶼於1993年已確認瓜實蠅完全滅絕。1994年迄今，該中心仍然持續釋放不孕性瓜實蠅雄蠅至沖繩縣本島及所屬島嶼，避免瓜實蠅的再度入侵。

果實蠅的滅絕計畫早於瓜實蠅，果實蠅的滅絕技術採用懸掛含毒誘餌的纖維板，從1968年啟動至1986年確認完全滅絕果實蠅。然而，最近幾年的監測資料發現，每年仍可捕獲個位數的東方果實蠅，日方推測這些零星的果實蠅可能依循著氣流，由臺灣宜蘭縣遷入石垣島。由於目前尚無積極的證據可以支持這個論述，日本於2011年已組成研究小組，希望能夠借鏡水稻褐飛蝨及白背飛蝨在東亞的遷飛模式。

瓜實蠅滅絕計畫在沖繩縣執行的非常成功，目前仍持續繁殖及釋放一定數量的不孕性雄蠅，但無可避免出現設備閒置的情形。因此，開始著手甘藷蟻象(sweet potato weevil)不孕性雄蟲技術的建立，期望能夠複製瓜實蠅滅絕的成功經驗。由於甘藷蟻象照射鈷60放射線的生育階段為成蟲，體表有較厚的幾丁質，測試結果需要較高的輻射劑量才能造成不孕。此外，甘藷蟻象的大量繁殖技術仍在改進，不孕性雄蟻象的釋放技術、釋放條件的試驗研究均在起步階段。

四、水稻飛蝨類於東亞地區遷飛研究進展

危害水稻重要的飛蝨種類包括褐飛蝨(*Nilaparvata lugens*, BPH)、白背飛蝨(*Sogatella furcifera*, WBPH)及斑飛蝨(*Laodelphax striatellus*, SBPH)等。褐飛蝨偏好棲息稻叢基部危害，可造成稻株枯萎倒伏，稱為蝨燒的徵狀；此外，褐飛蝨會媒介草狀矮化病(Grassy stunt viruses)及皺縮矮化病(Ragget stunt viruses)。白背飛蝨偏好棲息稻叢中、上部位危害，可造成稻株直立性枯萎，還會媒介新崛起的南方水稻黑條矮縮病(Southern Rice Black Streaked Dwarf Virus, SRBSDV)。至於斑飛蝨偏好群集於劍葉及穗部危害，造成稻穗汙損及影響充實，還會媒介縞葉枯病。

九州沖繩農業研究中心生產環境領域之難除害蟲研究團隊有9名研究專家，其

中包括上席研究員松村正哉博士(Dr. Masaya Matsumura)、主任研究員 大塚彰博士(Dr. Akira Otuka)及研究員真田幸代博士 (Dr. Sachiyo Sanada)等3名組成亞洲地區水稻飛蝨研究團隊。他們的調查足跡遍及日本、韓國、中國大陸、臺灣、菲律賓及越南等地，透過現地採集、遷入地飛蝨蟲量監測、飛蝨類對藥劑的抗藥性差異性及變遷、低層噴射氣流導引遷飛研究等來釐清水稻飛蝨類在東亞地區的遷飛及建立遷飛預測模式等。相關重要研究成果如下：

1. 透過低層噴射導引氣流的研究，大量的褐飛蝨及白背飛蝨族群每年6~7月雨季時，由它們的越冬地點—越南北部及中國大陸廣西南部地區向北進行長距離的遷移，遷入大陸東南沿海省分及臺灣，最終抵達日本及韓國。
2. 白背飛蝨媒介的南方水稻黑條矮縮病於2009年在越南北部及中國大陸東南沿海分別造成42,000及200,000公頃的危害，日本首次的紀錄為2010年8~10月間，在本州及九州西部8個縣，主要危害作為飼料稻的秈稻品種，並不危害秈稻品種。
3. 東亞及中國大陸的褐飛蝨族群對益達胺藥劑產生抗藥性，然而菲律賓的族群沒有相同的情形。白背飛蝨對於芬普尼藥劑的抗藥性，普遍出現在東亞、中國大陸及東南亞地區。此外，越南南部的益達胺抗藥性族群的增長顯著地高於越南北部。
4. 由於斑飛蝨可在溫帶地區越冬，因此不同於褐飛蝨及白背飛蝨等具有長距離遷移的現象。2008年由遷入地監測資料及低層噴射導引氣流的研究，發現斑飛蝨可由中國大陸江蘇省透過短距離的遷移，遷入日本九州的鹿兒島市(Kagoshima)。探討中國大陸及日本的斑飛蝨族群對益達胺及芬普尼藥劑的抗藥性，發現中國大陸的斑飛蝨族群僅對益達胺具有抗藥性，而日本2008年以前的斑飛蝨族群僅對芬普尼具有抗藥性。2008年6月於日本已可採集到對益達胺具有抗藥性的斑飛蝨族群，這些族群與日本當地的族群進行雜交後，可產生同時對益達胺及芬普尼具有抗藥性的斑飛蝨族群。顯示昆蟲的遷飛特性可能影響到跨國界的昆蟲抗藥性情形。
5. 該研究團隊建立的水稻飛蝨類遷移預測模式，已經與日本各縣農業研究中心連線，搭配縣農業研究中心當地的監測資料，發展成可實際應用的預測機制，可即時呈現水稻飛蝨類遷入的訊息，以供農民進行田間管理。

結論

日本九州、沖繩地區的氣候條件與臺灣較為相近，栽培作物的種類頗多相近，且作物病蟲害的種類及行為在地緣上容易產生互動，所面臨的問題及未來的研究方向有許多相似之處。此外，日本在氣候變遷對作物生產及病蟲害影響的相關研究起步甚早，諸多的研究成果可以作為我方的借鏡。因此，持續加強雙方研究人員技術交流管道，除可擴展國內研究人員的國際觀，對於氣候變遷的策略因應將有所助益。日本中央農業研究機構與地方研究機構之間聯繫與合作關係良好，相互支援及資源共享。國內各試驗研究單位間或與大學院校在人力及資源逐

漸減少之際，宜強化合作深度，擴大研發能量並互補不足。臺灣在氣候變遷對作物病蟲害的研究處於起步階段，對於相關研究計畫的研提，應邀集學校及試驗改良場所研究人員闢室研商，捐棄成見，並統合研究資源，研擬數個長期共同合作及待釐清的課題，以建立能夠代表臺灣的作物生產及病蟲害管理模式

參考文獻

1. Bale, J. S., G. J. Masters, I. D. Hodkinson, C. Awmack, T. M. Bezemer, V. K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J. C. Coulson, J. Farrar, J. E. G. Good, R. Harrington, S. Hartley, T. H. Jones, R. L. Lindroth, M. C. Press, I. Symrnioudis, A. D. Watt, and J. B. Whittaker. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. Global Change Biol. 8: 1-16.
2. Coakley, S. M., H. Scherm, and S. Chakraborty. 1999. Climate change and plant disease management. Annu. Rev. Phytopath. 37: 399-426.
3. Coviella, C., and J. Trumble. 1999. Effects of elevated atmospheric carbon dioxide on insect plant interactions. Conserv. Biol. 13: 700-712.
4. Fujita, D., A. Yoshimura, and H. Yasui. 2010. Development of near-isogenic lines and pyramided lines carrying resistance genes to green rice leafhopper (*Nephotettix cincticeps* Uhler) with the Taichung 65 genetic background in rice (*Oryza sativa* L.). Breed. Sci. 60: 18-27.
5. Garret, K.A., S. P. Dendy, E. E. Frank, M. N. Rouse, and S. E. Travers. 2006. Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems. Annu. Rev. Phytopath. 44: 489-509.
6. Musolin, D. L., D. Tougou, and K. Fujisaki. 2010. Too hot to handle? Phenological and life-history responses to simulated climate change of the southern green stink bug *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae). Global Change Biol.16: 73-87.
7. Yukawa, J., K. Kiritani, N. Gyoutoku, N. Uechi, D. Yamaguchi, and S. Kamitani. 2007. Distribution range shift of two allied species, *Nezara viridula* and N. *antennata* (Hemiptera: Pentatomidae), in Japan, possibly due to global warming. Appl. Entomol. Zool. 42: 205-215.
8. Yukawa, J., K. Kiritani, T. Kawasawa,Y . Higashiura, N. Sawamura, K. Nakada, N. Gyotoku, A. Tanaka, S. Kamitani, K. Matsuo, S. Yamauchi, and Y. Takematsu. 2009. Northward range expansion by *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) in Shikoku and Chugoku districts, Japan, possibly due to global warming. Appl. Entomol. Zool. 44: 429-437.
9. Ziska, L. H. 2003. Evaluation of the growth response of six invasive species to past, present, and future atmospheric CO2. J. Exp. Bot. 54: 395-406.

荷蘭研習心得分享－荷蘭永續節能溫室生產技術與應用

田雲生

摘要

荷蘭是農業發達的國家，園藝作物採溫室栽培者逾萬公頃，且生產作業自動化程度高。其園藝發展強調經濟可行性、生產效率、能源成本、勞力成本、社會需求與永續性，期望藉由溫室運用來提供自來水、處理廢水與產製電力，進而達到資源自給自足的目的。100年10月底至11月中旬赴荷蘭研習蔬菜、花卉永續節能溫室生產、管理與相關應用技術，同時也參觀國際園藝博覽會(International Horti Fair 2011)，並拜訪環控監測、系統平台等製造廠商，以及番茄、蘭花等實體溫室環控生產現況。由參訪研習的過程，啟發研究人員國際觀與開創性，進而落實於試驗研究工作上，並達到引進新知、技術及建立人脈的成果。

前言

荷蘭土地面積約41,000平方公里，較台灣稍大，但其沒有高山峻嶺，人口密度每平方公里400人左右，屬於歐洲人口密度較高的國家。荷蘭土地資源並不豐富，農業用地佔全國70%，且泰半人口從事與農業相關工作，其園藝作物發展極為成功，以蔬菜、水果、花卉植物、球根和苗木等項目為主，而蔬菜和鮮花出口量世界第一，鮮花產量佔全球市場的五成以上。在農產貿易方面，荷蘭為全球第二大農產品出口國，僅次於美國，園藝栽培技術幾乎全數採取設施栽培，且自動化程度高，為引用其相關栽培經驗與重點技術於國內產業生產改進參考，爰前往荷蘭參訪與研習。

為提高研究能量與加速研究進展，於100年度執行「運用節能設備與資通訊技術開發精密溫室生產管理系統」計畫，並赴荷蘭學習園藝作物永續節能溫室生產技術與應用，包括溫室內部微氣候環境量測、遠距無線傳輸、控制與資料整合運算管理系統；蔬花產業環保節能設施策略與荷蘭溫室設備高效環保節能系統；LED等人工光源之光照技術、光質、光量與遠端自動監測控制系統整合等相關資材整合研習。期望將各類管理技術與高效、節能設備整合運用，降低農作物生產成本，並使用潔淨能源以符合環保需求，以提升台灣蔬菜、花卉等園藝作物之永續經營與國際競爭能力，同時達到技術、研究交流的目的。

內容

100年10月31日至11月13日赴荷蘭參訪與研習的機構包括：位於Amsterdam Rai之國際園藝博覽會；設於Bleiswijk且為台荷農業合作計畫對口機構的瓦赫寧根大學研究中心(Wageningen UR)的Greenhouse Horticulture；毗鄰瓦赫寧根大學研究中心的GreenQ園藝專業顧問公司改良中心(Improvement centre)；分別位於Vlaardingen及Waalwijk，販售與開發園藝作物監測儀器設備之Hoogendoorn及Grow Technology公司；專業研發製造各類型材質、不同透光比例之內外遮陰網、保溫膜的Ludvig Svensson公司。另分別造訪Piet Vijverberg, Monster與Maurice van der Hoorn, Ter Aar二家花卉生產溫室，以及Gebroeders Duijvestijn, Pijnacker與Tomato World, Honselersdijk二家番茄生產溫室等。謹依行程安排順序，擇要介紹參訪地點與研習內容如下：

一、參觀國際園藝博覽會

荷蘭每年11月初定為HortiWeek，提供國際性園藝展覽。2011年國際園藝博覽會是園藝方面技術、創新與啟發的最大國際交易博覽會，並於11月1至4日舉辦。除主展區Amsterdam Rai(如圖1)之外，尚有Aalsmeer花卉批發市場及國際花卉交易展(International Floriculture Trade Fair, IFTF)展場等3大區域。該園藝博覽會共有9個專業展示攤位，包括品質屋(House of Quality)、技術與創新屋(House of Technology & Innovation)、AVAG市場(The AVAG Market)、職業廣場(The Career Plaza)、技術體驗(Technical Trials)、市場新手攤位(The New to Market Pavilion)、供應鏈屋(The House of Supply Chain)、通訊屋(The House of Communication)及專題討論攤位等。在此園藝博覽會同時也召開第一次國際園藝會議(International HortiCongress)，主要討論「全球議題解決方法」的關鍵要素—「水」。

圖1、2011國際園藝博覽會夜景

此次2011園藝博覽會創新獎係由Mardenkro與Corn. Bak公司分別獲得，Mardenkro公司的ReduFuse是暫時性塗料，其包含在維持非常高光透射位準下具漫射光特殊特性的特別顏料；而Corn. Bak BV公司的Florinilla Bella(Medinilla寶蓮燈)獲頒最有前途新「綠色」產品的名望(prestigious)獎，其特點為可開10串花而且花葉同時生長。另其他值得關注的產品是獲得鼓勵獎(incentive price)的HortiMax Irrigation Checker，可精確、有效地量測滴灌噴頭的灌水量，並在每一個灌溉週期或整個生產期監視溫室內灌溉水的分佈情形，且任何栽培介質皆適用，種植者不必再以手動方式檢查植株實際灌水量的多寡，操作容易並符合成本效益。

二、拜訪瓦赫寧根大學研究中心

瓦赫寧根大學有荷蘭農業智庫之稱，而其研究中心隸屬植物科學群中之國際植物研究所，並與農業科技與食品、環境及社會等科學群有密切合作，主要任務在於創始與刺激永續溫室部門的創新，並進行策略性與應用研究。該中心在校內與校外各有1處研究場所，研究人員共有100多人，每年研究經費1.2~1.4千萬歐元，其中35%來自農業部門、30%來自園藝產品委員會，其餘35%來自歐盟(European Community)、私人公司、經濟事務部、地方政府與其他。此次造訪的地點係位於校外之Bleiswijk，包括85個溫室隔間、作物防治試驗室與產品味覺感受測試設施。目前其園藝發展的優先議題是經濟可行性、生產效率、能源成本、勞力成本與可得性，以及社會的較高需求與永續性，而2011年的研究主要集中在永續與節能溫室、水與排放、先進作物與生產系統、作物與產品品質的感測器技術及永續性作物防治等，而所發展模式化整合再設計達成「適應性溫室(adaptive greenhouse)的技術」，正與土耳其、阿布達比、馬來西亞及挪威等國家合作研究，未來也可能經由台荷農業合作模式引進我國試驗應用。本次參訪該研究中心，特安排2天時間學習其節能溫室研究之經驗與成果(如圖2)。

圖2、於瓦赫寧根大學研究中心研習

三、節能溫室之設計應用

荷蘭設施園藝發展以不使用石化能源為發展目標，將溫室視為能量來源而發展節能溫室，並設定至2020年CO_2排放應較1990年減少48%，亦即減排3.3 Mton；每年應提高能源使用效率2%；設施生產使用永續能源應達20%，以及應具備經濟可行性設施發展概念等目標而努力。其試驗設計之各類型節能溫室包括：Sunergy Greenhouse(如圖3)、Sun Wind Greenhouse、Flow Deck Greenhouse、Venlow Energy Greenhouse及Daylight Greenhouse等型式，其中Sunergy Greenhouse型溫室最具推廣利用性與經濟可行性，其被覆材料使用抗反射玻璃，設計重點在於太陽光最大應用，陽光利用率愈高就愈節能，並可搭配冷空氣與風扇降溫、軌道式鐵管加溫、空氣處理單元(如圖4)等應用。另較新開發之Daylight Greenhouse型溫室之屋頂使用聚光板，可將太陽光聚焦於收集器而用於發電、儲熱及控制光量，散射光源則用於植物生長。聚光板使用光照感測器控制，當日照強度大時聚焦太陽光用於發電或儲熱，日照強度低時則不聚光而讓陽光直接進入溫

圖3、Sunergy節能溫室原理

圖4、溫室氣候控制裝置

室內，藉此原理用以調節控制進入溫室之光量，惟因建造成本過高，目前僅供研究試驗用，並未商品化推廣。

四、人工光源之試驗應用

荷蘭使用人工光源的目的是為了周年都可以收成，其中高壓鈉燈(HPS)在荷蘭溫室使用區域達10,000 ha，約佔50%的人工照明。LED照明之紅/藍光比例大約是95：5~85：15，其應用優點為可選擇特定的波長、組裝方便及具亮度控制功能；但須考量系統效率高低、光線分佈均勻否、冷卻所需的成本及溫室的氣候改變等因子。荷蘭園藝界認為LED光源可應用於玫瑰、番茄等高能耗作物上(高產量作物要求大量的光)，但擔心在低成本情況下可否提供足夠的光線，以及作物生長結果是否優於高壓鈉燈。荷蘭學者曾試驗設計4種燈照對番茄產量的比較，包括：(1)高壓鈉燈置於作物上方、(2)LED燈置於作物上方、(3)高壓鈉及LED燈混合交錯置於作物上方、(4)高壓鈉及LED燈分別置於作物上方與植株中間，經試驗結果顯示，(1)的產量最高、(4)的產量最低，另外2種則介於前二者之間。另以能源效率觀之，4種設計單位天然氣之產量各是(1) 0.27、(2) 0.23、(3) 0.26、(4) 0.28 kg/g.e.(g.e.：gas equivalent)。

五、二氧化碳的應用與來源

荷蘭番茄溫室幾採密閉環控生產，所以溫室內之CO_2的度要充足，每公頃每天約加入2.5 kg，以幫助番茄生長；否則在低濃度時，葉片氣孔開度較大，水分蒸散也較快。其番茄植株生長期可逾11個月，每株藤蔓可長達15~20 m，確實壯觀，也達到台灣目前正試驗推廣周年生產的目的。每株番茄可採果32串，平均年產量約80 kg/m^2，與台灣地區每年單位面積產量之15~20 kg/m^2(牛番茄)相較，收成確實較為理想。參訪荷蘭之栽培溫室即便稱之為半密閉溫室(Semi-closed greenhouses)，也幾乎都是採密閉式環境控制系統運作，並使用各類省工機械與自動化技術輔助生產。由於農作物生長環境與外界隔離，且在室內工作人員有效運用的情況下，與光合作用習習相關的CO_2自然格外受到重視，並於栽培期全程監測和補充；而CO_2的來源，除搭配農場汽電共生、加溫設備之廢氣排放而予以收集外，亦可付費購自於工業區之配送管線(如圖5)。這與台灣地區設施栽培多為遮雨棚、溫網室等型式，並大量使用各種自然或強制通風設備，致溫室內、外大氣交換的動作頻繁，相對上CO_2

圖5、荷蘭西部CO2供給網路圖

之需求似乎不是重點，所以國內溫室生產者對於CO_2感測器的應用並不熱衷。但隨著西風東漸與技術交流，密閉程度愈高的溫室栽培區，也逐步裝設CO_2監測系統，甚至有針對其他特定需求之氣體感測器，例如乙烯監測等。

六、溫室氣候與植物生理監測管理系統

監測管理系統是一種資通訊(ICT)技術、雲端科技的應用。在溫室生產的過程中，可使用各類感測器收集、記錄大氣溫濕度、CO_2、光合作用有效光、葉面溫度與厚度、植物生長監測儀及土壤水分、溫度、鹽度等資料，並藉由GPRS通訊模式傳輸至特定電腦伺服器儲存，供即時或後續應用。通常資料顯示：一為感測器直接測得，包括溫度、濕度、光度、CO_2等；另一為電腦計算分析者，包括蒸氣(壓)差、光合作用產量、高級(最大)同化作用、光合作用電子輸送速率、生長(熱、有害)光量、光合作用效率、露點、平均日溫、日總光量及平均葉面溫度等。例如：蒸氣差由相對濕度及溫室溫度計算而得，表示在1 m^3空氣中所能吸收的總水量。只要植物的溫度與溫室溫度相同，即是良好的量測；如果不同則使用蒸氣壓差(VPD)。蒸氣壓差是由相對濕度、溫室溫度及植物溫度計算而得。蒸氣壓差高時，植物葉面會產生蒸散作用，如果蒸氣壓差太大而造成植物的蒸散大於水分的吸收時，植物便會將氣孔關閉。正確的蒸氣壓差才能維持植物正常的 CO_2 吸收。藉由各種細微條件之監測判斷，可瞭解植物葉面氣孔啟閉及光合作用效率等情況，對作物生長管理具指標功能，而環境精準控制之生產模式，就是「節能」的表現。

七、參訪花卉溫室生產(Kwekerij Piet Vijverberg)

Kwekerij Piet Vijverberg(Farm Peter Vijverberg)已有數十年歷史，佔地7.5公頃，主要生產蝴蝶蘭(Phalaenopsis)、龍血樹(Dracaena)和紅蟬花(Dipladenia)等3項農產品。其生產溫室採用荷蘭最為普及之山型屋頂，而最令人耳目一新的是溫室上方架設2台洗屋頂機，使用滾筒毛刷作業；側邊則是大型雨水儲存桶(如圖6)，水質檢驗、處理符合所需後，供應生產管理應用。溫室內具有寬敞的通道，四輪式堆高、搬運機械皆能通行無礙；其次是每間溫室區皆由類似鐵捲門一般的捲簾加以區隔，捲收速率快、密閉性良好。其中蝴蝶蘭換盆作業，係由人工搭配輸送帶將蘭苗投入底端具類似無線射頻系統(RFID)電子標籤(Tag)之透明塑膠盆內，再由自動化裝置自動進行供盆、提盆作業，以增加一只「高套盆」(如圖7)，同時於輸送過程中將每盆植株導入影像處理系統，以建立其尺寸規格、花苞數等資料，並記錄於電子標籤內，管理者可隨時掌握每株蘭苗(花)之生育狀況，做為入出貨供需的參考。龍血樹盆栽生產作業係藉由自動上盆機將整疊塑膠盆單一化進盆、

圖6、山型尖頂溫室與雨水儲存桶

圖7、蝴蝶蘭自動高套盆與輸送作業

圖8、龍血樹以堆高機運送至栽培區

裝填介質、刷平與打洞後，靠人工將一截植株莖部插入盆中，再由機械將其壓緊，以及採用滾刷、吹氣等方式清理介質，當1排達到14盆之後，即由擺動式叉爪將其送至寬行輸送帶上，俟其累積達14排時，再以輪式搬運堆高機移到栽培區(如圖8)。該栽培區逕設置於地面上，採淹灌方式管理，並有埋在水泥地板下之加熱管可進行加熱，初期須使用被覆膜覆蓋保溫與催芽，並利用各類型簡易式機具輔助登高、懸空移動工作。而噴霧作業採用子母車原理，子車是1組共用式懸吊噴桿，母車則藉由寬敞通道之便，以手推輪式機械將噴桿移至其他溫室進行管理工作。該作動方法近似日本某廠牌之噴霧系統，只是日製母車是採用軌道車型式；亦與本場研發之換棟型懸吊桿式自動噴霧系統有著異曲同工之妙。

八、參訪蔬菜溫室生產(Tomato World)

Tomato World位於荷蘭Westland溫室專業區中心之Honselersdijk，採用密閉型溫室與懸吊式岩棉介質袋栽培系統，並有超過50種以上的番茄品種(如圖9)，每個品種均有其獨特的外型、風味及質地，訪客可親身體驗及品嘗高達各式各樣不同品種的番茄色。荷蘭番茄業者早在1990年初期已朝專業化發展，並引進新的技術及生產方法，其中最重要的是以介質耕代替傳統土耕方式，諸如椰纖、岩棉及礦物棉等，其中岩棉在荷蘭被廣為利用。使用介質耕栽培最大的好處是易於控制栽培條件，同時介質經適當處理後可再利用。在授粉方面，發展大黃蜂授粉技術，著眼於大黃蜂可單獨作業且光線愈好工作愈認真的習性，而取代了傳統以蜜蜂授粉的作業方式，通常新購每盒約有60隻大黃蜂，2週後可繁衍至100~120隻，據指出每盒可作業面積高達1公頃，大黃蜂巢盒以光感測器控制啟閉，夜間補光燈打開時關閉，

圖9、Tomato World之番茄品種展示區

白天補光燈關閉時打開。最近幾年發展的人工光源、節能網設置及懸吊式栽培排水系統，亦有效提升了番茄栽培的競爭力並降低了生產成本，尤其藉懸吊式栽培排水系統(如圖10)的發展，可監測植株重量、滴灌排水量及計算介質水份飽合點，精準控制灌溉水量，達到節水灌溉的目的，目前設定灌水量為每天每株6 L，而約有30%水量排出回收。另外使用天然氣發電設備(co-generator)發電，其所產生的熱可用於溫室加溫，CO_2可適當處理後直接用於提高植株光合作用產率，同時降低排碳量，所產生的發電量則可售給發電廠供一般居民用戶使用，亦有部份業者將所發的電力用於冬季補光系統等。

圖10、懸吊式栽培排水系統

赴荷蘭研習永續節能溫室生產技術與應用之心得如下：

一、荷蘭溫室生產朝向大面積發展，所參訪番茄、蝴蝶蘭等蔬花溫室生產，不僅栽培面積數以公頃計，且幾乎完全環境監測與控制，其中感測器廣泛應用、儘量接近作物量測及對於CO２的重視程度，值得研究人員深入了解；再加上各類盆栽介質裝填、陸空運輸，乃至於分級、選別與包裝等機械化及自動化輔助作業，也值得學習與仿效。尤其是影像識別在荷蘭已經廣泛的運用在園藝作物的生產及管理上，且有效的節省人力成本同時達到提高品質的目標；台灣的農業生產面積較小且不集中，如果個別農民引入，恐怕成本過高，但若是以農會或規模較大的集貨社場社加以利用，應能達到事半功倍的效果。

二、荷蘭溫室栽培作物以番茄為最大宗，參訪的期間拜訪了番茄栽培業者及研究示範中心；由於氣候型態不同，荷蘭溫室番茄栽培體系與台灣有很大差異，荷蘭以養液介質耕為主，使用的介質多為岩棉，溫室內普遍使用人工光源、二氧化碳肥化、熱水管加熱及大黃蜂授粉等來增加產量與提升品質；而台灣地區番茄設施栽培番茄仍在起步階段，大部份的農民仍維持簡易溫室及土耕栽培；目前設施番茄最大瓶頸為高溫蓄熱無法解決，因此在高溫期無法生產。台灣與荷蘭所面臨的生產瓶頸不同，因此荷蘭溫室生產體系不見得適合台灣，但他們在介質、養液、環控設備及設施推廣的經驗仍值得我們借鏡。

三、參訪荷蘭業者如Hoogendoorn之環境監測或作物生理感測系統發現，相關資料所有權歸農民，資料分享須經當事人同意，而業者僅提供作業平台，並不作後續資料判讀與生產建議，倘有需求也只作專家之仲介推薦，因此，國內對此類系統之研發與應用仍需加緊腳步自力研發才能有真正適合我們使用需求的系統。

四、荷蘭進入溫室前普遍的防護措施相較於台灣嚴格許多，不管是農業研究機構或是作物生產者，如Wageningen UR Greenhouse Horticulture，或是作物生

產者如GreenQ與Tomato World等，每次進入溫室前都必須穿著防護衣、戴手套、帽子或鞋套，雖然過程較為繁瑣而較浪費資源，但由此可知荷蘭人對於田間衛生的重視程度及執行標準流程絲毫不馬虎。

結語

出國參訪研習確可增廣見聞、開闊視野，而荷蘭園藝產業確有許多足供我們學習之處，包括生產規模、自動化栽培管理、產品品質認證、生產者合作與政府心態，以及農業永續、節能、環保的推動與落實。然因我國農產業規模小且產銷方式異於荷蘭，如欲引進荷蘭模式之經營概念與生產設備於國內應用，仍需進行相當程度之生產程序調整與修正農民觀念，方可開啟台灣新農業之門。

參考文獻

1. 蔡致榮、方怡丹、田雲生、沈原民、鍾瑞永、許涵鈞 2012 「荷蘭永續節能溫室生產技術與應用」出國報告http://open.nat.gov.tw/OpenFront/images/pda/report_detail.jspx?sysId=C10100374。
2. Andel, N. van, E. van Andel, A. Ter Beek, E. Wortmann, J. Kristinsson, A. Mels, G. Zwwman, J. de Wilt and P. Oei. 2007. Greenhouse village, the greenhouse-powered neighborhood. Flyer of Innovation Network, Reinventing Agribusiness and Rural Areas, Ministry of Agriculture and Environment, The Netherlands.
3. Bakker, J. C., 2009. Energy saving greenhouses. Chronica Horticulturae 49(2): 19-23.
4. Opdam, J. J. G., Schoonderbeek, G. G., Heller, E. B.M. and de Gelder, A. 2005. Closed greenhouse: a starting point for sustainable entrepreneurship in horticulture. Acta Hort. 691:517-524.
5. Sonneveld, P. J. and G.L.A. M. Swinkels. 2005. New Developments of Energy-saving Greenhouses with a High Light Transmittance. Acta Hort. 691:589-596.
6. Sonneveld, P. J., Swinkels, G. L. A. M., Kempkes, F., Campen, J. B. and Bot, G. P.A. 2006. Greenhouse with integrated NIR filter and a solar cooling system. Acta Hort. 719:123-130.
7. Speetjens, S. L., T. van der Walle, G. van Straten, J. D. Stigter, H. J. J. Janssen, Th. H. Gieling. 2005. WATERGY, towards a closed greenhouse in semi-arid regions: experiment with a heat exchanger, Acta Hort. 691: 845 - 852.

赴荷蘭參訪作物病蟲害防治策略

沈原民

摘要

目前歐盟國家制訂的農藥管理相關法規將使未來農藥使用更趨嚴格，最早是1993年生效的Pesticide Authorisation Directive (PAD) 91/414/EEC，至Water Framework Directive (WFD)2000/60/EC及其他相關可持續之規範，許多農藥有效成份已從市場移除，未來農民可使用的農藥也將愈來愈少，歐盟國家將投入研發其他非化學農藥之病蟲害管理技術。我們參訪瓦赫寧根大學研究中心溫室園藝學群(Wageningen UR Greenhouse Horticulture)之植物保護相關研究，包括採用防護措施消毒及隔離病原、運用特定波長分析作物影像偵測肉眼無法看見的植物異常、釋放昆蟲天敵防治害蟲與蟎類等。在產業界方面，我們在國際園藝博覽會(Horti Fair)所見幾乎沒有傳統農藥公司出現，而有一些國際上標榜非化學產品的植物保護公司參展，例如Koppert Biological System(荷蘭)、Odus Corporation(韓國)等公司，生產防治害蟲的昆蟲天敵、生物防治用的有益微生物、安全性較高的非傳統農藥等產品。以Koppert公司為例，與研究機構如瓦赫寧根大學合作開發產品，目前已經商品化的昆蟲天敵超過35種以上，並能每週將產品配送至農民手中。溫室作物生產業者如Tomato World亦採用綜合有害生物管理策略，在溫室內執行防護隔離措施、應用黏紙、保護昆蟲天敵等方式保護作物。接待我們參訪瓦赫寧根大學植物保護研究的Rob J. M. Meijer教授認為，現在的市場需求安全、低農藥殘留的食品，講求自然、健康，注重環境，驅使政府審視植物保護產品將更嚴格，代表愈來愈少的植物保護產品或農藥可被農民使用，因此，將有新的、非化學性的植物保護需求。

內文

全世界約有2,400,000公頃的植物栽培於溫室內，而荷蘭在2010年的溫室面積為10,311公頃，由於溫室數量多，因此荷蘭很重視在溫室內的植物保護策略。再加上，近年來歐盟國家的大眾與媒體注意到化學農藥的風險，荷蘭當地超級市場訂定的產品農藥殘留標準甚至比政府制定標準的三分之一還低。由市場需求引導，歐盟委員會(European Commission)管控農藥的登記、審查及使用日益嚴格，許多當地作物生產者已不再仰賴化學農藥作為植物保護的唯一手段，荷蘭的技術研發單位亦投入許多有別於傳統、不依賴化學農藥的有害生物管理技術。

依Wageningen UR Greenhouse Horticulture 的 Rob J. M. Meijer教授提供的資訊，荷蘭的溫室番茄100%採綜合有害生物管理(Integrated pest management)，而

栽培切花類的溫室有60%採綜合有害生物管理，在整個栽培期間主要應用農藥以外的替代方法防治害蟲、疾病與雜草，合理使用最少量的農藥。另外，荷蘭栽培有機果菜類作物的溫室有75公頃，栽培有機葉菜類作物的溫室有25公頃，當地的有機規範嚴格，必需使用對環境友善且可持續(sustainable)的方式管理，農作物必需種植在土壤中，且不得使用化學農藥或亞磷酸等資材保護植物。有機農產品於2009年在荷蘭的市場占有率約為2.3%，約70%溫室生產的有機農產品外銷至其他國家。

Wageningen UR Greenhouse Horticulture的研究人員研發多種非化學性的植物保護策略，包括(1)利用植物材料在無氧覆蓋環境下，釋出物質作生物性土壤消毒，以降低線蟲及土壤真菌病害；(2)瓜類與菊科綠肥作物Tagetes間作，以達成輪作目的降低線蟲密度；(3)應用活化的鹽溶液，試驗噴撒於玫瑰、番茄、胡瓜以降低白粉病及其他病害的感染；(4)選拔對線蟲、土壤性病害有抗性的瓜類；(5)運用特定波長分析作物影像，偵測肉眼無法看見的植物異常；(6)釋放昆蟲天敵防治害蟲與蟎類。

生物防治是荷蘭溫室內普遍應用的植物保護策略之一，提供生物防治產品的公司如Koppert Biological Systems與研究機構如Wageningen UR Greenhouse Horticulture合作，已將多種昆蟲天敵製成產品銷售給農企業與農民。這些天敵分為專一性較高的specialist predators及較無選擇性的generalist predators，最著名的specialist predator是智利捕植蟎(*Phytoseiulus persimilis*)防治溫室內危害植物的蟎類；而另一種重要的補植蟎*Amblyseius swirskii*則屬於generalist predator，應用在溫室內的粉蝨與薊馬防治，普遍來說generalist predators的應用表現優於specialist predators。Wageningen UR Greenhouse Horticulture在溫室內廣泛應用這些植物產品，同時亦研究如何混合應用不同種類的昆蟲天敵達到可親合或加成的防治效果，此外，大面積商業生產的溫室內也採用生物防治，包括在目標農作物旁栽種少量適合天敵繁殖的植物以保護天敵，或是定期向生物防治廠商購買產品，釋放到溫室內防治害蟲。以Koppert公司為例，已經商品化的天敵超過35種以上，並能每週將產品配送至農民手中。

Rob J. M. Meijer教授認為現在的市場需求安全、低農藥殘留的食品，講求自然、健康，注重環境，驅使政府審視植物保護產品將更嚴格，代表愈來愈少的植物保護產品或農藥可被農民使用，因此，將有新的、非化學性的植物保護需求，未來，預防病蟲害、精準地偵測及預警、生物防治、環境調控、物理阻隔與清潔、害蟲誘引等策略將更加重要。

赴加拿大研習「保健作物新功效成份之開發研究」

廖宜倫、陳裕星

摘要

為繼續加強臺灣與加拿大之農業科技合作，本年度本場繼續派員前往加拿大農業部所屬之研究機構進行研習及交流，此次研習時間為100年10月1日至10月15日，研習地點為位於愛德華王子島之夏洛特敦穀物及牲畜研究中心(Crops and Livestock Research Centre)、位於渥太華之東部穀物及油料作物研究中心(Eastern Cereal and Oilseed Research Centre)及位於基輔的基輔食品研究中心(Guelph Food Research Centre)，研究主題為保健作物新功效成份之開發研究。研習期間與加方研究人員討論如何利用分子輔助育種加強蕎麥功能性成份之育種方法，並了解特殊保健成分仍需進行細胞及動物試驗等研究，加強其後端之可利用性，這可作為國內進行保健成分分析研究之參考，並藉此提升我國於保健成分上之競爭力。

前言

台灣現有雜糧栽培，受限於進口價格遠低於國內之栽培成本，發展雜糧作物內的特殊保健功能成分，為國內利用雜糧作物的新趨勢，本場所栽培研究的雜糧作物-薏苡、蕎麥均富含特定功能性成分，然而，加拿大為世界上主要栽培國之一，其栽培之產品主要以輸出至日本為主，本次研習期能透過參訪加拿大農業部轄下之夏洛特敦(Charlottetwon)穀物及牲畜研究中心、渥太華(Ottawa)東部穀物及油料作物研究中心及基輔(Guelph)的基輔食品研究中心，了解農作物體內的特殊保健功能成分的萃取分離方法，成分含量分析方法、如何增進作物內特殊成分的育種方法以及保健成分的應用於產業上的方法，藉此提升我國雜糧作物的應用及競爭力。

內容

一、保健作物萃取方法及育種方法之探討

在愛德華王子島的夏洛特敦穀物及牲畜研究中心與Dr. Christopher W. Kirby 研討蕎麥體內成分的萃取方法，如何利用不同的萃取方法可有效偵測到蕎麥體內之功能性成分，並研討利用農藝性狀與功能性成份之相關性來偵測其有效成分之可能性。隨後與Dr. Fofasa、Dr. McCallum及Dr. Kirby召開小組研討會議，針對蕎麥

體內的功能性成分之分析、利用傳統育種及分子輔助育種等方法提升功能性成份之含量，並探討其功能性成分生合成及代謝途徑的研究，日後可由加拿大之研究單位提出蕎麥研究計畫之構想書並向加拿大政府提出計畫申請，並由我方派員至加拿大進行計畫研究，由臺、加雙方共同進行合作完成研究報告。

二、加拿大農部的拜訪

與加拿大農部國際科技合作局局長周堅強副局長及官員何山見面，討論台中區農業改良場未來與加拿大農部合作的相關事宜，並參訪位於渥太華的東部穀物及油料作物研究中心，參觀內部之研究室，拜訪了Dr. Bao-Luo Ma及Dr. Pat Bouchard等研究科學家，該研究中心具有世界性的昆蟲標本，收集世界各地的昆蟲標本，為世界前五大的昆蟲標本館。之後，參觀研究中心的農場，現在為加拿大入冬季節，大部份作物已經收成，農場上可看到尚未收成的作物玉米、大豆等。

三、保健作物功能成份的應用

位於基輔大學(University of Guelph)的基輔食品研究中心(Guelph Food Research Centre)，主要研究已農業及農產食品為主，共分為三個主要領域。第一，發現新的農產品中所含有的成分，研究並定義其化學成分，找出有利於人類健康的成分供人們食用。第二，研究針對加拿大居民的食物安全及保健性，包括利用自然的耕作方法來生產健康食物，了解並控制食物所會產生的毒素，找出可生產出健康、營養且具品質的食物生產體系。第三，以創新方法來來研究健康及品質的食物，其為針對之前已知的功能性及營養成分做一個完整的保存，以及研究具有潛能性的自然抗氧化能力及其他可促進健康的營養成分(如抗癌成分)。因此，研究中心的研究學者可分為三個研究群組，分別為1.功能性食品研究小組，2.開發營養食品研究小組及3.營養成分研究小組。三個小組又分別互相支援研究計畫，形成一個縝密的大研究團隊。除食品研究中心外，該中心又與基輔大學內的農學院系互相支援研究計畫，機關與機關之間互相支援研究計畫，創造出可觀的研究成果。

心得與建議

本計畫執行期間，除參訪加拿大農部於夏洛特敦、渥太華及基輔等城市內之研究中心並拜訪其研究人員，對加拿大之農業研究人員之研究主題之專業及研究團隊之合作模式，深感有許多值得我方學習之處，以下謹針對本次參訪提出部分心得及建議：

1. 本次研習學習到加拿大對於健康農業之重視，其除發展有機、永續農業外，對於農業環境之保護十分重視，除農業之育種及環境外，並重視農業之產品開發，結合產業能量，提高農業產能。
2. 加拿大政府對農業發展之基礎研究十分重視，除專業人員之研究能量提升外，亦不斷培養博士學生或博士後研究人員參與農業相關研究，增加農業研究之潛

能，此十分值得我國借鏡學習，除研究人員之培養外，亦加強研究設備及環境之能量，除建構高級溫室供研究人員進行研究及採購NMR及UPLC等尖端設備外，另聘用專業技術人員專門管理及使用設施及設備，以達其效能之發揮。

3. 加拿大農部之研究人員除專業領域之主題外，並針對同一主題不同領域的研究人員統整合作，舉例如保健作物之研究，除有育種人員進行品種選育作業外，另有特殊成份之萃取、定量之研究人員、成分代謝機制研究人員、成分在動物體內吸收及代謝機制人員及末端產品開發人員等，參予人員除加拿大農部之研究人員外，更有大學內之教授共同合作，除研究人員之合作外，部分研究並與產業界共同研究開發產品，以達到產、學合作之最大效益，此外，其研究人員亦都有SCI論文之共同發表。
4. 蕎麥之研究，在台灣除本場有針對其育種、栽培及產品開發之研究外，國內並無其他相關研究進行，實屬可惜之處。因此，可尋求如學校或其他研究機關共同進行，如其功能成分之開發、定量及萃取模式之研究，並研究成分在蕎麥體內的合成代謝機制等，以及特殊成分在動物體內之吸收、代謝模式，最後在產品開發等之研究，以研究團隊之模式，加強研究能量之產出。

參考文獻

1. Fofana, B., Cloutier, S., and Duguid, S.D. 2008. Flax by products: opportunities and challenges for new uses. 2008 Canadian Institute of Food Science & Technology (CIFST) and AAFC Conference, Delta Prince Edward Hotel, Charlottetown, PEI, Canada, May 2527, 2008, pp. 25.
2. He, J., Yang, R., Zhou, T., Tsao, R., Young, J.C., Zhu, H., Li, X.Z., and Boland, G.J. 2007. Purification of deoxynivalenol from Fusarium graminearum rice culture and mouldy corn by highspeed countercurrent chromatography. Journal of Chromatography A. 1151(12):187192.
3. Huang, W., Deng, Q., Xie, B., Shi, J., Huang, F.H., Tian, B., Huang, Q., and Xue, S.J. 2010. Purification and characterization of an antioxidant protein from Ginkgo biloba seeds. Food Research International. 43(1):8694.
4. Jiang, G., Jiang, Y., Yang, B., Yu, C., Tsao, R., Zhang, H., and Chen, F. 2009. Structural characteristics and antioxidant activities of oligosaccharides from longan fruit pericarp. J. of Agricultural and Food Chemistry. 57(19):92939298.
5. Khanizadeh, S., EhsaniMoghaddam, B., Tsao, R., Desjardins, Y., and Gosselin, A. 2007. Strategy for Breeding Fruits with Higher Content in Bioactive Compounds. Acta Horticulturae (ISHS). 744:225232.
6. Kirby, C.W., McCallum, J.L., and Fofana, B. 2009. NMR Studies of the Fatty Acids Present in Flax Seed Development. MOOT XXII Mini NMR Symposium, Carleton

University, Ottawa, ON, Canada, October 1718, 2009, 16.
7. Liu, D.H., Shi, J., Rodríguez Posada, L., Kakuda, Y., and Xue, S.J. 2008. Separating Tocotrienols from Palm Oil by Molecular Distillation. Food Reviews International. 24(4):376391.
8. McCallum, J.L., Yang, R., Young, J.C., Strommer, J.N., and Tsao, R. 2007. Improved high performance liquid chromatographic separation of anthocyanin compounds from grapes using a novel mixed-mode ion-exchange reversed-phase column. Journal of Chromatography A, 1148(1):38-45.
9. Xiao, J., Tian, B., Xie, B., Yang, E., Shi, J., and Sun, Z. 2010. Supercritical fluid extraction and identification of isoquinoline alkaloids from leaves of Nelumbo nucifera Gaertn. European Food Research and Technology. 231(3):407414.

近年來在臺灣瓜類作物上發生嚴重之病毒病害

趙佳鴻

摘要

瓜類作物是臺灣重要蔬果病蟲害種類繁多，其中尤以病毒病害可藉由種子、媒介昆蟲及機械傳播且罹病後無任何可供防治之藥劑，因此已成為瓜類生產體系中之限制因子。2006-2007年間臺南地區秋作洋香瓜田發生很嚴重之病毒病害。據調查報告顯示甜瓜黃斑病毒(*Melon yellow spot virus*, MYSV)與西瓜銀斑病毒(*Watermelon silver mottle virus*, WsMOV)是主要致病因子，此兩病毒皆為*Tospovirus*屬病毒，在田間可經由南黃薊馬(*Thrips palmi* Karny)以永續型方式傳播，田間病徵為葉片黃化斑駁並伴隨壞疽斑點、節間縮短、矮化、瓜蔓末梢直立等病徵，罹病株所結果實容易脫落、變小或畸形。西瓜銀斑病毒於1992年被確定發生於台灣，除西瓜之外，胡瓜、甜瓜、冬瓜均極易被此病毒危害。甜瓜黃斑病毒最早於2000年在日本被發現並命名，在臺灣2008年在西瓜上首先被發現，2010年被報告亦會感染胡瓜，依據2007-2009年調查報告顯示此兩病毒已成為90年代新流行的瓜類病毒。90年代銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)入侵台灣，因其食性雜，蟲體型小，已成農業亟需防治之重要害蟲。由粉蝨傳播，感染瓜類作物的病毒病害主要有兩種，(一)為南瓜捲葉菲律賓病毒(*Squash leaf curl Philippine virus*, SLCPHV)，2005年首先在冬瓜上發現此病毒，病徵為葉片黃化皺縮、葉脈突起褪色、捲葉且生長勢減弱，一旦田間又有其他病毒複合感染，會嚴重影響果實產量，2008-2009年南部洋香瓜遭受嚴重的病毒危害，主要就是由SLCPHV引起的捲葉病。(二)瓜類退綠黃化病毒(*Cucurbit chlorotic yellows virus*, CCYV)，是引起萵苣、葫蘆科、番茄等蔬果類上之重要病毒病害。此病毒可經由銀葉粉蝨或菸草粉蝨以半持續性方式傳播。此病毒2004年於日本九州的香瓜上首先被發現，病徵為葉片黃化，葉脈呈綠色。2009年，臺灣也在甜瓜上發現此病毒，隨後發現胡瓜、南瓜、西瓜、扁蒲、越瓜也會被感染。此病毒造成之病徵在葉片有退綠(黃白化)及黃斑兩種型態。(1)退綠型：一般觀察在較成熟之葉片，葉尖及葉柄附近產生退綠小斑點，逐漸以不規則邊緣擴大，因斑點發生不平均，形成斑紋狀，葉背有許多退綠小斑點，症狀會再擴展，僅剩葉脈附近為綠色，葉背粗糙化。(2)黃斑型：新生葉片上有不規則狀小黃斑，逐漸擴大形成由葉脈區隔黃色與綠色區塊。而黃斑型及退綠型病斑會發生在同株植物，主要發生於下位葉，往上位葉逐漸擴展黃化。防治策略專家建議利用32目網室栽培隔絕粉蝨、蚜蟲，以減少傳播ZYMV、PRSV-W、CMV及CCYV的機會；而防範薊馬傳播MYSV及WSMoV則需注意苗期病蟲害管理、利用黃色黏紙監控網室內之薊馬棲群、適時薊馬防治藥劑之使用等綜合技術。

前言

根據2009年農業統計年報，葫蘆科作物生產面積共22,984公頃。因為瓜類周年都有栽種生產，南北互相銜接的結果，使得瓜類共同感染的各種病蟲害就跟隨作物生長而持續發生，當中又以病毒病害最嚴重，成為瓜類作物生產體系的限制因子。1999年農業統計年報全國瓜類栽培面積達38,854公頃，近來瓜類生產面積卻逐年縮減，目前僅餘10年前的60%，其中洋香瓜種植面積已不到原先的一半，這固然是栽培制度精緻化與設施化的結果，但是與病毒病害的高傳播能力、無病毒病害管理對策導至農民栽種意願低落等因素有關。在自然環境下可感染瓜類作物的病毒種類超過 50 種，台灣現有紀錄感染瓜類的病毒有16種(表1)，包括蚜蟲傳播的：甜菜西方黃化病毒(*Beet western yellows virus*, BWYV)、胡瓜嵌紋病毒(Cucumber mosaic virus, CMV)、甜瓜脈綠嵌紋病毒 (Melon vein-banding mosaic virus, MVbMV)、木瓜輪點病毒(*Papaya ringspot virus*, PRSV)、矮南瓜黃化嵌紋病毒(*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV)；薊馬傳播的：海芋黃斑病毒(Calla lily chlorotic spot virus, CCSV)、甜瓜黃斑病毒(Melon yellow spot virus, MYSV)、番茄斑點萎凋病毒(*Tomato spotted wilt virus*, TSWV)、西瓜銀斑紋病毒(*Watermelon silver mottle virus*, WSMoV)；粉蝨傳播的：瓜類退綠黃化病毒(*Cucurbit chlorotic yellows virus*, CCYV)、南瓜捲葉菲律賓病毒(*Squash leaf curl Philippine virus*, SLCPHV)、番茄捲葉新德里病毒(*Tomato leaf curl New Delhi virus*, ToLCNDV)，及種子傳播的：胡瓜綠斑嵌紋病毒(*Cucumber green mottle mosaic virus*, CGMMV)。其中CGMMV、CMV、MVbMV、MYSV、PRSV、ToLCNDV、及ZYMV還可經由病株汁液感染瓜類植株。這些病毒在各種不同的瓜類作物上所發生的情形各有所異，且田間複合感染很普遍，造成植株不同程度的病徵，輕者僅葉片出現嵌紋或黃斑，植株生育減緩，重者葉片及果實畸型，頂芽壞疽，植株生長停止、全株黃化或提早死藤，影響瓜果品質及產量，且一旦罹患病毒病，植株即無藥劑可以治癒。多年來由於瓜類栽培的生態環境與時推移，病毒病的流行趨勢也跟隨變遷，近年的演變更是越來越快，令防疫工作疲於奔命。此刻若田間監測技術及防疫策略無法與時俱進，瓜類病害管理將無所適從而任憑病毒肆虐。本文僅將台灣最近所發生嚴重的瓜類新興病毒病的特性做一介紹，以增加大家對這些新興病毒的認識，做為研擬實際防治策略的基礎。

內容

2006-2007年間臺南地區秋作洋香瓜田發現植株矮化，嚴重時生長延遲停頓、枯萎，新葉縮小、翹尾，葉片黃化、嵌紋、皺縮及壞疽等受病毒危害之症狀，是近年來發生最嚴重之病毒病害。據調查報告顯示甜瓜黃斑病毒(*Melon yellow spot virus*, MYSV)與西瓜銀斑病毒(*Watermelon silver mottle virus*, WsMOV)是主要致病因子，此兩病毒皆為*Tospovirus*屬病毒，Tospoviruses 的特性是靠薊馬傳播，在

國外主要是西方花薊馬(*Frankliniella occidentalis* Pergande)，在台灣是由南黃薊馬 (*Thrips palmi* karny) 以永續型方式傳播，但僅在薊馬幼蟲期刺吸病株汁液才能獲毒，而帶毒蟲幼蟲及成蟲均有傳播病毒的能力。另外，部份種類病毒亦可藉由汁液傳播。在台灣有紀錄的共有 4 種全屬於*Bunyaviridae*科之*Tospovirus*屬，其中以下列2種病毒影響作物最為嚴重，(一)西瓜銀斑紋病毒(*Watermelon silver mottle virus*, WSMoV)，田間病徵為葉片黃化斑駁並伴隨壞疽斑點、節間縮短、矮化、瓜蔓末梢直立等病徵，罹病株所結果實容易脫落、變小或畸形。西瓜銀斑病毒於1992年被確定發生於台灣，因罹病西瓜葉片有銀色反光之病徵而名之。除西瓜之外，在臺灣所種植之胡瓜、甜瓜、冬瓜均極易被此病毒危害。(二)甜瓜黃斑病毒最早於2000年在日本被發現並命名，在臺灣2008年在西瓜上首先被發現，2010年被報告亦會感染胡瓜，其田間病徵通常於新生葉片出現嵌紋病徵，隨病勢進展在較老葉片上出現黃化、嵌紋病斑，鄰近斑會互相癒合成大型黃化塊斑，黃化後期逐漸轉為壞疽，導致全葉壞疽。國內發現之洋香瓜黃斑病毒現亦經證實可由南黃薊馬(Thrips palmi) 傳播，且將此病毒接種於市面上常見之8種胡瓜商業栽培品種，皆出現病毒感染之病徵。依據2007-2009年調查報告顯示中南部西瓜栽培區感染WSMoV比率為22.4%，比MYSV感染率9.2%為高，同時間但在中南部洋香瓜栽培區調查卻是罹染MYSV之比率較高，洋香瓜感染甜瓜黃斑病毒其病徵為葉片黃化斑駁並伴隨壞疽斑點。此兩病毒目前已成為90年代新流行的瓜類病毒。

90年代銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii Bellows* & Perring)入侵台灣，因其食性雜，危害作物超過700多種，蟲體型小，已成農業亟需防治之重要害蟲。除了取食作物養液外，其與菸草粉蝨(*Bemisia tabaci* Gennadius) 更為多種病毒病之重要病媒昆蟲。尤其近年來在台灣由粉蝨傳播，感染瓜類作物的病毒病害主要有兩種，(一)為南瓜捲葉菲律賓病毒(*Squash leaf curl Philippine virus*, SLCPHV)，此病毒屬於*Geminiviridae*科，*Begomovirus*屬，臺灣2005年首先在冬瓜上發現此病毒，其病徵為葉片黃化皺縮、葉脈突起褪色、捲葉且生長勢減弱，一旦田間又有其他病毒複合感染，會嚴重影響果實產量。洋香瓜若感染此病毒，罹病植株葉片皺縮及莖部節間縮短、提早開花並結沒有商品價值的小果，嚴重影響果農的收益。2008 年 9 月因連續颱風及進入栽培期後的暖冬少雨現象，粉蝨密度高，使當年南部2期作的洋香瓜遭受空前嚴重的病毒病為害，主要就是由SLCPHV引起的捲葉病，據農試所、台南區農業改良場研究人員調查二崙及崙背地區洋香瓜感染率約 4 成，粉蝨帶毒率約 50%; 台南將軍及安南等地感染率約 4-6 成，粉蝨帶毒率約 55%; 高雄岡山地區感染率約 6 成，粉蝨帶毒率約 45%。2008年12月在台南市安南區發現植株定植後第二片本葉即出現病徵，所採樣本中全數帶有 SLCPHV。其中'秋華二號'和'七股香'同樣罹病，發生地區遍及雲林、台南及高雄等地。因此研究人員研判2008-2009年南部洋香瓜遭受嚴重的病毒危害，主要就是由SLCPHV引起的捲葉病。(二)瓜類退綠黃化病毒(*Cucurbit chlorotic yellows virus*, CCYV)，為*Closteroviridae*科，*Criniviruses*屬病毒，病毒顆粒為長絲狀，是引起萬苣、葫蘆科、番茄等蔬果類上

之重要病毒病害。此病毒可經由銀葉粉蝨或菸草粉蝨以半持續性方式傳播，獲毒後，保毒時間約數日至數週，與其獲毒時間長短正相關。此病毒2004年於日本九州的香瓜上首先被發現，病徵為葉片黃化，葉脈呈綠色。2009年，臺灣也在甜瓜上發現此病毒，隨後發現洋香瓜、胡瓜、南瓜、西瓜、扁蒲、越瓜也會被感染。一般瓜類生育中後期所發生植株全面黃化徵狀，也多為CCYV所為害。感染株病毒分佈局限於韌皮部，磨擦接種不能感染寄主。CCYV經由粉蝨傳播接種，可以感染瓜類以外包括菊科、藜科、旋花科、豆科及茄科的植物。此病毒造成之病徵主要可觀察到葉片有退綠(黃白化)及黃斑兩種型態。(1)退綠型：一般觀察在較成熟之葉片，葉尖及葉柄附近產生退綠小斑點，逐漸以不規則邊緣擴大，因斑點發生不平均，形成斑紋狀，葉背有許多退綠小斑點，症狀會再擴展，僅剩葉脈附近為綠色，葉背粗糙化。(2)黃斑型：新生葉片上有不規則狀小黃斑，逐漸擴大形成由葉脈區隔黃色與綠色區塊。而黃斑型及退綠型病斑會發生在同株植物，主要發生於下位葉，往上位葉逐漸擴展黃化。

結語

瓜類病毒病害近年來會受到大家的重視，因其有發生蔓延快速，病發後疫情慘重的特性。這些病毒病擴散快速的關鍵即在於昆蟲媒介傳播的效率。早期以蚜蟲為傳播的主要瓜類病毒例如矮南瓜黃化嵌紋病毒(*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV)、木瓜輪點病毒西瓜系統(*Papaya ringspot virus*-type W, PRSV-W)、胡瓜嵌紋病毒(*Cucumber mosaic virus*, CMV)，因當時大都為露地栽培，使用化學藥劑防治蚜蟲有不錯之抑制擴散效果，所以病毒病害雖有零星發生，但並不嚴重。80年代中期推廣PE塑膠布隧道式栽培，效益大增，栽培面積大量增加，2006-2007年遭受病毒病害嚴重危害，主要就是由小型昆蟲—薊馬傳播的MYSV及WSMoV所造成。2007-2008年政府研究單位全面防範，徹底清園，疫情得以控制。2008-2009年南部洋香瓜田再度爆發嚴重病毒病害，此次主要是由粉蝨所傳播之SLCPHV所引起之捲葉病毒病害，如今歷經3年狀況未曾減緩。防治策略專家建議利用32目網室栽培隔絕粉蝨、蚜蟲，以減少傳播ZYMV、PRSV-W、CMV及CCYV的機會；而防範薊馬傳播MYSV及WSMoV則需注意苗期病蟲害管理、利用黃色黏紙監控網室內之薊馬棲群、適時薊馬防治藥劑之使用等綜合技術。瓜類病毒病早在 1944 年以前就已在臺灣發生，以毒素病或嵌紋病稱之，1980s 年代開始能夠利用一些生物檢定及血清學技術鑑別病毒，然後被鑑定出來的就是一項新發現的病毒種。但是在 1985-1986 年間以病徵及血清學判斷是病毒病害的 2576 個採集樣本中還有 35% 是完全與所有供試抗體都無反應，這其中除了無病毒的負反應外，還有可能部份樣品是當時技術尚未能檢測出來的新的病毒種類。1990s 年代病毒的分類及鑑定技術愈趨精細，抗體 (包括單株抗體) 製造及分生技術已趨成熟，國內植物病毒研究不但能與國際接軌，還屢見全球首發或分類標準報告。因此台灣的瓜類病毒種類的

16 項病毒種都是已鑑定至種的階層且有公開報告的紀錄，此外應還有未鑑定的不同瓜類病毒，其瓜類病毒病害流行趨勢值得進一步探討。

表一、台灣可感染瓜類作物的病毒種類

Table 1. Cucurbitaceae viral diseases in Taiwan

	病毒種類	學名	簡寫	傳播媒介
1	甜菜西方黃化病毒	*Beet western yellows virus*	BWYV	蚜蟲
2	瓜類蚜媒黃化病毒	*Cucurbit aphid-borne yellows virus*	CABYV	蚜蟲
3	胡瓜嵌紋病毒	*Cucumber mosaic virus*	CMV	蚜蟲
4	甜瓜蚜媒黃化病毒	*Melon aphid-borne yellows virus*	MABYV	蚜蟲
5	甜瓜脈綠嵌紋病毒	*Melon vein-banding mosaic virus*	MVbMV	蚜蟲
6	木瓜輪點病毒	*Papaya ringspot virus*	PRSV	蚜蟲
7	絲瓜蚜媒黃化病毒	*Suakwa aphid-borne yellows virus*	SABYV	蚜蟲
8	矮南瓜黃化嵌紋病毒	*Zucchini yellow mosaic virus*	ZYMV	蚜蟲
9	海芋黃斑病毒	*Calla lily chlorotic spot virus*	CCSV	薊馬
10	甜瓜黃斑病毒	*Melon yellow spot virus*	MYSV	薊馬
11	番茄斑點萎凋病毒	*Tomato spotted wilt virus*	TSWV	薊馬
12	西瓜銀斑病毒	*Watermelon silver mottle virus*	WSMoV	薊馬
13	瓜類退綠黃化病毒	*Cucurbit chlorotic yellows virus*	CCYV	粉蝨
14	南瓜捲葉菲律賓病毒	*Squash leaf curl Philippine virus*	SLCPHV	粉蝨
15	番茄捲葉新德里病毒	*Tomato leaf curl new delhi virus*	ToLCNDV	粉蝨
16	胡瓜綠斑嵌紋病毒	*Cucumber green mottle mosaic virus*	CGMMV	種子

參考文獻

1. 李如婷、黃莉欣　2011　粉蝨傳播crinivirus之生物學及其防治策略　第205-222頁農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會專刊　石憲宗、張宗仁主編　農業　試驗所特刊第152號　行政院農業委員會農業試驗所、中華民國植物病理學會出版　臺中市。
2. 杜金池、黃賢良、楊紹榮、程永雄、黃杉坻、陳榮五　1985　洋香瓜塑膠布隧道式栽培73/74年期示範效益評估　臺南區改業改良場研究彙報19: 13-22.
3. 彭瑞菊、陳紹崇、吳雅芳、鄭安秀　2006　臺南區瓜類病毒病害的種類及分佈　臺南區農業專訊55: 9-11。
4. 彭瑞菊、鄭安秀、葉錫東　2008　2007年初臺南地區洋香瓜病毒病害嚴重發生原因之探討　植病會刊17: 86。

5. 彭瑞菊、陳昇寬、胡仲祺、葉錫東　2009　利用簡易網室降低洋香瓜南瓜捲葉病毒病及罹病毒果實品質產量之評估　植保會刊51: 130-131。
6. 彭瑞菊、張淳淳、蔡翰沅、張雅玲　2010　認識瓜類作物新病毒—瓜類退綠黃化病毒　臺南區農業專訊73: 11-14。
7. 曾獻嫻、陳宗祺、黃莉欣　2009　新興瓜類Crinivirus屬病毒之診斷與鑑定　植保會刊51: 132。
8. 廖吉彥、鄧汀欽、蔡錦慧、林子凱、胡仲祺、鄭櫻惠、張清安　2005　從冬瓜分離的南瓜捲葉病毒之初步鑑定　植保會刊47: 432-433。
9. 廖吉彥、鄧汀欽、胡仲祺、鄭櫻惠　2009　2008年南部地區洋香瓜南瓜捲葉病害發生原因之探討　植病會刊18: 77-78。
10. 鄭櫻惠、廖吉彥、鄧汀欽、蔡錦慧、胡仲祺　2009　南瓜捲葉菲律賓病毒在南部洋香瓜的流行調查　植病會刊18: 78。
11. 鄧汀欽、蔡錦慧、楊偉正、余志儒、蕭吉雄　2002　利用網室栽培防治胡瓜病毒病害　農業試驗所技術服務季刊51: 21-25。
12. 鄧汀欽　2011　三十年來臺灣瓜類病毒病害的流行趨勢演變　第147-163頁　農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會專刊　石憲宗、張宗仁主編　農業試驗所　特刊第152號　行政院農業委員會農業試驗所、中華民國植物病理學會出版　臺中市。
13. Chao, C. H., T.C. Chen, Y. C. Kang, J.T. Li, L. H. Huang and S. D. Yeh. 2010 Characterization of melon yellow spot virus infecting cucumber (Cucumis sativus L.) in Taiwan. Plant Pathol. Bull 19:41-52
14. Chen, T. C., Y. Y. Lu, Y. H. Cheng, C. A. Chang and S. D. Yeh. 2008. Melon yellow spot virus in watermelon a first record from Taiwan. Plant Pathol. 57:765
15. Huang, L. H., H. H. Tseng, J. T. Li and T. C. Chen 2010 First report of cucurbit chlorotic yellows virus infecting cucurbits in Taiwan. Plant Dis. 94:1168
16. Iwaki, M., Y. Honda, K. Hanada and H. Tochihara. 1984. Silver mottle disease of watermelon caused by tomato spotted wilt virus. Plant Dis. 68:1006-1008
17. Peng, J. C., S. D. Yeh, L. H. Huang, J, T. Li, Y. F. Cheng and T. C. Chen. 2011. Emerging threat of Thrips-borne Melon yellow spot virus on melon and watermelon in Taiwan. Eur, J. Plant Pathol. 130:205-214
18. Yeh, S. D., Y. H. Cheng, C. L. Jih, C. C. Chen and M. J. Chen. 1988. Identification of tomato spotted wilt virus infecting horn melon and watermelon. Plant Prot. Bull. 30:419-420
19. Yeh, S. D., Y. C. Lin, Y. H. Cheng, C. L. Jih, M. J. Chen and C. C. Chen. 1992. Identification of tomato spotted wilt-like virus infecting watermelon in Taiwan. Plant 76:835-840

細胞代謝工程在農業生技產業的應用

陳裕星

摘要

利用基因工程技術改善微生物、植物及哺乳動物細胞以製備重組蛋白質、疫苗、單株抗體或生產二次代謝物等，是生物科技產業中一大應用領域。然而培養中的細胞在代謝上有往往會產生許多不利生長的特徵，包括過度依賴糖解作用製造能量、高糖條件下容易產生乳酸、醋酸、TCA循環酵素活性低、代謝glutamine作為能量基質而產生氨毒害，使細胞凋亡及不易達成高密度細胞培養，進而限制了細胞生長以及目標物質的產量。研究人員透過基因工程的操作，以期使細胞可以合成自身所需的生長因子、可調控細胞週期，改變關鍵代謝物質流量以及提升細胞活性等。

在調控細胞中間代謝所使用之基因中，透明顫菌之血紅蛋白(*Vitreoscilla* hemoglobin, VHb)相當受到矚目，此蛋白在雙體構型時對氧氣有高度親和性可截取氧氣以提供代謝所需，在低氧的環境下結合VHb之重組菌株可以顯著提高大腸桿菌之密度、改變生長速率、提高蛋白質產量，提高抗生素產量，促進核糖體之合成，顯著促進有機化合物如benzoic acid，2,4-DNT(2,4-dinitrotoluene)等之分解。提高ATP、NAD(P)H的利用率，提高細胞呼吸速率，促進氧化酵素之活性，改變氧氣利用性質等。在代謝上之改變則傾向於增加糖解作用(glycolysis)以因應對ATP及其他還原劑如NAD(P)H等增加之需求。表達VHb基因到動物細胞後可發現轉染之細胞生長優於對照，細胞株對FBS依賴度較低、細胞可維持高的生長速率，有效利用培養基並減少乳酸堆積，清除自由基與促進細胞抗凋亡。

研究人員將VHb表現於植物中，發現轉殖VHb基因於菸草植物中增加了將近10%的植物物質(plant material)產量，和控制組的植物相比，植物體中葉綠素含量也增加了30-40%。此外，植物體中尼古丁的合成也增加了，因為尼古丁的合成反應需要更多的氧氣參與，所以可能是VHb加強了氧氣的利用率所造成的結果。VHb也被轉殖到白楊樹，希望在樹木生長作為紙漿材料的過程中，也可以增加其耐淹水特性，並藉本基因增加其根圈氧氣有效性來促進廢汙水的分解處理。轉殖本基因到天仙子(*Hyoscyamus muticus*)則可發現培養中的細胞其培養基養分利用幅度增加，二次代謝物組成改變，本基因在細胞大規模培養的生產系統中相當具有開發應用價值。

關鍵字：透明顫菌血紅蛋白、菸草、代謝工程

Keywords: Vitreoscilla hemoglobin(VHb), tobacco, metabolic engineering

前言

利用植物生產重組蛋白質，包括醫療性蛋白質如抗體、疫苗、醫療性酵素被認為是生物技術產業中有極大發展潛力的一環，從1990年開始，在經過十五年的發展之後，第一個利用植物生產的重組蛋白質商品目前已經成功上市，許多治療人類疾病用，以及動物用的植物衍生重組蛋白質或疫苗產品也接近上市階段(Ma *et al*., 2005)，使植物分子農場的概念由理念邁入實用之階段。

由於基因轉殖作物在田間生產的潛在生態風險，與轉殖植物於田間生產時產量的不穩定性而使基因轉殖植物的發展遭遇瓶頸，因此利用植物懸浮細胞生產重組蛋白質是一相當值得研發的領域。以植物懸浮細胞生產重組蛋白質之優點包括植物為真核生物，所生產之蛋白質可正確摺疊與進行糖基化，所生產之重組蛋白質可以利用適當的啟動子與訊息序列分泌至細胞外，因此可以持續收穫生產。使用基本鹽類培養基與少量維生素及蔗糖、微量元素即可生產，成本低廉，以及無人畜共通疾病或病毒污染之疑慮等(Fisher *et al*., 1999a, 1999b)。相對的目前產業主流為利用哺乳動物細胞生產重組蛋白質，則有使用之動物血清必須經過嚴密的病毒檢測、血清來源有限使生產成本昂貴，或是必須使用無血清甚至無蛋白質之培養基之限制，使其生產成本十分昂貴。同時由於細胞擴大量產不易，整體動物細胞生產系統產能有限，使許多生技藥品單純因為無法生產足夠的藥物提供給臨床試驗之用，而限制了這些生技藥品進入市場之時機(Daniel et al., 2001；Schillberg *et al*., 2003)。

因此，利用植物懸浮細胞為生產重組蛋白質之宿主具有相當大的產業應用潛力，如果能有效提高植物懸浮生產重組蛋白質之產能，使其等於甚或高於動物細胞產能，以植物懸浮細胞低廉成本且安全之生產方式，當可加速相關應用植物生產重組蛋白質產業之發展。而在現有植物懸浮細胞培養系統中，菸草因為懸浮細胞再生容易、生長迅速，同時已經有相當豐富的研究基礎，是極為理想的生產宿主系統。

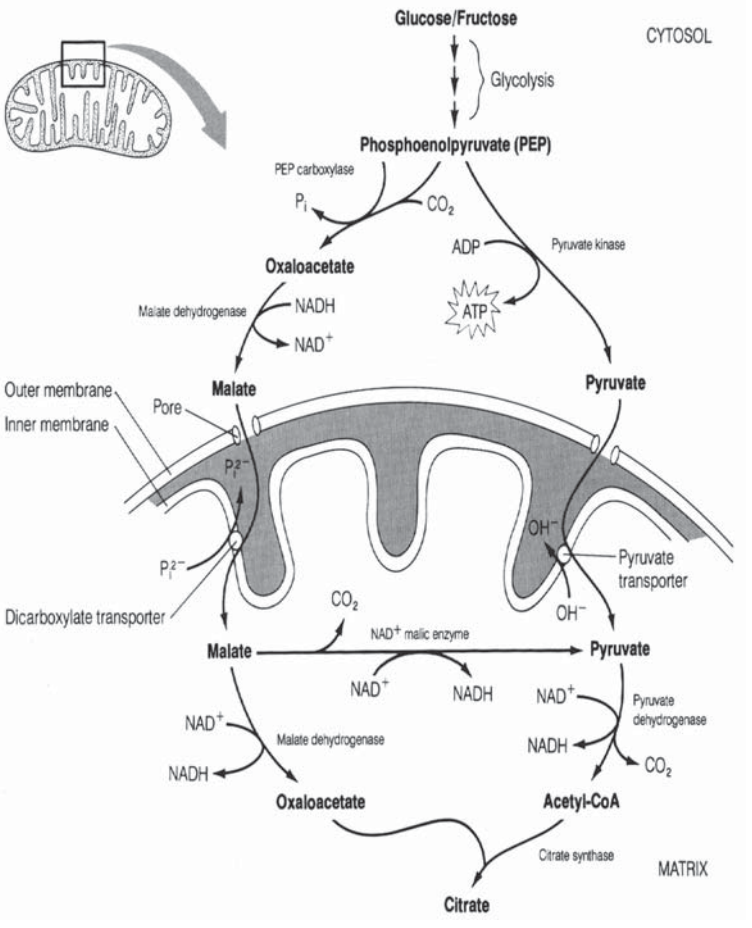
雖然利用作物於田間生產重組蛋白質具有相當多之優點，包括易於擴大生產，生產成本低，生產技術成熟穩定等，以菸草生產重組蛋白質的另一優點為其並非糧食作物，因此不會進入食物鏈。據Larrick氏等(2001)估計，利用作物生產重組蛋白質其成本為利用大腸桿菌系統生產的1/10至1/50，但是田間生產則受到光合作用效率、逆境與不同作物生理狀況影響，影響因素較多。

利用菸草懸浮細胞生產重組蛋白質之優點則為減少田間生產之氣候與病蟲害風險，培養生產技術成熟，然而細胞株之間產量差異頗大，由0.01%-0.3% TSP(total soluble protein)或10-500 μg /g F.W.，仍有改進空間，此外如何使懸浮細胞能在長期培養過程中穩定生產重組蛋白質也是一大挑戰，細胞代謝工程或許是改善細胞株產率穩定性的重要工具。

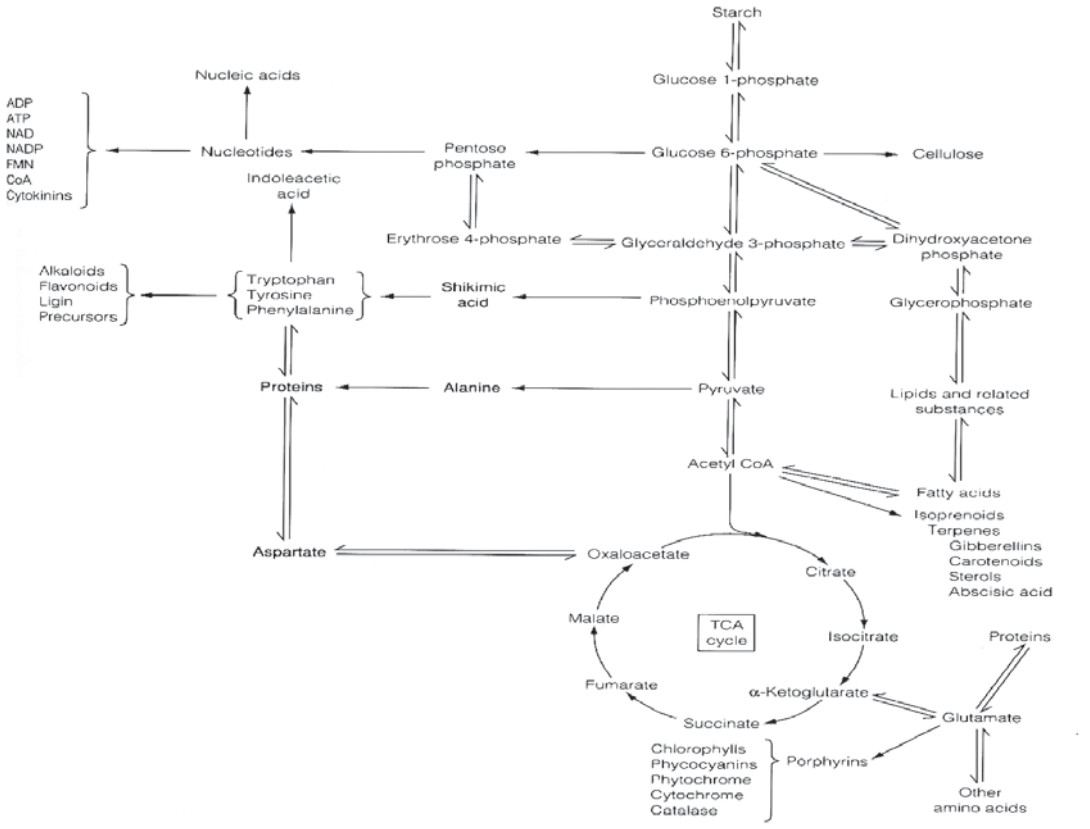
內容

一、影響植物生長主要之代謝活動

影響植物生長的主要代謝活動包括糖解作用以降之TCA循環及光合作用(卡耳文循環)。糖解作用由澱粉的水解生成單醣之葡萄糖，而葡萄糖經由醣解途徑(glycolysis)轉化為pyruvate或malate，兩種代謝物質經由不同代謝路徑進入三羧酸循環(參見圖一)。最後葡萄糖完全氧化成二氧化碳，同時並生成許多前驅代謝物和衍生能量(包括合成氨基酸骨架之α-ketoglutarate、fumarate和NADH)，其中生成之前驅代謝物可以提供許多植物細胞所需的構造物質例如胺基酸、脂類、二次代謝物等等(參見圖二)。另一方面，累積生成之NADH則可經由粒線體中的呼吸系統(或稱電子傳遞系統)氧化，釋出之游離電子則由氧氣吸收形成水，完成一個氧化還原反應而轉化生成質子驅動力(proton motive force)，這個結合電位能和化學位能之能量可經由細胞膜上的ATP synthase作用轉化為ATP。



圖一、在高等植物細胞中，經由醣分解途徑生成之pyruvate及 malate進入三羧酸循環的相關代謝路徑。(Reprinted from Taiz & Zeiger, 1991)



圖二、在高等植物細胞中，醣解作用和三羧酸循環可提供細胞生長及結構所需的中間代謝物質。(Reprinted from Taiz & Zeiger, 1991)

在Calvin cycle中，一連串複雜的酵素反應可將二氧化碳、水和ribulose 1,5-bisphosphate(RuBP)結合，利用光能合成生成ATP和NADPH，並產生glyceraldehyde 3-phosphate，最後這個含有三個碳原子的中間代謝物(或稱三碳醣)可傳送至葉綠體和細胞質中，分別經由不同的酵素反應路徑而形成澱粉和蔗糖提供生長發育代謝所需。在植物細胞懸浮培養過程中，由於缺乏光合作用之反應，因此，糖解作用、三羧酸循環與呼吸作用成為提供植物成長動力最主要之來源。

很顯然地，營養基質和能量是生物細胞賴以生長的兩大要素，其中碳源可謂是細胞生長所需的最具代表性之營養元素，而碳源經代謝後所衍生出的能量和中間代謝物質(即前驅代謝物)將是支持細胞生長的關鍵因素。綜合上述，植物細胞的基本代謝模式可簡化為：利用光合作用將空氣中的二氧化碳製造出三碳醣和氧氣，三碳醣經由醣生成途徑(gluconeogensis)合成多醣(如澱粉和蔗糖)儲存，接著分解多醣為六碳醣，經由醣分解途徑分解生成三或四碳醣，再經三羧酸循環反應產生NADH，此DADH經由呼吸作用之電子傳遞鏈將電子傳遞給氧氣形成二氧化碳，同時產生製造植物細胞生命活動所需的ATP。由以上的基本代謝流程中不難

發現，氧氣和碳源的提供對於植物細胞生長發展實具有關鍵性之影響。

二、透明顫菌(Vitreoscilla sp)血紅素基因(homodimeric hemoglobin)與大腸桿菌硫氧還原蛋白基因之特性

Vitreoscilla sp. 為好氣性格蘭氏陰性菌(Dikshit and Webster, 1988; Khosla and Bailey, 1988)，研究顯示在氧氣供應受到限制之培養環境下，會產生高量的類血紅素雙體蛋白(VHb, *Vitreoscilla* homodimeric hemoglobin; Chen *et al*., 1994; Kallio *et al*., 1994)，此蛋白在雙體構型時對氧氣有高度親和性可截取氧氣以提供代謝所需，反之，當氧氣供應無虞時，此蛋白基因之表達則被抑制。在VHb的兩個單體蛋白之間僅有一個小次單元的蛋白質介面(Tarricone *et al*., 1997; Giangiacomo *et al*., 2001; Kaur *et al*., 2002)，顯示此雙體蛋白可以容易地解離成單體，利用膠體過濾層析研究顯示，當總蛋白質含量低時(0.05mg/ml)，約有25-30%為單體，當總蛋白質含量高時(10mg/ml)，則以雙體構形為主。

在利用基因重組大腸桿菌於生物反應器進行蛋白質或其他化合物生產時，氧氣供應不足是限制細胞密度乃至於蛋白質生產之重要因子。而結合VHb之重組菌株可以顯著提高大腸桿菌之密度(Khosravi *et al*., 1990; Liu *et al*., 1992; Enayati *et al*., 1999)、改變生長速率、提高蛋白質產量(Aydin *et al*., 2001)，提高抗生素產量(Minas *et al*., 1998)，促進核糖體之合成(Nilsson *et al*., 1999)，適度添加代謝物或生長所需物質如succinate, yeast extract 等則可顯著促進有機化合物之分解(Nasr *et al*., 2001)，如benzoic acid，2,4-DNT(2,4-dinitrotoluene)等。這些促進生長之機制包括了提高ATP、NAD(P)H的利用率，提高細胞呼吸速率，促進氧化酵素之活性，改變氧氣利用性質等(Wei *et al*., 1998; Frey *et al*., 2001; Geckil *et al*., 2001; Youn *et al*., 2001)。在代謝上之改變則傾向於增加糖解作用(glycolysis)以因應對ATP及其他還原劑如NAD(P)H等增加之需求。

Thioredoxins(硫氧化還原蛋白，trx)是一含雙硫鍵小分子蛋白質，在幾乎所有的生物中皆可以發現，廣泛的作為蛋白質雙硫鍵氧化還原之用，trx藉由可逆的cysteine thiol-disulfide 交換氧化還原機制，將與其接觸的蛋白質還原，本身被氧化之後再由thioredoxin reductase(TR)將之還原(Holmgren, 1989; Broin *et al*., 2002)。在植物中，硫氧化還原蛋白已知參與相當多的反應過程，包括硫的同化、DNA轉錄、保護光合作用PS II避免氧化傷害(Broin et al., 2002)等。在細菌與酵母菌中，TRX也參與了氧化逆境反應的保護，TRX缺失的酵母菌突變株對於H_2O_2特別敏感(Holmgren and Bjornstedt, 1995)。在動物細胞，TRX被發現可收集來自於磷脂質或脂肪酸的過氧化物如過氧化氫等所產生的free radical(自由基)，避免紅血球或其他細胞遭受攻擊，thioredoxin也被發現關係著癌症細胞成長及保護癌症細胞免於受損和死亡，同時許多轉型細胞都含有高量的thioredoxin，這暗示著即使在不利的生長條件下，thioredoxin仍可以使細胞維持在一個活躍的生長代謝狀況(Arner and Holmgren, 2006)。

三、植物轉殖VHb與TRX基因對植物生長代謝之影響

植物轉殖VHb基因之一主要研究為Holmberg氏等(1997)所揭示，轉殖VHb基因的煙草T_0轉殖植株其葉片葉綠素含量高於對照30-40%，尼古丁含量也增加34%，前述兩者的生合成步驟中都需要氧氣參與，可能原因為VHb基因表達使得與細胞中氧氣有效性較高相關(Bulow *et al.*, 1999)，其他效果包括縮短T_1種子發芽日數以及縮短菸草由種植到開花所需之時間。然而 Frey 氏等(2004)以該菸草轉殖細胞之T_2種子進行測試則無法獲得相同之效果。筆者檢視此二研究發現，此縮短菸草由種植到開花所需之時間乃與種子較短的發芽日數相關，亦即單獨轉殖VHb基因並無促進轉殖植株生長之效果。Farres與Kallio(2002)進而運用該轉殖菸草之T_2植株葉片誘導懸浮細胞培養後則發現在低氧氣分壓下懸浮培養時，轉殖VHb基因對煙草細胞有促進之效果，在較佳溶氧條件下，轉殖懸浮細胞的生長遲滯期較短。Häggman氏等(2003)則發現轉殖VHb基因的雜交白楊樹其葉片粒線體較對照為大，葉綠體中也累積較多的澱粉，在增加UVB照射下，二次代謝物質如多元酚類化合物也增加，顯示轉殖VHb基因改變了能量代謝。此外，轉殖VHb基因至藥用植物*Hyoscyamus muticus*中發現二次代謝物組成略為改變，但是主成分hyoscyamine含量並不受到影響(Wilhelmson *et al*., 2006)。

關於轉殖TRX基因對植物之影響方面，Cho 氏等(1999)以 Hordein 啟動子驅動TRX基因於大麥種子中表達，提高了種子中與支鏈澱粉分解的酵素(pullulanase)活性及直鏈澱粉的含量，Wong 氏等(2002)則發現TRX在發芽之種子中除了改變上述支鏈澱粉分解酵素之外，也藉由TRX所調節之細胞氧化還原狀態與與胚及糊粉層細胞進行訊息交換。Montrichard氏等(2003) 發現TRX基因與發芽中種子積貯養分的代謝與運移利用相關。截至目前為止，TRX在植物中的研究主要仍以與種子發芽及葉片與種子澱粉代謝相關(Balmer et al., 2006)，對於其可能在抗逆境與類似TRX在癌症細胞中的保護作用，以及其他潛在的用途則尚未開發。

對於一般植物而言，C3或C4植物的葉片較薄，因此氧氣易於擴散而不致於限制呼吸作用，然而在貯存性器官如馬鈴薯塊莖及胡蘿蔔塊根中，經實測發現中心部位氧氣分壓較低，呼吸速率亦較低(Salisbury and Ross, 1992)。相對的，以發酵槽懸浮培養菸草細胞時，在細胞中氧氣有效性也將因氧氣對水的溶解度較低而受到限制，進而影響到細胞呼吸作用活性、養份利用效率乃至於蛋白質產量。由上述關於VHb與TRX基因的研究顯示，VHb基因確定可以增加細胞內氧氣的有效性，對於生長的促進效果可能是藉由提供氧氣作為呼吸作用中電子傳遞鏈最終的電子接受者，使細胞能夠有效的利用NADH產生足夠的ATP供細胞生長代謝所需，使糖解作用與TCA循環所產生之NADH不至於因為堆積而產生回饋抑制限制糖解作用之進行，進而有效促進碳水化合物的降解。而TRX基因則可協助清除自由基，以及進行細胞中數十種蛋白質之氧化還原作用，維持細胞正常之氧化還原狀態，避免過度氧化壓力之傷害。

同時表達VHb 與 TRX 基因，或是融合此二基因表達於植物或大腸桿菌則截至目前為止尚未有文獻報導，為了了解前述問題，筆者於先期研究中陸續以Cambia

1302載體分別插入VHb、TRX以及TRX-VHb fusion gene，並分別轉殖至菸草萬國士品種，觀察癒合組織生長之情形，可發現含VHb基因之擬轉殖培植體具有極旺盛之呼吸率、轉殖TRX之擬轉殖培植體則可在已經褐化之液體培養基中長期培養仍維持正常表現型，轉殖TRX-VHb fusion gene之培植體則顯著提高癒合組織之生長($P < 0.001$)，增加單位鮮重之可溶性蛋白質含量達10%($P = 0.062$)。初步推測為VHb基因可有效促進細胞呼吸代謝產生能量，而當氧氣分子接受電子傳遞鏈之電子時，TRX-VHb融合基因或可協助減緩過渡性氧氣自由基(O_2^-)對細胞其他胞器與分子所造成之傷害。然而受限於時間、經費與人力，對此現象無法進行進一步探討。在未來值得進一步探討轉殖VHb、TRX基因，以及融合此二基因後，對於細胞呼吸作用速率變化及其對生長，維持粒線體之活性與減緩老化可能產生之影響，而由其可促進細胞生長達一倍與增加可溶性蛋白質10%之初步成果觀之，極有可能可有效增進重組蛋白質之產量。

結論

生化工程大量運用細胞代謝工程技術，改善生產細胞的代謝特性，其成果已經悄悄的滲入現代生活各個不同層面，從農業、食品、環保、能源與醫療等，例如在環保方面運用加強微生物之乳酸代謝途徑，可以強化乳酸生產作為生物可分解高分子聚乳酸環保塑料的生產，取代塑膠包裝材料。在醫療方面，加強CHO細胞的抗凋亡與蛋白質分泌功能，可以有效提高醫療用重組蛋白質之生產。在農業，加強胡蘿蔔素與葉酸的代謝途徑，可以提高作物胡蘿蔔素及葉酸等之營養成份密度等，運用代謝工程改善生物特性的例子不勝枚舉，本文僅以其中的細胞中間代謝為主，探討如何透過代謝工程技術改變細胞的呼吸代謝，達到促進細胞生長，生產所需物質的效果，未來類似的研發充滿各種想像與可能性。

參考文獻

1. Arner E.S. and A. Holmgren. 2006. The thioredoxin system in cancer. *Semin Cancer Biol*. 16(6):420-6.
2. Aydin S, D. A. Webster and B. C. Stark. 2001. Nitrite inhibition of *Vitreoscilla* hemoglobin(VHb) in recombinant E. coli: direct evidence that VHb enhances recombinant protein production. Biotechnol Prog. 16(6):917-21.
3. Balmer Y., W. H. Vensel, N. Cai, W. Manieri, P. Schürmann, W. J. Hurkman and B. B. Buchanan. 2006. A complete ferredoxin/thioredoxin system regulates fundamental processes in amyloplasts. Proc Natl Acad Sci U S A. 103(8): 2988-2993
4. Broin M., S. Cuine, F. Eymery, and P. Rey. 2002. The Plastidic 2-Cysteine Peroxiredoxin Is a Target for a Thioredoxin Involved in the Protection of the

Photosynthetic Apparatus against Oxidative Damage. The Plant Cell 14, 1417-1432.
5. Bulow L, N. Holmberg, G. Lilius, J. E. Bailey. 1999. The metabolic effects of native and transgenic hemoglobins on plants. Trends Biotechnol. 17(1):21-4.
6. Chen W, D. E. Hughes and J. E. Bailey. 1994. Intracellular expression of *Vitreoscilla* hemoglobin alters the aerobic metabolism of *Saccharomyces cerevisiae*. Biotechnol Prog. 10(3):308-13.
7. Cho M. J., J. H. Wong, C. Marx, W. Jiang, P. G. Lemaux, and B. B. Buchanan. 1999. Overexpression of thioredoxin h leads to enhanced activity of starch debranching enzyme(pullulanase) in barley grain. Proc Natl Acad Sci U S A, 96(25): 14641-14646.
8. Chung J. W., D. A. Webster, K. R. Pagilla and B. C. Stark. 2001. Chromosomal integration of the *Vitreoscilla* hemoglobin gene in Burkholderia and Pseudomonas for the purpose of producing stable engineered strains with enhanced bioremediating ability. J Ind Microbiol Biotechnol. 27(1):27-33.
9. Daniell, H, S. J. Streatfield, and K. Wycoff. 2001. Medical molecular farming: production of antibodies, biopharmaceuticals and edible vaccines in plants. Trends in plant Science, 6(5) 219-226.
10. Dikshit K.L. and D. A.Webster. 1988. Cloning, characterization and expression of the bacterial globin gene from *Vitreoscilla* in *Escherichia coli*. Gene. 70(2):377-86.
11. Enayati N., C. Tari, S. J. Parulekar, B. C. Stark and D. A. Webster. 1999. Production of alpha-amylase in fed-batch cultures of vgb+ and vgb- recombinant *Escherichia coli*: some observations. Biotechnol Prog. 15(4):640-5.
12. Farres J. and P. T. Kallio. 2002. Improved cell growth in tobacco suspension cultures expressing Vitreoscilla hemoglobin. Biotechnol Prog, 18(2): 229-233.
13. Fischer R., N. Emans, F. Schuster, S. Hellwig and J. Drossard. 1999a. Towards molecular farming in the future: using plant-cell-suspension cultures as bioreactors. Biotechnol Appl Biochem. 30(2):109-12.
14. Fischer R., C. Vaquero-Martin, S. M., J. Drossard, E. N. and U. Commandeur. 1999b. Towards molecular farming in the future: transient protein expression in plants. Biotechnol Appl Biochem. 1999 30(2):113-6.
15. Frey A. D., J. E. Bailey and P. T. Kallio. 2001. Expression of Alcaligenes eutrophus flavohemoprotein and engineered Vitreoscilla hemoglobin-reductase fusion protein for improved hypoxic growth of Escherichia coli. Appl Environ Microbiol. 66(1):98-104.
16. Frey A. D., J. Fiaux, T. Szyperski, K. Wuthrich, J. E. Bailey and P. T. Kallio. 2001. Dissection of central carbon metabolism of hemoglobin-expressing Escherichia coli by 13C nuclear magnetic resonance flux distribution analysis in microaerobic bioprocesses. Appl Environ Microbiol. 67(2):680-7.

17. Frey A. D., B. T. Oberle, J. Farres and P.T. Kallio. 2004. Expression of *Vitreoscilla* haemoglobin in tobacco cell cultures relieves nitrosative stress in vivo and protects from NO *in vitro. Plant Biotechnol. J.* 2(3):221-31.
18. Geckil H, B. C. Stark and Webster. 2001. Cell growth and oxygen uptake of *Escherichia coli* and Pseudomonas aeruginosa are differently effected by the genetically engineered *Vitreoscilla* hemoglobin gene. J Biotechnol. 85(1):57-66.
19. Giangiacomo L, M. Mattu, A. Arcovito, G. Bellenchi, M. Bolognesi, P. Ascenzi and A. Boffi. 2001. Monomer-dimer equilibrium and oxygen binding properties of ferrous Vitreoscilla hemoglobin. Biochemistry. 40(31):9311-6.
20. Häggman H., A. D. Frey, L. Ryynanen, T. Aronen, R. Julkunen-Tiitto R, H. Tiimonen, K. Pihakaski-Maunsbach, S. Jokipii, S. Chen and P. T. Kallio. 2003. Expression of Vitreoscilla haemoglobin in hybrid aspen(*Populus tremula* × *tremuloides*). Plant Biotechnology Journal, 1(4): 287-300.
21. Holmberg N., G. Lilius, J. E. Bailey and L. Bulow. 1997. Transgenic tobacco expressing *Vitreoscilla* hemoglobin exhibits enhanced growth and altered metabolite production. Nat Biotechnol. 15(3):244-7.
22. Holmgren, A. 1989. Thioredoxin and glutaredoxin systems. Minireview. *J. Biol. Chem*. 264, 13963-13966.
23. Holmgren, A. and M. Bjornstedt. 1995. Thioredoxin and Thioredoxin reductase. *Methods Enzymol*. 252, 199-208.
24. Kallio P. T., D. J. Kim, P. S. Tsai and J.E. Bailey. 1994. Intracellular expression of *Vitreoscilla* hemoglobin alters *Escherichia coli* energy metabolism under oxygen-limited conditions. Eur J Biochem. 219(1-2):201-8.
25. Kaur R, R. Pathania, V. Sharma, S. C. Mande and K. L. Dikshit. 2002.Chimeric *Vitreoscilla* hemoglobin(VHb) carrying a flavoreductase domain relieves nitrosative stress in *Escherichia coli*: new insight into the functional role of VHb. Appl Environ Microbiol. 68(1):152-60.
26. Khosla C and J. E. Bailey. 1988. The *Vitreoscilla* hemoglobin gene: molecular cloning, nucleotide sequence and genetic expression in *Escherichia coli*. Mol Gen Genet. 214(1):158-61.
27. Khosravi M, D. A. Webster and B. C. Stark. 1990. Presence of the bacterial hemoglobin gene improves alpha-amylase production of a recombinant *Escherichia coli* strain. Plasmid. 24(3):190-4.
28. Larrick, J.W., L. Yu, C. Naftzger, S. Jaiswal and K. Wycoff, 2001. Production of secretory IgA antibodies in plants. Biomol Eng 18, 87-94.
29. Liu S. C., B. Ogretmen, Y. Y. Chuang, B. C. Stark. 1992. Selection and characterization of alpha-amylase-overproducing recombinant *Escherichia* coli

containing the bacterial hemoglobin gene. Appl Microbiol Biotechnol. 38(2):239-42.
30. Ma, J. K-C., E. Barros, R. Bock, P. Christou, P. J. Dale, P. J. Dix, R. Fisher. J. Irwin., R. Mahoney, M. Pezzoti, S. Schillberg, P. Sparrow, E. Stoger. and R. M.Twyman. 2005. Molecular farming for new drugs and vaccines. EMBO reports 6(7):593-599.
31. McGrath P. 2006. Molecular farming - Tobacco's future? [http://www.molecularfarming.com/ tobacco.html]
32. Minas, W. P. Brunker, P. T. Kallio, J. E. Bailey. 1998. Improved erythromycin production in a genetically engineered industrial strain of *Saccharopolyspora erythraea*. Biotechnol. Prog. 14, 561-566
33. Montrichard F., M. Renard, F. Alkhalfioui, F. D. Duval, D. Macherel. 2003. Identification and Differential Expression of Two Thioredoxin h Isoforms in Germinating Seeds from Pea. Plant Physiol. 132(3): 1707-1715.
34. Nasr M. A., K. W. Hwang, M. Akbas, D. A. Webster and B. C. Stark. 2001. Effects of culture conditions on enhancement of 2,4-dinitrotoluene degradation by Burkholderia engineered with the Vitreoscilla hemoglobin gene. Biotechnol Prog. 17(2):359-61.
35. Nilsson M., P. T. Kallio, J. E. Bailey, L. Bulow and K. G. Wahlund. 1999. Expression of *Vitreoscilla* hemoglobin in *Escherichia coli* enhances ribosome and tRNA levels: a flow field-flow fractionation study. Biotechnol Prog. 1999 Mar-Apr;15(2):158-63.
36. Schillberg S., R. Fischer and N. Emans. 2003. Molecular farming of recombinant antibodies in plants. Cell Mol Life Sci. 2003 Mar;60(3):433-45.
37. Tarricone C, A. Galizzi, A. Coda, P. Ascenzi, M. Bolognesi. 1997.Unusual structure of the oxygen-binding site in the dimeric bacterial hemoglobin from *Vitreoscilla* sp. Structure. 5(4):497-507.
38. Wei M.L., D. A. Webster and B. C. Stark. 1998. Metabolic engineering of *Serratia marcescens* with the bacterial hemoglobin gene: alterations in fermentation pathways. Biotechnol Bioeng. 59(5):640-6.
39. Wilhelmson, A., S. T. Ha1kkinen, P. T. Kallio, K.-M. Oksman-Caldentey, and A. M. Nuutila. 2006. Heterologous Expression of Vitreoscilla Hemoglobin(VHb) and Cultivation Conditions Affect the Alkaloid Profile of Hyoscyamus muticus Hairy Roots.
40. Wong J. H., Y. B. Kim, P. H. Ren, N. Cai, M. J. Cho, P. Hedden, P. G. Lemaux and B. B. Buchanan. 2002. Transgenic barley grain overexpressing thioredoxin shows evidence that the starchy endosperm communicates with the embryo and the aleurone. Proc Natl Acad Sci U S A. 99(25):16325-30.
41. Youn M. J., Y. Y. Choi, K. I. Park. 2001. Characterization of an inducible oxidative stress response in *Vitreoscilla* C1. Mol Cells. 11(2):204-12.

水稻直播栽培的探討

許志聖

摘要

歐美已開發國家幾全採用機械或飛機進行直播稻栽培，亞洲國家的日本早在1963年著手研究直播栽培，台灣在60年代，由於農村勞力不足，各試驗改良場所開始水稻直播栽培試驗研究，其他亞洲國家則在80年代才開始，至1997年亞洲直播稻栽培面積已達到水稻種植面積的21%～22%，而估計目前全球直播稻栽培面積已占水稻種植面積的28%。

水稻直播栽培法在看天田地區可以舒緩移植栽培的短時間勞力需求，而由種植到收穫前每公頃的勞力使用，直播栽培法較移植栽培節省，東南亞各國的調查以緬甸的乾田直播較移植栽培節省68%的勞力支出最高，而菲律賓的乾田直播僅較移植栽培節省25%的勞力支出最低。直播栽培與移植栽培的產量互有消長，通常直播栽培產量有可能較佳。直播栽培的雜草較易滋生，防治上的成本較高。直播栽培的用水量通常較移植栽培為低，水分利用效率也較移植栽培高。

水稻直播栽培常遭遇秧苗分佈不均、雜草防治不易、鳥及野雁危害與倒伏等問題，然而直播栽培不須經過育苗管理、秧苗搬運及移植插秧，可節省成本支出，且以機械或人力撒播均快速、方便等優點，漸受各國農民喜愛。我國屬小農制國家，近年來農村人力老化，在直播栽培生育早期需要較多的人力參與因素下，限制直播稻的發展，而與直播稻類似的落粒栽培方式也因7、8月間常出現的豪、大雨與粳稻公糧收購的高價影響，面積漸漸減少。

前言

水稻直播栽培係指稻種不經過育苗、插秧的過程，而是直接將稻種播於田間的栽培方法，在大農制度的美國等美洲國家的水稻栽培都採用此種方式。水稻直播栽培的方法繁多，有不同的分類，如：依據田地準備方式分為整地直播和不整地直播；依播種方式分為點播、條播和撒播；依播種工具分為手工直播、機械直播和飛機直播；依田間水分管理分為旱田直播、水田直播及潤田直播等。

內容

一、各國水稻直播發展概況

美國的水稻栽培均採用直播法，播種機械有飛機和大型條播機，水田直播或旱田直播均可採用飛機播種，而條播機只能用於旱田直播，稻種每公頃用量在

90～110公斤，肥料施用量在每公頃150～200公斤，50%～75%肥料作為前期追肥，後期僅用少量肥料調節。雜草防治主要是用抗雜草品種和使用除草劑，而加州的直播水稻則在生育早期利用淹水高度控制禾本科雜草，後期少數的擴葉雜草才使用除草劑。中美洲尼加拉瓜9萬公頃稻作面積中，約65%為陸稻，35%為水稻，全都採用直播栽培，播種量每公頃130～180公斤。

歐洲有10個國家種植水稻，面積60萬公頃，義大利是主要的水稻種植國家，機械直播栽培面積達水稻栽培總面積的98%；葡萄牙34,000公頃的灌溉水稻主要也採用直播栽培；其他歐洲國家的水稻生產大都為單季直播粳稻，播種量為每公頃150～200公斤。埃及60萬公頃稻作栽培，直播面積占30%以上，且正在迅速增加。澳大利亞的水稻也全都採用機械直播。

亞洲部分國家也有相當規模的水稻直播栽培，據估計：1997年亞洲直播栽培面積達水稻種植面積的21%～22%，其中以斯里蘭卡的80%和馬來西亞的50%以上的比率最大，其次是菲律賓、越南、泰國和寮國，分別為42%、39.5%、34%和33%。而直播栽培面積最大的亞洲國家則是印度的1,200萬公頃。

東亞的日本早於1963年就進行水稻直播的研究，之後，由於插秧機的普及而研究中斷，1980年後，又重起計畫。日本的水稻直播大部份仍採用旱田直播方式，面積則以1969～1974年間的55萬公頃為最廣，約占水稻種植面積的2%，以後逐年下降。主因為農機具發展迅速且操作方便，且移植稻的生育較直播稻整齊，米質也較佳。韓國水稻直播栽培研究始於80年代中期，於90年代確立旱田條播技術。1997年，面積突破11.75萬公頃，約占水稻面積的11%，其中，旱田直播占51.7%，水田直播占48.3%，至今直播栽培面積仍占水稻栽培面積之7%～8%。

台灣嘉南沿海缺水地區及看天田早在1945年前就有農民採用直播方式栽培水稻，栽培面積隨著水稻品種及栽培技術的改進年有更迭， 80年代約有兩萬公頃，約占水稻栽培面積的5%。直播栽培未能在台灣廣被採行的原因除育苗中心普及外，生育早期的栽培管理在農村勞力缺乏也是一大障礙，另在技術上，無適當的直播栽培品種、雜草防治未獲得解決等情形都是直播栽培無法擴大的原因。中國的黑龍江、新疆、寧夏、內蒙古等省的水稻栽培以直播為主，80年代以來，由於直播栽培省工及低成本特性，由北方稻區漸往南方稻區發展，上海、江蘇、廣東、浙江等東南沿海地區，水稻直播栽培面積迅速擴大。1999年浙江省水稻直播面積達22萬公頃，上海市65%的水稻面積採用直播栽培，2004年安徽省早熟稻直播面積約50%，2005年江蘇省水稻直播面積達24萬公頃。

二、直播栽培的種類與優缺點

(一) 水稻直播栽培大致可區分為旱田直播、濕潤田直播、水田直播及不整地直播等方法。

1. 旱田直播：在乾燥或土壤水分低於田間容水量的土壤，使用未經浸種之種子進行直播的方式，旱田直播包括撒播、條播與點播三種。在非灌溉區的看天田，旱田直播只能在雨季來臨前播種，下雨後供種子吸水發芽。在灌溉區，則可在

播種後灌溉並保持土壤濕潤，促進種子吸水發芽。

2. 濕潤田直播：在土壤水分飽和而田間無積水時進行直播，大多採用已催芽的稻種。整地時將稻田精耕成軟泥漿，待泥漿沉澱、積水排除後即可播種。可採用撒播和條播方法播種。
3. 水田直播：在灌水達一定深度的田區進行撒播，可採用催芽過或只浸泡過的稻種，也可採用乾稻種。水田直播應避免精耕整地，適當粗糙的田面有利於固定秧苗根系，美國加州的直播水稻採用此方式。
4. 不整地直播：不翻耕土地而直接播種的方法，又稱為直接播種法(Direct drilling)、零耕法(Zero tillage)、少耕法(Reduced tillage)和不整地法(No-tillage)等。美國與澳大利亞大都採用此方式。前期收穫後的田面需保持平整，以利灌排水與雜草防除，有利於不整地栽培的成功。

(二) 綜合整理水稻直播栽培的優缺點如下：

1. 直播栽培的優點：
   (1)降低生產成本：不須經過秧苗期管理、秧苗搬運及移植插秧，可節省成本支出。
   (2)操作方便：可採用大型直播機或飛機撒播，亦可用人工手撒，且稻種浸種後一天催芽即可播種。
2. 直播栽培的缺點：
   (1)雜草管理不易：由於田間雜草種子與水稻種子同時萌芽，但雜草的生長速度與競爭力均優於水稻，若無適當的雜草選擇防除方法(除草劑等)，則生育後期雜草很難控制，也將影響產量與米質的表現。
   (2)野鳥、雁及病蟲危害：直播後的稻種部份裸露田間，易遭鳥雀等吞食，且低窪處的積水引來野雁群聚，導致無法發芽而造成缺株；而稻種若無消毒等措施，也會招致病蟲害的侵襲。
   (3)秧苗分佈不均：部份人工撒播的直播田有疏密不均現象，秧苗密度過疏，減少有效穗數；秧苗密度過高，造成族群內競爭嚴重，導致一穗粒數減少或徒長倒伏，均影響產量。

三、水稻不同栽培法的比較

(一) 生育日數的比較

日本的研究顯示：正常灌溉、相同的中晚熟品種於同一天播種時，移植插秧的抽穗期將較直播水稻延遲4～9天(表一)，因此直播栽培的播種時期可稍晚於一般移植栽培者。而旱田直播與水田直播的生長日數相差僅0～3天。

表一、不同水稻栽培法生育日數的比較

栽培方式	發芽日期	移植日期	抽穗期	發芽至抽穗日數	延遲天數
直播	25, Jan.,'99		30, Apr.	95	
移植	25, Jan.,'99	20, Feb.	6, May	101	6
直播	15, Jun.,'99		29, Aug.	75	
移植	15, Jun.,'99	5, Jul.	4, Sep.	81	6
直播	25, Jun.,'99		6, Sep.	73	
移植	25, Jun.,'99	15, Jul.	13, Sep.	80	7
直播	8, Feb.,'00	18, Mar	20, May.	102	
移植	8, Feb.,'00		24, May.	106	4
直播	20, Jun.'00	20, Jul.	5, Sep.	77	
移植	20, Jun.'00		12, Sep.	84	7
直播	5, Jul.,'00	5, Aug.	16, Sep.	73	
移植	5, Jul.,'00		25, Sep.	82	9

(二) 勞力成本的比較

水稻直播栽培法顯著地降低勞力的使用，依據東南亞各國調查農民在水稻不同栽培法的勞力使用情形顯示：直播栽培法由種植到收穫前每公頃的勞力使用較移植栽培節省約25～68%的勞力支出(表二)，其中以緬甸的乾田直播較移植栽培節省68%的勞力支出最高，而菲律賓的乾田直播僅較移植栽培節省25%的勞力支出最低。直播栽培法在看天田地區可以舒緩移植栽培短時間的勞力需求瓶頸，如：東印度的傳統乾田直播法將整地、雜草防除等田間作業分數月完成，減輕農忙期間勞力的需求。

表二、東南亞國家水稻栽培法收穫前勞力使用的比較(人、天/公頃)

國家	乾田直播	濕田直播	移植栽培
菲律賓[a]	40	30	53
印度[b]	72	66	112
緬甸[c]	19		60
越南[d]	38	38	68
泰國[e]	15		29

a Pandey and Velasco (1998). *b* Pandey et al (1998). *c* Fujisaka et al (1993). *d* Pandey and Velasco (2002). *e* Isvilanonda (1990).

(三) 平均產量的比較

菲律賓、印度、越南與馬來西亞農民採用水稻不同栽培法的調查顯示：直播栽培與移植栽培的產量比較互有消長(表三)，通常直播栽培由於有較佳的空間生長，產量有可能較佳，但若產量較低的原因可能是栽培管理不良所造成的稻株發育稀疏、或不適當的雜草防除方法所引起的雜草滋生等因素所造成。

表三、菲律賓、印度與越南不同水稻栽培法平均產量比較

國家	乾田直播	濕田直播	移植栽培
菲律賓[a]	3.7	2.7	3.3
印度[b]	1.3	1.3	1.6
越南[c]	4.9	5.0	5.0
馬來西亞[d]	4.3	5.1	4.2

a Pandey and Velasco (1998). *b* Pandey et al (1998). *c* Pandey and Velasco (2002). *d* Ho and Romli (2002)

(四) 雜草防治成本的比較

直播栽培的雜草較易滋生，在雜草防治上的成本通常較移植栽培高，乾田直播更是如此。菲律賓Iloilo地區的調查結果顯示：溼田直播在雜草防除的成本高出移植栽培100%，而乾田直播的雜草防除成本更高出移植栽培255%(表四)，但由於直播栽培的種植成本較省，因此綜合此兩項田間操作成本的比較，乾田直播節省2美元(2.2%)，溼田直播節省34美元(37.8%)。

表四、菲律賓Iloilo地區種植與雜草控制成本(美元/公頃)

項目	乾田直播	濕田直播	移植栽培
雜草控制	71	40	20
勞力	51	20	10
殺草劑	20	20	14
種植勞力	17	16	70

(五) 用水量的比較

通常直播栽培因有間斷供水的現象，所以用水量較移植栽培為低，水分利用效率也較高，此種情形再水田或濕潤田直播極易明瞭。但韓國調查乾田直播與移植栽培的用水量，發現乾田直播栽培雖在蒸發作用與田間整地部份較移植栽培省水，但卻有高出移植栽培達300公分的滲漏作用(表五)，所以在總用水量高出移植栽培110公分。

表五、韓國乾田直播栽培與移植栽培用水量的比較

項目	乾田直播(公分)	移植栽培(公分)
蒸散作用	300	300
蒸發作用	480	550
滲漏作用	800	500
田間整地	0	120
合計	1,580	1,470

(六) 經濟效益的比較

直播栽培法與移植栽培法生產成本的差異主要在於秧苗及插秧作業等費用支出，蔣和黃(2004)針對水稻直播節水栽培對產量影響試驗結果顯示：直播栽培法生產成本較低，而產量與移植栽培相當，因此直播栽培可提升經濟效益。估計第一期作可提高7.1～11.0%的經濟效益，第二期作可達到108.9%的經濟效益(表六)。

表六、台灣不同栽培法經濟效益之比較

年期	處理	產量 (kg/ha)	產值 (NT$/ha)	成本 (NT$/ha)	收益 (NT$/ha)	比較 (%)
2001/Ⅰ	直播節水	7,013	120,315	55,680	64,635	107.1
	直播輪灌	7,173	122,715	55,680	67,035	111.0
	插秧輪灌	7,360	125,520	65,210	60,310	100.0
2001/Ⅱ	直播節水	4,660	80,940	51,859	29,081	208.9
	直播輪灌	4,660	80,940	51,859	29,081	208.9
	插秧輪灌	4,560	79,440	66,243	13,197	100.0

結語

水稻直播栽培相對於育苗移植勞動力少，也便於機械化與規模化種植，已是已開發國家的主要種植方式。台灣的水稻直播栽培在氣候與發展趨勢下，多採用濕潤田直播方式，但面臨萌芽不良、鳥鼠危害、人力缺乏無法進行生育早期管理、育苗中心普及使得方便性不如移植栽培等，此等因素使得直播栽培在台灣無法擴大推廣，且與直播稻類似的落粒栽培方式也因7、8月間常出現的豪、大雨與粳稻公糧收購的高價影響，面積漸漸減少。但若從選育適合直播栽培的水稻品種著手，輔以栽培與機械化技術的改良，考量勞動生產率、土地生產率與水資源利用的提高，水稻直播栽培仍是可加以發展的栽培技術。

參考文獻

1. 許志聖、宋勳 1994 水稻直播栽培 台中區農業專訊7:18-24。
2. 許志聖、楊嘉凌、侯福分 2005 台灣水田除草劑的演變與發展 中華民國雜草學會會刊26(1): 1-14。
3. 鄭應斌 2004 亞洲直播稻栽培的研究與應用〔J〕.作物研究3: 133-135。
4. 楊嘉凌、張素貞、許志聖 1996 中部地區水稻落粒栽培之介紹(一) 台中區農業專訊15: 13-15。
5. 蔣汝國、黃小珍 2004 水稻直播及節水栽培對水稻用水量及質量之影響 台南區農業改良場研究彙報44: 43-58。
6. De data, SK. 1986. Technology development and the spread of direct-seeded rice in Southeast Asia. Exp. Agric. 22: 417-426.
7. Fujisaka S, Moody K and Ingram K. 1993. A descriptive study of farming practices for dry-seeded rainfed lowland rice in India, Indonesia and Myanmar. Agric. Ecosyst. Environ. 45: 115-128.
8. Ho N.K. and Romli Z. 2002. Impact of direct seeding on rice cultivation: lessons from the Muda area of Malaysia. pp.87-98. *In*: Direct seeding: research issues and opportunities. Pandey S, Mortimer M, Wade L, Tuong TP, Lopez K, Hardy B, editors. IRRI., Philippines.
9. Isvilanonda S. 1990. Effects of pregerminated direct seeding technique on factor use and the economic performance of rice farming：a case study in an irrigated area of Suphan Buri. *In*: Fujimoto A, editor. Thai rice farming in transition. Tokyo (Japan)：world planning Commission.
10. Kotera A., Nawata E, P.V.Chuong, and T. Sakuratani. 2004. A model for phenological development of vietnamese rice influenced by transplanting shock. Plant Prod. Sci. 7(1)：62-69.
11. Moody, K. 1982. Weed control in dry-seeded rice. *In*: Report on Workshop on Cropping Systems Research in Asia. Manila, IRRI, Philippines.
12. Pandey S and Velasco LE. 1998. Economics of direct-seeded rice in Iloile： lessons from nearly two decades of adoption. Social Sciences Discussion Paper. Manila, IRRI, Philippines.
13. Pandey S and Velasco L. 2002. Economics of direct seeded rice in Asia： patterns of adoption and research priorities.pp.3-14. *In*: Direct seeding: research issues and opportunities. Pandey S, Mortimer M, Wade L, Tuong TP, Lopez K, Hardy B, editors. IRRI., Philippines.
14. Pandey S, Singh HN and Villano RA. 1998. Rainfed rice and risk-coping strategies ：some micro-economics evidences from Uttar Pradesh. Paper presented at the

workshop on Risk Analysis and Management in Rainfed Rice systems, 21-23 September 1998, New Delhi, India.
15. Singh RK,Singh VP and Singh CV. 1994. Agronomic assessment of beushening in rainfed lowland rice cultivation, Bihar, India. Agric. Ecosyst. Environ. 51:271-280.
16. Kumashiro T. 2011. Advances in rice breeding for Africa. Pp: 22-23. *In*: Trends of International Rice Research and Japanese Scientific Contribution.— Support to GRiSP and CARD. JIRCAS, ed. Japan.

淺談荔枝癭蚋之發生消長與防治

葉士財

摘要

荔枝癭蚋(*Litchiomyia chinensis* Yang and Luo)是臺灣新侵入的有害昆蟲，對於荔枝栽培造成為害。栽培荔枝的農民為增加收益而進行產期調節，並引進各種品系，然而便捷的交通運輸，使得荔枝癭蚋隨著嫁接方式、高壓枝條苗遷移或藉由風力擴散，逐漸由八卦山脈向外圍鄉鎮蔓延。因此荔枝癭蚋在臺灣中部地區之分布逐年增加，2008年受害鄉鎮有彰化縣彰化市、員林鎮、芬園鄉、南投縣南投市、中寮鄉及草屯鎮等6鄉鎮，受害面積總計833公頃。2009年荔枝癭蚋向東及向北遷移，到達臺中市霧峰區及大里區，受害面積總計966公頃。2010年荔枝癭蚋為害範圍北至臺中市太平區，南至南投縣水里鄉，東至南投縣國姓鄉，西至彰化縣彰化市，受害面積總計1,688公頃，除此之外，受害等級不斷的提高。嚴重區域以南投縣南投市、集集鎮、彰化縣芬園鄉、彰化市、臺中市霧峰區等，於2008至2010年受害面積增加了1倍，顯示荔枝癭蚋在中部地區急速擴展其的分布範圍。荔枝癭蚋之防治藥劑以益洛寧可濕性粉劑、陶斯寧乳劑、加保利可濕性粉劑、第滅寧水懸劑、撲滅松乳劑、加保扶水懸劑及陶斯松乳劑等7種藥劑防治效果皆在89%以上。

前言

荔枝*Litchi chinensis* Sonn., 1782，其他各國俗名：Lychee、Litchi、Laichi、Lichu為無患子科(Sapindaceae)多年生亞熱帶果樹，原產中國華南，目前已知世界分布：台灣、中國、越南、印尼、菲律賓及澳洲等地。栽培品種，依果實成熟期早晚分成極早熟的三月紅；早熟的玉荷苞、高雄早生；中熟的黑葉、沙坑小核；晚熟的糯米糍、港尾、桂味、淮荔等，產期集中在4月下旬至8月上旬，依據99年農業統計年報記載，全國種植面積達11,717公頃，產量89,440公噸，每公頃產量7,717公斤，當年產值為2,987,310,000元，目前以高雄縣栽培面積最廣，其次為台中市(台中縣霧峰區、太平區、大里區及北屯區)、南投縣、台南縣及彰化縣等。行政院農業委員會臺中區農業改良場轄區(彰化縣、南投縣、台中市)栽培面積為4,673公頃，約佔全國栽培面積 40%，為中部地區重要經濟果樹。因農民為增加收益，引進各品系做產期調節，取下之高壓或嫁接之無性繁殖苗，經交通工具做遠距離的運送。荔枝癭蚋(Litchi gall midge, *Litchiomyia chinensis* Yang and Luo)可能以此方式進入台灣，並於 2008 年立足、再擴散，造成荔枝產量嚴重損失，經鑑定與中國荔枝癭蚋屬相同種。最初分布於雲林縣古坑鄉、彰化縣彰化市、芬園鄉、南

投縣草屯鎮、中寮鄉、南投市及嘉義縣嘉義市、梅山鄉、竹崎鄉、番路鄉、中埔鄉等，後逐漸向全國荔枝產區蔓延。根據楊淑燕等人，2000年以前在台灣未曾紀錄，因此推論2008年何坤耀博士等文章首次報導新紀錄，但是否為入侵尚需要更慎重的生物地理學討論。

內容

荔枝癭蚋別名荔枝癭蚊、荔枝葉癭蚊、荔枝癭蠅為雙翅目(Diptera)、癭蚋科(Cecidomyiidae)的昆蟲，原分布於中國的廣東、廣西、海南及澳洲東岸。文獻記載荔枝癭蚋在中國的廣東省年可發生7~8世代，至11月以後以幼蟲(1~2齡)在葉片蟲癭內越冬，至翌年2月下旬後(3齡)落土中化蛹，3月下旬至4月初，為第1代成蟲羽化期。以生物地理學的角度而言，應該屬於新紀錄種。荔枝癭蚋雌成蟲體長 1.5~2.5mm，腹部為暗紅色，翅透明，羽化後雌雄2天內可交尾，產卵器長於腹部的1/3，交尾後立即產卵，卵為橢圓形無色透明，長約0.2mm，孵化前顏色轉深，在1~2天內孵化。幼蟲蛆形，初期淡橘黃色，隨著蟲齡增大，漸轉為淡粉紅色、橘黃色至橙紅色。幼蟲體長在1.3~2.5mm，前胸腹方有丫字形骨片，幼蟲期約 13~18天，末齡幼蟲爬出小蟲癭，掉落地面化蛹，蛹為裸蛹暗紅色，橢圓形，長約1.8~2.0mm，蛹期約11~26天，完成1世代冬季約1個半月，夏季約1個月。荔枝癭蚋成蟲喜陰涼遮蔽之潮濕地區，將卵產於荔枝嫩葉葉背主脈兩側，成行排列。幼蟲孵化後隨即由葉背鑽入葉肉中為害，並注入化學物質、或機械性刺激等誘使植物產生蟲癭。初期在粉紅色嫩梢上出現白色水浸狀小點，隨著蟲體發育，在受害的葉肉組織局部開始增生肥大，葉片正、反兩面逐漸隆起，形成圓形小瘤狀蟲癭。蟲體密度高時，小瘤狀蟲癭愈多，則造成新梢向內捲曲變形，以解剖顯微鏡鏡檢，發現葉片背面的小瘤狀蟲癭皆有1個孔洞。因荔枝發育期間不斷抽出新梢，致使各世代間產生重疊現象。荔枝癭蚋之天敵種類極為稀少，在生物防治上的困難度較高，且侵入之荔枝癭蚋為專一性，目前尚未有抗藥性產生，防治上應於採收後做整枝修剪配合植物保護推薦藥劑85%加保利可濕性粉劑850倍、40.8%陶斯松乳劑1,000倍或50%撲滅松乳劑1,000倍任選1支藥劑防治，以降低為害葉片，影響光合作用。

結論

荔枝癭蚋遠距離的傳播疑似由交通工具運輸嫁接株或高壓苗，也可以經由風力散布成蟲，一但侵入後則快速向外圍擴散，因此2008年八卦山地區的芬園鄉、員林鎮、彰化市、南投市等6鄉鎮荔枝園陸續發生，受害面積總計833公頃，2009年荔枝癭蚋向東及向北遷移，到達臺中市霧峰區、大里區，受害面積總計966公頃，2010年荔枝癭蚋為害範圍北至臺中市太平區，南至南投縣水里鄉，東至南投

縣國姓鄉，西至彰化縣彰化市，受害面積總計1,688公頃。從2008至2010年受害面積增加了1倍，顯然荔枝癭蚋的發生蔓延速度之快。例如彰化縣芬園鄉楓坑、南投縣南投市、草屯鎮、集集鎮、臺中市霧峰區及彰化縣二水鄉等受害嚴重鄉鎮，經調查以帶蟲之嫁接株或高壓苗傳播，其次疑似靠風力散布。

一般造癭昆蟲多屬專一性，最多僅在同屬間造癭，形成蟲癭的時期在植物細胞分裂最旺盛的時期，幼蟲於寄主內發育成長，直至成熟後才離開蟲癭，因此荔枝癭蚋幼蟲發育期間，被害葉仍繼續生長，當末齡幼蟲離開蟲癭後，蟲癭處則會乾涸枯死，嚴重影響植株的光合作用。遇氣候環境適宜時，乾涸蟲癭處，會感染炭疽病(Glomerella cingulata)、露疫病(Peronophythora litchii)等病害，造成防治上的困難度。因此於生育期間配合藥劑施用及在荔枝採收完後，配合整枝修剪方式，可保持果園通風及透光，降低荔枝癭蚋躲藏機會。並徹底清除田間受害嫩梢以減少蟲源，並且集中燒燬，禁止從疫區引入嫁接株或高壓苗等無性繁殖苗木，避免本蟲快速蔓延至其他地區。

表一、2008-2010年度荔枝癭蚋為害各鄉鎮市區荔枝面積

Table 1. The infested area of the commercial litchi by *L. chinensis* at the different townships from 2008 to 2010

County or City (縣市)	Townships(鄉鎮)	Infested area(ha.)		
		2008	2009	2010
Changhua County (彰化縣)	Changhua (彰化)	150	160	220
	Yualin (員林)	20	22	0
	Fenyuan (芬園)	350	400	370
	Ershui (二水)	0	0	7
Nantou County (南投縣)	Nantou (南投)	300	355	400
	Zhongliao (中寮)	5	8	15
	Caotun (草屯)	8	8	120
	Shueili (水里)	0	0	5
	Jiji (集集)	0	0	13
	Guosing (國姓)	0	0	3
Taichung City (台中市)	Beitun (北屯)	0	0	10
	Wufeng (霧峰)	0	12	320
	Taiping (太平)	0	0	205
	Dali (大里)	0	1	0
Total		833	966	1,688

參考文獻

1. 王堂凱、洪士程　2011　豐年59卷第18期32~34.
2. 何坤耀、洪士程、葉士財　2008　荔枝癭蚋之診斷與防治。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局　植物病蟲害防治摺頁 p1-2.
3. 林明瑩、陳昇寬　2009　荔枝的新興害蟲－荔枝癭蚋。台南區農業專訊68: 9-11。
4. 洪士程、何坤耀、陳健忠　2008　嘉義地區新發現荔枝癭蚋(Litchiomyia chinensis)(雙翅目：癭蚋科) 為害初報。台灣昆蟲 28: 315-320。
5. 楊曼妙　1999　造癭昆蟲生物學與進化。昆蟲分類及進化研討會專刊。國立臺灣大學昆蟲系及臺灣省立博物館出版。113-126。
6. 葉士財　2010　中部地區荔枝癭蚋之發生與防治。台中區農業專訊71: 10-12.
7. Courtney Menzel 2005. Litchi and longan: botany, production and uses. Wallingford, Oxon, UK: CABI Pub. p.26.
8. Donglin Zhang, Peter C. Quantick and John M. Grigor 2000. Changes in phenolic compounds in Litchi(Litchi chinensis Sonn.) fruit during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology, Volume 19, Issue 2, p165-172
9. He, D. P., M. L. Zeng, G. P. Chen, and M. N.Lin. 1992. A preliminary study on theleaf gall on litchi. Natural Enemies ofInsects 14(1): 42-46.
10. Hui, Y. H. 2008. "Lychee". Handbook of Fruites and Fruit Processing. New Delhi: Wiley India. pp. 606-611.
11. Hung, S. C., K. Y. Ho, and J. W. Jhang.2008. Litchi insect pest managementin Taiwan. Proceedings of a Symposiumon Litchee Industry and Development in Taiwan. pp. 137-148.
12. Kadam, S. S.; S. S. Deshpande(1995). "Lychee". In D. K. Salunkhe and S. S. Kadam. 14.Handbook of fruit science and technology: production, composition, storage, and processing. New York: M. Dekker. pp. 435-443.
13. Rohfritsch, O. 1992. Patterns in gall development. pp. 60-86. *in*: J. D. Shorthouse, andO. Rohfritsch, eds. Biology of Insect-induced Galls. Oxford Univ. Press
14. Williams, M. A. J., ed. 1994. Plant Galls: Organism, Interactions, Populations. TheSystematics Association, Spec. Vol. No. 49. 488 pp.
15. Yang, C. K., and Q. H. Luo. 1999. A new genus and species of gall midge(Diptera: Cecidomyiidae) infesting litchi from China. Entomotaxonomia 21:129-132. (in Chinese)
16. Zhang, Z. W., Yuan, P. Y., Wang, B. Q. and Qui, Y. P. 1997. Litchi Pictorial Narration of Cultivation. Pomology Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Science p1

蔬果對人體健康之重要性

張惠真

摘要

新鮮蔬果含豐富的維生素、礦物質及膳食纖維，維生素及礦物質是維護健康所需的營養素，而膳食纖維則與增加飽足感、促進腸胃蠕動、減少便秘發生、降低血膽固醇等健康益處有關。研究亦發現，顏色五彩繽紛的蔬果中含有天然的抗氧化劑及植物化合物，對於身體全面的保護功不可沒，其營養特性有愈被重視之趨勢，因之已由糧食與食品的功能轉變為機能性及保健性之功能。

前言

許多研究報告指出，蔬果攝取不足是罹患慢性疾病的重要原因，世界衛生組織(WHO)的全球策略以及許多先進國家的國人健康飲食指引，都把「多吃蔬果」列為宣導要項，鼓勵民眾能多吃新鮮蔬果。而衛生署歷年來的國人營養健康變遷調查結果顯示，國人各個年齡層的蔬果攝取量普遍不足，因此每日飲食應攝取足夠蔬果，重視蔬果對人體健康之重要性。

內容

根據三次全國性的營養調查(民國69~70年、75~77年及82~85年)，歷年來國人飲食總量增加，但是蔬菜、水果的攝取量並沒有相對地增加。為鼓勵國人多攝取蔬果以增進健康，舊版每日飲食指南建議國人每天攝取3份蔬菜、2份水果，衛生署2011年公布新每日飲食指南則建議國人每天攝取增加至3-5份蔬菜、2-4份水果。許多研究都指出，攝取足夠的蔬果對人體健康有很大助益，因為蔬果包括富含各種維生素、礦物質，含較低量的熱量，富含膳食纖維質、抗氧化物質及許多抗癌化學物質等特性，今將這些特性分述如下：

一、富含各種維生素、礦物質

蔬果含豐富維生素及礦物質，維生素A豐富之蔬果有：芒果、柿子、木瓜、柑桔、枇杷及黃綠色蔬菜。維生素B群及葉酸豐富之蔬果有：荔枝、桃子、釋迦、柑桔、鳳梨、李子及綠色蔬菜。維生素C豐富之蔬果有：番石榴、木瓜、柑桔類、綠葉蔬菜、辣椒。豐富鐵質之蔬果有：橄欖、香瓜、桃子、李子、楊桃及深綠色蔬菜。含豐富磷之蔬果有：釋迦、龍眼、桃子。含豐富鈣之蔬果有：橄欖、檸檬、釋迦、柑桔、香瓜及紅綠色蔬菜。含豐富錳之蔬果有：香蕉、鳳梨、莓類、甜菜根、菠菜。含豐富硒之蔬果有：大蒜、蘆筍、蘑菇、香菇等。水果則普遍含

多量之鉀。

水果、蔬菜代謝後產生較多的鹼性鉀、鈣、鎂元素，可中和酸性元素(磷、硫、氯)維持體內的酸鹼平衡。人體在弱鹼性才能維持正常的機能，有助於調節人體生理機能及體內的新陳代謝。

二、含較低量的熱量

食物熱量衍自含於食物中之三大營養素醣類、蛋白質及脂質，維生素、礦物質是不提供熱量。蔬果含豐富維生素及礦物質，而且含較多的水分，相較之下所含熱量也較低。熱量值低、營養濃度高且變化大，有助於細胞的修護，各器官機能的調節。

三、富含膳食纖維質

膳食纖維質亦稱食物纖維，為不被人體消化道之酵素所分解之多醣體及木質，主要來自植物細胞壁與細胞間質所含的多醣成分，包括纖維質(Cellulose)、半纖維質(Hemicellulose)、木質素(Lignin)、黏質(Mucilages)、果膠(Pectins)及植物膠(Gums)。纖維質、半纖維質、木質素屬於非水溶性纖維；黏質、果膠及植物膠屬於水溶性纖維。攝食足夠蔬果可獲得豐富的水溶性及非水溶性膳食纖維增加飽足感，減少其他食物攝取過量，並促進腸子蠕動加速排便，對於降低食物熱量的吸收是有所幫助的。此外，纖維有吸水性，能增加糞便體積，刺激腸道的蠕動，減少致癌物在體內停留的時間；纖維也有利於腸道好菌的成長，有效抑制致癌物的形成。

四、富含各種抗氧化物質

人體正常的新陳代謝本身就是一個氧化的過程，氧化還原作用，產生許多不安定的氧分子—自由基，它無所不在破壞細胞，若細胞修復能力不足，引發免疫系統的失調，帶來許多的疑難雜症，因此生化學家稱自由基為百病之源。由體內製造的抗氧化酵素透過抗氧化物質可將自由基轉換成無害的物質，減輕對人體的損傷，抗氧化能力愈強，愈能預防老化。

抗氧化物質可由體內製造的抗氧化酵素及由體外補充的抗氧化食物(營養素)。抗氧化酵素的存在及其調節功能因人而異，隨年齡的增加，抗氧化酵素減少造成老化現象。飲食中的抗氧化物質則存在於含豐富維生素C、維生素E、β-胡蘿蔔素及植物化學成份-如黃酮類、引朵類、番茄紅素等的食物中(表一)。其重要機制為當自由基入侵人體時，維生素E會先抵擋，在維生素E消滅自由基的同時，自己也被氧化；此時維生素C則充當維生素E的抗氧化劑，及時將維生素E還原，然後維生素C本身被氧化；又必須靠黃酮類或其他化學物質等抗氧化劑來協助還原，因此，抗氧化網路成員是相互支援、合作。天然的蔬果都含有豐富的抗氧化物質，常見的有β-胡蘿蔔素、維生素C、維生素E及植物性化學物質。攝取多色蔬菜來確保多種類營養的獲得，可使得抗氧化網路更完整，有效的消除自由基以及對細胞的破壞、抵抗氧化壓力、補救氧化作用的傷害及預防自由基帶來的各種疾病。

表一、飲食中的抗氧化物質

名稱	作用	最佳食物來源
維生素C (Ascorbic Acid)	與羥基自由基作用、還原維生素E自由基	芭樂、奇異果、木瓜、柳橙、葡萄柚、青椒、花椰菜
維生素E (α-Tocopherol)	阻止脂質過氧化連鎖反應	葵花子油、紅花油、玉米油、黃豆油、小麥胚芽、杏仁
β-胡蘿蔔素 (β-Carotene)	中斷脂質過氧化連鎖反應、吸收激發氧的過多能量	胡蘿蔔、甜番薯、番茄、木瓜、紅肉李
黃酮類 (Flavonoids)	預防動脈硬化	鮮黃色蔬果，如蘋果、香瓜、蔥、紅酒
引朵類 (Indoles)	抵抗肺癌、大腸癌	十字花科蔬菜，如花椰菜、青花菜、大白菜、高麗菜、芽甘藍、芥菜
番茄紅素 (Lycopene)	去除氧自由基	番茄、西瓜、櫻桃、李子

五、富含許多抗癌化學物質

蔬果富含植化素(Phytochemicals)，為植物性食物中的化學成份，包括類黃酮素、類胡蘿蔔素、酚酸類、有機硫化物、植物性雌激素等，其防癌成份生物效應包括：

1. 提高人體免疫力：各種菇類、黃耆、薏仁及含硒食品(玉米、小米、南瓜、大白菜、蘿蔔、韭菜及大蒜等)。
2. 誘導癌症細胞良性分化功能：胡蘿蔔、芒果(胡蘿蔔素)、大豆(黃豆)、大蒜、番茄、西瓜(茄紅素)等。
3. 抑制癌血管新生功能：大蒜、大豆、茶葉(兒茶素)。
4. 促進癌症細胞凋亡功能：葡萄皮、深綠色及橙黃色蔬果(維生素A)、番茄、西瓜、大蒜、大豆、茶葉。
5. 抗氧化功能：大蒜、葡萄、番茄、西瓜、大豆、茶葉、深綠色及橙黃色蔬果(含豐富維他命A、C、E)。
6. 抑制癌細胞訊號傳遞功能：大蒜、番茄、西瓜、大豆、茶葉及含葉酸的蔬果(菠菜、花椰菜、高麗菜、馬鈴薯、豌豆、番茄、柑桔類水果、香蕉、香瓜)。
7. 含植物性雌激素，可抑制與賀爾蒙相關癌細胞之成長：大豆及一般蔬菜、水果。具對抗疾病、防癌抗癌的效果，減少許多文明病發生。

蔬果類不僅含有天然的抗氧化劑，更含有豐富的纖維質及其他營養素，攝取足夠的蔬果不僅可以防癌，對於身體全面的保護及降低其他慢性疾病功不可沒，其營養特性有愈被重視之趨勢，已由糧食與食品的功能轉變為機能性及保健性之功能。衛生署為鼓勵國人多攝取蔬果以增進健康，從過去推廣「天天五蔬果」到近年來的「蔬果五七九，健康人人有」的健康飲食口號，說明了蔬果對人體健康之重要性。

參考文獻

1. 杭極敏　國人蔬果攝取的變遷　台灣癌症基金會。
2. 林天送　1996　你的生命活力—從自由基談起　健康世界雜誌。
3. 柯立祥　2005　市售新鮮蔬果抗氧化力之研究 屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所。
4. 陳惠英、顏國欽　1998　自由基、抗氧化防禦與人體健康　臺灣營養學會雜誌卷期　23卷1期(1998/02/01)：105-121。
5. 劉珍芳　2010　健康成人攝取多樣化蔬果與體內氧化壓力之相關性　臺北醫學大學保健營養學研究所學位論文。
6. 羅恩康　2011　加熱處理對臺灣市售蔬菜抗氧化力的影響　臺灣大學園藝學研究所學位論文。
7. 董氏基金會　營養教育資訊網 http://www.jtf.org.tw/educate/index.asp。
8. 台灣營養學會　營養新知知識庫 http://km.nutrition.org.tw/index.html。
9. 行政院衛生署國民健康局 http://www.bhp.doh.gov.tw/BHPnet/Portal。

簡諧蟲害管理策略

林大淵

摘要

蟲害整合管理下有許多管理策略，簡諧管理(push-pull strategies)是目前蟲害管理策略中最易理解，也是討論最廣的策略。策略管理原則是以低環境影響的方法，藉整合提高單一防治的效力與效率。此策略包含害蟲與天敵的行為改變，如透過刺激物使害蟲不願或無法接近作物；或是將害蟲誘引至非標的作物後移除。由於策略中所提及的方法通常都是無毒害的，因此通常與生物防治等可降低族群量的方法整合。簡諧策略可透過整合這些方法產生加強或協同的效果，提高行為改變物質的最大效果。若能有預期的害蟲分布，也可提升控制族群量的方法的效果。此策略可有效減少在蟲害管理中殺蟲劑的投入量。在此將略述簡諧管理策略的原則、簡介現有的個案研究及可行的方法，以及簡諧策略在蟲害防治上的發展及應用。

前言

蟲害管理的目的並非完全消滅有害生物，而是以最有效率的策略組合為持有害生物密度不致造成經濟損失。理想的施行防治策略會使害蟲的密度持續在不造成經濟損失的範圍內上下波動，但造成此現象的原因可能是許多防治策略或氣候等因素加成，非單一因素可完全解釋。以理論上蟲口密度的變動來看，與物理上的簡諧運動有相似的特徵，而推動蟲口密度波動的因素，就類似簡諧運動內各分力的變化，在變動的平衡下維持在某一範圍內。其中推與拉的力量消長，就代表害蟲在整個管理策略中受到不同力量的影響而產生的變化，故將push-pull strategies稱為簡諧蟲害管理策略。

內容

化學防治仍為現今蟲害管理最主要的策略，但過於單純的操作通常產生許多難以克服的問題，如害蟲產生抗藥性、環境汙染、非標的生物受害、次要害蟲崛起等問題。這些問題不但難以事先掌握，更無法恢復已產生的惡果。目前已有成功的防治案例不多，但也都需事前縝密的規劃與龐大人力物力的投入，及害蟲特性或地區等條件的配合，才能有較完美的結果。如日本沖繩瓜實蠅的防治即投資相當的資源開發並量產不孕雄蟲，透過該地密度估算與決策，使用高專一性誘餌在離島降低雄蟲密度，大量釋放不孕雄蟲，再逐島防治並進行後續維護。雖然有

效控制瓜實蠅族群，但非官方無法進行類似撲滅工作，且經濟利益的考量顯然已大過於蟲害管理的範疇。

簡諧蟲害管理主要強調以操作正、負向刺激來改變害蟲或益蟲的分布及豐度(abundance)，改變昆蟲行為並維護棲地多樣性，藉以加強防治效力及效率，降低對環境負面影響。然而各行為改變技術的效力不及化學防治，因此需互補以提高防治成果，並視作物範圍、害蟲種類等因素修正。此策略鼓勵應用可再生之材料，如植物源製劑，來替代化學防治。

簡諧蟲害管理的策略可分為推(push methods)與拉(pull methods)兩大類，推的策略包括：視覺、合成忌避物、非寄主之揮發物、寄主衍生的信息化合物、抗聚集費洛蒙、警戒費洛蒙、拒食物質、阻礙產卵物質及費洛蒙等，可阻礙或避免害蟲主動進入田間危害，或是將害蟲驅離以降低危害。拉的策略包括：視覺、寄主揮發物、性費洛蒙和聚集費洛蒙、味覺及產卵促進物質等，可應用於害蟲的誘殺或天敵的誘引以輔助其他防治策略。

目前簡諧蟲害管理多應用在非洲糧食缺乏地區，通常當地物資不足無法執行化學防治以減少損失，因此充分應用當地資材及利用生態操作的策略即相當適合於該地發展。目前非洲發展的自給型農業以玉米及高粱與銀葉山螞蝗或糖蜜草間作，避免螟蛾類的危害，同時增進地力與糧食多樣性。在美洲等集約耕作的地區，棉花即以苦楝籽(殺蟲)及玉米(陷阱作物)防治夜蛾類；馬鈴薯以早期施用緩效藥劑及甲基水楊酸誘殺科羅拉多金花蟲成蟲；菊花以捕植蟎及椿象防治各時期西方花薊馬蟲源，配合施用忌避劑及警戒費洛蒙。

目前簡諧管理策略的發展與應用也推及森林管理、人畜害蟲防治、都市害蟲等範疇。如小蠹蟲費洛蒙管理南方松林內的蟲口分布，輔以施用誘殺器及抗聚集物質；敵避(DEET)忌避蚊蟲，燈光或誘引物誘殺；以食餌及費洛蒙誘殺，以DEET或精油忌避德國蟑螂等皆是應用的實例。簡諧蟲害管理策略主要目的是整合各項因子以提高單一因子的防治效力，目前仍有許多需要開發或克服的方向，如提高阻抗物質的應用潛力、提高族群量控制因子的效力，此外，害蟲的抗藥性管理與各項非農藥防治策略的發展也值得關注，尤其是安全資材的推廣應用與登記可能是最大的發展與應用限制。

參考文獻

1. Foster, S. P., and M. O. Harris. 1997. Behavioral manipulation methods for insect pest-management. Ann. Rev. Entomol. 42: 13-18.
2. Cook, S. M., Z. R. Khan, and J. A. Pickett. 2007. The use of push-pull strategies in integrated pest management. Ann. Rev. Entomol. 52: 375-400.
3. Raffa, K. F., and J. L. Frazier. 1988. A generalized model for quantifying behavioral desentization to antifeedants. Entomol. Exp. Appl. 46: 93-100.

4. Reddy, G. V. P., and A. Guerrero. 2004. Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. Trends Plant Sci. 9: 253-261.
5. Duraimurugan, P. 2005. Push-pull strategy with trap crops, neem and nuclear polyhedrosis virus for insecticide resistance management in *Helicoverpa armigera* (Hubner) in cotton. Am. J. Appl. Sci. 2: 1042-1048.
6. Nalyanya, G., C. B. Moore, and C. Schal. 2000. Integration of repellents, attractants, and insecticides in a "push-pull" strategy for managing German cockroach(Dictyoptera: Blattellidae) populations. J. Med. Entomol. 37: 427-434

香蕉的後熟生理

葉文彬

摘要

香蕉為大型草本植物，生育快速，成熟的香蕉無論在樹體上或採收後均可自然黃熟，但後熟程度不均一，所需時間長，品質參差不齊，商業生產利用乙烯處理，可精確控制催熟條件，亦可控制出貨時間。香蕉為更年型果實，後熟期間會有呼吸速率突然上升，伴隨乙烯生合成之反應，快速老化，後熟期間其化學成分也產生明顯變化。香蕉後熟過程會發生生理障礙，常見之生理障礙有兩段著色(青丹)、硬心、生理斑點太早出現、黃熟果皮無光澤、裂果等，發生後熟生理障礙與栽培環境、催熟條件等因素有關，可藉由調控或改變上述因素降低劣變，使香蕉有良好之後熟品質，另外，在貯運方面目前使用最多之方式仍為利用高猛酸鉀，避免香蕉在貯運過程中受乙烯影響提早黃熟。

前言

臺灣因地理條件特殊果樹栽培種類繁多，且栽培管理技術成熟，產量常出現供過於求之現象，因此拓展園產品外銷一直是努力之目標。香蕉原產東南亞熱帶地區，為高大草本作物，生長速度快，一般香蕉生產由熱帶國家運往溫帶已開發國家賺取外匯，為中美洲帶來豐富之利潤，因此香蕉在該區被稱為綠黃金。香蕉一向是臺灣水果外銷最重要的品目之一，更是我國農產品輸日的主力產品，「臺灣香蕉」在臺灣早期經濟起飛時為我國賺取大量外匯，尤其在民國60年代栽培面積曾達4萬公頃，外銷量達40萬噸，高居全世界第4位，與柑橘、鳳梨並稱三大青果，然而，隨著國內生產成本提高，黃葉病發生以及菲律賓的崛起，臺灣香蕉在日本市場的地位已逐漸被取代，近年外銷量約200萬箱，仍是台灣外銷所有果品中數量最多者。

香蕉無論在樹體上或採收後均可自然後熟，但所需時間相當長，後熟不整齊，造成品質不均一，經研究顯示可利用控制溫度、濕度及乙烯進行催熟，以得到黃熟均一之香蕉，而且可將綠熟(未催熟)之香蕉冷藏，配合市場需要進行催熟，控制出貨時間調節市場供需。香蕉後熟期間會有生理性、化學性及物理性之變化，最明顯的變化是外觀由綠色轉為黃色、澱粉轉變糖類、澀味消失，呼吸速率上升及乙烯生合成，伴隨果肉軟化、果皮易分離與澀味消失等現象。

一、香蕉催熟程序及條件

香蕉為需後熟之果實，經研究已訂定出催熟標準作業程序，其程序與條件分述如下：(1)檢查催熟室，須密閉(不可漏氣)以控制乙烯濃度，保持清潔以免孳生

病害；(2)催熟設備檢測，檢查項目包括壓縮機、乙烯發生器、溫濕度檢測計，並準備95%酒精，酒精用量視催熟室大小而定，一般催熟室5坪大約需80ml，8坪以上需100ml；(3)香蕉預冷，剛自田間採收之香蕉有大量田間熱，須以14~16°C預冷1-2天，避免催熟溫度過高；(4)預冷後以此溫度貯藏，待香蕉要催熟時再調高催熟室溫度至18°C- 20°C，在此溫度下進行催熟，因溫度影響催熟成效，會以插針偵測果肉溫度，並分催熟室內前、中、後、上、下取樣確認果肉溫度已達18°C-20°C，才開始進行乙烯催熟，須每天檢查及調整果肉溫度，以避免催熟失敗；(5)催熟室濕度則維持在90-95%；(6)依前述催熟空間及酒精用量，乙烯濃度約為1,000ppm；(7)在上述催熟條件下處理24小時，第二天開始降溫至16°C，並進行換氣作業，換氣時間15-30分鐘，香蕉後熟至轉色4級(黃多於綠)，所需時間約4-7天(與溫度有關)，此時即可出庫販售。

二、香蕉催熟後之生理障礙

經人工催熟作業後之香蕉，正常情況下果皮會逐漸轉為黃色、果肉軟化，但也有催熟不佳或失敗之現象，常見後熟生理障礙發生原因及預防方式概述如下：(1)兩段著色(uneven degreening)，或稱為陰陽蕉，日本則稱為青丹。兩段著色蕉即後熟果皮轉黃不均勻或仍維持青綠，外觀品質差，曾為台灣香蕉外銷日本重大障礙與隱憂，兩段著色蕉輕微者每果手可能僅1-2果指發生，仍會轉黃但所需時間較久，嚴重者果手完全無法轉黃，或在同果手上一些果指出現黃色與綠色相間轉色不良之現象。經研究顯示每年12月至翌年3月低溫抽穗開花，4-6月採收之香蕉發生率最高，為臺灣獨特之季節性生理障礙，發生兩段著色之香蕉原因與品種有關，本省以北蕉發生頻率較低，寶島蕉發生率略高，同一果串中上方較大之果手發生情形亦較嚴重，另研究發現催熟溫度不宜過高，超過24°C就容易發生兩段著色。因此，在預防兩段著色方面，因確實原因尚無法完全掌握，由發生具有季節性判斷可能與果房發育初期低溫有關，目前從栽培管理著手居多，研究顯示選擇發生頻率低之品種栽種，在果房展開後以牛皮紙袋取代傳統藍色塑膠套袋，有60%以上之預防效果；另外，落實疏果去除果串上方較大果手2-3把；在採收後處理方面，精確控制催熟溫度避免高溫催熟，以上措施均可降低兩段著色之發生率。(2)果肉硬心(pulp rubberiness)，發生徵狀為黃熟後的香蕉果肉不能正常軟化、果肉硬脆、糖度低，與兩段著色一樣具有季節性，在低溫抽穗於4-6月採收之香蕉易發生，發生硬心香蕉果肉鉀含量高、鈣含量偏低，推測和植株養分不均勻有關。研究發現可利用優良品系篩選，選擇無果肉硬心之優良品系；正確蕉園管理觀念，補充含鈣資材，提升土壤鈣含量；落實將果串上方大把蕉疏除；或低溫抽穗期留意寒流預報，加強噴水灌溉，保持地溫維持根系活力等措施，可有效減少果肉硬心現象。(3)生理斑點太早出現或風味不佳易敗壞，生理斑點一般發生在果實轉色至7級才會發生，但催熟溫度過高或太早自催熟室移出至較高之溫度轉色易發生此種現象，果品櫥架壽命明顯變短，因此預防措施為控制適當催熟溫度，催熟後轉色溫度也不宜過高。(4)黃熟果皮無光澤，發生在貯藏溫度或催熟室溫度低

於13.5˚C之環境，香蕉為典型熱帶果樹，貯藏或催熟溫度低於13.5˚C易有寒害生理障礙發生，導致果皮黯淡無光澤。(5)裂果，果實飽滿充實而催熟濕度太高之環境易發生，其現象為果皮縱裂，嚴重影響外觀無商品價值，須確實控制催熟濕度在90-95%之間。

三、香蕉保鮮處理

香蕉後熟為不可逆現象，一旦開始後熟產品的櫥架壽命相對就會比較短，研究顯示香蕉後熟時乙烯扮演重要角色，因此，在採收後處理會進行一些預防措施，如貯運期間降低溫度至13.5˚C，配合以飽和高錳酸鉀吸收乙烯，以預防或降低貯運期間乙烯引起之後熟而降低商品價值，或以乙烯作用抑制劑1-MCP處理，目前研究顯示綠熟香蕉以0.01-1.0 l/L甲基環丙烯(1-MCP)配合PE袋包裝處理24小時，可延長58天之貯藏期，但濃度過高會有催熟不正常之現象產生，另研究發現在香蕉轉色到3-4級時(綠多於黃—黃多於綠)，於溫度17-18˚C，濃度0.3-0.45 l/L1-MCP處理12小時候移至20˚C後熟，可較未處理延緩3-5天出現生理斑點。

結論

香蕉外銷之數量雖然有減低之趨勢，但仍是我國水果外銷最重要的品目之一，且臺蕉仍受日本喜愛，更是農產品輸日的主力產品。然而臺灣香蕉生產面臨黃葉病危害、生產成本高之課題，品質方面兩段著色生理障礙等問題需予以克服，以生產高品質且具獨特風味之香蕉，維持國際市場之競爭力。

參考文獻

1. 柯定芳、張春梅　2008　香蕉兩段著色　植物保護圖鑑系列18　香蕉保護 p.100-101行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。
2. 張春梅　2008　香蕉硬心　植物保護圖鑑系列18　香蕉保護 p.102-103行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。
3. 黃新川　2005　香蕉 p.9-18　刊於：黃美華等編著　臺灣農家要覽：農作篇(二)　財團法人豐年社　台北。
4. 蔣世超、柯定芳、張春梅、陳美珍　2004　牛皮紙套袋與聚乙烯套袋對香蕉果房發育和後熟品質之影響比較　中國園藝 50(3): 245-252。
5. Chiang, S. C., C. Y. Tang, C. P. Chao and S. C. Hwang. 1998. An integra- ted approach for the prevention on even degreening of bananas in Taiwan. Acta Hort. 490 : 511-518.
6. Chu, T. D., I. Gruen and L. Fernando. 2010. Effect of 1-Methylcyclo- propane(1-MCP) on banana ripening. Acta Hort. 875 : 57-64.
7. Jiang. Y., D. C. Joyce and A. J. Macnish. 1999. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethy- lene bags. Postharvest

Biol. Technol. 16 : 187-193.
8. Kader, A. A. N. F. Sommer and M. L. Arpaia. 2002. Postharvest handling systems : tropical fruit. P385-390. In: Kader, A. A.(ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd. Univ. of Calif. Div. of Agric. and Natural Res. Pub.
9. Marin, D. H., S. M. Blankenship, T. B. Sutton and W.H. Swallow. 1996. Physiological and chemical changes during ripening of Costa Rican harvested in different seasons. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(6) : 1157-1161.

菌核病菌的分類及PCR鑑定技術

沈原民

摘要

在台灣，菌核病菌引起作物病害相當普遍，我們回顧一些菌核病菌分類結果，及應用PCR技術輔助鑑定之文獻，用以支持物種的鑑定。1979年，Kohn, L. M.認為只有3個主要引起植物病害的*Sclerotinia*物種，分別為*Sclerotinia sclerotiorum*、*S. minor*、*S. trifoliorum*。以PCR鑑定、偵測及序列比對方面，*Sclerotinia*屬內的ITS序列差異小，而SSU rDNA、*RPB2*、*G3PDH*、*HSP60*基因序列雖有可能提供足夠的特徵差異，但目前僅有*S. sclerotiorum*的研究資料。2007年，Hirschhäuser與Fröhlich利用laccase2 (*lcc*2) genes開發mulitplex PCR檢測方法，設計通用的reverse primer: MP_UniR，及對*S. sclerotiorum*、*S. minor*分別具有專一性的forward primer: MP_SsF, MP_SmF，對*S. sclerotiorum*增幅出632 base pairs (bp)、*S. minor*增幅出835 /bp/之片段。目前資料庫中可供比對的菌核病菌*lcc*2 gene序列有一個物種以上，適合針對菌核病菌的*lcc*2 gene以PCR或序列比對的方法輔助菌核病菌診斷。

前言

菌核病菌為子囊菌門(Ascomycota) *Sclerotinia*屬的真菌，特色為不形成無性的分生孢子(conidia)，而產生菌核(Sclerotium)作為長期存活的構造，該屬真菌可引起多種植物病害，最普遍的菌核病菌*Sclerotinia sclerotiorum*寄主範圍超過400種植物[(2)]。在台灣，菌核病菌引起作物病害亦相當普遍[(1)]，我們研究中部地區的經濟作物病害時，也面對到菌核病菌。從在植物上引起的病徵、病兆、分離出的真菌初步形態、ITS(Internal transcribed spacer)部份序列等特徵，我們能夠診斷菌核病菌(*Sclerotinia* sp.)，但卻沒有充足的證據完全地支持真菌物種的鑑定結果，因此，我們回顧一些目前普遍被接受的菌核病菌分類結果，及應用PCR (polymerase chain reaction; 聚合酶鏈鎖反應)技術支持與輔助鑑定之文獻，提供我們實驗方向，並將相關內容作為本場專題討論的題目，大致以文獻的時間順序說明，與同仁分享。

內容

一般生物的特徵，可從不同尺度的形狀、顏色、質地來描述，由個體、或生物樣本的表徵差異，生物學家區分不同類別，將不同種類區分開來，或將不同的個體歸納在同一個群體內。物種(species)即為最基本的單位，能夠互相交配並產生

有生殖能力的後代的個體被歸為同一個物種，生物學家從不同類別的群體中選取有代表性的標本，各給予一個合法的名字(學名)，再將其他有相同特徵的樣本，歸納到名字之下，此即生物的分類(或歸類)。真菌的分類有其特殊之處，在於同一種真菌具有有性世代(可產生有性孢子)的學名與無性世代(可產生無性孢子)的學名，有許多真菌(常見如：不完全菌)產生有性孢子的頻率遠不如產生無性孢子的頻率，因此無性的分生孢子的特徵在真菌鑑定上有其重要性。然而，本文的主角：菌核病菌(*Sclerotinia* sp.)，其無性世代不產生分生孢子，因此可使用的形態特徵相對較少，或須特定環境條件才能誘導有性的子囊孢子形成。過去，*Sclerotinia*屬的名字因分類學家的選擇，涵蓋許多Sclerotiniaceae的其他種類，有250種以上的學名被放在*Sclerotinia*屬[6]，到了1979年，Kohn, L. M.探討相關特徵，給予*Sclerotinia*屬更侷限的定義，認為只有3個主要的引起植物病害的*Sclerotinia*物種，以下將由此開始討論菌核病菌的形態與分類。

一、菌核病菌之分類檢索

Kohn提出引起植物病害的菌核病菌檢索表如下：

I. 由野外或田間採得的菌核，或培養在PDA(potato destrose agar)培養基於15-20℃上產生的菌核所作的檢索表：

1. 菌核及菌絲具有任一下列特徵：a)具有clamp connections；b)具有dolipore septa(使用位相差顯微鏡或包埋在aniline blue/glycerine溶液).....擔子菌(Basidiomycetes)
1. 菌核及菌絲上述兩特徵皆無.....2
2. 有分生孢子(conidia).....非*Scelrotinia*，參考*Verticillium, Phaeosclerotinia, Monilinia, Pycnopeziza, Scleromitrula, Botryotinia, Gloeotinia, Septotinia, Cristulariella*等
2. 無分生孢子，除了phialidic "spermatia"之外(Myrioconium).....3
3. 具有維度不固定的mantling sclerotial stroma及小型菌核("sclerotiules")形成在mantle的氣生菌絲上.....*Stromatinia*
3. 非上述特徵.....4
4. Sclerotial medulla含有寄主細胞，或在培養時菌核至少有部份埋入洋菜.....*Ciborinia, Myriosclerotinia,* "Sclerotinia" kerneri
4. Sclerotial medulla 無受害生物組織，或在培養時菌核形成在洋菜表面之上.....5
5. Sclerotial rind 單層，由外壁色深且棍棒狀(clavate)的細胞構成....."*Sclerotinia*" tuberosa
5. Sclerotial rind由2-6層外壁色深且球狀(globose)的細胞構成.....6
6. 菌核大量生成，散生在整個菌落，培養時有時相連，個別菌核長0.5-2 mm..... *Sclerotinia minor*
6. 菌核只產生於菌落的邊緣，形成同心環狀、放射線形或其他樣式，個別菌核長2-20 mm.....7

7. Sclerotial rind由球狀的細胞組成的textura prismatica組成，延伸出rind之外成直立的tomentum菌絲.....*Sclerotinia trifoliorum*
7. Sclerotial rind由球狀的細胞組成的textura prismatica組成，無tomentum..... *Sclerotinia sclerotiorum*

II. 由從菌核長出的子囊盤(包括自然界採得或實驗室取得的)作成的檢索表

1. 子囊盤杯狀、有柄、產在有完整分化的rind與medulla之菌核上，有分生孢子形成.....非*Sclerotinia*
1. 子囊盤杯狀、有柄、產在有完整分化的rind與medulla之菌核上，無分生孢子形成，除了phialidic "spermatia"之外(*Myrioconium*).....2
2. Sclerotial medulla含有寄主細胞，或在培養時菌核至少有部份埋入洋菜.....*Ciborinia, Myriosclerotinia,* "*Sclerotinia*" *kerneri*
2. Sclerotial medulla 無受害生物組織，或在培養時菌核形成在洋菜表面之上.....3
3. 具有維度不固定的mantling sclerotial stroma及小型菌核形成在mantle的氣生菌絲上，子囊盤只產生在mantling sclerotial stroma上.....*Stromatinia*
3. 非上述特徵
4. 子囊盤ectal excipulum外層由prosenchymatous細胞組成，常嵌於膠質內..... " *Sclerotinia*" *tuberosa*
4. Ectal excipulum由球狀的細胞組成，膠質有或無.....*Sclerotinia*(5)
5. 子囊孢子的大小有兩型，在子囊裡分開為大小兩型，四核，子囊孢子的長/寬比≦2.0.....*Sclerotinia trifoliorum*
5. 子囊孢子的大小較一致，在子囊裡無法區分開...6
6. Ectal excipulum在子囊盤邊緣由球狀的細胞組成，子囊孢子四核.....*Sclerotinia minor*
6. Ectal excipulum在子囊盤邊緣由prosenchyma朝外側垂直於子囊盤表面，子囊孢子二核，子囊孢子的長/寬比>2.0.....*Sclerotinia sclerotiorum*

二、菌核病菌的PCR鑑定技術

1988年，Kohn等人[7]以RFLP(restriction fragment length polymorphism)呈現核酸差異的樣式，加強將*Sclerotinia sclerotiorum, S. trifoliorum, S. minor*區分為三個種類的論點。之後，不同團隊進行子囊菌或病原菌研究時，或多或少解開菌核病的部份序列，以說明演化的過程或作為檢測的標的，相關結果可供以PCR引子對偵測病原菌，或直接從序列比對輔助鑑定。

1995年，Gargas與Taylor[4]探討子囊菌下Discomycetes的系統分類，利用到一筆*S. sclerotiorum*的small subunit(SSU) rDNA gene序列。2002年，Freeman等人[3]為了偵測空中的菌核病菌孢子，解出菌核病菌的internal transcribed spacer(ITS)序列，由ITS序列設計引子對SSFWD與SSREV用以鑑別*S. sclerotiorum*與*Botrytis cinerea*，不過，由於*Sclerotinia*屬內的ITS序列差異小，上述引子對無法區分*S. sclerotiorum*與其他種類的菌核病菌。2005年，Staats等人[9]以*S. sclerotiorum*作為外群探討

*Botrytis*屬的分子系統分類與演化，*S. sclerotiorum*的*RPB2* (DNA-dependent RNA polymerase subunit II), *G3PDH* (glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase), *HSP60* (heat-shock protein 60)三個protein-coding genes被解序出來，與*Botrytis*屬的這些基因序列相比較。

2007年，Hirschhäuser與Fröhlich[5]嘗試利用laccase2 (*lcc*2) genes區別相近的菌核病菌種類，並開發用於mulitplex PCR檢測。他們首先應用nested-PCR解序*S. sclerotiorum*, *S. minor*, *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructigena*的*lcc*2 gene，而後設計一個對上述四種真菌通用的reverse primer: MP_UniR，及對上述四種真菌各具專一性的forward primer: MP_SsF, MP_SmF, MP_BcF, MP_MfF，同時運用這些引子對可以multiplex PCR同時偵測這四種真菌，對*S. sclerotiorum*增幅出632 base pairs (bp)、S. minor增幅出835 bp、B. cinerea增幅出553 bp、M. fructigena增幅出446 bp之片段，相關技術可能用以快速、精確地偵測農產品上的植物病原菌。而Meng等人(8)後來應用Hirschhäuser與Fröhlich[5]所開發出來的MP_SsF與MP_UniR作為專一性引子對，使用PCR診斷與序列比對來輔助鑑定*S. sclerotiorum*。

結語

鑑定菌核病菌時，除了觀察子囊盤與子囊孢子的形態之外，可就菌核之大小、排列與菌核外的絲狀構造加以區別。PCR方法或核酸序列比對，可以輔助菌核病菌的鑑定，在現在的應用層面，不同核酸序列片段有不同特性，菌核病菌ITS序列適合與其他真菌比較，但在Sclerotinia屬不同種類間的差異較小；SSU rDNA、*RPB2*、*G3PDH*、*HSP60*基因序列雖有可能提供足夠的特徵差異，但目前僅有*S. sclerotiorum*的研究資料，須有更多菌核病菌種類的研究結果後，才更適合用於輔助菌核病菌鑑定；而針對*lcc*2 gene可利用PCR方法增幅出不同大小的片段，且目前資料庫中菌核病菌的*lcc*2 gene序列有一個物種以上，可供比對不同種類，當無法取得多種不同菌核病物種或標準菌株相互比對時，目前適合針對菌核病菌的*lcc*2 gene以PCR或序列比對的方法輔助菌核病菌診斷。

參考文獻

1. 中華民國植物病理學會　2002　台灣植物病害名彙 p. 48~50。
2. Bolton, M. D., B. P. H. Thomma and B. D. Nelson. 2006. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. Mol. Plant Pathol. 7: 1-16.
3. Freeman, J., E. Ward, C. Calderon and A. McCartney. 2002. A polymerase chain reaction(PCR) assay for the detection of inoculum of *Sclerotinia sclerotiorum*. Eur. J. Plant Pathol. 108: 877-886.

4. Gargas, A. and J. W. Taylor. 1995. Phylogeny of Discomycetes and early radiations of the apothecial Ascomycotina inferred from SSU rDNA sequence data. Exp. Mycol. 19: 7-15.
5. Hirschhäuser, S. and J. Fröhlich. 2007. Multiplex PCR for species discrimination of Sclerotiniaceae by novel laccase introns. Int. J. Food Microbiol. 118: 151-157.
6. Kohn, L. M. 1979. Delimitation of the economically important plant pathogenic *Sclerotinia* species. Phytopathology. 69: 881-886.
7. Kohn, L. M., D. M. Petsche, S. R. Bailey, L. A. Novak and J. B. Anderson. 1988. Restriction fragment length polymorphisms in nuclear and mitochondrial DNA of Sclerotinia species. Phytopathology. 78: 1047-1051.
8. Meng, S. X. B. M. Wu, R. L. Ludy, C. L. Fraley ans N. K. Osterbauer. 2011. Detection of *Sclerotinia sclerotiorum* on whitloof chicory(Cichorium intybus L.) in Oregon. The 3rd NPDN National Meeting Berkeley, California.
9. Staats, M., P. van Baarlen and J. A. L. van Kan. 2005. Molecular phylogeny of the plant pathogenic genus *Botrytis* and the evolution of host specificity. Mol. Biol. Evol. 22: 333-346.

臺灣番茄病毒病介紹～以黃化捲葉病毒病爲例

戴振洋、趙佳鴻

摘要

根據100年統計資料台灣番茄栽培面積有4,817公頃，產量共122,870公噸。影響番茄生產之主要病害有青枯病、細菌性斑點病、根瘤線蟲及病毒病，其中以病毒病為害最大。番茄主要病毒病有：番茄嵌紋病毒(Tomato mosaic virus；ToMV)、胡瓜嵌紋病毒(Cucumber mosaic virus；CMV)、番茄黃化捲葉病毒(Tomato yellow leaf curl virus；TYLCV)、馬鈴薯病毒Y(Potato virus Y；PVY)及番茄斑點萎凋病毒(Tomato spottd wilt virus；TSWV)。近年來，以經由銀葉粉蝨傳播之番茄「世紀黑死病」－番茄黃化捲葉病發生最為普遍，由於病毒感染番茄後並無適當藥劑提供防治。因此，此病毒已成為台灣番茄產業發展之限制因子。

番茄黃化捲葉病毒為雙生病毒科Begomovirus屬，是由兩個二十面體所組成雙生粒子，大小約18 ×30 nm，其病毒顆粒中包含環狀的單股DNA基因體，為單一基因體，其DNA大小約2800個核酸。此病毒在台灣Begomovirus屬(豆類金黃嵌紋病毒屬) 病毒中有4種病毒可感染番茄，分別為AYVHuV(Ageratum yellow vein Hualien virus)、 ToLCHsV(Tomato leaf curl Hsinchu virus) 、 ToLCTWV(Tomato leaf curl Taiwan virus；台灣種) 、 TYLCTHV (Tomato yellow leaf curl Thailand virus；泰國種) 。其中致病性以泰國種病毒最強，而台灣發生之黃化捲葉病以純泰國種及泰國種/台灣種之混合感染為主，故台灣番茄罹患此病較嚴重。罹染此病毒之病徵為植株嚴重矮化新生之芽呈直立狀；嫩葉葉面積減少、扭曲摺疊及葉片朝上捲起、變形；從葉緣及中肋附近之區域明顯地黃化，花枯萎之現象。罹病植株結果很少，尤其在開花期以前，罹染此病毒幾乎無法結果，且所結之果實也因品質不佳，無商品價值。番茄黃化捲葉病防治方法主要為1.選用抗病品種(加強抗病育種)；2.選用健康種苗、加強苗期管理，以避免早期感染；3.田間衛生管理，如發現病株應及早拔除，以免快速傳播；4.誘捕及監測，利用黃色黏板誘捕媒介昆蟲，並可監測蟲口密度，如蟲數增加時，可及時進行化學藥劑防治；5.以化學藥劑防治媒介昆蟲如蚜蟲、薊馬及引起番茄捲葉病毒病之銀葉粉蝨，減少傳播機率。

番茄病毒病在台灣各番茄栽培地區已嚴重為害，形成影響番茄經濟栽培收益的最主因之一，而病毒病害迄今無法以藥劑防治，最主要以針對病毒的傳播媒介昆蟲銀葉粉蝨加強防治，同時進行綜合病蟲害防治管理，長遠目標已育成抗病品種，為最經濟有效且符合環境友善的目標。

前言

根據100年統計資料台灣番茄栽培面積有4,817公頃，產量共122,870公噸。影響番茄生產之主要病害有青枯病、細菌性斑點病、根瘤線蟲及病毒病，其中以病毒病為害最大。番茄主要病毒病有：番茄嵌紋病毒(Tomato mosaic virus；ToMV)、胡瓜嵌紋病毒(Cucumber mosaic virus；CMV)、番茄黃化捲葉病毒(Tomato yellow leaf curl virus；TYLCV)、馬鈴薯病毒Y(Potato virus Y；PVY)及番茄斑點萎凋病毒(Tomato spottd wilt virus；TSWV)。近年來，以經由銀葉粉蝨傳播之番茄「世紀黑死病」－番茄黃化捲葉病發生最為普遍，由於病毒感染番茄後並無適當藥劑提供防治。因此，此病毒已成為台灣番茄產業發展之限制因子。影響番茄生產之主要病蟲害有青枯病、細菌性斑點病、根瘤線蟲及病毒病，其中以病毒危害最大。除了番茄嵌紋病毒由機械傳播外，其餘五種病毒均可經由媒介昆蟲傳播，胡瓜嵌紋病毒及馬鈴薯病毒Y可經由蚜蟲傳播，番茄黃化捲葉病毒只經由一種媒介昆蟲，即銀葉粉蝨傳播，西瓜銀斑病毒及番茄斑點萎凋病毒經由薊馬所傳播。早在19 世紀60 年代，以色列等國就有報導。隨著全球氣候的變化、農業耕作制度的改變、國際間貿易活動的迅速等，致使銀葉粉蝨在世界各地擴散，TYLCV 在全球番茄園大面積爆發流行，番茄生產上引起嚴重危害。據初步統計，至少已有39 個國家的番茄正在遭受此類病毒的危害。本文擬針對臺灣番茄病毒病~以黃化捲葉病毒病為例加以介紹，以降低其對臺灣番茄產業之傷害。

內容

一、臺灣番茄病毒病種類介紹

目前影響台灣番茄生產之主要病害有青枯病、細菌性斑點病、根瘤線蟲及病毒病，其中以病毒病為害最大。常見番茄主要病毒病有：番茄嵌紋病毒(Tomato mosaic virus；ToMV)、胡瓜嵌紋病毒(Cucumber mosaic virus；CMV)、番茄黃化捲葉病毒(Tomato yellow leaf curl virus；TYLCV)、馬鈴薯病毒Y(Potato virus Y；PVY)及番茄斑點萎凋病毒(Tomato spottd wilt virus；TSWV)。各類病毒病依其發病病徵主要可分為：(一)黃化捲葉病毒病：植株矮化，頂部葉片褪綠發黃、變小，葉片增厚，邊緣上捲。(二)蕨葉病毒病：部分葉片變成條狀，中下部葉片向上微捲，花瓣增大，不能正常開花。(三)花葉病毒病：葉片上出現黃綠相間或深淺相間的斑駁，葉脈透明，葉片略有皺縮。(四)條斑病毒病：果實表面出現凹凸、失綠、僵硬的黑褐色斑塊，最後壞死，不能正常紅熟。

胡瓜嵌紋病毒，馬鈴薯Y病毒，菸草嵌紋病毒及番茄嵌紋病毒在葉片上皆會產生嵌紋或斑駁病徵。西瓜銀斑病毒則會在葉片上造成壞疽缺綠及扭曲變形，整株萎凋，枝條凹陷斑點，壞疽植株生長不良，影響收成。但上述病毒在台灣都屬小區域，零星發生，造成農業損失較小；而以番茄黃化捲葉病在台灣番茄病毒中造成農業損失最嚴重。

二、番茄黃化捲葉病毒病

番茄黃化捲葉病於1960年代首先發生於以色列及約旦地區，直到今日番茄黃化捲葉病毒已廣泛分佈於世界各地，許多重要的經濟栽培地區皆有此病毒的危害報告。近年來以可經由銀葉粉蝨傳播之番茄「世紀黑死病」－番茄黃化捲葉病在台灣已普遍發生，由於病毒病害感染作物後並無適當藥劑提供防治。因此，此病毒成為台灣番茄生產之限制因子之一。番茄捲葉病毒為雙生病毒科，Begomovirus屬，是由兩個二十面體所組成雙生粒子，大小約18 ×30 nm，其病毒顆粒中包含環狀的單股DNA基因體，為單一基因體，其DNA大小約2800個核酸。罹染此病毒之病徵為植株嚴重矮化新生之芽呈直立狀；嫩葉葉面積減少、扭曲摺疊及葉片朝上捲起、變形；從葉緣及中肋附近之區域明顯地黃化，花枯萎之現象。罹病植株結果很少，尤其在開花期以前罹染此病毒幾乎無法結果且所結之果實也因品質不佳，無商品價值。番茄黃化捲葉病毒在台灣Begomovirus屬(豆類金黃嵌紋病毒屬) 病毒中有4種病毒可感染番茄，分別為AYVHuV (*Ageratum yellow vein* Hualien *virus*) ToLCHsV (*Tomato leaf curl* Hsinchu *virus*)、ToLCTWV (*Tomato leaf curl* Taiwan *virus*；台灣種)、TYLCTHV (*Tomato yellow leaf curl* Thailand *virus*；泰國種) 。其中致病性以泰國種病毒最強，而台灣發生之黃化捲葉病以純泰國種及泰國種/台灣種之混合感染為主，故台灣番茄罹患此病較嚴重。

三、番茄捲葉病毒傳播

引起番茄捲葉病毒病之傳播媒介昆蟲為銀葉粉蝨，為減少傳播機率，降低在台灣各番茄栽培地區為害，最主要以針對病毒的傳播媒介昆蟲銀葉粉蝨加強防治，同時進行綜合病蟲害防治管理，首要為了解銀葉粉蝨在番茄捲葉病毒傳播行為及能力：(一)雌粉蝨及雄粉蝨傳播病毒效力：經過餵毒過粉蝨接種於健康植株48小時，結果雌蟲傳播率為32%(133株有43株感染)，而雄蟲為5%(105株有5株感染)，即雌蟲傳播率高於雄蟲。(二)雌粉蝨隻數及感染率之關係：經過餵毒過粉蝨接種於健康植株48小時，結果每株接種3隻者感染率為83%，接種5隻者感染率為84% ，接種10隻者感染率為86%，接種15隻者感染率為100%，即每株接種3隻者感染率為80%以上，但如需達到100%感染仍須接種15隻雌粉蝨。(三)餵毒期間與感染率：不同餵毒時間之20~25隻雌粉蝨接種48小時後，結果餵毒15分鐘為0%，30分鐘為27%，60分鐘為33%，120分鐘為57%，240分鐘為93%，24小時為80%，即240分鐘餵毒後其感染率最高。(四)接種期間與感染率：經過餵毒過20~25隻接種之雌粉蝨於不同健康植株，接種15分鐘為0%，30分鐘為6%，60分鐘為47%，120分鐘為47% ，即需接種60分鐘以上後，即能傳病毒。(五)病毒在粉蝨之潛伏

期：經過餵毒過粉蝨3小時或21小時後，每隔3小時接種，結果餵毒過粉蝨3小時者，27小時後即可感染；而21小時後者，24小時後即可感染，而感染率最高者皆為48小時。(六)粉蝨保毒期間：粉蝨經過餵毒過18小時後，可保持傳染病毒10~15天，最長可達20天。(七)若蟲之傳病能力：在罹病曼陀羅餵毒過之粉蝨若蟲化蛹，置於培養皿棉花上化蛹24小時後置於健康曼陀羅48小時後，結果28%存活之粉蝨有感染能力。(八)人工機械接種：將新罹病葉片汁液稀釋4倍蒸餾水，以人工或針刺進行接種，結果皆無法以人工機械接種。

四、番茄黃化捲葉病毒病防治

番茄黃化捲葉病防治方法主要為選用抗病品種、選用健康種苗、加強苗期管理、田間衛生管理、誘捕及監測媒介昆蟲、及時進行化學藥劑防治，減少黃化捲葉病毒傳播機率。

(一) 抗病育種：

黃化捲葉病毒病主要經由銀葉粉蝨傳播，而銀葉粉蝨繁殖能力強且防治不易，因此想要利用切斷傳播途徑來預防該病毒具有相當的難度。已發現國外有些品種有明顯的抗、耐病效果，大多數為野生品種，野生番茄材料中含有抗TYLCV的基因(表)如智利番茄(*Lycopersicon chilense*)、秘魯番茄(*Lycopersicon peruvianum*)、多毛番茄(*Lycopersicon hirsutum*)、醋栗番茄(*Lycopersicon pimpinellifolium*)及契斯曼尼番茄(*Lycopersicon cheesmanii*)。研究表明番茄普通栽培種(*Lycopersicon esculentum*)不存在抗性基因，僅少量的品系對TYLCV表現出一定的耐性。番茄抗黃化捲葉病毒病資源材料的篩選，可以為育種提供親本材料，為選育多抗品種奠定基礎，但雜交不易，故育種工作仍是一條漫長的路。

表 12. 2006~2008 年亞蔬中心育成抗番茄捲葉病毒病的鮮食番茄雜交一代品種之特性及合作機構

Table 12. The characters of new released tomato leaf curl virus resistant fresh market hybrids and cooperative DARES in AVRDC breeding program, 2006~2008.

品種	類別	株型	產量 (t/ha)	單果重 (g)	可溶性固形物 (°Brix)	抗病[1]基因	其他[2]特性	推廣面積 (ha)	合作單位
種苗亞蔬十五號	大果	非停心型	57	120	4.44	*Ty-2*	ToMV, BW, F-1, HT	5	種苗場
花蓮亞蔬十八號	大果	非停心型	64	200	5.50	*Ty-2*	ToMV, BW, F-1, MHT	25	花蓮場
台南亞蔬十九號	小果	半停心型	55	13.5	6.85	*Ty-2*	ToMV, F-1, F-2, HT	147	台南場
桃園亞蔬二十號	大果	非停心型	62	180	4.90	*Ty-2*	ToMV, BW, F-1, F-2, MHT	8	桃園場
花蓮亞蔬二十一號	小果	非停心型	68	13.5	7.18	*Ty-2*	ToMV, BW, F-1, F-2, MHT	76	花蓮場
種苗亞蔬二十二號	小果	半停心型	65	15	6.40	*Ty-2*	ToMV, F-1, F-2, HT	20	種苗場
FMTT1116	大果	非停心型	72	200	4.50	*Ty-2*	ToMV, BW, F-1, F-2, MHT	5	花蓮場

備註：1. *Ty-2*：抗番茄捲葉病毒(具 *Ty-2* 基因)

2. ToMV：抗番茄嵌紋病毒，具 *Tm-2*^{a} 基因；BW：抗青枯病；F-1：抗萎凋病小種 1；F-2：抗萎凋病小種 2；HT：耐熱性強；MHT：耐熱性中等

(二) 加強苗期管理：

即使外表無任何徵狀之帶病種苗往往於生育初期即呈現明顯病徵，造成植株生長遲緩、產量與品質嚴重低落，進而引發病害大面積散播。網室內，不同生長期接種病毒對番茄在病徵初次出現之日數之影響，因品種不同差異頗大，聖女品種番茄之株高在移植後44~58天等生育期受病毒感染與否之影響極顯著，但移植後66天受病毒感染與否之影響不顯著；農友301品種番茄之株高在移植後51天受病毒感染與否之影響顯著，但移植後58~66天受病毒感染與否之影響不顯著；西施、亞蔬33號及亞蔬6號三個品種番茄在移植後44~66天，株高並不受病毒感染影響。不同生長時期之番茄植株，分別接種不同隻帶黃化捲葉病毒之銀葉粉蝨，在20 天及40 天番茄生育期，植株罹病及病徵表現有一致性，而植株生育期60天，病徵表現低於罹病率。即如在苗期或定植初期如能加強生育初期栽培管理，將能有效減少病毒感染，影響生育後期及產量。

表 1. 銀葉粉蝨傳播番茄捲葉病毒試驗

Table 1. Transmission test of TYLCV by whitefly.

植株生育期	20 天			40 天			60 天		
接種蟲數(隻)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
植株病毒檢出率%	56	96	100	70	100	100	63	89	96
植株罹病率%	56	96	100	70	100	100	59	85	78

(三) 田間衛生管理：

除了培育及使用無病毒苗。在遠離病害發生的地；應及時監測和防治銀葉粉蝨。由於銀葉粉蝨生育短且傳毒快，如發現有銀葉粉蝨時，應及時防治；初期發現病株及時清除，減少病毒源。因此當發現植株感染病毒應立即拔除，此外良好通風與日照環境、適度減少氮肥施用、清除雜草、及經常更換農藥等，有助於提高施藥效果及降低族群密度。

(四) 誘捕及監測：

許多研究顯示銀葉粉蝨對於黃色具有偏好性，目前已有商品化黃色黏紙可誘捕粉蝨。黏紙除可誘捕粉蝨成蟲外亦可作為監測族群密度指標，擺放高度以1公尺以內較佳(注意黏性及更新)，間隔距離需短，當族群密度超過警戒時必須立即進行藥劑防治。此外，由於銀葉粉蝨的寄主範圍非常廣，在臺灣幾乎各種科別植物多為其寄主，其中以聖誕紅、洋香瓜、胡瓜、南瓜、番茄、花椰菜、菜豆、毛豆等植物危害最為嚴重，此可能與寄主植物揮發性成分具有誘引作用及較適合粉蝨大量繁殖發育有關。以銀葉粉蝨危害廣大作物之觀點，意味其相當飢不擇食或嗅覺靈敏或相當誘引，因此若能探討寄主植物成分及開發化學超強誘引劑配合黏蟲紙或誘捕盒，將展現極大控制銀葉粉蝨成效。

(五) 拔除罹病植株及化學防治：

因銀葉粉蝨全身披覆蠟粉且易產生抗藥性，雖然防治銀葉粉蝨的農藥常推陳出新，但其價格昂貴、使用藥量若稍有不足將無法達到完善的防治效果。因此合理化的使用殺蟲劑管理銀葉粉蝨的密度，是延緩其抗藥性發生。銀葉粉蝨對殺蟲劑的感受性因蟲齡或區域性而有不同，農試所曾進行洋香瓜上銀葉粉蝨為對象，在實驗室內以9.6%益達胺溶液1500倍、2.8%畢芬寧乳劑1000倍、11%百利普芬乳劑1000倍、2%阿巴汀乳劑2000倍、25%派滅淨可濕性粉劑1200倍、10%克凡派水懸劑1000倍、2.4%第滅寧水懸劑1000倍、10%賽速安水溶性粒劑4000倍、25%布芬淨可濕性粉劑1000倍、20%達特南水溶性粒劑3000倍、16%可尼丁水溶性粒劑3000倍、10%氟尼胺水分散劑4000倍、2.1%因滅汀乳劑2000倍及3.5%魚藤精乳劑500倍等14種藥劑稀釋液，測試採集自雲林崙背地區及台南安南地區，洋香瓜上銀葉粉蝨之成蟲、若蟲及卵的毒效。結果顯示11%百利普芬乳劑1000倍殺卵效果最佳達90%以上，其他藥劑對銀葉粉蝨殺卵效果甚低。對若蟲的毒性測定，供試藥劑中僅有以3.5%魚藤精乳劑處理崙背地區蝨1-2齡及3-4齡若蟲經72小時後死亡率分別83@及98.7%，其餘供試藥劑處理後粉蝨若蟲死亡率均低於30%。安南地區粉蝨1-2齡若蟲則以3.5%魚藤精乳劑處理經72小時後死亡率為45.6%，其餘藥劑處理後粉蝨若蟲死亡率均低於10%。結果顯示不同地區粉蝨若蟲對殺蟲劑的感受性不同，以崙背地區粉蝨的感受性較高。但魚藤精目前並未登記使用於洋香瓜。對成蟲的毒效測定，以2.1%因滅汀乳劑、2%阿巴汀乳劑、10%氟尼胺水分散劑、3.5%魚藤精乳劑及2.8%畢芬寧乳劑處理經24小時，粉蝨成蟲死亡率依序為97.1、94.9、72.2、67.6%及63.9%，其餘藥劑處理24小時粉蝨死亡率低於60%。但部分藥劑並無推薦在番茄上使用，使用前應查詢清楚。銀葉粉蝨寄生性天敵約有50種，常見有寄生蜂，如東方蚜小蜂(Eretmocerus orientalis)、黃小蜂(Prospaltella smithi)、黑小蜂(Amitus hesperidum)等。銀葉粉蝨捕食性天敵約有110種，常見有瓢蟲，如小黑瓢蟲(Delphastus catalinae)、小毛瓢蟲(Nephaspis oculatus)；草蛉，如基徵草蛉(Mallada basalis)；捕食蟎，如卵形捕植蟎(Amblyseius ovalis)、溫氏捕植蟎(A. womersleyi)及多齒捕植蟎(A. multidentatus)等。雖然利用天敵防治害蟲為最環保方式之一，但研究顯示天敵防治費用約較農藥防治高3倍。

表二、茄科作物上銀葉粉蝨防治藥劑

藥劑名稱	稀釋倍數	安全採收期	作用機制	備註
10.4%貝賽益達胺水懸劑	2,000	採收前6天停止施藥	3A+4A	
20%亞滅培水溶性粉劑	4,000	採收前6天（設施栽培12天）停止施藥	4A	
20%達特南水溶性粒劑	3,000	採收前3天停止施藥	4A	限番茄
40.4%賽果培水懸劑	3,300	採收前10天停止施藥	4A	限番茄
10%氟尼胺水分散性粒劑	3,000	採收前6天（設施栽培12天）停止施藥	9C	限番茄

結語

番茄病毒病在台灣各栽培番茄地區發生嚴重，已經成為影響番茄栽培經濟收益的最主因，而病毒病害迄今無法以藥劑防治。最主要的病毒傳播媒介昆蟲銀葉粉蝨加強防治，同時進行綜合病蟲害防治管理，長遠目標已育成抗病品種，為最經濟有效且符合環境友善的目標。

參考文獻

1. 張新吉　1998　番茄病毒之抗病育種(上)　台灣之種苗 40:30-44。
2. 張新吉　1998　番茄病毒之抗病育種(下)　台灣之種苗 41:25-44。
3. 許方程、鄭永利、李芳芳、吳永漢、王曉峨、陳文華　2010　番茄曲葉病毒病的識別與綜合防治　中國蔬菜 2010(1): 26-27。
4. 陳任芳　2003　番茄病毒病防治對策　花蓮區農業專訊 44: 24-25。
5. 彭瑞菊、鄭安秀　2003　台南區番茄病毒病的種類及分佈　台南區農業專訊 44: 15-18。
6. 葉青靜、楊悅儉、王榮青、李志邈、阮美穎、周國治、姚祝平　2009　番茄抗黃化曲葉病育種研究進展　中國農業科學 42(4): 1230-1242。
7. Accotto G. P., Bragaloni M., Luison D., Davino S.and M.Davino. 2003. First report of tomato yellow leaf curl virus(TYLCV) in Italy. Plant Pathology 52:799.
8. Delatte H., Holota H., Reynaud B. and J.Dintinger. 2006. Characterisation of a quantitative resistance to vector transmission of tomato yellow leaf curl virus in Lycopersicon pimpinellifolium. European Journal of Plant Pathology 114: 245-253.
9. Navot N., Ber R.and H. Czosnek. 1989. Rapid detection of tomato yellow leaf curl virus in squashes of plants and insect vectors. Phytopathology 79: 562-568.

10. Pico B., Ferriol M., Diez M and F.Nuez. 1999. Developing tomato breeding lines resistant to tomato yellow leaf curl virus. Plant Breeding 118:537-542.
11. Pico B., Sifres A., Elia M., Diez M. J. and F. Nuez. 2000. Searching for new resistance sources to tomato yellow leaf curl virus within a highly variable wild *Lycopersicon* genetic pool. Acta Physiologiae Plantarum 22(3): 344-350.
12. Polston J. E., Rosebrock T. R., Sherwood T., Creswell T. and P. J. Shoemaker. 2002. Appearance of Tomato yellow leaf curl virus in North Carolina. Plant Disease 86(1):73

高濃度氧氣貯藏對果實品質之影響

劉惠菱

摘要

果實採收後因呼吸率上升及更年型果實乙烯產生量增加等影響，在貯藏或運輸上常利用改變貯藏環境中氣體含量的變化，特別是低氧高二氧化碳降低呼吸作用，延長商品的貯藏時間；然而這樣的氣體環境容易造成缺氧呼吸，使得發酵物質或者是揮發性物質產生，降低商品品質。因此近年來為了改善這樣的現象，許多研究利用高濃度氧氣貯藏，達到延長商品壽命並維持商品品質。而高濃度氧氣處理在不同種類的果實上施用，對呼吸率、乙烯產生量、外觀品質有不同的影響。在酪梨、檸檬、櫻桃的呼吸率及乙烯產生量表現上，會因高濃度氧氣處理而有上升的現象，以及因高濃度氧氣造成的細胞傷害導致顏色轉變；但在龍眼、李、枇杷、藍莓上不論是呼吸率或者是乙烯產生量皆有降低的趨勢，並可維持外觀品質。造成這些不同的結果的原因，可推測與處理時間、處理溫度及氧氣濃度不同相關。另外高濃度的氧氣處理在果實質地、氣味及微生物所造成的腐爛率影響方面，在草莓、藍莓、樹梅、葡萄等漿果類果實上，具有維持硬度、減緩揮發性物質產生、降低腐爛率等優點。因此日後在果實採收後使用高濃度的氧氣貯藏必須考慮到是否影響呼吸率、乙烯生合成及外觀品質的變化，但是可以肯定的是高濃度的氧氣處理在維持質地、延緩揮發性物質及腐爛率具有正面效應。

前言

提到高濃度氧氣，一般在我們生活上的應用最常聽見的是用在治療一氧化碳中毒、氰化物及其他氣體中毒上，主要的原理是利用高濃度的氧溶解於血漿中的量，來增加組織內的含氧量，達到快速地將體內之毒性排出。除此之外也可以利用過氧化物的作用原理，達到殺菌抑菌的效能，並增加白血球的吞噬功能治療傷口壞疽、骨髓炎、糖尿病足等。

以往園產品上使用的氣調貯藏或是氣變包裝貯藏多利用貯藏環境中低於空氣中氧氣濃度21%以及高於0.03%二氧化碳的方式，降低園產品採後的呼吸作用，使得園產品內容物消耗減少，然而高二氧化碳及容易造成細胞無氧呼吸而產生異味物質，最常見的便是乙醇或是乙醛含量增加。為了改善這個現象，因此近年來許多學者研究以高濃度的氧氣作為包裝貯藏的氣體，達到降低因低氧所造成的異味、酵素型變色、影響需氧的細菌及真菌的作用。

內容

一、高濃度氧氣貯藏對呼吸率的影響

研究中指出高濃度的氧氣貯藏會增加更年型果實及非更年型果實採收後呼吸率上升，在酪梨更年型呼吸的狀態下以不同的氧氣濃度貯藏，50%及100%氧氣處理的組別會加速其呼吸作用，但低氧處理的組別則是可以降低呼吸率；而在非更年型果實檸檬以99.2%高濃度的氧氣貯藏的檸檬最高。而造成這樣結果的原因可能為高濃度氧氣處理在貯藏期間因氧氣不斷被消耗，氧氣濃度會不斷的下降，呼吸率容易上升。因此貯藏期間若採用不斷補充氧氣濃度，保持高濃度狀況則可以產生類似低氧處理的效果，降低呼吸率。

二、高濃度氧氣貯藏對乙烯產生量的影響

高濃度氧氣貯藏對果實採收後乙烯產生量的影響在大部分果實上有正相關，綠熟期的巴梨貯藏在高濃度的氧氣處理乙烯產生量較空氣貯藏高；甜櫻桃也是相似的結果，以70%O_2的高氧處理會使乙烯產生量快速增加再下降，並且另外有研究指出高氧處理會促進乙烯的產生，並使得萵苣葉產生褐斑，但是在綠熟的番茄上80~100kPa氧氣濃度再搭配適當的二氧化碳濃度卻會使綠熟期的番茄延緩後熟，即乙烯產生量較低；因此許多研究假設是否在高濃度氧氣濃度下搭配二氧化碳的使用，便可以降低乙烯的產生量。

但在部分果實上氧氣濃度與乙烯產生量卻呈現負相關，1988年有學者在蘋果不同氧氣濃度下外加不同濃度的ACC，調查乙烯產生量的變化，藉由Km值可以得知氧氣濃度對乙烯產生速率的重要性是5%，顯示在低濃度氧氣下反而會增加ACC生合成量，並且對照氧氣濃度與乙烯產生量的關係，可以應證此現象，在0~20kPa氧氣濃度下蘋果乙烯產生量會隨著氧氣的增加而快速增加，但在30kPa氧氣濃度下，即使增加氧氣濃度也不影響乙烯產生量。而這樣的現象在藍莓以高濃度氧氣貯藏也是相同，貯藏期間以高濃度氧氣如60~100%，會抑制乙烯產生量，而在較低氧氣濃度如40%，則無顯著影響。

三、高濃度氧氣貯藏對果實外觀及品質的影響

園產品採收後外觀及品質的變化主要在顏色、氣味、質地、微生物的產生的探討。顏色變化上甜櫻桃以70%氧氣濃度貯藏30天後開始褐化，貯藏50天後褐化指數達到100%，氣變包裝組別則無顯著變化；一般而言造成褐化可能因素為多酚氧化酵素活性的增加，所造成的酵素型褐化，但實際上在多酚氧化酵素的表現上反而是以氣變包裝的組別活性較高，70%氧氣處理組並未特別的高，因此可以推論甜櫻桃褐化的原因不是酵素型的褐化。並且1996年的研究指出高濃度氧處理不但不會增加多酚氧化酵素活性，反而會對多酚氧化 酵素產生抑制作用。因此甜櫻桃上高氧處理雖然可抑制多酚氧化酵素活性的影響，但會造成丙二醛含量上升對細胞造成傷害，因此在使用上需注意使用濃度及時間。

相似的研究結果在龍眼以100%氧氣處理後貯藏在28℃下6天，可以得知高氧

處理有維持龍眼果皮顏色的效果，特別是在貯藏第4天及第6天達到極顯著。並且在果皮丙二醛含量結果顯示以100%氧氣濃度貯藏的龍眼丙二醛含量低於空氣貯藏的組別。荔枝上也是相同的結果，以100%氧氣貯藏可降低褐化指數。並且在抗氧化酵素SOD、CAT、APX活性上以高氧處理的組別較高。(SOD：催化過氧化物變成氧氣及水，CAT：清除H_2O_2，APX：清除Halliwe-Asada路徑中H_2O_2)。因此高濃度氧氣處理在園產品褐化的表現上會因園產品種類不同而需使用不同的濃度，以避免細胞受傷造成褐化。

在高濃度氧氣處理對果實質地的改變上，會促進梨果的軟化率及轉色率，使得梨果不能長途運輸。並且在1960年以香蕉為材料所做的研究，也得到相同的結果，高濃度的氧氣會刺激香蕉軟化率上升。而其原因為高濃度的氧氣會梨果使乙烯產生率上升。除此之外在葡萄上以高氧處理的組別硬度高於其他組別，空氣貯藏15天後硬度下降27%，而40%O_2+30%CO_2貯藏30天後下降24%，但在以80%O_2貯藏的組別直到60天後才下降24%。而其原因為高濃度氧氣處理的組別在細胞壁分解酵素活性皆為最低，因此高氧處理可降低細胞壁分解酵素的活性，維持果實硬度；除此之外高氧處理後的葡萄小果梗與果實之間的狀態，藉由光學顯微鏡的觀察可以得知葡萄在貯藏60天後，貯藏在空氣下的組別離層明顯產生，這時候果實也比較容易脫落，而以高氧處理的果實離層雖然也有產生，但是範圍較小。因此以高氧處理的組別可以延緩離層產生，可能可以使果實脫粒率降低。並且在以物性的方式測量也可以得知高氧處理組別的果梗強度大於對照組，而脫粒率則是比對照組要來的低。因此高氧處理確實可以維持葡萄品質，減少脫粒。

在氣味產生上草莓利用高濃度氧氣處理貯藏後乙醛含量在空氣貯藏組別與40kPa氧氣加上15kPa二氧化碳處理組別表現無差異，以≧60kPa氧氣處理組別乙醛含量低於以高二氧化碳處理組別，因此高氧處理可以減緩因低氧呼吸所產生的揮發性物質。龍眼貯藏時也是相同的結果，以70%氧氣貯藏貯藏40天時乙醇含量只有3.43~4.03nmol/g，比有加二氧化碳貯藏的組別低了1.5~2倍之多，因此高氧處理也可以減緩龍眼貯藏後的乙醇含量增加趨勢。除此之外櫻桃使用70%氧氣處理在乙醇含量的表現量也較佳。

而在微生物的影響上，草莓再經過14天不同氣體貯藏後腐爛的表現，在氧氣濃度大於60kPa時腐爛率被抑制的情形隨著氧氣濃的的增加而增加，因此草莓使用高濃度的氧氣可以抑制腐爛的發生。並在菌絲培養的表現上，在5℃下第5天及第7天時各個氣體處理表現類似，但在第14天時以90kPa氧氣處理組別表現較佳，因此高濃度的氧氣處理可以減緩草莓灰黴菌所造成的腐爛。樹莓上也呈現與草莓同樣的結果，貯藏在空氣下的組別腐爛率增加的很快，以40%氧氣處理的組別則對腐爛率無顯著的影響；大於60%的氧氣則是對腐爛率有顯著眼緩效果，特別是100%氧氣，在貯藏9天實腐爛率只有7.78%，20℃放置一天後腐爛率增加了8.25%，放置兩天後腐爛率增加了4.49%，較其他組別來的低。而高濃度氧氣貯藏使用在藍莓的表現上也是一樣，但值得注意的是在藍莓及樹莓上以80%或是100%氧氣處理組別

並無顯著差異。並且由於高濃度的氧氣可以抑制真菌或細菌造成腐爛的機制尚未清楚，只能推斷由於高濃度的氧氣會影響厭氧微生物的生理代謝，而通常造成腐爛的微生物剛好都是比較屬於厭氧性的微生物，因此高氧處理對微生物的抑制是有效的。

結語

要釐清高氧處理對新鮮的果實採後品質所造成的影響，必須考慮下列問題：

1. 在更年型及非更年型果實中，高氧處理對其二氧化碳、乙烯釋放率的影響為何。
2. 高氧處理是否能改善因二氧化碳濃度過高所產生的障礙及異味。
3. 使用高氧處理或是高氧處理搭配二氧化碳處理對園產品品質、質地、味道上有何影響。
4. 高氧處理或是高氧處理搭配二氧化碳處理對腐敗菌、真菌或是人類的致病原的生長的影響。
5. 搭配濕度及溫度的控制可以使高氧處理在未來成為實用的保鮮處理。

參考文獻

1. 鄭永華、蘇新國、李欠盛　2000　高氧對枇杷果實貯藏期間呼吸速率和多酚氧化酶活性及品質的影響植物生理學通訊 36(4): 318-320
2. 鄭永華　2005　高氧處理對藍莓和草莓果實採後呼吸速率和乙烯釋放速率的影響園藝學報 32(5): 866-868
3. Biale, J. B. and R. E. Young. 1947. Critical oxygen concentrations for the respiration of lemons.Am. J. Bot. 84: 301-309.
4. Biale, J. B.. 1946. Effect of oxygen concentration on respiration of the 'Fuerte'avocado fruit. Am. J. Bot.33: 363-373.
5. Daun, X., T. Liu, D. Zhang, X. Su, H. Lin, and Y. Jiang. 2011. Effect of pure oxygen atmosphere on antioxidant enzyme and antioxidant activity of harvested litchi fruit during storage. Food Res. Int. 44: 1905-1911.
6. Deng, Y., Y. Wu, and Y. Li. 2005. Changes in firmness, cell wall composition and cell wall hydrolases of grapes stored in high oxygen atmospheres. Food Res. Int. 38: 769-776.
7. Deng, Y., Y. Wu, Y. Li, M. Yang, C. Shi, and C. Zheng. 2007. Studues of postharvest berry abscission of ‘Kyoho’ table grapes during cold storage and high oxygen atmospheres. Post.Bio. Tech. 43(1): 95-101.
8. Frenkel, C.. 1975. Oxidative turnover of auxins in relation to the onset of ripening in

'Bartlett' pear. Plant Physiol. 55: 480-484.
9. Maxie, E.C., B. J. Robinson, and P. B.Catlin. 1957. Effect of various oxygen concentration on the respiration of 'Wickson' plum fruit and fruit tissues.J. Am. Soc. Hortic. Sci. 71: 145-156.
10. Su, X., Y. Jiang, X. Duan, H. Liu, Y. Li, W. Lin, and Y. Zheng. 2005. Effect of pure oxygen on the rate of skin browning and energy status in longan fruit. Food Technol. Biotechnol. 43(4): 359-365.
11. Tian, S.P., A. L. Jiang, Y. Xu, and Y. S. Wang. 2004. Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage. Food Chem. 87: 43-49.
12. Tian,S.,Y.Xu, A. Jiang, and Q. Gong. 2002. Physiological and quality responses of longanfruit to high O2 or high CO2 atmospheres in storage. Post.Bio. Tech. 24(3): 335-340.
13. Wszelaki, A.L.and E.J. Mitcham. 2000. Effects of superatmospheric oxygen on strawberry fruit quality and decay. Post.Bio. Tech. 20(2): 125-133.
14. Wu, Y., Y. Deng, and Y. Li. 2008. Changes in enzyme activities in abscission zone and berry drop of 'Kyoho' grapes under high O2 or CO2 atmospheric storage.LWT. 41: 175-179.
15. Yip, W. K., X. Z. Jiao, and S. F. Yang. 1988. Dependence of *in vivo* ethylene production rate on 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid content and oxygen concentrations. Plant Physiol. 88: 553-558.
16. Zeng, Y., Z. Yang, and X. Chen. 2008. Effect of high oxygen atmospheres on fruit decay and quality in Chinesebayberries, strawberries and blueberries. Food Control. 19: 470-474.

蕎麥芸香苷之研究

廖宜倫、陳裕星、林雲康、陳鏸斌

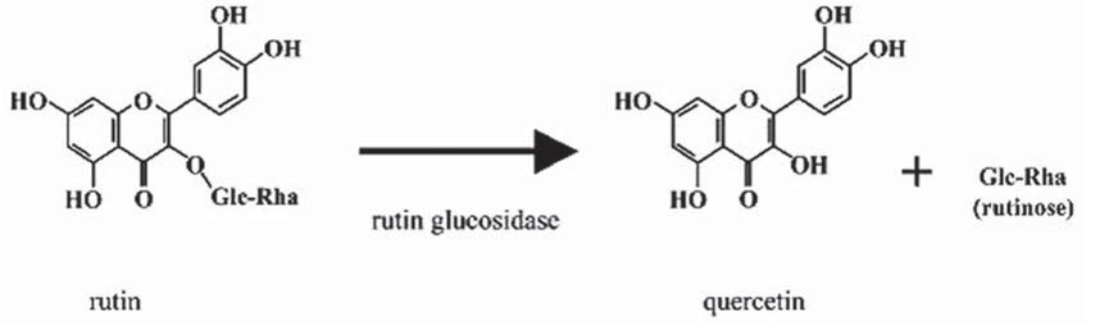
前言

芸香苷(*rutin*)是一種類黃酮(flavonoid)配醣體成分，最初是由Weiss(1842)從芸香(*rue, Ruta graveolens*)中所分離出來的成分。在普通蕎麥(common buckwheat, *Fagopyrum esculentum* Moench)以及韃靼蕎麥(tatary buckwheat, *Fagopyrum tataricum*)中發現大量的芸香苷的存在(Couch *et al*., 1946; Kitabayashi *et at*., 1995)。

蕎麥被認為是擷取芸香苷的主要飲食來源(Oomah *et al*., 1996)，芸香苷主要的研究是應用在對降低人類的高血壓、血管出血性等相關疾病及微血管之修補作用，其具有良好的保健功效(Matsubara *et al*., 1985)。

芸香苷為槲皮素(quercetin)的糖苷的其中一種，即芸香苷會透過芸香苷葡糖苷酶活性(rutin glucosidase activity)經過水解作用後形成槲皮素(Fig. 1)，所以，芸香苷含量在蕎麥的生長期間會有增減的變化(Suzuki *et al*., 2005)。

本文將探討芸香苷在蕎麥生長時其含量之表現，在不同蕎麥品種間的差異性，還有芸香苷含量與蕎麥農藝性狀間的相關性。



(Suzuki *et al*., 2005)

內容

一、芸香苷含量的差異性及相關性

蕎麥全株均含有芸香苷，包含其莖、葉、花、種子，Gupta *et al*.(2011)將蕎麥的生長期劃分成9個時期，並針對不同時期調查該時期之代表樣品，檢測其芸香苷含量之變化(Fig. 2)，在其研究中，蕎麥生長期中，第1時期之蕎麥芽的芸香苷含量稍高，到長出第一對葉子(第2時期)會下降，之後隨著蕎麥的生長，芸香苷的含量會增加，直到盛花期(第6時期)芸香苷含量達最高，之後在種子形成及充實期(第7、8時期)再下降，最後種子成熟時(第9時期)，芸香苷含量會再提升(Fig. 3)。

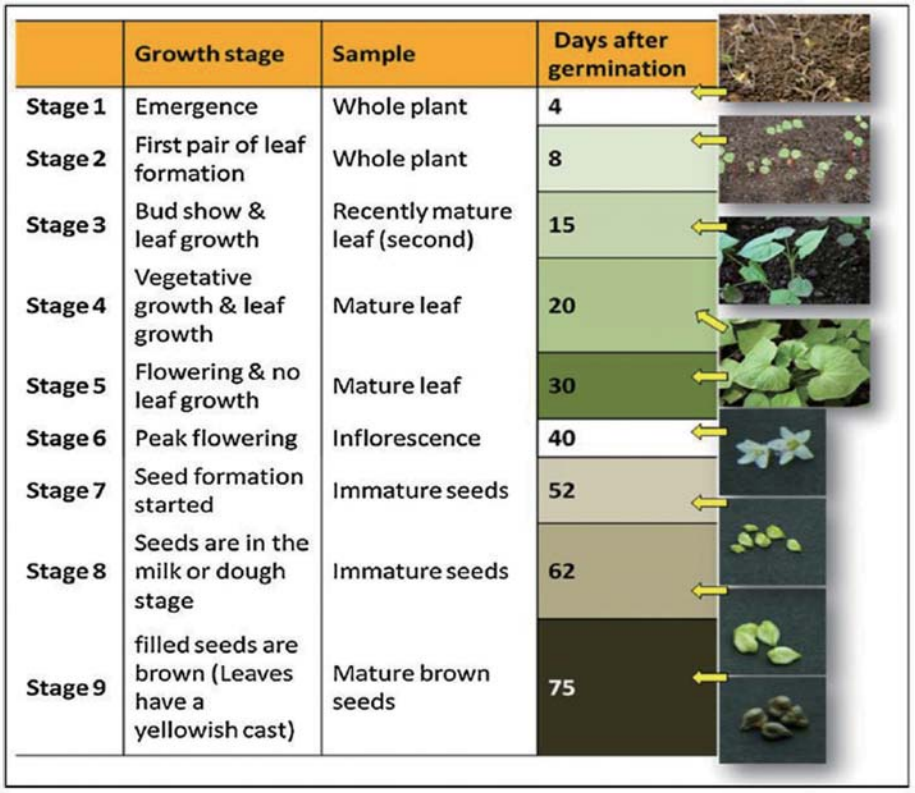


Fig. 2. The rutin glucosidase catalyzation of rutin to quercetin.

(Suzuki *et al*., 2005)

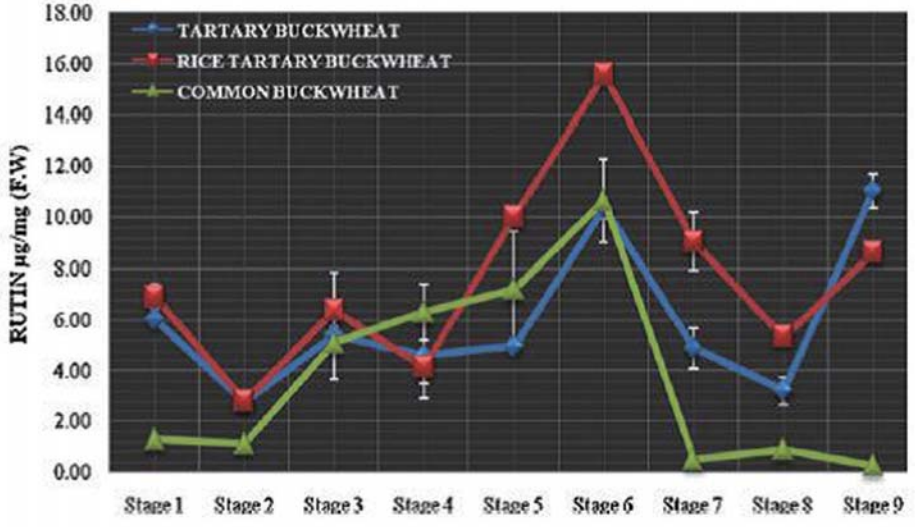


Fig. 3. Rutin content variation in different growth stages of Fagopyrum sp. Buckwheat accessions: Tartary Buckwheat (IC-14889), Rice Tartary Buckwheat (IC- 329457), Common Buckwheat (IC-5408858).

(Gupta *et al*., 2011)

除了蕎麥植株不同器官上的芸香苷含量會有差異性外，在蕎麥不同部位之葉片芸香苷含量也會顯現出差異性。Suzuki *et al.*(2005)針對不同部位的葉片進行芸香苷含量及芸香苷葡糖苷酶活性調查，發現在L7葉片的每葉所含之芸香苷含量最高，而每克乾重之芸香苷則在L8葉片上最高，顯示芸香苷含量在鮮葉上的含量最高，並隨著葉片的位置降低而下降(Fig. 4)。除了葉片位置不同其芸香苷含量會有差異外，在同一葉片上的不同部位的芸香苷含量亦不相同，葉片中上表皮部位的芸香苷含量最高，達53.1%，下表皮部位次之，葉肉部位之芸香苷含量最低(Table 1)，這是因為芸香苷含量與蕎麥遮蔽紫外線(ultraviolet, UV)照射有關。

Table 1. Relative distribution of flesh weight, rutin content and rutin glucosidase activity in different leaf discs cut out from tartary buckwheat leaf.

Type of leaf disc	Fresh weight (%)	Rutin content (%)	Rutin glucosidase activity (%)
Upper epidermis	27.1	53.1	13.6
Mesophyll	42.8	17.1	19.1
Lower epidermis	30.1	29.8	67.4

Data are means of two independent experiments.

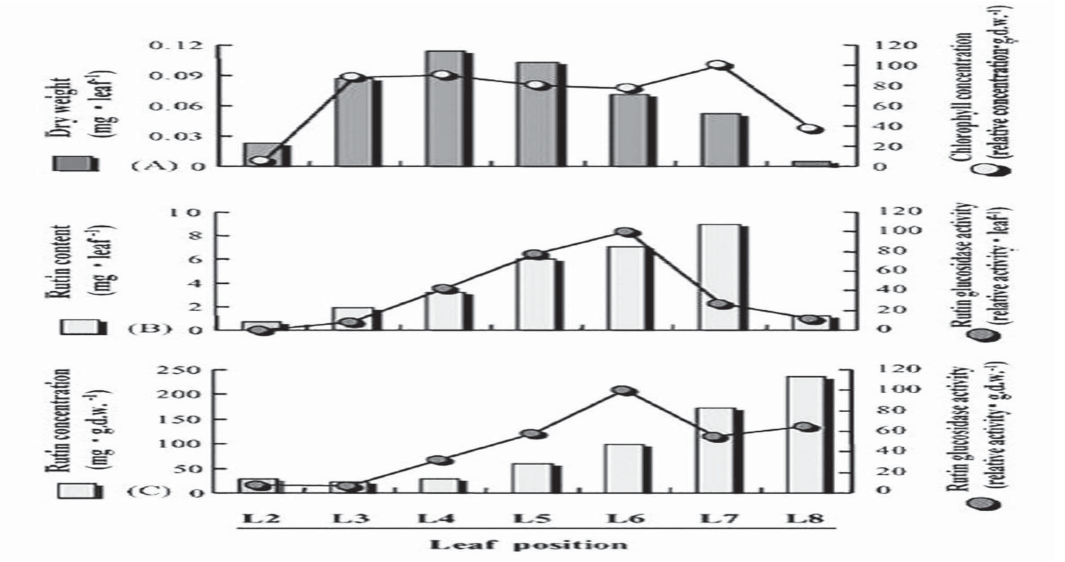


Fig. 4. Measurement of rutin concentration, rutin glucosidase activity, soluble protein concentration and chlorophyll concentration. Tartary buckwheat leaves in different leaf positions grown in the experimental field were harvested on 28 DAG (L2, senescent leaf; L3–L6, mature leaves; L7 and L8, young expanding leaves). Then, dry weight (A); rutin concentration (B and C); rutin glucosidase activity (L6 = 100) (B and C); and chlorophyll concentration (L7 = 100) (A) were measured (see Section 2). Data are means of two independent experiments. The two measurements did not differ by more than 16.9% (A and B (bar); C (bar)); and 29.2% (B (dot) and C (dot)).

(Suzuki *et al*., 2005)

除了在同一蕎麥植株上不同器官或不同部位之葉片，其所含芸香苷會有差異之外，在不同的蕎麥品種系上，其芸香苷含量也會有差異性，Kitabayshi *et al*.(1995)針對所收集之各地區蕎麥品種系進行芸香苷含量之分析，種子芸香苷含量在不同普通蕎麥品種(系)中有很大的變異性，從最高含量品系的35.9~12.6 (mg/100g)，種子芸香苷含量最高的尼泊爾品系Tatopani達35.9 (mg/100gDW)，要較歐洲栽培種Bogatyr的種子芸香苷含量12.6 (mg/100gDW)高3倍。除了種子芸香苷含量在不同品系中的變異性很大之外，葉子中芸香苷含量在不同的品種系中的變異性也很大，變異範圍從3600至1880 (mg/100gDW) (Table 2)。

Table 2. Mean values of rutin content in common buckwheat.

Cultivar or Strain		Rutin content	
		in seed (mg/100 gDW)	in leaf (mg/100 gDW)
Japanese cultivars (Diploid)			
Botan-Soba		16.4	2,730
Kitawase-Soba		18.9	2,160
Shinano-No.1		15.5	2,880
Hitachi-Akisoba		17.0	2,670
Kyushu-Akisoba		14.5	3,060
Japanese cultivars (Tetraploid)			
Hokkei-No.1		20.8	1,880
Shinshu-Ohsoba		20.0	3,300
Miyazaki-Ohtubu		22.1	2,750
Chinese strains			
Yunnan-1		19.4	2,700
Yunnan-2		21.3	1,950
Guizhou		16.9	2,240
Yulin		16.6	2,060
Taolin		15.5	2,170
Nepalese strains			
Matathati		34.9	2,820
Tatopani		35.9	3,190
Khinger		32.3	3,600
Jarkot-1		15.7	3,070
Jarkot-2		21.9	3,050
Chhenga		16.2	2,660
Muktinath		25.1	3,240
European cultivars			
Bogatyr'	(Russia)	12.6	2,880
Adja Tlacina	(Slovenija)	13.7	2,420
Sokurovskaja	(Slovenija)	14.5	2,320
LA HARPE	(France)	18.1	2,990
BRUSVILY	(France)	16.0	2,640
SAINT CONGARD	(France)	22.2	2,260
Local variety	(France)	18.8	2,270

(Kitabayashi *et al*., 1995)

同時，研究人員針對不同二倍體蕎麥品種系間的種子及葉子芸香苷含量及其主要農藝性狀進行變方分析，在葉子及種子的芸香苷含量中，不同的品種系之間達到極顯著差異，此外，芸香苷含量在兩個年度中也達顯著性差異，顯示出環境對芸香苷的含量具有顯著性的影響。在農藝性狀方面，第一朵開花期及千粒重在不同的品種系中也達極顯著差異，表示不同品種系中，其第一朵開花期及千粒重等兩個性狀的差異性很大。然而，在所有的性狀中(種子芸香苷含量、葉子芸香苷含量、第一朵開花期、千粒重及每株所含種子重)在不同的區域中均達極顯著差異，由此可發現不同的環境間的蕎麥品種系已適應其區域環境，進而產生不同區域性的差異(Table 3)。

Table 3. Analysis of varience for rutin content and main characters in common buckwheat.

Sources of variation		Degree of freedom	*F*-values					Formula of *F*-value
			Rutin content		Main characters			
			in seed	in leaf	Days to first flowering	1,000 seed weight	Seed weight /plant	
Year	(Y)	1	28.8*	45.8*	49.9*	246.3***	168.1***	MS_Y/MS_R
Block	(R)	2	0.4	3.2*	3.1	1.5	3.8*	MS_R/MS_E
Variety	(V)	23	5.7***	4.6***	21.6***	7.9***	1.4	$MS_V/MS_{Y\times V}$
Between areas		3	18.9***	19.4***	74.0***	39.4***	8.0***	
Within Japanese		4	0.4	2.8*	19.4***	3.4*	1.3	
Within Chinese		4	0.8	2.1	17.8***	3.3*	0.6	
Within Nepalese		6	10.0***	2.3	18.5***	1.0	0.1	
Within European		6	1.5	2.3	2.5	5.0**	0.1	
Y × V		23	2.3**	1.6	3.2***	3.4***	17.7***	$MS_{Y\times V}/MS_E$
Error	(E)	46						

*, **, *** : Significant at 5, 1 and 0.1 %, respectively.
$E[MS_Y] = \sigma^2_E + 24\,\sigma^2_R + 48\,\sigma^2_Y$, $E[MS_R] = \sigma^2_E + 24\,\sigma^2_R$, $E[MS_V] = \sigma^2_E + 4\,\sigma^2_V + 2\,\sigma^2_{Y\times V}$, $E[MS_{Y\times V}] = \sigma^2_E + 2\,\sigma^2_{Y\times V}$, $E[MS_E] = \sigma^2_E$

(Kitabayashi *et al*., 1995)

在調查了蕎麥的芸香苷含量及主要農藝性狀後，可以知道在不同的品種系間，芸香苷含量與農藝性狀均有顯著性的差異性。一般偵測蕎麥植體上芸香苷的含量，必須採集植體並進行化學成分分析，目前最常用的分析方法為高效液相層析儀(high-performance liquid chromatography, HPLC) (Fabjan *et al*., 2003)，利用成分分析方法得知蕎麥芸香苷含量，必須針對蕎麥植體進行破壞性檢測，且無法在田間栽培時就可迅速獲得訊息。然而，為了得知蕎麥植株各部位芸香苷的芸香苷訊息，而不需利用成分分析方法調查芸香苷的含量，可利用蕎麥農藝性狀與蕎麥芸香苷含量的相關性，間接的獲得芸香苷含量的資訊。Kitabayashi *et al*.(1995)為利用芸香苷含量與農藝性狀進行相關分析，種子中芸香苷含量及葉子芸香苷含量均與第一朵開花期有著顯著正相關，顯示蕎麥第一朵開花期會影響到蕎麥植株種子及葉子上的芸香苷含量。種子芸香苷含量與葉子芸香苷含量也有正相關的趨勢，顯示出種子芸香苷含量多寡與葉子芸香苷含量會有影響。然而，無論是種子芸香苷

含量或葉子芸香苷含量，均與千粒重及每株粒種有著負相關的趨勢，顯示無論是種子或葉子上的芸香苷含量均隨著種子粒重的增加而減少，即在種子逐漸充實成熟時，無論是種子芸香苷或是葉子芸香苷的含量均會降低(Table 4)。

Table 4. Correlation matrix among rutin content and main characters in common buckwheat in 1992 and 1993.

	1 000 seed weight	Seed weight /plant	Rutin content in seed	Rutin content in leaf
(1992)				
Days to 1st. flow.	−0.58**	−0.68***	0.61**	0.46*
1,000 seed wt.	—	0.59**	−0.24	−0.32
Seed wt. /plant		—	−0.48*	−0.45*
Rutin cont. in seed			—	0.36
(1993)				
Days to 1st. flow.	−0.49*	−0.13	0.69***	0.54**
1,000 seed wt.	—	0.60**	−0.52**	−0.44*
Seed wt. /plant		—	−0.41*	−0.02
Rutin cont. in seed			—	0.15

*, **, *** : Significant at 5, 1 and 0.1 %, respectively.

(Kitabayashi *et al.*, 1995)

二、芸香苷與抗氧化能力之關係

蕎麥為保健食物中抗氧化能力的來源作物之一，抗氧化能力為人類生活中一種重要的特性，許多包括抗突變、抗癌、抗老化等作用的主要特性均與抗氧化能力有關(Cook and Samman, 1996)，蕎麥中具抗氧化能力的物質，被認為是酚類次級代謝物質，如類黃酮、芸香苷、酚酸等物質等及其衍生物(Watanabe *et al.*, 1997)。Holasova et al.(2002)利用燕麥(oats)、大麥(barley)及蕎麥進行抗氧化能力測定，在相同劑量的情況下(20% wt.)，蕎麥葉片的抗氧化能力(protection factor, PF=8.0)最大，接著依序為蕎麥種子(PF=4.0)、蕎麥去殼種子(PF=3.1)、大麥(PF=2.2)、燕麥(PF=1.8)、蕎麥種子殼(PF=1.8)及蕎麥莖稈(PF=1.3)，可明顯看出蕎麥的抗氧化能力遠大於大麥及燕麥(Table 5)。此外，其更進一步針對燕麥、大麥、蕎麥種子、蕎麥去殼種子及蕎麥葉片來檢測其總酚(total phenolics)含量、芸香苷含量、母生育酚(tocol)含量，並估計其相對的抗氧化能力(Table 6)。在其試驗中可發現，抗氧化能力的高低，與總酚含量及芸香苷含量有相關，蕎麥葉片的總酚含量(39,514mg/kg)及芸香苷含量(23,443 mg/kg)為遠高於其他材料，其抗氧化能力(PF=8)亦遠高於其他材料，可證明總酚含量、芸香苷含量及母生育酚含量均與抗氧化能力之高低有關。即總酚含量、芸香苷含量及母生育酚含量越高，其抗氧化能力就越強(Table 7)。

Table 5. Antioxidant activity of oats, barley and buckwheat seed and plant parts.

Tested material	Addition (% wt.)	Protection factor[a]
Oats	20	1.8
Barley	20	2.2
Buckwheat seeds	10	2.0
Buckwheat seeds	20	2.6
Buckwheat seeds	40	4.0
Buckwheat seeds dehulled	20	3.1
Buckwheat straws	20	1.3
Buckwheat hulls	20	1.8
Buckwheat leaves	1	1.6
Buckwheat leaves	5	3.6
Buckwheat leaves	10	4.5
Buckwheat leaves	15	5.3
Buckwheat leaves	20	8.0

[a] Each value is based on triplicate independent model samples.

(Holasova *et al*., 2002)

Table 6. Relationship between antioxidant activites an total phenolics, rutin and tocol contens.

Tested material	Total phenolics[a] (mg/kg DM)	Rutin[a] (mg/kg DM)	Tocols[a] (mg/kg DM)	Protection factor
Oats	1138	<0.1	19.0	1.8
Barley	2168	<0.1	45.4	2.2
Buckwheat seeds	3303	178	36.2	2.6
Buckwheat seeds dehulled	3903	184	20.3	3.0
Buckwheat leaves	39514	23443	104.7	8.0

[a] Each value is based on two independent analysis:
Protection factor = 1.5291×10^{-4}[total phenolics] + 1.990, $R^2 = 0.987$, $P < 0.002$;
Protection factor = $2.4012.10^{-4}$ [rutin] + 2.377, $R^2 = 0.972$, $P < 0.002$;
Protection factor = $6.749.10^{-2}$ [tocols] + 0.4747, $R^2 = 0.867$, $P > 0.61$.

(Holasova *et al*., 2002)

此外，Morishita et al.(2007)針對普通蕎麥及韃靼蕎麥進行抗氧化能力之分析，Table 8為針對兩個普通蕎麥品種及兩個韃靼蕎麥品種進行抗氧化能力檢測之結果，其中韃靼蕎麥的抗氧化能力遠大於普通蕎麥，除抗氧化能力外，韃靼蕎麥的芸香苷含量亦遠大於普通蕎麥(Table 9)，這顯示抗氧化能力可能與芸香苷含量有明

顯的關係存在。因此，再進一步進行檢測四個品種中總酚含量、芸香苷含量等成分之抗氧化能力，顯示2個普通蕎麥品種的抗氧化能力大部分由未知成分所貢獻，而2個韃靼蕎麥的抗氧化能力則由芸香苷所貢獻，亦即芸香苷含量越高，其抗氧化能力越高(Fig. 9.)，這與Holasova et al.(2002)所進行的試驗結果(Table 7)是一致的。

Table 7. Antioxidative activities in common buckwheat and tatary buckwheat varieties.

[Common buckwheat]	
Hitachi akisoba	16.4 ± 0.6
Kanto No.1	15.3 ± 0.7
[Tartary buckwheat]	
Rotundatum	52.9 ± 0.8
Pontivy	57.4 ± 1.6

Unit : μmol-Trolox g^{-1} DW.
3 rep. AVG ± SD.

(Morishita *et al*., 2007)

Table 8. Various polyphenol contents in common buckwheat and Tatary buckwheat grains.

Variety	(-)-Epicatechin	(-)-Epicatecingallate	Rutin	Quercitrin	Quercetin
Hitachi akisoba	20.2 ± 0.7	2.4 ± 0.1	13.6 ± 1.2	–	–
Kanto No.1	15.6 ± 2.3	1.3 ± 0.1	12.2 ± 0.8	–	–
	ns	**	ns		
Rotundatum	–	–	1808.7 ± 34.2	95.4 ± 4.5	2.0 ± 0.4
Pontivy	–	–	1853.8 ± 26.3	81.2 ± 3.8	2.4 ± 0.5
			ns	*	ns

3 rep. Avg ± SD.(mg $100g^{-1}$ DW).
* and ** indicate significant difference between varieties at 0.05 and 0.01 by t-test, respectively.
ns indicates not significant.

(Morishita *et al*., 2007)

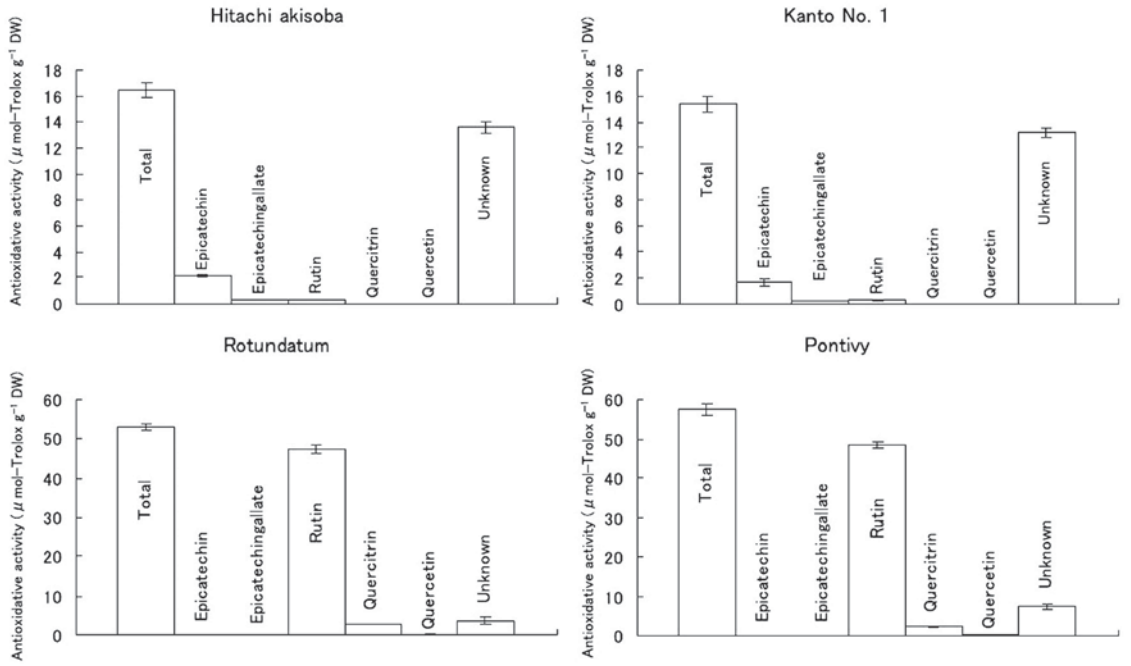


Fig. 5. Total antioxidative activity and contributions of each polyphenol in common buckwheat and Tatary buckwheat varieties.

(Morishita *et al*., 2007)

結論

韃靼種蕎麥的芸香苷含量遠高於普通種蕎麥，同植株上不同器官或不同位置葉片之芸香苷會有差異，且不同品種的蕎麥其芸香苷含量也會有差異性之存在，而蕎麥的芸香苷含量均與蕎麥之部分農藝性狀有相關性，芸香苷含量隨著第一朵花開花期增長而增加，但卻隨著種子重量的增加而降低。芸香苷含量的多寡，會影響到蕎麥的抗氧化能力，芸香苷的含量越多，其抗氧化能力越高。蕎麥所含芸香苷的含量，有助於人體的保健作用，藉由了解影響芸香苷多寡原因及其應用，可有助於提高蕎麥芸香苷育種作業。

參考文獻

1. Cook, N. C. and S. Samman. 1996. Flavonoids-chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. J. Nutr. Biochem. 7:66-76.
2. Couch, J. F., J. Naghski, and C. F. Krewson. 1946. Buckwheat as a source of rutin. Science 103:197-198.
3. Fabjan, N., J. Rode, I. J. Kosir, and Z. Wang. 2003. Tatary buckwheat (*Fagopyrum*

tataricum Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin. J. Agric. Food Chem. 51:6452-6455.

4. Gupta, N., S. K. Sharma, J. C. Rana, and R. S. Chauhan. 2011. Expression of flavonoid biosynthesis genes vis-a-vis rutin content variation in different growth stages of *Fagopyrum* species. J. Plant Physiol. Accepted 27 June 2011.
5. Holasova, M., V. Fiedlerova, H. Smrcinova, M. Orsak, J. Lachman, and S. Vavreinova. 2002. Buckwheat-the source of antioxidant activity in functional foods. Food Res. Int. 35:207-211.
6. Kitabayashi, H., A. Uhugara, T. Hirose, and M. Minami. 1995. Varietal differences and Heritability for rutin content in common buckwheat, *Fagopyrum esculentum* Moench. Breed. Sci. 45:75-79.
7. Kreft, S., B. Strukelj, A. Gaberscik, and I. Kreft. 2002. Rutin in buckwheat herbs grown at different UV-B radiation levels: comparison of two UV spectrophotometric and an HPLC method. J. Exp. Bot. 53:1801-1804.
8. Matsubara, Y., H. Kumamoto, Y. Iizuka, T. Murakami, K. Okamoto, H. Miyake, and K. Yokoi. 1985. Structure and hypotensive effect of flavonoid glycosides in *Citrus unshiu* peelings. Agric. Biol. Chem. 49:909-914.
9. Morishita, T., H. Yamaguchi, and K. Degi. 2007. The contribution of polyphenols to antioxidative activity in common buckwheat and tatary buckwheat grain. Plant Prod. Sci. 10(1):99-104.
10. Oomah, B. D. and G. Mazza. 1996. Falvonoids and Antioxidative Activities in Buckwheat. J. Agric. Food chem. 44:1746-1750.
11. Suzuki, T., Y. Honda, and Y. Mukasa. 2005. Effects of UV-B radiation, cold and desiccation stress on rutin concentration and rutin glucosidase activity in tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) leaves. Plant Sci. 168:1303-1307.
12. Watanabe, M., Y. Ohshita, and T. Tsushida. 1997. Antioxidant compounds from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls. J. Agric. Food Chem. 46:839-845.

應用植物揮發物質吸引害蟲天敵之生物防治技術發展

王妃蟬

摘要

當植物受到昆蟲攻擊後會產生揮發物質，一般稱為Herbivore-induced plant volatiles(HIPVs)，這些揮發物質可長距離擴散，除可引發鄰近植物的防禦反應外，亦可以吸引植食性害蟲的天敵，藉此降低植物之損害。近年來許多研究利用HIPVs吸引害蟲天敵，達到作物蟲害防治，其中以甲基水楊酸(methyl salicylate, MeSA)最為常見，當施用於作物後，可有效增加田間天敵的豐度及對害蟲的防治效果。許多肉食性的節肢動物，如捕植蟎、寄生蜂等，被證實會利用植物的HIPVs來辨識獵物(prey)的位置，而甲基水楊酸會增加捕植蟎對於害蟎的搜尋能力。由於生物防治技術開發常面臨高技術與高成本之窘境，因此，HIPVs於作物害蟲防治上相當具開發潛力，用以改變天敵的取食行為與搜尋能力增加生物防治之效能，或啟動植物本身的防禦反應，用以作為害蟲綜合防治技術(IPM)之一環。

前言

植物受到攻擊，如植植性昆蟲取食，除直接產生有毒物質或次級代謝物等影響植食性昆蟲的生長表現之直接防禦外，植物本身會產生一些複雜的有機揮發物來進行防禦或訊息傳遞等間接防禦機制。而近30年來，許多研究發現害蟲天敵可透過植食性昆蟲引發植物所產生的揮發物質(Herbivore-induced plant volatiles, HIPVs)來搜尋或定位獵物(de Boer & Dicke, 2005; de Moraes *et al*, 2000; Kaplan, 2012; Takeshi, 2010);而這些食肉性的害蟲天敵便是作物生物防治中的重要一環，因此，利用HIPVs來吸引害蟲天敵或調控天敵行為，可應用於農業的害蟲生物防治上。

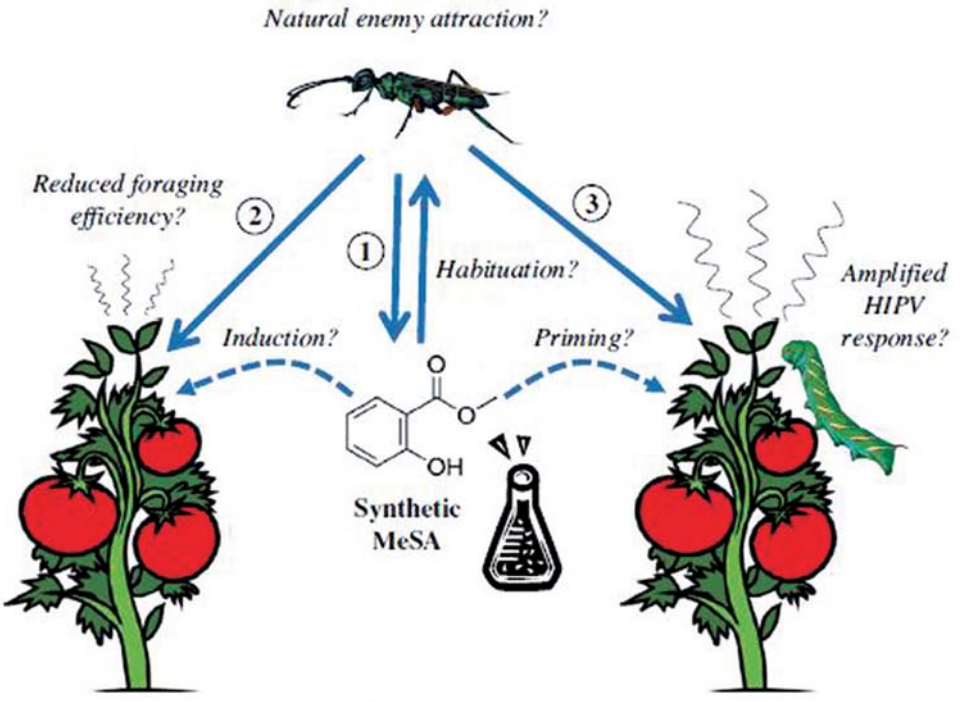
一般作物生產時，往往都是害蟲族群先建立後其天敵才會發生，而天敵的族群密度會隨害蟲族群密度呈線性下降，因此對許多短期作物而言，如何有效保存田間的天敵族群是為生物防治應用的一個關鍵技術。是故，如何調控捕食性或寄生性天敵行為加強防治效能，或是吸引天敵使其及早建立族群密度，均為目前生物防治研究的重點與方向。以往天敵防治之研究多專注如何大量繁殖天敵、田間釋放與維持、提供天敵棲地或食物來源等部分，而往往因為所耗人力資源、技術及成本都相當龐大，而難以有效維持及大量運用於實際的農業操作上。近年來，許多HIPVs運用於田間操控天敵防治之研究，利用「吸引」害蟲天敵的拉(pull)的

力量，取代以往生物防治應用天敵大量釋放之推(push)的方式。

內容

一、HIPVs應用於生物防治

當植物受到昆蟲攻擊時會產生HIPVs來進行防禦，因此，許多研究便著眼於何種HIPVs為吸引天敵之關鍵訊息因子，又多少劑量可達成吸引天敵之效果；而眾多HIPVs如hexenyl acetate、farnesene octyl aldehyde等均被發現具有吸引天敵之效果，又以甲基水楊酸(MeSA)為最常被研究且認定的誘引天敵關鍵化學信息(James *et al.*, 2005)。故研究方向朝向人工合成的HIPVs，如MeSA，是否可以被應用於田間生物防治上。而人工合成的MeSA可以加強生物防治之作用機制(如圖一)，推測有：1.調控天敵的取食偏好及搜尋行為，直接吸引害蟲天敵；2.啟動作物本身的防禦機制，降低害蟲的取食效率；3.強化作物HIPVs的揮發，吸影更多天敵前往(Kaplan, 2012)。



圖一、合成的HIPVs應用於田間作物害蟲天敵防治時可能之作用機制。(Kaplan, 2012)

而目前國外已有商品化之人工合成MeSA產品Predalure (AgBio, Westminster, CO.)，亦有許多研究係利用此商品進行田間調查及研究。利用MeSA與黏紙進行

調查，許多研究中發現MeSA會增加田間食蚜蠅、草蛉、瓢蟲、寄生蜂、捕食性椿象、捕食性薊馬等天敵之密度(James *et al*., 2005, Lee, 2010; Mallinger *et al*., 2011, Orre, *et al*., 2010; Rodriguez-Saona et al., 2011)。

而MeSA對天敵之誘引力仍受距離影響，於黃豆蚜蟲防治試驗，當田間懸掛含MeSA的誘引燈(PredaLure)時，於處理區中央監測到的食蚜蠅密度增高，且田間蚜蟲族群密度降低；但作物於密閉環境時，MeSA誘引燈處理並未降低蚜蟲族群密度，所以MeSA並不會對蚜蟲族群密度及其生殖率有直接影響(Mallinger *et al*., 2011)。

另外，MeSA除直接作用吸引植食性害蟲天敵外，於溫室內懸掛含MeSA的誘引燈時，當小紅莓置於此環境時，可間接增加其葉片的MeSA釋放，且雖然誘引燈的MeSA揮發量隨時間降低，但小紅莓葉片MeSA釋放量卻未降低(Rodriguez-Saona *et al*., 2011)。

但MeSA等HIPVs於天敵防治上之應用能可能有其副作用，例如四角關係(Fourth-trophic level)中天敵的天敵增加，甚或吸引其他植食性害蟲(Orre *et al*., 2010)。因此，HIPVs實際運用於田間生物防治時，要更加評估其它因子的影響。另外，作物受昆蟲攻擊，不同品種所揮發的HIPVs混合種類及濃度均有所差異，亦會影響天敵尋找食餌之偏好性(Kappers *et al*., 2011)。

二、MeSA影響天敵搜尋能力

植物受到害蟲為害時會產生許多複雜混合的HIPVs，其中，MeSA對於捕植蟎的取食行為具有重要的影響，無論植物自然產生或人工合成之MeSA，均可增加捕植蟎的選擇偏好(de Boer & Dicke, 2004; de Boer & Dicke, 2005)。當白豆(Lima bean)受到二點葉蟎為(*Tetranychus urticae*)害時，其葉片會揮發MeSA、Linalool、(Z)-3-hexenyl acetate等揮發物質；於加洲捕植蟎(*Neoseiulus californicus*)的嗅覺試驗中發現，這些HIPVs中仍以MeSA對捕植蟎最具吸引力，為其關鍵的化學信息(Takeshi, 2010)。

而捕食者的取食經驗、飢餓程度等因素，亦會影響MeSA對捕植蟎取食行為之偏好性。於智利捕植蟎(*Phytoseiulus persimilis*)的偏好試驗結果，當捕植蟎以於取食白豆(葉片會揮發MeSA)葉片的二點葉蟎飼養時，這些有被MeSA吸引取食經驗之捕植蟎，對MeSA處理或產生MeSA之植株偏好性增高；反之，若以取食小黃瓜(葉片不會揮發MeSA)的二點葉蟎飼養時，捕植蟎反而對茉莉花酸(JA)處理之植株較具偏好性(de Boer & Dicke, 2005)；另外試驗中亦發現，植株受葉蟎為害所產生的MeSA對飢餓的捕植蟎具有更強烈的吸引力(de Boer & Dicke, 2004)。

結語

在台灣由於消費者對於農作物的食用安全意識提高，從事有機農業之農友亦逐漸增加，故於作物的害蟲防治上，非化學藥劑防治方式將日益重要，於農業害

蟲防治上，應利用多種防治策略來達成害蟲綜合防治之技術(IPM)，方能真正有效且永續經營農業生產。

於害蟲非農藥防治技術上，生物防治為受矚目且安全之防治技術之一，然以往在生物防治技術上常面臨問題所需成本過高及如何有效保存天敵等問題，是故利用合成HIPVs製作天敵誘引器，如MeSA，吸引多種作物害蟲之天敵，用以降低田間害蟲密度，為相當具發展潛力的防治技術。以天敵誘引器應用於田間生物防治，以Pull策略取代傳統Push策略，將可大幅降低生物防治之成本及技術門檻，如此更可廣泛地推廣於實際農業操作上。但後續研究及應用時仍須評估MeSA或其他關鍵化學信息對不同作物及天敵之誘引效果，並避免其他副作用之影響，以確保農作物之收益。

參考文獻

1. de Boer, J.G. and M. Dicke. 2004. The role of methyl salicylate in prey searching behavior of the predatory *Phytoseiulus persimilis*. J. econ. entomol. 30(2): 255-271.
2. de Boer, J.G. and M. Dicke. 2005. Information use by the predatory mite Phytoseiulus persimilis(Acari: Phytoseiidae), a specialised natural enemy of herbivorous spider mites. Appl. Entomol. Zool. 40(1): 1-12.
3. de Moraes, C. M., W. J. Lewis and J. H. Tumlinson. 2000. Examining plant-parasitoid interactions in tritrophic systems. An. Soc. Entomol. Brasil 29(2): 189-203.
4. James, D.G., S.C. Castle, T. Grasswitz and V. Reyna. 2005. Using synthetic herbivore induced plant volatiles to enhance conservation biological control: field experiments in hops and grapes. Second International Symposium on Biological Control of Arthropods 1, 192-205.
5. Kaplan, I. 2012. Attracting carnivorous arthropods with plant volatiles: The future of biocontrol or playing with fire? Biol. control. 60: 77-89.
6. Kappers, I. F., H. Hoogerbrugge, H. J. Bouwmeester and M. Dicke. 2011. Variation in herbivory-induced volatiles among cucumber (*Cucumis sativus* L.) varieties has consequences for the attraction of carnivorous natural enemies. J. Chem. Ecol. 37: 150-160.
7. Lee, J. C. 2010. Effect of methyl salicylate-based lures on beneficial and pest arthropods in strawberry. Environ. Entomol. 39(2): 653-660.
8. Mallinger, R. E., D. B. Hogg and C. Gratton. 2011. Methyl salicylate attracts natural enemies and reduces populations of soybean aphids(Hemiptera: Aphididae) in soybean agroecosystems. J. econ. entomol. 104(1): 115-124.
9. Orre, G.U.S., S.D. Wratten, M. Jonsson and R. J. Hale. 2010. Effects of an herbivore-induced plant volatile on arthropods from three trophic levels in brassicas. Biol.

control. 53: 62-67.
10. Rodriguez-Saona, C., I. Kaplan, J. Braasch, D. Chinnasamy and L. Williams. 2011. Field responses of predaceous arthropods to methyl salicylate: a meta-analysis and case study in cranberries. Biol. control. 59: 294-393.
11. Takeshi, S. 2010. A key volatile infochemical that elicits a strong olfactory response of the predatory mite *Neoseiulus californicus*, an important natural enemy of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. Exp. Appl. Acarol. 50: 9-22.

元素鉀與植物營養及植物病害之關係

陳玟瑾

摘要

元素鉀為植物營養三要素之一，大部分高產的作物其於鉀的吸收量大於其他巨量元素。但在某些作物，鉀的吸收量與氮相當，或略少於氮。鉀於植物的生理上扮演重要的角色，包括活化60多種酵素、氣孔開閉活動、光合作用、醣類運輸、水及養份運輸、蛋白質合成、澱粉合成、作物品質等均極相關。鉀的過多及缺乏與植物對病蟲害抗性及感性也具有相關性。前人研究顯示，僅在土壤鉀缺乏時，施用鉀可減輕Verticillium spp.於蔬菜、水果、飼料作物及觀賞作物之萎凋。另一研究報告顯示，施用鉀可提升棉花於密西西比地區對黃萎病(病原菌Verticillium dahliae Kleb.)的抗性。鉀於植物對病蟲害的抗性與其作物基因型、氮鉀比等因素有關，然其機制並未完全明瞭，其中的原因可能有改變作物蛋白質及胺基酸含量、降低細胞通透與細胞的浸離(maceration)及病蟲的穿透有關。

前言

元素鉀為植物生長的必需元素，且為三要素之一，大部分高產的作物其於鉀的吸收量大於其他巨量元素。但在某些作物，鉀的吸收量與氮相當，或略少於氮。鉀對植物60多種酵素的活化、氣孔開閉活動、光合作用、醣類運輸、水及養份運輸、蛋白質合成、澱粉合成、作物品質等均有極顯著的關係(圖一)。鉀以離子態存在於植物體中，在土壤中依擴散方式移動到達植物根部，且被植物主動吸收。所有陽離子中，鉀是唯一能逆電化學梯度傳輸的元素。鉀在環境濃度低時(<0.5 mM)是主動吸收，當環境濃度高時，則會抑制其吸收，而控制鉀吸收速率的因子為細胞的膨壓。鉀在植物體中移動性大，因此缺乏症狀由老葉開始顯現。一開始降低植物生長速率，之後才顯現出黃化與壞疽現象。大部份的植物缺鉀症狀首先發生於葉緣與葉尖，但少部分植物在葉片呈現不規則的壞疽斑點。豆科作物對缺鉀較為敏感，因此與其他雜草相較，缺乏鉀元素可更快造成豆科作物生長不良。缺鉀使作物對不良氣候更敏感且更易遭受病害。

內容

一、元素鉀與植物營養的關係

1. 酵素活化

鉀在植物體內與60多種酵素活化有關，因此與光合作用、呼吸作用、醣類、

蛋白質及脂質的合成有關。

2. 氣孔開閉活動

保衛細胞膜上有ATP-pump，將氫離子排到保衛細胞外，使得保衛細胞的 pH 升高，同時使得保衛細胞的細胞膜發生超極化(hyperpolarization)。細胞膜內側的電勢變成更負，驅動鉀離子從表皮細胞釋放經過保衛細胞膜上的鉀離子通道進入保衛細胞，再進入液泡。當保衛細胞中累積較多的鉀離子及氯離子，水勢降低，水分因此進入保衛細胞，氣孔就張開。

3. 光合作用

鉀與ATP的產生有關；鉀減少二氧化碳在葉肉細胞中擴散的阻力，故鉀濃度上升，二氧化碳的固定增加；鉀與RuBP decarboxylase的合成有關；鉀也促進光合產物的運輸。

4. 糖類代謝

當鉀離子及氯離子進入液泡中，促使澱粉經水解為糖類進入液泡。

5. 水及養分運輸

因鉀離子與氣孔開閉有關，因此由蒸散作用可影響水及養分的運輸。

6. 蛋白質合成

蛋白質轉譯的過程中，許多步驟都需要鉀。此外，鉀離子可扮演NO3-的counter ion而提升其於植物體的吸收與傳輸。

7. 澱粉合成

鉀能活化澱粉合成酶，所以能促進單糖合成雙糖(蔗糖)或多糖(澱粉)。

8. 作物品質

鉀供應充分時，糖類合成加強，纖維素和木質素含量提高，莖桿堅韌，抗倒伏。由於鉀能促進糖分的轉化和運輸，使光合產物迅速運到塊莖、塊根或種子，促進塊莖、塊根生長膨大，種子飽滿。

二、元素鉀與植物病害的關係

前人研究中，發現鉀與植物病害的關係如表一。由表可知，鉀與植物病蟲害關係可能是減輕、促進或對無影響。但其原因在當時則尚未明瞭。Huber 及 Arny (1985)的研究指出，缺鉀的作物較易罹病。又因鉀同時可提供植物病原菌與植物生長所需的養分，因此推論，鉀對植物病害的抗性提升較其直接對病原的養分提供效果大。例如，施用鉀可提升棉花於密西西比地區對黃萎病(病原菌Verticillium dahliae Kleb.)的抗性。此外，亦有研究指出僅在土壤鉀缺乏時，施用鉀可減輕Verticillium spp.於蔬菜、水果、飼料作物及觀賞作物之萎凋。然而，Grewal 及 Williams (2002)的研究指出，過量的鉀可能使作物病害增加或減少，視乎環境及作物與病害的種類而定(圖二)。Prabhu等人(1999)的研究發現，當不施用氮肥時，施用鉀肥可顯著降低苜蓿葉斑病的罹病率。但當氮施用量為適當值時，則鉀肥的施用量與苜蓿葉斑病罹病率呈現二次曲線，即鉀施用量低時，罹病率上升，而當鉀施用量高時，罹病率下降(圖三)。此研究顯示氮與鉀的比率與植物病害的增

減有關。因此，單單提升鉀肥施用量無法保證能夠減輕植物的罹病率，而應適當調配氮鉀的比率，方能使罹病率降低。作物基因型對病蟲害的罹病率亦有相關。Fageria等人(1990)的研究顯示，鉀施用量對旱稻稻熱病抗性較感性品種的產量具有顯著增加的效應。

鉀元素降低植物罹病的機制為何，目前尚無定論。以下為目前所知的幾種可能性推論。1. 施用鉀改變蛋白質及胺基酸的有效性。舉例而言，植物精胺酸含量會隨鉀的施用量而提升，而精胺酸具有靜菌作用，因此可能降低植物罹病率；2. 鉀可降低植物細胞的通透，使病菌不易入侵；3. 因植物物理性防禦的機制提升，使細胞減少浸離(maceration)及病蟲的穿透。

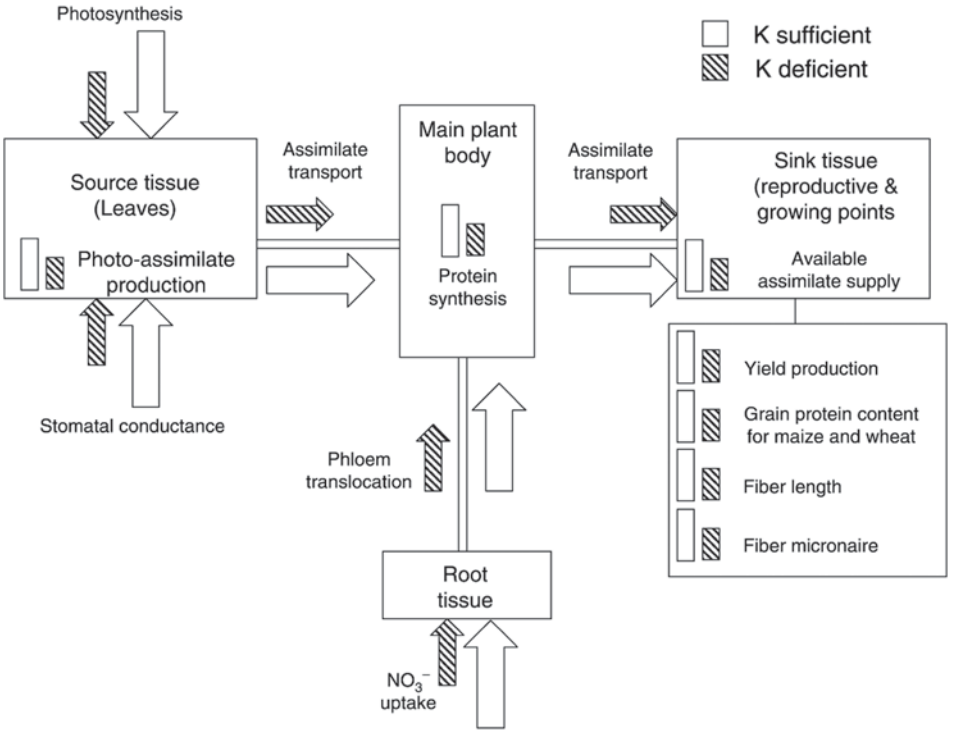
表一、鉀與真菌、細菌、病毒及線蟲等植物病蟲害關係之文章數(Prabhu et al., 2012)

	Decrease	Increase	No Effect	Total
Fungal Diseases	89	33	8	130
Bacterial disease	19	5	NA	24
Virus disease	9	5	3	17
Nematode disease	3	6	1	10

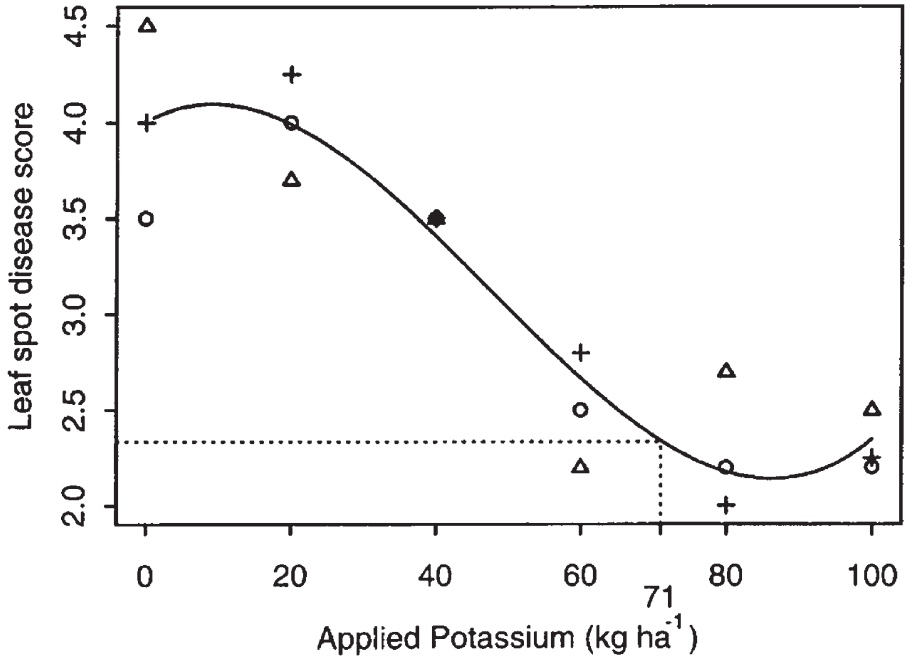
二、不同鉀施用量對旱稻稻熱病抗性及感性品種之產量影響 (Fageria et al., 1990)

	Yield (Kg ha-1) of susceptible cultivars:			Yield (Kg ha-1) of resistant cultivars:		
K applied (Kg ha-1)	Dourado Precoce	IAC 47	IAC 164	CAN 466	CAN 4476	CAN 418
0	622	625	563	2,277	2,118	2,050
25	708	650	647	2,403	2,302	2,183
50	700	647	662	2,285	2,352	2,245
75	716	657	683	2,317	2,368	2,482
100	740	640	675	2,332	2,010	2,447
Linear	*	ns	*	ns	ns	**
Quadratic	ns	ns	ns	ns	ns	ns

元素鉀對植物營養及植物病害的角色均極重要。隨不同植物種類，其適宜之氮鉀比率需加以調整，以合理提供作物養分及降低作物病蟲害的發生，因此，針對個別作物及作物生長期提供適當的鉀同時為植物肥培管理與植物健康管理的重點。



圖一、鉀元素與植物生長及品質的關係 (Pettigrew, 2008)



圖二、鉀肥施用與缺鉀土壤苜蓿葉斑病的關係 (Grewal and Williams, 2002)

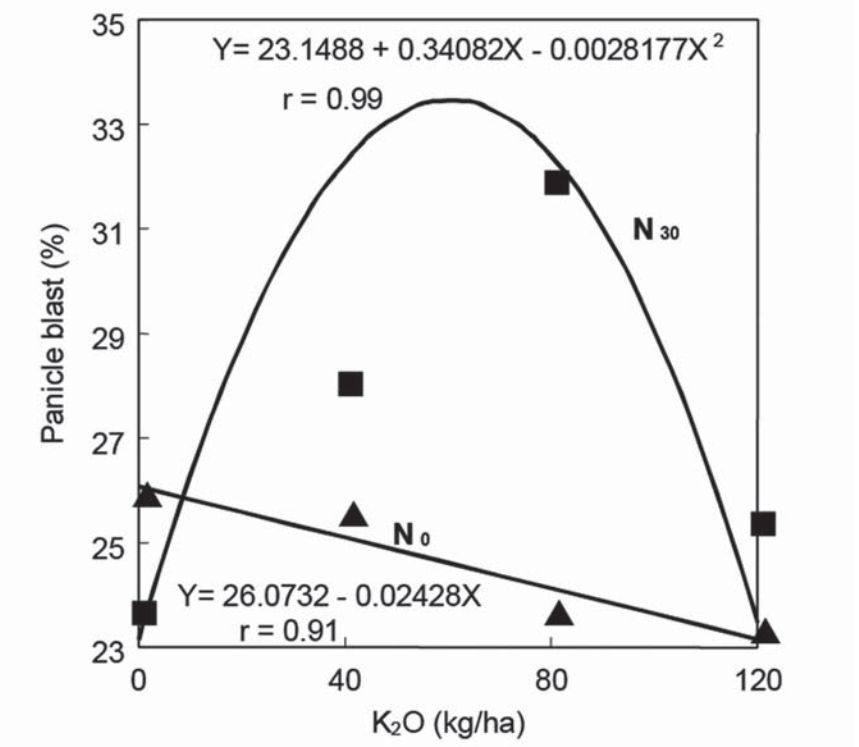


FIG. 1. Effect of potassium fertilization on panicle blast severity at two nitrogen levels in upland rice (N_0 : ▲; N_{30} : ■).

圖三、鉀肥施用量對旱稻穗熱病的關係 (Prabhu *et al*., 1999)

參考文獻

1. 潘瑞熾。2006。植物生理學。瑞軒圖書出版社。
2. S. Prabhu, N. K. Fageria, D. M. Huber, F. A. Rodrigues. 2012. Potassium and plant disease. In L. E. Datnoff, W. H. Elmer, D. M. Huber, eds. Mineral Nutrition and Plant Disease. pp. 57-78.
3. H. S. Greval and R. Williams. 2002. Influence of potassium fertilization on leaf to stem ratio, nodulation, herbage yield, leaf drop, and common leaf spot disease of alfafa. Journal of Plant Nutrition. 25:781-795.
4. M. Muengula, K. K. Nkongolo, C. Bragard, P. Tshilenge-Djim, S. Winter, A. Kalonji-Mbuyi. Effect of NPK fertilization on cassava mosaic disease (CMD) expression in a sub-Saharan African region. American Journal of Experimental Agriculture. 2:336-350.
5. W. T. Pettigrew. 2008. Potassium influence on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. Pysiologia Plantarum. 133:670-681.

淺談作物生長環境之蒸發散

陳令錫

摘要

農業用水占總供水量約72%，然具有涵養水源補注地下水與調整生態環境之功能，工業與民生用水則不然。農業灌溉用水若要減量，除品種改良研究耐旱品種之外，亦必須重視節水灌溉技術之開發、研究與推廣運用。光合作用需要光線、水分與二氧化碳，水分不足植物會萎凋；過度灌溉，水分過多，有浪費水、浪費抽水的動力、環境潮濕容易孳生病害與裂果等缺點。蒸散作用(transpiration)乃由植物葉片氣孔蒸發(evaporation)水分，蒸散作用對植物是有利的，可幫助從根部吸收與傳導礦物營養，晴天陽光照射到葉片因蒸散作用而帶走蒸發潛熱，具有調節冷卻葉片溫度的效果，然而太大的蒸散作用對作物是一種逆境。植物在水分利用上，少部分用於代謝與光合作用，大部分都是藉由蒸散作用經由氣孔排出植物體。植物生長環境受陽光、風速、溫度、濕度、大氣壓力與水分供給等影響，土壤的水分蒸發加上植物葉片的蒸散等於植物的蒸發散(evapotranspiration, ET)；除環境因素之外，植物內因性條件也會影響蒸散作用，包括葉片面積、表皮厚度、氣孔數量、氣孔大小與氣孔位置等。定時器的開回路灌溉策略是可靠的澆水方法，但會消耗過多的水與能源，因為陰雨天若沒有調整，將會過度澆水；蒸發散灌溉技術具有植物訊息直接回饋反映的特性，與定時器相比可減少約50%用水。太陽輻射提供了水分蒸發時最大宗的能量來源，因此當太陽輻射越強時蒸發散量越大，太陽輻射與ET呈比例相關，因此用光積值來控制作物生長環境之操作是可行的方式之一。

前言

台灣地形中央高東西窄，雖然雨量豐沛但是短期間內流入大海，因極端氣候之故，遭逢缺水危機機率增加，節水、提升水資源利用率研究待努力，根據經濟部水利署97年水利統計資料，公務統計報表之水資源供需統計資料顯示，台灣地區總供水量17978百萬立方公尺，其中農業灌溉用水11,212百萬立方公尺，占總供水量72%，生活用水占總供水量19%，工業用水占總供水量9%，然而農業用水具有涵養水源補注地下水源與調整生態環境之功能，是不可偏廢的；農業灌溉用水若要減量，除品種改良研究耐旱品種之外，亦必須重視節水灌溉技術之開發、研究與推廣運用。學種蘭花，得先學會澆水。省工省水灌溉一般利用定時器作定時灌溉，但仍不符作物需求。設施介質耕可少量多次、少次大量。所以澆水是技術也是藝術。

內容

一、蒸發散

植物生長需行光合作用製造碳水化合物，光合作用需要光線與水分，水分不足植物會萎凋，過度灌溉水分過多，有浪費水、浪費抽水的動力、環境潮濕容易孳生病害與裂果等缺點。植物在水分利用上，少部分用於代謝與光合作用，大部分都是藉由蒸散作用經由氣孔排出植物體。蒸散作用乃由植物葉片氣孔蒸發水分，蒸散作用對植物是有利的，可幫助從根部吸收與傳導礦物營養，晴天陽光照射到葉片因蒸散作用而帶走蒸發潛熱，具有調節冷卻葉片溫度的效果，然而太大的蒸散作用對作物是一種逆境。

植物生長環境受陽光、風速、溫度、濕度、大氣壓力與水分供給等影響，土壤的水分蒸發加上植物葉片的蒸散等於植物的蒸發散(evapotranspiration, ET)；除環境因素之外，植物內因性條件也會影響蒸散作用，包括葉片面積、表皮厚度、氣孔數量、氣孔大小與氣孔位置等。

運用質量守恆定理分析植物根部水分的平衡，

$P + I + CR + \triangle SF - ET - R - DP = \triangle SW$

P：降雨

I：灌溉

CR：地底毛細上升

△ SF：地下伏流水

ET：蒸發散

R：地表逕流損失

DP：地下深層滲漏

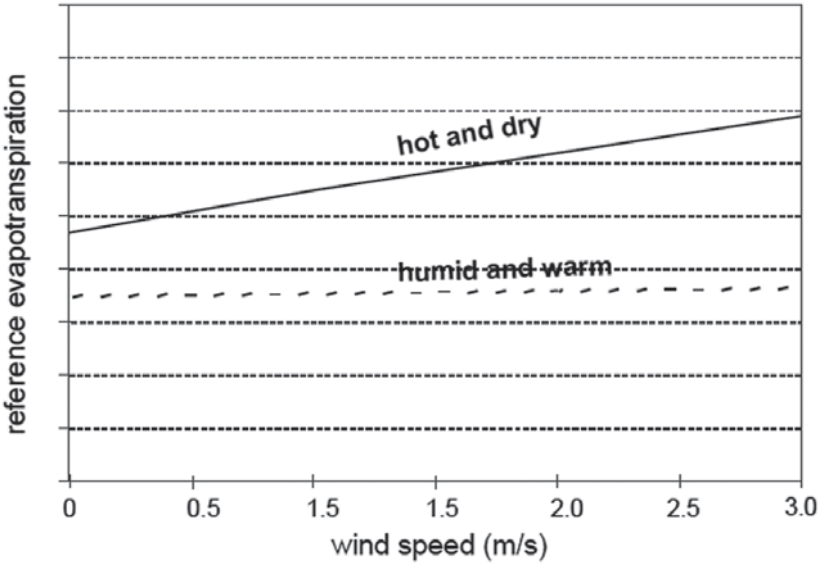
△S：土壤水分含量之變量

對管理良好的溫室介質耕作物，降雨、地底毛細上升、地下伏流水、地表逕流損失與地下深層滲漏均為零，此時，灌溉量等於蒸發散量可讓土壤水分含量之變量保持穩定的範圍(灌溉技術高超與性能優異時灌溉量等於蒸發散量)。

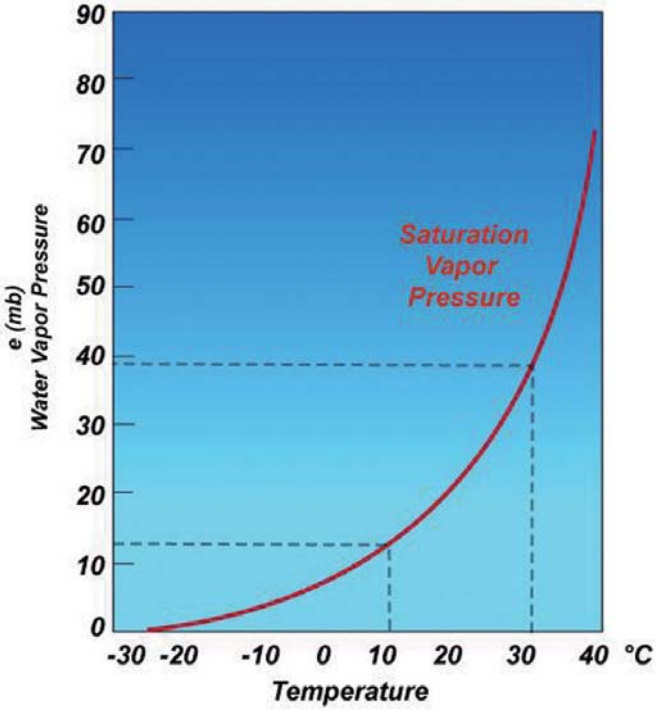
太陽輻射提供了水分蒸發時最大宗的能量來源，因此當太陽輻射越強時蒸發散量越大，而不同緯度不同季節又會有所差異。 而考慮光對蒸發散量影響的同時也要考慮到，並不是所有的太陽輻射所產生的能量都是用於水分蒸發，有一部分的太陽光能量會被用於氣溫與土壤的加溫。而溫度對蒸發散量的影響也是在於提供能量讓水分蒸發，而溫度又受到光的影響，所以除了天氣中各因子會影響蒸發散量以外，環境中各微氣候也是有交互的影響。

相對濕度跟風速是透過影響水蒸汽從蒸發表面移除的能力進而影響蒸發散量，而相對濕度會影響風速的蒸發散量，圖一虛線高相對濕度下風速增強但是蒸發散量變化小，即當相對濕度高時同樣的風速下蒸發散量會較少，由於在潮濕的

氣候下蒸發表面以外的空氣其飽和程度只比蒸發表面的空氣低一點點，因此同樣的風速下，兩者進行氣體交換或對流時它能夠帶走的水氣較少，故蒸發散量較低。也就是說蒸發表面附近若沒有持續地被乾空氣取代的話，其蒸發散量下降。



圖一、不同天候下風速與蒸發散量之關係



圖二、飽和蒸汽壓隨溫度增加而改變

二、LAI & VPD

而植物蒸發與蒸散的比例與其生長程度有關，當作物還在剛播種的時期大部份蒸發散的比例都在土壤蒸發的部份，但當他越長越大葉子越來越多的時候蒸散的比例就會越來越高，作物蒸散、土壤蒸發與葉面積指數(leaf area index,LAI,為單位面積的土壤所含的葉面積多寡)之間具有消長關係，當葉面積指數越大，作物蒸散佔整個蒸發散水氣的比例越高，植物蒸散與LAI具有比例關係。

蒸汽壓差(vapor pressure deficit, VPD)為飽和蒸汽壓減空氣蒸汽壓，空氣蒸汽壓隨空氣溫度呈曲線變化，飽和蒸汽壓隨溫度增加而改變情形如圖二。探討微氣候是如何影響蒸發散量應從供給蒸發水氣的能量及水蒸汽從蒸發表面移除的能力這兩個角度去思考。

蒸滲儀是一種量測實際蒸發散量的裝置，紀錄某一面積接收的降水量及從土壤損失的水量，蒸滲儀有重量式與非重量式二種。對灌溉而言，直接量測植物反應的技術，可減少灌溉水量。使用定時器的開回路灌溉策略是可靠的澆水方法，但會消耗過多的水與能源，因為陰雨天若沒有調整，將會過度澆水；蒸發散灌溉技術具有植物訊息直接回饋反映的特性，與定時器相比可減少約50%用水。

三、生物計量學

Biometrics生物計量學在20世紀初期就被採用，該領域為發展統計與數學方法來分析生物科學的問題。生物計量學分析人體特徵包括指紋、臉孔、手型、簽名、瞳孔、聲音等；生物計量學檢測與評估作物逆境包括水果成長率、莖直徑、樹液流率、植物組織溫度如葉溫、葉片濕度、光合作用速率等。用電子鼻監測番茄作物健康狀態，發展電子鼻的靈感來自人體嗅覺系統，曾經廣泛用於食物品質控制與人類疾病監測，電子鼻是番茄植株健康監測、疾病與蟲害檢測有潛力的設備。

廖宜健等(2011)做過植物莖流量與土壤體積含水率(volumetric water content, VWC)之研究，利用莖流分析儀研究土壤含水量對植物蒸散之影響，植物莖流量在13點左右來到高峰，當土壤含水量下降時，最大莖流亦隨之降低，夜晚時，植物莖流將呈現穩定且低流量狀態，不易受土壤含水狀況影響，土壤水含量在8.4%為金柑最低需水量。

結語

1. 農業用水具有涵養水源補注地下水與調整生態環境之功能，工業與民生用水則不然。
2. 光合作用需要光線、水分與二氧化碳，水分不足植物會萎凋；過度灌溉，水分過多，有浪費水、浪費抽水的動力、環境潮濕容易孳生病害等缺點。
3. 蒸散作用乃由植物葉片氣孔蒸發水分，蒸散作用對植物是有利的，可幫助從根部吸收與傳導礦物營養，晴天陽光照射到葉片因蒸散作用而帶走蒸發潛熱，具

有調節冷卻葉片溫度的效果，然而太大的蒸散作用對作物是一種逆境。

4. 植物生長環境受陽光、風速、溫度、濕度、大氣壓力與水分供給等影響，土壤的水分蒸發加上植物葉片的蒸散等於植物的蒸發散。
5. 太陽輻射提供了水分蒸發時最大宗的能量來源，因此當太陽輻射越強時蒸發散量越大，太陽輻射與ET呈比例相關，因此用光積值來作控制作物生長環境是可行的。
6. 定時器的開回路灌溉策略是好的方法，能可靠的澆水，但可能消耗過多的水與能源，因為陰雨天若沒有調整，將會過度澆水。
7. 蒸發散灌溉技術具有植物訊息直接回饋反映的特性，與定時器相比可減少約50%用水。

參考文獻

1. 台灣環境資訊中心。2009。http://e-info.org.tw/node/45918。
2. 經濟部水利署。2010。 97年水利統計-- 公務統計報表--水資源供需統計 http://www.wra.gov.tw/ct.asp?xItem=20062&ctNode=5292&comefrom=lp#5292
3. 廖宜健、林連雄、張允瓊。2011。利用莖流分析儀研究土壤含水量對植物蒸散之影響。生機與農機論文發表會論文集 p.80
4. Allen, R. G., L, S. Pereira, D. Rase, and M. Smith 1998 Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italy:United Nations FAO.
5. Campbell N. A. and J. B. Reece 2005 Photosynthesis P.181-198 In Biology, 7ed, Pearson Education, Inc.US.
6. Definition of Biometrics http://www.biometrics.tibs.org
7. Fu Fu Zhang 2011 Tomato Plant Health Monitoring:An Electronic Nose Approach. In Intelligent Systems for Machine olfactory. http://www.igi-global.com/chapter/tomato-plant-health-monitoring/52455.
8. Griffith-elder 2011 Lysimeter http://www.griffith-elder.com/scales/lysimeter.php.
9. Intrinsic factor of transpiration http://www.scribd.com/doc/61048806/Transpiration上網日期：2012/06/15.
10. Prenger J. J., P. P. Ling, R.C. Hansen and H. M. Keener 2005 Plant response-based irrigation control system in a greenhouse: system evaluation. Trans. of the ASAE Vol.48(3):1175-1183.
11. Ross A. and A. Jain 2003 Information Fusion in Biometrics. Pattern Recognition Letters, Vol. 24(13):2115-2125.
12. Ton, Y., Nilov, N. and Kopyt, M. 2001. Phytomonitoring: The New Information Technology for Improving Crop Production. Acta Hort.(ISHS) 562:257-262. http://

www.actahort.org/books/562/562_29.htm
13. Tracy M.Sterling 2004 Text for Transpiraton - Water Movement through Plants http://www.sciencemag.org/site/feature/misc/webfeat/vis2005/show/transpiration.swf 上網日期：2011/11/01.
14. Wan Fazilah Fazlil Ilahi 2009 Evapotranspiration Models in Greenhouse. Irrigation and Water Engineering Group. Wageningen University.
15. William G. Hopkins & Norman P. A. Huner 2009 Introduction to Plant Physiology (4th Edition ed.) WILEY.
16. 16. Wikipedia 2011 Lysimeter. http://en.wikipedia.org/wiki/Lysimeter.

甘藍黑腐病致病因子及過程之探討

陳俊位

摘要

甘藍黑腐病(black rot)係由細菌Xanthomonas campestris pv. Campestris(Xcc)所引起，為世界性蔬菜重要病害之一，降低蔬菜品質及產量甚鉅。黑腐病菌(Xcc)是一種桿狀、好氧性、能產生黃色素的革蘭氏陰性菌。它擁有一單極單鞭毛，會分泌多種胞外酵素以及胞外黏多醣黃原膠。這兩類物質是細菌對植物感染的重要致病因子。黃原膠與胞外酵素的生成受到rpf 基因串的調控。rpf 基因串中的rpfF基因可產生具擴散性訊息因子(DSF)到胞外，細菌族群內的個體可以偵測到DSF的累積，並且依此來調節特定基因的表現，此現象稱為聚量感應。rpfG和rpfC基因產物則和聚量感應中的訊息傳遞有密切關係。Xcc 主要的致病因子胞外酵素以及黃原膠的生產即受DSF的正調控。rpfF的突變株失去產生DSF的能力，同時喪失感染力。由這些資料可以推測抑制這種細菌間的溝通系統可以有效抑制細菌致病，篩選有效之Xcc聚量感應抑制物質，未來更進一步了解DSF訊息子傳遞的路徑後，將可提供新的植物保護方法來減輕環境破壞的壓力。

前言

*Xanthomonas*屬之植物病原細菌，寄主範圍廣泛，可感染具有重要經濟價值的穀類、蔬菜、果樹及花卉等至少392種被子植物，包含124種單子葉(monocotyledon)，及268種雙子葉(dicotyledon)植物。*Xanthomonas*屬之植物病原細菌目前分為二十一個種(species)，而每一種內又依感染寄主植物的不同，包含有多個病原小種(pathovars)。依目前台灣植物病害名彙，在台灣有記錄的*Xanthomonas*屬之植物病原細菌，有可感染十字花科作物的*X. campestris* pv. *campestris*、感染茄科作物的*X. vesicatoria*、感染水稻的*X.oryzae* pv. *oryzae*、感染豆類作物的*X. axonopodis* pv. *glycines* 及*X. axonopodis* pv. *phaseoli*、感染火鶴花的*X. axonopodis* pv. *dieffenbachiae*、感染檬果的*X. campestris* pv. *mangiferaeindicae*、感染桃樹的*X. arboricola* pv. *pruni*及感染柑桔的*X. axonopodis* pv. *citri*。

內容

臺灣地處亞熱帶地區，溫度及濕度均適宜黑腐病的發生，尤以每年6～10月為發病高峰期；本病不僅危害甘藍也危害其他作物，包括所有十字花科蔓苔屬(brassicas)、蘿蔔類作物，其他十字花科雜草如山芥菜、小團扇薺及獨行菜(頭瓣

菜)等及藜科之菠菜等。臺灣地區自70年代起推行蔬菜生產專業區，大量集中栽培之後，病害的發生逐漸加遽，已成為臺灣地區十字花科蔬菜之重要病害；在無藥劑防治狀況下，發病率甚至可高達95.6%。目前化學藥劑防治並無法有效控制病害的發生與蔓延，而選育抗病品種則是防治此病的基本途徑，但所需時間甚久。

一、甘藍黑腐病病徵及傳染途徑

甘藍黑腐病(black rot)係由細菌Xanthomonas campestris pv. campestris所引起。本病在甘藍生長過程皆會感染，幼苗、全株、子葉、莖或葉部皆可受害；病原菌常由葉緣水孔或傷口侵入，引起萎黃之V字型病斑，病斑擴展後中肋及葉主脈導管變黑，呈現黑色或褐色病徵，嚴重時擴展至整個葉片。最後造成葉片萎凋、乾燥而掉落。剝開嚴重被害株株莖部時，可見維管束變黑而有黃色之細菌菌泥滲出。田間亦有由傷口侵入的病斑，如蟲食痕等傷口處侵入，呈現非典型病斑，以黃色病斑為田間容易辨別之病徵。本病之發生生態在高溫多濕季節最易發生，為一種維管束病害，靠種子及土壤傳播，病原菌可附著於種莢內部，使種子表面受到污染，或經維管束到達種子部位，潛伏種子內部，種子發芽時，自子葉緣凹陷部之氣孔侵入。再者，附著於莖葉而殘存於土壤者，降雨時，由於水濺至葉部，由葉緣之水孔侵入，經由導管蔓延至組織中。病原菌除可藉種子之攜帶而傳播外，尚可藉水、農具、昆蟲、動物等作遠距離傳播。

甘藍黑腐病菌之分類地位

Xanthomonas campestris pv. campestris	
Scientific classification	
Kingdom:	Bacteria
Phylum:	Proteobacteria
Class:	Gamma Proteobacteria
Order:	Xanthomonadales
Family:	Xanthomonadaceae
Genus:	*Xanthomonas*
Species:	*Xanthomonas campestris*

二、甘藍黑腐病致病因子及過程

十字花科黑腐病菌(Xcc)是一種桿狀、好氧性、能產生黃色素的革蘭氏陰性菌，它擁有一單極單鞭毛，是造成十字花科植物黑腐病的病原菌。Xcc會產生胞外黏多醣(exopolysaccharide，簡稱EPS)，以及分泌多種胞外酵素，如X-澱粉酵素(X-amylase)、果膠酵素(pectate lyase)、纖維素酵素(endoglucanase)及蛋白酵素(protease)。胞外酵素及胞外黏多醣是造成植物致病性所必需。Xcc分泌的多種胞外酵素以及胞外黏多醣黃原膠，這兩類物質是細菌對植物感染的重要致病因子。

Xcc藉由第三型分泌系統將第三型致病性蛋白注入到植物細胞中，調控宿主細胞的生理反應或干擾免疫系統來促進病原菌的繁殖。目前藉由分子遺傳實驗和生物資訊分析發現，Xcc含有超過25種第三型致病性蛋白分子，但是絕大多數第三型致病性蛋白的致病機制，目前尚未知。Xanthomonas屬病原細菌感染植物過程中常以黏附素(adhesin)附著於植物表面、伺機從自然開口入侵至細胞間隙，再藉由第三型分泌系統(type III secretion system，T3SS)將effector蛋白(T3Es)送入植物細胞中干擾植物的防禦反應以利其侵染寄主。

而在黑腐病菌Xcc 基因體上有一群能調控致病因子的的基因稱rpf (regulation of pathogenicity factors)，Xcc分泌的黃原膠與胞外酵素其生成即受到rpf基因串的調控。目前已知rpf基因串與多種致病因子(virulence factor)合成有關。rpf基因串中的rpfF基因可產生具擴散性訊息因子(DSF, diffusible signal factor)到胞外，細菌族群內的個體可以偵測到DSF的累積，並且依此來調節特定基因的表現，此現象稱為聚量感應。其中，RpfF經比對與其他生物的enoyl-CoA hydratase有相當的相似度，RpfF會直接影響訊號小分子DSF(small diffusible regulatory molecule)的合成。已知DSF所引發的訊號傳導(signal transduction)會影響致病因子合成。rpfG和rpfC基因產物則和聚量感應中的訊息傳遞有密切關係。Xcc主要的致病因子胞外酵素以及黃原膠的生產即受DSF 的正調控。rpfF的突變株失去產生DSF的能力，同時喪失感染力。由這些資料可以推測抑制這種細菌間的溝通系統可以有效抑制細菌致病，篩選有效之Xcc聚量感應抑制物質，未來更進一步了解DSF訊息子傳遞的路徑，將可提供新的植物保護方法來減輕環境破壞的壓力。

參考文獻

1. Barber,C.E.,Tang,J.L.,Feng,J.X.,Pan,M.Q.,Wilson,T.G.,Slater,H.,Dow,J.M.,Williams,P., and Daniels,M.J.1997. A novel regulatory system required for pathogenicity of *Xanthomonas campestris* is mediated by a small diffusible signal molecule. Molecular Microbiology 24:555-566.
2. Buchanan,S.K., Atzen,F., Ferreiro,D.U., Oddo,C.G., Ielmini,M.V., Becker,A., Hler,A.P., and Ielpi,L. 1998. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris gum* Mutants: Effects on Xanthan Biosynthesis and Plant Virulence. J.of Bacterriology p. 1607-1617.
3. Buell C.R. and Somerville ,S.C. 1997.Use of *Arabidopsis* recombinant inbred lines reveals a monogenic and a novel digenic resistance mechanism to *Xanthomonas campestris pv campestris. The Plant Journal* 2:21-29.
4. Dow,J.M., Feng,J.X.,. Barber,C.E., Tang,J.L., and Daniels,M.J. 2000.Novel genes involved in the regulation of pathogenicity factor production within the *rpf* gene cluster of *Xanthomonas campestris. Microbiology* 146, 885-891.
5. Dow,J.M., Crossman,L., Findlay,K., He,Y.Q., Feng,J.X. and Tang,J.L.2003. Biofilm

dispersal in *Xanthomonas campestris* is controlled by cell- cell signaling and is required for full virulence to plants. PNAS 100:10995-11000.

6. Godard,F.G., Lummerzheim, M., Saindrenan,P., BalagueA, C., and Roby,D. 2000. *hxc2,* an Arabidopsis mutant with an altered hypersensitive response to *Xanthomonas campestris* pv. The Plant Journal 24(6), 749-761
7. He, S.Y., Lindberg,M., and Collwer,A. 1992. Protein secretion by plant pathogenic bacteria.Page 39-64 in:Biotechnology in plant disease control. Chet ed. John Wiley & Sons, New York,373pp.
8. Poplawsky,A.R., Chun,W., Slater,H., Daniels,M.J., and Dow,J.M.1998. Synthesis of Extracellular Polysaccharide,Extracellular Enzymes, and Xanthomonadin in *Xanthomonas campestris*: Evidence for the Involvement of Two Intercellular Regulatory Signals. MPMI 11: 68-70.
9. Wiggerich,H.G., and Puhler,A. 2000.The *exbD2* gene as well as the iron-uptake genes *tonB, exbB* and *exbD1* of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* are essential for the induction of a hypersensitive response on pepper (*Capsicum annuum*) .Microbiology 146:1053-1060.
10. 10.Rossier,O. , Wengelnik, K., Ahn,K. , and Bonas, U.1999.The *Xanthomonas* Hrp type III system secretes proteins from plant and mammalian bacterial pathogens. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*96,:. 9368-9373.

臺灣發展蔬菜植物工廠之契機

高德錚

摘要

蔬菜植物工廠是一種在完全環境控制環境下，以無土栽培技術栽培蔬菜的生產系統。蔬菜植物工廠係以立體栽培及全年無休之生產技術來生產高品質無污染農作物，由於植物工廠作業環境良好，可輕省勞力化又無連作障礙。因應全球性氣候變遷，開發蔬菜植物工廠之技術，將特別適用發展極地農業。植物工廠的發展種類依其對陽光之利用度可分成太陽光利用型、人工光源控制型與太陽光與人工光源併用型三種；而人工光源控制型則進一步地不僅使用人工光源，連設施內溫度、濕度、二氧化碳濃度及培養液等，凡對植物生長有影響的主要環境條件，都以人工來控制。

設置蔬菜植物工廠之技術在1990年代大致已具成熟，唯因環控所需能源費用太高，而未達商業化推廣階段。21世紀以來由於LED燈具及替代能源之開發，蔬菜植物工廠之生產技術已逐漸普及，例如利用植物日總光量法(daily light integral method)可正確估算蔬菜植物工廠內二氧化碳施肥量、LED之光強與入射總時間之相關性而達到節能省電及增產之效果。但因LED燈具所能提供之光強及光質僅日光之八至十分之一，導致目前僅能生產一些弱光性蔬菜如萵苣、菠菜、冰菜、芝麻菜等及蔬菜植物工廠中生產之蔬菜其含油溶性維生素和含硫性物質均不如傳統栽培蔬菜，此點有待進一步去克服。

前言

蔬菜工廠是利用高科技的栽培方式，配合電腦調控設備，將蔬菜種植在一個密閉的空間－猶如工廠廠房。廠內的二氧化碳、氧氣、濕度、肥料、光照等物化條件，均加以監控，使蔬菜的生長速率、品質及產量，可不受大氣環境季節性之影響，如同工廠的生產線，具有精緻化、均質化及豐產性等特點。工廠化之蔬菜生產可由傳統之看天吃飯的栽培法演進至環境調控之現代科技和由傳統菜農之經驗隨機法則進化至知識經濟及計畫生產管理。

植物工廠係結合無土栽培技術，並利用電腦達成栽培環境管理自動化、省力化和操作空間清潔化、輕勞動力等目標。不論是農地或非農地，均能在最小的土地面積上，以最集約的栽培技術，生產高品質及豐產性的蔬菜。

內容

一、蔬菜工廠之分類

植物工廠的生產設施費用極高。因此必須種植附加價值較高的植物，才能達到經濟性目的。目前世界各國的植物工廠，其產物分成芽菜、葉菜、果葉及菇類等四類。

植物工廠中，依作物生育所需光源的供給方式，可分為人工光型、太陽光型及人工光／太陽光併用型三類。

1. 人工光型植物工廠

工廠的構築材料使用「光不能透過」的斷熱性高的資材，植物生長所需的光源直接來自螢光燈、冷光燈、高壓鈉燈或LED燈等人工光源。植物工廠內的環境不受大氣氣溫或日光的影響，使室內的溫度、濕度及光度等栽培必需因素較易調控，植物生育亦較為安定。唯人工光源的光量度及光譜與太陽光間仍有區別，及對需強光性及生育期間較長的作物，在實際利用上仍有困難。

2. 太陽光型植物工廠

植物工廠內的光源來自太陽光，如一般設施栽培使用的玻璃溫室或塑膠布溫室外加裝各種自動化環境不受大氣氣溫或日光的影響，使室內的溫度、濕度及光度等栽培必須因素較易調控，植物生育亦較為安定。唯人工光源的光量度及波長與太陽光間仍有區別，及對需強光性及生育期間較長的作物，在實際利用仍有困難。

3. 人工光源及太陽光併用型植物工廠

此型植物工廠在白天直接利用太陽光，一方面給植物生長，一方面將太陽能儲積起來，以作為一旦室溫過高時，各種環境調節系統啟動時所需的能源。通常此型植物工廠的環境調控系統均包括有多層遮光網、保利龍粒遮光設備、空調設備及人工補光用光源。與純粹人工光源植物工廠相比，此併用型，較為省電，且允許植物接受較高的日射量，又能栽種生育期較長的作物。若與太陽光型植物工廠相比，此型較不受天候影響，具周年生產性。

二、植物工廠之設計基準

現階段植物工廠之營運尚不能突破設備投資費用高昂及日常營運經費不低之困境，導致大規模商業化植物工廠成功案例尚屬少數。要邁向開發實用化之植物工廠的道路，在硬體方面尚需考慮到建築物(溫室)，栽培設施(栽培床、移植機器…)，空調設備，水耕設備等，使爾後之例行生產流程可以規則化，具多收穫性，且能在最省能源下，兼具節省人工之自動化較具經濟性。表3為設立植物工廠之必需條件，表4為栽培設施之立體化、平面化及移動化間之差異。

構築植物工廠所採用之建築物，可分成兩種，人工型植物工廠係採隔熱保溫資材，工廠之外貌與內部與一般倉庫相仿，而在太陽光型或人工光/太陽光併用型之外貌則大致採用玻璃溫室。

三、現階段發展蔬菜工廠之限制因子

現階段蔬菜工廠之營運尚不能突破設備投資費用高昂、日常營運經費不低及產出蔬菜品目少且僅能生產需弱光型之蔬菜困境，導致大規模商業化蔬菜工廠成功案例尚屬少數。

由筆者對不同光源對葉萵苣生長之影響之試驗結束資料可知：

1. 以自然光為對照處理之有效波長(ηm)及有效光照(μmole/m2/sec)特質而言，冷陰極螢光燈管處理(CCFL,cold cathode fluorescentlamp)均優於發光二極體處理(LED, light emitting diode)，其中又以LED紅光處理之有效光照度最低。
2. 以自然光為對照處理之對葉萵苣之地上部產量特質而言，自然光處理之產量最高，其次為CCFL處理，而CCFL處理亦優於其他LED處理，其中又以LED紅光處理之產量最低。
3. 以自然光為對照處理之對葉萵苣之品質營養特質(葉綠素a,b,維生素A, β-胡蘿蔔素)而言，自然光處理之品質營養特質最優而各種人工光源處理均有下降之趨勢。在各種人工光源處理中以CCFL處理優於其他LED處理，其中又以LED紅光處理之含量最低。
4. 以自然光為對照處理之對葉萵苣之維生素C營養特質而言，各種光源無明顯差異。
5. 以自然光為對照處理之對葉萵苣之硝酸態氮品質營養特質而言，自然光處理之品質營養特質最低而各種人工光源處理均有上昇之趨勢。在各種人工光源處理中以CCFL處理優於其他LED處理，其中又以LED 籃光處理之硝酸態氮含量最低，LED紅光處理最高。
6. 各種人工光源處理在入射光強及光質均不及自然光源處理下產量與品質低下，而各種人工光源處理中以CCFL最優其次為LED紅光/藍光8:2處理和LED紅光處理而LED藍光處理最差。
7. 各種人工光源處理會影響脂溶性維生素A及β-胡蘿蔔素之生合成。

結語

21世紀的農業生產，是一種生物科技和電腦化工業相結合的植物工廠化生產。在一個數層樓高的圓形植物工廠，中央部位為生產管理總樞，扇形各部為各農場的生產及收穫，中央部地下則為收穫物打包、貯藏及運輸、販賣。我們可憧憬著一對夫婦經營的蔬菜工廠，竟建築在住宅區的4層公寓大廈內，頂層由太太負責，其作業範圍包括整個工廠的電腦監視及蔬菜浸種、催芽、播種、綠化及定植，至於先生則負責第2、3層蔬菜生產線(植物工廠的栽培區)的現場作業，及底層蔬菜生產線末端的收穫、包裝、運輸及販賣等等操作。未來21世紀的農業，生產品的均一化、品質的精緻與人和管理的自動化，是可以預期的。

唯以台灣現階段設施農業的發展趨勢看來，若未能即時了解自身的處境(環境因子、作物種類、國人嗜食習慣…)而貿然引入溫帶國家慣用之自動化設施栽培技術而無法本土化，則不但無法達到農業升級，提高農民所得，反因生產成本過高，更加無法與他國農產品相匹配，終將落入萬劫不復之地。

參考文獻

1. Marschner, P. 2012. Marchner's mineral nutrition of higher plants 3rd ed. Academic Press. USA.
2. Resh. M. Resh. 1995. Hydroponic Food Production. 5th ed. Woodbridge Press Publishing Co. USA
3. Ross Jack 1998. Hydroponic Tomato Production- apractical guide to grow tomatoes in containers Casper Publications Pty Ltd.
4. 日本施設園藝協會。2008。養液栽培新方法。社團法人日本施設園藝協會第五版。
5. (財)電力中央研究所我孫子研究所。2010。野菜工場の實用技術。社團法人農業電化協會第五版。
6. 板木利隆。1995。施設園藝—裝置栽培技術。株式會社誠文堂新光社出版。
7. 村井邦彥。1995。空中菜園。化學工業日報社出版第三版。
8. 高士正基。1987。植物工場入門。株式會社 才- 社出版。
9. 高德錚。1990。水耕栽培實務。行政院青年輔導委員會出版第三版。
10. 高德錚。2003。水耕栽培技術。行政院僑務委員會中華函授學校出版第十版。
11. Shimizu Hiroshi, Yuta Saito, Hiroshi Nakashima, Juro Miyasaka, and Katsuaki Ohdoi, 2011 Light environment optimization for lettuce growth in plant factory. Pp605-609 from Proceedings of the 18th IFAC World Congress Milano (Italy) August 28 -September 2, 2011.
12. Takemiya A.,Y. Takahashi. and K. Shimazaki. 2007. Leaf temperature reduction by blue light-dependent stomatal opening. Cryobiology and Cryotechnology, 53(1), 1-5.
13. Terashima I., T. Fujita., T. Inoue., S.C. Wah and R. Oguchi.2009. Green light drives leaf photosynthesis more efficiently than red light in strong white light: revisiting the enigmatic Question of why leaves are green. Plant Cell Physiol., 50(4), 684-697.

四健推廣教育發展

黃穎捷

摘要

四健會(4-H Club)是美國農業部的農業合作推廣體系(Cooperative Extension System)所管理的一個非營利性青年組織(youth organization)，創立於1902年，在美國已發展約9萬個俱樂部，會員從5歲到19歲，約650萬人。並已蔓延全世界80多個國家。

四健會的使命「讓年輕人在青春時期儘可能地發展他的潛力」。美國四健會以合作、自治、機動方式，策劃四健會方案，四健會員以其自我的表現，服務社區，回饋社會及國家，贏得了成年人的支援。

四健推廣教育是我國農業推廣教育的先驅。公元1952年農復會引進美國四健會運動，由政府機關與農會合作進行，並成立了屬於四健會分支會的中華民國四健會。由鄉鎮地區農會、高職、國中、區漁會辦理四健會，農會與當地學校合作，成立四健會作業組。至今受四健會薰陶的農漁村青少年超過六十萬人以上。

四健哲學從工作中學習，從學習中工作。四健座右銘—精益求精，期勉會員在工作崗位上敬業樂群，努力奮發，不斷地領悟成長，擴展生命的新領域。

四健會組織發展已蔓延全世界80多個國家，可見社會功能獲得肯定。美國四健會百年來的茁壯，被國際財團認為是一個讓人不用遲疑就可以支持的組織，顯見四健會組織功能能為企業所注目。台灣四健推廣教育發展，如何讓的企業各界感動支持，是未來可努力的重點方向。

有關強化義指發展，茁壯台灣四健推廣教育方面，世運、花博志工在台灣成功運作案例，台灣社會發展志工組織條件已成熟，或許未來可以研究農業義指規範、證照、激勵制度的制定，讓各界專技經驗志工，投入四健義指行列，促進四健推廣教育發展，也是未來的課題。

美國四健會業務蓬勃發展，以立法來保護發展功不可沒，台灣是否也應朝這方向來努力。

前言

四健會(4-H Club)是美國農業部的農業合作推廣體系(Cooperative Extension System)所管理的一個非營利性青年組織(youth organization)，創立於1902年。公元1952年農復會引進美國四健會運動，四健推廣教育成為我國農業推廣教育的先驅。四健會組織發展已蔓延全世界80多個國家，可見社會功能獲得肯定，未來如何茁壯台灣四健推廣教育發展是項課題。

內容

(一) 四健會起源背景

1800年代後期，美國授田大學和農業部實驗站的研究者們，看到農業社區的成年人並沒有準備接受農業新知(Timeline of agriculture and food technology)-像使用雜交玉米種子，牛奶衛生和美好家園罐頭程序的做法。但是發現年輕人比較願意嘗試農業新知並與家長分享成功經驗。

20世紀初，美國因此考慮讓公立學校的教育和農村生活結合在一起。農村青年方案成為向成年人介紹農業新知一種重要的途徑，即有效的農業推廣須藉由農村青年方案來達成。

1890年農業學院法案(Agricultural College Act of 1890)又名美國土地撥贈法案(Morrill Land-Grant Colleges Acts)由當初Justin Smith Morrill議員提出，1862年林肯總統簽字賦予施行的一系列開創授田大學，用來建設以傳授農業和機械知識為主的大學。使得勞工階級子弟能獲得實用的大學教育。美國創辦4-H方案的推動者A. B. Graham(1868年至1960年) 曾任州立大學校長與美國農業部聯邦推廣主任。1902年1月15日，他在俄亥俄州克拉克縣斯普林菲爾德郵政局(現在稱為A. B. Graham building)地下室舉行第一次Boys 'and Girls' Agricultural Club會議，率先啟動一個農村青年方案俱樂部，也等於是美國農業推廣先驅。

1914年美國國會正式訂頒史密斯—萊佛法案(Smith-Lever Act)創建美國農業推廣教育「合作推廣服務」(Cooperative Extension Service)的現代化農業增產專員系統，派遣由各授田大學支持的技術專員向農民講授農業新知。

依據史密斯—雷佛法案(Smith-Lever Act of 1914)美國農業部啟動合作推廣服務計劃(Cooperative Extension Service)，以'Boys and Girls' Club執行農業、家庭經濟及相關新知主題。

1924年，這些'Boys and Girls' Club俱樂部採用四葉苜蓿標誌並正名為四健會組織。至今四健會在美國發展約9萬個俱樂部，會員從5歲到19歲，約650萬人。四健會雖仍以農村為主，不過範疇已擴及都市。

(二) 美國四健會架構體系與發展機制

美國合作推廣體系

合作推廣體系是非營利的一個全國性教育網絡法人機關，總部在美國農業部(USDA)的全國糧食和農業研究機構(NIFA)內，是一個結合聯邦、州和地方政府和109所授田大學，所有授田大學內有州辦公室和一個區域網絡辦事處，全國各地共約3,100個當地辦事處，各辦事處派駐一個或多個專家，形成全國合作推廣體系。

全國合作推廣體系利用尖端研究提供豐富、教育、動手的學習計劃和活動，支持青年志願者和社區。

這個全國合作推廣體系網絡是全國最大的青年發展組織，提供4-H青年所需要的積極的環境，成為有自信貢獻社區的領導人。

NIFA供聯邦資金，通過4-H方案的領導，幫助識別系統解決當前的問題和困難。等於美國的有效農業推廣是藉由如此的農村青年方案來達成。

美國4-H青年發展計劃總部

4-H是全國糧食和農業研究機構(NIFA)的青年發展計劃，4-H總部在華盛頓特區。贈地大學和全國糧食農業研究機構(NIFA)與合作推廣體系合夥，支持以研究為基礎的4-H青年發展計劃，讓青年採用所有贈地大學的專業知識。

美國4-H理事會(National 4-H Council)

1976年美國4-H的基金會和美國4-H服務委員會組成非營利的美國全國4-H理事會。總部設於美國農業部(USDA)內的農糧機構(NIFA)。

全國4-H的計劃方案由全國109個授田大學和合作推廣體系的全國各地3,100個當地辦事處來實施。

國家4-H的理事會夥同國家、州和地方各級4-H俱樂部建立更強的4-H計劃方案，來分配國家所支應的經費，支持青少年發展。

其他包括國家4-H的青年會議中心和國家4-H的供應服務收入資金也用來輔助國家4-H理事會。

美國4-H推廣站全國協會(National Association of Extension 4-H Agents)

美國4-H推廣站全國協會(NAE4-HA)是一個擁有3,500多名專業教師的青年人發展教育網絡的首席專業協會。

美國已經把extension agent推廣員的職稱改為educator教育者。

協會通過會議、研討會和虛擬研討會來提供專業發展機會，以一種包含支持專業的教育領導者和整合獎學金，支持研究和實踐的專業網絡，以保持今天的青年發展連接到最新的最佳實踐的專業人士。

美國四健會使命

「讓年輕人在青春時期儘可能地發展他的潛力」("engaging youth to reach their fullest potential while advancing the field of youth development.")

美國四健會名稱和標誌受美國聯邦保護

根據聯邦法典(18 U.S.C. 707)，四健會的名稱和標誌受到美國聯邦的保護。聯邦的保護替代商標和版權有限的保護。

美國農業部長(United States Secretary of Agriculture)由美國國會直接要求對四健會的名稱及標誌負責和管理。

這些保護將四健會標誌置於獨立保護標誌目錄，和美國總統紋章(Seal of the President of the United States)、美國紅十字會(American Red Cross)、護林熊(Smokey Bear)及奧林匹克五環一樣地位。

美國四健會公約

"I pledge my head to clearer thinking,
my heart to greater loyalty,
my hands to larger service

and my health to better living,

for my club, my community, my country, and my world."

美國合作推廣方案Virginia州案例

俄勒岡州立大學的推廣和4-H是通過縣，州和聯邦政府之間的合作協議，由稅收支持。

縣長是重要的合作夥伴，提供必要的財政資源，以資助當地4-H和推廣計劃。

當地的推廣和4-H諮詢委員會與工作人員，幫助籌集資金，通過當地籌款活動，建立養老基金，徵求禮物和捐款，設立收費和申請撥款，以補充和支持本地節目更加多樣化。

俄亥俄州作業組案例

2008年底統計，俄亥俄州共有352,282個作業組，其中植物和動物的相關作業組佔32.9%，其次是個人發展和領導才能作業組佔19.8%。

俄亥俄州義務指導員案例

四健志工領導人不但協助四健會員的作業組活動，也支援當地四健露營以及fair活動，他們正職工作不乏老師、律師、建築師等社會中間人士。

OSU設置志工認證系統「Ohio Certified Volunteer Naturalist」，會員註冊不但要接受背景查核、採指紋還要繳交195美金的費用，以及接受40小時的室內和戶外課程訓練，志工還必需有40小時的認證志願服務時數。在檢定通過後，每年仍要持續安排20小時的義務服務，以及8小時的進階訓練。

擔任這樣的義務工作是種榮譽，當然也是他們願意持續付出的動力。

目前該州已有22,984位成人志工還有8,685位年輕的義務人員。

美國四健會健康生活作業組發展案例

2009年將近270萬青少年參予四健健康生活作業組。

塔夫斯大學研究顯示，美國四健會對國家未來領導者的健康與健全方面巨大的影響力有其獨特能力。

美國青少年同時參加美國白宮的Let's Move!營隊、積極生活方式總統挑戰獎以及四健會健康生活作業組，將讓青少年擁有知識與技能來讓她們在生理上、心理上以及社會上都能迎接21世紀的挑戰。

美國四健會總會、美國國家食物與農業研究所以及美國四健委員會也都承諾一起參加積極生活方式總統挑戰獎，並促使2011年九月前擁有十萬名四健會員一起完成這個總統挑戰獎。

積極生活方式總統挑戰獎並表彰那些持續紀錄六個禮拜中，他們一週五天所從事的運動(大人30min，小孩60min)。

Let's Move!營隊則是由美國第一夫人的帶領之下，結合美國四健會與其他社區組織，希望能夠打擊美國兒童肥胖的流行問題。

美國四健會青年更常擁有正向生活習慣

塔夫斯大學(Tufts University)研究報告發現，美國四健會員不論背景、社經地

位、種族或性別，都可從美國四健會活動得到健康與安全的教育及經驗。

美國青少年發展專家Dr. Richard Lerner研究顯示參加四健會年輕人與其他人做比較時：

(1) 喜歡花費更多的時間從事運動。

(2) 減少兩倍以上濫用藥物的機會。

(3) 減少兩倍以上抽菸喝酒的機會。

美國青少年參與四健會的好處

1. 增強與別人共事、責任心、成就感、自信心。

2. 學會立訂目標，具領導才能、溝通技巧、社區參與以及專業處事技能。

3. 美國四健會以合作、自治、機動方式，策劃四健會方案，四健會員以其自我的表現，服務社區，回饋社會及國家，贏得了成年人的支援

美國四健Partners

1. 加強龍頭企業，基金會作出承諾，支持美國四健青年組織。

2. 為青年人開發提供尖端的方案，了解真實世界的技能。

美國四健會發展的動力

美國四健會發展一百多年，目前有六百萬年輕會員、五十四萬義務指導員。美國各州立大學農業推廣中心累積多年所製作的工作手冊(Handbook)與教材，讓四健會的推動有了可遵循的準則。每年定期舉辦的fair活動，動員義務人員、家長總是吸引相當多人潮，持續不斷讓民眾認識四健會感受它的存在。各地有很多固定的四健會營地，讓四健會員每年的參與培養根深蒂固的體驗經驗，光在俄亥俄州就有有12個四健會專屬的露營地。

美國四健會volunteer 的動力

美國以州立大學為主要的農業研究與推廣中心，有各式各樣的農業產銷協會組織協助美國擁有為數眾多而且熱心的volunteer(義務指導員)，協助各項推廣工作的推動。美國由於政府部門的經費逐年縮減，熱心的指導員及義務指導員都想辦法募集經費，美國的四健會健全的義務指導員組織甚至於有自己的活動場地、營地。

2011年起國際財團將推動「全球四健網絡計畫」

美國四健會協會得到比爾蓋茲基金會(The Bill & Melinda Gates Foundation)、嘉吉公司(Cargill)、杜邦公司(DuPont)、摩托羅拉基金會(Motorola Foundation)和耐吉基金會(Nike Foundation)等單位的捐助，將推動「全球四健網絡計畫」(Global 4-H Networking)。

惟四健會員多是農會會員的亞洲地區的四健網絡計畫，主要來自嘉吉公司的支持，該基金會負責人韓籍的金先生，將協助韓國擔任亞洲地區網絡的總召集，我國是最主要的協助者，未來將協助亞洲地區未辦理四健會的國家成立四健會。

為了建構四健網絡的計畫，嘉吉公司編列50萬美金，其中一部份做為推動亞洲網絡的經費，台灣是他認為在推動亞洲四健網絡不可或缺的推動者。

包括加拿大、哥斯達黎加、芬蘭、迦納、牙買加、韓國、坦桑尼亞、美國、歐洲青年聯盟及我國受邀前往華盛頓特區的美國四健會協會參加為建構世界四健會網絡計畫的「第一屆國際四健執行長會議」。

(三) 中華民國四健會與發展機制

民國39年康乃爾大學農村社會學安德生教授「安德生報告」，成為我國政府農會組織改革的基礎。民國41年美國康乃狄克州農業專家白仁德(A. J. Brundage)來臺介紹美國「四健會」組織，他認為為農村長遠發展，農會需要注入青年力量，同時重視領導人才養成與培育。此外，還應重視農村家政教育。

民國四十一年(公元1952年)，農復會(現農委會)主委蔣夢麟博士依白仁德(A. J. Brundage)建議，引進美國四健會機制，由政府機關與農會合作進行，成立屬於四健會分支會的中華民國四健會(4-H Club in R.O.C)。由鄉鎮地區農會、高職、國中、區漁會辦理四健會，農會與當地學校合作，成立四健會作業組。至今受四健會薰陶的農漁村青少年超過六十萬人以上。

四健推廣教育也是我國農業推廣教育的先驅

我國三部門農業推廣教育先由四健會開始，其次是農事推廣，家政推廣教育則於稍後引進。目的在訓練當代農村青年成為將來有科學知識和技能的農民。最早的黃金時期，農村青年都以能參加四健會為榮，所有的作業項目也多是農業生產、家政、食品加工等，四健會員學校畢業後也多能留在農村從事農業；1998年開始辦理四健青年領袖營，營隊的教育訓練方式第一次引進農業推廣界。近年來的漂鳥營農村夏令營，年輕人透過營隊的參與和執行，學習作為未來生活的準備。

我國四健推廣教育發展的歷史貢獻

增產、服務、自助、創新、品質提昇、安全用藥、降低成本、示範、共同經營與共同栽培、委託經營、機械使用與維修、施肥、正條密植、代播種、代耕、代插、代收、代噴、農畜產品(洋菇、蘆筍、蔗糖、香蕉、養豬等)外銷。

栽培出許多傑出農村青年創業、十大傑出青創以及成年農民、一些農會優秀的選任人員，以及在學術界、政治界、各行各業奉獻心力的頂尖代表。

四健推廣教育運作機制

四健會標誌

4-H Club：Head、Heart、Hand、Health 。

苜蓿葉是三片葉子，加了第四片就是幸運草，中文的含意就是 要我們手、腦、身、心都能健全發展。

綠葉上白色「手」、「腦」、「身」、「心」

綠色代表「生命」、「永恆」

白色代表「純潔」、「和平」。

四片心形苜宿葉象徵幸運、愛心、健康、活潑。

我國會員公約：
我願以至誠　為我個人
為我的家庭　為我的四健會
為我的鄉村　為我的國家
和其他自由國家　訓練我具有
健全的頭腦　以運用思想
健全的心胸　以發展品性
健全的雙手　以改善生活
健全的身體　以服務社會

四健會的目標

1. 通過大量實踐學習項目發展年輕人的品德、領導能力的生存技能。
2. 四健會均以農業的學習為主，但也鼓勵會員學習如領導能力、協作能力、地理信息系統及公開演講等內容。
3. 培養創造力及領導力
4. 培養責任心及服務心
5. 培養團體生活中團隊合作的民主精神
6. 培養自我訂定計劃和決定的自主能力
7. 學習正確的知識態度和技能
8. 發展自己職業興趣
9. 訂立正確的人生觀

四健會基本內涵

1. 青少年是國家最大的資源，四健會是青少年最大的組織。
2. 四健會為一非正式、服務性的教育組織，目的在培育農村青少年成為優秀公民。
3. 四健會根植地方，由熱心人士(義務指導員)協助四健會員從事作業和紀錄，透過各項活動在全世界80餘國的各個地區包括鄉村、都市、也包括了不同文化、經濟及社會背景的人，共同提倡生活的實踐教育。
4. 從工作中學習，為四健會的精髓。
   - 以民主、自治精神， 寓教於樂，『從做中學』 ，以發展自我學習和團隊活動的生活態度。
5. 成為終生學習者、成功生活者及環境與農業關懷者。

四健哲學

從工作中學習，從學習中工作。(Learning by Doing)。

強調以民主、自治精神，從大自然生活經驗中，吸取知識、發展潛能，在生活環境中，創造自我積極的人生觀。

四健座右銘

精益求精(To make the best better)：「精益求精」，日新又新，在工作崗位上敬業樂群，努力奮發，不斷地領悟成長，擴展生命的新領域。

四健會員「作業」

「作業」係在指導員協助下，利用適當場所，依自己興趣選擇項目活動，全程參與策劃、執行及紀錄，以達自我成長的目的。

四健會員作業細部功能

1. 作業選擇：決策和判斷能力的培養。
2. 作業進行：實作經驗的養成。
3. 作業會議與討論：民主能力的養成。
4. 作業紀錄：管理能力的訓練。
5. 作業經驗發表：表達能力與分享的學習。
6. 作業評鑑：檢討能力的訓練。
7. 作業成果的發表：榮譽心的培養。
8. 活動：策劃、執行能力的養成，並學習與他人相處。
9. 公共服務：回饋與服務態度的養成。
10. 精益求精：品質的要求。

四健會活動項目

係為調和青少年身心平衡發展，寓教於樂方式，"做中學"，使會員與他人及環境互動中，瞭解人際關係和自然資源之意義。

一、作業會議　二、作業與展示　三、四健年會　四、講習、研討會　五、方法示範　六、經驗發表　七、鑑別比賽　八、露營、運動會　九、參觀訪問　十、公共服務　十一、旅遊、康樂活動

國際農村青年代表交換訪問

甄選優秀四健會會員、四健會義務指導員、各級農會四健推廣工作人員及青年農民，派赴國外研習農業新知，觀摩友邦農村青少年輔導工作，以增進見聞，提昇領導才能，俾為個人事業及地方農業建設與發展作更多之貢獻。

向國外人士介紹我國之文化與農業建設，促進我國與友邦國家農村青年間之相互了解與技術、文化交流。

藉由文化交流，促進世界和平，增進四健青年國際觀，經驗分享、回饋社會，建立四健國際網。

義務指導員

年滿二十四歲，具服務熱誠，願義務從事四健教育工作者。

依聘任年資概分為以下四級：

「手」字級義務指導員：凡受聘累計未滿四年或連續未滿三年者。

「腦」字級義務指導員：凡受聘為「手」字級累計未滿四年或連續未滿三年者。

「身」字級義務指導員：凡受聘為「腦」字級累計未滿四年或連續未滿三年者。

「心」字級義務指導員：凡受聘為「身」字級累計未滿四年或連續未滿三年者。

我國獎勵辦理農村四健推廣教育優良單位評鑑制度與流程：

1. 縣市鄉鎮年度計畫提審
2. 縣級初審
3. 全國複審,依計畫撰寫內容優異程度排名分配核定經費
4. 縣市鄉鎮年度計畫執行
5. 縣市鄉鎮年度計畫執行成果縣級初審
6. 縣市鄉鎮年度計畫執行成果全國複審排名評鑑
7. 全國四健年會公開表揚

(四) 中區四健推廣教育運作機制

中區四健推廣教育指導原則：

1. 修煉、診斷、診療、教育、引導、鼓勵、激勵
2. 以學習型組織運、策略聯盟、 PDCA(Plan-Do-Check-Action)管理機制運作及標竿學習手法。依青少年不同發展階段，設計作業與活動。
3. 讓會員由喜歡參加活動得到學習，並強化連結學習經驗，使在生活中產出創新思考。
4. 以五項修練架構四健會成為學習型組織(learning organization)：
   一、「系統思考(System Thinking)」
   二、「自我超越(Personal Mastery)」
   三、「改善心智模式 (Improving Mental Models)」
   四、「共同願景(Building Shared Vision)」
   五、「團隊學習(Team learning)」

(五) 中部地區四健推廣教育與績效

以四健推廣教育方案執行或未執行鄉鎮單位數，統計101年度中部地區四健推廣教育效益：101年度全國總鄉鎮市區數共有368個，有182鄉鎮辦理四健推廣教育業務，辦理比例佔50%。台中區轄下共鄉鎮區數共62個，辦理四健推廣教育業務有50鄉鎮區(台中市15區、彰化縣24鄉鎮、南投縣11鄉鎮)，辦理單位比例高達81%。

99至101年度台中區執行四健推廣教育單位績優得獎表現度：

99年度全國優良單位總獎數有53個，中區獲獎數17個，佔32%。

100年度全國優良單位總獎數有58個，中區獲獎數21個，佔37%。

101年度全國優良單位總獎數有41個，中區獲獎數15個，佔37%。

結語

四健會組織發展已蔓延全世界80多個國家，可見社會功能獲得肯定。

美國四健會百年來的茁壯，被國際財團認為是一個讓人不用遲疑就可以支持的組織，顯見四健會組織功能能為企業所注目。我國四健推廣教育發展，如何讓的企業各界感動支持，是未來可努力的重點方向。

有關強化我國四健義指發展茁壯台灣四健推廣教育方面，世運、花博志工在台灣成功運作案例，台灣社會發展志工組織條件已成熟，或許未來可以研究農業義指規範、證照、激勵制度的制定，讓各界專技經驗志工，投入四健義指行列，促進四健推廣教育發展，也是未來的課題。

美國四健會業務蓬勃發展，以立法來保護發展功不可沒，台灣是否也應朝這方向來努力。

參考文獻

1. 顏淑玲。2011。四健會的過去與未來。
2. California 4-H Mission and Direction
3. 四健會簡介。中華民國四健會協會。[2008-03-06]
4. U.S. House of Representatives, 18 USC Sec. 707, 4-H club emblem fraudulently used.
5. lintks 部落格。美國俄亥俄州農業推廣考察紀實四健推廣教育。
6. 陳玉華。美國授田大學之農業推廣功能及其變革。
7. Ferdinand F. Wirth(2004), A Case Study on Marketing the Florida Cooperative Extension Service, University of Florida History of the Alabama Cooperative Extension System.

應用人因工程之小型農機具開發研究

張金元

摘要

農事工作除了以農機具取代外，因成本考量或機械無法取代因素，仍有相當多的工作項目係需要使用勞動力，在農業就業人口數不足、高齡化及勞動力成本上昇之際，重複性、不正確、過負荷的農事工作，將使人員造成頸部、肩膀、手肘、手腕、背部、腰部及膝部等作業部位傷害，其中頸肩腕症候群、腰部或背部肌肉拉傷等都是常見的勞動傷害。為了降低職業傷害的發生，工業上，已廣泛使用人因工程(occupational ergonomics)理論，以發現問題並提出改善措施，而農業上近年來也因就業人口高齡化等問題，亦逐漸採行人因工程方法進行作業改善。

內容

農事工作時，造成傷害的原因有重覆性、施力過大、姿勢不良、衝擊或震動、高低溫環境，人體的作業姿勢大致上可區分為立姿、座姿、蹲姿、半屈膝姿及前屈膝姿等多種姿體形式，人因工程在探討作業姿勢的方法很多，其中以姿勢分析評估技術為常用方法之一，用於作為勞動肌肉骨骼傷害篩選與評估的工具。其中最早提出的姿勢分析評估技術是OWAS工作姿勢分析系統(Ovako Working Posture Analysis System)，分析與控制工業界勞工的不當工作姿勢，此項分析方式係由芬蘭Ovako Oy鋼鐵公司在1973年所提出(Karhu *et al.*, 1977)，首先界定出工作時的身體姿勢，並按照其可能引發之傷害程度進行分級，再依照設定準則對身體每個部位姿勢進行編碼，準則分別為一般身體特徵(坐姿、站姿、蹲姿等)、身體部位(背部、手臂、下肢等)、作業重量，訂定完編碼後，經由排列組合而成為編碼系統，即為OWAS方法。

OWAS方法編碼後加以統計，以判斷作業人員工作姿勢的行動等級(Action Categories，簡稱AC)，行動等級分為四個等級：AC1、AC2、AC3及AC4，作為身體姿勢的綜合性判斷(李，2012)。OWAS姿勢分析法適用於工業生產評估，因此較為複雜，為簡化分析流程，在日本，作業姿勢的評價方法有「長町式作業姿勢診斷法」。

人因工程的實務提供下列案例說明，蘆筍種下母株後，待母株及地下根群發展到一定程度後摘採新冒出土的新苗，即是可食用的蘆筍嫩莖。現行的蘆筍露地栽培法，收穫時必須重複性的彎腰、蹲姿及跪姿，例如採收白蘆筍時，須先挖開畦面土壤將嫩莖拔出，而採收綠蘆筍則用鎌刀自地面處平切採收。蘆筍雖然是極耐旱作物，但在採收期須灌水以提高產量和品質(陳，2007)，工作人員將行走在濕

黏的畦溝，並且為避免蘆筍未即時採收導致纖維化，在採收期工作人員需時常於田區巡視採收，因此作業不適程度將相當的高。日本為此進行研究，分析蘆筍收穫作業姿勢發現約有80%的時間係採用跪姿，不適指數介於5~10之間，並且在研究調查中發現，主要的勞動人口為高齡者，為減少身體的負擔及提高工作效率，因此開發一種可以自然站立姿勢進行採收的輕勞動栽培技術及機具。

此項技術係採行留母莖栽培法，並且誘導蘆筍橫向生長，使栽培者收穫時不受到其生長枝的影響，誘導方式是使用直徑25mm、長度27mm的半圓柱形材料，分兩階段誘導蘆筍橫向生長，第一次階段以45度角固定，第二次階段於兩天後則完全貼平土面，兩畦蘆筍往中央生長，使走道空間騰出，避免人員行走畦溝時被蘆筍生長枝影響採收。

採收時則使用開發完成之蘆筍電動剪切收穫機具，機具前端具有一切斷刀，採用站立姿勢操作，栽培者可不需彎腰或蹲姿進行收穫，具有收穫容易、行走容易、作業省力、輕勞力、不適感降低、視野廣、簡化收穫動作等優點，並且機具係使用電力驅動剪刀，使用者可減少手腕及手臂負擔，並可以單手操作。

此項栽培技術經由OWAS方法進行評價，由原本的慣行法AC3-85.2%，改善至AC1-91.9%。但運用此項技術需栽培方式及機具相互結合，才可採用自然站立姿勢收穫，並且在栽培上仍有一些問題需要克服，如土壤處在高水分狀態下，蘆筍根部處容易受損，導致商品價值降低；在病害方面，莖枯病有增加的趨勢；並且蘆筍生長勢若疏於管理，其產量將減少20%左右，蘆筍電動剪切收穫機具及栽培方式雖然開發完成，但仍需針對此項方式所衍生的問題進行改良，才達到開發設計完成。

農業上常使用剪刀進行修剪、收穫作業，此項作業屬於長時間重複性工作，造成許多作業者發生肩頸腕職業傷病，其中又以高齡者及婦女是高風險群，為此日本針對問題進行研究，設計一種符合人體工學的剪刀，以預防肩頸腕職業傷病的發生，並提高作業效率。

剪刀握把材質設計具有防滑、硬度及厚度適中，防滑設計可防止因滑動所造成的施力不易或不適，合適的硬度則可避免手部磨破皮、起水泡症狀，厚度適中則可使手好握好使用，並且此型剪刀針對握把形狀進行人體工學設計，防止手指因反覆運動造成滑移而產生的不適，握把材質具有緩衝，以降低剪切作業時的衝擊力道，此種剪刀與傳統的相比，在修剪作業1小時後，測量肌肉的主觀症狀和痛苦檢查，評估姆指疼痛程度，約可減輕1/3至1/5，衝擊力道約減輕30%~50%，此項研發成果已經商品化，並通過專利申請。雖然僅是一把剪刀，開發過程卻有高達5個單位(廣島文教女子大學、udoergo研究有限公司、廣島縣立西部工業技術中心、西部工業技術中心、農業技術中心)的參與投入，此方面的人力物力挹注是值得我們學習參考的。

背負式鼓風機常用於樹葉收集工作，機體本身重量及作業時的振動，也常造成操作者不適，為減輕肩部的負擔，導入人體工學技術，設計更舒適的肩背帶、

調整機體重心使重量能由腰部分擔。其設計的方法即是先求得機具的重量及重心，在由「背負子」(一種輕型架)模擬機具重量及重心的位置，以調整並設計其相關位置，使機具重量能由腰部支撐分擔，並且設計符合人體肩部形體之肩帶，以達到肩部壓力分散及背負舒適的目的。經由實驗結果發現，開發雛型與現有的機器相比，肩膀上的負重壓力變為原先的3/4，疼痛症狀也減少1/3的程度。

結語

人因工程雖已廣泛應用於工業，但農業上尚於起步階段，不外乎係因需投入相對高的成本以進行長期調查及研究開發外，使用者的接受程度及後續推廣，皆是影響人因工程在農業的應用發展，但是不管如何，為農業提供一個健康、永續、安全的工作環境，仍是需要共同努力的目標。

參考文獻

1. 陳彥睿、蔡宜峰。2005。改良式玫瑰花撚枝栽培技術。台中區農情月刊。第68期。
2. 陳水心、楊藹華、鄭安秀、陳文雄。2007。台灣蘆筍品種與栽培技術。行政院農業委員會台南區農業改良場技術專刊 96-2 (No.135)。
3. 坂本隆行。2011。自然な立ち姿でアスパラガス収穫作業を軽労化する技術。機械化農業 14-18(No.3127)。
4. 西部工業技術センター。2008。アスパラガスの母茎の成長方向制御法の開発。広島県立総合技術研究所研究成果集。
5. 長町三生。1995。安全管理の人間工学。海文堂出版 104-105。
6. 東部工業技術センター。2006。頸肩腕障害を予防する採果鋏の開発。広島県立試験研究機関研究成果集。
7. 農業技術センター。2008。アスパラガスの母茎の成長方向制御法の開発。広島県立総合技術研究所研究成果集。
8. Karhu,O., Kansi,P., Kuorinka, I., 1977. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. Appl. Ergon. 8 (4),199}201.
9. Scott, G.B.,Lambe, N.R., “Working Practices in a Perchery, Using the OVAKO Working Analysing System,Applied Ergonomics,Vol.27,No.4,pp.281-284,1996.

果樹光同化產物之運移與調節

張致盛

摘要

探討光同化產物運移之目的在改善其分配以提高作物生產力，提高作物總生質量(biomass)。以光合成生理的方法提高作物產量有增加葉片截取的光量、提高所截取的光能轉換為光合成產物之效率及促進光合成產物運移至有助於增加產量之器官等三種途徑。植物參與光同化產物運移組織包括木質部及韌皮部。果樹韌皮部運移之物質包括醣類(非還原醣及糖醇)、胺基酸及無基鹽類等，醣類以蔗糖為主，其他篩管中運移的醣類還包括棉實糖(riffinose)、水蘇糖(stachyose)等非還原醣。此外糖醇為薔薇科中蘋果亞科(Pomoideae)及李亞科(Prunoideae)等果樹光同化產物運移醣類的主要形式，其中又以山梨糖醇(sorbitol)為主。韌皮部運移機制為壓力流(pressure-flow)假說，此假說認為溶液在篩管細胞之流動，於供源至積貯間係經由滲透勢(osmotically)產生的壓力梯度所驅動。本文以葡萄為例說明光同化產物之分配(allocation)與分怖(partitioning)，包括利用(utilization)、貯藏(storage)和運輸(transport) 。瞭解光同化產物之運移及分配，將有助於生產者對於果樹栽培及生理特性間作適當的調節。

前言

提高農作物產量的途徑有很多，對果樹而言，所謂的產量係指生產果實之收穫量。以光合成生理的方法提高作物產量有增加葉片截取的光量、提高所截取的光能轉換為光合成產物之效率及促進光同化產物運移至增加產量之器官等三種途徑。探討光同化產物運移之目的在改善其分配以提高作物生產力，除可提高作物總生質量(biomass)外，亦促進光同化產物運移至作物可收穫部份；此外並能在生產過程中利用栽培技術或其他管理方法調節生產，則對於生產季之中不同的生育時期，器官與器官之間對光合成產物競爭等，作合理之操作。

內容

一、光同化產物之運移

(一) 光同化產物運移之組織

植物參與運移組織包括木質部及韌皮部，木質部由根部運輸水分及礦物營養至地上部，韌皮部則運輸光同化產物由成熟的葉片至生長或貯藏之部位。一般韌皮部位於初生及次生維管組織外側，運輸醣類及有機物至植物體各部位，被子植

物韌皮部包括篩管細胞(sieve-tube members)、伴細胞(companion cell)及薄壁細胞等，但僅篩管直接參與運輸。每一個篩管細胞連接一個或多個伴細胞，彼此間有原生質聯絡絲(plasmodesmata)相連接，伴細胞可合成蛋白質、供應ATP至篩管細胞，有時光同化產物可經伴細胞至篩管細胞(Taiz and Zeiger, 2006)。

(二) 果樹運移的同化產物之型式

韌皮部運移之物質包括醣類(非還原醣及醣醇)、胺基酸及無基鹽類等(Taiz and Zeiger, 2006)，果樹韌皮部液之醣類以蔗糖為主；蔗糖屬電中性，易溶於水，為光合成產物醣類中運移最主要形式，其他篩管中運移的醣類還包括由蔗糖結合一個或多個半乳糖分子形成之棉實糖(riffinose)、水蘇糖(stachyose)及verbascose等非還原醣。此外，糖醇為薔薇科中蘋果亞科(Pomoideae)及李亞科(Prunoideae)等多種落葉果樹光同化產物運移的主要形式，亦為細胞貯藏的主要可溶性碳水化合物，其中又以山梨糖醇(sorbitol)為主。

(三) 光同化產物之運移途徑

光同化產物之運移途徑包括供源葉片內之運移、葉片細胞至韌皮部之裝載、韌皮部之運移、積貯器官之卸載等。

1. 供源葉片內之運移

提高葉片光合成速率可增加由供源運移光合成產物的量，唯實際上植物所固定之碳轉運至貯池量會受其他過程影響。光同化產物形成蔗糖後之步驟為：蔗糖在細胞質合成→釋放磷→磷由細胞質與葉綠體三碳磷酸交換→在葉綠體中可供合成澱粉的三碳磷酸量降低。蔗糖的合成可使三碳磷酸偏離合成澱粉與貯藏之途徑，但蔗糖合成量仍受到限制，尤其對於以澱粉形式貯藏的植物而言(Taiz and Zeiger, 2006)。

2. 葉片細胞至韌皮部之裝載

光同化產物由葉綠體細胞至成熟葉片之篩管細胞包括幾個運移的步驟：首先以蔗糖為運移形式之植物，形成三碳磷酸後由葉綠體送至細胞質，再轉變為蔗糖。其次蔗糖由葉肉細胞移至鄰近最細的葉脈中的篩管細胞，此途徑通常只有二個或三個細胞直徑的距離，為短距離(short-distance)運輸途徑。最後進行韌皮部裝載，蔗糖主動運送至篩管細胞(Taiz and Zeiger, 2006)。

3. 光同化產物裝載

包括細胞內(symplastic)運輸途徑及細胞間隙(apoplastic)運輸途徑，細胞內運輸途徑係蔗糖經原生質連絡絲從一個細胞運到另一細胞，因而使蔗糖從葉肉細胞運到篩管單位。而apoplastic運輸途徑為蔗糖在某些位點可進入細胞間隙，例如圖中所示蔗糖在靠近篩管單位—伴細胞複合體處進行apoplastic運輸。但也有可能它們進入整個葉肉細胞之質外體，然後移動到細脈。在任何情況，蔗糖都由質外體主動地被裝載而進入伴細胞和篩管分子內，被裝載到伴細胞之蔗糖可經由原生質連絡絲而輸入篩管單位(Taiz and ziger，2006)。

4. 在積貯細胞光同化產物之卸載

光同化產物由供源葉片輸出以後，沿韌皮部軸向路徑卸載，卸載的位置在調節溶質運移與積貯器官分佈扮演關鍵的角色，因此韌皮部之卸載可視為決定植物生長及作物產量的關鍵(Chang, 2001)。積貯細胞形態決定卸載之途徑：在根尖營養生長的頂端 為細胞間隙卸載；柑橘及葡萄韌皮部卸載是經由細胞間隙之途徑；細胞內與細胞間隙可能共同作用：原生質聯絡絲提供的傳導途徑係由篩管細胞/伴細胞複合體連結至葉肉，但有部份輸入之蔗糖似乎滲漏至葉片的細胞間隙，再送回細胞內(Chang, 2001)。

(四) 光合成產物之運移機制

韌皮部運移機制為Munch在1930年代提出的壓力流(pressure-flow)假說，此假說認為溶液在篩管細胞之流動，於供源至積貯間係經由滲透勢(osmotically)產生的壓力梯度所驅動。此壓力梯度是供源韌皮部裝載與積貯韌皮部卸載產生之結果，當植物耗費能量在韌皮部進行光同化產物的裝載，因而在供源組織的篩管細胞內產生較高滲透壓，水分潛勢劇降，致使水分進入篩管細胞後膨壓增加，而在運移途徑的末端，韌皮部進行卸載後會降低積貯組織的滲透潛勢，當韌皮部水分潛勢升到高木質部時，水分由韌皮部進入木質部，使積貯器官的韌皮部篩管細胞膨壓再度降低(Taiz and Zeiger, 2006)。

二、光同化產物之分配與調節

對葡萄光同化產物而言，供源(source)是指成熟的葉片、其他含葉綠素的組織如穗、果實、新梢。而積貯器官(sink)包括生長中的營養組織，光何合產物不夠本身需要之葉片、根尖)、貯藏器官如枝幹和根、生殖器官如花、果實及種子等(Keller 2010)。

以葡萄為例說明光同化產物之分配(allocation)與分佈(partitioning)相關之生理調節。

(一) 分配(allocation)：係指葉片調節光同化產物到葉片內不同代謝途徑之過程，包括利用(utilization)、貯藏(storage)和運輸(transport)等。

1. 利用(utilization)：葉片固定的碳利用在呼吸作用，用於buliding blocks 以產生其他細胞代謝和生長的成分如胺基酸等。
2. 貯藏(storage)：葉片所固定的碳在日間轉變為澱粉並貯藏在葉綠體，做為夜間或環境限制光合作用時可再移動至適當的貯藏器官。
3. 運輸(transport)：固定的碳轉變為蔗糖暫時貯藏在液泡或輸出至積貯器官，供給後續生長發育之所需。

(二) 分佈(partitioning)：輸出同化產物經由篩管細胞間不同膨壓梯度在不同之器官間稱之，包括近軸(proximity)、連接(connection)、干擾(interference)、交流(communication)、競爭(competition)及發育(development)等生理現象及過程都會影響光同化產物之分佈。

1. 近軸(proximity)：靠近基頂成熟葉片輸出同化產物到生長點，較基部供應葡萄果穗及永久的組織，中間葉片則向基部或頂端生長點二個方向輸出。

2. 連接(connection)：光同化產物供應直接連接的維管束，諸如葉片合成之同化產物將供應葡萄枝梢同側的果實和花。
3. 干擾(interference)：正常的運移途徑受到受傷或修剪等操作的影響，造成運移途徑之改變，而此時維管束間相互連結(interconnection)提供替代的途徑。田間栽培管理之園藝操作如樹冠的管理及去頂、果實採收、環狀剝皮等均會影響植株光同化產物正常運移之途徑。
4. 交流(communication)：果樹的營養與生殖生長之間需要互相平衡，同一植株不同營養生長之間，諸如枝梢和根生長亦需平衡。不同器官間會受壓力梯度、營養及植物荷爾蒙調節相互影響，例如去頂減少auxin之合成及訊息傳導，可促進同化產物輸送到果穗。
5. 競爭(competition)：快速生長積貯器官具有競爭光同化產物的能力，積貯器官的數量也會影響同化產物之運移。增加枝、果實的數量限制果實的擴展，栽培的操作利用植物生長調節劑如處理GA可增加果實競爭同化產物的能力。
6. 發育(development)：植物不同發育階段積貯器官會改變，初期為枝梢生長點。開花前花穗非重要積貯器官，摘心及環狀剝皮改善著果。著果後果實成為主要的積貯器官，葡萄果粒硬核期後轉變，基部的葉片光同化產物輸出到基部等，都是光同化產物運移受發育影響之結果。

結語

果樹生產是以收穫果實為目的，能瞭解光同化產物之運移及分配，將有助於生產者對於其作物相關栽培及生理特性間作明智的決定。如果生產過程中利用栽培技術或其他管理方法調節生產，則對於生產季之中不同的生育時期，器官與器官之間對光同化產物競爭等，都應作適當的考量，以達到最大的經濟生產量與最大之收益。

參考文獻

1. 張致盛。2001。落葉果樹光合成產物之運移。興大園藝26(1): 1-13。
2. Keller, M. 2010. Partitioning of assimilates. In: The Science of Grapevines. Anatomy and Physiology.pp:125-158. Elsevier Press. London.
3. Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Traslocation in the Phloem. In：Plant Physiology. pp.222-252. Fourth edition. The Benjamin/Cumming Publishing Company Inc., California.
4. Yamaki, S. 2010. Metabolism and accumulation of sugars translocated to fruit and their regulation. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 79(1): 1-15.

免洗米簡介

洪梅珠

摘要

日本對於免洗米的碾製技術、品質檢驗及其在產業上之應用均有深入的研究，並已獲具體成果，目前日本“免洗米”的市場佔有率已超過25%，而台灣對於免洗米的研究則相對缺乏，因此本文先就日本“免洗米”的相關資訊加以介紹，讓國人對免洗米有進一步的了解，進而供為國內業者發展免洗米之參考。

前言

2005年京都議定書生效後，環保相關議題成為世界各國積極推展的重要政策，為善盡地球環保的責任，今後各項產業的生產模式，宜以節源及減少污染為重點，每一個國民如能在日常生活中，養成節源環保的習慣，才能改善生態環境，締造環保型的社會。國內水源原本相當有限，如何開源節流早已是受到關注的議題，而國人平常煮飯，均有洗米的習慣，洗米不但要用水，洗米後廢棄的水中亦含有相當的固形物質，排放進入下水道後，對環境亦造成相當程度的污染。免洗米強調不用洗米就可以直接烹調，不但省水又可避免造成環境污染。日本對於免洗米已有深入的研究，其技術發展歷程亦值得作為借鏡，故本文先就日本的“免洗米”加以介紹。

內容

一、免洗米的製造

在日本一般所稱的免洗米指的是「不需要洗米，直接就可煮的米」。目前日本免洗米的製造方法大致有以下4種：

1. 米糠法(BG精米製法，B：Bran , G：Grind)
   此法宣稱不添加水，也不添加任何東西，只是利用原殘留在米粒表面的米糠具有的黏著性，讓米粒淨潔的方法。
2. タピオカ法(NTWP製法，Neo Tasty White Process的簡稱)
   此法是先加少量水，加壓攪拌，使與殘留在米粒表面的米糠混成一體，再利用タピオカ澱粉粒吸附，使米粒淨潔的方法。
3. 水洗式製法
   用水在短時間內將殘留在白米表面的米糠除去，然後在短時間內將米乾燥，乾燥後的白米即為免洗米。
4. 研磨式製法(用刷子、不織布等)

使用特殊的刷子或不織布等，除去殘留在米粒表面米糠的方法，製造免洗米時不需要加水，亦稱為乾式研米法，此法的機械設備較便宜，多數使用在小規模生產。

二、免洗米的優點

NPO法人全國無洗米協會指出，該協會認証的免洗米具有以下的優點：

(一) 減少環境污染

1. 沒有洗米水排出

2. 減少能量消耗及CO2排出

免洗米在製造時所消耗的能源，是污水場處理排放出來洗米水所需能源的二分之一以下，製造免洗米產生的CO2也僅為污水場處理洗米水時排出CO2量的三分之一。

3. 副產品再利用

NPO法人全國無洗米協會認証的免洗米，在加工時產生的米糠，全量作為飼料及有機肥使用，在循環型農業中充分被利用。

(二) 省水省錢

3人的家庭一天米的消費量約450g(三杯米)，平均洗米用掉4.54公升的水，若改用免洗米，一個家庭1年可省1,657公升水，同時省水費約548日幣。

(三) 省時方便

免洗米省去了洗米的時間，無論是老人或小孩都能簡易上手，對單身在外的上班族使用上亦極為方便。

(四) 經濟實惠

一包5公斤的普通白米，米粒外層約含0.15公斤的米糠，故消費者實際只吃到4.85公斤的米。但5公斤的免洗米消費者實際仍吃到5公斤的米，故免洗米較經濟實惠。

三、免洗米的食味

NPO法人全國無洗米協會認為免洗米的食味應與一般白米相同，實際上，米飯好吃與否，與原料糙米的產地、品種、產期有密切關係。但因免洗米製法之不同，造成米粒表面的狀態及殘留米糠量的情形有差異，這些因素亦會影響到免洗米的食味。此外，煮免洗米時的加水量，亦是影響免洗米口感的重要因素之一。

四、免洗米的貯存性

米糠因為含有脂質，所以易氧化劣變，免洗米因為表面的米糠已完全去除，所以理論上較不易氧化，食味劣變速度較慢。

五、免洗米的價格

日本市售免洗米的價格平均1kg比一般白米高20円日幣，但為了推行環保概念，鼓勵購買免洗米起見，有些免洗米的價格甚至與一般米相同。

結語

日本發展免洗米的初衷是為了環保，但因不同的製造方法也使用了不同的添加物，在消費端雖可節省用水，但在製造端卻也產生新的廢棄物，日本對其產生的廢棄物均有再處理。目前國內廠商引進的免洗米設備屬於水洗式製造法居多，其製造過程會有廢水產生，日本對此類廢水的處理方式可供為國內參考。

日本的免洗米目前並無國家檢驗標準，而是由NPO法人全國無洗米協會及社團法人日本精米工業會各自訂定免洗米的認証基準，並接受委託認証，符合其標準的免洗米，就各自發給認証標章，雖然二者的認証基準不同，但從認証的標章，仍可知其至少符合某種標準。我國目前市場上已有販售免洗米，但國內至今仍無免洗米的檢驗標準，為確保國內免洗米的品質，維護消費者權益，建議應儘速建立國內免洗米的檢驗標準。

參考文獻

1. 特定非営利活動法人全国無洗米協会編　2007　無洗米推廣手冊 p.1~10。
2. 相子清造　2006　無洗米の衝撃　p.1~326　株式会社旭屋出版。
3. 財団法人日本土壌協会　2003　無洗米と普通米の環境影響評価(その1) p.1~12。
4. 財団法人日本土壌協会　2004　無洗米と普通米の環境影響評価(その2) p.1~12。
5. 特定非営利活動法人全国無洗米協会　2003　無洗米の節水效果　p.1~4。
6. 特定非營利活動法人全国無洗米協会　2003　無洗米規格に関する濁度基準値の改定について　p.1~3。
7. 特定非営利活動法人全国無洗米協会　2005　家庭に定着した無洗米　p.1~4。
8. 社団法人日本精米工業会　2007　社団法人日本精米工業会の事業活動のあらまし　p.1~4。
9. 米穀公正取引推進協議会　2003　米穀の品質表示ガイドラインの制定について　p.1~5。
10. 社団法人日本精米工業会　2001　無洗米の製造に関する指導指針について p.3~8。
11. 社団法人日本精米工業会検查·広報部　2007　第9回消費者アンケート調查結果~無洗米について~　精米工業　223：50~55。
12. 福岡パールライス株式会社2008よくわかる無洗米　Q&A　p.1~7。
13. 福岡パールライス株式会社　2008　工場視察研修資料　p.1~6。
14. 横江未央、川村周三、樋元淳一、伊藤和彦　2005　無洗米の品質特性と貯蔵性(第1報)普通精米および調製法の異なる無洗米の品質特性と貯蔵性　農機誌

67: (4)113~120。
15. 横江未央、川村周三、樋元淳一、伊藤和彦　2005　無洗米の品質特性と貯蔵性(第2報)高歩留無洗米の品質特性と貯蔵性　農機誌67(4): 121~125。
16. 横江未央、川村周三　2008　精米の賞味期限の設定(第1報)貯蔵中理化学特性の変化　農機誌70(5): 55~62。
17. 川村周三、横江未央　2007　田んぼの稲が白いご飯になるまで―無洗米の品質特性と貯蔵性　精米工業227: 9~13。
18. 特定非営利活動法人全国無洗米協会　2007　ここまで進化した無洗米　無洗米セミナー　p.1~5。

影響盆花採收後品質的因子

洪惠娟

摘要

在國際貿易頻繁的現在，在臺灣的花市買到的杜鵑盆花可能是丹麥或比利時進口，在美國市場裏的蝴蝶蘭有1半以上來自臺灣，這些植物遠渡重洋後如何維持良好的品質，與數十年來採收後處理技術進步有關。盆花的觀賞壽命和品種及栽培管理、貯藏(運輸)條件、擺放環境等採收前、後因子有很大的關係，同時也受到乙烯很大的影響。因此能夠成功進行國際貿易，品種選擇是第一步，栽培管理包括肥料、水份、光線都必須依照植物的需求以及後續的貯藏運輸進行調整。適當的貯運條件關係到貿易成敗的關鍵，熱帶植物必須注意寒害、併櫃時必須慎選需求相同的植物或產品。成功運送到目的地後，產品應如何處理才能迅速恢復品質，販售時應該放在哪一種環境最適當、消費者買回來的植物該如何管理。這些都是影響盆花品質的因子，也是植物能否成功成為商品的關鍵。

前言

當花卉的消費市場逐漸趨於成熟時，盆花的消費將逐漸與切花的消費達到相同的比重，意味著盆花在市場的重要性也日增。在國際貿易頻繁的現在，在臺灣的花市買到的杜鵑盆花可能是丹麥或比利時進口，在美國市場裏的蝴蝶蘭有1半以上來自臺灣，這些植物遠渡重洋後如何維持良好的品質，與數十年來採收後處理技術進步有關。影響盆花採收後品質的因子眾多，包括品種及栽培管理、貯藏(運輸)條件、擺放環境等，各因子間也會相互影響，最終決定了產品的採收後品質以及該作物是否能夠成為國際貿易的商品，或只能進行區域性的生產與銷售。

內容

一、貯運溫與時間

Tijskens等人將20種盆花以6個貯運時間(1-21天)和6個溫度(5-30℃)進行測試，在較短的貯運時間內植物能忍受的溫度範圍較廣，而種類之間有很大的差異，聖誕紅、非洲堇和秋海棠等不耐運輸，王蘭、長壽花、變葉木等可忍受的溫度範圍較廣也較耐長時間的運輸，火鶴花和秋海棠在5℃溫度下因為寒害而不耐運輸。蝴蝶蘭*Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3'帶介質及裸根植株於15、18、21及24℃下貯運6至30天，失重率以24℃最高，且裸根貯運植株失重情形較為嚴重，裸根植株根部活性於24℃下，活力下降情形最顯著。蝴蝶蘭*Phal.* Mystik Golden Leopard

'KHM195'、*Phal*. Pinlong Cinderella 'KHM209'及*Phal*. I-Hsin Cream 'KHM246'帶介質植株於12℃下貯運，均有寒害現象產生，且葉片葉綠素含量亦呈下降情形(王等人，2006)。因此為確保盆花的採後品質，首先須找出最適當的貯運溫度與時間。

二、品種

Dijk and Barendse以14個聖誕紅品種在15℃經過7天黑暗的模擬貯運後進行觀賞品質測試(400lux，日/夜溫20/15℃，相對濕度60%)，Lilo和Steffi有較長的觀賞壽命，而Groji僅有1天的觀賞壽命，14個品種的平均觀賞壽命為3天。造成品質劣化的原因包括了葉片黃化以及葉片、花序和苞片脫落等(Nell *et al*., 1995)。在迷你玫瑰盆花品種中`Vanilla'相較於`Goldy'、`Safari'、`Champagner'和`Amber'等品種有較長的觀賞壽命及對乙烯的抗性(Muller *et al*., 2001)。

三、貯運前因子

1. 栽培管理

調查12個栽培者所生產的聖誕紅`Angelika'觀賞壽命分別為4-10天，經過15℃、7天黑暗的模擬貯運後觀賞壽命降為2-9天，平均觀賞壽命由7天降為5天，調查中發現不同栽培者所生產的聖誕紅`Angelika'對模擬貯運的處理反應差異很大，一般而言經過模擬貯運會縮短觀賞壽命，但有3位栽培者的產品反而有較好的表現，也有3位栽培者的產品原先觀賞壽命高於平均值，但經過模擬貯運後大幅降至平均觀賞壽命或以下(Dijk and Barendse, 1991)。

2. 肥料

Hell and Hendriks以新幾內亞鳳仙、玫瑰和聖誕紅為材料，調查施肥量及氮肥種類對採收後特性(落蕾與落葉情形)及根系之影響，發現適當的肥料量對品質有很大的影響，用量不足觀賞品質不佳，而過量則造成根系受損進而影響觀賞命，硝酸態氮較銨態氮佳。

3. 光馴化處理

在光度240、480和720 $\mu Em^{-2}s^{-1}$下栽培的鵝掌藤，經過0、3、6、9或12天的黑暗貯運後於室內擺設12週，經過6天以上黑暗貯運的植株室內擺設12週後以240 $\mu Em^{-2}s^{-1}$下生長的品質會比高光度下生長的植株佳(Batson and Blessington, 1983)。Pass和Hartley(1979)在4種光度下(14、29、38和70 $\mu Em^{-2}s^{-1}$，日長14小時)量測Brassia、Nephrolep和Epirpremnum的淨CO2交換、暗呼吸、光補償點和光馴化速度，發現這3種植物在馴化過程中CO2吸收增加、暗呼吸下降，使光合作用效率增加，經過7個月的馴化，光補償點降低1.4-5.0倍。

四、貯運後因子

沈等人(2007)試驗發現蝴蝶蘭貯運前不需進行光合馴化處理，20℃之長期貯運溫度貯運後直接於催花溫室中進行光合馴化0-2週與催花工作，不影響植株之開花之品質。與林和李(1998) 研究結果涼溫催花期間的光度為影響蝴蝶蘭開花品質的關鍵受光期相同。

Mulderij(1991)以垂榕測試擺設環境光度(1.5、3.0、4.5或6.0W/m^2)對觀賞壽命

影響，結果不論是否經過模擬貯運，擺設環境光度提高至6.0 W/m^{2}時會有較長的觀賞壽命。

結論

盆花採收後壽命受到栽培管理、貯運條件、作物種類和品種、光馴化及擺設環境等多重因子的影響，各因子間也會相互影響，最終決定了產品的採收後品質以及該作物是否能夠成為國際貿易的商品，或只能進行區域性的生產與銷售。近10年來蝴蝶蘭已取代聖誕紅成為最大宗的盆花，不但是因為蝴蝶蘭有豔麗多變的花色，更具備了觀賞壽命長、對逆境耐受性高等特性，經多年的研究其基礎生理資訊充足，也使其更具競爭力，同時也可做為其他蘭屬植物之研究參考。

參考文獻

1. 王毓祥、陳俞妙、沈再木　2006　貯運溫度及時間對帶介質蝴蝶蘭植株貯運及生長之影響　臺灣園藝　52:311-320。
2. 沈再木、許世弦、陳葦玲、王毓祥　2007　貯運前後光合馴化對帶介質蝴蝶蘭植株長期貯運後開花之影響　臺灣園藝　53: 313 -321。
3. 林育如、李咋　1998　蝴蝶蘭涼溫催花前後之光需求　臺灣園藝　44: 463-477。
4. 侯雋言　2008　貯運條件對蝴蝶蘭植株生理及貯後品質之影響　國立台灣大學碩士論文。
5. 洪惠娟　1998　貯運及貯運前後環境對蝴蝶蘭抽梗與開花品質之影響　國立台灣大學碩士論文。
6. 黃肇家、黃錦杰　2007　蝴蝶蘭海運外銷　p.109-120　蝴蝶蘭栽培 嘉義大學嘉義　臺灣。
7. 黃肇家、黃慧穗、蔡金玉、姚秋嫻　2012　蝴蝶蘭長程海運技術研究之應用與改良　2011年花卉研究團隊成果發表會專刊: 9-23。
8. Batson, D. B. and T. M. Blessington. 1983. Influence of production light levels on long-term effects of dark storage on the postharvest keeping quality of *Schefflera arboricola*. HortScience. 181(1):82-83.
9. Borch, K., M. H. Williams and L. Hoyer. 1996. Influence of simulated transport on postharvest longevity of three cultivars of miniature potted rose. Acta Hort. 424: 175-180.
10. Dijk, A. van and H. Barendse. 1991. Determining keeping quality of pot plants. Acta Hort. 298: 267-273.
11. Hell, B. ter and L. Hendriks. 1995. The influence of nitrogen nutrition on keeping

quality of pot plants. Acta Hort. 405:138-147.
12. Leonard, R. T., T. A. Nell and J. E. Barrett. 1995. Effects of production and postproduction factors on longevity and quality of potted carnations. Acta Hort. 405: 356-361.
13. Mulderij, G. E. 1991. Influence of postharvest light level on leaf drop and leaf necrosis of Ficus benjamina 'Starlight'. Acta Hort. 298: 153-159.
14. Muller, R., B. M. Stummann and A. S. Andersen. 2001. Comparison of postharvest properties of closely related miniature rose cultivars(*Rosa hybrida* L.). Scientia Hort. 91: 325-338.
15. Nell, T. A., R. T. Leonard and J. E. Barrett. 1995. Production factors affect the postproduction performance of Poinsettia - a review. Acta Hort. 405:132-137.
16. Pass, R. G. and D. E. Hartley. 1979. Net photosynthesis of three foliage plants under low irradiation levels. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:745-748.
17. Tijskens, L. M. M., M. Sloof, E. C. Wilkinson and Doorn, W. G. van. 1996. A model of the effects of temperature and time on the acceptability of potted plants stored in darkness. Postharvest Biol. and Technol. 8: 293-305.

作物試驗之一般統計分析方法

楊嘉凌

摘要

農業研究者處理作物試驗資料，可利用如Microsoft Office Excel套裝軟體統計工具，對資料進行簡單之初步分析。然而較複雜之複因子試驗資料則多利用如SAS、SPSS、STATISTICA等功能強大的統計分析軟體，惟對一般使用者而言具有考驗。作物試驗資料分析，一般先將資料進行變方分析以判斷處理效應是否顯著，再分析解釋各效應性質或進一步進行平均值多重比較，惟多數的農業試驗研究，若再以迴歸分析進行估計反應曲線或反應曲面之結果與訊息較理想。

前言

作物試驗經常對蒐集資料進行各種統計分析，研究者處理資料大多使用較簡單之統計描述，繪製各種圖表，或進行t檢驗、變方分析、相關分析、迴歸分析等較不複雜的方法。利用現有之Microsoft Office套裝軟體工具，其簡明快捷且易學易用，若精通其資料管理及分析技巧(譬如t檢定、F檢定、變異數分析、相關及迴歸分析)，並注意應用上的限制，便足以應付試驗資料的基本統計分析，惟其僅略為解決部份的資料分析。較複雜的複因子試驗或多變量分析，Excel分析工具較不易有精確度。部分統計分析軟體，如SAS、SPSS、STATISTICA等軟體之統計分析功能強大，惟非短時間能學會。本文即介紹EXCEL與SAS分析軟體之簡單操作流程，提供本場同仁參考。

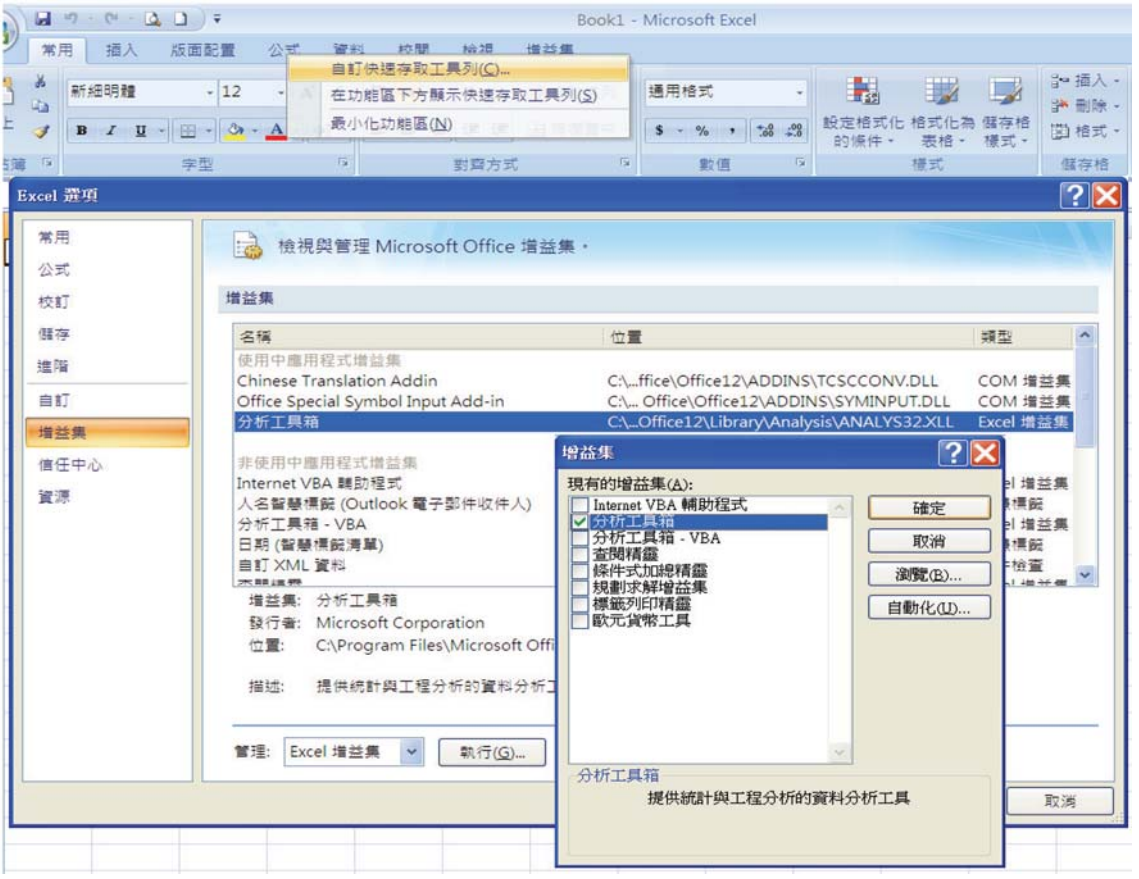
內容

一、Excel視窗下進行資料分析：

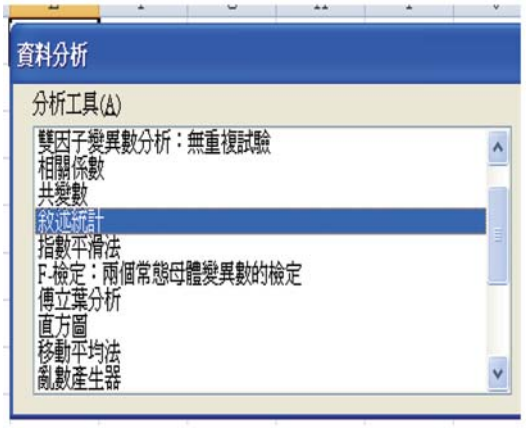
當進行資料分析之前，於Office Excel視窗下進行「分析工具箱」之安裝步驟如下，以便日後統計分析之使用。

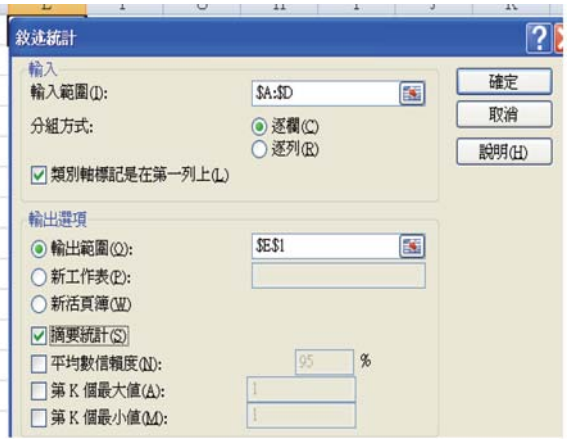
(一) Microsoft Office 2003版本：Excel畫面上方快捷鍵，選擇「工具」/「增益集」，「增益功能」勾選「分析工具箱」。

(二) Office 2007版本：Excel畫面，上方快捷鍵-按右鍵，選按「自訂快速存取工具列」，左欄選取「增益集」，勾選「分析工具箱」。如下圖所示。



Microsoft Office EXCEL之分析工具(如下圖所示)，可對試驗資料進行變異數分析(變方分析，ANOVA)、相關係數、敘述統計、F-檢定、t檢定、迴歸分析等。





EXCEL之變異數分析針對單因子試驗資料為主，其分析工具之「單因子變異數分析」係分析CRD(完全逢機設計)且不等重複之資料，「雙因子變異數分析：

重複試驗」係分析CRD且等重複之資料，而「雙因子變異數分析：無重複試驗」可分析單因子之RCRD(逢機完全區集設計)資料，惟皆未提供變方分析後處理間之差異顯著性分析(呂等，2005)。由EXCEL之「敘述統計」，可得到1組試驗資料之平均數、標準誤、變異數、標準差等基本統計量。

「F-檢定」係測驗2組試驗資料之變方差異性。「t檢定」可進行2組試驗資料平均值之差異性測驗，惟需注意其資料分布之特性進行。2組試驗資料若來自同一來源、相同族群或互有關連，例如同一批作物植株於噴灑農藥前後之病斑面積差異比較、同一批土壤樣本分送2個不同化驗室進行PH值測定等，由於樣本成對，因此採用「t檢定：成對母體平均數差異檢定」；若2組試驗資料互為獨立無關連，譬如2種不同肥料對作物產量差異性比較、兩個不同品種間之產量差異比較等，則採用「t檢定：兩個母體平均數差的檢定」，惟2組樣本之觀測值個數未必相同，須先進行F-檢定2組樣本之變方是否相等，F-檢定若未顯著採用「t檢定：兩個母體平均數差的檢定，假設變異數相等」；反之，F-檢定若顯著，表示2組樣本之變方具差異性，則採用「t檢定：兩個母體平均數差的檢定，假設變異數不相等」，依此進行兩組資料之平均值差異性檢定(沈，1993)。

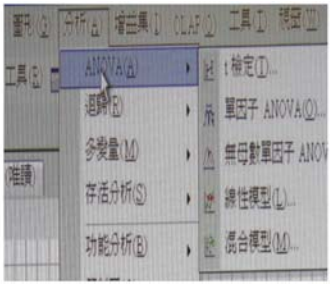
Microsoft Office EXCEL雖簡單方便，但仍有相當之限制，譬如變方分析僅限於單因子試驗，且分析後之多重比較並無直接分析工具，另須配合函數與公式；相關分析無法跨欄指定不同變數，顯著性測驗得配合函數與公式之步驟較繁瑣；迴歸分析之自變數欄位須連續，且僅能分析至16個自變數亦不可有缺值，其輸出結果之標準化殘差並不正確等。

二、SAS-EG(Enterprise Guide)視窗下進行統計分析：

本場係透過農委會資訊中心申請SAS使用帳號及密碼，安裝程式後以連結到農委會SAS伺服器進行統計分析之操作。SAS-EG版本使用視窗操作介面，讓使用者充分運用其強大功能且以拖、拉、點、選方式即可進行統計分析及統計報表之製作，而不用再編寫SAS程式碼。

利用SAS-EG進行統計分析，先將蒐集之試驗資料建立成EXCEL檔案格式較為便利。一般操作流程於開啟SAS-EG畫面後，按取「檔案」下拉對話框之「匯入資料」，開啟已建立於「本機電腦」之EXCEL檔案的某個工作表，即可匯入SAS畫面進行分析(如下圖所示)。惟SAS係依據EXCEL工作表之各欄位進行資料讀取，EXCEL工作表即應將試驗資料建立完備，「各欄位」應清楚表示試驗之各別處理、區集或性狀資料等，欄位title盡量勿以中文輸入避免SAS讀取錯誤或產生亂碼。

匯入EXCEL資料後，即可於SAS視窗進行分析工作(如下圖)。按取「描述」可分別進行「摘要統計」得出資料之基本平均值、變方、標準差等；「分佈分析」顯示常態分布型資料等。按取「圖形」可對資料建立長條圖、圓形圖、雷達圖及曲面圖等圖形。按取「分析」可進行「ANOVA」得出資料之t檢定、單因子變方分析、線性與混合模型(複因子變方分析)等結果，亦可對資料進行「迴歸」、「多變量」等較複雜之分析。



SAS工具雖具有拖、拉、點、選之便利性，惟使用者仍應先具備試驗資料經統計分析結果之瞭解程度，即必須先了解試驗進行之目的與田間設計之佈置情形，由得到之試驗資料經SAS分析流程得到良好的變方分析模型結果(表一)，才具有相當可信度。

表一、一般試驗設計變方分析之變因及自由度

單因子RCBD		雙因子RCBD		裂區RCBD	
變因	自由度(df)	變因	自由度(df)	變因	自由度(df)
區集(n)	n-1	區集(n)	n-1	區集(n)	n-1
處理(a)	a-1	處理(a)	a-1	處理(a)	a-1
		處理(b)	b-1	機差(Ea)	(n-1)(a-1)
		交感(a*b)	(a-1)(b-1)	處理(b)	b-1
				交感(a*b)	(a-1)(b-1)

本文就一般單因子試驗之逢機完全區集設計(RCBD)，茲舉一例介紹SAS-EG之變方分析(ANOVA)流程。下圖所示係進行a、b、c、d等4個處理(tre)共4個區集(rep)的性狀(percent)資料。

1. 由SAS-EG視窗點按「檔案」之「匯入資料」，讀取並匯入EXCEL檔案，點按2次出現下圖左方之資料工作表，查閱輸入資料是否正確。
2. 點選「分析」功能表「ANOVA」之「線性模型」，出現下圖右方之「線性模型」對話框，依次進行工作角色、模型、多重檢定、繪圖等功能，以完成「分析」程序。
3. 工作角色：將指派變數tre及rep點按拉至分類變數(即試驗處理項)之下，指派percent至應變數(即試驗之性狀資料)之下。

4. 模型：點選「模型」出現下圖左方對話框，同時點選tre及rep拉至(點按)主要效果，交叉表示複因子試驗之因子交感項效果，本文例子僅單因子試驗，不用再點按交叉、巢狀或因子等效果。
5. Post Hoc檢定：變方分析後進行處理間平均質差異性比較，點選Post Hoc檢定下之「算術」，出現下圖右方對話框，在「要估計的效果」下方先點按新增，會在「平均值檢定的選項」出現對話框，點按「要使用的類別效果」下之tre，將原設定之「False」點按為「True」，點按「比較」之比較法，將原設定之「預設值」點選「成對t檢定(即LSD比較)」，其他選項於本例子可省略跳過。

6. 基本上「線性模型」對話框進行至此，已具有變方分析及平均值比較之結果，接著之標繪圖、預測與標題等選項視使用者需要與否，最後點按右下方之儲存或執行。點按執行後，出現下圖左方之分析結果。
7. 至於變方分析結果之輸出格式，可先於SAS-EG主畫面之「工具」選單下方的「選項」，開啟如下圖右方之「選項」視窗，選取「結果」選單勾選HTML、PDF等格式，一般以可複製於Office Word並編輯的HTML格式較佳。

結語

由作物試驗資料進行統計分析，一般係先將資料進行變方分析以判斷處理效應是否顯著，然後再進一步分析資料，以解釋各效應的性質(Steel and Torrie, 1980)。根據統計教科書或期刊雜誌，若變方分析之處理效應顯著，即選擇一種多重比較方法來判斷那幾個處理平均值間有顯著差異；其中最常見 Fisher的最小顯著差異法(LSD)及Duncan的多變域測驗法(MRT)。其實這種分析程序只適用各處理變級間無特定關係，即定性處理試驗資料，如品種或除草劑篩選試驗，該等試驗目的係於其中選取較佳處理。有關多重比較被誤用問題，國外已有許多報告提出警示，並提供正確可行的方法。然而反觀國內，多重比較被誤用情形仍屢見不鮮，對試驗結果的解釋影響甚大(呂，1990；蔣，2006)。其實大多數的農業試驗研究，其他統計方法要比多重比較法可提供更正確而豐富的資訊(魏等，1997)。過去認為可以使用Duncan多變域比較法的場合，反不如利用迴歸分析估得反應曲線或反應曲面較理想，因為由迴歸分析得到的訊息絕對要比Duncan多變域比較法為多。

參考文獻

1. 呂秀英　1990　多重比較方法之使用與誤用　科學農業　38:177-181。

2. 呂秀英、魏夢麗、呂椿棠 2005 用Excel解決農業研究資料統計分析的方法(二) t及F檢定 農業試驗所技術服務 64:30-33。
3. 沈明來 1993 試驗設計學 Pp617 九州圖書文物有限公司出版。
4. 蔣國司 2006 多重比較法在植物保護研究上之使用 植物保護學會會刊 48:259-268。
5. 魏夢麗、呂椿棠、呂秀英 1997 處理平均值間之差異也可以用圖示表達 農業試驗所技術服務季刊 8(4):20-23。
6. 魏夢麗、陳烈夫、呂秀英 2003 利用Excel進行農業試驗資料之統計分析的應用及限制 科學農業 51:63-70。
7. Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill, New York.

影響切花吸水性之內在因子探討

陳彥樺

摘要

切花(cut flower)是花卉生產中，數量最多且消費最大的項目。而切花瓶插品質影響其價值。大多數切花瓶插壽命限制因子為水分吸收，影響切花吸水性的原因可為外在環境，如溫度、相對濕度、光照以及乙烯等，另內在因子則包括植體木質部與葉片構造、維管束阻塞以及水份潛勢等。

木質部含有管胞(tracheids)、纖維(fiber)及導管(vessel)，水分經由木質部由下往上輸送。根據普瓦社依定律(Poiseuille's Law)，其輸送速率受到導管長度及管徑影響，管徑越大或長度越長則流動阻力越小。葉片構造如氣孔數量、氣孔密度、角質層厚度以及表層絨毛等皆可能影響蒸發散作用。當蒸發散速率大於水分傳送速率，則植物容易出現失水現象。植物可藉由調控氣孔開闔減少水分散失，角質層越厚或表層絨毛越多則蒸發散作用的阻力越大，是植物減少水分逆境的構造機制之一。

維管束阻塞(vascular occlusion)原因可能為花莖採收切剪產生癒傷反應，包括充填細胞、木栓質或木質素的增生以及乳汁黏液或樹脂的分泌等，另也可能因為微生物(細菌、真菌或酵母菌等)的增生而阻塞維管束並破壞導管組織。再者，切花採收前蒸散作用仍持續進行中，並形成向上的拉力以利水分輸送。截切時，切花失去由根部吸收的水分來源，當蒸散作用的拉力仍進行時空氣就易由截切面進入維管束，在木質部導管內形成氣泡或氣栓(air embolism)，因而影響到切花採收後插水的吸水性。

水勢(water potential)通常由滲透勢(osmotic potential)、壓力勢(pressure potential)及基質勢(matrix potential)所組成。滲透作用受到溶質濃度及壓力梯度影響而形成水分運移，因此切花碳水化合物含量會影響吸水性。碳水化合物(例如醣類)多，則滲透勢低，水分子自外界運移進入植體細胞，此為切花插水後水分吸收的趨動力之一。

前言

切花(cut flower)為國內花卉市場重要商品同時也是國際花卉市場主要貿易項目之一。切花的品質決定於鮮度，也就是消費者購買後的瓶插天數與觀賞價值。大部分切花瓶插壽命限制因子為水分逆境(water stress)。切花自採收那一刻起即開始失水，因為喪失水分來源且葉片蒸散作用仍持續進行著。故切花採收後應立即吸水，維持穩定的水分來源。然切花吸水性受到外在及內在因子影響以致植體水分

關係失衡。影響切花吸水性之外在因子包括溫度、相對濕度、光照以及乙烯等，內在因子包括植體木質部及葉片構造、維管束阻塞以及水分潛勢等。在此主要探討影響切花吸水性之內在因子。

內容

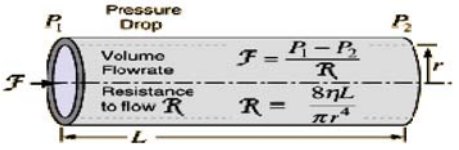
大多數切花瓶插壽命限制因子為水分吸收，影響切花吸水性的內在因子包括植體木質部與葉片構造、維管束阻塞以及水份潛勢等。

(一) 木質部及葉片構造(Xylem and leaf anatomy)

木質部含有管胞(tracheids)、纖維(fiber)及導管(vessel)，水分經由木質部由下往上輸送。根據普瓦社依定律(Poiseuille's Law)，其輸送速率受到導管長度及管徑影響，管徑越大流動阻力越小，流速則與長度呈反比。

普瓦社依定律(Poiseuille's Law)

$$F=\frac{\Delta P r^4 \pi}{8\eta L}$$



F:流速，ΔP:壓力差(P_1-P_2)，r:管半徑，π:圓周率，η (viscosity): 黏滯係數，L: 管長。

葉片構造如氣孔數量、氣孔密度、角質層厚度以及表層絨毛等皆可能影響蒸發散作用。當蒸發散速率大於水分傳送速率，則植物容易出現失水現象。植物可藉由調控氣孔開闔減少水分散失，角質層越厚或表層絨毛越多則蒸發散作用的阻力越大，是植物減少水分逆境的構造機制之一。

(二) 維管束阻塞(vascular occlusion)

1. 植物癒傷反應所增生的組織或分泌的汁液

維管束阻塞(vascular occlusion)原因可能為花莖採收切剪產生癒傷反應，包括充填細胞、木栓質或木質素的增生以及乳汁黏液或樹脂的分泌等。

2. 微生物孳生

微生物(細菌、真菌或酵母菌等)孳生會阻塞維管束並破壞導管組織。在切口底端約5~10公分之維管束，微生物孳生情形最嚴重，也造成切花吸水性不良。瓶插液中和維管束內的微生物數量或種類不見得相同。

3. 氣泡

切花採收前蒸散作用仍持續進行中，並形成向上的拉力以利水分輸送。截切時，切花失去由根部吸收的水分來源，當蒸散作用的拉力仍進行時空氣就易由截切面進入維管束，在木質部導管內形成氣泡或氣栓(air embolism)，因而影響到切花採收後插水的吸水性。

(三) 水勢(Water potential)

水勢(water potential)通常由滲透勢(osmotic potential)、壓力勢(pressure

potential)及基質勢(matrix potential)所組成。滲透作用受到溶質濃度及壓力梯度影響而形成水分運移，因此切花碳水化合物含量會影響吸水性。碳水化合物(例如醣類)多，則滲透勢低，水分子自外界運移進入植體細胞，此為切花插水後水分吸收的趨動力之一。

結語

影響切花瓶插壽命的限制因子為水分吸收，了解造成切花吸水性不良的原因就可理解現今採收後處理步驟程序或保鮮劑配方等其背後的動機了。切剪工具應消毒減少傷口的微生物感染，且採收時應避免傷口碰觸地面，而瓶插液應添加殺菌劑。採收後切花再次於水中截剪減少氣泡問題，並補充醣類以維持切花植體細胞的滲透壓，有助於水分運移與吸收。另針對癒傷反應刺激部分酵素(如catechol oxidase)活性，可於瓶插液添加金屬鉗合劑(如tropolone)以抑制該酵素的生理代謝，延長瓶插壽命。

參考文獻

1. Coker, T., S. Mayak and J. E. Thompson. 1985. Effect of water stress on ethylene production and on membrane microviscosity in carnation flowers. Scientia Horticulturae 27: 317-324.
2. Dixon, M.A., J. A. Butt, D. P. Murr and M. J. Tsujita. 1988. Water relations of cut greenhouse roses: the relationships between stem water potential, hydraulic conductance and cavitation. Scientia Horticulturae 36: 109-118.
3. Mayak, S., S. Meir and H. B. Sade. 2001. The effect of transient water stress on sugar metabolism and development of cut flowers. Acta Hort. 543: 191-197.
4. Put, H. M. C. 1990. Micro-organisms from freshly harvested cut flower stems and developing during the vase life of chrysanthemum, gerbera and rose cultivars. Scientia Horticulturae 43: 129-144.
5. Shtein, I., S. Meir, J. Riov and S. P. Hadas. 2011. Interconnection of seasonal temperature, vascular traits, leaf anatomy and hydraulic performance in cut *Dodonaea* 'Dana' branches. Postharvest Biology and Technology 61: 184-192.
6. Tyree, M. T. and F. W. Ewers. 1991. The hydraulic architecture of trees and other woody plants. New Phytol. 119:345-360.
7. Van Doorn, W.G., G. Groenewegen, P. A. van de Pol and C. E. M. Berkholst. 1991. Effects of carbohydrate and water status on flower opening of cut Madelon roses. Postharvest Biology and Technology 1: 47-57.
8. Van Doorn, W.G., D. Zagory, Y. de Witte and H. Harkema. 1991. Effects of vase-

water bacteria on the senescence of cut carnation flowers. Postharvest Biology and Technology 1: 161-168.
9. Van Doorn, W. G. 1997. Water relations of cut flowers. Hort. Rev. 18: 1-85.
10. Van Doorn, W. G. and N. Vaslier. 2002. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: roles of peroxidase and cathechol oxidase. Postharvest Biology and Technology 26: 275-284.
11. Van Ieperen, W., U. van Meeteren and J. Nijsse. 2002. Embolism repair in cut flower stems: a physical approach. Postharvest Biology and Technology 25: 1-14.
12. Van Meeteren, U. and H. van Gelder. 1999. Effect of time since harvest and handling conditions on rehydration ability of cut chrysanthemum flowers. Postharvest Biology and Technology 16 : 169-177.
13. Van Meeteren, U., L. A. Galarza and W.G. van Doorn. 2006. Inhibition of water uptake after dry storage of cut flowers: Role of aspired air and wound-induced processes in Chrysanthemum. Postharvest Biology and Technology 41:70-77.
14. Van Meeteren, U. 2009. Causes of quality loss of cut flowers-critical analysis of postharvest treatments. Acta Hort. 847: 27-36.
15. Williansom, V. G. and J. A. Milburn. 1995. Cavitation events in cut stems kept in water: implications for cut flower senescence. Scientia Horticulturae 64: 219-232.

水果採收及出貨之風險分析

戴登燦

摘要

本文主要在探討因應連鎖超市、量販店或便利超商之要求，農產品之集貨場應如何強化水果在採收及採收後產品處理之風險管控，以消除物理性、化學性及生物性之危害風險，並以產銷履歷驗證要求、有機驗證要求及GLOBAL G.A.P認證要求等，來通盤檢視目前各認驗證制度之風險管控現況，以提供相關生產者及農民團體參考，使其提升供貨農產品之安全與衛生，並保障消費者之健康。

前言

93年政府為協助農民有效排除農產品風險因素，降低環境負荷，以確保農產品安全與品質，特別開始試辦臺灣良好農業規範並訂定TGAP。雖然過去產銷履歷TGAP中有一些作物(如葡萄)的採收及採收後產品處理的風險評估，有針對作業人員的衛生、包裝作業場所、包裝資材及容器、搬運車輛、作業人員的衛生等提出分析及管制[3]，但評估還不夠全面。因為現況中，像種植番石榴的農民控管分級包裝作業用具、包裝資材、冷藏設備及集貨場等安全作業的比例僅在30%以下[13]。這是因為生產者認為參加產銷履歷成本高、耗工多、紀錄麻煩，消費者不重視及價格太低[11]。但也有參加產銷履歷驗證的農民，他的葡萄比其他吉園圃產品可多賣12.59元/公斤，也比未驗證產品高出38.71元/公斤[12]，可見更安全衛生的管理制度還是能為特定作物帶來一定的利益。

而在有機農產品方面，相關作業基準也有針對有機農產品及有機農產加工品之包裝、儲藏、運輸與配售，還有作物之收穫、調製、儲藏及包裝提出安全與衛生規定[2]，但比較偏重在化學性汙染，較少提到生物性及物理性汙染的防範及個人衛生的規定。因此還有39.5%消費者認為有機蔬果可能會受大腸桿菌汙染，需花大量時間沖洗[9]，而大腸桿菌可能分布在飲水、土壤、人體腸胃道中，將造成人體包括1.直接侵犯腸胃引起血便2.分泌毒素引起腸胃炎者3.發燒、全身溶血、出血、甚至急性尿毒症等3種健康危害[6]。

在國外，目前已有102個國家的生產農場參加GLOBALG.A.P.驗認，並在農場衛生、個人衛生、採收衛生、產品處理衛生及作業環境衛生方面進行嚴格的管制[5]，以減少生物性、化學性及物理性危害的風險。同時，聯合國糧農組織(FAO)也定義全球良好農業規範(GLOBALG.A.P.)為「一種方法可以對環境、經濟和社會的永續發展做出具體貢獻，並且用於安全健康的食品和非食品的農業生產」[10]。近來農委會為求與世界接軌，更參酌國內外相關GAP規範架構及內涵，以

GLOBALG.A.P.制度之控制點及符合性標準為範本，建立我國產銷履歷生產階段之共通作業基準，並提出栽培至採收、搬運的危害分析報告(4)，以強化「食品安全」、「環境保護」、「員工健康與安全」和「動物福祉」(8)。

內容

一、超市、量販店對農產品供應商之評鑑

在政府輔導及農民的努力下，農產品品質與產量日益提升，但卻需更多元的運銷管道來銷售這些產品。而目前除了直銷外，農民及農民團體也開始向連鎖超市、量販店或便利超商之中央廚房來供貨。由於以上通路在安全與衛生管理方面要求比批發市場更嚴格，甚至有些還要求須具備產銷履歷驗證(1)。因為驗證農產品能提高消費者信任，有利品牌建立與行銷(7)。

目前好市多連鎖超市已對供應商之設施管理、作業員衛生管理、生產設備管理、原料及生產流程管理、文書紀錄管理及其他等6大項進行工廠評核。其中生產設備管理的要求就包括：1.生產作業室內的目標照明度為300ｌｕｘ以上，2.使用防止玻璃破裂飛散的日光燈，3.各項設備未有髒污、發霉之情形，4.未有破損，5.排水溝未有阻塞、逆流之情形，6.未有結露之情形，7.執行防止異物掉入對策，8.破損、損傷的部分予以補修，9.去除剝落油漆與生鏽部分，10.會直接接觸食品的機械器具類，須確實執行防污處理，11.清掃用具未有髒污或傷痕，12.廠內的廢棄物容器，使用腳踏式容器。

而作業員衛生管理的要求包括：1.進入室內時，點檢記錄全員的手指、健康狀態、服裝，2.室外鞋與室內鞋不得混穿、利用水槽和擦鞋墊等將鞋底消毒殺菌、鞋子未查有髒污，3.設有溫水提供裝置，並且無須用手碰觸水龍頭即會自動供水，4.設有指甲縫清潔刷、消毒洗淨液、紙巾或紙巾機、酒精消毒洗手機、垃圾筒等，5.於出入口處設有防止毛髮掉入之設備、未有頭髮露出在外、口罩不得露出鼻子(包裝工程須配戴口罩)，6.制服不得有髒污，帽子與電石帽或著網帽雙重搭配使用、工作服沒有口袋，或是口袋被封起來，更衣室整理整齊並有進行清掃。

大潤發也對供應商之廠房及設施、廠區環境、生產設施和設備、清潔和消毒、維修、原料和組成、包裝、生產流程、包裝流程、成品管理、品質管理、安全和衛生、研發及管理等17項進行評鑑。例如包裝流程的要求包括：1.標準的生產流程，2.員工的知識和技能，3.危害的評估，4.作業檢查，5.儀器控制或檢測，6.異物監測(金屬、玻璃、有害化學品…)，7.重量檢查，8.不合格品管理，9.異常情況管理，10.產品檢查。安全和衛生的要求包括：1.制服，2.個人衛生，3.健康檢查，4.生產防護，5.安全設施，6.洗手設施，7.更衣室設備。因此，未來農產品供應單位必須學習如何讓農產品更安全，才能通過超市、量販店等通路商的評鑑而成為合格供應商。

二、採收與產品處理之危害分析

水果採收後會有集果、搬運、卸貨、檢貨、分級、包裝、保鮮、暫存、儲藏、品檢、搬運、交貨及運輸等作業。也會使用到以下器具或設備，1.器具：剪刀、果籃，2.設備：搬運車、作業台、輸送帶、選果機、貨車，3.設施 ：集貨場、冷藏庫，4.資材：套袋、紙箱。這些資材或設備的使用可能會造成一些汙染情形發生(表1)，最後導致消費者的健康受到影響，因此應予控管。

表一、水果採收及產品處理之風險

流程	物理性	化學性	生物性
採收	–採果造成果實機械傷	–容器受化學性資材污染	–容器受動物排泄物、泥土污染
	–容器受土壤、雜草、葉片、枯枝等污染		–腐爛果污染
			–有害昆蟲產卵
集果	–作業不當果實碰、壓傷		–集果過久（隔日）受鼠類及其他動物啃食造成污染
	–果實集果過程過長日曬產生呼吸熱累積		–有害昆蟲產卵
田間搬運	–運輸車受土壤、雜物、碎片污染	–運輸車輛與病蟲害防治、肥料車輛共同使用	–運輸車輛與有機肥料、家畜、廢棄物車輛共同使用
	–人員搬運不確實碰傷、摔傷	–運輸車輛潤滑油污染	
進場卸貨	–卸貨壓傷果品	–卸貨區受化學性病蟲害防治資材、油類、肥料及食品無法接受資材污染	–塑膠籃在卸貨過程中沾到異物，如泥土、小動物屍體等
	–包裝場卸貨區燈管破裂、壁癌或油漆剝落、地面灰塵揚起		–果品卸貨後遭受動物及動物排泄物污染
			–果品卸貨後遭受有害昆蟲污染
整理	–工具內含有雜質導致與果品污染	–工具遭受化學性資材污染	–作業期間遭受有害昆蟲污染
	–作業區燈管破裂污染果品	–作業期間遭受化學性資材污染	–作業期間遭受動物及動物排泄物污染
	–不良果以及其他雜物未徹底挑除		–作業人員健康不良與果品交叉污染

分級	–分級機受灰塵、雜質汙染	–合格果品與殘留農藥不合格品共同處理	–作業人員未戴口罩及膠質手套污染果品
	–分級機速度過快引起壓傷		–作業人員指甲過長碰傷果品
套袋	–包裝袋不清潔	–包裝袋不清潔含有食品無法接受化學性資材	–作業人員未戴口罩及膠質手套污染果品
		–作業環境遭受化學性資材污染	–作業環境遭受有害昆蟲污染
暫存	–搬運不確實碰、摔果品	–果品暫存後遭受化學性資材污染	–暫存區遭受動物及動物排泄物污染
			–果品堆放後遭受有害昆蟲污染
			–有害動物啃咬
貯藏	–溫度過高或過低	–貯藏倉庫中遭受其他化學物質交叉污染	–有害昆蟲污染
			–汙水倒灌
出貨檢驗		–農藥殘留安全容許量不符合標準	–病果未徹底挑除
			–作業人員未戴口罩及膠質手套污染果品
裝箱	–紙箱破裂強度不足	–包裝紙箱不清潔含有食品無法接受化學性資材	–作業人員未戴口罩及膠質手套污染果品
	–包裝紙箱不清潔	–作業環境遭受化學性資材污染	
	–作業區燈管破裂污染果品及資材		
出貨	–成品出貨區燈管或玻璃破裂導致與成品污染	–成品運輸車輛，裝車前遭受食品無法接受化學性資材污染，導致與成品交叉污染	–成品裝車前遭受有害昆蟲污染
	–成品運輸車輛，裝車前遭受碎石、玻璃、金屬污染，導致與成品交叉污染		
	–成品裝貨摔破包裝		
運輸	–裝貨綑綁不確實損壞包裝	–成品運輸中，遭受車輛中食品無法接受化學性資材污染	

三、農產品安全管制之符合性標準

(一) 產銷履歷驗證

在水果類TGAP中一般對採收與採後作業期間之化學性、物理性及生物性危害風險亦多有評估，並對危害之發生原因、因應對策及應保留之紀錄或應查核之表單也都有規定(表2、表3)，因此也漸漸受到連鎖超市及量販店的重視。

表二、葡萄TGAP採收作業之風險管控

項目	管理對象	危害因子	引發危害之原因	因應對策	憑證及紀錄文件	備註
採收作業（流程：採收）						
栽培管理	果實	●化學性—農藥	●未達安全採收期的果實殘留未分解的農藥	●正確的採收及搬運	●農藥殘留檢測報告 ●查核表	
	作業機具、搬運車輛	●化學性—油料	●農機具漏油污染採收物	●作業機具與搬運車輛的清潔與維護	●農機具保養紀錄 ●查核表	
	採收容器	●物理性—泥沙	●不清潔容器污染果實	●維持保存環境的清潔及處理上的衛生	●其他資材採購紀錄 ●查核表	

表三、葡萄TGAP採後處理與出貨運銷作業之風險管控

項目	管理對象	危害因子	引發危害之原因	因應對策	憑證及紀錄文件	備註
採後處理/出貨運銷作業（流程：採後處理、出貨運銷）						
	作業人員	●物理性—異物	●作業人員的衛生管理不良，導致污染	●維持衛生設備等的清潔與保養 ●作業人員的衛生訓練	●查核表	

採後處理場所	包裝作業場所	●物理性—異物	●包裝作業場所的清潔衛生管理不良，導致污損產品	●維持包裝作業場所的清潔與保養	●查核表	
	貯藏設備（含冷藏庫）	●生物性—病源、昆蟲	●貯藏設備溫溼度管理不當，昆蟲孳生 ●貯藏設備（冷藏庫）的衛生管理不當，有害昆蟲侵入	●維持適當的貯藏環境條件 ●徹底執行貯藏環境之檢查與管理 ●注意有害昆蟲之防治	●集貨場設施保養維修紀錄 ●查核表	
	包裝資材及容器	●化學性—農藥殘留	●不安全的包裝資材污染果實	●維持保存環境的清潔及處理上的衛生 ●採購安全的資材	●其他資材採購紀錄 ●查核表	
	搬運車輛	●化學性—油料 ●物理性—泥沙	●搬運車輛的衛生管理（清潔/保養）不良，污染採收物	●維持搬運車輛的清潔及保養	●車輛保養維修紀錄 ●查核表	

(二) 有機農產品及有機農產加工品驗證基準

有機農業在採收及採收後處理的安全衛生要求主要放在共同基準中，包括包裝、儲藏及運輸與配售[(2)]。以下為參加有機驗證之要求：

1. 包裝基準
   (1) 禁止使用含有殺菌劑、防腐劑、燻蒸劑、殺蟲劑、可遷移螢光劑、禁用物質和基因改造生物等之包裝材料及其他會汙染產品之包裝材料。
   (2) 儘量使用對人體無害之印刷油墨及黏著劑。
2. 儲藏基準
   (1) 有機農產品於儲藏過程中不得受到其他物質汙染，倉庫必須乾淨、衛生、無有害物質殘留，且未經禁用物質處理。

(2)有機農產品如與非有機農產品存放於同一倉庫時，應加以區隔並明確標示，以避免產品混淆。

3. 運輸與配售基準

(1)運輸工具於裝載有機農產品前應清洗乾淨並保持清潔，運輸過程中應避免受到汙染。

(2)有機農產品與非有機農產品一同運輸或配售時，產品須經妥善包裝及加以區隔並明確標示，以避免產品混淆。

(三) GLOBAL G.A.P.

在GLOBAL G.A.P.方面要求的部分有採收及產品處理兩大部分，除對場所、器具、車輛、容器之要求外，更強調人員衛生及衛生設備，以保證農產品的包裝處理環境安全及衛生。相關要求臚列如下：

1.採收

(1)採收一般要求

* 對採收與出農場大門前的運輸過程，應已執行衛生風險評估。
* 採收過程的衛生程序應有製作成書面文件。
* 對採收過程應已實施書面規定的衛生作業。
* 工作人員處理產品前，應受過特定的衛生訓練。
* 處理產品應執行避免產品污染的書面規定與程序。
* 採收用的容器與工具應予以清潔、保養及避免污染。
* 用於農產品採收後的運輸車輛應根據風險評估在必要時清潔並予以保養。
* 與作物直接接觸的採收工作人員，應可接近至乾淨的洗手設備。
* 在採收工作人員工作區附近應有乾淨的廁所。
* 產品容器應僅供產品使用。

(2)於採收地點進行最終產品包裝

* 考慮直接於田間、果園或溫室進行採收、包裝與處理衛生作業。
* 包裝後產品應可避免污染。
* 田間包裝的產品任何收集、儲藏及配送的地點，應維持在清潔與衛生狀況。
* 包裝資材存放，應有保護以避免汙染。
* 包裝資材的碎片或其它非產品的廢棄物，應自田間清除。
* 已包裝的產品存放於農場，應有溫溼度的控制(必要時)與相關的文件記錄。

2. 產品處理

(1)衛生原則

* 對包含產品操作衛生的採後作物處理過程，應已施行衛生風險評估。
* 產品處理應有製作書面的衛生程序。
* 採收作物處理過程的書面衛生程序或需求，應予以實施。

(2)個人衛生

* 工作人員在處理產品前，應已接受特定的個人衛生訓練。
* 工作人員應依照衛生指示處理產品。
* 工作人員們應穿著乾淨、符合操作目的且可避免產品受到污染的服裝。
* 抽煙、飲食、嚼口香糖和喝飲料等行為應限定在隔離產品的指定區域。
* 包裝場內有關工作人員與訪客的重要衛生指示，應用標識清晰陳列。

(3)衛生設備

* 工作區附近，應有乾淨的廁所與洗手設備可讓包裝場內工作人員使用。
* 應清楚的標示，告誡工作人員回去工作前要洗手。
* 應替工作人員設有適當的更衣設備。
* 應替工作人員的私人物品準備上鎖的存放設備。

(4)包裝與儲藏區

* 產品處理及儲藏設施與設備應清洗並保持乾淨以防止污染。
* 洗滌劑與潤滑劑等應存放於特定區域，以免對產品造成化學性污染。
* 起重機與運輸手推車應清潔與保養良好，類型應適當，避免受到排放廢氣的污染。
* 於包裝場區的格外品與廢棄材料應貯存於特定區域，並經常予以清洗與/或消毒。
* 在選別、稱重或貯存地區上方，應使用防破損燈具或裝設保護罩的燈具。
* 應備有處理玻璃與透明堅硬塑膠之書面作業程序，並就定位。
* 包裝材料應清潔，且存放於乾淨與衛生的條件。
* 應有限制動物接近的設施。

(5)品質管制

* 當產品包裝後並/或存放於農場時，應有溫度與溼度的控制(適用時)並予以記錄。
* 應備有量測與溫度控制設備的確認程序。

(6)害蟲控制

* 應有流程監控並更正包裝及存放區受到害蟲污染。
* 應有證據指出害蟲的監控及更正過程有效。
* 應備有詳細的蟲害控制的檢查與必要措施記錄，並保存之。

結語

採收後的安全與衛生作業是保證消費者食的安全中不可或缺的一環。而生物性、物理性及化學性之潛在風險應在生產及採收後多與評估及管控。以目前而言，產銷履歷與有機驗證皆有一部分的管制標準，但GLOBALG.A.P.具有較廣泛及嚴格的管制標準，是未來供應現代化通路農民應多學習的一套驗證制度。

參考文獻

1. 王泰元、孫孟維 2007 導入產銷履歷對生產單位之價值分析研究 農業資訊科技應用研討會論文集 pp48-61。
2. 行政院農業委員會農糧署 2009 農產品生產及驗證管理法暨相關子法彙編 台北 豐年社。
3. 行政院農業委員會農糧署 2007 葡萄良好農業規範 台北 中華民國物流協會。
4. 行政院農業委員會 2011 農產品產銷履歷指導手冊(草案) 台北 台灣認證基金會。
5. 江一蘆譯 2011 GLOBALGAP整合農產保證4.0版 台北 台灣認證基金會。
6. 林杰樑 台灣常見食物中毒 (http://www.greencross.org.tw/enviroment/bac_food.htm)。
7. 林慧娟 2010 台灣農特產品產銷履歷行銷策略之研究－以麥寮101榨菜為例 台灣大學農業經濟學研究所碩士論文台北。
8. 王聞淨 2012 健康四神湯－建構產銷履歷之安全農業體系推動成果及展望 健康美麗產銷履歷 農政與農情236: 6-9。
9. 涂鈺城 2009 以選擇模型評估消費者對蔬果標章的願付價格之研究 朝陽科技大學企業管理學系碩士論文 台中。
10. 黃貞綾 2009 全球良好農業規範(GLOBALG.A.P.)之初探-私人驗證制度引領全球農業發展方向 台灣新社會智庫。
11. 鄭秋桂 2009 台灣安全農業認驗證產品價差調查分析及政策建議之研究 台北 台灣農村經濟學會。
12. 戴登燦 2010 葡萄驗證效益之研究臺中區農業改良場特刊99號 p87-92。
13. 戴登燦 2011 番石榴農參加吉園圃的效益及合理的安全管理模式 臺中區農業改良場特刊108號 p95-116。

有機及傳統化學栽培之土壤有機質與若干化學特性之差異

蔡宜峰

摘要

農業經營過程中無論是有機栽培及傳統化學栽培，實行合理施肥以增進農田土壤肥力，適量供應作物吸收利用，以獲得理想的農產品產量與品質，是必要的農耕技術之一。一般探討合理施肥技術應包括肥料種類、施用量及施用期程等，而對於農田土壤肥力之分析評估方法，目前尚多以土壤有機質(碳)、氮、磷及鉀等含量為評估指標。惟現已有許多研究指出，施用肥料(尤其是有機質肥料)，對農田土壤肥力之影響效益，包括改善土壤理化性及增加土壤微生物及酵素活性等，且如能夠針對土壤有機碳組成劃分(fractions)及氮組成劃分加以深入分析評估，將更有利於建立合理施用肥料(尤其是有機質肥料)之評估指標。本文將探討有機栽培及傳統栽培下，包括土壤有機質(碳)含量、有機碳組成劃分及若干土壤化學特性之差異影響，以供日後不同栽培模式下合理施肥研究及應用之參考。

前言

有機農業理念為維護農業生產環境，確保農業永續經營，且可生產健康安全之農產品供消費者享用。所以有機農業(organic agriculture)涵蓋的範圍可包括生產管理系統和產品本身兩個層面，前者重於生產面的技術，稱之為「有機農法」(organic farming)；而後者稱為「有機產品」(prganic products)。有機農法的基本原理是設法讓土壤及作物本來的潛力充分發揮出來，以生產安全而又有生命力的農產品。有機農法應著重資源循環再生利用的原則，即必須掌握將有機廢棄物再生利用製作成腐熟堆肥之技術。且為將堆肥使用的效益發揮最大，即必須確實瞭解施用堆肥之目的及原則，並掌握合理正確的施用堆肥技術。

堆肥施入土壤中，必須經過微生物的分解作用，才能礦化釋出養分供作物吸收利用，同時也會影響到土壤理化性及生物性等。近年來有許多研究進一步探討有機栽培下，長期施用有機質肥料對土壤有機質(碳)及其劃分(fractions)，會與土壤氮含量等土壤肥力特性，以及作物吸收養分及生長等產生相關影響。因此，如能深入探討有機栽培及傳統栽培下，包括土壤有機質(碳)含量、有機碳組成劃分及若干土壤化學特性之影響，將能提供不同栽培模式下，相關合理化施肥技術之參考。

內容

一、土壤有機質(碳)含量

有機農業為遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，以達到生產自然安全農產品之目標。在有機農業生產過程中，注重加強自然資源的循環再利用，以期能兼具維護自然生態及提昇農業產能的多重效益。農田土壤有機質也是植物養分的寶庫，如氮、磷、硫及微量元素大都和有機質結合，施用有機質肥料具有增加土壤有機質含量的直接效果。因此，有機農業耕作系統中，農作物吸收的肥料成分主要來自於堆肥，當堆肥施入土壤中，經過微生物的分解作用，釋出肥料養分供作物吸收利用，同時也會影響到土壤理化性及生物性等。相較於化學栽培，有機栽培因長期施用堆肥可以增加土壤有機質(碳)含量，並增加土壤氮、土壤磷、鉀含量(表一)，其中在設施栽培情形下，無論是有機栽培及傳統化學栽培，長期施用肥料後，相較於露天栽培下，前者之土壤有機質(碳)、土壤氮、磷、鉀等含量更顯著增加。另土壤有機碳(質)含量與土壤微量要素含量，改善土壤團粒構造、保水能力與微生物活性等效益亦有密切相關性。

表一、不同栽培方式對若干土壤(0-10cm)化學特性之影響

Table 1. Soil chemical properties (0-10 cm) under different management systems

Treatment[1]	TOC (g/kg)	Total N (g/kg)	Olsen-P (mg/kg)	Exchangeable-K+ (cmol/kg)
ORG-OP	16.4±0.38b	2.01±0.05b	203.1±13.5b	0.73±0.03c
CNV-OP	7.77±0.04d	1.08±0.02d	31.6±1.21d	0.39±0.04d
ORG-GR	25.8±1.01a	3.30±0.14a	330.7±15.0a	1.23±0.07a
CNV-GR	9.29±0.13c	1.76±0.05c	73.4±7.33c	0.97±0.01b

[1] ORG-OP: organic management in open fields; CNV-OP: conventional management in open fields; ORG-GR: organic management in plastic tunnel fields; CNV-GR: conventional management in plastic tunnel fields. Source: Ge et al., 2011.

二、土壤有機碳劃分(fractions)

近年來多項研究指出，僅針對土壤有機碳(質)含量之分析評估，並不足以深入了解土壤有機質(碳)等土壤特性對作物吸收養分及生長之影響。有許多研究進一步探討施用不同栽培模式及長期施用堆肥對土壤有機質(碳)及土壤肥力特性因子之影響效應。例如例如針對長期施用有機質肥料可以顯著增加土壤有機質含量情形，可再區分出結構鬆散的腐植質含量(loose bound humic)略微增加，結構固定的腐植質含量(firmly bound humic)無顯著變化，結構緊密的腐植質含量(tighly bound

humic)增加明顯。由Santos等(2012)研究結果指出(表二)，土壤有機質(碳)含量以有機栽培6年(ORG)區較高，其次分別為有機栽培2年(TRA)及慣行化學栽培10年(CON)，以無農耕對照區較低，且分別在土層0-5cm及5-10cm有顯著差異，在10cm以下則差異不顯著。惟以土壤生質碳含量(soil microbial biomass C；MBC)而言，上述4級處理分別在土層0-5cm、5-10cm、10-20cm及20-30cm均有顯著差異。顯然利用土壤生質碳含量(MBC)更能夠有效評估不同栽培系統及施用不同肥料之效益。另有研究指出，長期施用有機質肥料是增加特殊型的土壤有機質(particulate organic matter; POM)，且較能代表土壤肥力之優劣，其中POM-C及 POM-N含量約分別佔土壤有機碳及全氮量之18.2%及13.3%(表三)。

表二、不同栽培方式對土壤有機碳含量、生質碳含量及其比值之影響

Table 2. Soil organic C (SOC), soil microbial biomass C (MBC) and MBC-to-SOC under different management systems

Treatment[1]	Depth(cm) 0-5	5-10	10-20	20-30
	SOC(g/kg)			
CON	3.63±0.9c	2.10±0.5d	1.98±0.8a	1.35±0.3a
TRA	10.33±2.1b	2.80±0.7c	2.07±0.6a	1.34±0.5a
ORG	14.09±3.3a	6.85±2.4a	2.13±0.5a	1.61±0.3a
NV	8.92±2.7b	3.94±1.2b	2.26±0.9a	1.59±0.7a
	MBC(mg/kg)			
CON	47.27±4.6c	35.27±5.2c	24.55±3.7c	8.75±1.4c
TRA	151.02±12.1b	75.54±8.1b	60.01±4.9b	31.45±5.8b
ORG	317.45±57.8a	143.45±11.9a	105.45±10.3a	103.09±9.1a
NV	145.23±15.3b	93.09±10.5b	63.84±5.4b	44.18±15.5b
	MBC-to-SOC ratio (%)			
CON	1.30±0.2b	1.68±0.3b	1.24±0.2b	1.59±0.2b
TRA	1.46±0.3b	2.42±0.4a	2.33±0.5a	2.35±0.5a
ORG	2.33±0.5a	2.10±0.2a	2.14±0.6a	1.77±0.2b
NV	1.63±0.4b	2.36±0.5a	1.96±0.3a	1.74±0.3b

[1] CON: conventional plot with 10years; TRA: transitional plot with 2years under organic farming system; ORG: organic plot with 5years under organic farming system; NV: A plot under native vegetation. Source: Santos et al., 2012.

表三、不同栽培方式之土壤C/N、POM-C/SOC及POM-N/ TN等比值

Table 3. Soil C/N ratio, percentage of soil organic C (SOC) comprise of particulate organic matter (POM) carbon, percentage of total N (TN) comprise of POM-N under different management systems

Treatment	Soil C/N ratio	POM[1]-C/SOC	POM-N/ TN
Manure-base organic	11.2±0.57a	18.2±2.04a	13.3±1.30a
Legume-base organic	11.0±0.59a	17.5±2.14a	12.0±1.59ab
Conventional	10.9±0.57a	14.9±2.03a	9.9±1.28b

[1.] POM: particulate organic matter was the labile SOM fraction and fractionated as SOM> 53um.
Source: Marriott and Wander, 2006.

三、堆肥種類及用量之影響

一般有機質肥料必須礦質化後才能釋出養分供作物吸收，如果有機質肥料的礦化分解速率與作物的養分吸收特性相符合或近似，則能發揮最大功效。有機質肥料施用入農田中，能改善農田土壤理化性及生物性。因此使用不同種類的有機質肥料對作物的養分吸收及生育特性的影響亦將有所差異。Fliesbach等(2007)利用土壤有機碳含量、生質碳含量及其比值，評估有機及慣行等不同栽培方式及堆肥用量之影響(表四)，其中土壤有機碳含量(SOC)隨堆肥用量增加而增加，土壤生質碳含量(MBC)則在有機栽培系統下較高，其次為化學肥料混合有機肥料之栽培系統，以化學肥料栽培系統及不施肥對照區較低。顯然利用土壤生質碳含量(MBC)分析，較能夠顯現堆肥在不同栽培系統下之實質狀況。

結論

一般農業廢棄物均兼具污染性及資源性，如妥為處理，將能轉化為農業生產系統中的養分源(氮、磷、鉀)及能量源(碳)。因此，將農業廢棄物回歸于農田，不僅合乎資源再利用的自然法則，而且也是現今消納龐大量有機廢棄物之重要方向之一。尤其在有機農業生產過程中，十分注重加強自然資源的循環再利用，以期能兼具維護自然生態及提昇農業產能的多重效益。然而施用未經充分腐熟的有機材料，或施用未符合合理用量的有機質肥料，均將對農田土壤造成不利的影響，進而影響到作物的產量與品質安全。為能夠正確有效的分析及評估土壤肥力特性，以茲做為合理施肥之參考，由本文討論內容之土壤有機碳組成劃分(fractions)及氮組成劃分加以深入分析評估，將更有利於建立合理施用肥料(尤其是有機質肥料)之評估指標參考。

表四、不同栽培方式及堆肥用量對土壤有機碳含量、生質碳含量及其比值之影響

Table 4. Soil organic C (SOC), soil microbial biomass C (MBC) and MBC-to-SOC under different management systems and different amounts of organic fertilizer

Treatment[1]	SOC (mg/g)	MBC (μg/kg)	MBC-to-SOC ratio (%)
NOFERT No manure	11.83b	235c	19.8b
CONMIN No manure	13.00b	218c	16.8c
BIODYN 0.7LU/ha	13.40ab	325a	24.4a
BIOORG 0.7LU/ha	12.25b	267bc	21.9ab
CONFYM 0.7LU/ha	11.89b	237c	20.0b
BIODYN 1.4LU/ha	14.91a	360a	24.2a
BIOORG 1.4LU/ha	13.30ab	313ab	23.6a
CONFYM 1.4LU/ha	13.34ab	267bc	20.1b

1. BIODYN: Organic farming system by livestock based bio-dynamic manure.
BIOORG: Organic farming system by livestock based bio-organic manure.
CONFYM: Integrated (conventional) farming system by stacked manure with mineral fertilizers.
CONMIN: A stockless integrated system is fertilized with mineral fertilizers exclusively.
NOFERT: One control treatment remained unfertilized.
Source: Fliesbach et al., 2007.

參考文獻

1. Coll, P., E. L. Cadre, B. Eric and H. C. V. Philippe. 2011. Organic viticulture and soil quality: A long-term study in Southern France. Applied Soil Ecology. 50:37-44. (Summary)
2. Fliesbach, A., H. R. Oberholzer, L. Gunst and M. Paul. 2007. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. Agriculture, Ecosystems and Environment. 118(1):273-284.
3. Ge, T., S. Nie, J. Wu, J. Shen, H. Xiao, C. Tong, D. Huang, Y. Hong and K. Iwasaki. 2011. Chemical properties, microbial biomass, and activity differ between soils of organic and conventional horticultural systems under greenhouse and open field management: a case study. J. Soils Sediments. 11:25-36.
4. Hathaway-Jenkins, L. J., R. Sakrabani, B. Pearce, A. P. Whitmore and R. J. Godwin. 2011. A comparison of soil and water properties in organic and conventional farming

systems in England. Soil Use and Management. 27: 133-142.
5. Ikemura, Y., M. K. Shukla, M. Tahboub and B. Leinauer. 2008. Some physical and chemical properties of soil in organic and conventional farms for a semi-arid ecosystem of New Mexico. Journal of Sustainable Agriculture. 31(4):149-170.
6. Leifeld, J. and J. Fuhrer. 2010. Organic farming and soil carbon sequestration: what do we really know about the benefits? AMBIO. 39:p585-599.
7. Marriott, E. E. and M. M. Wander. 2006. Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems. Soil Sci. Soc. Am. J. 70:950-959.
8. Santos, V. B., A. S. F. Araujo, L. F. C. Leite, Luis A. P. L. Nunes, W. J. Melo. 2012. Soil microbial biomass and organic matter fractions during transition from conventional to organic farming systems. Geoderma. 170:227-231.
9. Schulza, E., M. Breulmanna, T. Boettgerb, K. R. Wangc and H. U. Neued. 2011. Effect of organic matter input on functional pools of soil organic carbon in a long-term double rice crop experiment in China. European Journal of Soil Science. 62: 134-143. (Summary)
10. Smith, P., K.W. Goulding, K.A. Smith, D.S. Powlson, J.U. Smith, P. Falloon, and K. Coleman. 2001. Enhancing the carbon sink in European agricultural soils: Including trace gas fluxes in estimates of carbon mitigation potential. Nutrient Cycling in Agro-ecosystems 60: 237-252.(Summary)
11. Verma, B. C., S. P. Datta, R. K. Rattan and A. K. Singh 2010. Monitoring changes in soil organic carbon pools, nitrogen, phosphorus, and sulfur under different agricultural management practices in the tropics. Environmental Monitoring and Assessment. 171:579-593.
12. Wander, M. M. Yun, W. Goldstein, W. A. Aref, S. and Khan, S. A. 2007. Organic N and particulate organic matter fractions in organic and conventional farming systems with a history of manure application. Plant & Soil 291 :311-321.
13. Wang, Y., C. Tu, L. Cheng, C. Li, L. F. Gentry, G. D. Hoyt, X. Zhang and S. Hu. 2011. Long-term impact of farming practices on soil organic carbon and nitrogen pools and microbial biomass and activity. Soil & Tillage Research 117:8-16. (Summary)
14. Zhang H. L., C. H. Liang and L. N. Sun. 2010. Influence of long-term fertilizer application on soil organo-mineral complexes in a sheltweed vegetable field. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 41:2403-2412.(Summary)

淺談眞菌之毒素

郭建志

摘要

植物病原真菌在侵染寄主的過程中，除利用機械壓力入侵外，還可以產生酵素、毒素(toxin)、生長調節劑與多醣類等化學物質以利為害植物。其中真菌毒素在低濃度的條件下即可作用，是由真菌類所產生的一種低分子量二次代謝產物，且普遍存在於大自然中。Toxin在作用時，會與植物細胞某一特定部位結合，進而影響細胞膜的滲透性，或造成酵素的不活化，並且參與病原菌危害植物的過程，甚至可以加重病勢的發展。例如燕麥葉枯病(*Helminthosporium victoriaen*)產生的HV-toxin，會改變細胞壁構造，增加細胞呼吸作用，降低生長及蛋白質合成；而*Phomopsis amygdali*產生的fumonisin，則可使桃樹、李樹的嫩葉枯萎等。此外，除了直接危害作物外，毒素亦可將累積在種子、穀物及飼料中，對動物及人類造成危害；其中受到重視的包括由*Aspergillus flavus*產生的黃麴毒素(aflatoxin)，會汙染花生、玉米及豆類等作物；鐮孢菌(*Fusarium* spp.)所產生的嘔吐毒素(deoxynivalenol, DON)、伏馬鐮孢毒素(fumonisins)可累積在麥類及玉米中；另外，青黴菌屬(*Penicillium* spp.)產生的毒素citrinin、citreoviridin等，會侵入稻穀，造成黃變米(yellow rice)。上述毒素若汙染穀物或飼料，會對人類及動物造成相當程度的危害。當病原真菌侵入植物時，某些抗性植物本身會產生解毒作用(detoxification)，進而避免真菌毒素的危害。此外，一些有益微生物，如木黴菌(*Trichoderma* spp.)及螢光假單孢菌(*Pseudomonas fluorescens*)可以抑制毒素對植物的破壞及降低病原真菌的致病力，達到保護作物的效果。為了防止毒素對於作物的危害及累積在穀物及種子中，在作物生育過程中，應避免病原菌的感染與族群的建立，採收後，則可藉由檢測的方式測定真菌毒素的含量，並藉由調控儲藏條件來遏止病原菌的生長。另外，多數重要毒素的生合成機制正在研究中，其試圖找出阻礙其合成的關鍵點，方能大大降低毒素對於作物、人類及動物的危害。

前言

真菌可以利用物理與化學的方式來侵入動植物，其中真菌的化學武器包括利用酵素(enzymes)、生長調節劑(growth regulators) 與多醣類(polysaccharides)及毒素(toxin)，以利為害植物(3,4)。其中毒素為真菌在生長過程中所產生的二次代謝物，大多數為低分子量，很少量濃度即可發生作用，造成危害，通常毒素分子並會與植物或動物細胞上的某一部位結合，進而影響其代謝反應。對於植物有害的真菌毒素稱為Phytotoxin植物毒素；對動物有害的真菌毒素稱為Mycotoxin黴菌毒素；

對於微生物有害的稱為Antibiotics，一般習稱的抗生素。許多真菌感染穀物，同時在穀物上生長並產生毒素，對於動物及人類都具有相當大的危害，黴菌毒素是黴菌的二次代謝物，並且普遍存在於大自然中。全球主要產生黴菌毒素的四種黴菌屬包括黃麴菌屬(Aspergillus)、鐮孢菌屬(Fusarium)、青黴菌屬(Penicillium)、麥角菌屬(Claviceps)。近期阿根廷對於鏈格孢屬(Alternaria) 毒素的調查，也使得鏈格孢屬歸類為第五種毒素。以下內容主要探討 Phytotoxin與Mycotoxin的分類特性與解毒作用。

內容

一、真菌毒素的特性介紹

Phytotoxin依照特性可分為非寄主專一性毒素(Non Host-specific toxin) 與寄主專一性毒素(Host specific toxin)。非寄主專一性毒素：它並非造成病害的絕對因素，而是強化該病菌的致病毒力(virulence)，它亦可在非寄主植物上引起作用，沒有寄主選擇性。這類毒質被研究較多的有：Tabtoxin，由Pseudomonas syringae pv. tabaci，可造成煙草野火病，其典型病斑為中央褐色壞疽斑，周圍有黃色暈環，此黃化環即由該細菌所分泌的野火病毒質所造成的。alternaric acid，由番茄、馬鈴薯早疫病菌所產生。另外，由Phomopsis amygdali 產生的Fusioccin，可造成桃樹或杏樹的嫩枝枯萎。寄主專一性毒素：只對該病原菌之寄主植物的感病品種(susceptible varieties)有毒害作用，而對抗病品種或非寄主植物則毒性很低或無毒害，且為引起該疾病發生的決定性物質，這類的毒質到目前所知的有：

1. *Alternaria kikuchiana* 毒質：廿世紀梨黑斑病菌所產生。
2. *Helminthosporium victoriae* 毒質：燕麥立枯病菌所產生。
3. *Periconia circinata* 毒質：高粱根莖腐敗病(milo disease)菌所產生。
4. *Helminthosporium carbonum* 毒質：玉米斑點病菌所產生。
5. *Alternaria mali* 毒質：蘋果黑斑病菌所產生。
6. *Helminthosporium turcicum* 毒質：玉米煤紋病菌所產生。
7. *Helminthosporium maydis* 毒質：玉米葉枯病菌所產生。
8. *Helminthosporium sacchari* 毒質：甘蔗眼點病菌所產生。

其中*Helminthosporium maydis* Race T，僅感染美國1968年所推廣的雄不稔玉米品種，及含有Taxas male sterile(Tms) cytoplasm之玉米，具有正常細胞質之玉米則具有抵抗性。經研究T-toxin作用於粒線體上抑制酵素功能使得能量代謝異常Race T-toxin 會辨認Tms細胞質內的粒線體膜蛋白，而產生親和作用，為感病：T-toxin無法辨認正常細胞質內的蛋白為不親和作用，產生抗病[(5)]。

黴菌毒素(Mycotoxin)為真菌感染穀物後，所產生的二次代謝產物，目前估計約超過500種以上的毒素被發現存在於世界上各類的穀物及飼料中，此類的毒素會污染食品和飼料，是全球性的問題，目前較受重視的黴菌毒素包括黃麴毒素

(aflatoxin)、橘黴素(citrinin)、脫氧雪腐鐮刀菌烯醇(deoxynivalenol, DON)、赭麴毒素(ochratoxin)、棒麴毒素(patulin)、T-2鐮刀黴菌毒素(T-2 trichothecene)、麥角生物鹼(ergot alkaloids)和玉米赤黴烯酮(zearalenone; ZEA)等[1]，以美國和加拿大之飼料業和家畜業而言，因為黴菌毒素的感染及危害，每年損失可達50億美金。以下單就重要的黴菌毒素之特性介紹：

1. 黃麴毒素(aflatoxin)：黃麴毒素經常污染花生、玉米、米與豆類等農作物，主要是由*Aspergillus flavus*和*A. parasiticus*所產生。黃麴毒素可分為多種型式：其中最主要的是B1、B2、G1、G2以及B型黃麴毒素代謝所產生之物質M1及M2 ，由於黃麴毒素可以耐高溫，因此以高溫烹煮無法有效去除。黃麴毒素對人類及動物具高度肝臟毒性，致突變性及致癌性。因此1987年國際癌症研究中心(IARC) 已將黃麴毒素列為人類致癌物Group 1名單上[1]。
2. 橘黴素(citrinin)：常被發現存在於紅麴乾粉、小麥、黑麥、玉米或乳製品中。不同紅麴菌株，其橘黴素合成有很大的差異，*Monascus purpureus*、*M. rubber*和*M. kaoliang*具有橘黴素的基因群。橘黴素的症狀包括下瀉、肝腎損傷、腫脹進而壞死。衛生署於98年公告訂定穀類及含紅麴之食品中橘黴素之檢驗及限量，紅麴色素200 ppb以下，原料用紅麴米5 ppm以下，紅麴原料製成之食品2 ppm以下[1]。
3. 赭麴毒素(ochratoxin)：常發現於咖啡豆、可可粉、豆類等農作物。在許多種的麴菌包括*Aspergillus alliaceus*、*A. auricomus*、*A. carbonarius*、*A. glaucus*、*A. melleus*等之代謝產物中。赭麴毒素對所有受測試的動物皆有造成腎毒性的現象發生，目前已知其具有腎毒性、致畸胎性、免疫毒性、生殖毒性、神經毒性、致癌性與遺傳毒性等。行政院衛生署2009年公告訂定米、麥類限量標準5ppb以下，而在2012年增修咖啡類食品限量標準5ppb以下[1]。

除上述三種重要黴菌毒素外，還有由鐮孢菌屬(Fusarium) 的真菌可產生多種的黴菌毒素，研究較多的鐮孢菌毒素(Trichothecenes) 為伏馬鐮孢毒素(fumonisins)、脫氧雪腐鐮刀菌烯醇(deoxynivalenol, DON) 、T-2鐮刀黴菌毒素(T-2 trichothecene) 及玉米赤黴烯酮(zearalenone; ZEA)等[1,3]。

4. 鐮孢菌毒素(Trichothecenes) 毒素：
   (1) 伏馬鐮孢毒素(fumonisins)：具有產生此類毒素能力之真菌有*Fusarium*屬的*F. verticillioides* (*F. moniliforme*)、*F. proliferatum*、*F. nygamai*、*F. napiforme*、*F. dlamini*、*F. oxysporum var. redolens*、*F. anthophilum*等，以及*Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici*。其中又以*F. verticillioides*之產毒能力最強。該毒素會造成動物多種致命性之疾病，且針對不同的動物會傷及特定之標的器官，例如會造成馬的腦白質部軟化症(equine leukoencephalomacia, ELEM)外，亦會造成豬的肺水腫、大鼠肝病、肝及腎腫瘤等，並且可使禽類的免疫系統受到干擾和造成肝腎的受傷，甚至會產生體重不足與死亡的現象。目前為止，已發現6種不同的伏馬鐮孢毒素(A1，A2，B1，B2，B3，B4)，此毒素單一機

制會破壞鞘脂合成，它們在家禽中毒素很低，但是飼料中如玉米有高毒素濃度，並且會隨其他毒素一起出現[1,6]。

(2)脫氧雪腐鐮刀菌烯醇(deoxynivalenol, DON)：又稱嘔吐毒素，常存在於穀類植物的燕麥、大麥、小麥、黑麥、玉蜀黍及稻穀。*F. graminearum*小麥赤黴病菌和*F. culmorum*是主要產DON毒素之菌株。進入人體或動物體的DON會引起腹痛、腹瀉、腸胃炎、出血性腹瀉、內毒性血症等急性毒性，以及厭食、體重減輕、消化能力下降等慢性中毒症狀[1]。

(3)T-2鐮刀黴菌毒素(T-2 trichothecene)：常見於穀物如小麥、大麥、玉米、燕麥、米、高粱及黃豆等，為*Fusarium poae*、*F. sporotrichioides*、*F. moniliforme*、*F. culmorum*及*F. graminearum*等之二級代謝產物。T-2毒素會造成皮膚水腫、內皮出血、皮膚壞死、皮膚炎等症狀。而在國內方面，食品衛生管理法規範食品中真菌毒素的含量，未包括鐮刀黴菌毒素[1]。

(4)玉米赤黴烯酮(zearalenone)：常存在於玉米、大麥、燕麥、小麥、稻米等，甚至於穀物的加工製品，受*F. graminearum*、*F. culmorum*和*F. sporotrichioides*等黴菌污染所產生[1]。

二、影響真菌毒素產生的因子(以伏馬鐮孢毒素 fumonisins為例)

1. 最適培養溫度與天數測定產毒率：

在16、20、24、28、32及36℃下分別以玉米粉液態培養基培養*F. proliferatum* ST-P01菌株，結果於各溫度下，皆在培養第5天後開始有毒素之產生，其中以在28℃及32℃培養10天後，伏馬鐮孢毒素有明顯的累積。在32℃培養10天後，產毒量逐漸達300 ppm，但超過10天後其產毒量無明顯增加。在28℃培養15天後，伏馬鐮孢毒素產量仍持續累積，培養20天其毒素產量超過200ppm。其餘溫度16、20、24及36℃培養20天後其毒素產量皆低於100ppm[6]。

2. 培養基基質種類對供試菌株產毒的影響：

以紫糯米、白米、糙米、小米、玉米、燕麥、裸麥、小麥、蕎麥共9種穀物製備成液態培養基，各加入1 ml濃度為1×10^5 conidia/ml的ST-P01菌株之孢子懸浮液，於32℃之定溫培養箱中靜置培養10天，利用HPLC測定各處理產生 伏馬鐮孢毒素之濃度。其結果各種不同穀類基質在接種ST-P01菌株後，皆有菌絲纏據及基質出現變色的情形，經分析結果，各培養基質皆檢測有其毒素存在，其中以紫糯米、玉米及糙米等三種穀類作為培養基所偵測到的毒素含量最高，分別為35.43、34.35及 25.99 ppm[6]。

三、生物解毒作用

1. 植物本身的解毒作用

Pedras等人研究發現，由十字花科黑斑病菌*(Alternaria brassicae)*產生的phytotoxin destruxin B可被具抗性植物白芥*Sinapis alba*中可分解病原真菌產生的toxin, 將其分解成另一代謝產物hydroxydestruxin B後可被植物辨識，進而促使植物產生植物抗菌素(Phytoalexins) 啟動植物防禦反應，抵抗病原菌的入侵[8,9]。

2. 有益微生物解毒作用

Malathi等人研究一些土壤有益微生物，例如螢光假單孢菌*Pseudomonas fluorescens*木黴菌*Trichoderma harzianum*與甘蔗赤腐病菌*Colletotrichum falcatum*純化後的毒素CoC86062和CoC92061共同接種於甘蔗葉片上，經數天後，可以抑制甘蔗赤腐病菌*C. falcatum* 毒素病斑的產生(7)。

四、預防真菌毒素感染的防治策略

溫度與濕度的氣候條件是導致農作物遭黴菌感染並產生毒素的最重要因素，預防勝於治療，遭污染的農產品藉由物理或化學的方法去除毒素總是緩不濟急，而且浪費更高的成本，因此穀物控制黴菌毒素的發生可藉由收穫前及收穫後的良好田間防治作業規範(1,2)。

收穫前防治策略：可使用清潔種子、輪作方式、栽培抗病品種、注意田間衛生及適當的使用化學及微生物藥劑處理，以降低病原真菌的族群數量。

收穫後防治策略：

(1) 調整儲藏時期的環境條件，包括溫度與水分含量控制避免讓病原菌產生毒素。

(2) 有效的檢測方式：目前針對於真菌毒素常用的檢測方法為利用TLC、HPLC和GC技術來檢測毒素，可與標準品相比，最為準確，為目前常用方式。

(3) 利用物理方式去汙染：色彩選別、吸附劑如活性碳、黏土降低毒素、熱處理等(1)。

結語

近年來，由於穀物與食物的貿易進出口與全球氣候情況的變化，無疑地，將會有越來越多種類的黴菌出現。目前約有500種的黴菌毒素已經被鑑定出來，目前全世界的科學家所要挑戰的是未知黴菌毒素的種類和分析方法，並量化未知的影響。目前台灣針對幾種毒素的檢測已有良好的檢測流程，搭配良好的田間操作方法與採收後適當的溫度與水分控管，降低真菌毒素的產生，將可減少對人體及動物的危害。

參考文獻

1. 黃錦城。2010。黴菌毒素之危害及控制。食品工業。42(4): 1-3。
2. Amusa, N. A. 2006. Microbially produced phytotoxins and plant disease management. Afric. J. Biotechnol. 5(5): 405-414.
3. Desjardins, A. E. 2007. Fusarium Mycotoxins: Chemistry, Genetics, and Biology. St. Paul, MN: 259pp APS Press.

4. Horbach, R., A. R. Navarro-Quesada, W. Knogge and H. B. Deising. 2011. When and how to kill a plant cell: infection strategies of plant pathogenic fungi J. Plant Physiol. 168(1): 51-62.
5. Jonathan E. M. and H. Jacques. 2001. Host-selective toxins as agents of cell death in plant-fungus interaction Mol. Plant Pathol. 2(4): 229-239.
6. Lin, S. R., T. S. Deng, T. C. Lin, Y. K. Fan and J. W. Huang. 2010. Identification for Fusarium species producing fumonisin B1 and factors affecting the mycotoxin production. Plant Pathol. Bull. 19: 191-200.
7. Malathi, P., R. Viswanathan, P. Padmanaban, D. Mohanraj and S. A. Ramesh. 2002. Microbial detoxification of *Colletotrichum falcatum* toxin Curr. Sci. 83(6): 745-748.
8. Ottmann, C., B. Luberacki., I. Kufner., W. Koch., F. Brunner. And M. Weyand. 2009. A common toxin fold mediates microbial attack and plant defense. Proc. Natl. Acad. Sci. 106: 10359-10364.
9. Pedras, M. S. C., I. L. Zaharia., Y. Gai., Y. Zhou and D. E. Ward. 2001. In planta sequential hydroxylation and glycosylation of a fungal phytotoxin: avoiding cell death and overcoming the fungal invader. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 98: 747-752.

淺談農業技術評價與應用

梁燕青

摘要

農業科技技術屬無形資產，運用無形資產作為有價商品流通，常面臨相當程度的困難。因此透過技術評價可發掘技術潛在的價值，以擴增研發成果產出之效用。技術評價最常用的方法包含三種，即成本法、市場法、收益法。評價時具有相當程度的不確定性，會列入評價考量的因素包含有技術特性、產業型態、政策法律及組織因素等，再經過一系列理論模型及市場實際狀況評估分析。農業技術常運用的方式包含有非專屬授權、專屬授權、有償讓與、境外授權及自行運用等，甚至技術研發單位在市場上若擁有重要關鍵技術或一系列相關可開發的技術也可評估成立衍生公司加以運用。

前言

科技產業的智慧財產權關鍵在於技術，技術包含由科學知識、研究、生產、製造設計到產品應用等過程中，將知識加以應用創造出有用物品的過程。技術大多屬於具有價值，但本質上是不具有任何實體的財產，屬於無形資產。無形資產能被辨認或定義清楚、受法律保護、具有所有權限制且可轉讓或交易等特性。農業科技技術即屬於此種無形資產之一，該無形資產又常因不同使用對象、應用時間、使用者對於此項知識技術的認知及運用能力等差異，而造成雙方對於農業技術之價值，產生認定上的差距。因此建立一個公平、公正的評價方法就極為重要，無論是創新研發、技術商品化或與企業的合作，企業間股權轉讓等，皆涉及技術評價。

內容

技術評價為判斷研發成果產出(賣方)或欲取得的標的技術(買方)，其未來衍生之市場價值或應用性。關於技術評價的功能、方法、考慮因素及運用如下：

一、技術評價的功能

1. 技術、專利、商標等技術授權的評價，以利制定授權策略，並估算收取權利金。
2. 技術販售前之評價，以利技術定價及買賣過程的溝通。
3. 公司之技術策略佈局，以建構技術資產投資組合。
4. 研發專案之投資評估，以提供決策品質及研發回收報酬率。

5. 研發成果技術商品化、衍生公司、技術入股等之評價。
6. 創業投資規劃、企業併購、合資經營等商務行為。
7. 股東間之買賣協定、員工股票擁有權計劃。
8. 技術權益糾紛、訴訟、排解時之評價。
9. 智慧權之融資、信用保證。

二、技術評價的方法

評價方法可區分質化和量化的技術評價方法。最常於實務上使用的是量化技術評價方法。量化的評價方法又可依金額化與否，再細分為金額化與非金額化的方法。金額化的方法乃常見之成本法、市場法、收益法等，非金額化的方法則以技術引證分析較為常見。

1. 成本法：技術之價值可藉由購買相同或類似技術所需成本、自行建構所需成本或擁有該技術可以節省的成本來評估，藉由成本法可以估算出目前擁有技術之價值。但以成本法評價的技術，強調是前置入之成本，非技術未來可對應產稱之現金流，因此不應純以成本法作為單一評價方法，理應配合其他方法做一完整的考量。
2. 市場法：此種方法系在技術市場中尋找相同或類似之交易資訊，以此交易資訊為基礎，對技術之價值加以評估。一般視為最能反映技術真實價格的方法。然而許多新技術過去可能從不存在，也不可能會有一模一樣的技術取得專利。
3. 收益法：收益法的基本經濟原則為「預期/期望法則理論」，將投資者所預期該技術、商品，或透過服務所得的經濟收入納入，並嘗試將預期收入轉換為淨現值。使用收益法對技術之價值加以評估，係將該技術至於公開市場中，觀察該技術於此公開市場中可以獲得多少收益。

三、技術評價需考量的因素

技術價值會因技術本身、市場與環境因素、技術需求者的資產、產品開發策略以及他不確定性因素而影響。技術評價時需考量的因素如下：

1. 技術特性
   (1) 成熟度(Maturity)：該技術在技術生命週期屬於哪個階段。愈成熟的技術其資本設備成本愈低，原料供應商與相關之服務愈多，競爭者也較多;相反地，愈年輕的技術風險愈大及成本較高，但競爭者少。
   (2) 動態性(Dynamic)：指的是技術改變的速度，技術的動態性愈大，該技術被新技術取代的可能性愈大，風險愈高。
   (3) 相對重要性(Relative importance)：一項技術的重要性愈大，表示對產業的發展貢獻愈大。
   (4) 環境的特殊性(Environment specificity)：國家或特定地區的資源稟賦，如勞動成本、能源、原物料等。
2. 產業型態：考量的因素包括：(1)潛在市場的大小；(2)技術採用者之市場佔有率；(3)產業發產趨勢；(4)新技術的立基市場，差異化程度；(5)新市場與現有

產品的相容性；(6)新市場所能提供的技術產品效用，多少是目前市場所未提供的。

3. 政策法律面：技術市場的榮枯，與政府政策與法令有關，與農業科技有關的如肥料管理法、農藥管理法、生物製劑管理辦法、健康食品管理法等。
4. 組織因素：公司的技術區隔與能耐、經驗與適應性；對該技術熟悉的程度；新技術與現有技術之相容性、互補性資產;公司商品化能力、公司經營管理能力及未來事業規劃等。

四、評價後的運用：農委會及其所屬單位自行研發、補助或委託計劃的研發成果，均受行政院農業委員會科學技術研究發展及運用辦法規範，因此研發成果經評價後可應用方式及相關規範如下：

1. 技術移轉非專屬授權：

農委會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法第14條：

執行單位辦理研發成果授權實施，以非專屬授權方式為之。

2. 技術移轉專屬授權：

農委會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法第14條：

(1)產學合作計畫業者出資達計畫總經費百分之三十以上者，得依契約約定獲得專屬授權協商權利。

(2)研發成果未達量產階段，需被授權人投入鉅額資金或提供重要發明專利，繼續開發或加以製成商品銷售。

(3)研發成果之實施需經長期實驗並依其他法律規定應取得許可證。

(4)較有利於整體產業發展或公共利益。

3. 有償讓與：

行政院農委會科技研發成果歸屬及運用辦法第16條：

研發成果符合第十四條第二項各款情形之一，且以讓與或信託方式較能有效運用研發成果者，執行單位得經本會同意後，將研發成果有償讓與或信託第三人。

4. 境外授權：

行政院農委會科技研發成果歸屬及運用辦法第12條：

執行單位對於研發成果之運用，應符合下列各款之規定：

(1)以公平、公開及有償方式為之。

(2)在我國管轄區域內製造或使用。

研發成果之運用，經本會同意以公益目的，或其他更能符合科學技術基本法之宗旨或目的之方式為之者，得不受前項規定之限制。

行政院農委會科技研發成果歸屬及運用辦法第19條：

執行單位將研發成果於我國管轄區域外進行運用，應符合下列要件：

(1)未妨害我國國家安全或公共利益。

(2)對我國相關農業產業或經濟發展無不良影響。

(3)未違反我國法令或國際協議之相關規定。

執行單位將研發成果於我國管轄區域外進行運用前，應檢具下列相關資料，報請本會同意：

(1)擬進行運用之研發成果項目、內容、計價及運用方式等資料。

(2)對國內農業產業及國內外市場之影響評估分析資料，包括所影響之農業產業別及該研發成果用途說明、運用之國家或地區、運用期間。

(3)符合前項各款規定之評估資料。

5. 專利放棄：

行政院農委會科技研發成果歸屬及運用辦法第27條：

國有研發成果取得智慧財產權後五年未商品化或實際應用者，執行單位經本會同意後，始得公告讓與之；三個月內無人請求受讓時，得終止繳納與智慧財產權相關之維護費用。

6. 自行運用：

行政院農委會科技研發成果歸屬及運用辦法第21條：

執行單位不得自行將研發成果製成商品銷售。但有下列情形之一，且經本會同意者，不在此限：

(1)研發成果商品化有助於整體產業發展。

(2)經執行單位公告後一定期間仍無國內企業願意製成商品銷售。

(3)本會所屬試驗研究機關為因應產業緊急狀況需將研發成果製成商品銷售。

7. 衍生公司：研發成果除了技術授權、有償讓與、境外授權等方式外，成立衍生公司的商業經營模式，亦日益受到重視。衍生公司在產業群聚與知識擴散所扮演的角色，早已獲得實證與理論的一再肯定，國外研究更顯示，衍生公司較其他型態的營運模式，更為成功。

結語

在知識經濟的時代，知識是一無形卻有價的重要資產。農業科技技術即為無形的資產，為提升農業技術交易活動的頻率與效益，建立一個合宜、有效的技術評價機制，可提高技術交易雙方互信的程度，縮短協商、溝通的時程，使技術交易雙方發揮技術最大的價值。

參考文獻

1. 林鴻六、楊明秀　2006　知識經濟時代下之智慧資產評價　全國律師 10(1):16-26。

2. 陳怡之　2002　知識產業發展－無形資產技術評價及產業政策意涵科技發展政策報導 SR9111: 815-824

3. 馮震宇、歐素華、林咸嘉、黃嘉敏、翁千惠、李容嘉、吳雅貞 2007 農業科技商品化與產業化導引指南(三)農業衍生公司研究 行政院農業委員會、國立政治大學智慧財產研究所出版。
4. 農業科技產業策進辦公室 2012 農業科技研發成果管理運用法規彙編 行政院農業委員會、財團法人工業技術研究院出版。
5. 蘇瓜藤、張孟元、高千雯、林咸嘉、林姿伶、黃嘉敏、劉展光、邱晶晶 2006 農業科技商品化與產業化導引指南(一)農業技術評價 行政院農業委員會、國立政治大學智慧財產研究所出版。

淺談農產品地區品牌

曾康綺

摘要

在競爭激烈的市場環境中，通過品牌創造來提升農產品特色，可使其具有市場競爭力，面對國外各品牌的農產品，台灣的農產品應充分利用不同區域地理自然資源優勢，結合區域特定歷史文化進行特優農產品品牌創建，實行產業化經營，保證農產品品質，逐漸提升農產品在國際市場中的地位，並用地區品牌來提升農產品的市場競爭力。

前言

台灣正走向品牌化的道路，品牌能提高其能見度，以面對競爭激烈的內銷及外銷市場，有效形成市場區隔與效益，透過塑造農產品的品牌化，鼓勵生產者生產高品質產品與進口農產品競爭，除了保護農產品的形象，亦可提高價格，進一步增加農業所得，對消費者而言，農產品品牌化後，則可使消費者有識別農產品品質之依據，增加選購產品之機會，並藉由品牌創造產品優勢或提高通路服務的附加價值，市場上常有假冒產地及品質的食品安全事件傳出，在激烈產地競爭與進口產品競爭下，發展出具有當地特色及消費者足以信賴的農產品之地區品牌，是極為重要的。

內容

美國行銷學會(AMA)對品牌的定義如下：「品牌是一個名稱、符號、標記、設計、或是它們的聯合使用，用來確認一個銷售者或一群銷售者的產品或服務，以與競爭者的產品或服務有所區別」。品牌形象是存在消費者記憶中對某品牌相連之聯想，而這個聯想可反映出消費者對該品牌的認知，或對品牌的知覺性概念。消費者對品牌之評價來自品牌績效和品牌形象的結合，包含認知品質、品牌可靠性、重要性及品牌的優勢，而這些評價皆來自消費者個人對品牌的意見及看法。

日本把地區品牌定義為在一定區域範圍內、由相互合作的當事人共同使用並且與當地自然、歷史和文化等相關聯、標明商品和服務的特定品牌。應具備的要件包括：其一、產品必須有價值；其二、產品必須與當地地域相關聯並受當地人喜愛；其三、產品所有人應當在銷售上下功夫；其四、消費者願意購買該品牌產品。

品牌和地區品牌兩者相較之下品牌是一個符號、設計、標誌，並無代表地區的特殊性也無地理優勢，品牌名稱則是代表產品的品質與形象；而地區品牌在名稱上須以具地區特色的名稱作為品牌，並冠以地區名稱，選擇具有地方特色的產品，其品質與產量足以代表當地的特色，並將當地的自然環境、歷史、文化等印象，加注在產品上，利用各種通路行銷，活用地區的資源以提高產品的附加價為目的。

在日本地區品牌的建構展開，是利用在全國各地具有豐富的地區資源，為了活用該地區的資源，利用地區品牌使該地區的資源活化。將其地區品牌建構展開分為5個方面：1.讓地區資源的特徵具有明確性；2.使用地區資源，使其商品化；3.和其他的商品的配合，謀求在市場的歧異性；4.活用自然和歷史等地區的其他的資源，讓商品的魅力度提高；5.當地之居民大家互相共同努力，提高地區品牌知名度。由於是階段性地持續擴大，地區品牌的商品持續向外部擴展，此為地區居民的努力，把地區資源商品牌、市場化並成為熱門具有市場潛力的產品，增加了市場潛力，評價及價值也增強，地區和資源也變得更豐富。

地區品牌是來自同一地區內某類產品在市場上具有較高的知名度，且為顧客所信任，給消費者有品質優良的印象，該地區的企業在市場開拓中可以藉著地區品牌行銷到各地，並迅速開拓市場，地區品牌往往在產業間具有競爭優勢，並有高度市場占有率，為了強化地區品牌，地區品牌加上認證制度，對於農產品而言是安全、放心的保證，對於流通業者、消費者可以認定此商品是在適當環境下生產，進而更放心的選購農產品。

結語

建構地區品牌，選定能活絡地區產業之核心農產品，有效活用地區組織力，透過新品種的開發，提供生產者支援以及農產品認證制度等，由地區性產生地區資源之品牌化，再由地區資源品牌化帶動地區全體品牌化，形成地區的品牌形象，將產品以商品化據以呈現，又因地區品牌而提高產地資源品牌水準，進而由這些地區資源品牌帶來整個地區的經濟活絡。

參考文獻

1. 王志剛、譚梦琳、包書政(2010)日本農產品區域品牌保護制度及其啟示，中國農學通報，26(16)：63-67。
2. 李皇照(2001)台灣地區蔬果品牌建立與行銷策略。農產運銷，123，13-22。
3. 林月金(2000)國產農產品品牌化之探討。台中區農業改良場八十九年度試驗研究暨推廣學術研討會報告摘要特刊第49號，77。
4. 林豐瑞(1998)談農產品市場區隔定位及品牌建立，高雄區農業專訊24：5-9。

5. 鍾乃光(2006)農民團體品牌水果行銷策略之研究，國立中興大學行銷學系碩士論文。
6. 青木幸弘(2004)「地域ブランド構築の視点と仕組み」，商工ジャーナル8：14-17。
7. 日本農林水産省(2004)食の地域ブランドの育成と確立。
8. 中小企業基盤整備機構(2005)地域ブランドマニュアル，地域ブランドフオーラム参考資料。
9. 武隈康一、伊藤賢造、内田裕子(2005)農産物のブランド化戦略-自治体の役は?第二回「顔の見える農業」へ。
10. 笠原搏(2003)「地場産品の地域ブランド化のために地域活絡化の可能性を探る一」SCB地域調査情報15(2)：72-90。
11. 徐在完(2004)。農産物におけるブランドの形成プロセス：夕張メロンランドのース分析を中心として，國際広報メディアジャーナル2，111-127。
12. 食品需給研究センター(2010)農商工等連携における地域ブランドの構築。2012年7月10日取至：http://www.fmric.or.jp/facobank/kenshu/textbook/brandkochiku.pdf。

文化創意產業元素運用於伴手禮行銷

林錦宏

摘要

農委會自92年起為推行農業精緻化，辦理發展地方特產伴手計畫，輔導農會及農民團體，以當地農漁特產為原料，改進製造及保存技術，開發具地方特色的伴手禮品，近年來並以百大精品選拔及展售方式促進伴手禮品質與品牌的提昇，進而提高農漁業產品之附加價值與增加在地就業機會、農漁民收入及繁榮農村經濟。民國99年1月7日立法院三讀通過文化創意產業發展法，創造新文化產業資源與行銷機會，帶動文化創意產品的開發設計與行銷，伴手禮行銷可視為文化創意產品行銷的一環，如何在立法後瞭解文化創意產業的內容及其範圍，運用政府與民間資源帶動伴手禮行銷的新領域為本文探討的重點。

本文介紹文化創意產業元素、文化創意產業的內容及其範圍，導入電影賽德克巴萊整合文化創意產業成功行銷的經驗，並分析民國101年臺中區伴手禮的設計案例，目前已經運用於伴手禮的文化創意元素，探討臺中區農業改良場在伴手禮行銷的輔導上，除印製產品型錄介紹行銷推廣以外，未來如何運用、結合文化創意產業元素，提昇伴手禮創意能量及其能見度，成功行銷，以增加農民及農民團體收益，達成繁榮農村經濟的目標。

前言

1999年Isin & Wood即提出：在全球化下，物品的大量生產與製造已被後現代消費與彈性化生產所取代；而這些特殊性的消費又特別與文化符號、認同之間有緊密的聯繫。消費產品所具有象徵符號、概念與形象提供了人們自我認同的素材(王俐容，2005)。換言之，在全球化的後現代消費下，消費的重要性不僅是商品本身的功能，更包括了商品本身帶來的文化意象。而農委會自92年起為推行農業精緻化，辦理發展地方特產伴手計畫，輔導農會及農民團體，以當地農漁特產為原料，改進製造及保存技術，開發具地方特色的伴手禮品，也藉由伴手禮的設計理念表現出當地的文化意象，近年來並以百大精品選拔及展售方式，促進伴手禮品質與品牌的提昇，進而提高農漁業產品之附加價值與增加在地就業機會、農漁民收入及繁榮農村經濟。

民國99年1月7日立法院三讀通過文化創意產業發展法，第三條條文對文化創意產業有明確的定義，引述條文如下：第三條　本法所稱文化創意產業，指源自創意或文化積累，透過智慧財產之形成及運用，具有創造財富與就業機會之潛力，並促進全民美學素養，使國民生活環境提升之下列產業：

一、視覺藝術產業。二、音樂及表演藝術產業。三、文化資產應用及展演設施產業。四、工藝產業。五、電影產業。六、廣播電視產業。七、出版產業。八、廣告產業。九、產品設計產業。十、視覺傳達設計產業。十一、設計品牌時尚產業。十二、建築設計產業。十三、數位內容產業。十四、創意生活產業。十五、流行音樂及文化內容產業。十六、其他經中央主管機關指定之產業。前項各款產業內容及範圍，由中央主管機關會商中央目的事業主管機關定之。而文化創意產業內容及範圍，業經文建會於99年8月30日以文壹字第09920200354號令訂定發布，並自99年8月30日生效。在文化創意產業發展法立法且其主管機關確定後，瞭解文化創意產業的內容及其範圍，及如何運用政府與民間資源帶動伴手禮行銷的新領域為本文探討的重點。

內容

伴手禮已是目前臺灣各鄉鎮的重要行銷工具，而「一個好的伴手禮，除了商品本質與特殊性，在商品包裝上與行銷策略也是消費者決定購買的影響因素之一。良好的包裝應能賦予一種特殊的象徵，象徵地位、身份、年齡或性格等。此種象徵也是推銷的利器。包裝亦可建立品牌高貴的印象，則購買此種品牌的人，如同也買了身份、地位一樣。」「隨著時代的進步，國民所得的提高下，消費者對於包裝的講究也越來越高，在眾多的商品推陳出新下，包裝已肩負起無聲的行銷者之使命。」，在文化創意產業發展法第三條之十：視覺傳達設計產業包括「商業包裝設計」，而商業包裝設計包括食品、民生用品、伴手禮產品等包裝。產品包裝是訊息的傳遞，也是容器，可代表一個時代的文化背景。伴手禮除了運用視覺傳達設計元素行銷外，能不能運用其他文化創意產業元素行銷，本文試以電影賽德克巴萊整合文化創意產業成功行銷的經驗並分析民國101年臺中區伴手禮的設計案例，目前已經運用於伴手禮的文化創意元素，探討臺中區農業改良場在伴手禮行銷的輔導上，除印製產品型錄介紹行銷推廣以外，未來如何運用、結合文化創意產業元素，提昇伴手禮創意能量及其能見度，成功行銷。

就賽德克巴萊的電影性質而言，係屬文化創意產業發展法第五、電影產業。然而這部電影成功的整合各項文化創意產業元素，例如一、視覺藝術產業：美術手稿的編撰。二、音樂及表演藝術產業：電影配樂及戲劇編排。三、文化資產應用及展演設施產業：與博物館、紀念館的合作。四、工藝產業：服裝、道具的設計運用。五、電影產業：本身編導及影棚搭建拍攝完工。六、廣播電視產業：透過廣播、電視協助宣傳。七、出版產業：原著劇本、原聲帶、系列書籍的出版。八、廣告產業：宣傳活動及廣告露出。九、產品設計產業：紀念品的推出。十、視覺傳達設計產業：海報、電影票、宣傳物品設計。十一、設計品牌時尚產業：特有種商行品牌。十二、建築設計產業：場景設計。十三、數位內容產業：官方部落格及QR-CODE的運用。十四、創意生活產業：帶動霧社及片場觀光。十五、

流行音樂及文化內容產業：賽德克文化歌謠及曲風。十六、其他經中央主管機關指定之產業。

伴手禮行銷是否可以像賽德克巴萊電影行銷一樣整合各項文化創意產業元素，茲以民國101年臺中區伴手禮的設計案例，如臺中市后里區農會所提出好神祈福米伴手禮為例，分析其文化創意產業元素運用於伴手禮行銷之可行性如下：一、視覺藝術產業：原設計外觀保有傳統感受，並利用剪紙設計帶出傳統民俗文化精神，外觀以可愛、親近，但不跳脫神明圖像之形象感，以小包裝的祈福設計產品置於各寺廟中出售，並依該廟宇之神明造型圖像做配合，以便拓展至臺灣其他各大小寺廟。二、音樂及表演藝術：好神祈福米的行銷可參考周杰倫演唱稻香的歌曲，錄製與稻米相關主題，祈福米的生產過程，讓大眾認識稻米文化及廟宇文化，透過音樂與表演藝術擴大行銷範圍。三、文化資產應用及展演設施產業：透過與主題式博物館如稻米博物館或宗教博物館的合作行銷。四、工藝產業：裝置稻米的設計除紙盒材質，可考慮運用如陶瓷、竹木等材料。五、電影產業：與編導合作拍攝相關稻米及宗教運用祈福米的主題介紹。六、廣播電視產業：透過廣播、電視協助宣傳，讓大眾知道好神祈福米伴手禮的存在，如何購買使用。七、出版產業：以原著劇本、原聲帶、系列書籍的出版介紹好神祈福米。八、廣告產業：利用宣傳活動及廣告露出。九、產品設計產業：好神祈福米系列紀念品的推出。十、視覺傳達設計產業：各項運用海報、電影票、宣傳物品設計的好神祈福米系列，尤其本產品運用后里區當地稻米為原料，如能具體列出當地種植品種，例如臺粳九號，或源自那一個產銷班、有無生產履歷、有機驗證等，將可進一步建立好神祈福米品牌形象。十一、設計品牌時尚產業：以后里區稻米品牌導入祈福米概念，同時註冊商標保護，並發展產地標章。十二、建築設計產業：在使用好神祈福米時推出場景設計，或結合新廟宇建築設計專屬行銷櫥窗或展售櫃檯。十三、數位內容產業：運用網路、部落格及QR-CODE行銷。十四、創意生活產業：帶動好神祈福米產地后里區的觀光事業，甚至可拓展介紹后里區其它觀光資源，如文心蘭、彩色海芋等產業。十五、流行音樂及文化內容產業：稻米及宗教祈福歌謠及曲風的呈現。十六、其他經中央主管機關指定之產業。原設計者設計好神祈福米伴手禮，預定以農會超市、后里及大甲地區媽祖廟為銷售點，並且預估年銷售金額可達新臺幣 750萬元，獲利率300% ，由於具有地區人脈及銷售點觀光、朝聖及每年固定舉行宗教祭典儀式的優勢，銷售目標應可順利達成。在行銷時，如果能考量各項文化創意產業概念的整合，提出整體行銷策略，應可獲得更高的銷售額，增加更多收益，也藉由文化創意產品的呈現，讓大眾更進一步瞭解稻米文化及廟宇文化，鼓勵稻米生產及米食消費，讓稻米文化綿延存續。

結語

臺灣文化創意產業，在政府立法推動下已日趨成長，運用臺灣在地的傳統文

化與特色，結合創新的元素與設計規劃，可以創新文化並增其商業的價值。臺中區農產旅遊伴手禮的產品設計及行銷可以參考文化創意產業的內容及範圍，並將臺中區農產旅遊伴手禮行銷視為文化創意產業產品的一環，亦即運用、結合文化創意產業的元素，提昇伴手禮創意能量及其能見度，並將自然或人文景觀、文化資產等意象融入產品開發，讓伴手禮具有地方的文化性及故事性，俾與其他未具地方特性的產品區隔，臺中區農產旅遊伴手禮將可開發為具有地方文化特色的創意產品，在市場具有競爭力，成功行銷，增加農民及農民團體收益，達成繁榮農村經濟的目標。

參考文獻

1. 龍冬陽　1982　商業包裝設計　檸檬黃文化事業有限公司出版 P.56臺北市。
2. Isin,Engin F.,and Wood, Patricia K.1999 Citizenship & Identity London: Sage。
3. 王俐容　2005　文化政策中的經濟論述：從菁英文化到文化經濟　文化研究1: 169-194。
4. 劉曉容　2006　文化產業發展成為文化創意產業之策略研究　國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。
5. 陳采晴、張惠真　2008　臺中區地方特產伴手禮產品型錄　臺中區農業改良場特刊 91: 1-2 臺中區農業改良場編印。
6. 蘇鴻昌　2008　臺灣市售米禮盒包裝策略之研究　商業設計學報 12: 94。
7. 孟穎、賴孟怡譯　2011　感動：創造情感品牌的關鍵法則　日月文化出版股份有限公司出版 P.255 臺北市。

附件

文化創意產業內容及範圍

產業類別	中央目的事業主管機關	內容及範圍	備註
一、視覺藝術產業	文化部	指從事繪畫、雕塑、其他藝術品創作、藝術品拍賣零售、畫廊、藝術品展覽、藝術經紀代理、藝術品公證鑑價、藝術品修復等行業。	
二、音樂及表演藝術產業	文化部	指從事音樂、戲劇、舞蹈之創作、訓練、表演等相關業務、表演藝術軟硬體(舞台、燈光、音響、道具、服裝、造型等)設計服務、經紀、藝術節經營等行業。	

三、文化資產應用及展演設施產業	文化部	指從事文化資產利用、展演設施(如劇院、音樂廳、露天廣場、美術館、博物館、藝術館(村)、演藝廳等)經營管理之行業。	所稱文化資產利用，限於該資產之場地或空間之利用。
四、工藝產業	文化部	指從事工藝創作、工藝設計、模具製作、材料製作、工藝品生產、工藝品展售流通、工藝品鑑定等行業。	
五、電影產業	文化部	指從事電影片製作、電影片發行、電影片映演，及提供器材、設施、技術以完成電影片製作等行業。	
六、廣播電視產業	文化部	指利用無線、有線、衛星或其他廣播電視平台，從事節目播送、製作、發行等之行業。	
七、出版產業	文化部	指從事新聞、雜誌(期刊)、圖書等紙本或以數位方式創作、企劃編輯、發行流通等之行業。	1. 數位創作係指將圖像、字元、影像、語音等內容，以數位處理或數位形式(含以電子化流通方式)公開傳輸或發行。 2. 本產業內容包括數位出版產業價值鏈最前端數位出版內容之輔導。
八、廣告產業	經濟部	指從事各種媒體宣傳物之設計、繪製、攝影、模型、製作及裝置、獨立經營分送廣告、招攬廣告、廣告設計等行業。	
九、產品設計產業	經濟部	指從事產品設計調查、設計企劃、外觀設計、機構設計、人機介面設計、原型與模型製作、包裝設計、設計諮詢顧問等行業。	
十、視覺傳達設計產業	經濟部	指從事企業識別系統設計(CIS)、品牌形象設計、平面視覺設計、網頁多媒體設計、商業包裝設計等行業。	1. 視覺傳達設計產業包括「商業包裝設計」，但不包括「繪本設計」。 2. 商業包裝設計包括食品、民生用品、伴手禮產品等包裝。

十一、設計品牌時尚產業	經濟部	指從事以設計師為品牌或由其協助成立品牌之設計、顧問、製造、流通等行業。	
十二、建築設計產業	內政部	指從事建築物設計、室內裝修設計等行業。	
十三、數位內容產業	經濟部	指從事提供將圖像、文字、影像或語音等資料，運用資訊科技加以數位化，並整合運用之技術、產品或服務之行業。	
十四、創意生活產業	經濟部	指從事以創意整合生活產業之核心知識，提供具有深度體驗及高質美感之行業，如飲食文化體驗、生活教育體驗、自然生態體驗、流行時尚體驗、特定文物體驗、工藝文化體驗等行業。	
十五、流行音樂及文化內容產業	文化部	指從事具有大眾普遍接受特色之音樂及文化之創作、出版、發行、展演、經紀及其周邊產製技術服務等之行業。	
十六、其他經中央主管機關指定之產業	指從事中央主管機關依下列指標指定之其他文化創意產業： 一、產業提供之產品或服務具表達性價值及功用性價值。 二、產業具成長潛力，如營業收入、就業人口數、出口值或產值等指標。		

附註：

一、對附表之產業內容與範圍有疑義者，得申請各中央目的事業主管機關為產業認定。

二、申請認定之產業若有橫跨二以上中央目的事業主管機關之虞者，由中央主管機關會同有關機關認定。

臺中地區裡作蕎麥生產成本收益分析

陳世芳

摘要

蕎麥為蓼科一年生草本植物，適宜冷涼季節栽培，臺灣以往均在第二期水稻收穫後播種，因易受氣候影響，單位面積產量不穩定，農民栽培意願不高，國內99年栽培面積2.8公頃，總收量5,200公噸，進口量270公噸，顯示國內對蕎麥有一定之需求量，但缺少最新之成本收益統計資料，藉以掌握栽種之效益。因此，本文調查分析臺中地區蕎麥主要產地，裡作期間生產成本及收益，供農民團體評估推廣契作參考。

前言

民國70年國內以熱量計算的綜合糧食自給率為53.8%，90年為34.8%，至97年降為32.4%，主要是由於國內經濟發展飲食習慣改變，肉類及蛋類之消費量增加，相對增加進口穀物的需求，為提高國內糧食自給率，農委會推動小地主大佃農政策、活化休耕田鼓勵復耕措施，獎勵種植具進口替代性之作物，蕎麥用途廣泛，全部植株與種實均可利用，子實富含芸香苷、槲皮素、鉀、鎂、鐵等礦物元素，有益人體健康，適合開發為保健食品。

內容

調查100年期二林鎮與大雅區裏作蕎麥生產成本，獲知大雅區農會自100年期二期水稻收穫後與農戶契作苦蕎18.6公頃，該會為鼓勵農民試作，補助種子費、代收割費、拔除異品種工資、有機質肥料共30,000元/公頃，平均每公頃產量2,032公斤，直接費用為30,000元/公頃，加計地租與資本利息之未脫殼蕎麥總生產費用為39,864元/公頃，平均每公斤生產成本需19.62元，大雅區農會向農民收購乾蕎麥粒40元/公斤，粗收益可得81,280元/公頃，本期淨賺41,416元/公頃，農家賺款57,754元/公頃，以栽培日數約3.5月而言，平均每個月可增加16,501元之收入，收穫後之植株也可覆蓋為綠肥，較休耕有利可圖，假使農會沒有補助之情況下，農民之平均生產成本將提高至34.38元/公斤，農家賺款仍有32,548元/公頃。

二林鎮已推廣多年，農會與該鎮雜糧產銷班班員契作，農戶種植品種有甜蕎與苦蕎，計算甜蕎之產量平均每公頃1,878公斤，投入之直接費用為39,140元/公頃，總生產費用48,322元/公頃，平均每公斤生產成本為25.73元，收購價為50元/公斤，粗收益有93,900元/公頃，本期淨賺45,578元/公頃，農家賺款57,380元/公頃，二林鎮因人工、機工成本較大雅區低，又加以栽培管理作業純熟，土壤及肥培管

理佳，肥料成本較大雅區節省42%，農藥成本節省56%。

結語

國產蕎麥產量受氣候影響大，目前產能較低，導致國產蕎麥脫殼機械及脫殼技術尚未完備，影響國產蕎麥後製加工使用。蕎麥栽培省工，可加工為多項保健產品之優勢。與進口蕎麥比較，國內蕎麥生產成本較高，在勞力成本低之鄉鎮如二林鎮，生產成本與進口價格接近，二林鎮農會以高於進口價格契作收購保障農民收益，多年來有固定農戶配合生產，大雅區農會自100年起採契作方式，補助部分費用，可吸收將近40%之成本，但收購數量有限面積擴大尚不易。基於提高國內糧食自給率，替代部份進口量之考量，迎合在地生產在地消費之潮流，建議由契作之廠商，尋求有意發展特色產業鄉鎮農會小量栽培，與農民契作，擴增栽培面積，一方面活化休耕田，兼具美化冬季田園景觀之功能。

參考文獻

1. 林國慶　2012　估算我國潛在糧食自給率及最低糧食需求之研究　100年度農業政策領域科技計畫成本研討會　臺灣農村經濟學會主辦。
2. 陳榮五、高德錚、曾勝雄　2000　蕎麥之營養成分及用途　臺中區農業專訊28：8-10。
3. 陳榮五、張致盛、廖君達　2010　近年來試驗研究暨推廣成果專輯　行政院農業委員會臺中區農業改良場編印 p.22-24。
4. 張惠真、鄭桂芳、謝翠玲　1987　蕎麥專輯　台中區農推專訊65期。
5. 張隆仁　2000　蕎麥的再利用　臺中區農業專訊 28: 16-20。
6. 曾勝雄、張正英、蘇慧美　2004　蕎麥組成分及保健成分分析　臺中區農業改良場研究彙報82: 61-69。
7. 曾勝雄　2004　韃靼種蕎麥栽培技術之探討　臺中區農業改良場研究彙報82: 43-50。
8. 曾勝雄　2000　蕎麥之栽培與管理　臺中區農業專訊 28: 11-14。
9. 曾勝雄、陳裕星　2007　蕎麥臺中2號之育成　臺中區農業改良場研究彙報95: 49-59。
10. 鄭詩華　2004　農業經營分析的原理與應用　農世股份有限公司 p.63-105。
11. 謝俊雄　1997　農企業管理　華泰書局 p.190-241。
12. Sadowski,w ., and Slawin ski,k. 2006 Comparison of technologies and profitability of buckwheat growing on a conventional and ecological farms. Journal of research and applications in agricultural engineering 51(2)：154-156.
13. Yokomizo,H, Possingham,H.P.,Hulme,P.E,Grice,A.C.,Buckley,Y.M. 2012 Cost-benefit analysis for intentional plant introductions under uncertainty. Biological invasions 14(4)：839-849.

台灣文心蘭切花產銷現況及產業經營需求

許榮華

摘要

文心蘭(*Oncidium*)為原生於熱帶美洲之複莖性著生蘭，自1986年引進台灣試種，栽培至今已達26年之久，目前已成為台灣第一大的外銷切花，自2008年後台灣文心蘭栽培面積突破200公頃，至2011年栽培面積達到217.26公頃，為歷年來最大，其中以台中市地區為台灣的第一大產區，栽培面積達63.54公頃，年出貨量達1000萬枝以上，屏東地區則居第二大產區，栽培面積為51.73公頃，出貨量達800萬枝左右；台灣文心蘭切花在國內市場上的銷售數量，近二年來(2010 ~ 2011年)大約維持在615 ~ 635萬枝左右，每把切花的平均價格大約為62.5元，國內市場的年產值約為台幣4千萬元；在文心蘭切花外銷數量上，2011年高達2537萬枝切花出口，外銷產值高達1432萬美元，約台幣4億3千萬元，依資料上的統計，台灣文心蘭切花的生產有80%是外銷至其他國家，而日本是台灣文心蘭切花主要的外銷市場，台灣文心蘭切花亦占日本文心蘭切花總輸入量的第一位，2011年台灣文心蘭切花在日本的市佔率高達92%。在栽培品種上，台灣文心蘭的栽培是以*Oncidium Gower Ramsey*(蘭西)為主要的栽培品種，近年來因*Oncidium Honey* Angle(檸檬綠)的興起與流行，在日本市場上的接受程度與價格遠比蘭西為高，台灣的栽培業者遂逐漸轉向*Oncidium Honey* Angle品種栽培，因此目前台灣文心蘭切花外銷的二大主力品種為*Oncidium Gower* Ramsey與*Oncidium* Honey Angle。

然而在外銷如此亮眼的切花產業上，卻隱藏著產業發展上的瓶頸與問題存在，當前台灣文心蘭產業所遭遇的問題與困難，主要有品種單一、產期集中以及缺乏完善的栽培體系等；為求突破產業上的問題與困難，衍生出一些產業經營上的需求，這些需求包括有育成多樣化的品種、開發產期調節的技術與建立完善的栽培體系與採後處理流程等；在多樣化品種需求上，是希望能藉由多樣化花色品種的育成來開發不同外銷國家及外銷市場，以不同花形品種的育成來開發市場需求及流行，以抗病品種的育成來克服高溫障礙下軟腐病的危害，並利用不同開花季節品種的育成來分散產期，克服產期集中的問題；在開發產期調節技術的措施上，有利用營養調節、環境上的調節，如：日長、溫度，以及其他的一些調節技術，如：花梗剪除、除芽處理、植物生長調節劑使用等方式來調節花期；在建立完善的栽培體系與採後處理流程上，主要目的是為了提高切花生產之品質及提高切花外銷之到貨品質，栽培體系上可藉由適當的苗期管理、根部管理及花期管理技術來達到高品質切花生產，而採收後處理流程上藉由改善預措吸水方式來發展適合長程運輸系統，提高切花的耐插性及到貨品質，以開拓更遠距的外銷市場；產業經營上的需求最終是為了滿足當前文心蘭產業的願景，以開創多元的外銷市

場以及有效產期調節的方法來克服目前產業上的問題，讓台灣文心蘭站在國際市場販售的舞台時，也能有著亮眼的價格表現來創造出更高的產值及收益，期待台灣的文心蘭不僅僅是跳舞的女郎，更在不久的將來能戴上皇冠變成跳舞的女王。

前言

文心蘭(*Oncidium*)為原生於熱帶美洲之複莖性著生蘭，其花梗細長又具有分枝、而且小花朵數目多，在盛開時宛若一群穿著長裙的女子在風中起舞，因此又有『跳舞蘭』或『跳舞女郎』之稱；由於花序具有分枝性良好，花形豐富、優美且花色豔麗多變等特色，所以成為插花上常使用之一種花材，在國內及國外的市場上皆頗受歡迎；文心蘭自1986年引進台灣試種，栽培至今已達26年之久，因各方先進的努力，文心蘭目前已成為台灣第一大的外銷切花，20 11年其外銷量已突破2500萬枝，相信未來在台灣文心蘭切花的生產與銷售數量上亦將繼續有所成長。

內容

一、產銷現況

由於文心蘭在台灣的栽培環境相當的簡單，大多以遮陰網室即可進行栽培生產，在產業的進入門檻不高，也因為進入門檻不高，因此在文心蘭切花試銷日本有著良好市場反應與價格收益的亮眼成績後，在台灣文心蘭栽培面積即迅速的竄升，於1997年(民國86年)栽培面積為90.43公頃，1998年(民國87年)便蓬勃的增加到149.68公頃，2008年以後文心蘭之栽培面積突破200公頃，2011年的栽培面積更是達到217.26公頃，為台灣文心蘭栽培歷年來最大的栽培面積。2011年在台灣文心蘭217.26公頃的栽培面積中，以台中市地區所佔的比例最高，為台灣的第一大產區，栽培面積達63.54公頃，占台灣文心蘭栽培面積的29%，切花的年出貨量達1000萬枝以上，占整個文心蘭切花產量的33%，屏東地區則居第二大產區，栽培面積為51.73公頃，占整個台灣文心蘭栽培面積的24%，在產量方面屏東地區亦占有台灣文心蘭切花產量的27%，年出貨量達800萬枝以上。

台灣文心蘭切花在國內市場上的銷售數量，近二年來(2010~2011年)大約維持在615~635萬枝切花的銷售範圍，每把切花的平均價格大約為62.5元，國內市場的年產值約為台幣4千萬元；而在外銷上，台灣文心蘭切花大部分以外銷日本市場為主，2007年以後外銷量突破2000萬枝，2010年的外銷量為2319萬枝，2011年更高達2537萬枝的切花外銷量，在外銷上的產值2010年達1345萬美元，約台幣4億元左右，2011年切花外銷產值更高達1432萬美元，約台幣4億3千萬元左右；依資料上的統計顯示，歷年文心蘭切花之內外銷比例有逐漸提高的趨勢，2008年文心蘭切花內外銷比例為1：3，2011年內外銷比例提高至1：4，也就是台灣文心蘭切花的

生產有80%是外銷至其他國家，而日本是台灣文心蘭切花主要的外銷市場，台灣文心蘭切花亦占日本文心蘭切花總輸入量的第一位，自2008年以後，台灣文心蘭切花在日本市場更突破90%以上的市佔率，2011年市佔率更高達92%。

在栽培品種上，台灣文心蘭的栽培是以*Oncidium* Gower Ramsey(蘭西)為主要的栽培品種，而近年來因*Oncidium* Honey Angle(檸檬綠)這個品種的興起與流行，在日本市場上的接受程度與價格遠比蘭西為高，2011年在日本花卉市場上的拍賣價格，*Oncidium* Gower Ramsey與*Oncidium* Honey Angle有著大幅的價差存在，每枝切花在價格較高的1月分時有最大的差價，價差約為台幣37元/枝，而在價格低靡的10月分與11月分價差較小，大約是台幣12~14元/枝左右，整體而言，每枝*Oncidium* Honey Angle的價格約是*Oncidium* Gower Ramsey的2倍以上，在這樣高收益品種的情勢下，台灣的栽培業者逐漸轉向*Oncidium* Honey Angle品種進行栽培，所以台灣目前文心蘭切花外銷的二大主力品種為*Oncidium* Gower Ramsey與*Oncidium* Honey Angle。

而以台灣文心蘭切花外銷量而言，2011年仍以*Oncidium* Gower Ramsey的外銷量居多，全年外銷量為1920萬枝，最大之外銷月分為10月分，而*Oncidium* Honey Angle全年之外銷量為617萬枝，以10~11月為較大量切花外銷月分，此二個品種的外銷比例分布，在2011年的前半年有較大的差距，*Oncidium* Honey Angle僅占台灣文心蘭切花外銷量的10~15%左右，而在後半年*Oncidium* Honey Angle的切花外銷量有所提昇，2011年11月分時，*Oncidium* Honey Angle與Oncidium Gower Ramsey兩品種的外銷數量相接近，依資料統計顯示，兩品種的全年的外銷比例約為1：3，即Oncidium Honey Angle的切花外銷約佔25%，*Oncidium* Gower Ramsey約佔75%的文心蘭切花外銷量。

二、產業需求

然而在外銷如此成功與亮眼的切花產業上，卻隱藏著產業發展上的瓶頸與問題存在，在與一些文心蘭業者洽談中，由栽培業者反應出當前台灣文心蘭產業所遭遇的一些問題與困難，主要有品種單一、產期集中以及缺乏完善的栽培體系等；為求突破產業上的問題與困難，衍生出一些產業上的需求，這些需求包括有育成多樣化的品種、開發產期調節的技術與建立完善的栽培體系與採後處理流程等。

(一) 育成多樣化品種

育成多樣化品種包括育成不同花色、不同花形、具抗病性及不同開花季節的品種，目的在於克服品種單一的問題，來符合市場需求與栽培問題上的克服。

1. 育成不同花色品種，拓展不同的外銷國及外銷市場：

台灣文心蘭切花外銷以日本市場居多，顏色以黃色系為主要花色，然而在歐洲國家對黃色系的花卉接受程度不高，因為在這些國家黃色系的花卉所代表之意義多為分離或哀傷的意涵，因此若要拓展這些國家的外銷市場，需要藉由不同花色品種的育成，來提高市場對文心蘭切花的接受程度。

2. 育成不同花形品種，開發市場需求及流行：

在品種育成上的另一個需求即是育成多樣化花形的品種，目前接續文心蘭Gower Ramsey之後的流行品種為文心蘭Honey Angle，然而現今市場上，另一種被認為是具有潛力的新品種已經育成，其特色在於花形特殊，一朵花同時具有三個唇瓣，相當新奇與特別，生產者的栽培意願相當高，因此在多樣化花形的品種育成上，未來可考慮多唇瓣花形，如四唇瓣，或是在類似文心蘭近緣品種如蛛蜘蘭、軛瓣蘭、堇花蘭等花形品種的育成，創造出嶄新的花形品種，使之有機會成為下一個市場需求或未來的流行趨勢。

3. 育成具抗病性品種，克服軟腐病的危害：

目前文心蘭在栽培上較難克服的病害，就是細菌性軟腐病的防治與治療，一旦植株遭受軟腐病的病原體感染時，往往只能棄車保帥，將罹病的植株丟棄，避免傳染其他植株，此病害在夏季高溫多濕時更是嚴重，常造成栽培上的鉅大損失，因此針對此病害產業上極度需要抗病品種的育成，來克服軟腐病的危害。

4. 育成不同開花季節之品種，克服產期集中的問題：

不同產期品種的育成亦是多樣化品種育成中重要的目標之一，像是每年12月~3月及7~8月分，台灣文心蘭切花之供應量少，國外的需求量大，所以價格行情高漲，針對價格高的這些月分季節，育成在此期間開花的品種，可增加切花的供應量與提高產業的整體收益，並舒解產期過度集中的壓力。

(二) 開發產期調節的技術

文心蘭產業中另一個嚴重問題即是產期過度的集中，依照產量上的統計，文心蘭切花產期主要是集中在每年的5~6月及9~10月的這些月分，而產量過度集中的問題則是反應在市場拍賣價格上，在2011年各月分切花內外銷的價格顯示，於產量集中的5~6月及9~10月，文心蘭切花的價格較低，而價格低靡的現象尤其以國內的切花市場更是明顯，嚴重時曾造成台灣國內的栽培業者血本無歸，因此產業上的迫切需求即為產期調節措施的技術開發，目前有些產期調節措施的技術是值得探討與運用的，包括有營養調節、環境調節、花梗剪除、除芽處理、植物生長調節劑使用等調節方式，茲分述如下：

1. 營養調節

在營養調節上主要是在幼苗期至假球莖成熟的營養生長期間，如何利用營養元素的供應或促進植體養分累積的方法，如CO_2施肥等方式，以加速植株成熟，促進植株進入生殖生長的階段來進行開花，甚至開花的同時又能萌發營養芽繼續下一世代生長，以縮短生育期間，來達到調節產期的效果。

2. 環境調節：

在利用環境調節花期的方式不外乎有二種，分別是利用日長及溫度等方式來進行；在日長方面，可開發利用電照處理營造長日的環境或遮光處理營造短日的環境的方式來達到促進或抑制開花的有效調節技術；而在溫度方面則可利用溫度與生長速率及開花速率間相對應的資料建立，來進一步運用加溫或降溫的方式促

成或抑制植株生長及開花速率，有效調節花期。

在產業上認為以往遮陰網室的栽培設施在生產高品質切花或是在利用環境控制方式進行花期調節的工作上，都不是一種理想的配合設施，而應漸漸的朝向搭設更精密的溫網室，來避免環境的危害，如：風害或雨害，以及更進一步的搭配排熱的設施來避免夏季暑熱積聚的高溫障礙，且更有利於加溫、降溫或CO_2施肥的一些調節方式進行，甚至是利用水牆風扇系統的玻璃溫室來更精確的控制栽培環境，以求有效的掌握產期及切花品質。

3. 其他調節：

在其他的調節方法上，有被研究或運用的調節處理方式，包括花梗剪除、除芽處理以及植物生長調節劑的使用等方式，如何將這些處理方式與品種、季節與產區間建立相互對應的資料，以及各處理間如何結合使用，使產業在栽培上能加以運用，來精確調整花期是產業上的一大需求。

(三) 建立完善的栽培體系與採後處理流程

除了品種單一及產期集中之外，文心蘭產業另一個遭遇的問題為缺乏完善的栽培體系，在這個問題點上產業栽培業者期待能建立更完善的栽培管理體系以及採後處理流程以提高文心蘭切花生產之品質及外銷之到貨品質。

1. 建立完善的栽培體系

在建立完善的栽培體系上，可由苗期管理、根部管理及花期管理三個部分加以探討；在苗期管理上，可將文心蘭的營養生長期加以區分為幼芽期、出鞘期及成熟期等，探討各階段之營養施肥、水分管理、溫度和光線等環境條件設定與植株生育情形間如何達到一個理想的苗期生長管理模式；而在根部的管理上則是開發增加植株有效之吸收根比例的處理技術，促進植株對養分、水分的吸收效率，以旺盛的根部活力來促進地上部的生長發育，另外在根部中氣生根的存在也是相當的重要，文心蘭屬著生蘭的一種，根部對氧氣的需求相當依賴，除了促進有效之吸收根比例外，氣生根的維持與誘導亦是重要的管理技術；在花期管理上，文心蘭花莖抽出至開花達採收的期間約1.5~2個月的時間，在此段花序發育的期間，如何進行栽培管理來增進開花的品質，是重要的研究課題，在開花品質上高品質文心蘭切花講究的是其花序上分叉的數量與側枝長度，而非單單提高花序的總長度，因此如何促進花序的分叉性及分叉的側枝長度是在栽培管理上可以努力的一個方向。

2. 建立完善的採後處理流程

在建立完善的採後處理流程上，主要是藉由改善預措吸水系統，來發展適合長程運輸的模式，以開拓更遠距的外銷市場，首先在切花採收後運送到包裝場的過程中應避免在高溫的時候運送，如：夏季於上午11點室外溫度達30℃以上的狀態下運送切花至包裝場是比較不適合的，而在氣溫較低的8~9點較適合，且運送的交通工具最好有帆布可遮光及擋風擋雨，避免運送過程中切花的損傷。

而在預措吸水的處理過程中，傳統的處理方式是文心蘭切花在田間採收後，

以報紙包捆成束後置於橘色水桶中，送至包裝場進行預措及分級的工作，而這樣的處理方式易因報紙的油墨引發乙烯氣體的形成，致使切花加速老化；且這樣的預措方式對保鮮預措液的使用耗費量較大，造成處理成本增加，再加上花莖間較不通風，易有病原菌滋生，因此在產業需求上如何選擇適當的包裝資材取代報紙，來消除乙烯產生的危害，及減少保鮮預措液的使用去節省成本，並增加通風性來消除田間熱與減少病原菌滋生的預措方式，是相當重要的一個環節。保鮮劑的使用關係著切花品質的維持，其作用在供應切花採收後所需的養分及水分，以及避免病原菌的滋生等，產業上為求能更加延長切花瓶插壽命與貯運時的切花品質，需要更有效的保鮮藥劑開發，以應付外銷至歐美等長距離國家時，切花品質仍可維持良好的狀態，並減少貯運過程中花莖的腐爛、微生物滋生阻塞吸水孔道等，以降低切花的損耗。

文心蘭切花在採收、分級、包裝的過程，會被置放於密閉空間中去進行1-MCP的燻蒸作業，以降低貯運過程中乙烯對花朵的危害，造成花朵老化、落花落蕾等現象發生，延緩切花老化的速率；1-MCP是一種乙烯作用抑制劑，可有效的抑制乙烯所造成的老化作用，延長園產品的櫥架壽命，在文心蘭切花採後處理上的使用相當普遍及頻繁；在外銷的過程中，包裝後的切花往往會因為吸水性不佳或是蒸散量旺盛導致水分供應不足，而造成花瓣失水喪失膨壓，發生萎凋現象，因此研發如何降低切花水分蒸散量及充分供應水分的處理方式，如：蒸散抑制劑的使用或者是將保鮮管進行加大加長的設計等，以解決問題的發生。

結語

依據當前產業上所遭逢的一些問題與困難，衍生出產業的一些需求存在，而這些需求最終是為了滿足當前文心蘭產業的願景，包括能開發有效進行產期調節的方法來精確控制花期，以及藉由多樣化品種的育成、完善的栽培體系與採後處理流程的研發去發展多元的外銷市場，減輕台灣文心蘭切花產量日益龐大的壓力，並且有能力面對其他崛起國家的競爭，讓台灣文心蘭站在國際市場販售的舞台時，也能有著亮眼的價格表現，創造出更高的產值及收益，期待台灣的文心蘭不僅僅是跳舞的女郎，更可以在不久的將來戴上皇冠，變成跳舞的女王。

參考文獻

1. 周明燕、張采蘋、游振昌、魏碧珠。2006。文心蘭產業經營管理專輯。行政院農業委員會編印。216pp.
2. 林瑞松、徐懷恩、賴淑芬、陳加忠。1998。光度與光期對文心蘭開花率與開花品質之影響。中華農業氣象。5(4)：193-202.
3. 徐懷恩。1997。不同光照、氮源肥料及花梗修剪對文心蘭開花之影響。國立中

興大學園藝研究所碩士論文。131pp.。
4. 張允瓊、李咢。2000。溫度對文心蘭Gower Ramsey假球莖生長與花序發育之影響。中國園藝。46(2)：221~230.
5. 張朝晏。2009。文心蘭之健康管理。2009花卉健康管理研討會專刊。農業試驗所特刊第143號。195-202 pp.
6. 張維倩。2009。生長調節劑與除花梗對文心蘭生育及開花之影響。臺灣大學園藝學研究所學位論文。190pp.
7. 許玉妹。1998。文心蘭花梗抽出期與開花期之關係。台灣花卉園藝。135：36-38。
8. 曾明進。2008。設施文心蘭栽培淺談。台灣花卉園藝。254: 36-39.
9. 蔡佩芬。2000。溫度、光度、栽培介質及肥料濃度對文心蘭苗生育之影響。國立台灣大學園藝研究所碩士論文。141pp.
10. Gerhard Z. 1999. What are back shoots good for seasonal changes in mineral, carbohydrate and water content of different organs of the epiphytic orchid, Dimerandra emarginata. Ann. of Bot. 84: 791-798.
11. Gil, V. L., and L. B. P. Zaidan. 1996. Flowering of *Oncidium* 'flexuosum' under controlled day length conditions. Orchid Review 104: 186-188.
12. Hew, C. S., and C. K. Y. Ng. 1996. Changes in mineral and carbohydrate content in pseudobulbs of the C3 epiphytic orchid hybrid *Oncidium* Goldiana at different growth stage. Lindleyana 11(3): 125-134.
13. Hew, C. S., W. P. Soh. and C. K. Y. Ng. 1998. Variation in photosynthetic characteristics along the leaf blade of *Oncidium* Goldiana, a C_3 tropical epiphytic orchid hybrid. Int. J. Plant Sci. 159(1): 116-120.
14. Ng, C. K. Y. and C. S. Hew. 1999. Regulation of photosynthesis by end-product accumulation in leaves of the C_3 tropical epiphytic orchid hybrid, *Oncidium* Goldiana. Lindleyana 14(1):2-11.
15. Tanaka, M., S. Yamada and M. Goi. 1986. Morphological observation on vegetative growth and flower bud formation in *Oncidium* 'Boissience'. Sci. Hort. 28: 133-146.
16. Yong, J. W. H. and C. S. Hew. 1995a. Partitioning of 14C assimilates between sources and sinks during different growth stages in the sympodial orchid *Oncidium* Goldiana. J. Plant Sci. 156(2): 188-196.
17. Yong, J. W. H. and C. S. Hew. 1995b. The importance of photoassimilate contribution from the current shoot and connect back shoots to inflorescence size in the thin-leaved sympodial orchid *Oncidium* 'Goldiana`. Int. J. Plant. Sci. 156(4): 450-459.
18. 9.Yong, J. W. H. and C. S. Hew. 1995c. The patterns of photoassimilate partitioning within connected shoots for the thin-leaved sympodial orchid *Oncidium* Goldiana during different growth stages. Lindleyana 10:92-108.

茭白與黑穗菌的相互關係

蔡正宏

摘要

茭白與黑穗菌間是一種共生的關係，黑穗菌需要植物製造的養分，但也會釋出以細胞分裂素為主的生長激素，讓茭白莖部膨大成為具經濟價值的蔬菜，因此共生狀態下植株與真菌的相對平衡是非常重要的，因為生育過於強健的植株，黑穗菌菌絲無法侵入，故無法刺激莖基部膨大者，會導致雄株的產生。而當植株生育、分蘗停滯，黑穗菌的菌絲潛育期縮短，黑穗菌產生大量孢子，形成黑棕色的冬孢子腔，同時因賣相不好，致失去商品價值，也就是俗稱的黑心或灰茭。另外在台灣所栽培的茭白品系中，利用RAPD分析植株、嫩莖及黑穗菌之DNA後，發現不同品種的植株遺傳差異相當微小，反而是黑穗菌的遺傳差異非常大，因此未來是否有可能以篩選黑穗菌的品種，並接種至茭白後即可育成理想的茭白品種，仍可進一步研究。

前言

茭白(*Zizania latifolia Turcz.*)在古代當作穀物利用，稱為『菰米』，至今於加拿大北部仍有原住民栽種，當地稱為野米(Wild Rice)。在華人地區經選種基部肥大呈肉質莖之植株當作蔬菜栽培，演變成今日之茭白筍。依據100年農業統計年報，臺灣茭白栽培面積為2,013公頃，年產量45,353,368公斤，主要產地集中南投縣埔里鎮，種植約1,700公頃，占全臺83%以上，平均產量每年2,400公斤/分地。中國浙江與江蘇為世界最大的茭白栽培地區，浙江就擁有26,000公頃以上的栽培面積，且每年600,000噸的收穫量，約2,300公斤/分地，因此對岸成為台灣茭白筍外銷最大的競爭對象。

黑穗菌(*Ustilago esculenta P. Henn.*)為擔子菌亞門黑穗菌屬高等真菌，菌絲發達，具有隔膜。此菌在幼嫩的茭白莖內，於適溫情況下，產生細胞生長素及細胞分裂素，刺激茭白莖部細胞組織不斷增殖膨大，乃形成顏色潔白，質軟味美的筍狀嫩莖；同時葉片光合作用所製造的養分也轉移蓄積於此，即成為茭白筍。茭白生長適溫為20~30℃，溫度超過30度或低於10度 時會抑制黑穗菌生長導致不結筍，另外重要的生產關鍵還有乾淨的水質與豐沛的水量。茭白筍採收季節正逢高溫多濕，及多颱風豪雨的時期，一般蔬菜栽培不易，加上其搬運及貯藏較方便，已成為台灣夏季重要蔬菜之一。一般筍農栽培管理的技術皆相當老練，但由於個人土地面積有限，採用連作方式經營，又因為電照、刈頭等產期調節之技術發明，使得耕地土壤鮮少有休息機會；茭白為耐肥性作物，如果肥料不充足或乾

旱，則筍小，且厚膜孢子易顯現，因此農民習慣性的大量使用化學肥料，使土壤理化特性變差，而且連年種植同一作物加上長年淹水易造成某些微量元素的缺乏及土壤通氣性下降，加上近年氣候變遷等因素，都間接造成茭白筍產量年年下降之趨勢，歷年茭白筍產量由90年35,000公斤/公頃下降至100年24,000公斤/公頃。因此希望藉由了解茭白與黑穗菌間的相互關係，以克服臺灣茭白栽培所遭遇瓶頸，更能改善雄株及灰茭等品質問題。

內容

茭白植株莖部可分為地上與地下莖，地上莖為短縮莖(縱向生長)，每個節位都可以產生芽點，形成自己的短縮莖，當短縮莖達到10節以上，加上外界環境適合黑穗菌增生後，即可形成筍狀菌癭(Fungous gall)。地下莖則為匍匐莖(橫向生長)，先端的芽轉向地上生長，形成分株(圖一)。

表一、埔里鎮茭白歷年栽培面積與產量

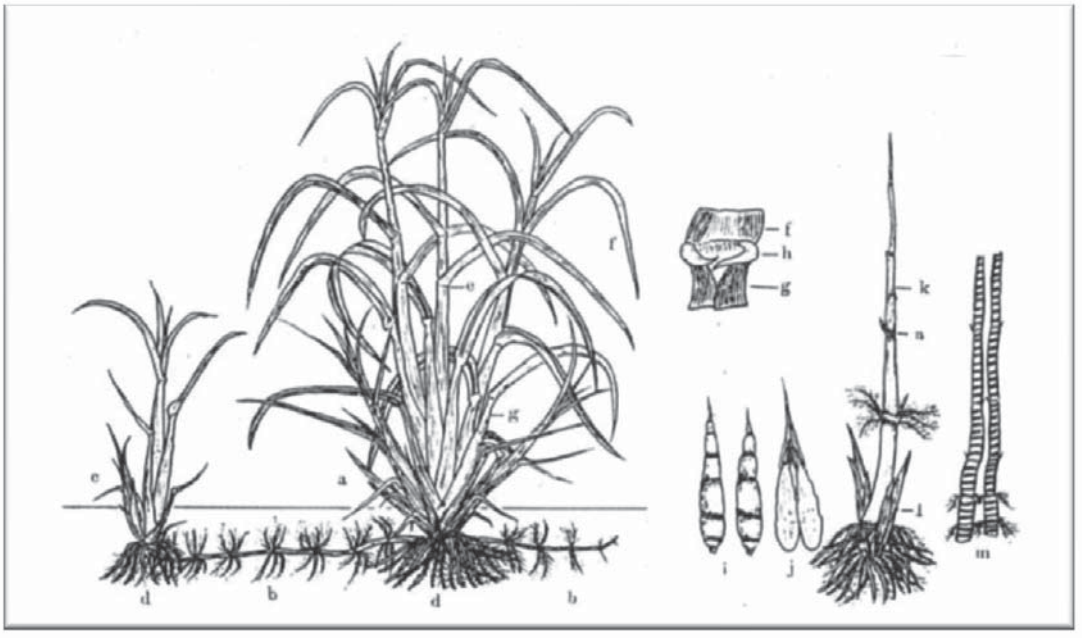
年度	縣市鄉鎮名稱	種植面積	收穫面積	每公頃收量	收量
		公頃	公頃	公斤	公斤
86	埔里鎮	1,162.00	1,162.00	31,000	36,022,000
90	埔里鎮	1,257.00	1,257.00	35,000	43,995,000
94	埔里鎮	1,649.97	1,649.97	25,500	42,074,235
98	埔里鎮	1,756.91	1,756.91	24,100	42,341,531
99	埔里鎮	1,763.61	1,763.61	24,100	42,503,001
100	埔里鎮	1,766.24	1,766.24	24,061	42,497,400

黑穗菌屬於真菌界擔子菌亞門黑穗菌目，利用光學顯微鏡觀察懸浮培養的黑穗菌，其無性繁殖以菌絲生出分生孢子；而有性繁殖利用具親和性的兩個菌絲或細胞結合，形成雙核次生菌絲，之後產生厚膜冬孢子，因為屬於較高等的真菌，菌絲發達，具有隔膜。利用電子顯微鏡觀察茭白植株中的黑穗菌，大部分的黑穗菌在皮質被發現，尤其在維管束的周邊充滿了菌絲及菌絲團，根部與葉片組織中卻沒有發現任何菌絲，菌絲出現在短縮莖部的皮質薄壁細胞頻率較高。菌絲團大量地出現在莖部維管束周圍及薄壁組織中，縱向相鄰的細胞中擠滿了菌絲團，甚至由大量菌絲取代了原本的組織，有些較長的菌絲會有分支的狀況，另一些較短菌絲間會產生很多的短枝，形成菌絲聚合體，而此部分很有可能是形成冬孢子(厚

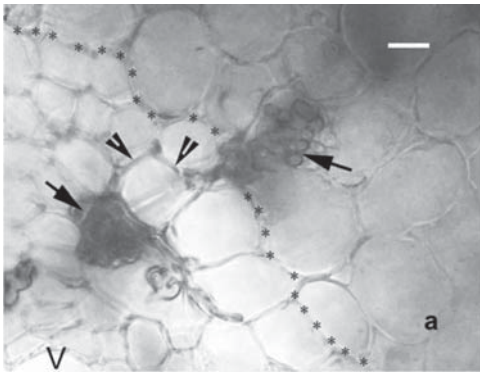
膜孢子)的場所，也就是灰茭的形成。而維管束中菌絲分布在導管細胞、伴細胞的周圍及維管束鞘細胞之中，但從未發現菌絲直接存在於木質部或是韌皮部的管胞中。在莖部薄壁組織中，菌絲會生長在細胞間隙與細胞中，菌絲直接壓迫到細胞壁上使其凹陷，但宿主的細胞膜與細胞功能卻不受影響，是完整且正常運作的。菌絲發育後期，會使寄主細胞原生質分離，並使細胞壁開始破裂，導致茭白組織內形成菌腔，多數細胞會繼續破裂，使菌腔擴大，後續便準備厚膜孢子形成。當菌絲成功入侵宿主細胞後，宿主細胞的細胞膜呈現凹陷狀且緊緊地包圍菌絲鞘，從而形成了絕對寄生的接口。此接口與大多數絕對繼生菌的作用相同：

1. 真菌會分泌一些物質引導細胞的同化產物流向真菌內。
2. 保持細胞與真菌間訊息的相互傳遞。

試驗中亦觀察到，通常只在離地面20-25cm的短縮莖中才能發現到菌絲的分布，因此對於以分株作無性繁殖的茭白，留種時所取節位顯得相當重要，一般農民傳統認為越底部的節位，所繁殖出的茭白會越好，但依照試驗呈現結果，推測應該是以越接近土面20cm左右的短縮莖節作為繁殖體，其內部菌絲較旺盛且密度較高，但是否也因此黑穗菌間變異較大，仍需試驗才可證實。試驗中也觀察了短縮莖的芽點部位，發現莖上所有的芽點皆被黑穗菌入侵，菌絲由較成熟的節間區域，沿著細胞間隙或薄壁細胞入侵新的芽點，並佔據了大部分的芽點組織(圖二)，當芽點發育成幼芽與葉片時，幼芽中菌絲的分布模式與芽點中是非常相似的，但菌絲沒有跟著延伸到葉片組織中，只保持在葉鞘與葉片的交界處。

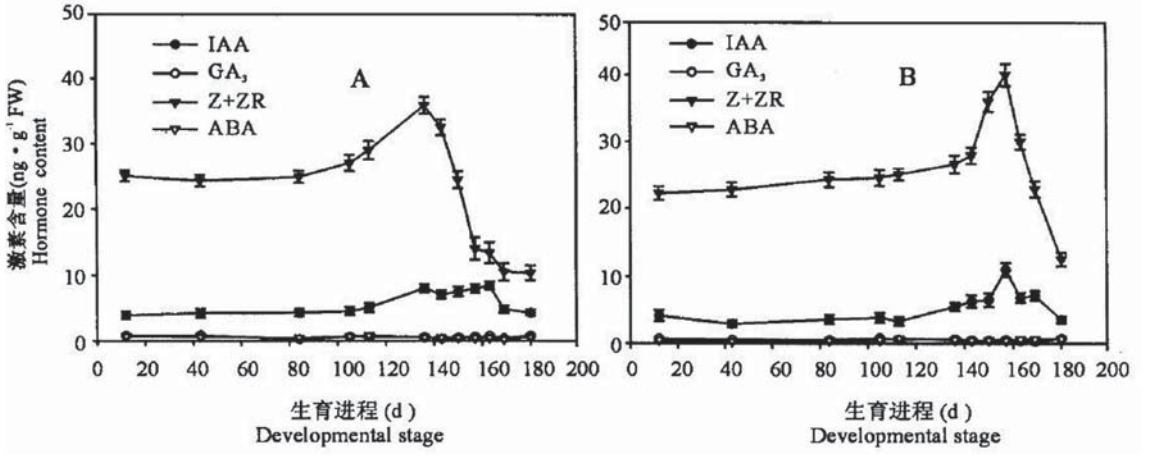


圖一、茭白植株型態



圖二、黑穗菌由植株較成熟部位(星號左半邊)侵入新生芽點(星號右半邊箭頭處)

由上述得知黑穗菌與茭白間形成一種共生關係，再此共生狀態下，黑穗菌的活性與植株生育的相對平衡就顯得相當重要，因為收穫目標不單純是植株或是菌所構成，任何一方過於強勢都會造成品質的偏差。在文獻中普遍認為，細胞分裂素和生長素負責食用嫩莖的形成，一開始孕筍時期的細胞分裂素含量會不斷上升然後到筍生育中後期開始下降，而IAA則是起伏較平緩，只在筍的發育中期有些微上升(圖三)。受黑穗菌感染的細胞比未受感染的細胞，在細胞分裂素含量多了35倍。因此推測當茭白的地母莖分生新芽後，黑穗菌會迅速感染芽點，則頂芽以下3~4節幼莖，因病菌分泌生長素(Auxin)及細胞分裂素(Cytokinin)等荷爾蒙物質，刺激嫩莖薄壁細胞之分裂增且細胞體積增加，而形成肥大可供食用的組織，即為茭白筍。未分化成明顯節位的幼莖組織中，菌絲分布較密， 已經具有節或節間的組織則分部少，隨組織愈老化成熟，菌絲越少。在較老的直立莖和匍匐莖中，很少有菌絲分布。黑穗菌一般分布在分蘗芽細胞質豐富、生理活動較為旺盛的部位，而在液泡化程度較高的組織中則幾乎消失(在植物細胞中，液胞化作為一種正常現象，隨着細胞的生長成熟而發生，並形成巨大的液泡)。



圖三、茭白嫩莖發育過程中，內部賀爾蒙含量變化。

茭白栽培過程中，影響收穫量與品質最大的，即雄株與灰茭的產生，也就是植株與黑穗菌間失去了平衡。一些生育強健的植株，黑穗菌菌絲無法侵入，故無法刺激莖基部膨大者，稱為雄株，一般雄株都會開花，茭白花屬圓錐花序，雌雄同株，但雌雄異花或同花。花序上(頂)部著生雌花，中段生兩性花或畸形花，基部則為雄花(圖4)。其實在北美還有很多原住民栽培茭白，但收穫的是種子，華人稱菰米，歐美則稱野生稻(Zizania palustris、 Z. aquatica)，野生稻的核型與茭白(Z. latifolia)有很大之差異。茭白之核型不對稱，顯示其為演進型。野生稻Z. palustris和Z. aquatica(均 n=15)在減數分裂時之染色體行動均正常，但Z. latifolia (n=17)有24.3%的花粉母細胞在肥厚期或第一中期顯示有2個或以上之單價染色體或染色體斷片。在第一後期，更有62.6%之花粉母細胞具有染色體橋隨伴或不隨伴著無中節染色體斷片，或染色體形不均等數分離者，簡單解釋為減數分裂中期(metaphase Ⅰ)染色體不均等分離，導致不稔性，因此在華人地區栽種之茭白雖會開花，但不節種子。雄茭內部結構上可以觀察到幼莖組織細胞出現液泡化比正常的分蘗早，液泡化的程度也比較高， 顯示這些組織的細胞已成熟， 能向菌絲提供的營養顯然不足，從而降低了菌絲入侵能力。因此，當產生腋芽原基時，菌絲因入侵能力弱而未能進入腋芽原基。

灰茭又俗稱黑心，因為植株生育、分蘗停滯，營養物質質大多已為菌絲所消耗，促使菌絲縮短潛育期黑穗菌的菌絲潛育期縮短，黑穗菌產生大量孢子，形成黑棕色的冬孢子腔。冬孢子是在不利的條件下才容易發生，冬孢子形成，可以幫助真菌在不利條件下存活。因此文獻中提到兩個行程灰茭的主要原因：1.當邀白質株生長勢越弱，灰茭的形成機率越高。2.正常茭變灰茭的過程為突變造成。3.灰茭與正常茭是由不同的黑穗菌生理小種所導致，不同黑穗菌生理小種，造成的治致病情況不同，致病力越強的小種，產生灰茭的機率越高。因此也間接解釋目前推廣茭白必須年年選種的重要性。

另外茭白的品種間差異，一直是研究人員們好奇的問題，文獻中發現所蒐集台灣的10種茭白(3個主要品系青殼、赤殼和敢當)，雖然存在外表形態上的差異，但是遺傳差異非常非常少，RAPD分析後，不同品系間黑穗菌的遺傳差異反而非常大。三個品種的茭白在植物部分無法以RAPD做有效鑑別，推測因茭白的栽培長年以無性繁殖選種方式，栽培品種已趨近所謂“營養系”，存在於三品種間的歧異度非常小。而三品種的黑穗菌歧異度介於30-50%之間，歧異度相當高，在選種上，人為選拔壓力僅限於避免灰茭或雄株，所以是厚膜包子形成的早晚。但本試驗只限於三個族群間的黑穗菌歧異度，而同一族群單株與單株之間的歧異度尚無研究。

結論

茭白與黑穗菌間的相互關係存在著互利卻又相互競爭的關係，其中灰茭與雄

株會因為兩者間的平衡失調而產生，如果寄主向菌絲所提供的營養不足，則可導致1.是菌絲在寄主體內的繁殖和侵入能力減弱—雄茭，2.是菌絲過早節束潛育期而進入繁殖階段—灰茭，因此每年的選種是勢必執行，且母莖的切取方式也因為對黑穗菌存在節位及活性而應有所改變。目前依照分析結果，茭白植體間的差異度非常微小，而菌種間差異卻明顯，因此未來是否能透過篩選黑穗菌的品種，來達到增加品質與產量的目的，又或如何將黑穗菌接種入茭白，都是相當值得探討的研究方向。

參考文獻

1. 江解增、邱屈娟、韓秀芹、曹碚生、朱慶森。2004。茭白生育過程中地上各部位內源激素的含量變化。武漢植物學研究。22(3): 245-250。
2. 呂理燊、高清文。1982。茭白筍組織之電子顯微鏡觀察。植物保護學會會刊。24: 247-252。
3. 洪聖峰、陳舜英。2000。茭白作物之演化、利用與育種方向。農政與農情。366: 93-97。
4. 劉政道。1977。茭白外部形態及其花器構造之研究。中國園藝。23(6): 281-289。
5. Cheng, L. J. and D. Guo. 2006. The Biochemical Changes during Stem Swelling in *Zizania latifotia*. Acta Horticulturae Sinica. 6:741.
6. Chung, K. R. and D. D. Tzeng. 2004. Nutritional Requirements of the Edible Gall-producing Fungus *Ustilago esculenta*. Journal of Biological Sciences. 4(2): 246-252.
7. Din, X., X. S. Xu, and W. Chen. 1991. A Preliminary Study on the Development of"Male" and Smutted Tillers of *Zizania Caduciflora Hand*. Journal of Wuhan Botanical Research. 9(2):115-120.
8. Doehlemann G., K. V. D. Linde, D. Amann, D. Schwammbach, A. Hof, A. Mohanty, D. Jackson and R. Kahmann. 2009. A Secreted Effector Protein of *Ustilago Maydis*, is Required for Successful Invasion of Plant Cells. PLoS Pathog. 5(2):e1000290.
9. Doehlemann G., R. Wahl, M. Vranes, R. P. de Vries, and J. Kamper. 2008. Establishment of Compatibility in the *Ustilago maydis/maize* Pathosystem. J Plant Physiol. 165:29-40.
10. Huang, C. S. 1978. Cytological and agronomical studies on American wild-rice, Zizania palustris and its related species. Journal of the Agricultural Association of China. 103: 20-42.
11. Hung, S. F.,T. L. Chang, I. Z. Chen, D. C. N. Chang. 2006. Anatomic Observation of the Symbiotic Coba (Zizania latifolia Turcz.) and Ustilago esculenta P. Henn. J. Taiwan Soc. Hort. Sci. 52(3) : 291-296.

12. You, W., Q. Liu, K. Zou, X. Yu, H. Cui and Z. Ye. 2011. Morphological and Molecular Differences in Two Strains of Ustilago esculenta. Curr Microbiol. 62(1):44-54.
13. Zhang, J. Z., F. Q. Chu, D. P. Guo, K. D. Hyde and G. L. Xie. 2012. Cytology and ultrastructure of interactions between Ustilago esculenta and Zizania latifolia. Mycol Progress. 11:499-508.

作物耐熱性篩選指標之建立

陳葦玲

摘要

耐熱育種為解決全球暖化下作物生產的長遠方法，而作物耐熱性篩選可分為外部形態和經濟性狀、微觀結構、生理生化及分子標誌指標四大類。從實際生產面出發瞭解作物對熱逆境反應，並以次為據建立快速且正確的耐熱性評估方法可加速耐熱性育種流程。

前言

高溫為影響作物生長之重要限制因子，其造成植物結構、型態、生理、生化甚至遺傳(genetic)層次上之改變，進而影響產量與品質。耐熱性(heat tolerance)是可遺傳且馴化的生理反應(Ismail and Hall, 1999)，然而傳統耐熱育種流程中，田間篩選目標性狀所耗費之時間及勞力成本多，若能有生理現象或指標與植株耐熱程度及田間表現高度相關性，則可透過簡單儀器檢測獲得相關資訊，以利育種工作進行。

內容

1. 耐熱性評估指標~外部型態或經濟性狀

外部型態或經濟性狀評估為一種較直觀實際的方法，容易為育種工作者所接受。植物在高溫下可利用傳導、反射及蒸散等作用進行散熱，而其本身因應高溫型態適應變化隨著生長模式或品種特性而異，一般而言，植株型態有利於熱逸散者有較佳的耐熱性，亦利於在高溫下栽培生產。

白菜(*Brassica campestris* spp. *pekinensis* Rupr.)耐熱品種有較厚的葉片，但葉片氣孔密度卻較低，此型態可能有利於水分運輸到葉片並抑制蒸散，使得結球期遇到高溫仍能保持細胞膨壓，此外，絨毛未能有效降低白菜蒸散效率及葉溫，其耐高溫品種之絨毛密度較低(Kuo, 1988)。蘿蔔耐熱品種在高溫逆境，仍有多片功能葉，通常葉型為板葉、葉面積大、葉厚、葉色深綠，被認為是衡量其品種耐熱性的重要指標(韓， 1997)。耐熱品系之豇豆(*Vigna unguiculata* L. Walp.)在開花與結莢階段植株較矮小、節間數較少且節間較短，就耐熱與不耐品系地上部生長量比及株高比和溫度做相關性分析，其呈現一負相關，顯示隨著溫度升高耐熱品種地上部生長量及株高降低值較不耐熱品系多(Ismail and Hall, 1999)，而植株較矮的現象可能時其耐熱基因與其他基因發生多基因效應(ploeitropic effect)而造成。

2. 耐熱性評估指標~微觀結構

除外觀型態觀察外，從細胞學角度的以微觀結構鑑定雖然較複雜，但較準確及客觀，亦為耐熱育種提供理論依據。在高溫逆境下，蘿蔔耐熱品種氣孔開度小，葉肉細胞排列緊密，葉柄維管束總面積大，且具有發達的形成層及厚壁組織，這些結構特點均是為了保持水分，避免在高溫水分喪失過多(韓等, 1997)。甘藍(*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*)在38～39℃高溫環境下，耐熱品種葉肉細胞結構仍能保持正常狀態和完整性，而不耐熱品種其葉綠體膜斷裂、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，而隨後Welker等(1994)的研究中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。

3. 耐熱性評估指標~葉綠素螢光

葉綠素螢光為快速、可性度高的植體逆境程度檢測方法，已被用各種逆境如乾旱、鹽害、低溫、缺氧及採後逆境等(Willits and Peet, 2001)。植物在行光合作用時，天線分子(antenna)可將吸收之光能匯集到光合作用系統II(photosynthesis II, PSII)，並使其激發成PSII*，進行電荷分離，即傳送一個電子給其他電子接收者，在這電子傳遞的過程中，植體二酮A(plastoquinone A, QA)是第一個電子接收者，為影響PSII反應及葉綠素螢光反應之重要影響因子。在高溫逆境環境下，類囊體膜受到傷害，造成PSII電子傳遞鏈會降低或抑制，此時QA還原能力降低，由於電場排斥的關係，平衡趨向葉綠素天線分子(chlorophyll antenna)，使大部分被激發的能量停在天線分子，激發能量停留時間越長，其釋放出螢光的機會及產量也較高，而葉綠素螢光檢測主要則是量測PSII所釋放之螢光，並可利用PSII之最大光子利用效率(maximum quantum efficiency , Fv/Fm)作為逆境指標，其中Fv為最低至最高螢光產量間的差值(Fm-Fo)，而Fm則為最高螢光值(maximum fluorescence)。

Fv/Fm主要為反應光合作用之生理狀態，健康植株的Fv/Fm為常數，值約在0.75~0.85之間(姚等人，2002)，但在植物感受到逆境時，其值往往降低。番茄(*Solanum lycopersicum* L.)在不同測定溫度下與其所測得之Fv/Fm值呈現高度的二次負相關(Willits and Peets, 2002)。而葉綠素螢光用在馬鈴薯(*Solanum tuberosum* L.)品種耐篩選，以40.5oC處理各品種，S. tuberosum L 'Lucki'其Fv/Fm值下降較S. tuberosum L 'Hiang'少，且造成其Fo開始上升的溫度較低(Havaux, 1995)。Fv/Fm值的下降亦應用於鑑定白樺(*Betula platyphylla* Suk.)物種間耐熱性之差異(Ranney and Peet, 1994)。

4. 耐熱性評估指標~細胞膜熱穩定性

細胞膜是由雙層磷脂質(lipid bilayer)、蛋白質及醣類所組成，高溫逆境下，細胞構造及正常代謝途徑遭受破壞，使得膜脂質過氧化，造成雙層磷脂質鍵結受到改變，經由膜上蛋白質拉扯後由液相(liquid phase)變成為膠相(gel phase)，以致膜

的通透性增加、電解質滲漏提高(Raison *et al.*, 1980)。因此，利用電解質滲漏可評估逆境下細胞膜的穩定性，並反應了植物的耐熱性。

取植體組織至於水中給予高溫造成細胞膜通透性增加，並測量高溫處理後溶液之電導度(T_1)與組織完全被破壞之電導度(T_2)之比值，稱為熱相對傷害值(relative injury, RI)，其公式如下：$RI=\{1-[1-(T_1 / T_2) / [1-(C_1 / C_2)]\} \times 100$，其中$C_1$和$C_2$為以室溫水浴處理之電導度和其完全破壞之電導度，用以校正測量環境所造成的變因(Martineau *et al.*, 1979)。熱相對傷害值可量化細胞膜受傷的程度，評估植株細胞膜熱穩定性(cell thermostability, CMT)(Howarth *et al.*, 1997)，而評估CMT之兩個參數分別為熱致死溫度(heat lethal temperature)和熱致死時間(heat lethal time)，其分別定義為到達RI=50%時之溫度及時間，可作為物種或品種間耐熱性的指標(Yeh and Lin, 2003)。

CMT為測量植株組織於不同溫度下之電解質滲漏(electrolyte leakage)程度，為一敏感且可快速評估植物耐熱性之方法。在許多農藝及園藝作物中，CMT都能有效的鑑別不同品種之耐熱性(Chen *et al.*, 1982 ; Ingram and Willit, 1984 ; Leater, 1985 ; Saadalla *et al.*, 1990 ; Wang *et al.*, 2008)。在蔬菜耐熱篩選應用方面，甘藍六品系以電導度評估品系間耐熱性，其值從11.39%~39.30%，由統計差異性分析可區分出對高溫的耐受性，且和田間實際鑑定(包含生長勢、結球率和枯死率)及溫室模擬評估結果相同(康等人，2002)。豇豆以電解質滲漏法評估高溫下之耐熱性，不同處理溫度和其葉片電解質滲濾率其相關曲線呈S型，且可區分出品系間的耐熱差異性(Ismail and Hall, 1999)，而就其116個品系其高溫下電導度滲漏率和田間產量做相關應分析，呈現一負相關性(Samba and Hall, 2004)。

5. 耐熱性評估指標~分子標誌

目前育種方式逐漸由傳統育種走向基因體育種(Genomic breeding)，從外表型(phenotype)走向基因型(genotype)的選拔。作物耐熱性為多基因遺傳，利用與作物耐熱性狀基因連鎖的分子標誌，可作為耐熱性狀基因的釣取或分子標誌的輔助篩(Marker-assisted selection ,MAS)，以提高耐熱育種的效率。

參考文獻

1. 苗琛、利容千、王建波。1994。熱脅迫下不結球白菜和甘藍葉片組織結構的變化。武漢植物學研究。12: 207-214.
2. 韓笑冰、利容千、王建波。1997。熱脅迫下蘿蔔不同耐熱品種細胞組織結構比較。武漢植物學研究。15: 173-178.
3. Ismail, A.M. and A.E. Hall. 1999. Reproductive-stage heat tolerance, leaf membrane thermostability and plant morphology in cowpea. Crop Sci. 39:1762-1768.
4. Kamel, M.A., S.S.Soliman1, A.E. Mandour1 and M.S.S. Ahmed. 2010. Genetic evaluation and molecular markers for heat tolerance in tomato(*Lycopersicon*

esculentum Mill.). J. Ame. Sci. 6:364-374.
5. Samba, T., Amthony, E.H., 2004. Comparison of selection for either leaf-electrolyte-leakage or pod set in enhancing heat tolerance and grain yield of cowpea. Field Crops Res. 86, 239-253.
6. Sato, S. and M. M. Peet. 2005. Effects of moderately elevated temperature stress on the timing of pollen release and its germination in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Hort. Sci. Biol. 80:23-28.
7. Wang, C.S., Yeh, D.M, Sheu, C.S., 2008. Heat tolerance and flowering-heat-delay sensitivity in relation to cell membrane thermostability in chrysanthemum. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 133, 754-759.
8. Willits, D.H. and M.M. Peet. 2001. Measurement of chlorophyll fluorescence as a heat stress indicator in tomato: laboratory and greenhouse comparisons. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126(2):188-194.

亞麻氰甙(Cyanogenic glycoside)化合物之探討

陳鏸斌

摘要

亞麻是最古老的纖維作物，其種子為優良的保健食物，富含高量的ω-3脂肪酸、木酚素(lignans)、數種必需胺基酸及其他營養物質，但也含潛在毒性物質-亞麻氰甙(Cyanogenic glycoside)化合物。其成熟種子大部分含為Linustatin及Neolinustatin等雙糖苷類，另部分品種含極少量Linamarin為單糖苷類。營養生長期間葉子較其他部位含有大量Linamarin、Lotaustralin等單糖苷類，至生殖期間花瓣達最大蓄積量。本文探討亞麻氰甙種類、亞麻不同生育期間氰甙變化、氰甙的代謝機制及體內自身防禦機制內容，讓國人對亞麻(籽) 氰甙化合物有進一步的了解，供日後亞麻籽產品開發之利用。

前言

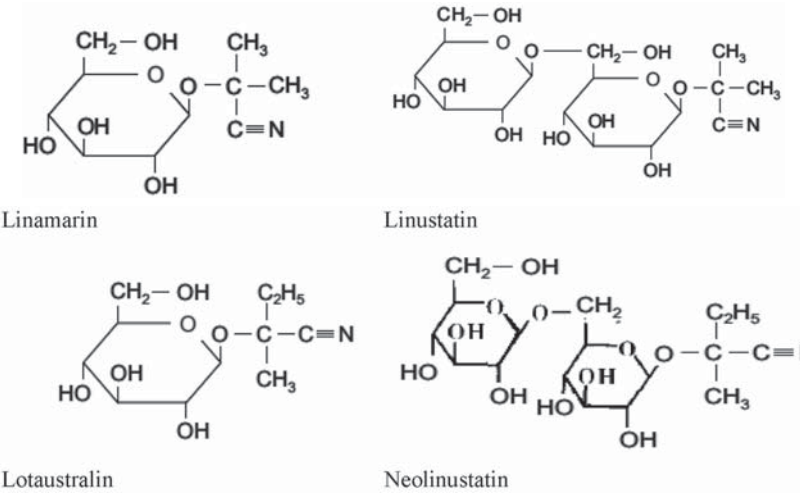
亞麻(*Linum nutitatissimum* L.)英名flax，為亞麻科(屬)之一年生草本 植物，亦是世界上最古的纖維作物之一，可分為油用亞麻、纖維亞麻及兼用型亞麻3類。其種子(flaxseed或linseed)富含油脂(包含α-次亞麻油、亞麻油酸、油酸)、膳食纖維、蛋白質、木酚素及果膠，但也含有抗VB_6因子、氰甙等抗營養因子及毒性物質，特別是其中氰甙的潛在毒性，限制亞麻籽及亞麻籽粕在食品及動物飼料使用。基本上氰甙本身並無任何毒性，但氰甙作物之所以會讓食用者中毒，主要取決於氰甙化合物降解成有毒氰化氫(Hydrogen Cyanide)或氫氰酸(Hydrocyanic acid)的能力。因此，有必要深入探討亞麻氰甙(Cyanogenic glycoside)化合物生成代謝機制及體內排毒功能，以利將來亞麻栽培利用之參考。

內容

一、亞麻氰甙種類

氰甙亦稱生氰糖苷、氰醇苷，由氰醇衍生物的羥基和D-葡萄糖縮合形成的糖苷，主要特徵都含有一個氰基及1~2個糖基。亞麻氰甙主要由纈草胺酸(Valine, Val)及異白胺酸(Isoleucine,Ile)等疏水性胺基酸(hydrophobic protein amino acids)衍生的次級代謝物。氰甙化合物主要蓄積於種子(殼與仁)及植株葉片等部位之液泡(Vacuoles)中(Vetter，2000)。亞麻氰甙化合物可分為Linamarin、Lotaustralin、Linustatin及Neolinustatin(圖一)，其中Linamarin及Lotaustralin是屬於單糖苷(Cyanogenic monosaccharide)，熔點分別為139~141℃、134~144℃，外觀顏色為無

色結晶體而Linustatin及Neolinustatin為雙糖苷(Cyanogenic disaccharide)，熔點分別為123~125℃、190~192℃，外觀顏色為無色結晶體(孫和許，2007)。



圖一、亞麻氰甙化合物種類之分子結構 (孫和許，2007)

二、亞麻不同生育期間氰甙變化

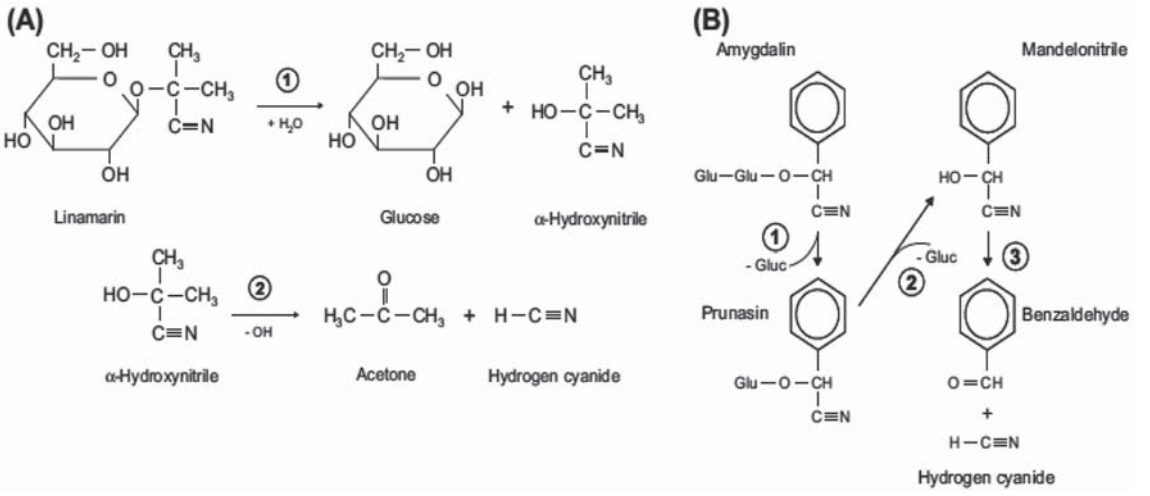
亞麻氰甙在不同生育期，其種類含量隨之變化，同時亦受氣候、季節及品種影響。有相關研究指出營養生長期不同營養器官只含單糖苷，葉子含量遠高於莖與根，同時隨著不同生育期有所變動，以幼葉展開期及開花時期之含量較高。另與其他器官比較之下，花朵含量最高，可達14.44mg/100g f. W.。一般而言，營養生長期間Linamarin含量遠高於Lotaustralin(Irena, 1998)。

成熟亞麻籽每100克氰甙化合物含量402-550mg，大部分為雙糖苷Linustatin(簡稱LN)、Neolinustatin(簡稱NN)，其含量占總氰甙含量範圍介於92%~100%；其中Linustatin含量占總氰甙含量約54-76%，此外，含極少數Linamarin，其含量占總氰甙含量範圍介於0~8%(Oomah et al., 1992)。

三、氰甙的代謝機制

氰甙本身不呈現毒性，當含氰甙的作物感受到外界潛在危險(如動物採食咀嚼)時，作物組織結構遭到破壞，在適當條件下(有水存在、PH=5左右、溫度40~50℃)，氰甙受到與其共存的水解酵素反應，產生HCN引起中毒。依據氰甙種類而言，氰甙降解主要兩個途徑為(A)單糖苷類代謝過程經2個反應途徑且由兩種酶參與(圖二A)，首先單糖苷在β-葡萄糖苷酶(β-glucosidase)作用下分解生成氰醇(α-Hydroxynitrile)或(苯乙醇腈, Mandelonitrile)及葡萄糖，另氰醇化合物不穩定，可自行分解或經由氰醇酶(α-Hydroxynitrile lyase)或Mandelonitrile lyase催化之下加速降解作用，生成氰酸及酮類或醛類；(B)双糖苷代謝過程經3個反應途徑，其中先後需要兩種β-葡萄糖苷酶(β-glucosidase)(圖二B)，首先双糖苷酶催化下將双糖

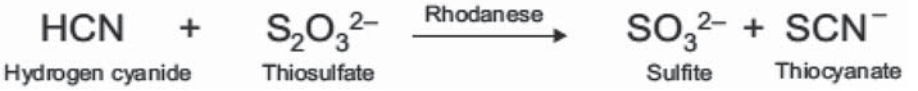
苷分解成一分子葡萄糖及單糖苷，接下來循單糖苷代謝過程降解(圖二)。



圖二、氰甙降解流程分為下列2類：(A)單糖苷類(monoglycosides)如亞麻苦苷(Linamarin)降解步驟，由β-葡糖苷酶①作用的情況下形成氰醇(α-Hydroxynitrile)；氰醇自發或經由α-Hydroxynitrile lyase②作用加速分解HCN和丙酮。(B)雙糖苷類(diglycosides)如amygdalin降解的機制，需Amygdalin hydrolase ①和 Prunasin hydrolase②兩種水解酵素催化作用，先除去兩個葡萄糖殘基和生成Mandelonitrile，再由Mandelonitrile lyase③催化加速生成苯甲醛和HCN。(引自Ballhorn, 2011)

四、體內自身防禦機制

相關的研究報告指出以人體及老鼠餵食木薯產品後，有一部分的氰苷化合物會在化學結構完全沒有改變下通過人體，且在24小時內由尿液排出體外，剩餘氰苷化合物推斷在腸道的鹼性環境下降解反應為氰化氫。另有研究指出大約1/2氰苷化合物代謝生成氰化物，1/4的氰苷化合物會由生物體直接排泄，剩餘1/4氰苷化合物代謝成其他未知化合物(FSANZ，2004)。而體內中低劑量氰化物幾乎不會累積，大部分由肝臟及腎臟細胞中粒線體(mitochondria)中解毒酵素-硫氰酸酶(rhodanese)催化CN-離子與含硫胺基酸(例如半胱胺酸，cystein；蛋胺酸，methionine)或是硫代硫酸根離子(S2O32-)，反應生成毒性較弱硫氰酸根(SCN-)離子，以硫氰酸鹽溶液隨尿液排出(圖三)。由於硫氰酸鹽與碘分子大小相近，易干擾甲狀腺吸收碘之效率，引發甲狀腺腫瘤(Morris，2000)。少部分氰化物也可與胱胺酸(cystine)、維生素B12反應，分別生成(2-imino-thiazolidine-4-carboxylic acid)及氰鈷胺素(cyanocobalamin)，並由以尿液方式排出。除此之外，氧化血紅素(methaemoglobin)能夠有效與氧化型細胞色素氧化酶(cytochrome oxidase)競爭氰化物，並作為治療氰中毒方式(FSANZ，2004)。



圖三、體內氰化物(cyanide)解毒過程：由解毒酵素硫氰酸酶(Rhodanese)催化氰化物(cyanide)與硫代硫酸根離子($S_2O_3^{2-}$)轉換為硫氰酸鹽(Thiocyanate)。在其轉換過程中代謝形成亞硫酸根及硫氰酸鹽，最後由尿液中排出。本代謝反應通常由含硫胺基酸提供硫原子結合氰酸降低毒性。 (引自Ballhorn, 2011)

結語

亞麻籽為優良的保健食物，富含高量的ω-3脂肪酸、木酚素(lignans)、數種必需胺基酸及其他營養物質，但也含潛在毒性物質-亞麻氰甙(Cyanogenic glycoside)化合物。其種籽主要氰甙化合物之雙糖苷類Linustatin、Neolinustatin，其含量占總氰甙含量範圍介於92%~100%，部分品種或未成熟種子含極少量Linamarin，作物營養器官(根、莖、葉及花)內氰甙化合物為單糖苷類且Linamarin含量遠高於Lotaustralin含量。總之，氰甙種類及含量隨環境、品種、生育期不同、作物器官不同而變。氰甙本身並無任何毒性，但植物細胞遭破壞取食時，因水解酵素參與氰甙化合物降解途徑，會生成有毒氰化氫(Hydrogen Cyanide)，大部分由肝臟及腎臟細胞中粒線體(mitochondria)中解毒酵素代謝生成毒性較弱硫代氰酸根(SCN-)離子，以硫代氰酸鹽溶液隨尿液排出。

參考文獻

1. 孫蘭萍、許暉 2007 亞麻籽生氰糖苷的研究進展 中國油脂32(10): 24-27。
2. Ballhorn, D. J. 2011. Cyanogenic glycosides in nuts and seeds. In V. R. Preedy, R. R. Watson, V. B. Patel (Editors), Nuts & Seeds in Health and Disease Prevention (1st ed.). p 129-136. Academic Press, London.
3. Food Standards Australia New Zealand. 2004. Cyanogenic glycosides in Cassava and bamboo shoots. A Human Health Risk Assessment. Technical report series No. 28. Available from: [http://bambusy.pl/bambusy/28_Cyanogenic_glycosides_bamboo.pdf]
4. Irena, N. S. 1998. Cyanogenic Glucosides in Linum Usitatissimum. Phytochemistry. 49:59-63.
5. Morris, D. H. 2007. Flax - a health and nutrition primer. Available from: [http://www.flaxcouncil.ca/english/index.jsp?p=primer&mp=nutrition]
6. Oomah, B. D., G. Mazza and E. O. Kenaschuk. 1992. Cyanogenic Compounds in flaxseed. J. Agric. Food Chem. 40:1346-1348.
7. Vetter, J. 2000. Plant cyanogenic glycosides. Toxicon. 38:11-36.

誘導突變在作物育種上之利用

陳姿翰

摘要

所謂誘導突變，指的是人為利用物理、化學或空間等因素處理植物材料，誘導植物產生遺傳物質的變異，在短時間內獲得有利用價值的突變體。1927年，Muller用X射線處理果蠅的精子，結果發現X射線會使果蠅突變，從此開創了以人為方式來誘導突變的開始。之後stadler將X射線和γ射線應用在玉米和大麥上，結果發現輻射也可以對植物產生變異。直到1934年的時候，Tollenear以X射線處理菸草，並育出了第一個突變體品種。

誘變的方式大致上可分為物理的、化學的及空間的。現代科學技術發展進一步產生了更多新的誘變技術，例如離子束照射及太空誘變育種等。而進行處理的作物包括農藝及園藝作物，尤其是對於像花卉這類以營養繁殖方式產生後代的作物，所改良的性狀除了可見的外觀表現型外，還包括像成熟期、抗病蟲害性或是作物本身的品質(例如禾穀類的蛋白質和胺基酸的含量，或是豆類的含油脂肪量等)。

將誘變直接視為預成新品種的方法並不恰當，因誘變的所產生的變異有將近90%都是不良變異，或是伴隨著不良性狀的產生。所以，與其將誘導突變視為產生新品種的直接方法，還不如將誘導突變視為增加變異性的工具之一。再利用雜交或是選種的方式，重新組合突變體的優良性狀，比起直接利用誘導突變創造新品種，更可以獲得具有利用價值的結果。

關鍵字：誘變、育種

前言

所謂誘導突變，一般簡稱為誘變。是指以人為的方式利用物理、化學或是生物的因素處理植物材料，藉以誘導植物產生遺傳物質的變異，在短時間內獲得有利用價值的突變體。在一般的情況下，原本植物就會不定時的產生突變，只是突變的機率約為百萬分之一；而利用人為的方式，乃強迫植物材料在短時間內進行突變，突變的機率將可以提高到萬分之一。因此誘變最重要的價值在於，可於短時間內獲得具有利用價值的突變體。

內容

一、誘變的歷史

關於誘變的歷史，最早於1927年，Muller以X射線處理果蠅的精子，結果發現X射線會使果蠅發生突變，從此開創了以人為方式來誘導突變的開始；後來stadler將X射線和γ射線應用在玉米和大麥上，結果發現輻射也可以對植物產生變異。直到1934年的時候，Tollenear以X射線處理菸草，並育出了第一個突變體品種。

二、誘變的意義

誘變之所以可應用在育種上，最主要是因具有以下幾個意義：

1. 增加突變率，擴大變異：因育種就是從各種變異中選出吾人所需要的，所以變異越多，越有可能從中找出所需。例如弘光大學以疊氮化鈉誘導菜豆花莢種(Hwachia)後，產生的一系列突變體，誘變的結果不只顯現在外表型上，在成分上(主要針對抗氧化能力)也產生極大的差異，當中2個突變體的原花青素含量大約是原來Hawchia的3-4倍，表示這2個特殊的突變體未來也許可作為在抗氧化力上的研究或是育種材料，都是非常有利的。
2. 打破基因連鎖，提高基因重組率：由於人為誘變的方式，以輻射的方式或離子束的方式可打破基因的連鎖，有時因為所需要的優良性狀(例如抗病性或高產量)常會與一些不良性狀連鎖，基本上連鎖單就普通雜交育種的方式不可能發生變化，所以以人為誘變的方法將可打破這種連鎖，而提高基因的重組率。
3. 利用誘變分離營養繁殖植物的重要性狀基因：一般擁有良好性狀的作物都會以無性繁殖的方式來保持優良的性狀，所以不太可能發生基因的分離，將這些營養繁殖系的作物直接以人為方式誘變，可以用來分離重要的性狀基因。
4. 有利於縮短育種程序，加速育種發展：綜合上述，可知縮短育種程序，加速育種的發展為誘變育種最主要之目的。

三、誘變的技術

誘變的技術，大致上可分成物理誘變、化學誘變跟空間誘變。

1. 物理誘變：

是最早發展出的人為誘變方式，將輻射打在植物上。一般來說輻射又分成兩種，一是電磁輻射，一是粒子輻射。電磁輻射是以電場和磁場交互震盪的方式穿過物質和空間而傳遞能量，屬於一些電磁波，例如X射線、γ射線、紫外線及微波。至於粒子輻射則是藉由一些高速運動的粒子將動能傳遞給其他物質，主要是一些基本粒子及這些粒子所構成的原子核，一般則有α射線、β射線及離子束。

照射的方式有外照射、內照射跟間接照射。用輻射外照射植物的不同部位，效果也不太一樣，一般來說種子是最常用的，因為操作簡單、而且種子的體積小，可以一次處理大量的種子，相對提高變異率，也很方便貯存或運輸。另外還有照射花粉及子房，通常較適用於果樹，因為花粉的活力強、壽命長且花粉的量多，只要對花粉進行照射後受精，與卵細胞結合就會產生異質結合體。照射子房也是一樣的。此外照射一些器官組織，像是馬鈴薯塊莖、洋蔥的鱗莖，也可以大幅提高突變的頻率。內照射的方式，主要是將放射性物質配製成液體，或是溶在如凡士林、羊毛脂裡，然後塗抹在植物的器官或組織上，或是浸泡在裡面，使放

射線物質滲入植體內進行內照射。至於間接照射則是對培養環境中的物質，例如培養基等進行輻射，將試驗材料栽培在裡面進行間接照射。

以石竹的葉段照射離子束，所產生的不定芽發生突變的後代中，原來的親本植株的花色為櫻桃色，經過誘變後產生的變異花色則出現了暗紅色、雙色、黃色跟鮭魚色等，與原花色相當不一樣，這在花卉育種上，極具利用的價值。

2. 化學誘變

舉凡可和植物體的遺傳物質發生作用，並改變其結構，使其後代產生變異的化學物質都可稱為化學誘變劑。常用的化學誘變劑大概有以下幾類：

(1)烷化劑：早期用過硫芥子氣，其他還有甲基磺酸甲酯(MMS)、甲基磺酸乙酯(EMS)、2-環氧丙烷、乙烯亞胺(EI)，現在較常使用的為甲基磺酸乙脂。這些烷化劑的共通點是都具有一活躍的烷基，像這類的藥劑通常有很高的活性，而且有毒，要在使用時才配製，無法貯藏。

(2)核酸鹼基類似物：這類誘變劑主要是和DNA鹼基中的一種相似，然後在正常的複製過程中替代了某種鹼基，因此形成異種DNA，造成配對錯誤引起點突變。這部份的化學誘變劑有5-溴脲嘧啶(5-BU)、5-氟脲嘧啶、5-溴脫氧脲嘧啶核苷等。

(3)疊氮化鈉(NaN_3)：近年來的試驗常以疊氮化鈉來進行突變，主要造成突變的機制也是鹼基的轉換。

(4)抗生素類：此外還有一些抗生素類的物質也可以用來作為誘變劑，像是鏈黴黑素、絲裂黴素C、重氮絲氨酸等，這類物質的誘變機制主要為抗生素破壞DNA核酸酶，影響DNA的合成及分解，造成染色體的斷裂。

(5)其他：除上述這幾個大項以外，還有生物鹼也很常被用來進行誘變，最常見的即以秋水仙鹼進行多倍體的誘導。對於植物而言會有一些變異性的產生，不管是在外表型或是在基因型上，通常倍數體化的植物會出現葉色濃綠、葉片變厚、莖部變粗，花朵變大的現象，還有最重要的一點是，倍數體化後的植物常會使原本雜交不親合的兩品種變的親合，或是原本具有不稔性的作物變的具有稔性，也因此使秋水仙素在育種的利用上佔極大之地位。

3. 航天誘變：

航天誘變為新興的一種誘變技術，是利用衛星將一些作物的種子輸送到太空中，然後利用宇宙空間特有的環境，如微重力、空間輻射、高真空等，對植物造成誘變，關於這種航天誘變的技術，最主要是以種子來誘變，且以農藝作物為主，目前大陸地區已經發射了10多個衛星且已返回，大約有70多種作物500多個品種經過選育，已經發表了幾個經過航天誘變的水稻品種，效果相當驚人。

四、誘變的影響因子

1. 作物的種類

誘變的影響因子中，仍是以作物本身佔最大因素，主要是對於輻射及化學誘變的劑的敏感性不同，不同種的作物或是不同品種的作物，對誘變的敏感性都有

差異，像是聖誕紅和菊花對於輻射誘變的敏感度很高，都是容易受誘變而產生變異的植物，而用4個不同品種的蔓綠絨來進行誘變，結果當中僅1個品種中出現變異。一般來說，染色體大、DNA含量高的作物對於誘變的敏感度較高。另外像處理的部位不同，誘變的程度也不一樣，通常生殖細胞比體細胞要敏感、卵細胞比花粉細胞敏感，還有枝條比種子敏感。植物發育的階段不同也會使敏感性不一樣，一般分化較少的芽體比高度分化的芽體來的敏感，突變率也比較高，而休眠中的種子及枝條較不敏感，甚至是在種子發育的過程中對誘變劑的敏感性也不一樣。另外還有植物的生理狀態，基本上生長衰弱的枝條比生長強健的枝條要敏感的多

2. 誘變劑

在誘變劑的部份，會影響的因素則有誘變劑的種類：包括輻射誘變和化學誘變劑的種類，基本上每一種植物適合用來作為誘變劑的種類不一樣，有的適合以離子束去打，有的則較適合用化學誘變劑去作誘變，而每一種誘變劑適合處理的濃度也不一樣，通常隨著誘變劑濃度變高，再生率會降低，但是變異的比率則會變高，因此需在再生率和變異率間達到一平衡點誘變劑濃度，大多數研究報告皆認為最適合用以作為誘變劑的濃度是植物的臨界致死量。日本植物研究所以石竹為試驗材料分別照射不同劑量的X-射線、γ射線和碳離子束，然後計算其變異率。研究結果顯示不同種類的輻射射線誘導石竹產生變異的比率也不同，從變異率來看的話，照射10Gy的離子束就可以誘導3.8%的突變，而X-射線和γ射線則要高達70-80Gy才行。至於處理誘變劑的時間也會造成差異，例如以輻射照射的時間，或是浸泡化學誘變劑的時間均有一個適當的處理時間。以0.4%的甲基磺酸乙脂誘變鳳梨台農17號，取冠芽浸泡甲基磺酸乙脂，結果顯示隨著浸泡的時間越長，再生的比例逐漸降低，以台農17號來說，浸泡8小時時再生率有64.9%，應會是最適合的處理時間。

3. 材料之預處理：

以氧氣預處理植物材料，氧氣會使輻射所造成的生物學損傷加劇而可使染色體發生畸形，但是缺氧的情況下也會使突變比率變高。在含水量的部份，像是種子裡的含水量不同，則對於輻射的敏感性則有所差異，一般是在某一特定的含水量下植物對輻射的抗性最強，低於或高於該含水量都會增加對輻射的敏感性。還有溫度的因素，因為溫度可以改變自由基之間的相互作用的程度，溫度較低的話會降低自由基的活動力，而減少與氧氣間的相互作用。

4. 其他因子：

不同的pH值的環境及緩衝液也會影響誘變，像是烷基磺酸脂類的化學誘變劑水解後會產生強酸，會提高植體的生理損傷，降低植體的存活率。另外不同誘變劑在不同緩衝液內的穩定性也不同，例如疊氮化鈉必須在pH3的環境下才能維持其穩定性。以不同pH的甲基磺酸乙脂處理鳳梨台農17號的冠芽，結果顯示pH在6.0的時候植體的再生率最高。

結語

與其將誘導突變視為產生新品種的直接方法，不如將誘導突變視為增加變異性的工具之一。再利用雜交或是選種的方式，重新組合突變體的優良性狀，比起直接利用誘導突變創造新品種，更可以獲得具有利用價值的結果。

參考文獻

1. 許華欣、黃麗春、劉邦基、鄭櫻慧、張有明、蕭吉雄。2001。金花石蒜化學誘變處理之研究。中華農業研究 50(2): 67-77。
2. 陳昀皓、陳京城。2011。鳳梨EMS誘變及RAPD分子標誌分析。植物種苗 13(2): 37-51。
3. 陳威臣、蕭翌柱、蔡新聲。1999。γ-射線照射蔓綠絨組培苗莖段之誘變研究。中華農業研究 48(4): 32-41。
4. 潘光輝、尹賢貴、楊琦鳳、張贊。2005。作物航天誘變育種研究進展。西南農業學報 18(6): 853-857。
5. Jang., T. L., Y. J. Shih, C. C. Lai, M. T. Wu, and J. M. Sung. 2010. Anti-oxidative characterization of NaN3-induced common bean mutants. Food Chem. 119: 1006-1011.
6. Luan., L. Q., Nguyen, H. P. U. and Ha, V. T. T. 2012. *In vitro* mutation breeding of *Paphiopedilum* by ionization radiation. Sci. Hort. 144:1-9.
7. Okamura, M., N. Yasuno, M. Ohtsuka, A. Tanaka, N. Shikazono, and Y. Hase. 2003. Wide variety of flower-color and –shape mutants regenerated from leaf cultures irradiated with ion beams. Nuc. Ins. Phys. Res 206：564-578.

植物茸毛及其防禦物質在抗蟲上扮演的角色

廖君達

摘要

植物茸毛(trichomes)是源自於植物葉片或其他器官表皮細胞的小型突出物，區分為腺毛及非腺毛兩大類，可協助植物面對不同的生物及非生物逆境。當植物遭逢有害生物攻擊時，茸毛的密度及形狀具有防禦的功能；而且，新生葉片會增加茸毛的密度以因應後續的為害。植物葉片表面的腺毛會分泌多種具抗蟲功能的二次代謝物，可降低害蟲的生長發育及群聚偏好性。此外，具有抑制昆蟲腸道蛋白酶消化能力的蛋白酶抑制劑相對應的基因，在植物腺毛同樣出現誘發表現的情形。

前言

植物茸毛是源自於植物葉片或其他器官表皮細胞的小型突出物。茸毛的尺寸、形狀、密度及細胞數量等在不同物種間，或在個別植物相同部位或不同部位，常有極大的差異(Martin and Glover, 2007)。茸毛對於植物而言有不同的功能，高密度的茸毛可反射入射光，降低葉片過多的熱負載；並能在葉表形成邊界層 (boundary layer)，使得空氣移動降低，進而減緩葉片蒸散作用，被視為植物適應乾燥環境的重要方式(Benz and Martin, 2006)。茸毛也在植物面對生物性逆境(包括細菌、真菌及植食者等)扮演積極的角色。茸毛一般區分為非腺毛(non-glandular trichomes) 及腺毛(glandular trichomes)兩大類。非腺毛能夠物理性阻礙昆蟲在植物表面的移動，甚至使小型植食者陷入其中而死亡(Kavousi *et al.*, 2009)。腺毛常具有頭部，能夠合成、儲存或分泌特殊的代謝物，包括甲基酮(methyl ketones)、醯糖類(acyl sugars)、萜類(terpenes)及生物鹼(alkaloids)等，這些物質接觸到昆蟲或被昆蟲取食後，可協助植物對抗害蟲的攻擊(Schilmiller *et al.*, 2008)。此外，聚積於茸毛之蛋白酶抑制劑(proteinase inhibitor)及多酚氧化酶(polyphenol oxidase)會受到昆蟲取食的誘導而大量生成，可抑制取食昆蟲對營養的利用，降低昆蟲的體重及提高死亡率(Schilmiller *et al.*, 2008)。本專題在討論植物茸毛在新生葉片的誘發、茸毛密度的效果及茸毛內防禦相關的二次代謝物、蛋白質等，在植物面對昆蟲取食危害的調控與功能。

內容

一、植物茸毛在新生葉片的誘發

Traw and Dawson(2002)以發育階段為 4 片完全展開葉的黑芥菜(*Brassica nigra*)為材料，比較紋白蝶(*Pieris rapae*)幼蟲、粉斑夜蛾(*Trichoplusia ni*)幼蟲及黑芥菜葉蚤(*Phyllotreta cruciferae*)取食12小時，對於黑芥菜後續新生長葉片表面茸毛的影響。當黑芥菜植株分別生長至5、7、9、11片完全展開葉的發育階段，調查最新生長葉片的茸毛密度及葉片面積等。發現紋白蝶幼蟲取食對黑芥菜葉片茸毛的誘發最為快速，第7葉的茸毛密度相較於對照增加76%。粉斑夜蛾幼蟲取食對第9葉的茸毛密度相較於對照相同葉位葉片增加113%。植株受到紋白蝶幼蟲及黑芥菜葉蚤取食，第9葉之茸毛密度相較於對照，未達顯著性差異。至於第11個葉片的茸毛數量於昆蟲取食植株與對照間未達到顯著性差異。顯示植物受到昆蟲取食危害後，後續新生長葉片的茸毛密度會受到誘導而增加，但這些反應受到取食昆蟲種類或葉位的影響。此外，無論是第7、9、11葉位的葉片面積於受害及對照植株間未達到顯著性差異。顯示葉片茸毛密度的增加是由於產生較多的茸毛數量，而非葉片面積的減少(Traw and Dawson, 2002)。

灰毛柳(*Salix cinerea*)葉片以柳金花蟲(*Phratora vulgatissima*)成蟲連續取食9天，約消耗10%的葉片面積，另以直徑1 mm穿孔器模擬柳金花蟲取食及未傷害為對照。供試植株生長22天後，各處理分別調查5片上位葉及下位葉的茸毛數量。另將柳金花蟲幼蟲接於不同處理植株的上位葉，連續取食48小時後移除幼蟲，調查幼蟲重量、消耗葉片面積及葉片食孔面積等。預先柳金花蟲取食可造成灰毛柳新生長葉片有最高的茸毛密度，機械性傷害次之，對照最低。下位葉的茸毛密度於各處理間，未達到顯著性差異(Dalin and Bjorkman, 2003)。幼蟲取食後體重的變化，於各處理間未達到顯著性差異。對照組葉片被幼蟲取食量最高，預先機械性傷害處理次之，預先成蟲取食之植株葉片被取食面積最小。幼蟲平均食孔面積比較，以預先成蟲取食為最小，對照為最大。然而，預先成蟲取食有最多的食孔(8.9±1.2/葉)，預先機械性傷害次之(6.6±1.3/葉)，對照最少 (4.9±0.5/葉)。預先柳金花蟲成蟲取食可誘發新葉產生較多的茸毛，使得柳金花蟲幼蟲減少對新葉的取食，顯示植物茸毛在新葉的誘發，可提供灰毛柳面對後續昆蟲危害的防禦能力(Dalin and Bjorkman, 2003)。

昆蟲取食或機械性傷害阿拉伯芥(*Arabidopsis*)葉片，均會促使葉片的茉莉酸(jasmonic acid)快速增加，進而啟動後續防禦相關基因的表現(Reymond *et al.*, 2000)。Traw and Bergelson(2003)為瞭解機械性傷害及茉莉酸對於茸毛的誘發作用，以19天株齡，生長6~8片葉的阿拉伯芥為材料，試驗處理分別為使用有鋸齒狀的鑷子擠壓最大的三片葉子1或2次，或以0.1及1 mM茉莉酸處理葉片，並以未處理為對照。當阿拉伯芥植株長出第2片新葉，測定各處理植株該葉片的茸毛密度及數量。3個供試阿拉伯芥品系經過機械性傷害後，新葉茸毛密度及數量均高於對照25% ~ 117%不等。而且，阿拉伯芥葉片經過茉莉酸處理，新葉茸毛密度及數量均顯著地高於對照。顯示機械性傷害及茉莉酸均可顯著誘發阿拉伯芥葉片茸毛的產生。

二、植物茸毛形態及二次代謝物對昆蟲的影響

番茄屬(*Lycopersicum*)植物有7種不同型式的茸毛，第Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ型為非腺毛，第Ⅰ、Ⅳ、Ⅵ、Ⅶ型為具有腺體的腺毛。Kang et al. (2010) 選擇一個無茸毛(hairless, hl)的番茄隱性突變株與野生型株(wild-type, WT)相比較，分別調查2者的茸毛形態、數量及密度。以光學顯微鏡及冷凍電子顯微鏡觀察hl突變株及WT之莖、葉及胚軸的茸毛形態，hl突變株的第Ⅰ型茸毛無法與植物表面呈直角挺立，呈現高度的彎曲及膨脹；WT之第VI型茸毛具有多細胞的短柄及1個具有4個細胞的腺體頭部，而hl突變株第VI型茸毛呈現不規則的形狀，腺體頭部就像放倒在葉片表面。第VI型茸毛是番茄葉片表面最主要的茸毛。hl 突變株葉片表面的第Ⅰ型及第Ⅵ型茸毛密降低為WT的57%及70%。然而，第Ⅶ型茸毛在hl突變株及WT之葉片未達到顯著性差異。顯示hl突變株主要是改變茸毛的形態，其次為茸毛密度的改變(Kang *et al*., 2010)。

將菸草夜蛾(*Manduca sexta*)幼蟲連續 8 或 10 天飼養於*hl*突變株及WT後，紀錄幼蟲的重量。發現飼養於*hl*突變株的菸草夜蛾幼蟲的重量顯著高於飼養於WT的個體。顯示*hl*突變株葉片茸毛在形態的變異可能會影響到番茄植株面對昆蟲取食的交互作用，增加對菸草夜蛾的感受性(Kang *et al*., 2010)。

植物葉片表面茸毛的分泌液包括多種具抗蟲功能的二次代謝物(Schilmiller *et al*., 2009)。Kang *et al*. (2010)使用葉片浸洗法(leaf dip method)及分離第Ⅵ型茸毛來取得*hl*突變株及WT之葉片表面分泌液，再應用氣相層析質譜儀(GC-MS)分析萜類化合物。*hl*突變株葉片表面包括α-蒎烯(α-pinene)、2-蒈烯(2-carene)、β-水芹烯(β-phellandrene)等的單萜類，維持與WT相近的含量；然而，包括δ-欖香烯(δ-elemene)、β-丁香烯(β-caryophyllene)及α-葎草烯(α-humulene)在內的3種倍半萜類均顯著地降低。分析第Ⅵ型茸毛取得的萃取物得到相近的結果，*hl*突變株之倍半萜類含量為WT的20%。液相層析質譜儀(LC-MS)分析非萜類的化合物，發現hl 突變株葉片表面的芸香苷(rutin)、山奈酚-鼠李糖苷(kaempferol-rhamnoside)及槲黃素-三糖(quercetin-trisaccharide)的含量介於WT的46~72%；hl突變株第Ⅵ型茸毛之3-O-甲基楊梅黃酮(3-O-methylmyricetin)含量約為WT的25%。顯示*hl*突變株葉片之第Ⅵ型茸毛維持正常含量的單萜類，但缺乏多種倍半萜類化合物(Kang et al., 2010)。此外，由於飼養於 hl 突變株的菸草夜蛾幼蟲的重量顯著高於飼養於WT的個體。顯示hl突變株葉片茸毛化學組成的變異同樣可能會影響到番茄對菸草夜蛾的感受性(Kang *et al*., 2010)。

西柏三烯一醇(cembratriene-ol, CBT-ol)及西柏三烯二醇(cembratriene-diol, CBT-diol)是菸草(*Nicotiana tabacum*) cv. T. I. 1068葉片表面分泌液主要的雙萜類(diterpenes) (Wanger, 1999)。甘油醛-3-磷酸丙酮酸(glyceraldehyde-3-phosphate-pyruvate)途徑提供雙萜類先驅物的四異戊二烯焦磷酸(geranylgeranyl pyrophosphate, GGPP)，並透過細胞色素P450羥化酶(cytochrome P450 hydroxylase)催化CBT-ol 轉換為CBT-diol。將編號為1-31的腺毛專一細胞色素P450羥化酶基因的cDNA

轉殖到菸草(*Nicotiana tabacum*) cv. T. I. 1068，分別得到得到反義抑制(antisense suppression)轉殖株1-31-2Q及協同抑制(co-suppression)轉殖株FA3及FA4。P450 mRNA的量在1-31-2Q及FA3及FA4轉殖株分別降至約為對照的25及10%。此外，1-31-2Q轉殖株葉片茸毛分泌液的CBT-diol 由原先對照總分泌液重量的60%降至約41%，而CBT-ol的量增加19倍，即為由原先總分泌液重量的1.4%提高到27%。至於FA3及FA4轉殖株的CBT-ol的量增加至分泌液總量的29及43%。顯示1-31-2Q、FA3及FA4轉殖株大幅提升CBT-ol的濃度，相對降低了CBT-diol的濃度，同時對應到 P450 mRNA 在轉殖株腺毛含量的降低(Wang *et al*., 2001)。

Wang et al. (2001)測試1-31-2Q 菸草轉殖株及對照葉片茸毛分泌液對菸蚜(*Myzus nicotiana*)的劑量反應，顯示分泌物對蚜蟲的半致死劑量(50% lethal dose)於1-31-2Q轉殖株及對照分別為20.8及32.2 μg / 蚜蟲。進一步比較菸蚜在菸草葉片的群集(colonization)反應，將蚜蟲接於1-31-2Q、FA4轉殖株及對照葉片3週，發現1-31-2Q、FA4轉殖株葉片僅有少量的個體。顯示轉殖株茸毛分泌物含有高濃度的CBT-ol，具有較高的殺蚜蟲能力及大幅降低蚜蟲的群聚反應(Wang *et al*., 2001)。

三、蛋白酶抑制劑基因在植物茸毛的表現

植物葉片受到傷害時，蛋白酶抑制劑(proteinase inhibitor, PIN)會被誘發生成，可以抑制昆蟲腸道蛋白酶的消化能力(Koiwa *et al*., 1997)。Liu *et al*. (2006)將光果龍葵(*Solanum americanum*)的一個 PIN2 基因家族成員— SaPIN2b啟動子與與報導基因(*GUS*)融合，轉殖到光果龍葵及菸草(*Nicotiana tabacum*)，以組織化學測定*SaPIN2b: GUS*在轉殖植物的表現情形。發現轉殖*SaPIN2b :GUS*的光果龍葵葉片短腺毛可偵測到GUS的表現，非腺毛及葉片細胞沒有偵測到GUS的活性，而菸草轉殖株的短腺毛及高腺毛均顯現強的GUS表現。此外，未傷害處理的光果龍葵葉片僅在茸毛部分有GUS的染色；至於，光果龍葵轉殖株經過機械性傷害後，整片葉片出現廣泛的GUS活性，特別在傷口周邊受到顯著地誘導。而且，以機械性傷害及茉莉酸甲酯(methyl jasmonate)處理轉殖株葉片，GUS活性在光果龍葵及菸草轉殖株均顯著地增加。Liu *et al*. (2006)推論SaPIN2b除了是重要的防禦蛋白質外，可能在茸毛的化學防禦上扮演重要的角色。

結語

植物遭逢生物或非生物因子的傷害時，會誘導新生長葉片產生較多的茸毛，以因應後續面臨的持續傷害。較高的茸毛密度可提升植物對昆蟲的抗性。茸毛除了物理性阻礙昆蟲的移動外，具有腺體的腺毛透過合成、儲存或分泌防禦性物質，包括多種二次代謝物及蛋白質等，可以協助植物提升對昆蟲直接防禦的能力。此外，透過基因工程技術來調節植物茸毛內特定物質的產生，有極大的發展潛力及利用性。

參考文獻

1. Benz, B. W., and C. E. Martin. 2006. Foliar trichomes, boundary layer, and gas exchange in 12 species of epiphytic *Tillandsia* (Bromeliaceae). J. Plant Physiol. 163: 648-656.
2. Dalin, P., and C. Bjorkman. 2003. Adult beetle grazing induces willow trichome defence against subsequent larval feeding. Oecologia 134: 112-118.
3. Kang, J. H., F. Shi, A. D. Jones, M. D. Marks, and G. A. Howe. 2010. Distortion of trichome morphology by the *hairless* mutation of tomato affects leaf surface chemistry. J. Exp. Bot. 61: 1053-1064.
4. Kavousi, A., H. Chi, K. Talebi, A. Bandani, A. Ashouri, and V. H. Naveh. 2009. Demographic traits of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on leaf discs and whole leaves. Ecol. Behav. 102: 595-601.
5. Koiwa, H., R. A. Bressan, and P. M. Hasegawa. 1997. Regulation of protease inhibitors and plant defense. Trends Plant Sci. 2: 379-384.
6. Liu, J., K. F. Xia, J. C. Zhu, Y. G. Deng, X. L. Huang, B. L. Hu, X. Xu, and Z. F. Xu. 2006. The nightshade proteinase inhibitor Ⅱb gene is constitutively expressed in glandular trichomes. Plant Cell Physiol. 47: 1274-1284.
7. Martin, C., and B. J. Glover. 2007. Functional aspects of cell patterning in aerial epidermis. Curr. Opin. Plant Biol. 10: 70-82.
8. Reymond, P., H. Weber, M. Damond, and E. E. Farmer. 2000. Differential gene expression in response to mechanical wounding and insect feeding in *Arabidopsis*. Plant Cell 12: 707-720.
9. Schilmiller, A. L., R. L. Last, and E. Pichersky. 2009. Harnessing plant trichome biochemistry for the production of useful compounds. Plant J. 54: 702-711.
10. Traw, M. B., and T. E. Dawson. 2002. Differential induction of trichomes by three herbivores of black mustard. Oecologia 131: 526-532.
11. Traw, M. B., and J. Bergelson. 2003. Interactive effects of jasmonic acid, salicylic acid, and gibberellins on induction of trichomes in *Arabidopsis*. Plant Physiol. 133: 1367-1375.
12. Wang, E., R. Wang, J. DeParasis, J. H. Loughrin, S. Gan, and G. J. Wagner. 2001. Suppression of a P450 hydroxylase gene in plant trichome glands enhances natural-product-based aphid resistance. Nat. Biotechnol. 19: 371-374.
13. Wanger, G. J. 1999. Tobacco surface chemistry. In Tobacco production, chemistry and technology. (eds Davis, D. L. and M. T. Nielsen) p.292-303.

綠能介紹與應用

田雲生

摘要

綠能係指對環境友善的再生能源，也可視為在能源生產及消費過程中，對生態環境低污染或無污染的能源。而綠色能源產業則是具有節能減碳效益者，包括再生能源、低碳能源、節能減碳、溫室氣體減量、節能減碳管理等屬之。我國推動綠色能源產業旭升方案以能源光電雙雄(太陽光電及LED照明)為優先進行項目，能源風火輪(風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊、電動車輛)次之，預期2015年創造產值1.16兆元，提供11萬個就業機會。另綠能在農業電力供給上，以太陽能與風力發電較具可行性與成長規模，惟目前成本仍嫌過高；而綠能產業旭升方案直接或間接與農業都有相關性，但部分關鍵技術與需求尚待工業界克服和配合，方能真正落實並具成效。

前言

為因應全球化石能源短缺及氣候變遷，世界各國皆積極推動節能減碳措施，其中我國永續能源發展強調兼顧「能源安全」、「經濟發展」與「環境保護」，以滿足未來世代發展的需要。由於台灣自然資源不足，環境承載有限，永續能源政策應將有限資源作有「效率」的使用，開發對環境友善的「潔淨」能源，與確保持續「穩定」的能源供應，以創造跨世代能源、環保與經濟三贏願景。在發展潔淨能源方面，全國二氧化碳排放減量，短期自2016至2020年間回到2008年排放量(252千公噸)；中期為2025年回到2000年排放量(215千公噸)；長期則是2050年回到2000年排放量的50%。另在發電系統中，低碳能源比例由40%增加至2025年的55%以上，顯見政府希望藉由推動綠色能源來達到降低碳排的目的，所以綠色能源相關產業已為極其重要的新興產業。

內容

所謂「綠能」就是潔淨的、不會造成環境污染的能源。廣義而言，在能源生產及消費過程中，對生態環境低污染或無污染的能源，例如天然氣、清潔煤和核能等；狹義而言，即是對環境友善的再生能源，包括太陽能、風力能、水力能、生質能、海洋能和地熱能屬之。茲針對這些再生能源簡介如下。

一、太陽能：可收集熱能或轉換光能加以應用。前者如太陽能熱水器(洗澡、菊花苗栽培介質消毒等)、蒸汽渦輪機(發電)；後者則有太陽能誘蟲燈、光電系

統等，皆供為發電之用。太陽光電的發電原理，係利用特殊半導體(Si)或多元化合物材料製造太陽電池，經由太陽光照射後，把光能轉換為直流電能，但其不會儲存能量，且需經直交流轉換器(Inverter)，才能供電給家庭或工業使用。太陽電池的種類相當多，包括單晶矽、多晶矽、非晶矽、微晶矽薄膜及其他型式，目前以單晶矽發電效率最高，但價格較貴；非晶矽則相反，效率最低與價格相對為便宜。太陽光電板由單元太陽電池(Unit Solar Cell)組成模板(PV Module)，再連結為組列(PV Array)，其架設位置區分為地面與屋頂2型，架設方式則是固定與追日2型，其中固定型光電板仰角設為21~25度可得到較大日照效益；追日型較固定型可增加20~25%的電力輸出。太陽光電系統種類分為：(1)獨立型(Stand-Alone)：使用蓄電池，系統白天發電供電器設備及充電，夜間則由電池供電，以自給自足為目標；(2)市電併聯型(Grid-Connected)：與市電併聯，不夠的電由台電供給，並將市電系統視為無限大的蓄電池；(3)緊急防災型(混合型)：和市電及蓄電池搭配，平時系統併聯發電，並供給負載及充電，夜間由台電供電。當強風大雨造成電力中斷時，仍有足夠的蓄電池可以安排救災等運用。

二、風力能：藉由空氣流動產生的風壓，推動風力機之葉片旋轉，再帶動發電機轉動並轉換成電能。其中影響發電效能的因子包括風速、葉片設計及葉片受風面積。另依旋轉軸而區分為(1)水平軸風力機：風車旋轉軸是水平的，扇葉須正對風向，並藉尾舵或轉向控制器來調整風機葉片位置。風向改變與擾流會影響運轉效能，應設於空曠地區、氣流穩定且無障礙之處；(2)垂直軸風力機：風車旋轉軸是垂直的，不論任何風向皆可旋轉扇葉發電，但風力不足則扇葉不轉動。適用於高樓、市區並易整合市電併聯，且架設高度及精確度之限制少；(3)其他類型風力機：集結水平軸與垂直軸風力機各一部分性能，不易歸類何種風力機，故將其獨立為一類，但仍以設於建築物頂樓為適合。在風能效益與特色方面：風力發電經葉片迴轉、機電設備轉換成電力之總輸出效率為20~45%，考量經濟效益，目前大多使用水平軸式；風力發電機的起動風速約為2.5~4m/s，12~15m/s時達到額定輸出容量，而風速達20~25 m/s(相當於風力9級之輕度颱風)時，將強迫停機，以避免設備組件損壞；另發電量與風速立方成正比，故風場評估，甚至噪音、景觀等問題考量，皆是發電機設置前須確實完成的工作。又台灣和澎湖每年約有半年的東北季風，風能潛力優越，平均風速大於4m/s的中北部濱海地區約有2,000km^2，估計開發潛力約為3,000萬瓩。

三、水力能：水力是最早被人類大量開發利用之再生能源，其發電技術簡單且完備。從河流或水庫等高處向低處引水，利用水的壓力或流速衝擊水輪機旋轉，再帶動發電機轉動而切割磁力線產生交流電。水力發電的優點包括清潔、基本上無污染(但部份上游地區因施噴農藥而劣質化)，營運成本低、效率高，可控制洪水泛濫，提供灌溉用水，可同時發展旅遊及水產養殖。缺點

則有破壞生態、基礎建設投資大，枯水期發電量少或無法發電，下游肥沃的沖積土減少等。

四、生質能：利用生質作物經轉換所獲得的電與熱等可用能源，是僅次於石油、燃煤、天然氣之全球第四大能源。而生質作物泛指由生物產生的有機物質，例如稻殼、蔗渣、木屑、動物屍體、垃圾場產生的沼氣、工業有機廢棄物(如有機污泥、廢塑橡膠、廢紙等)。現行應用例包括垃圾焚化發電、沼氣發電、生質酒精、生質柴油、衍生性燃料(RDF)等。生質能優點是料源豐富、提供低硫燃料，降低空氣污染，減少垃圾等環境公害，與其他新能源相較，技術難題較少。缺點是易受環境限制，缺乏適合栽種的土地，單位土地面積之生質能密度偏低，土地資源有限，生產能量不及化石能量等。

五、海洋能：海洋占地球表面達2/3以上，蘊藏的永續能源遠大於全人類之消耗，並應用如後4種方式進行發電。(1)波浪：風吹過海水表面，形成水面之高低起伏，利用波浪之機械能轉換為電能；(2)潮汐：地球自轉、月球與太陽引力造成海水的漲退，此海潮漲落引起潮流而產生電能；(3)海流：由墨西哥洋流、黑潮等造成大規模的海水流動，即以此強勁海流之動能轉換為電能；(4)溫差：海洋表面在太陽照射下和深海未照射處產生溫差，當深度1,000米之溫差達20℃，即以海水溫差轉變為電能。

六、地熱能：利用地表下蘊含於岩石、土壤之蒸汽或溫泉等熱能轉換為電能，可將電力引接或與電力網併聯應用。其中水溫超過100℃可採閃發蒸汽及熱交換等方式發電；溫度介於80~130℃，可供溫室栽培、土壤消毒、食品加工、罐頭製造、藻類培養、魚類養殖、家畜飼養等農業利用。

依101年第二期再生能源發電設備(不含太陽能)電能躉購費率可知，以風力、陸域、裝置容量級距介於1瓩以上不及10瓩者之7.3562元/度最高，風力、離岸、裝置容量無區分之5.56.26元/度次之，其餘發電設備之每度費率皆低於5元。但太陽光電發電設備電能躉購費率則以地面型、1瓩以上之6.7604元/度最低，屋頂型皆逾7.1873元/度，顯見電能收購價以風力及太陽能發電之1 ~10瓩裝置容量最具青睞與競爭力。

綠色能源產業係「凡具有節能減碳效益的產業屬之」，包括(1)再生能源：太陽能、風力發電、水力發電、地熱發電、海洋資源、生質能等產業；(2)低碳能源：低碳燃料、氫能燃料電池、核能等產業；(3)節能減碳：材料替換或改裝、節能設備、系統整合、節能產品產業；(4)溫室氣體減量：溫室氣體回收再利用、封存等產業；(5)節能減碳管理：溫室氣體及節能認驗證、碳資產管理輔導顧問、能源服務業等產業。而我國推動綠色能源產業旭升方案是以能源光電雙雄(太陽光電及LED照明)為優先進行的項目，能源風火輪(風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊、電動車輛)次之，預期2015年可創造產值1.16兆元，並提供11萬個就業機會，成為台灣新的兆元產業。其中太陽光電、風力發電、生質燃料等3項產業前段已經簡單介紹過，另4項旭升方案主角則概述如下。

一、LED照明：LED由半導體材料構成，利用電子與電洞結合放出光子而成之發光元件，產業分為元件、模組與照明應用。具有低耗電、長壽命、體積小、環保、驅動與調控彈性高等特點，目前已逐漸在一般照明市場擴張需求與成長，但須解決高單價、發光效率與光通量不足、散熱等問題。其主要於字型燈/輪廓、建築、零售展示、消費者手持式、居住、娛樂、機械影像/檢查、安全&保全、屋外、離網型等十大照明應用。至於在農業應用上，本場花卉研究室利用全紅光型可抑制菊花開花，農試所亦以不同顏色光於夏菊之夜間光照研究；農試所也應用於芠白植株夜間光照，可調控產期、減少光害，節省50%用電成本；本場果樹研究室應用於溫室葡萄夜間燈照，較省電燈泡節省電費40%，並可達到節能減碳之效益；另在植物工廠(場)、立體栽培及溫室人工補光作業上，也有許多應用例可供參考；又成大漁船及船舶機械研究中心曾以LED燈取代白光集魚燈，並設計誘魚光形，經試驗結果得知二者之漁船捕獲量相仿。若以漁船用油供電計算，則可省下近20%油耗，且燈具不含汞及紫外光，不會傷害漁民健康，此研究成果極獲好評。

二、氫能與燃料電池：氫能為高能量的載體，輕如羽毛，不具毒性與任何污染，且熱質為汽油的3倍，能量密度高，其中氫氣取得、儲存與輸出技術是其發展的重要關鍵。而燃料電池是一種發電裝置，係利用電解水的逆反應來產生電力，其作用過程中唯一的產物是純淨的水，沒有其他污染物排放，故稱之為「環保電力」。利用氫能的燃料電池，就發電效率、供應穩定度與適用範圍而言，被視為未來明星級能源產業，惟目前成本尚高，且仍有技術待突破，以致於還在試量產階段，無法完全商業化應用。

三、能源資通訊(EICT)：此技術產業是達成我國低碳家園的重要環節。其中重點項目為建設智慧型電網及電表，係結合資通訊系統，建立電力用戶的能源管理平台，經由智慧科技的應用，電力不僅是種能源，而更是節能減碳生活的好幫手。另運用能源資通訊技術構築未來的智慧電網，一方面促成再生能源的大量併聯導入(歐盟目標為2020年達成20%)；另一方面有效抑制尖峰用電(5~10%)，並加速汰換低效率的傳統發電裝置。EICT應用模式與本場研發之溫室無線監測系統相類似，其中前者是監測、掌握消費端之電力需求與變化，後者則是監測、記錄作物生長環境之微氣候變化，並都希望進一步達到節能管理、節省成本的結果邁進。

四、電動車輛：我國2005年運輸車輛的CO2總排放量位居第2位，占全國總碳排之14.4%，因工業部門對於推動節能減碳已有共識，所以具低碳、節能之新興智慧電動車產業也正積極發展，並與燃料電池、ＥICT產業相互配合，期望達成無污染、能源效率高、能源多變化、噪音及振動低的目標，使我國汽車工業永續發展。目前主要發展分為電動機車與電動汽車2部分。在農用電動機具發展應用上，目前已有農機廠商製作電動搬運車與拖車於果菜市場、製酒工廠使用；而本場亦針對設施高莖作物登高管理、採收與搬運等作業需要，研

發推廣電動自走式升降作業機於栽培區應用，此對於農友生產管理，乃至於推動節能減碳工作，皆有一定程度的貢獻。

結語

綠能發展與應用是以取代化石能源並達到節能減碳為終極目標。在農業電力供給上，以太陽能與風力發電較具可行性與成長規模，惟目前成本仍嫌過高。而政府推動之能源光電雙雄與能源風火輪等產業旭升方案，直接或間接與農業都有相關性，但部分關鍵技術與需求尚待工業界予以克服和配合，才能真正落實並有成效。

參考文獻

1. 王智薇 2008 淺談新興能源科技產業—氫能與燃料電池 產經資訊 61:25~29。
2. 左峻德、鄭耀宗、王智薇 2005 我國氫能源產業發展策略規劃 台灣經濟研究院。
3. 沈盛智 2012 綠能機具在養殖漁業的使用現況 101年度農業生物技術產業化國際趨勢發展論壇 行政院農業委員會。
4. 楊顯整 2011 再生能源發電設施介紹 節能技術及清潔生產人員研訓觀摩會議 台灣綠色生產力基金會。
5. 蔡詩珊 2008 淺談生質能 綠基會通訊 p.12~16。
6. 鄭耀宗 2003 燃料電池與電動車輛 科學發展 367:20~25。
7. 工業技術研究院 2007 LED照明產業應用趨勢分析 http://www.taiwangreenenergy.org.tw/files/Paper/200712905528.pdf。
8. 綠色能源產業資訊網 http://www.taiwangreenenergy.org.tw。
9. 經濟部能源局 2009 我國能源資通訊產業之發展 http://www.ee.ncu.edu.tw/~linfj/greenpower/conference/2009/01.pdf。
10. 經濟部能源局 2011 我國燃料燃燒CO2排放統計與分析 http://www.ixon.com.tw/Products/simapro。

LED照明對植物生長及發育之影響

許謙信

摘要

發光二極體(LED)具有效率高、壽命長、不易破損、開關速度高、高可靠性等傳統光源不及的優點。LED自1960年代以來發光效率以每10年成長30倍的速度發展，而價格卻以每10年減少10倍的趨勢進展。本文將討論LED對光週期反應、植物生長及光合作用、病蟲害防治、代謝產物等之影響。

內容

發光二極體(英語：Light-Emitting Diode，簡稱LED)是一種能發光的半導體電子元件。這種電子元件早在1962年出現，早期只能發出低光度的紅光，之後發展出其他單色光的版本，時至今日能發出的光已遍及可見光、紅外線及紫外線，光度也提高到相當的光度。而用途也由初時作為指示燈、顯示板等，隨著白光發光二極體的出現而續漸發展至被用作照明，具有效率高、壽命長、不易破損、開關速度高、高可靠性等傳統光源不及的優點。但當LED的發光強度達至足以用於室內照明的話，成本也高至極不合理水平，這是當前LED照明未能普及的重要原因。

1955年，美國無線電公司(Radio Corporation of America)的魯賓·布朗石泰(Rubin Braunstein)首次發現了砷化鎵(GaAs)及其他半導體合金的紅外放射作用。1962年，通用電氣公司的尼克·何倫亞克(Nick Holonyak Jr.)開發出第一種實際應用的可見光發光二極體。1993年，日本日亞化學工業(Nichia Corporation)工作的中村修二(Shuji Nakamura)成功把氮滲入，造出了半導體材料氮化鎵(GaN)和銦氮化鎵(InGaN)、具有商業應用價值的藍光LED。有了藍光LED後，白光LED也隨即面世，之後LED便朝增加光度的方向發展，2002年，在市場上開始有5W的LED的出現 ，而其效率大約是每W18至22流明。

一、LED的優點

1. 在低光度下能量轉換效率高(電能轉換成光能的效率)—也即較省電，非常適合在低光度(如行動電話的背光)需求中使用。但當提高光度至如檯頭燈般或更高時，LED的效率比鎢絲燈泡高，但比螢光燈(俗稱光管或日光燈管)差：IEEE(電氣電子工程師學會)的刊物IEEE Spectrum 曾有文章證實這一點。
2. 反應(開關)時間短—可以達到很高的閃爍頻率。
3. 使用壽命長—在適當的散熱和環境下可達35,000 ~ 50,000小時(螢光燈為10,000 ~ 15,000小時，白熾燈為1,000 ~ 2,000小時)。

4. 耐震盪等機械衝擊—由於是固態元件，沒有燈絲、玻璃罩等，相對螢光燈、白熾燈等能承受更大震盪。
5. 體積小—其本身體積可以造得非常細小(小於2mm)。
6. 便於聚焦—因發光體積細小，而易於以透鏡等方式達致所需集散程度，藉改變其封裝外形，其發光角度由大角度散射至細角度聚焦都可以達成。
7. 單色性強—波長比較單一(相對大部份人工光源而言)，能在不加濾光器下提供多種單純的顏色。
8. 色域略為廣闊—部份白色LED覆蓋色域較其他白色光源廣。

二、LED的缺點

1. 高光度下效率較低，在一般照明用途上仍比螢光燈耗電，有些LED燈甚至比省電燈泡耗電。有些設計使用多枚LED，在保持整體光度下讓每枚LED可以工作在較低光度，從而增加效率，但使成本大為提高，售價難以降低。
2. 效率受高溫影響而急劇下降，浪費電力之餘也產生更多熱，令溫度進一步上升，形成惡性循環。除浪費電力也縮短壽命，因此需要良好散熱。
3. LED光度並非與電流成線性關系，光度調節略為複雜。
4. 成本較高。
5. 因LED為光源面積小、分佈較集中，作照明用途時會刺眼，須運用光學設計分散光源。
6. 演色性仍待加強。(傳統燈泡、鹵素燈演色性極佳，而螢光燈管容易找到高演色性的產品；演色性低的光源照明不但會有顏色不正常的感覺，對視力及健康也有害)
7. 每枚LED因生產技術問題都會在特性(亮度、顏色、偏壓…等)上有一定差異，即使是同一批次的LED差異也不少。

LED自1960年代以來發光效率以每10年成長30倍的速度發展，而價格卻以每10年減少10倍的趨勢進展。LED之發光效率與高壓鈉燈或鹵素燈近似，然其壽命有5萬小時，較高壓鈉燈之2萬小時為長，同時亦比螢光燈及白熾燈長很多[1,2,9]。使用LED燈泡不需注意其光源分布及波長(12)。LED對植物之生長有多方面之效益，詳見下文。

1. LED對光週期反應之影響

菊花以紅光660nmLED於夜間電照可以抑制花芽分化及形成，然而與白熾燈處理之比較，則依品種而異，夏菊開花之品種對LED之電照較白熾燈鈍感[3]。於草莓植株間以紅光LED照射可以延後花芽之形成，延後產期，於冬季元月沒有產物之時後生產。紅色及藍色遮陰布均有延後草莓開花之現象[13,14]。

2. LED對植物生長及光合作用之影響

以攝影機觀察菊花在藍光LED下之生長，發現有抑制株高生長之效果[11]。然而在日出前照射藍光LED 卻有延長菊花株高之情形[1]。不同作物之反應亦有不同，萵苣在藍光下株高縮短，茄子卻延長株高[4]。於萵苣上以添加藍光與紅光以

及單純紅光之比較，以添加藍光之乾物重較重。然而單葉之光合作用則添加藍光反而較低，不過二者在統計上無顯著差異[6,16]。植株乾物重之增加，可能與葉片之型態與支撐角度有關[15]。

3. LED對病蟲害防治之影響

照射綠光可以減少草莓炭疽病之發生，同時減少紅蜘蛛之危害[8]。草莓的葉面積較對照組大，且果實之重量亦較重，顆粒較大。以20ms黃光LED於夜間電照菊花，暗期80ms。可以防治夜蛾，減少夜蛾幼蟲之發生，同時不會影響菊花花芽分化及開花之發育[5]。

4. LED對代謝產物之影響

照射LED與高壓鈉燈之比較，可以減少硝酸鹽之形成[10]。於水耕栽培之葉片硝酸鹽之累積量較多，大約為以泥炭土種植者之兩倍。對於抗氧花物之形成，則不同化學成分各有高低，與品種間之反應有關[17]。

參考文獻

1. Bergstrand, K. J. I. and H.K. Schussler. 2011. Prospects on LED lighting for growth regulation and energy saving in pot plant production. Acta Hort. 893:269-274.
2. Bourget, C. M.. 2008. An introduction to light-emitting diodes. HortSci. 43:1944-1946.
3. Fukui, H., W. Yu, H. Uno, N. Kobayashi and O. Sasaki. 2011. Effect of red LED lamp with wavelength of 660 nm on floral bud differentiation of Chrysanthemum. Acta Hort. 907:319-322.
4. Hirai, T., W. Amaki and H. Watanabe. 2006. Action of blue or red monochromatic light on stem internodal growth depends on plant species. Acta Hort. 711:345-349.
5. Ishikura, S., J. Hirama, M. Nomura, S.Yamashita, M. Higashiura, T. Iwai, K. Futai, and M. Yamanaka. 2010. Development of a physical control device using a yellow pulsed LED for controlling insect pests in the production of autumn-flowering chrysanthemums - a lighting technique to avoid delay in flowering. Journal of Science and High Technology in Agriculture. 22(4):167-174.
6. Johkan, M., K. Shoji, F. Goto, S. Hahida and T. Yoshihara.2012. Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in Lactuca sativa. Environ. Exp. Bot. 75:128-133.
7. Johkan, M., K. Shoji, F. Goto, S. Hahida, S. Hashida and T. Yoshihara.2010. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improve seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. HortSci. 45:1809-1814.
8. Kudo, R., Y. Ishida and K. Yamamoto. 2011. Effects of green light irradiation on induction of disease resistance in plants. Acta Hort. 907:251-254.

9. Morrow, R. C. 2008. LED Lighting in Horticulture. HortSCi. 43:1947-1950.
10. Samuoliene, G., A. Urbonaviciute, P. Duchovskis, Z. Bliznikas, P. Vitta and A. Zukauskas. 2009. Decrease in Nitrate concentration in leafy vegetables under a solid-state illuminator. HortSci.44:1857-1860.
11. Shimizu, H., Z. Ma, S. Tazawa, M. Douzono, E.S. Runkle and R.D. Heins. 2006. Blue light inhibits stem elongation of Chrysanthemum. Acta Hort. 711:363-367.
12. Stutte, G. W. 2009. Light-emitting diodes for manipulating the phytochrome apparatus. HortSci. 44:231-234.
13. Takeda, F. 2012. New methods for advancing or delaying anthesis in short-day strawberry. Acta Hort. 926:237-241.
14. Yamazaki, K., H. Kumakura and H. Hamamoto. 2011. Effect of light quality for supplemental lighting during runner-cooling treatment on flowering of strawberry in forcing culture. Acta Hort. 907:291-294.
15. Yanagi, T., K. Okamoto and S. Takita. 1996. Effects of blue, red, and blue/red lights of two different PPF levels on growth and morphogenesis of lettuce plants. Acta Hort. 440:117-122.
16. Yorio, N. C., G. D. Goins, H. R. Kagie, R. M. Wheeler and J. C. Sager. 2001. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light emitting diodes(LEDs) with blue light supplementation. HortSci. 36:380-383.
17. Žukauskas, A., Z. Bliznikas, K. Breive, A. Novickovas, G. Samuoliene, A. Urbonaviciute, A. Brazaityte, J. Jankauskiene and P. Duchovskis. 2011. Effect of supplementary pre-harvest LED lighting on the antioxidant properties of lettuce cultivars. Acta Hort. 907:87-90.

蘭花多倍體誘導及鑑定

易美秀

摘要

多倍體誘導在蘭花育種雜交改良上扮演重要角色，競爭者和消費者需要生產者透過種間和屬間雜交持續生產新的蘭花品種，然而種間雜交和屬間雜交的雜交種往往具有高度不稔性(Wimber *et al*.1987; Watrous and Wimber, 1988)。稔性的減少是由於減數分裂第一分裂中期(metaphase)染色體的不適當接合和變異性所造成。誘導多倍體可加倍染色體數目恢復稔性和創造複二元體(allotetraploids)。同源配對的染色體分開可產生平衡的配子(Ranney, 2006)。

早期誘導蘭花多倍體是以秋水仙素處理實生苗、花序和成熟植物的分裂組織。這些通常形成混倍體，其新梢包括2倍體和4倍體組織。Wimber和Van Cott(1966) 於Cymbidium用秋水仙素處理液體培養之原球體(protocorms)和擬原球體(PLBS)。秋水仙素處理濃度隨蘭種而異，一般連同培養基一起蒸熱殺菌處理者，0.05%左右就能見效。但採用過濾殺菌只要0.005%濃度即可(Wimber, 1987)。秋水仙素處理時最需要注意的是劇毒問題，秋水仙素對人類具有高毒性，這是由於秋水仙素對動物微小管較植物微小管親和性高，毒性較強。

Oryzalin(歐拉靈)是一種殺草劑也是一種抗微小管劑，可作為秋水仙素的替代物，oryzalin的毒性較低，因其對植物的微小管較具親和性。Miguel和Leonhardt(2011)將14.4、28.9和57.7 μM之Oryzalin處理3和6天於*Dendrobium*、*Epidendrum*、*Odontioda*、*Phalaenopsis*之PLBS液體培養，可成功誘導多倍體，高濃度和長處理期培植體存活率較低，但多倍體的誘導數較多。最適處理：*Dendrobium*和*Odontioda*以oryzalin 14.4 μM處理6天，*Epidendrum*以*Oryzalin* 57.7 μM處理6天及*Phalaenopsis oryzalin* 14.4 μM處理3天。

有些植物種類由於核內複製或核內有絲分裂而造成內多倍性(endopolyploidy)細胞的存在。內多倍性細胞在被子植物中帶有小型染色體的種上是常見的。甚至在一個種內，內多倍性存在於特別的器官，蘭科有幾個屬和種的不同組織曾經觀察到內多倍性型細胞，例如*Dendrobium spp*，*Phalaenopsis spp*，*Oncidium varicosum*，*Vanda*和*Spathoglottis plicata*。蝴蝶蘭原種的protocorms或PLBS可由水平切的方法產生多倍體植物，而不用使用抗微小管劑，成熟組織較年輕組織之內多倍性的程度高，原球體的基部較頂部具有高程度的內多倍性(Chen *et al*. 2009、2011)。

倍數體的鑑定方法，以往都以植株型態及根尖染色體壓片為判別方法，但以表現型判別並非絕對準確，以根尖壓片需花費甚多人力，現在加入流式細胞儀(flow cytometry)檢測細胞特性可節省人力。

前言

蘭花是台灣具有外銷實力的花卉，為了延續產業發展與保有外銷實績，必須育成自有適地品種，蘭花種間雜交和屬間雜交常遇到不稔性問題，經由多倍體的誘導，可以恢復稔性，以達成育種目標。多倍體誘導大多採用秋水仙素誘導，但目前替代物Oryzalin毒性較低亦可有效誘導蘭科植物的多倍體，蝴蝶蘭若干原種本已具有內多倍性細胞，只須將內多倍性細胞誘導為多倍體植株不經化學藥劑處理則可獲得多倍體，已往多倍體的鑑定大都採用根尖染色體壓片，現由於科技的進步，加入流式細胞儀的檢測，將可大量判別細胞的倍數性(不同倍數體核內的DNA含量不同)，將可節省人力物力，增加倍數體育種的可行性。

內容

一、秋水仙素誘導多倍體

早期誘導蘭花多倍體是以秋水仙素處理實生苗、花序和成熟植物的分裂組織。這些實驗通常形成混倍體新梢包括2倍和4倍體組織。Wimber和Van Cott(1966)於*Cymbidium*以秋水仙素處理液體培養之原球體(protocorms)和擬原球體(PLBS)。蘭花類原球體的誘導形成過程是典型的胚狀體發生發育過程，而且是單細胞起源，這為離體化學誘變提供了方便，單細胞將有利於誘變劑的滲入，也有利於秋水仙素作用後進一步形成純合的多倍體植株，而較少產生嵌合體。

秋水仙素處理濃度隨蘭種而異，一般連同培養基一起蒸熱殺菌處理者，0.05%左右就能見效。但採用過濾殺菌0.005%濃度就有效(Wimber, 1987)。高濃度長處理期會減少存活率，但誘變結果較好，適當的濃度和處理時間需經實驗才能得知，例如台灣金線連多倍體誘導的結果，建議以莖節為培植體於2.5Mm秋水仙素添加於液體增殖培養基中培養效果最佳(黃，2007)。採用秋水仙素對液體增殖培養中的文心蘭類原球體進行多倍體誘導，結果表明秋水仙素濃度越高，處理時間越長，類原球體受傷害程度越嚴重，再生苗多倍體比例越大，最高誘變率可達46.7%、低濃度，短時間秋水仙素處理易產生嵌合體(崔等人，2009)。

二、殺草劑誘導多倍體

抗分裂劑例如秋水仙素和oryzalin曾經使用於植物多倍體的誘導，秋水仙素對人類具有高毒性，這是由於秋水仙素對動物微小管較植物微小管親和性高，近來研究抗微小管藥劑oryzalin(一種殺草劑，中文名歐拉靈)，作為秋水仙素的替代物。Oryzalin的毒性較低，因其對植物的微小管較具親和性。Oryzalin可使用於石斛蘭、樹蘭、齒舌蝸瘤蘭和蝴蝶蘭之多倍體誘導。Oryzalin使用結果和秋水仙素一樣，高濃度長時期處理培植體存活率低，但增加多倍體的誘導率。Oryzalin的最適合處理方式依蘭種有所不同，石斛蘭和齒舌蝸瘤蘭是14.4 μM處理6天、樹蘭是57.7 μM處理6天、蝴蝶蘭是14.4 μM處理3天(Miguel et al. 2011)。

三、內多倍性細胞誘導多倍體

內多倍性(endopolyploidy)是指由核內複製或核內有絲分裂造成種組織內存在不同倍數性細胞(Barow 2003)。蘭科有幾個屬和種的不同組織，曾經觀察到內多倍性細胞，例如*Dendrobium spp*、*Phalaenopsis spp*、*Oncidium varicosum*、*Vanda*和*Spathoglorris plicata*。蝴蝶蘭原生種的Protocorms或PLBS可由水平切的方法產生多倍體植物不須使用抗微小管劑，發現成熟組織較年輕組織之內多倍性的程度高，原球體的基部較頂部具有高程度的內多倍性(Chen *et al*. 2009、2001)。

四、倍數體的鑑定方法

倍數體的鑑定方法主要可分為3項，包括(一)流式細胞儀、(二)根尖染色壓片、(三)植株性狀大小、氣孔大小、核大小及位置等。

(一) 流式細胞儀(flow cytometer)是指細胞於流體狀態頭移動時，能夠觀測及記錄細胞特質的儀器。流式細胞儀的發展是在科技演進的歷史過程中逐漸發展出來的。現代流式細胞儀的產生主要來自(1)顯微鏡的技術發展(2)血球計數儀器(3)印表機的噴墨技術等三方面為基石而發展出來的。

流式細胞儀是現代生物學研究不可或缺的利器，除了可鑑定細胞的標記外，還可分析細胞的分裂週期、DNA含量、細胞凋零死亡、細胞內鈣離子的濃度變化、pH值之改變…等等，此外，流式細胞儀更可將細胞篩選出來。

透過流式細胞儀可將細胞之倍數性區別出來，並可統計其各別數量，主要是依據DNA含量判別出倍數性。流式細胞儀可加速倍數性的判別減少鑑定所耗費之人力。

(二) 根尖染色壓片：是最直接的鑑定方法，但需要熟練的技術且較耗費人力，一般常見的為醋酸洋紅染色，可數出染色體的數目，但染色體條帶並不清楚，顯微鏡的物鏡需用到100X的油鏡，接目鏡的倍數和接物鏡的倍數相乘約需1600X以上。一般在染色體顯微鏡製片時所採用的染料均是和染色體上的核酸相作用。但核酸在染色體上的分佈非常不均勻，因此染色體各部位染色的深淺也各不相同，以虐調平芥末(quinacrine mustard)染色後可在紫外線顯微鏡下觀察，DNA含量高的部份為正染質，DNA含量少的部份為異染質，前者染色較深，後者在紫外線下呈透明螢光，染色體上會產生一些明暗粗細不同的染色帶，為Q帶。另外亦可以Giemsa染色，做出G帶，在核酸含量少的地方為暗色，在多的地方為淺色，由此2染色法可以明確將每一條染色體加以辨識。

螢光原位雜交(fluorescent in situ hybridization, FISH)一可用來標誌辨識染色體，利用帶有標記物質的基因探計(DNA or RNA)與玻片上的染色體雜交(鹼基互補配對)後，以顯微鏡觀察標記基因在染色體上的位置。由上述幾種染色方法可將倍數體明確的鑑定出來。

(四) 植株性狀的鑑定：多倍體的蘭花具有大花、圓的花形和色澤明亮，粗莖和厚葉的特性(Maoleod 1947; Kamemoto and Kam 1980)。文心蘭多倍體苗葉片厚實、緊湊、植株較矮、葉片下表皮氣孔張度較大、下表皮細胞核較大且靠近

細胞壁邊緣(崔等 2009、2010)。外表的性狀鑑定只能作為初步輔助鑑定。

結語

倍數體育種可縮短育種期限，解決不稔性問題，增加遠緣雜交的可能性；oryzalin具有誘導多倍體的效果，對動物的毒性低於秋水仙素，使用上對人員相對較為安全，內多倍性細胞依植物種類及器官而異，蝴蝶蘭具有內多倍性細胞，以類原球體及原球體切片培養在許多原生種上可獲得同源多倍體，此方法不須使用秋水仙素等抗微管藥劑，無任何毒害問題；流式細胞儀檢測可節省倍數體鑑定所需之人力。

參考文獻

1. 崔廣榮、張子學、張從宇、胡能兵、隋益虎、李杰勤 2010 文心蘭多倍體誘導及其鑒定 草業學報 19: 184-190。
2. 崔廣榮、上官凌飛、張子學、胡能兵、張從宇、侯喜林 2009 文心蘭類原球莖液體增殖過程中秋水仙素化學誘變 園藝學報36: 1385-1389。
3. 黃健覃 1997 秋水仙素對離體培養台灣金線連多倍體誘導研究 國立中興大學農藝學系碩士論文。
4. Barrow. M. and A. Meister. Endoplyploidy in seed plants is differently correlated to systematic, organ, life strategy and genome size. plant cell Environ. 26：571-584.
5. Chen, W. H., C. Y. Tang, T. Y. Lin, Y. C. Weng and Y. L. kao. 2011. Changes in the endopolyploidy pattern of different tissues in diploid and tetraploid *phalaenopsis aphrodite subsp. formosana* (Orchidaceae). Plant Science. 181：31-38.
6. Chen, W. H., C. Y. Tang and Y. L. Kao. 2009. Ploidy doubling by in vitro culture of excised protocorms or protocorm-like bodies in *phalaenopsis* species. Plant Cell Tissue Organ Cult. 98：229-238.
7. Kamemoto, H. and L. N. W. Kam. 1980. Diploid and tetraploid Aranda Wendy Scott from meristem culture. Hawii Orchid J. 9：7-12.
8. Macleod, R. 1947. Some effects of colchicine on orchids. Am. orchid soc. Bull. 16：336-337.
9. Miguel, T. P. and K. W. Lennhardt. 2011. In vitro plyploid induction of orchids using oryzalin. Scientia Hortculturae. 130：314-319.
10. Moore, E. T. 1947. The use of colchicine in orchids. Am. Orchid Soc. Bull. 16：512-513.
11. Ranney, T. G. 2006. Polyploidy：from evolution to new plant development. Proc. Int. Plant Propagator soc. 56：137-142.

12. Watrous, S. B. and D. E. Wimber. 1988. Artificial induction of polyploidy in *Paphiopedilum*. Lindleyana. 3：177-183.
13. Wimber, D. E. and A. Van cott. 1966. Artificially induced polyploidy in *cymbidiums*. In：Proceeding of the 5th World Orchid Conference, pp. 27-32.
14. Wimber, D. E., S. Watrous and A. J. Mollahan. 1987. Colchicine induced polyploidy in orchids. In：Proceedings of the 5th World orchid conference, pp. 65-69.

土壤重金屬鉛污染概況

陳鴻堂

摘要

鉛不是人體必需要的微量元素，一般環境中的鉛是經由食物、飲水、周遭的空氣、灰塵及泥土而進入體內。食物鉛中毒易發生的是傳統中藥物，例如八寶散的濫用或食用遭鉛污染之食品等，在生理上，鉛進入人體的途徑可能經由呼吸而由空氣中吸入，其吸收率約為50%到70%，其次為經由食物飲水進入胃腸道，其吸收率約為15%到50%。進入體內的鉛，有90%會存於骨頭及牙齒中，少數才留在組織與血液。沈積在骨骼中的鉛，半衰期長達二十年以上。而在軟組織與血液(大部份在紅血球中)中的鉛，半衰期則約為二十到三十天。由於性質穩定，不易被代謝，因此會在人體內持續蓄積。形成慢性鉛中毒，使人體血液和中樞神經受損。血液中鉛含量過高，會引起染色體畸型、胎兒神經系統發育受阻、成人的生育力降低。鉛中毒會引起腎臟及中樞神經的傷害等。2012年鉛濃度調查結果發現蘿蔔有0.3%胡蘿蔔有4.0%超出行政院衛生署2011年5月30日署授食字第1001301183號令，蔬果植物類可食部分重金屬鉛含量限量標準。

前言

全世界每年生產超過三百五十萬噸的鉛，使鉛成為現存環境中最大量的有毒重金屬其密度達11.34 g/cm3，較一般密度只有5.0 g/cm3之重金屬高。早在7000年前人類就已經認識鉛。鉛分布廣，容易提取，容易加工，即有很高的延展性，又很柔軟，而且熔點低，在《聖經．出埃及記》中就已經提到了鉛。中國的青銅器即發現有加入鉛作為合金元素，並在整個青銅時代與錫一起，構成了中國古代青銅器最主要的合金元素。

內容

鉛的使用性廣如鉛表面在空氣中能生成碳酸鉛薄膜，阻止內部 再被氧化；製造鉛磚或鉛衣以防護X-射線及其他放射線；用於製造合金，等量之鉛與錫組成的焊條可用於銲接金屬；製活字金；用作鉛酸蓄電池的電極；鉛與銻的合金熔點低，用於製造保險絲；可用於製造鉛彈；製造顏料、油漆，鉛白、鉛黃、鉛橙、紅丹漆；做為陶器釉料的成分，用於屋頂、防水蓋片及彩繪玻璃窗。土壤中高濃度的鉛對作物雖無明顯毒害，但濃度極高時可以抑制光合作用的進行，影響作物之產量。因此行政院環境保護署訂定全量鉛濃度在一般土壤管制標準值為2,000

mg/Kg食用作物農地之管制標準值為500 mg/Kg。植物對鉛的吸收與土壤中濃度沒有顯著相關，並通常只累聚在植物的根部，因此行政院衛生署中華民國96年8月29日衛署食字第0960406206號令發布修正食米重金屬限量標準，其鉛限量標為0.2 mg/Kg，中華民國100年5月30日署授食字第1001301183號令，訂定發布蔬果植物類可食部分重金屬鉛含量應符合限量，本場及各區農業改良場與農業試驗所合作進行台灣地區蔬菜鎘、鉛濃度調查結果發現蘿蔔有0.3%胡蘿蔔有4.0%超出蔬果植物類可食部分重金屬鉛含量限量標準，值得各界進一步探討。

結語

鉛是現存環境中最大量的有毒重金屬，雖鉛不是人體必需要的微量元素，但被廣泛使用於各種材料，因此環境中之含鉛材料，如顏料、油漆，鉛白、鉛黃、鉛橙、紅丹漆等漆料、做為陶器釉料的成分，用於屋頂、防水蓋片及彩繪玻璃窗，電池之電極等。一般環境中的鉛是經由食物、飲水、周遭的空氣、灰塵及泥土而進入體內。食物鉛中毒易發生的是傳統中藥物，例如八寶散的濫用。另食用遭鉛污染之食品與食器製造過程使用含鉛之材料等都是增高鉛進入人體的重要原因。

參考文獻

1. 王榮德　1987　鉛與健康p.236-247　公害與疾病 健康世界雜誌社　臺北　臺灣。
2. 何建仁、吳雅婷　2007　參加第8屆東亞及東南亞土壤科學聯盟國際研討會議暨參訪行程出國報告書　行政院及所屬各機關出國報告。
3. 李艷琪、王銀波　1997　鉛污染土壤中鉛濃度與作物生長之關係　中華生質能源學會會誌　16(1、2)：19-30。
4. 李芳胤、廖秋榮　1990　鎘、鉛在污染土壤中之巨基興態、性質與分布情形第二屆土壤污染防治研討會論文集　147-162。
5. 林浩潭、李國欽、賴七仙　1992　台灣地區不同作物對土攘中重金屬吸收之探討 第三屆土壤污染防治研討會論文集　293-308。
6. 林浩潭、陳素文、沈季蓉、翁愫慎　2005　重金屬污染土壤以本土植物復育之探討 植保會刊　47：241-250。
7. 林毓雯、劉滄棪、陳吉村、湯雪溶、陳鴻堂、卓家榮、蔡正賢、林永鴻、張繼中、蔡淑珍、黃維廷　2012　台灣地區蔬菜鎘、鉛濃度調查　台灣農業研究61(1):38-51。
8. 連深、郭鴻裕、朱戩良　1990　台灣地區土壤重金屬自然含量調查　第二屆土壤污染防治研討會論文集　97-112。

9. 陳俞伶 1999 鉛污染土壤現地整治復育之研究 國立屏東科技大學環境工程與科學系碩士論文摘要。
10. 陳尊賢、張如燕 1990 鎘、鉛、鋅在台灣污染土壤中存在之形式與分佈 第二屆土壤污染防治研討會論文集 131-145。
11. 陳尊賢、陸瑩、黃東亮、吳芳娥 1992 台灣地區主要農業土壤中重金屬之鹽酸抽出量與全量之相關性 第三屆土壤污染防治研討會論文集 125-140。
12. 楊勝行、鍾仁賜、陳婉君、魏嘉碧、張則周、林鴻祺、黃山內 1992 有機肥料重金屬含量及其對作物之影響 第三屆土壤污染防治研討會論文集 219-232。
13. Charles Xintaras, Sc.D. 1992 Impact of Lead-Contaminated Soil on Public Health http://wonder.cdc.gov/wonder/prevguid/p0000015/p0000015.asp#
14. 賴琦穎 土壤鉛污染之生態風險探討—以土壤生物蟋蟀為指標http://lms.ctl.cyut.edu.tw/blog/lib/read_attach.php?id=174936
15. 鉛—維基百科全書 http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%85
16. 土壤及地下水汙染整治網—國內場址列管情形http://sgw.epa.gov.tw/public/0401.asp
17. Alloway B.J.1990 Soil Processes and Behavior of Metals. p7-28. in B.J. Alloway (ed), Heavy Metals in Soils. John Wiley & Sons, Inc., New York.
18. Tessier, A.P., Campbell, G.C. and Bisson, M., 1979, Sequential Extraction Procedurefor the Speciation of Particulate Trace Metals, Analytical Chemistry, 51, 844-850.for the Speciation of Particulate Trace Metals, Analytical Chemistry, 51, 844-850.

2,4-D對葡萄葉片及果穗之影響

張林仁

摘要

自從1940年代2,4-D(2,4-dichlorophenoxy acetic acid)被發現後，2,4-D噴施飄散所造成對木本多年生植物的危險性及效應已被普遍地觀察到了。然而2,4-D引發的營養生長及繁殖生長構造的植物毒性、形態發生上、結構上及組成份上的異常則尚未充分瞭解。以一處商業生產的葡萄園裡健康的及經常被2,4-D飄散傷害的枝梢進行比較。利用光學顯微鏡和掃瞄電子顯微鏡進行其葉片及果粒的形態解剖檢驗，同時測定氣孔導度(gs)、葉片生長特徵及礦物成份。健康葉片的形態解剖類似於典型的被子植物葉片。相反地，曝露於2,4-D下的枝梢表現出上偏性的特性，發育成怪異的變形葉片－厚、扇形而葉脈扁化造成脈間皺摺。細胞的結構(包含維管束)因薄壁替代組織的形成而改變了。2,4-D為害的葉片的氣孔導度、葉片指數、葉面積及葉柄大小都顯著地減小，然而卻蓄積了高濃度的氮、鉀及鐵。受害的果穗的發育成上偏式彎曲，而且顯著地含有活的綠色子房(無子的未成熟假果實)。這些異常可預期地造成對光合作用及蒸散作用等的嚴重干擾，因為低氣孔導度、著果率低導致老化局部壞死，而最終導致當期枝梢死亡。

內容

苯氧基(phenoxy)型的殺草劑有100種以上，其中2,4-D(2,4-二氯苯氧乙酸；2,4-dichlorophenoxy acetic acid)是一種合成的生長激素類殺草劑(synthetic auxinic herbicide)可選擇性地殺死闊葉性雜草。2,4-D飄散至植株後，立即被葉片吸收並傳導。在多數木本多年生植物，尤其是葡萄，在吸收到2,4-D的葉片積貯器官上可觀察到傷害。自從1940年代2,4-D(2,4-dichlorophenoxy acetic acid)被發現後，2,4-D噴施飄散所造成對木本多年生植物的危險性及效應已被普遍地觀察到了。然而2,4-D引發的營養生長及繁殖生長構造的植物毒性、形態發生上、結構上及組成份上的異常則尚未充分瞭解。

以一處商業生產的葡萄園裡健康的及經常被2,4-D飄散傷害的枝梢進行比較。健康的葡萄葉片形態解剖類似於典型的被子植物葉片，展現的生育特徵均為最高值而大於被2,4-D傷害的葉片，諸如葉幅大、葉柄長且寬、葉面積指數及氣孔導度(gs)高。然而健康葉片蓄積的氮、鉀、鐵含量卻較受2,4-D傷害的葉片為低，但是其他巨量(磷、鈣、鎂、硫)及微量元素(硼、錳、銅、鋅)的含量則沒有顯著差異。受到2,4-D傷害的葡萄枝梢表現出上偏性的有如鋸斷狀的生長特性，發育成怪異的變形而縮小的葉片－革質、扇形而葉脈扁化無色素造成脈間皺摺，葉緣尖銳齒狀

突出，嚴重時葉片會形成漏斗狀。細胞的結構(包含維管束)因薄壁細胞組織的增生形成而改變了葉片形態，遠離維管束的薄壁細胞最大而臨近維管束的薄壁細胞最小，無空腔(細胞間隙不見了)，在某些部位的薄壁細胞有形成厚壁細胞的現象。

2,4-D為害的果穗的發育成畸形的上偏式彎曲，而且顯著地含有活的綠色子房(LGO; livegreen ovaries無子的未成熟假果實)。果穗的畸形彎曲是不正常的高濃度乙烯合成的誘導所致。此種LGO果穗的形成如同未授粉的單為結果(parthenocarpy)一般，其粒徑大約為4mm，子房有2個子室(locules)，一個子室是空的，另一個子室含有2個畸形的胚珠。因此，LGO果穗的種子發育不良而且無果皮，種子的內部萎縮而且亦無胚及胚乳的發育。這種情形可能為2,4-D使葡萄的花粉粒(或花粉發芽)受傷，而造成著果不良情形。LGO果穗之果粒無法轉色(color)也無蓄積醣類，也因為著果不良導致採收量減少。2,4-D為害形成的異常可預期地造成對光合作用及蒸散作用等的嚴重干擾，因為低氣孔導度、著果率低導致老化局部壞死，而最終導致當期枝梢死亡。

參考文獻

1. Bondada B.R. 2011. Anomalies in structure, growth characteristics, and nutritional composition as induced by 2,4-dichlorophenoxy acetic acid drift phytotoxicity in grapevine leaves and clusters. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 136(3):165-176.
2. Bradley, M.V., J.C. Crane, and N. Marei. 1968. Some histological aspects of 2,4,5-trichlorophenoxy acetic acid applied to mature apricot leaves. Bot. Gaz. 129:231-238.
3. Chatelet, D.S., T.L. Rost, M.A. Matthews, and K.A. Shackel. 2008. The peripheral xylem of grapevine (*Vitis vinifrea*) berries. 2. Anatomy and development. J. Expt. Bot. 59:1997-2007.
4. Marple, M.E., K. Al-Khatib, and D.E. Peterson. 2008. Cotton injury and yield as affected by simulated drift of 2,4-D and dicamba. Weed Technol. 22:609-614.
5. Ogg, A.G., Jr., A.M. Ahmedullah, and G.M. Wright. 1991. Influence of repeated application of 2,4-D on yield and juice of Concord grapes (*Vitis labruscana*). Weed Sci. 39:284-295.
6. Sciumbato, A.S., J.M. Chandler, S.A. Senseman, R.W. Bovey, and K.L. Smith. 2004. Determining exposure to auxin-like herbicides: I. Quantifying injury to cotton and soybean. Weed Technol. 18:1125-1134.

作物低溫需求模式的比較

徐錦木

摘要

溫帶作物需要適當的冬季低溫供打破休眠完成生活周期。因為全球暖化的影響，經濟生產區域原有作物，逐漸面臨冬季低溫量不足的情況。目前估算作物冬季低溫需求的模式主要有CH模式、Utah模式及Dynamic模式。三種模式中CH模式簡單易算，以寒冷地區不同年度所得結果差異不大可以適用，溫暖區域不同年度所得結果差異大較不適用；Utah模式不同溫度有不同效果，各溫度以不同權重求得結果，不同年度所得結果較一致，但需要依區域及樹種微調低溫起算時間及權重；Dynamic模式將打破休眠分為二階段，第一階段低溫促使打破休眠前驅物合成，但高溫具有分解及逆轉前驅物的能力，第二階段則不具可逆性。溫度在不同階段有不同權重，具有時間不均勻性，計算方式較為複雜，但推算出結果最能符合田間及控制環境的實際情況。目前所有模式均是依觀測結果和數據推估，但植體內部生理反應不完全瞭解，僅適用特定區域而無法全面適用，後續仍有改善空間。

前言

溫帶作物為避免於嚴寒冬季凍死，發展出休眠機制以渡過冬季。作物在休眠期間，外在的生長停滯，內部的生理反應也變緩，植體水份含量下降，原生質濃縮，增強抗寒力。在感受到足夠低溫量後，芽體打破休眠，待氣溫回暖時，迅速萌發開始另一個生長循環。在全球暖化的趨勢下，各地平均溫度逐漸上升，導致冬季低溫量變化，反而因芽體感受的低溫量不同，使適應特定區域的作物無法於適當時機萌芽，導致第二年芽體萌發率低、壞死、開花不正常、著果率偏低及夏季枝梢生育不良等問題。因為果樹為多年生作物，為了在幾十年後仍適應栽種地區氣候，首先要瞭解各種作物打破休眠所需冬季低溫量。學者依據觀察資料及對植物生理的瞭解，對於打破休眠所需低溫量提出多種計算模式，主要的有從1940年代開始提出CH模式(chilling hour)，1970年代提出Utah 模式，1990年代提出Dynamic模式。本篇文章對這些模式的內容及低溫計算方式作一個概念性探討。

內容

因為氣候的低溫量對於作物的生產有很重大的影響，Lammerts氏於1941年提出當溫度低到一定程度後，就對打破休眠有所幫助[4]。Bennett氏於1949年補充當

溫度低於冰點溫度時，對打破休眠沒有幫助[4]。綜合Lammerts氏及Bennett氏論述形成CH模式，又稱Weinberger Model模式[4]。這模式指出，計算低溫時間以小時為單位，溫度在0℃～7.2℃時有打破休眠的效果。作物打破休眠所需低溫量，為整個休眠期中累積0℃～7.2℃的時間。

Overcash氏及Campbell氏1955年提出，在休眠期間高溫對於打破休眠效果有負面效果，開啟Utah 模式的契機[4]。Richardson 等人於1974年補充不同溫度的打破休眠效果不同，以小時為時間單位，當高於15.9℃時會有負效果，奠定Utah 模式基礎[4]。此後許多地區及作物研究，依據此模式精神，修正溫度權重以適合於研究區域及作物。

許多研究顯示在打破休眠過程中，剛進入休眠時的秋季和打破休眠前春季的高溫，對植物的萌芽有不同影響[1,7]，若依前述二種模式無法解釋這種現象，Fishman等人1987年提出Dynamic模式[3]，將打破休眠過程分為二個階段，在第一階段累積低溫效果，會促使植物合成打破休眠的前驅物，但高溫會造成前驅物的分解，因此在第一階段具有可逆性[2,3,4]。進入第二階段時，由前階段累積的打破休眠前驅物量固定，高溫沒有分解逆轉效果，反而具有活化生理效果， 可以促進植株打破休眠[2,3,4]。因此這模式中溫度具有時間不均勻性，在不同階段的效果不相同，是和CH模式及Utah 模式最大的不同[4]。

一般以CH模式計算作物低溫需求較為簡便，但在接近亞熱帶秋、冬及春天溫度變化較大地區，每年所得結果差異大，無法適用[4]。Sunley氏等人[5]以CH模式和Utah 模式，依據歷史記錄計算英國長期低溫累積量變化，近30年來不論何種模式計算，低溫累積量有遞減的趨勢。但北部寒冷地區2種模式的差異較小，而南部溫暖地區所得數據差異就很大，以Utah模式較為穩定。Utah 模式要依不同地區設定溫度權重，何時開始累積低溫時數也是重要關鍵，Michele等人[6]於2001-2003年在新法蘭克林地區以黑莓實驗，計算冬季低溫時數，在出現16℃以下溫度後開始累計，或出現-2.2℃的嚴寒後開始累計，2年結果比較以出現-2.2℃氣溫後開始計算低溫時數較為準確。在全球暖化過程中，原本冬季極低溫地區因溫度上昇，有效低溫時數反而增加[4,5]，而原本冬季較溫暖地區的有效低溫減少程度就較大[4,5]。儘管缺乏公正的標準來評判三種低溫模式適用性，但在相同地區的實驗中，以Dynamic模式較能穩定預測植株打破休眠時間[4]。

在許多亞熱帶或熱帶區域，冬季並無低溫可供打破休眠，利用落葉劑或催芽劑，促使植株落葉及重新萌芽，可以正常栽培部份溫帶作物，用目前的低溫需求模式仍無法解釋[4]。顯示在目前有關打破植物休眠模式仍有改進空間。

結論

溫帶作物具有高投資、生長年限長及冬季休眠性的問題，在全球暖化過程中，由於低溫累積量發生改變，使經濟栽培地區部份果樹，因冬季低溫量變化，

造成隔年生育異常現象。目前所有預測作物低溫需求模式，均是觀察結果為基礎，配合數據推算出來的經驗模式，無法以生理反應來解釋及預測打破休眠時間。期待在解開更多的生理反應機制後，可以用理論基礎解釋休眠機制及打破休眠所需條件。

參考文獻

1. Citadin, I., M.C.B. Raseira, F.G.Herter, and J.Baptista da Silva. 2001 Heat requirement for blooming and leafing in peach. HortScience 36(2):305-307.
2. Erez,A., S.Fishman, G.C.Allan., and P.Allan. 1990 The dynamic model for rest completion in peach buds. Acta Hortic 276:165-174.(abstract)
3. Fishman,S., A.Erez, G.A.Couvillon. 1987 The temperature dependence of dromancy breaking in plants - computer simulation of processes studied under controlled temperatures. J. Theor. Biol. 126:309-321.(abstract)
4. Luedeling,E. 2012 Climate change impacts on winter chill for temperate fruit and nut production : A review. Scientia Horticulturae 144:218-229.
5. Sunley,R.J., C.J. Atkinson, and H.G. Jones. 2006 Chill unit models and recent changes in the occurrence of winter chill and spring frost in the United Kingdom. Journal of horticultural science & biotechnology 81(6):949-958.(abstract)
6. Warmund,M.R., and J.Krumme. 2005 A chilling model to estimate rest completion of erect blackberries. HortScience 40(5):1259-1262.
7. Yamamoto,R.R., A.Katsumi-Horigane, M.Yoshida, Y.Sekozawa, S.Sugaya, and H.Gemma. 2010 'Floral primordia necrosis' incidence in mixed buds of Japanese pesr(Pyrus pyrifolia(Burm.) Nakai var.culta) 'Housui' grown under mild winter conditions and the possible relation with water dynamics. J.Japan. Soc. Hort. Sci. 79(3):246-257.

梨ACC合成酶基因之分子標誌輔助育種

張瑞炘

摘要

梨品種的耐貯運程度與該品種的果實乙烯合成量有密切的關係，國外學者經多年研究，將梨乙烯合成過程中的關鍵基因「ACC合成酶基因」選殖定序，並開發了2個「ACC合成酶基因」CAPS分子標誌(cleaved amplified polymorphic sequences)，分別為A標誌與B標誌。梨品種檢測結果為A標誌顯性則代表高乙烯品種，若檢測結果為A標誌隱性而B標誌顯性則代表為中等乙烯品種，A標誌與B標誌皆為隱性者，則果實乙烯合成量最低，預期有最長的儲架壽命。本場將此一檢測方法導入於我國的梨育種試驗，可在幼年期就進行選拔，期望提高選種的效率與精準度，未來藉此技術育成的耐貯運品種，可提升我國梨產業的商品競爭力。

前言

梨的商品價值主要決定因素之一為果實櫥架壽命之長短，影響櫥架壽命最關鍵的因素為梨果實本身的乙烯合成量，而乙烯合成生化途徑中的ACC合成酶(1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase)是控制乙烯合成量的重要酵素，國外學者Itai等人在1999年成功選殖定序兩個ACC合成酶基因(ACC synthase genes)，分別為PPACS1和PPACS2，並且在2003年開發了這兩個基因的分子標誌，分別為A標誌與B標誌，成功地促成梨分子標誌輔助育種的可行性。2008年共有152個亞洲的梨品種的基因型被成功鑑定。本次的書報討論之目的主要介紹這兩個分子標誌的原理，以及如何實際應用於國內的梨育種試驗。

內容

一、乙烯與梨果實後熟的關係

果樹作物依照其果實後熟的形式可以分為更年性(climacteric)與非更年性(non-climateric)作物。更年性的果實對乙烯的反應相當敏感，接觸乙烯後的反應主要為呼吸作用增強、釋放更多乙烯、果實質地軟化、香氣及甜度的上升，並且會催化自體的乙烯合成量，最典型的例子為香蕉、木瓜、酪梨等。非更年性的果實則對乙烯較不敏感，如柑桔類。梨為單一物種就可以找到更年性與非更年性品種的作物，兩種類型的品種間主要的差異在於乙烯的合成能力。關於植物乙烯的生合成機制研究，要從1984年談起，我國的楊祥發院士當年發表了植物從Methionine到乙烯的生化反應途徑，至今世界各國仍以Yang Cycle稱呼此反應途徑，楊院士可謂植

物學界的臺灣之光。乙烯的合成途徑是從蛋胺酸(Methionine)而來，Methionine與ATP經SAM (S-adenosylmetionine)合成酶催化產生SAM，接著經由ACC合成酶催化產生ACC，而ACC為乙烯的前驅物，經由ACC氧化酶的催化產生乙烯。在此生化反應途徑中最關鍵的酵素為ACC合成酶，在一些梨品種中因為ACC合成酶的活性較強，因而表現出更年性果實的後熟現象，導致商品價值下降且不耐貯運，因此梨的育種選拔若能針對ACC合成酶活性較弱的基因型，則可育成「低乙烯、耐貯運」的梨品種。

二、ACC合成酶基因分子標誌的相關研究

各國學者深知乙烯合成途徑對產業界的重要性，紛紛選殖各種作物的ACC合成酶基因。在梨的部分，國外學者Itai等在1999年選殖了兩個ACC合成酶的基因，分別是PPACS 1與PPACS 2，其中PPACS 1顯性代表高乙烯合成量(如橫山梨)，若PPACS 1隱性而PPACS 2顯性代表中等乙烯合成量(如幸水梨)，若兩基因皆為隱性則乙烯合成量最低，有最長的櫥架壽命(如豐水梨、新興梨)。為快速進行ACC合成酶基因的檢測，需要發展以PCR技術為基礎的分子標誌，因此Itai等在2003年發表了PPACS 1與PPACS2兩個基因的CAPS標誌(cleaved-amplified polymorphic sequences markers)，分別為A標誌與B標誌。本次的研究成功開發分子標誌之外，也將42個品種的基因型初步鑑定。利用F2後裔檢定法，發現A標誌與B標誌的重組率(recombination rate)為20.8%。2005年Itai等利用32個品種、43個雜交組合、1,260個後裔，將32個品種的基因型鑑定完成，2008年Itai等發表了152個亞洲梨品種的基因型，但其中並未包含我國育種常用的親本「橫山梨」。

三、ACC合成酶基因分子標誌在國內的應用

我國的梨育種特別需要此2個基因分子標誌的輔助，因臺灣地處亞熱帶，為達成平地生產的目標，常以「低需冷性」的橫山梨作為雜交親本，而橫山梨的基因型經本場生技研究室測試的結果為AaBb，因此其雜交後裔中aabb型的比例偏低，必須以分子標誌輔助選種才能達成。本場目前已完成了500個單株的基因型檢測，突破幼年期無法評估果實性狀的限制，達成「及早篩選、精準預測」的選種效率，為國內少見應用分子生物技術輔助果樹選種的成功案例，展現本場組織內部橫向整合的軟實力。未來利用此技術可望育成「低乙烯、耐貯運」的梨品種，將有助於梨產業延長商品櫥架壽命，擴大運銷里程範圍，拓展國際市場。

結語

農業生物技術的發展讓我們能以全新的角度評估作物的性狀，也就是從基因的角度來進行分析與輔助選種，以往果樹育種的時程動輒長達20年，主要是因為雜交後裔植株的幼年期無法開花結果，更無法進行選種，今日有ACC合成酶基因的檢測技術，實為梨育種家的福音。2012年我國第一個利用分子標誌輔助選種的水稻品種已完成命名，期望將來果樹、蔬菜各種作物的育種都能以分子標誌加以

輔助，促進我國品種研發的能力，延續我國農業科技持續領先的優勢。

參考文獻

1. Itai, A. and N. Fujita. 2008. Identification of climacteric and nonclimacteric phenotypes of Asian pear cultivars by CAPS analysis of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase genes. Hort. Science 43:119-121.
2. Itai, A., T. Kawata, K. Tanabe, F. Tamura, M. Uchiyama, M. Tomomitsu and N. Shiraiwa. 1999. Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase genes controlling the ethylene level of ripening fruit in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). Mol. Gen. Genet. 262:42-49.
3. Itai, A., T. Kotaki, K. Tanabe, F. Tamura, D. Kawaguchi and M. Fukuda. 2003. Rapid identification of 1-aminocyclopropane-1- carboxylate(ACC) synthase genotypes in cultivars of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) using CAPS markers. Theor. Appl. Genet. 106:1266-1272.
4. Itai, A., T. Kotaki, K. Tanabe, M. Fukuda, Y. Kawata, Y. Amano and N. Fujita. 2005. Determination of ethylene synthetic genotypes related to ripening in Japanese pear cultivars. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 74:361-366.

暖化對小麥栽植區及產量之影響

林訓仕

摘要

印度河—恆和平原為南亞小麥重要產區，其總產量佔全球15%，隨著全球暖化趨勢，此地區51%耕地可能遭受高溫逆境，使整體適栽區域北移，導致最適小麥栽植區域之面積下降，影響小麥產量，而暖化常導致千粒重、一穗粒數及穗重下降，造成小麥產量降低。

前言

小麥屬溫帶作物，依其生育習性可分為冬小麥(winter wheat)與春小麥(spring wheat)，冬小麥主要產區位於南、北緯20-40度間，此區域主要特性為其冬季低溫足以使冬小麥有完全之春化作用，春小麥則栽種於此區域之北邊或南邊。小麥原為溫帶地區栽培之作物，生育期溫度不可太高，適量的灌溉或雨水為必需，但抽穗後期乾燥為較佳環境，而台灣種植之小麥則屬春小麥品種。春小麥播種時適宜溫度為15~20℃，抽穗期以17~18℃，穀粒充實期以20~23℃最適宜。小麥產量則由單位面積穗數、一穗粒數及千粒重組成，其變化受品種特性、田間環境、肥力、栽培技術的影響。

根據Tubiello *et al.* (2000)報告指出，自西元2000至2025年，世界小麥平均產量須由每公頃2.6公噸提升至每公頃3.5公噸，才足以維持全球小麥需求；而南亞地區2007年小麥總產量約9千5百萬公噸，但根據Chatrath *et al.* (2007)推測，至2020年此地區小麥總須求量將達1億3千7百萬公噸，才足以提供足量之小麥，然而此地區雖然小麥整體需求量增加，但由於農地都市化及作物多樣化經營，卻導致耕地面積無法增加。

全球小麥耕作面積約2億1千公頃，提供全世界21%食物來源，但因小麥為溫帶作物，植株生育易受溫度影響，雖然氣候變遷可能對部分原本不可栽種小麥地區有所助益，但對整體小麥栽培環境而言是負面影響，且將導致全球小麥減產；Ortiz *et al.* (2008)指出，氣候變遷將嚴重影響小麥耕種，至2050年，印度河-恆河平原51%小麥耕地將面臨高溫逆境，進而導致減產，為避免此情況發生，南亞地區將需要可適應未來暖化氣候的小麥新品種及栽培管理技術。

內容

一、暖化對小麥栽植區的影響

國際玉米小麥改良中心(International Maize and Wheat Improvement Center; CIMMYT)結合跨領域研究人員，配合各區域溫度、溼度及重要病害資訊，將全球小麥區分為一系列的大環境(mega-environments) (表一)，例如ME-1為包含墨西哥北方、印度河恆河平原(Indo-Gangetic Plain; IGPs)及尼羅河谷等低水份但具灌溉水之區域，此區域面積達3千2百萬公頃；ME6為中國大陸哈爾濱區域，此區域溫度、夏季雨量皆適中、易發生小麥葉銹病(leaf rust)及莖銹病(stem rust)。

印度河—恆和平原為南亞小麥重要產區，其總產量佔全球15%，主要生產國為印度、巴基斯坦、尼泊爾及孟加拉，其中印度及巴基斯坦小麥產量分別高居全球第二及第六。Ortiz *et al.* (2008)研究推測，隨著全球暖化趨勢，此地區51%耕地可能遭受高溫逆境，及整體適栽區域北移，進而導致最適小麥栽植區域之面積下降，影響小麥產量，同時伴隨暖化趨勢，降雨將逐漸增加，而加劇小麥病蟲害的發生，此外在北美與本區亦有相同之趨勢。

表一、 Wheat mega-environments (ME) and their main features

ME	Area (million hectares)	Moisture regime	Temperature regime	Main breeding Targets	Main locations in developing world	Breeding started at CIMMYT
1	32	Low irrigated	Temperate	Lodging rusts	Northwest Mexico, Indo-Gangetic Plains, Nile Valley	1945
2	10	High rainfall	As above	As above + *Septoria*, sprouting	Mediterranean litoral, the Andes, East Africa and Toluca, Mexico	1972
3	1.7	As above	As above	ME-2 + acid soil	Passo Fundo, Brazil	1974
4A	10	Low winter dominant	As above	Drought *Septoria* yellow rust	Aleppo, Syria Settat, Morocco	1974
4B	5.8	Low summer	As above	Drought *Septoria* leaf + stem rusts *Fusarium*	Marco Juárez, Argentina	1974
4C	5.8	Residual	Hot	Drought + heat seedlings	Indore, India	1974
5A	3.9	High rain-fall, humid irrigated	Hot	Heat *Helminthos-porium*	Joydepur, Bangladesh Londrina, Brazil	1981
5B	3.2	Irrigated low humidity	Hot	Stem rust heat	Gezira, Sudan Kano, Nigeria	1975
6	5.4	Moderate rainfall summer	Temperate	Stem + leaf rusts *Helminthosporium Fusarium* sprouting photo-period sensitivity	Harbin, China	1980
7		Irrigated	Moderate cold	Rapid grain filling, yellow rust, cold tolerance, powdery mildew, barley yellow dwarf virus	Zhenzhou, China	1986
8A		High rainfall, irrigated, short season	Moderate cold	Cold tolerance, yellow rust, *Septoria*	Chillán, Chile	1986
8B		High rainfall, irrigated, short season	Moderate cold	*Septoria*, yellow rust, powdery mildew, *Fusarium*, sprouting	Edirne, Turkey	1986
9		Low rainfall	Moderate cold	Cold tolerance, drought	Diyarbakir, Turkey	1986
10		Irrigated	Severe cold	Winter killing tolerance, yellow + leaf rusts, powdery mildew, barley yellow dwarf virus	Beijing, China	1986
11A		High rainfall, irrigated, long season	Moderate cold	*Septoria*, *Fusarium*, yellow + leaf rusts, powdery mildew	Temuco, Chile	1986
11B		High rainfall, irrigated, short season	Severe cold	Leaf + stem rusts, powdery mildew, winter killing tolerance, sprouting	Lovrin, Romania	1986
12		Low rainfall	Severe cold	Winter killing tolerance, drought, yellow rusts, blunts	Ankara, Turkey	1986

Spring wheat grows in mega-environments 1–6 whereas facultative wheat grows in mega-environments 7–9, and winter wheat in mega-environments 10–12. All ME except 6 are autumn sown (after Braun et al., 1996).

(Ortiz *et al.*, 2008)

二、暖化對小麥產量的影響

11月中旬為蘇丹(Sudan)小麥適栽期，Abdelmula *et al*.(2011)以15個小麥品種，利用延後種植時間以提高生育後期溫度，探討高溫對小麥產量之影響，結果顯示，15個小麥品種其產量皆隨著栽植期延後而降低，百粒重亦隨著生育後期溫度增高而降低；*Spiertz et al*.(2006)於人工氣候室種植適應溫暖氣候的小麥品種Lavett，不耐高溫品種Ciano-79，及耐熱小麥品種Attila等3個小麥品種，於穀粒充實期進行高溫(日溫38℃/夜溫20℃)處理16小時，共計3天，試驗發現3個品種經高溫處理後，穀粒乾重皆有下降趨勢，Lavett及Ciano-79之一穗粒數及穗重亦有下降情形；Ottman et al.(2012)以春小麥品種Yecora Rojo於2007年3月至2009年1月分別種植12次小麥，配合紅外線加熱器照射植株，提高小麥株冠白天1.3℃夜間2.7℃，觀察不同栽植期及高溫對小麥之影響，結果發現，在慣行栽植期時，紅外線加熱處理對產量、穗重、一穗粒數及株高皆無顯著影響，但延後栽植期並配合加熱處理時，產量及株高則顯著降低，而導致減產之主要因素為一穗粒數減少。

綜合上述研究發現，溫帶作物小麥將因全球氣溫提升導致產區移動且產量下降，進而影響全球糧食供給及糧食安全，因此，耐熱小麥育種將為世界各國，特別是亞熱帶國家的重要目標；而台灣地處北緯22~25˚，目前已是栽種小麥最嚴峻的地區之一，加上東西部各地氣候環境條件多樣化，因此選育耐熱及適應不同氣候之小麥新品種將是重要的工作。

參考文獻

1. Abdelmula, A. A., M. O. M. Jaber and S. M. Gasim. 2011. Differential response of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for yield and yield components to terminal heat stress under Sudan conditions. Crop. Sci. 197: 50-56.
2. Chatrath, R., B. Mishra, G. O. Ferrara, S. K. Singh and A. K. Joshi. 2007. Challenges to wheat production in South Asia. Euphytica 157: 447-456.
3. DEFRA, 2005. India-UK collaboration on impacts of climate change in india. http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/internat/devcountry/ india2. htm.
4. Dhanda, S. S. and R. Munjal. 2012. Heat tolerance in relation to acquired thermotolerance for membrane lipids in bread wheat. Field Crops Res.135: 30-37.
5. Ortiz, R., K. D. Sayre, B. Govaerts, R. Gupta, G. V. Subbarao, T. Ban, D. Hodson, J. M. Dixon, J. I. O. Monasterio and M. Reynolds. 2008. Climate change: can wheat beat the heat? Agric. Ecosyst. Environ. 126: 46-58.
6. Ottman, M. J., B. A. Kimball, J. W. White and G. W. Wall. 2012. Wheat growth responses to increased temperature from varied planting dates and supplemental infrared heating. Agron. J. 104:7-16.
7. Spiertz, J. H. J., R. J. Hamer, H. Xu, C. P. Martin, C. Don and P. E. L. van der Putten.

2006. Heat stress in wheat (*Triticum aestivum* L.): effect on grain growth and quality traits. Europ. J. Agronomy 25: 89-95.
8. Tubiello, F. N., C. Rosenzweig, R. A. Goldberg, S. Jagtap and J. W. Jones. 2000. U.S. national assessment technical report effects of climate change on U. S. crop production part I: wheat, potato, corn, and citrus.
9. http://www.usgcro.gov/usgcrp/nacc/agriculture/tubielloetal2000. pdf.
10. White, J. W., B. A. Kimball, G. W. Wall, M. J. Ottman and L. A. Hunt. 2011. Responses of time of anthesis and maturity to sowing dates and infrared warming in spring wheat. Field Crops Res. 124: 213-222.

充實期高溫對水稻產量及白堊質的影響

鄭佳綺

摘要

現行臺灣地區水稻栽培90%以上屬於溫帶型的粳型品種(Temperate Japonica type)，但實際上台灣的各項環境條件卻常不適於粳型水稻的栽培，尤其是台灣中南部的稻米栽培環境，在穀粒充實期間易遭遇高溫，導致稻米白堊質發生，使得稻米品質下降。加上近年來全球暖化的影響，高溫將是未來台灣稻米生產必須面對的挑戰。

稻米品質的形成牽涉到複雜的生理及生化反應過程，也與環境之間具有密切的關係，其中溫度是影響稻米品質形成主要的環境因子之一。水稻是全球前三大糧食作物之一，與其他主要的糧食作物不同，水稻是直接以穀粒的型態進行販售，因此，稻米的外觀品質直接影響商品價值。高溫環境下除了造成水稻結實率、成熟穗重以及糙米粒重下降，在稻米外觀方面則形成嚴重白堊質的產生，且降低完整米率及提高未熟粒與死米比率。

研究指出高溫環境，造成水稻主要供源葉片(劍葉)及穎果果(種)皮葉綠素快速降解，減少充實期間利用果(種)皮光合作用獲得之氧氣與能量的補充，降低穎果內的能量狀態，為了調節高溫下穎果內之能量的狀態，糖解作用與酒精發酵作用被提升，此兩作用的提升也增加了各類反應基質糖類的需求，因而可能導致澱粉的降解。另一方面，高溫促進了穎果內活化氧族中H_2O_2的大量生成，可能導致細胞膜脂質過氧化的發生及加速水稻穎果DNA 分解及細胞死亡。這些生理反應過程干擾了澱粉及儲藏性蛋白質等大分子的合成與累積，最終導致穎果發育與充實不良，造成產量與品質的降低。

前言

全球氣候溫暖化(global warming)已經是一個不能否認的事實，根據「政府間氣候變化專家委員會(IPCC)」。2007年公布的評估報告指出，1850年以後全球平均溫度以每百年0.74℃的幅度增加，而夜溫增加是造成暖化的主因，最近50年溫度增幅幾乎是百年來的兩倍，顯然全球溫暖化還在加劇。近年來的分析指出，臺灣百年來溫度上升趨勢和全球溫度上升趨勢相似，但卻比全球高出約2倍，其趨勢值約為0.15℃/10年。而最低溫的上升趨勢值明顯高於最高溫，顯示日均溫的上升趨勢主要是受到最低溫明顯上升所導致(林，2005)。

臺灣現行栽培水稻以粳型稻(Japonica type)為主，粳型稻生理學上屬溫帶型稻，一年一作，全生育期140日以上，生育期間需日射量充足、日夜溫差大之環

境，其穀粒的有效充實期長，充實期平均氣溫25℃以下，但臺灣位處於亞熱帶地區，是國際上普遍栽培粳型水稻緯度最低的區域，每年兩季的稻作栽培生育環境迥然不同，一期作在種子充實期常遭遇高溫，導致白堊質的發生，二期作在營養生長期的高溫使得分蘗數減少、而充實期的低日照也會影響穀粒的充實度，以上皆影響稻米產量及品質。

Lur and Liu (2006)指出臺灣優質粳米生育之「安全環境」為：日均溫低於26℃、日高溫低於30℃、日低溫低於22℃、及日照量高於13 MJ m-2 day-1，惟台灣稻作栽培環境在穀粒發育期間的日均溫多處於26~28℃以上之高溫，且日夜溫差不大，日射量也不高，使得穀粒充實速率快而有效充實期相對縮短，對稻穀產量及品質影響極大(林，2008)。

內容

一、溫度與水稻的生產

稻穀的產量構成要素為穗數、一穗粒數、穎花稔實率及千粒重，其中除穗數在水稻生育早期形成外，其餘均在幼穗完成後形成。因此，在最高分蘗期前，其產量受單位面積穗數所支配，自最高分蘗期至抽穗前，則主要受一穗粒數所支配，抽穗後則受穎花稔實率和千粒重所支配，各項要素間具有互補效應且受到品種及栽培環境的影響。在環境因素中，以水稻穀粒充實期間的溫度對穀粒產量及米質關係最為密切(Asaoka *et al.*,1985)。

水稻抽穗開花期高溫環境影響水稻穎花的受粉作用，包括水稻花藥開裂障礙、花粉管伸長受抑制等，進而導致穎花稔實率下降。另外，由於高溫造成呼吸作用增強或誘導活化氧族 (ROS)的產生對細胞膜系造成傷害也導致穗部的同化作用降低導致而穀粒充實度下降(Mohammed and Tarpley, 2010)。

透過測定抽穗期不同溫度處理下水稻成熟穀粒的重量，發現當溫度處理超過27/22℃(日/夜溫)時，水稻穀粒的重量將下降，且高夜溫處理下，穀粒的最終乾重較常溫及高日溫處理減少約9~10%的穀粒乾重；而在穀粒充實速度方面，無論高日溫或是高夜溫處理，穀粒的充實速度均高於常溫對照處理 (Tashiro and Wardlaw, 1991；Morita *et al.*，2005；蕭，2009)。

Cock 與Yoshida(1972)藉由^{14}C標定法來追蹤穀粒充實過程中水稻植體內碳水化合物的轉運，結果顯示約有30% 碳源是來自植株生長過中累積於葉鞘與莖桿以澱粉為主的非結構性碳水化合物(nonstructural carbohydrate，NSC)，蕭(2009)研究指出水稻抽穗前高溫處理(35/30℃)，葉鞘中澱粉的累積明顯降低，推論高溫下葉鞘中澱粉累積量無法上升，可能因同化物質大多因呼吸作用提高而流失，進而影響葉鞘中澱粉的累積。此外，非結構性碳水化合物(NSC)累積量與最終收穫量間有顯著正相關，顯示莖幹與葉鞘中暫存的碳水化合物越多，則收穫量就越高(Ishikawa *et al.*, 1993)。

二、高溫對稻米外觀品質的影響

稻米品質的形成牽涉到複雜的生理及生化反應過程，也與環境之間具有密切的關係，一般被歸納為碾米品質、外觀品質及烹調與食用品質等三大類。

高溫對稻米外觀品質的影響主要針對白堊質或心腹白方面，研究發現水稻充實期間穀粒白堊質產生對高溫敏感的時期，主要是在開花後20天以前，特別是充實中期(約開花後10~15天)，開花後20天以後則高溫的影響較不顯著(Tashiro and Wardlaw, 1991；Zakaria *et al*., 2002)。由於在高溫環境下穀粒充實速度增快，導致穎果珠心及維管束等養分輸送組織提前衰化，使得養分供應不足，澱粉合成受阻，澱粉粒充實不緊密產生空隙，因而發生稻米外觀之白堊質現象(Morita *et al*., 2004; Nagata et al., 2004; Kondo *et al*., 2005)。另一方面，研究指出高溫環境會導致水稻穎果中主要的直鏈型澱粉合成酵素(granule bound starch synthase，*GBSS*)活性下降，降低直鏈性澱粉的含量(Jiang *et al*., 2003)，且高溫環境下胚乳中 α-amylase表現會被提升，造成胚乳中已堆疊的澱粉被分解，導致穀粒白堊質發生；學者進一步針對 α-amylase相關基因進行研究，發現當 α-amylase相關基因大量表現時，即使是在常溫環境下也會造成水稻穎果白堊質現象發生(Asatsuma *et al*., 2006；Yamakawa *et al*., 2007)；林(2008)研究指出，水稻穎果充實期間高溫處理加速了水稻劍葉的老化，降低了提供給穀粒發育的供源(source)來源，葡萄糖與蔗糖的供給減少導致穀粒中儲藏性澱粉的合成與累積堆疊，使得穀粒的粒重減輕、白堊質現象產生，影響產量及品質。由此可知，當水稻穎果內澱粉的合成量不足或胚乳細胞內已堆疊的澱粉被分解均會導致穀粒白堊質發生，且在碾米的過程中，具有白堊質的穀粒較易破碎，造成完整米率下降而降低了稻米的市場價值。

三、高溫對水稻穎果內部生理狀態的影響

近年來由於全球氣候暖化的趨勢，針對植物於高溫逆境下的研究逐漸受到重視。在水稻研究方面，學者除針對植株的生長勢、植體內碳水化合物的轉運與儲存、穎花稔實率與穎果內大分子儲存物質如澱粉、蛋白質的累積外，對於水稻穎果內部生理狀態的變化也有許多的研究與探討，包括：穀粒充實期間內部氧氣分布、能量狀態及代謝途徑等。

許多研究指出，種子生育期間內部的氧氣分布並非均勻，而是呈現由表面向中心逐漸遞減的趨勢，依種子的型態構造而言，並無特化的器官、通氣組織來加強氣體的運輸及分配，因此種子內部氣體的運輸主要是經由擴散作用來進行(Borisjuk and Rolletschek, 2009)。

Rolletschek等(2005)研究顯示，發育中的種子或穀粒內部是處於低氧的生理環境，且低氧的區域隨著充實期逐漸擴大，而在能量代謝上，氧氣的含量直接影響ATP的合成，在穀粒中氧氣含量的區域同樣也是ATP含量較低的區域，且當外界環境中氧氣含量提升時穀粒內部ATP含量低同樣也會增加，証實穀粒內部的能量狀態確實受到氧氣含量變化影響，進一步的研究更顯示，高溫環境會加劇種子內部的低氧狀態(Rolletschek *et al*., 2007)。而穀粒內部的氧氣含量及能量狀態則會改變

代謝流(metabolic flux)的進行進而影響同化物的分配及儲存物質的合成種類，在種子發育的過程中外圍氧氣濃度及ATP含量均高的區域多為儲存性蛋白質及脂質累積，而內部區域則多為澱粉累積，顯示種子內部同化物質的分配及合成種類受到氧氣及能量的多寡的影響(Vigeolas, 2003)。

穀粒或種子中氧氣的來源主要可能有兩種：一是大氣中氧氣經由擴散作用進入種子，二是由穀粒與種子之葉綠素行光合作提供給內部使用。前人研究證實種子葉綠素之光合作用不僅可以提供氧氣也能提供能量(ATP/NADPH)給充實中低氧的種子組織，高溫加速了穎果果(種)皮葉綠素的降解，影響了氧氣的供給，導致水稻急速充實之穎果內低氧情況加劇，誘發種子內部之氧化逆境，同時也減少了自果(種)皮光合作用提供的能量來源，進而干擾大分子的合成與累積(Rolletschek *et al*., 2004；Ruuska *et al*., 2004，林，2008)。

植物組織在氧氣缺乏的情況下，會加速糖解作用的進行，並提升蔗糖合成酶(sucrose synthase)活性，增加碳水化合物的消耗，此外也會提升丙酮酸脫氫酶(pyruvate dehydrogenase)與乙醇脫氫酶(alcohol dehydrogenase)活性，啟動酒精發酵途徑；藉由糖解作用產生ATP 並透過酒精發酵途徑再生NAD^+來調節低氧下的能量狀態(Takeshi *et al*., 2004)。

植物組織中，在老化及遭遇一些非生物逆境，包括溫度逆境、滲透壓逆境、臭氧、UV及鹽害逆境，都會導致ROS產生，進而引發細胞死亡的發生，穀粒胚乳PCD的發生也推測與ROS有關(Liu *et al*., 2007)。Drew(1997)研究中指出在高溫下穀粒傾向選擇非有機酸之發酵作用，以避免更多之有機酸產生造成穀粒更嚴重的酸化，而細胞的酸化也被發現是造成程序性細胞死亡(program cell death, PCD)的原因之一。林(2008)研究發現，高溫促進了水稻穎果內ROS中H_2O_2的大量生成，而SOD與catalase等抗氧化相關之酵素基因也在高溫下被提升，顯示穎果內部氧化逆境的加劇，導致細胞膜脂質過氧化的發生及加速水稻穎果DNA 分解及細胞死亡，干擾了充實過程中澱粉及儲藏性蛋白質等大分子的合成與累積，最終導致穎果發育與充實不良，因而產生白堊質現象。

結語

各項研究結果均指出，高溫的環境造成水稻各項生理及生化過程受到影響，包括穎花稔實率、澱粉等儲存性物質的合成及轉運、穎果內的能量狀態及氧化逆境下造成的細胞程序性死亡等現象等，以上均會造成稻穀產量及品質降低。

參考文獻

1. 林芹如。2008。充實期高溫影響稻米品質形成的生理途徑。國立臺灣大學農藝所碩士論文。臺灣。

2. 林彥蓉、郭素真、吳永培。2005。全球暖化下台灣耐逆境水稻之育種策略及發展。因應氣候變遷作物育種及生產環境管理研討會專刊。pp：65-78。
3. 蕭后廷。2009。溫度對於水稻抽穗期間葉鞘中澱粉代謝的影響。國立臺灣大學農藝所碩士論文。臺灣。
4. Asatuma S, Chihoko S, Aya K, Tsuyoshi A, Toshiaki M(2006) ALPHA.-Amylase affects starch accumulation in rice grains. J Appl Glycosci. 53:187-192
5. Asaoka M, Okuno K, Fuwa H (1985) Genetic and environmental control of starch properties in rice seeds. *In* R.D. Hill and L. Munck (eds.) New approaches to research on cereal carbonhydrates. Elsevier: Amsterdam.
6. Borisjuk L, Rolletschek H (2009) The oxygen status of the developing seed. New
7. Phytologist 182: 17-30
8. Cock JH, Yoshida S (1972) Accumulation of ^{14}C -labelled carbonydrate before flowering and its subsequent redistribution and respiration in the rice plant.Japanese Journal of Crop Science 41:226-234
9. Drew MC (1997) Oxygen deficiency and root metabolism: Injury and acclimation under hypoxia and anoxia. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 48: 223-250
10. Liu S, Fu B, Xu H, Zhu L, Zhai H, Li Z (2007) Cell death in response to osmotic and salt stresses in two rice (*Oryza sativa* L.) ecotypes. Plant Sci. 172:897-902
11. Lur HS, Liu YH (2006) Environmental challenge and strategy for quality rice culture
12. in Taiwan. (in Chinese) Crop Environ. Bioinfo. 3: 297-306
13. Ishimaru T, Akemi KH, Masashi I, Norio I, Yumiko A, Mikio N, Naoko KN, Takehiro M, Motohiko K, Mitsuru Y (2009) Formation of grain chalkiness and changes inwater distribution in developing rice caryopses grown under high-temperature stress. J. cereal sci. 50 :166-174
14. Jiang H, Dian W, Wu P (2003) Effect of high temperature on fine structure of amylopectin in rice endosperm by reducing the activity of the starch branching enzyme. Phytochemistry 63: 53-59
15. Kondo M, Ishimaru T, Sanoh Y, Umemoto T (2005) Research directions on grain ripening under high temperature in rice. (in Japanese) Agric. Technol. 60: 462-470
16. Mohammed AR, Tarpley L (2010) High night temperatures and plant growth regulator effects on spikelet sterility, grain characteristics and yield of rice (*Oryza sativa* L.) plant. Can. J. Plant Sci.91:283-291
17. Morita S, Shiratsuchi H, Takahashi J, Fujima K (2004) Effect of high temperature on grain ripening in rice plants.-Analysis of the effect of high night and high day temperatures applied to the panicle and other parts of the plant. Jpn. Crop Sci.73:77-83
18. Morita S,Yonemaru JI, Takahashi JI (2005) Grain growth and endosperm cell size

under high night temperature in rice (*Oryza sativa* L.) Annals of Boanty 95: 695-701
19. Rolletschek H, Weschke W, Weber H, Wobus U, Borisjuk L (2004) Energy state and ist control on seed development: starch accumulation is associated with high ATP and steep oxygen gradients within barley grains. J. Exp. Bot. 55: 1351-1359
20. Rolletschek H, Koch K, Wobus U, Borisjuk L (2005) Positional cues for the starch/ lipid balance in maize kernels and resource partitioning to the embryo. The Plant J. 42: 69-83
21. Rolletschek H, Borisjuk L, Sa'nchez-Garc?'a A, Gotor C, Romero LC, Mart?'nez-Rivas JM, Mancha M (2007) Temperature-dependent endogenous oxygen concentration regulates microsomal oleate desaturase in developing sunflower seeds. J. Exp. Bot. 58: 3171-3181
22. Ruuska SA, Schwender J, Ohlrogge JB (2004) The capacity of green oilseeds to utilize photosynthesis to drive biosynthetic processes. Plant Physiol. 136: 2700-2709
23. Tashiro T, Wardlaw IF (1991) The effect of high tempreture on kernel dimensions and type and occurrence of kernel damage in rice. Aust. J. Agri. Res. 42: 485-496
24. Takeshi F, Bailey-Serres J (2004) Plant responses to hypoxia - is survival a balancing act? Trends in Plant Sci. 9: 449-456
25. Vigeolas H, van Dongen JT, Waldeck P, Huhn D, Geigenberger P (2003) Lipid storage metabolism is limited by the prevailing low oxygen concentrations within developing seeds of oilseed rape. Plant Physiol. 133: 2048-2060
26. Yamakawa H, Hirose T, Kuroda M, Yamaguchi T (2007) Comprehensive expression profiling of rice grain filling-related genes under high temperature using DNA microarray. Plant Physiol. 144: 258-277
27. 24.Zakaria S, Matsuda T, Taijima S, Nitta Y (2002) Effect of high temperature at ripening stage on the reserve accumulation in seed in some rice cultivars. Plant Prod. Sci. 5: 160-168

氧化亞氮(N_2O)之產生和量測

郭雅紋

摘要

氧化亞氮是溫室氣體之一，可於大氣中存在114年，每年以0.2-0.3%之速率增加，雖僅占全球溫室氣體排放量0.03%，但其全球暖化潛勢為二氧化碳的298倍，因而目前其量雖低，仍不容忽視。

氧化亞氮主要來自農業活動，但廢水處理、化石燃料燃燒和化工流程也是重要的來源。農業產生氧化亞氮主要受到土壤中硝化作用及脫氮作用控制，無機氮量、氮礦化速率、充水孔隙、土壤氧氣含量、土壤酸鹼值……等皆影響氧化亞氮釋放；因此，舉凡能夠增進氮肥利用效率之土壤管理措施或延緩硝化、脫氮作用者，將具有減少氧化亞氮釋出的效果。其中，透過減少氮肥的投入及增加氮肥利用效率(在土壤中添加有機物，調整礦化速率、視需要配合添加適量硝化抑制劑)之土壤管理方式，最為人重視。

內容

氧化亞氮(nitrous oxide，N_2O)是京都議定書(Kyoto protocol)規定列為減排的溫室氣體之一，可於大氣中存在114年，目前大氣中濃度約320ppb，每年以0.2-0.3%之速率增加，雖僅占全球溫室氣體排放量0.03%，但其全球暖化潛勢(Global Warming Potential, GWP)為二氧化碳的298倍(以100年計)，且參與許多光化學反應，具破壞大氣臭氧層潛力，因而目前其量雖低，仍不容忽視。

為了解自然中溫室氣體之消長，量化觀念於是產生。最精確、直接的方法為直接量測。氣體釋放量可由不同尺度評估，尺度大小涉及評估方法和精確度。過去是採用密閉罩法(chamber method)進行人工採樣，所採樣品可利用氣相層析儀(Gas Chromatograph，GC)之電子捕獲偵測器(electron capture detector，ECD)或以傅立葉紅外線光譜儀(FTIR)測定氧化亞氮濃度；現出現連續自動採樣儀器。上述方法優點為成本低、取樣方便，惟無法及時量測並反應大區域之實測值。目前以開放性及長期性監測所得數據較能得到正確之氣體濃度，如運用微量氣體偵測儀(trace gas analyzer)，但儀器購置成本偏高，且操作及維護較不易。另可運用科學方法，計算各種物質反應後的溫室氣體釋放量，並且從中找出規律，以係數值表示規律，稱為釋放係數(emission factor，EF)。因此只要活動強度數據，乘上釋放係數，就可以推估出溫室氣體排放量。

研究指出，氧化亞氮主要來源是農業，但廢水處理、化石燃料燃燒和化工流程也是重要的來源。在自然狀況下，土壤透過微生物的硝化作用(nitrification)及脫

氮作用(denitrification)過程釋出氧化亞氮，此過程會受無機氮量、氮礦化速率、充水孔隙(water-filled pore space，WFPS)、土壤氧氣含量、土壤酸鹼值與溫度變化等影響，具有時空變異。

肥料種類和氮素量是影響氧化亞氮釋放量的重要因素。銨態氮的硝化過程或肥料中是否有硝酸態氮及其含量是農田土壤氮素損失的前提；土壤無機氮量增加，氧化亞氮生成亦隨之增加。在適宜土壤條件下，施用無機氮肥、動物廄肥及生物性固氮等方式大量輸入氮源，均會導致土壤氧化亞氮釋放量大幅增加，所增之量因土壤條件和氮肥種類而異。以有機質肥料為作物生長的氮素來源，因同時提供了大量有效性碳源，將有利微生物增殖，進而促進土壤與堆肥中的有機氮礦化；又微生物增殖易產生微區域之氧氣消耗，而致厭氧產生脫氮作用，造成氧化亞氮釋放量較高。植物殘體回田措施亦會增加土壤氧化亞氮釋出，植物體的化學性質和掩埋量為影響因子，目前以植物體的氮含量、木質素和多酚可被用以預測氮礦化速率，繼而推估氧化亞氮生成量。

土壤在飽和水分處理下，氧化亞氮生成量一般大於浸水狀態和田間容水量。當浸水時，土壤處於還原態，氧化亞氮主要來自脫氮作用，而當土壤在田間容水量時，通氣較佳，故氧化亞氮主要伴隨硝化作用生成。比較浸水狀態和和田間容水量之氧化亞氮發生，兩者並無固定趨勢，通常當充水孔隙高於50%時，氧化亞氮釋放量將增加。

農業產生氧化亞氮主要受到土壤中硝化作用及脫氮作用控制，土壤微生物活性、硝化及脫氮速率都隨土壤溫度的升高而增加，溫度除影響產生氧化亞氮的過程外，亦影響調節土壤中氣體傳輸速率的物理化學參數，所以，溫度是影響氧化亞氮產生與釋出的一個重要因素。

因此，舉凡能夠增進氮肥利用效率之土壤管理措施或延緩硝化、脫氮作用者都將減少氧化亞氮的產生，諸如(1)調節灌溉頻率、(2)採用多次分施方式或緩效性型供應氮肥、(3)適時提供作物所需氮肥、(4)施用硝化抑制劑(nitrification inhibitors)減緩硝酸態氮的生成、及(5)改變耕作制度等，將具有減少氧化亞氮排放的效果。然而，以調整耕作制度為管理策略時，可發現由傳統耕耨轉換為不耕耨作業初期，會出現釋放量高於傳統耕耨區的現象，乾燥田區表現尤較明顯；反之，若將農作物栽培田區改換為牧草地、林地時，則可減少釋放量。

結語

藉土壤管理策略，調整養分供給方式、耕作制度、灌溉頻率…等可作為農田土壤氧化亞氮減量之方法。其中，透過減少氮肥的投入及增加氮肥利用效率(在土壤中添加有機物，調整礦化速率、視需要配合添加適量硝化抑制劑等)為最符合農業生產目的和環境保護的管理方式。

參考文獻

1. 柯光瑞、賴朝明。2006。台灣北部現行耕作制度對農田土壤溫室氣體(CO_2、CH_4、N^2O)釋出之影響。台灣農業化學與食品科學 44(1): 63-73。
2. 馮志峰，賴朝明。1999。氮肥種類、土壤水分與溫度對土壤氧化亞氮釋放之影響。中國農業化學會誌 37(2):190-198。
3. Baggs, E.M., Rees, R.M., Smith, K.A. and A.J.A. Vinten. 2000. Nitrous oxide emission from soils after incorporation of crop residues. Soil Use Management 16:82-87.
4. Garcia-Ruiz R. and E. M. Baggs. 2007. N_2O emission from soil following combined application of fertiliser-N and ground weed residues. Plant Soil 299:263-274.
5. IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A.(eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
6. Liu, X., Mosier, A., Halvorson, A. and F. Zhang. 2006. The impact of nitrogen placement and tillage on NO, N_2O, CH_4 and CO_2 fluxes from a clay loam soil. Plant Soil 280(1):177-188.
7. Muhammad, W., Vaughan, S.M., Dalal, R.C. and N.W. Menzies. 2011. Crop residues and fertilizer nitrogen influence residue decomposition and nitrous oxide emission from a Vertisol. Biology and Fertility of Soils 47:15-23.
8. Sistani., K. R., Warren, J. G., Lovanh, N., Higgins, S. and S. Shearer. 2010. Greenhouse Gas Emissions from Swine Effluent Applied to Soil by Different Methods. Soil Science Society of America Journal 74:429-435.
9. Smith, K.A., McTaggart, I.P. and H. Tsuruta. 1997. Emissions of N2O and NO associated with nitrogen fertilization in intensive agriculture, and the potential for mitigation. Soil Use Management 13:296-304.
10. Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L. and P.E. Fixen. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems and Environment 133:247-266.
11. Weier, K. L., Doran, J. W., Power, J. F. and D. T. Walters. 1993. Denitrification and the dinitrogen to nitrous oxide ratio as affected by soil water, available carbon and nitrate. Soil Science Society of America Journal 57:66-72.

農產品展售陳列方式與技巧之介紹

蔡本原

摘要

在行銷學中有句名言為：「商品陳列做的好，銷售業績無煩惱」，這句話不僅道出商品在展售時陳列的重要性，也決定著銷售業績成長與否的關鍵。生產者若要將產品推廣販售，必需透過通路行銷及商店上架販售等完善的規劃，而商品陳列在上架販售中扮演著重要的角色，如同園藝造景，不同的植栽需要搭配不同的層次排列及加入藝術的巧思，方能在大片綠地中吸引大眾目光。

在農產品展售陳列之應用，目的是要成功吸引消費者目光，刺激其購買欲望，促進消費者對於所販售農產品的注意力，進而影響消費者的購買決策。在農產品展售佈置及陳列上需注意以下幾點：瞭解農產品本身的特色、展示台的瞭解、展示與陳列的目的、道具及工具之準備、固定的技巧、色彩的搭配、空間的應用、保鮮的需求與處理及安全的考量等。

前言

商品陳列動作在消費者決策過程中扮演重要的角色，能夠引起消費者對於商店的注意與入店動機，並使消費者熟悉該賣場的陳設且留下深刻的印象，在其有消費行為時能夠喚起其記憶，並引導其入店購買。根據AIDMA法則與消費者購買美學心理指出，消費者走進商店時，各項商品陳列應力求美觀醒目以迅速吸引其注意、刺激消費。商品的陳列的優劣決定於顧客對店舖的第一印象，在旁人看來陳列只是簡單的排列貨物，而這簡單排列的效果卻能產生迥然不同的影響。

內容

一、商品陳列之目的

商品陳列的目的歸納為以下三項：1.刺激消費者購買：大多數消費者在進入便利商店等商品單價不高的商店時，常會因臨時起意而產生購買行為。因此若能妥善安排店內的陳設，例如將重點商品置於消費者視線可及之處，將可達到較好的銷售效果。2.提高商品迴轉率：商品陳列的最終目的在促成銷售，提高商品的迴轉率。3.形象之提升：優良的陳列方式，使得消費者能夠容易找尋商品、容易拿取，自然能博得消費者的好感。根據一份市場調查顯示，消費者喜歡來店的原因，氣氛佔30%、可自由選購商品佔25%、流行品齊全佔15%、明亮整潔佔13%、服務佔10%其他佔7%。由上述調查顯示，百分比中與陳列有關者佔了四分之一，

由此可見商品陳列的重要性。

二、AIDMA法則

AIDMA法則是指在消費者從看到廣告，到發生購物行為之間，動態式地引導其心理過程，並將其順序模式化的一種法則。AIDMA法則的含義為：

A(Attention)引起注意：吸引消費者進行消費行為的第一個階段，即在於使消費者對於訊息的接觸與注意，以顯眼的招牌或聳動的廣告詞吸引消費者注意。

I(Interest)產生興趣：當消費者的目光被廣告或產品訊息所吸引後，廣告或產品訊息之本身需能喚起消費者潛在的興趣或好奇而繼續保持其注意力，以接受訊息。

D(Desire)培養欲望：引領消費者體驗或試用，讓顧客感受商品的魅力，喚起購買欲。

M(Memory)形成記憶：完美的體驗使消費者留下深刻印象。

A(Action)促成行動：是最後一個階段，即是顧客付諸行動，購買產品。當消費者進入賣場之後，如何順利的使消費者除了購買原先預算購買的東西之餘，更進一步購買計畫之外的商品，便必須運用商品陳列的技巧。

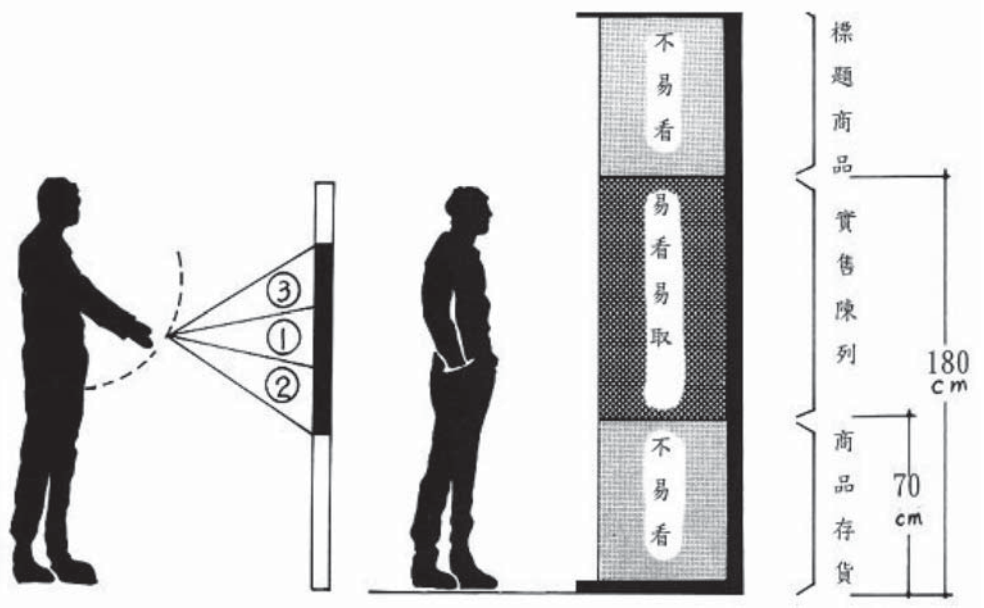
三、商品陳列之技巧

因為陳列是要富於變化的，不同陳列方式相互對照效果好與壞，在一定程度上左右著商品的銷售數量，為了使陳列達到預期的效果，要掌握以下要點：

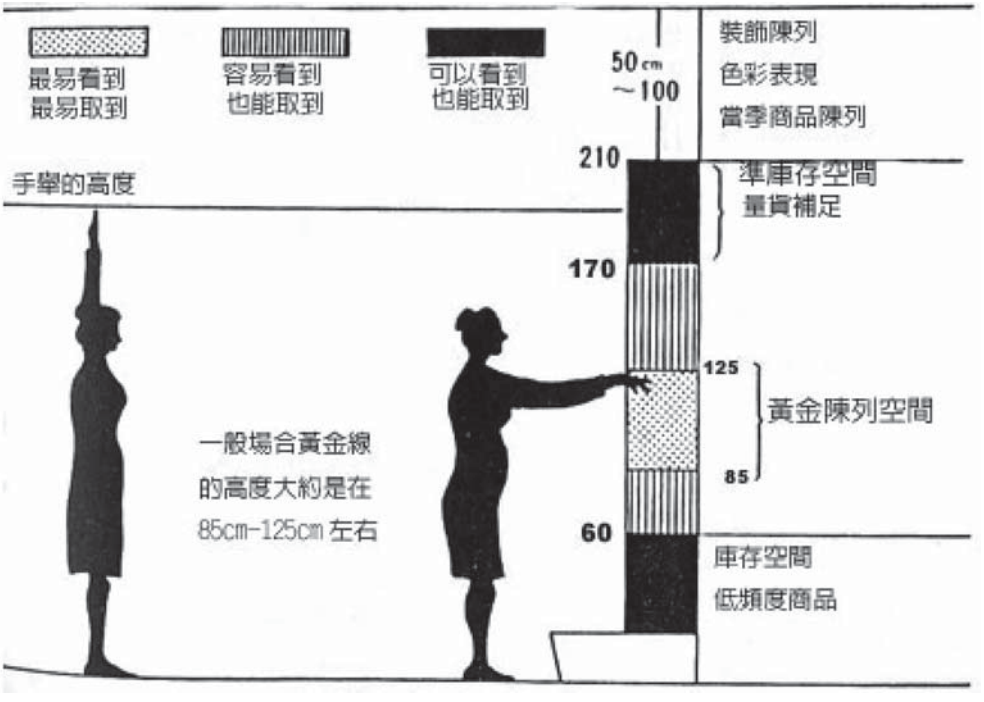
(1)陳列的安全性
(2)陳列的易觀看性、易選擇性
(3)陳列的易取性、易放回性
(4)令人感覺良好的陳列

四、在農產品展售之應用

(1)瞭解農產品本身的特色：透過對農產品本身的瞭解才能掌握陳列的特色
(2)展示台的瞭解：包括大小、樣式、材質等
(3)展示與陳列的目的：現場銷售或接單展示
(4)道具、工具之準備：為使消費者加深印象
(5)固定之技巧：平擺或立體展示
(6)色彩之搭配：結合色彩的效果可以達到吸引人目光與加深印象的效果
(7)空間的應用：最小的空間作最大應用
(8)保鮮的需求與處理：有許多的農產品常被以生鮮的方式展示，因此對於保鮮的要求就特別重要
(9)安全的考量：棚架之搭設、動線安全等



圖一、農產品容易觸摸的高度是在肩膀以下 (謝致慧，2008)



圖二、展場黃金位置為視線之上10度與下20度之間 (謝致慧，2008)

結語

農產品陳列的主要目的不只是為了美觀，更可以協助農產品的推銷，它具有即時性的行銷效果，可以用來引導顧客注意與建立農產品的形象。隨著網路社會經濟發展，農產品競爭愈加激烈，消費者對農產品記憶度與忠誠度逐漸降低，要提高展售會場消費水準，消費空間的陳列美學更是相形重要。商家競爭，採取各種行銷策略促進銷售，成功的「農產品展示陳列」無形中可以使主辦單位和農產品附加值提高，不僅提升空間行銷力，更是農產品銷售競爭中一把「利器」。

參考文獻

1. 田宇軒　2008　商品陳列及價格對消費捷思的影響　國立高雄第一科技大學行銷與流通管理所碩士論文。
2. 余欣燕　2010　商品陳列方式對消費者選擇之影響　中原大學企業管理研究所碩士論文。
3. 林建成　2009　台灣量販店廣告策略與商品陳列之關係研究　靜宜大學管理碩士在職專班碩士論文。
4. 張雅玉　2001　貨架擺設、商品組合方式對消費者記憶程度之影響　國立中央大學企業管理研究所碩士論文。
5. 賀權修　2011　原來，我們的銷售很美學　農訓雜誌259：38-39。
6. 鄭宇庭　2011　商品銷售展示設計研究—以格子趣為例　華梵大學工業設計學系碩士班碩士論文。
7. 謝致慧　2008　賣場規劃與管理：完整版，五南圖書出版。
8. Sankar S., G. B. Lauren and C. Sucharita. 2002. Window displays and consumer shopping decisions. Journal of Retailing and Consumer Services. 9:277-290.

遮陰處理在花卉栽培上之影響

蔡宛育

摘要

為了穩定作物的產量與品質及氣候因素，國內園藝作物利用設施生產的面積逐年增加，夏季時強日射量引起內部高溫，光線強度也不適合作物生長。為了減弱陽光進入設施內部之熱源，用以疏解熱累積，並能維持作物之需求光量，遮陰網因而被普遍採用，而所用遮陰網型式不同，對於陽光的透光性能也不同，光量過強造成葉片日燒、生理障礙，在光量不足時，作物莖葉容易徒長、花卉之花芽發育不良，導致品質低劣，因此為了維持作物良好的生長環境，光量必須維持在適當範圍，本文將討論遮陰對仙丹花、黃椰子切葉、香水百合、彩葉玉簪生長及開花之影響。

前言

夏季高溫期利用遮光，降低溫室內及植株本身的溫度，可以抑制畸形花的生成及花朵顏色較鮮艷，遮光達到了隔熱效果，植株本身的溫度影響了畸形發生率。高溫的問題不容易解決，因此業者僅在設施頂部作簡易的遮陰以增長花莖，同時在第1朵蕾出現時直接摘掉，待側花梗長出時延長花莖的長度，以達到切花的規格。由於本省夏季溫度極高，遮陰可降低溫度，遮陰30%較全日照約可降1-2℃，遮陰60%較全日照約可降低1-4℃，且室外溫度愈高，遮陰後降溫越多。利用遮陰網有下列優點：1.施工容易，減少材料成本。 2.避免風害，耐久性強。有研究者認為植株在光照強度過弱的環境下，其光合作用的能力較弱，累積的光合產物減少，影響植株的正常生長。光照強度過大植株可能會出現光合作用受抑制現象，因而導致其生長速率下降(許，1992；柯，2000)。許(1992)認為植物自身的因素引起植物光合速率的下降，多是因為氣孔的部份開關與葉肉細胞自身活性的下降兩類。遮光下植株葉片葉綠素含量較全日照下增加，葉色較深綠且具光澤(Sarracino, 1992)。在低光的環境下，粗肋草葉數及總葉面積較中高光的環境下為低，但卻有較綠的葉色及較高的品質指數，在低光下若施用較高的肥料濃度，可提高葉數、總葉面積、葉色及品質指數(李,1992)。Chandler和 Watsom主張夏季期間溫室玫瑰栽培可遮光達30%。Hasek也認為光線太充足的夏季，溫室必須噴用遮陰的化合物，以降低光強度。在台灣夏季給予玫瑰遮陰降溫而提高切花品質，使產量增加。朱氏的報告顯示，在本省台中地區利用遮光網栽培，冬季有保溫防霜的功用，在夏季高溫時，遮光區域水分變化較小，而且氣溫也可下降1℃左右。全年利用白色尼龍網遮光栽培，可提高玫瑰切花產量，而且可使切枝條變細，節

間伸長，刺數減少，顯著的改善切花品質。光度的變化對於植物具有直接或間接的影響，直接影響為光度多寡對光合作用速率的作用，間接的影響則是光度對於植物形質生長和生理反應的作用(Valladares and Ninements, 2008)。Shillo和Tsook指出：遮陰下的紅仙丹(Ixora coccinea)植株不會開花，只有在全日照下的植株才會開花。Sakai和 Higuchi指出：部分遮陰可增加中國仙丹的花芽數。陳麗筠指出：夏季以黑色遮陰網遮陰可提高中國仙丹之開花率。Sakai及 Higuchi指出光週不影響中國仙丹(Ixora chinensis Lam)開花。16小時的長日雖可提高紅仙丹之開花率，但是並不能提早開花。

內容

1. 夏季遮陰對矮仙丹及中國仙丹生長與開花之影響

國內外有關光度對其生長與開花方面的研究尚少值得更深入探討，以提高其應用效能，以矮仙丹、中國仙丹、二年生植株，主幹3-4枝、高30公分、採全日照、30%遮陰、60%遮陰處理，結果矮仙丹盆栽遮陰30%之植株產生較多花芽，且植株外觀較佳，夏季遮陰的中國仙丹植株較對照組(全日照)高大，但僅遮陰30%的植株有少數花芽形成。

2. 遮光環境對黃椰子切葉品質及產量之影響

高屏地區主要為露天栽培(葉片生長快，但枝條硬且葉色較黃，不適合切葉使用)，或在檳榔樹下栽培(造成葉片生長較慢，但枝條稍軟且葉色較綠，適合切葉利用，但管理上較不方便)，亦有整叢黃椰子中留一或二棵植物不修剪，讓其自然長大，利用其葉片遮光，以利其他較矮植株生產切葉用之黃椰子。擬改進上述缺失，擬利用遮光栽培切葉用黃椰子，改進其切葉品質與產量，以二年生黃椰子為材料，處理方式為50%雙層遮光網、50%單層遮光網及不遮光處理，經試驗結果黃椰子在50% 雙層遮光網下栽培，切葉品質最佳。切葉產量卻以單層50% 遮光網下，每叢每年17片較多。瓶插壽命則以50%雙層及單層遮光網下，15及14天最長。

3. 遮陰對香水百合生長和開花的影響

研究遮陰對香水百合生長發育的影響，以香水百合'黃天霸'為材料，球莖10-12公分，處理別60%(ck)、70%、80%、90%，結果隨著遮陰強度增加，香水百合株高逐漸變高，葉面逐漸變大，莖逐漸變細，但莖粗變化不顯著。在遮陰60%處理下，'黃天霸' 現蕾期和透色期均提前3天。花蕾個數、花徑、花瓣長度也優於其他處理，同時花色也更為飽滿、花期稍長於其他處理。

4. 光照強度對兩種彩葉玉簪生長及光合特性的影響

現代城市中由於喬木、灌木、草的種植結構及建築物等的遮檔，致使城市50%以上的綠地也處於蔭蔽環境，許多綠化植物面臨著光照時間短和光照不足的環境壓迫，所以選擇和利用耐陰性園林植物及擇綠地生態應意義重大。本試驗目

的為不同遮陰處理，了解兩種彩葉玉簪生長規律，分析其生長的適宜生態條件，為制定其栽培技術措施及合理配植應用提供科學依據。試驗材料為‘黃金葉’葉色為黃綠色和‘金鷹’黃色具有光澤，葉片形或潤形。苗高5.0~6.0cm，留根5cm左右，定植於20cmx20cm，黑色塑膠盆中，上盆後置於70%遮陰棚中，正常肥水管理30天，進行試驗處理(5月5日種植)。遮陰處理為50%、70%、90%，利用照度計測得各遮陰網下實際照度是54.22%、30.3%、11.2%，對照組為全光照處理，即透光率100%，共4個光照處理。試驗結果不同程度的遮陰均能增加兩種彩葉玉簪的葉片長度、寬度、植株高度及葉面積，並使植株的地上部及地下部的生物量也增加。‘黃金葉’玉簪植株在透光率30%條件下生長最好。透光率50%條件下更有利‘金鷹’玉簪的乾物質累積。

結語

遮陰能有效緩解高溫強光的危害，遮陰能增加光合產物的積累，但這只有在高溫強光脅迫時，適度遮陰才有效果，而過度遮陰極其有害，因為遮陰過度造成光照不足，迫使淨光合速率嚴重下降，光合效率大幅降低，光合產物累積減少，這必然導致果實內含物降低和次年花量減少，當葉片長期處於光照不足的環境時，會使葉片逐漸產生低光適應機制，一旦拆除遮陰網，讓其暴露於強光下，則更易受害而大量脫落，因此只有適度遮陰才能有效確保葉片數量和正常的光合效率，使樹體有足夠的物質儲蓄抵禦環境脅迫。

參考文獻

1. 王瑞、丁愛萍、杜林峰、張卓文　2010　遮陰對12種陰生園林植物光合特性的影響　華中農業大學學報 29(3): 369-374。
2. 王艷芳、姜貝貝　2012　遮陰對香水百合生長和開花的影響　安徽農業科學 40(17): 9241-9243。
3. 李金鵬、越和祥、薰然、馮敏　2012　光照強度對兩種彩葉玉簪生長及光合特性的影響　南京林業大學學報 36(4): 57-61。
4. 吳淑均、張育森　1996　溫度對矮仙丹生長與開花之影響　中國園藝 42(2): 123-130。
5. 周艷、李朝蟬、周洪英、朱立、龍成昌、陳訓　2012　光照和施肥對硬葉兜蘭生長的影響　貴州農業科學 40(3): 176-179。
6. 許哲夫　1995　觀賞用棕櫚科植物之蒐集與利用　高雄區農業改良場研究彙報 7(1): 12-19。
7. 黃怡菁、張祖亮、謝英雄　2006　以楓港柿、月橘與春不老之遮陰生長反應探討綠籬評選模式指標性狀　台灣園藝 52(3): 333-345。

8. 張安邦、廖天賜、方榮坤、翁仁憲、李丁松　2000　光度對大葉楠與香楠形質生長的影響。林業研究季刊 22(1): 11-22。
9. 陳麗筠、黃敏展　1996　遮陰與冬季加溫處理對仙丹花生育與開花之影響　中華農學會報1 74: 72-81。
10. 陳書憲、蔡佳彬、劉瓊霖　2011　不同光度處理對台灣三種原生闊葉樹苗木碳水化合物累積和分配的影響　林業研究季刊33(1): 65-76。
11. 郭家軒、夏奕婷、賀建、朱根發　2010　兩種觀賞植物對光照與遮陰的生理響應 廣東農業科學 12: 67-71。
12. 楊偉紅、郭晋平、賈鵬飛　2009　遮陰對盆栽茶梅葉片內營養物質的影響　山西農業科學 37(12): 18-24。
13. Eamir, N. 1999. How shade nets protected your crops. Flower Tech 2(3): 40~42.
14. Keever, G. J., and W. J. Foster. 1991. Uniconazole suppresses bypass shoot development and alters flowering of two forcing azalea cultivars. HortScience 26(7): 875-877.
15. Poorter, L. and K. Kitajima. 2007. Carbohydrate storage and light requirements of tropical moist and dry forest tree species. Ecology 88(4): 1000-1011.
16. Shillo, R., and H. Tsook. 1989. Ixora. In：Halevey, A.(ed). CRC Handbook of Flowering. Vol. VI. CRC Press, Boca Raton, Florida. P.45-50.
17. Sarracino, J. M., R. Merritt and C. K. Chin. 1992 Morphological and physiological characteristics of Leea coccinia and Leea rubra in response to light flux. Hort Science 27: 400-403.
18. Shabtai, C. and M. Fuchs. 1999. Measuring and predictiing radiometric properties of reflective shade nets and thermal screens. J. Agric. Engng. Res. 73: 245~255.
19. Valladares, F. and U. Niinements. 2008. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequence. Annual Review of Ecology, Evolution, and Syatematics 39: 237-251.

控釋 / 緩釋肥料之應用

賴文龍

摘要

為解決世界人口成長所引發的糧食問題，使用肥料增進糧食作物的品質及產量為生產時的必要步驟。然而，一般化學肥料為高水溶性(如N、K肥)，當灌排水過多，土壤中溶解的肥料往往來不及供作物吸收利用，即隨著排放到下游河川或滲漏入地下水，大大降低肥料的利用率。利用控釋或緩釋型肥料使用，可控制肥料中養分的釋放速度，使之能與作物的養分吸收速率相吻合，以達到減少肥料損失，提高作物養分利用率，及降低因施肥引起的環境污染。

控釋型肥料的主要製造途徑，可分為化學途徑、生物化學途徑及物理途徑等三種方式，是以各種調控機制使養分釋放按照設定的釋放模式，在作物整個生育期間僅需施用一次(通常是在播種前)便能滿足作物最適生長所需的營養量，且較之普通肥料有更高的營養元素利用率(最大回收率)。其包裹的厚度、材料與性質等，影響其理化性質。若能依作物生長需肥特性調製適當的控釋型肥料，將有助臺灣農業朝省工、環保及精緻方向邁進。尿素和複合肥料係臺灣地區農友最常用之化學肥料，尿素施用於土壤後引起一連串轉化作用，包括其水解為銨及銨之轉化為亞硝酸或硝酸，其速率受肥料用量、溫度、水分及土壤性質之不同而異，且相互影響，而產生揮散或脫氮損失。裹硫尿素(SCU)為緩效性氮肥，可節省施肥次數並提高肥效。

前言

欲提高肥料利用率的途徑，利用分子生物科學技術，培育具有高產與營養利用高之作物品種，且配合合適肥料種類及施肥技術，以發揮農地養分再利用，提高有機物質再利用率，對肥料進行改良，研發依作物生育期間營養需求之新型肥料，以開發緩釋/控釋肥料之應用(林等, 2006)。過去傳統可溶性化學肥料的養分釋放速率，與作物吸收養分速率經常不一致，這是造成化學肥料利用率偏低的主要原因之一。藉由控制肥料中養分的釋放速度，使之儘可能與作物的吸收速率相吻合，以達到減少肥料損失，提高作物養分利用率，儘量降低因施肥引起的環境污染，肥料改良以開發緩釋/控釋肥料最快捷方便，最能從根本上解決肥料損失問題的有效措施(林等, 2006；林, 2006)。從60年代開始，美國、日本等國家，就著手研究和改進化學肥料的製作技術，力求從改變化學肥料本身的特性，來提高肥料利用率，相繼研製推出緩釋/控釋肥料系列產品，使氮肥的利用率大幅提高到60~80%(張, 2000)。緩釋(slow release)係指化學物質養分釋放速率小於速溶性

肥料，施入土壤後轉變為作物有效態養分的釋放速率，因此，生物或化學作用下可分解的有機氮化合物肥料通常被稱為緩釋肥，如脲醛類肥料。控釋(controlled release)是指以各種調控機制使養分釋放按照設定的釋放模式，釋放率和釋放時間與作物吸收養分規律一致，如包膜類肥料(林等, 2006；武和陳, 2003；謝等, 2007)。Trenkel(1997)綜合了有關緩釋和控釋肥養分緩慢或控制釋放的釋放率和釋放時間的研究，提出了作為緩釋/控釋肥應具備的具體標準，在25℃的水中，肥料中養分在24小時內釋放率(即肥料的化學物質形態轉變為作物可利用的有效形態)不可超過15%，在28天之內養分釋放率不超過75%，在規定時間內，養分釋放率不低於75%，因此，專用控釋肥的養分釋放曲線與相應作物的養分吸收曲線相吻合。

內容

作物栽培生育期間，當施入的肥料量超過當時作物所吸收的量時，未被作物吸收的養分產生一系列之變化。

一、生物作用：土壤微生物活動導致生物固定、硝化、反硝化等作用，導致養分損失，降低肥效。

二、化學作用：養分固定、沉澱、水解等。

三、物理作用：淋洗(流失)、揮發和侵蝕等。

作物生育期間之養分吸收速度呈S形，開始緩慢，隨後加快，以後又逐漸變慢。因此，作物生育期中施肥料，如能作物需肥規律供給，釋出的養分很快被作物根系吸收，這樣不儘可減少肥分損失，且能提高肥效。

緩釋/控釋肥料開發，其主要特點肥效為30~360天，可隨作物生長長短選擇適合種類緩效肥料。使用後不會造成土壤肥分濃度過高傷害根部。依作物別於栽培期間僅施基肥、追肥，施肥次數減少，而省勞力及成本。減輕肥料揮發或流失提高肥效。目前，我國對緩釋/控釋複合肥料成品之國家標準(CNS)要求氮的初期溶出率，應在50%以下而歐洲標準委員會(CEN)的標準為肥料養分在水中溶出率及養分釋放率，在25℃時能滿足下列三個條件為肥料中的養分，在24小時內釋放率不超過15%；於28日內肥料中養分釋放率不超過75%；在規定時間內肥料中養分釋放率不低於75%。因此，國內研究人員對控釋肥料養分釋出評估辦法，傾向於電導度替換氮含量之分析，結果電導度與氮溶出率分析比較結果顯示，不同溶出時間下，電導度與氮溶出率幾乎一致，故以電導度取代氮含量分析是可行的。江和黃(2011)於試驗田區直測EC值變化，結果顯示現場直測EC值會與現場水含量有關，隨著水分含量增加而提高EC值，土壤可溶性鹽類含量多時更明顯，此現象應與土壤水分含量提升有助離子移動而降低電阻有關，控釋肥料處理EC值有2個高峰此結果與實驗室累積，溶出率圖(圖一)成S型曲線相符。

結語

合理分配肥料、改進施肥技術和研發符合作物生長需求的新型肥料，皆為提高肥料利用率的方法。環境因素和物理包裹材質可用以控制肥料中養分的釋放速度，減少肥料損失，降低因施肥引起的環境污染。此產品於田間施用皆有好的增產效果及高的肥料利用率。

參考文獻

1. 中華人民共和國國家標準 2009 GB/T 23348-2009 緩釋肥料。
2. 江汶錦、黃瑞彰 2011 控釋型肥料應用於水稻栽培之研究 臺南區農業改良場研究彙報 58:40-49。
3. 林晉卿、吳建銘、江汶錦、林經偉、黃山內 2010 蟲膠包膜肥料應用於設施甜瓜栽培之初步研究 臺南區農業改良場研究彙報 56:55-66。
4. 林晉卿、黃山內、黃瑞彰、林經偉 2006 控制型肥料的製作及應用 臺南區農業改良場 農業專訊第58期 p.6-8。
5. 林學正 2006 控制型肥料 肥料要覽 中華土壤肥料學會編印 p.75-83。
6. 武志杰、陳利軍 2003 緩釋型肥料原理與應用 北京 科學出版社。
7. 連深、陳琦玲 1992 旱田土壤中尿素肥料之轉化 中華農業研究 41(2):187-200。
8. 張民 2000 控釋和緩釋肥的研究現狀與進展 植物營養研究—進展與望 p.177-196 中國農業大學出版社 北京。
9. 謝銀旦、楊相東、曹一平、江榮鳳、張福鎮 2007 包膜控釋肥料在土壤中養釋放特性的測試方法與評價 植物營養與肥料學報 北京 13(3):491-497。
10. 口直司、山林賢 1991 流動層製粒及乾燥過程中水分控制、流動層造粒水分制御。Pharm. Tech. Japan. 7(8): 75-84。
11. CNS 總號13028類號N1450裹覆複合肥料公布日期81年9月30日。
12. Donald L. Sparks Hardcover. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science Society of America Book Series.
13. Hays, J.T., Haden, W.W. and Anderson, L.E. 1965. Nitrification of Fractions from Commercial Ureaforms. J. Agri. Food Chem. 14:339-341.
14. Trenkle, M.E., 1997. Controlled release and Stabilized Fertilizers in Agriculture. IFA, Paris. 1-151.

樹木褐根病發生生態及防治策略

劉興隆

摘要

褐根病在樹木外觀病徵可分為慢性立枯及急性立枯兩大類。慢性立枯為罹病株外觀上呈現葉片稀疏、黃萎落葉，逐漸衰弱，從發病到死亡可能需數年的時間。急性立枯之病徵為罹病株急速萎凋，葉片乾枯不立即脫落， 植株從黃化到枯死只需一至三個月。一旦地上部出現黃化萎凋，根部已有60%以上受害，樹木已回天乏術，因此褐根病俗稱樹癌。罹病根系上覆有褐色菌體，受感染之內側木材組織具不規則黃褐網紋狀菌絲束，根部及莖基部木材腐朽後，失去機械支撐機能，在無預警之下無風樹木自倒，對公共安全造成威脅，因此褐根病更受人們重視。褐根病菌*Phellinus noxius*(Corner) Cunningham為擔子菌之木層孔菌屬(Phellinus)。褐根病菌寄主範圍與分布均十分廣泛，主要分布於熱帶與亞熱帶地區，褐根病之寄主在世界記錄至少有59科超過200種作物，在台灣的寄主記錄則有102屬126種，包括21種果樹、93種觀賞植物與林木、5種特用作物及7種草本植物。褐根病在台灣各地均可發現，以西部台中市以南和東部台東縣和平鄉以南較常發現。一般自平地至海拔1000公尺之山區均可發現病害的蹤影，但以海拔500公尺以下之山坡地與平原發生較普遍。多位學者將分離自不同寄主之褐根病菌，交互接種到不同寄主植物，結果發現每個菌株皆可感染其它寄主植物，但不同寄主間存在不同程度致病力的差異，此結果顯示褐根病菌不具病原生理小種。

褐根病主要傳染源是罹病殘根，而傳播途徑主要靠病根與健康根的接觸傳染、種苗帶菌或病土傳播。在褐根病發病的林地，常發現病害自一發病點逐漸向四周擴散，此現象顯示褐根病的傳播主要經由根部接觸，由病根傳給健根；而長距離傳播主要是人為因素，將帶菌種苗或罹患褐根病之土壤，移到健康區域，引起病害傳播蔓延。褐根病菌菌絲在土壤中無法存活3個月，節生孢子和擔孢子無法存活5個月，但病菌可在殘留病根中存活5-10年以上，不過病根經浸水處理則一個月後檢測不到褐根病菌存活。褐根病防治，預防重於治療，防治方法有：1.早期偵測：植株地上部尚未發生病徵時，利用組織分離培養法及PCR分子診斷法，亦可利用訓練之狗，聞出罹患褐根病樹木，以即早發現。2.藥物處理：病情輕微者及罹病植株周圍健株，以藥物處理，防治褐根病蔓延，目前較常用之藥物有三泰芬、撲克拉及尿素。3.土壤消毒：病情嚴重樹木，以挖土機將大根挖起，清除所有根系並燒毀，挖除後之土壤進行消毒，目前土壤消毒方法有邁隆燻蒸消毒及蒸汽消毒；邁隆消毒為每平方公尺施用施藥量60克，處理後再覆蓋不透氣的黑色塑膠布處理一個月；蒸汽消毒目前國立臺灣大學已研發「以高溫蒸氣防除樹木褐根病及農作物土壤病蟲害方法及裝置技術」。4.淹水處理：發病地區如該地區有灌

溉系統，可進行 1 個月的浸水，以殺死存活於殘根的病原菌。5.生物防治：目前褐根病相關研究不多；有應用*Ochrobactrum anthropi*細菌處理茶樹幼苗，可促進茶樹生長和降低褐根病病勢，但無法完全抑制病害發生。5.種植抗(耐)病樹種：柑橘、檬果及黑板樹極為抗(耐)病，可做為補植時之選擇。植株一旦出現褐根病之病徵，根部已有60%以上受害，不容易治癒，且會造成無風樹木自倒之公共安全威脅。因此早期偵測相當重要，若能在病徵尚未出現之前提早偵測出病原，必能達到早期防治的效果；而在病害防治方面，最主要工作為清除殘根並燒毀之及避免病土及帶菌種苗移動造成傳播，再以藥劑或土壤消毒等方法處理，以遏止病害之蔓延。

前言

褐根病菌寄主範圍與分布均十分廣泛，主要分布於熱帶與亞熱帶地區，包括非洲、亞洲、中南美洲、澳洲、新幾內亞等地區。其寄主範圍廣泛，可危害林木、多年生果樹及特用作物等。在台灣，早在1928 年澤田兼吉已記錄16種作物受其危害，至目前台灣發現的寄主超過130餘種。本病為害初期地上部無任何病徵，一旦地上部出現黃化萎凋，根部已有60%以上受害，此時進行治療處理，只能延緩病勢進展，樹木已回天乏術，因此褐根病俗稱樹癌。又由於公共建設或私人的綠美化及填土需求，將帶菌樹木及土方移動到新植地，造成此病害逐年增加之趨勢；褐根病引起木本植物的根部及莖基部木材白腐朽及樹皮腐敗，導致莖基部環狀壞死，因而輸導功能遭受破壞，而引起植株萎凋死亡，百年珍貴老樹感染後也難逃此劫，而根部及莖基部木材腐朽後，失去機械支撐機能，在無預警之下無風樹木自倒，對公共安全造成威脅，因此褐根病更受人們重視。

內容

一、褐根病病徵及病原菌特性

(一) 地上部病徵：

褐根病在樹木外觀病徵可分為慢性立枯及急性立枯兩大類。

1. 慢性立枯：於罹病株外觀上呈現葉片稀疏、黃萎落葉，逐漸衰弱，有些較大棵植株或根系較深廣的樹種，從發病到死亡可能需數年的時間。
2. 急性立枯：所呈現之病徵為罹病株急速萎凋，葉片黃化乾枯，但不立即脫落， 植株從黃化到枯死只需一至三個月。

(二) 地下部病徵：

一旦地上部出現黃化萎凋，根部已有60%以上受害。罹病根系上覆有褐色菌體，受感染之內側木材組織具不規則黃褐網紋狀菌絲束，組織最後完全白化腐朽，腐朽末期木材變輕、乾及海棉狀，失去機械支撐，因此受害樹木較易風倒，

具有潛在公共安全的危險性。

造成萎凋的主因是褐根病菌可以直接為害樹皮的輸導組織，導致水分及養分之輸送遭受阻礙而死亡。在潮濕之環境下，罹病樹幹之基部偶爾會長出不規則、扁平覆瓦狀褐色之有性世代子實體，反轉朝外。褐根病發生時，最初大多單株發生，而後逐年向四周蔓延，形成罹病帶，罹病植物每年增加一至數株。

褐根病菌*Phellinus noxius*(Corner) Cunningham的分類地位為擔子菌門(Basidiomycota)，層菌綱(Hymenomycetes)，無褶菌目(Aphyllophorales)，刺革菌科(Hymenochaetaceae)，木層孔菌屬(Phellinus)。木層孔菌內的菌種全部均為木材白色腐朽菌，多數營腐生或具有弱病原性，少數菌種具有較強的病原性，尤其以褐根病菌的病原性最強。褐根病菌無性世代很容易分離培養，其在培養基生長良好，菌落前緣菌絲氣生至平伏，菌落初期白色至草黃色，後變成琥珀褐色至黑褐色，形成段生孢子和鹿角菌絲，菌絲不具扣子體。

二、褐根病分布及寄主範圍

褐根病菌寄主範圍與分布均十分廣泛，主要分布於熱帶與亞熱帶地區，包括非洲、亞洲、中南美洲、澳洲、新幾內亞等地區。褐根病之寄主在世界記錄至少有59科超過200種作物，在台灣的寄主記錄則有102屬126種，包括21種果樹、93種觀賞植物與林木、5種特用作物及7種草本植物。

褐根病在台灣各地均可發現，以西部台中市以南和東部台東縣和平鄉以南較常發現。一般自平地至海拔1,000公尺之山區均可發現病害的蹤影，但以海拔500公尺以下之山坡地與平原發生較普遍。柯氏調查雲林縣各級學校、公園綠地及省縣道路，統計結果樹木褐根病感染面積為37982m^2，其中感染面積最嚴重之鄉鎮分別為西螺鎮、二崙鄉及斗六市，分佔感染面積比例約為15.5%(5892m^2)、14.3%(5447m^2)及12.3%(4677m^2)；其感染最多之樹種則分別為榕樹、樟樹、木麻黃，其感染比例為35%(13440m^2)、12%(4438m^2)、6%(2144m^2)。

多位學者將分離自不同寄主之褐根病菌，交互接種到不同寄主植物，結果發現每個菌株皆可感染其它寄主植物，但不同寄主間存在不同程度致病力的差異，此結果顯示褐根病菌不具病原生理小種。

三、褐根病菌傳播及存活

在台灣自15種寄主分離之菌株，對生長溫度的反應相似；最適生長溫度近30℃，最高溫達36℃，最低溫10 ℃，但不同寄主分離之菌株其生長速度有差異。菌絲生長pH值介於3.5至7.0，高於7.5則不能生長。檢測罹患褐根病寄主植物根圈土壤之酸鹼值，結果顯示土壤pH值介於4-9均可發現褐根病，其中以pH5-8的比例較多。

褐根病主要傳染源是罹病殘根，而傳播途徑主要靠病根與健康根的接觸傳染、種苗帶菌或病土傳播。在褐根病發病的林地，常發現病害自一發病點逐漸向四周擴散，此現象顯示褐根病的傳播主要經由根部接觸，由病根傳給健根；雖然有報導証明擔孢子可以成功感染植物，但因褐根病菌在自然界不易形成子實體，

因此經由擔孢子做長距離傳播的機會較少，而長距離傳播主要是人為因素，將帶菌種苗或罹患褐根病之土壤，移到健康區域，引起病害傳播蔓延。

將褐根病菌之菌絲、節生孢子、擔孢子及感染木材埋入不同含水率的土壤中，結果褐根病菌菌絲3個月後無法檢測到的褐根病菌存活；節生孢子和擔孢子5個月無法檢測到的褐根病菌存活，然而感染的木材除浸水的處理外，經過兩年仍有高達80%以上的存活率，浸水處理之木材一個月則無法檢測到的褐根病菌存活。張氏發現褐根病菌存在殘根的活性可一直到病根完全腐爛為止，經調查田間三種寄主植物(瓊崖海棠、木麻黃與樟樹)之殘留病根發現，至少病菌可在殘根中存活5年以上，甚至在死亡十年後的木麻黃病根仍有50%以上褐根病菌的存活，死亡年代愈短病原存活的比率愈高，可見褐根病菌的殘根可以在土壤內做長期的存活。另外發現本病較常發生於海邊沙質土壤，其它地區的黏質土壤偶而發生，此現象可能與土壤含水力有關；沙質土壤含水力及含水持久性不及黏質土壤，因此較易保持土壤於相對乾燥的狀態，因而有利於褐根病菌的存活。

四、防治方法

1. 早期偵測：植株地上部尚未發生病徵時，利用組織分離培養法及PCR分子診斷法，以確認植物是否罹患褐根病，亦可利用經過訓練之米格魯聞出褐根病樹木，即早發現進行治療。
2. 藥物處理：病情輕微者及罹病植株周圍健株，應進行藥物處理，以防治褐根病蔓延。安氏試驗發現普克利、三泰芬、撲克拉、滅普寧及亞磷酸，及4-4式波爾多液稀釋1,000倍對人工接種褐根病菌之番荔枝苗與枇杷苗有較佳之防治褐根病的效果。張氏亦報告利用尿素3,000ppm能有效防治褐根病，當殘根直徑小於3厘米處理後，檢測不到褐根病菌存活。另外蔡氏於南投水里地區葡萄園進行田間試驗，每株3年生的葡萄灌注三泰芬＋尿素＋碳酸鈣或撲克拉＋尿素＋碳酸鈣溶液，每種藥劑的用量均為每株10g，將藥液灌注於根圈樹冠，每三個月灌注一次，防治效果顯著。
3. 土壤消毒：病情嚴重樹木，以挖土機將大根挖起，清除所有根系並燒毀，挖除後之土壤進行消毒，目前土壤消毒方法有邁隆燻蒸消毒及蒸汽消毒。98%邁隆微粒劑藥劑，每平方公尺施用施藥量60克，施藥方法為樹木褐根病發生之感染區使用，須將受感染樹木進行砍伐移除後，再將藥劑均勻拌入土壤，並將區塊四周建立深達1公尺之阻絕溝並埋入不透氣的黑色塑膠布；每一處理區塊處理完畢後澆水，使土壤濕潤至土壤含水量40-60%之間，再覆蓋不透氣的黑色塑膠布處理一個月。蒸汽消毒，目前國立臺灣大學已研發「以高溫蒸氣防除樹木褐根病及農作物土壤病蟲害方法及裝置技術」，並技轉給廠商，以高溫蒸氣進行土壤中之樹木褐根病菌防除，可有效全面殺滅樹木褐根病菌。
4. 淹水處理：發病地區如不便將主根掘起且該地區具有灌溉系統，可進行1個月的浸水，以殺死存活於殘根的病原菌。
5. 生物防治：生物防治是當今植物病蟲害防治的趨勢，因為生物防治較化學防治

安全且不會造成環境污染問題。但生物防治有很多限制因子，目前褐根病相關研究不多。Kothandaraman et al.發現土壤根圈中的放線菌可以抑制褐根病菌，但未有進一步的防治應用試驗。Chakraborty等人應用*Ochrobactrum anthropi*細菌處理茶樹幼苗，可促進茶樹生長和降低褐根病病勢，但無法完全抑制病害發生。

6. 種植抗(耐)病樹種：安氏等人(1999)檢定台灣101 品種植物(含92種園藝作物)對褐根病菌之抗感病性，結果顯示，極為感病之植物共有13種，於接種六個月內全數死亡，包括果樹5種(枇杷、軟枝番荔枝、可可、百香果、破布子)、觀賞植物8種(茉莉花、黃槐、黃花夾竹桃、金露花、西洋杜鵑、聖誕紅、櫻花、黃金風鈴木)；而極為抗(耐)病有柑橘(酸橘、柳橙、苦柚)、愛文檬果(砧木為在來種)及黑板樹，於接種一年內均無發現死亡情形。

結語

褐根病在台灣各地已普遍發生，以西部台中市以南和東部台東縣和平鄉以南較常發現。其寄主範圍與分布十分廣泛，寄主作物超過200種以上。褐根病最直接的影響是使樹木枯死，且在無預警之下無風樹木自倒，對公共安全造成威脅。褐根病菌的初次感染源主要來自種苗帶菌、殘根中之病菌、或帶菌土壤。而病菌侵入植物根系後，可以靠根系接觸向四周蔓延侵染其他健康植物，造成大面積發病區塊。植株死亡後，病菌可在病組織中存活5-10年以上。植株一旦出現褐根病之病徵，根部已有60%以上受害，不容易治癒，因此早期偵測相當重要，若能在病徵尚未出現之前提早偵測出病原，必能達到早期防治的效果；而在病害防治方面，最主要工作為清除殘根並燒毀之及避免病土移動造成傳播，再以藥劑或土壤消毒等方法處理，以遏止病害之蔓延。

參考文獻

1. 安寶貞、李惠鈴、蔡志濃　1999　*Phellinus noxius*引起果樹及觀賞植物褐根病之調查。植病會刊 8: 51-60。
2. 安寶貞　2005　木本植物褐根病之診斷鑑定與防治。植物重要防疫檢疫病害診斷鑑定技術研習會專刊(四)1-17。
3. 李惠鈴、陳致延　2011　臺東地區樹木褐根病發生現況及防治建議。台東區農業專訊75: 5-10。
4. 傅春旭、張東柱、孫銘源、胡寶元、蕭文偉　2003　以農用燻蒸劑-邁隆進行褐根腐病害區之土壤燻蒸。臺大實驗林研究報告 17: 153-158。
5. 蔡志濃、謝文瑞、安寶貞　2008　氮肥與化學藥劑對果樹褐根病菌之影響與田間病害防治。植物病理學會刊 17: 119-126。
6. Ann, P. J., Chang, T. T., and Ko, W. H. 2002. *Phellinus noxius* brown root rot of fruit

and ornamental trees in Taiwan. Plant Dis. 86: 820-826.
7. Ann, P. J., Lee, H. L., and Huang, T.C. 1999. Brown root rot of 10 fruit trees caused by *Phellinus noxius* in Taiwan. Plant Dis. 83:746-750.
8. Chang, T. T. , and Chang, R. J. 1999. Generation of volatile ammonia from urea fungicidal to *Phellinus noxius* in infested wood in soil under controlled conditions. Plant Pathol. 48:337-344.
9. Chang, T. T. 1996. Survival of *Phellinus noxius* in soil and in the roots of dead host plants. Phytopathology 86:272-276.
10. Chang, T. T., and Yang, W. W. 1998. *Phellinus noxius* in Taiwan: Distribution, host plants and the pH and texture of the rhizosphere soils of infected hosts. Mycol. Res. 102: 1085-1088.
11. Sahashi, N., Akiba, M., Ishihara, M., Miyazaki, K., and Kanzaki, N. 2010. Cross inoculation tests with *Phellinus noxius* isolates from nine different host plants in the Ryukyu Islands, southwestern Japan. Plant Dis. 94:358-360.
12. Chakraborty,U., Chakraborty,B.N., Basnet., M. and Chakraborty, A. P. 2009 Evaluation of *Ochrobactrum anthropi* TRS-2 and its talc based formulation for enhancement of growth of tea plants and management of brown root rot disease. Journal of Applied Microbiology 107:625-634.

芒果隔年結果原因之探討

陳盟松

摘要

部分常綠果樹及落葉果樹會有隔年結果的情形，造成產量有大小年的差異，如芒果、柑桔、荔枝、龍眼與蘋果等。一般認為隔年結果原因為樹體內的激勃素含量太高及累積的碳水化合物不足導致花芽無法形成。在台灣芒果由南部到中部均有栽種，而芒果發生隔年結果的情形也時常發生。影響芒果花芽形成的因子很多，其中低溫是促進芒果花芽形成的重要的因子之一，低溫約15℃可誘導芒果花序形成，在25℃以上則促進營養生長，不利花序形成。在葉或花序原體分化早期，將盆植芒果由30/25℃移至18/10℃，約有50%營養芽轉變為葉花轉換型(Vegetative-Floral transition)的生長類型。若植株由18/10℃移至30/25℃，幾乎所有早期分化的花序原體會被營養生長取代而抽萌葉梢。另外，水分控制也有利於花序的形成，限水可抑制芒果營養生長，促進開花。當水分過多時，會導致樹體偏向營養生長或造成開花期延後。另外，抑制GAs的生合成如使用植物生長調節劑巴克素，可縮短營養生長的時間，使其提早進入生殖狀態，並增加純花序形成比率。芒果若當年結果量豐盛、產量豐富，隔年則容易出現開花量大幅減少或不開花的情形。隔年結果的發生可能與GA_3的生成量及GA_3抑制*MiFT*開花基因的表現有關，在大年的樹體中或外加GA_3的狀態下均可觀察到*MiFT*基因受到抑制而無法表現，造成植株開花比率下降或不開花的情形發生。

前言

芒果(*Mangifera indica* L.)為原產於印度、緬甸一帶的漆樹科(Anacardiaceae)熱帶常綠果樹。台灣栽培品種以‘愛文’最多、其次為‘土芒果’及‘金煌’等。芒果栽培面積約16,487公頃，產量169,380公噸。主要產地在台南市、屏東縣及高雄市，中部地區(中、彰、投)合計約314公頃(100年農業統計年報)。在南部地區，芒果枝梢生長為間歇性抽梢(interval flush)，在夏季果實採收與枝條修剪後，會抽一至二次梢，由芽體萌發到葉片完全展開需三至六週，每梢約著生10至20片葉，葉片在枝梢中下段以互生方式生長，隨之往上，節間漸短，最後在枝梢頂端約有5至6片葉呈簇生或輪生狀。新葉初為褐色或紅色，隨之變為黃綠色與亮綠色，爾後再轉為暗綠色的成熟葉片。在秋冬之際，因環境乾旱與氣溫降低，使芒果枝梢生長受到抑制，葉片開始感應低溫作用，誘導頂芽分化為花序原體，形成花序，於12至2月開花。

愛文芒果花序分化過程在外部形態與內部解剖構造可分為：1、花芽分化前之

休眠芽(未分化期)：芽體小，鱗片小而窄，緊密地相互環抱，剝去鱗片可見生長點尖而狹小。2、芽間基部肥大(分化初期)：鱗葉漸往上長且較鬆散，外表不易與葉芽區別，但鱗葉腋間隔加大，莖頂變圓；3、芽體外觀變圓而飽滿：莖頂分生組織細胞均勻的分布，沒有營養芽的分區現象，花序原始體(inflorescence primordium)形成，產生肥大萼片。4、芽體伸長(分化期)：莖頂分生組織快速分化階段，生長點形狀改變，兩側向外突出，腋芽明顯生長膨大；5、芽體爆開鱗葉呈放射狀(分化末期)：莖頂生長往外裂，往上生長階段，葉腋間可看到小花序；6、花序伸長(腋花芽分化期)：苞片展開、脫落，腋芽已有分枝，甚至有小花形成。

內容

在熱帶果樹的開花與營養梢抽萌的生理研究中，Auxin 和Cytokinins可能作用在枝梢創始(shoot initiation)，而GAs和開花促進激素(Florgenic promoter)則與枝梢誘導(shoot induction)有關(Davenport, 2000)。在低溫環境下，去除頂花序的枝條以GA3處理後，會延遲花序創始的時間，但不影響花序形成比率。在高溫下，施用GA3則不會延遲營養梢的形成時間(Nunez-Elisea and Davenport, 1998)。

溫度為控制芒果生長過程中重要的因子之一，低溫約15℃可誘導芒果花序形成，在25℃以上則促進營養生長，不利花序形成(歐，1980)。Nunez-Elisea et al.(1996)在30/25℃與18/10℃兩種溫度環境下，將芒果'Tommy Atkins'頂梢芽體發育情形分為三個階段。在葉或花序原體分化早期，將盆植芒果由30/25℃移至18/10℃，約有50%營養芽轉變為葉花轉換型(Vegetative-Floral transition)的生長類型。若植株由18/10℃移至30/25℃，幾乎所有早期分化的花序原體會被營養生長取代而抽萌葉梢，另有10%的枝梢為花葉轉換型(Floral-to-vegetative transition)。在葉或花序原體持續分化階由低溫移至高溫環境，有73%花序形成，10%的枝梢為花葉轉換型(F-V transition)。水分逆境可抑制芒果營養生長，促進開花。當水分過多時，導致樹體偏向營養生長，或開花期延後之現象(吳，1995；Chacko, 1991)。

在芒果花期調節方面，使用植物生長調節劑為常用操作方式，其中Paclobutrazol(PBZ)的使用最為有效與普遍，PBZ為GAs的生合成抑制劑，使用後可改變芒果生長狀態，縮短營養狀態的發生期，使其提早進入生殖狀態，增加純花序形成比率(Perez-Barraza *et al*., 2000)。

芒果若當年結果量豐盛、產量豐富，隔年則容易出現開花量大幅減少或不開花的情形。隔年結果的發生可能與GA_3的生成量及GA_3抑制*MiFT*開花基因的表現有關。無留果的芒果葉片色澤會比留果量高的芒果葉片濃綠，同時無留果的枝條中的澱粉含量也高於高留果量的芒果植株。在大年的樹體中以及於無留果的芒果植株外加GA_3的狀態下，均可觀察到*MiFT*基因受到抑制而無法表現，進而造成植株開花比率下降或不開花的情形發生。*MiFT*基因在芒果不同組織部位的表現程度，以葉片中的表現量最高。在GAs代謝基因的表現程度方面，於9月可觀察到

*MiGA2-ox*基因在無留果的芒果頂芽中，其表現程度明顯高於高留果量，但在10月至隔年2月兩種留果量的*MiGA2-ox*基因表現程度則無差異。此外，在*MiGA3-ox*基因表現方面，高留果量的芒果頂芽由10月至隔年2月其*MiGA3-ox*基因表現程度則顯著高於無留果的芒果植株(Nakagawa *et al.*, 2012)。

結語

芒果植株在高留果量的情況下，容易造成隔年結果發生。而隔年結果的成因可能與樹體累積養分不足以及產生高量的GA_3有關。在高留果量狀態下，其枝條的澱粉含量會明顯低於無留果的植株。同時高留果量的樹體中有較高含量的GA_3會抑制與開花有關的MiFT基因表現，進而使芒果無法花芽分化，造成隔年結果。因此為減少芒果隔年結果的發生，應適度疏果以留存適宜的果實數量，避免樹體養分過度消耗，同時應儘早促使葉片成熟使其具備感應花芽分化的能力，以利隔年的花芽形成。

參考文獻

1. 吳俊達　1995　乾旱逆境對檬果光合作用與枝梢生長之影響　國立　臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
2. 歐錫坤　1980　溫度對檬果新梢開花結果之影響　中華農業研究 29: 301-308.
3. Blaikie, S. J.; Kulkarni, V. J. and Muller, W. J. 2004. Effects of morphactin and paclobutrazol flowering treatments on shoot and root phenology in mango cv. Kensington Pride. Scient. Hort. 101:51-68.
4. Chacko, E. K. 1991. Mango flowering--still an enigma!. Acta Hort. 291:12-21.
5. Davenport, T. L. 2000. Processes influencing floral initiation and bloom: the role of phytohormones in a conceptual flowering model. HortTechnology 10:733-739.
6. Davenport T. L. 2007. Reproductive physiology of mango. Braz. J. Plant Physiol., 19(4):363-376.
7. Nakagawa, M., C. Honsho, S. Kanzaki, K. Shimizu, N. Utsunomiya. 2012. Isolation and expression analysis of FLOWERING LOCUS T-like and gibberellins metabolism genes in biennial-bearing mango trees. Scient. Hort. 139 :108-117.
8. Nunez-Elisea, R. and T. L. Davenport. 1995. Effect of leaf age, duration of cool temperature treatment, and photoperiod on bud dormancy release and floral initiation in mango. Scient. Hort. 62:63-73.
9. Nunez-Elisea, R., T. L. Davenport, M. L. Caldeira. 1996. Control of bud morphogenesis in mango (*Mangifera indica* L.) by girdling, defoliation and temperature modification. J. Hort. Sci. 71:25-39.

10. Nunez-Elisea, R. and T. L. Davenport. 1998. Gibberellin and temperature effects on dormancy release and shoot morphogenesis of mango (*Mangifera indica* L.). Scient. Hort. 77:11-21.
11. Perez-Barraza, M. H., S. Salazar-Garcia and V. Vazquez-Valdivia. 2000. Delayed inflorescence bud initiation, a clue for the lack of response of the 'Tommy Atkins' mango to promoters of flowering. Acta Hort. 509:567-572.
12. Werner, H. 1993. Influence of paclobutrazol on growth and leafnutrient content of mango(cv. Blanco). Acta Hort. 341:225-231.

寄生蜂防治粉蝨之現況

白桂芳

摘要

寄生蜂為害蟲自然致死因子，生物防治學者常將其導入害蟲管理策略中以有效抑制害蟲族群之發展。據學者調查發現，粉蝨類害蟲(銀葉粉蝨、溫室粉蝨、煙草粉蝨等)之寄生性天敵多為內寄生性(Endoparasitoids)；*Encarsia*及*Eretmocerus*為最主要的二個寄生蜂屬，其中*Encarsia formosa*為商品化的天敵，一直是歐美學者研究的重點；國內則以東方蚜小蜂Eretmocerus orientalis為銀葉粉蝨及溫室粉蝨最主要的寄生性天敵。寄生蜂依其寄主釋放出的Kairomone或寄主蜜露的化合物追蹤並搜尋寄主。諸多研究均指出，於設施內增補釋放(supplemental released)，寄生蜂可有效抑制番茄、豆類及聖誕紅上粉蝨族群之增長。然寄生蜂對粉蝨類害蟲的作用力大小，取決於於寄生蜂在田間的族群增長率(population growth rate)及其對寄主的搜尋力(searching ability)與處理時間(handling time)等因子而該等因子；則顯著受環境溫度、寄主種類及天敵的種間競爭影響。雖然寄生蜂為粉蝨的有效天敵，但僅能將粉蝨族群抑制在某一密度下而無法完全移除；此結果正說明生物防治的真義，也提供了綜合防治(integrated pest management, IPM)研究的方向。

前言

粉蝨類(white-fly)害蟲為農業生態系中之重大有害因子，除了其族群繁殖率高，常群聚吸食植物汁液影響作物生長，此類害蟲尚能因大量取食後分泌蜜露(honey-dew)而誘發煤污病，影響植株光合作用；尤有甚者，多數粉蝨均為諸多植物病毒病害之媒介者，往往在極短時間內造成大面積作物罹染病毒，致植株生育受阻，嚴重影響農產品產量與品質，例如銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii*)傳播番茄黃化捲葉病毒(Yellow Leaf-curl Virus)，即造成近年來國內外番茄產業鉅大經濟損失。

由於粉蝨類昆蟲體型細小，繁殖速率快，數R型族群發展物種，且性喜棲息於植物葉背或隱匿處，入侵農業生態系時往往不易察覺，俟發現作物受害時，多已失去防治先機。鑑於前述狀況，化學藥劑防治總成為管理田間粉蝨害蟲的主要手段，然而長期高頻度施用化學藥劑管理R型害蟲，人類就必須面臨粉蝨類害蟲族群發展出抗藥性的困境，諸多學者均已報導粉蝨類害蟲出現對化學藥劑發展出高度抗性的研究結果。

生物防治(biological control)係強化自然界中的生物性因子，以達到對標的有害生物族群的抑制效果。國內外學者均曾就捕食性天敵如瓢蟲、草蛉、捕植蟎等

對粉蝨害蟲的防治力加以探討。而利用寄生蜂防治粉蝨的研究報導亦是研究之重點，粉蝨類害蟲的寄生蜂天敵多為內寄生性，以*Encarsia*及*Eretmocerus*等2屬最為主要，其中Encarsia formosa 已是商品化物種，在世界各地均有良好成效。

內容

目前全世界被引入農業生態系中用以防治粉蝨類害蟲者主要包含*Encarsia*及*Eretmocerus* 2個屬，其中以*Encarsia formosa*及*Eretmocerus orientalis*被廣泛研究及應用；此類寄生蜂係以telytokous 為生殖方式，即族群中未見雄性個體，由雌性成蟲以「孤雌產雌」方式產出雌性後代。Lenteren et al. 認為寄生蜂在自然界尋找其粉蝨寄主的方式，在大空間中係逢機性的搜尋，而進入寄主周圍的小空間時，則採取來回追蹤2-10次的方式，以粉蝨個體或其分泌之蜜露或蛻所釋放之費洛蒙而確實標定寄主位置。學者報導最適宜前述寄生蜂活動之溫度範圍為24-28℃，而寄生蜂本身的搜尋能力(searching ability)對粉蝨寄主的探刺(punctures)頻率及處理寄主所需時間(handling time)都顯著影響寄生蜂對粉蝨的寄生能力，根據Enkegaard (1994)的報導，Encarsia formosa 在24小時內對煙草粉蝨(Bemisia tabaci) 的最大寄生數量，以溫度28℃顯著高於22℃及16℃。此外，寄生蜂子代在煙草粉蝨若蟲體內之生命介量(life parameter)亦以28℃時為最佳，其族群淨增殖率(r_o)及內在增殖率(r_m)分別為66.193及0.2388，族群世代時間(generation time)及倍增時間(doubling time)各為19.015天及2.903天。

一、影響寄生蜂對粉蝨寄生力之因子

Simmons 和Abd-Rabou (2007) 認為不同植物葉片表面的物理性狀(剛毛量或排列方式)會直接影響同一種寄生蜂對煙草粉蝨的寄生成功率，此種說法Bogran et al. (1998)在不同品系的豆科作物上也獲得相同的結論。Heinz和Parrella (1998)則發現寄生蜂的地理小種顯著影響其對銀葉粉蝨的寄生率。此外，學者亦報導同一種寄生蜂在相同作物上會因粉蝨寄主種類不同而出現極大差異。另外，種間競爭如hyperparasites或multiple-parasites，均會影響寄生蜂對粉蝨族群的抑制力。

二、適合用於生物防治的寄生蜂要件

Lenteren *et al.* 提出適合應用於田間以防治粉蝨害蟲的寄生蜂必須符合幾項重要條件，包括(1)與粉蝨寄主族群在田間具同律性行為，(2)二者間具明顯的密度依變(density dependent)關係，(3)單位時間內寄生蜂對粉蝨的致死力高於粉蝨的生殖力，(4)寄生蜂族群的淨增殖率、內在增殖率高於粉蝨寄主，(5)單一寄生蜂或其子代在單位時間內足以抑制單一雌粉蝨所產的子代。此外，淹沒式釋放天敵將優於接種式釋放。就寄生蜂與粉蝨二者族群發展而言，學者報導*Encarsia formosa*於28℃下寄生煙草粉蝨若蟲，其族群生命介量(life parameter)之發育時間、淨增殖率、內在增殖率及世代時間均高於22℃及16℃條件下，顯然*Encarsia formosa*在較高溫環境下不但具有對粉蝨較高的寄生率，亦有利於其本身族群之發展。

雖然應用寄生蜂防治粉蝨類害蟲確可達到抑制粉蝨族群的目標，然化學防治仍是普遍用於管理粉蝨族群的主流，畢竟現階段化學藥劑所具有的快速、有效及經濟等優點仍不可取代。Hoddle和Van Driesche (1996)報導，應用寄生蜂於設施內生物防治粉蝨，其所需費用為每平方公尺15.08美元，而化學藥劑為1.58美元，僅生物防治的1/9。

參考文獻

1. Bogran, C. E., J. J. Obrycki, and R. Cave. 1998. Assessment of biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on common bean in Honduras. Florida Entomol. 81: 384-395.
2. Enkegarrc, A. 1993. *Encarsia Formosa* parasitizing the poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*, on poinsettia: bionomics in relation to temperature. Entomol. Exp. Appl. 69: 251-261.
3. Enkegaard, A. 1994. Temperature dependent functional response of *Encarsia formosa* parasitizing the poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*, on poinsettia. Entomol. Exp. Appl. 73: 19-29.
4. Heinz, K. M., and M. P. Parrella. 1998. Host location and utilization by selected parasitoids of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae): Implications for augmentative biological control. Environ. Entomol. 27: 773-784.
5. Hoddle, M. S., and R. van Driesche. 1996. Evaluation of Encarsia Formosa (Hymenoptera: Aphelinidae) to control *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on poinsettia: A lifetable analyses. Florida Entomol. 79: 1-12.
6. Nechols, J. R. and M. J. Tauber. 1977. Age-specific interaction between the greenhouse whitefly and *Encarsia formosa*: influence of host on the parasite's oviposition and development. Environ. Entomol. 6: 143-149.
7. Simmons, A. M. and S. Abd-Rabou. 2007. survey of Natural Enemies of the Sweetpotato Whitefly(Hemiptera: Aleyrodidae) in Ten Vegetable Crops in Egypt. J. Agric. Urban Entomol. 24: 137-145.
8. Trujillo, H. E., B. Arias, J. M. Guerrero, P. Hernandez, A. Bellotti, and J. E. Pea. 2004. Survey of Parasitoids of Whiteflies(Homoptera: Aleyrodidae) in Cassava Growing Regions of Columbia and Ecuador. Florida Entomologist 87: 268-273.

蘭花雜交育種障礙之探討

魏芳明

摘要

目前台灣蘭花新品種大部分都是以傳統雜交育種所育成，台灣蘭花類品種開發在業界已有近一世紀之歷史且累積了相當能量。但於雜交育種實務上，常有無法順利結莢之情形，雜交失敗率甚可高達70%以上。蘭花類雜交育種障礙，係因遺傳或環境影響；係屬受精前或受精後生殖障礙，目前尚乏詳盡之相關研究。然於作物遠緣雜交育種上常見的障礙大致可分為數種情況：如授粉後受精前親本間之不親和、受精後胚敗育死亡及雜種株稔性低或不稔等等。蘭科植物雜交育種障礙之研究，以花粉發育、花粉管伸長、結實等方面為多，而對蘭花雜交不親和機制及育種障礙克服之技術等面向尚少有研究。解決不親和性育種障礙，於諸多作物，如百合、萱苔屬、薔薇科之蘋果、梨，番木瓜等等，則已發展出如：染色體倍加、蕾期授粉、混合花粉授粉、切除花柱、化學藥劑處理與微電擊刺激法等雜交育種障礙之克服技術。國內蘭花育種者應用此些技術，建立蘭花雜交育種障礙克服技術。

前言

蘭花為國內花卉類產值最高之作物，依國內農業統計，100年栽培面積為726公頃，產值達45億8千2百餘萬元台幣。蘭花類產品，包括瓶苗及切花，100年外銷金額達到41億餘元台幣，主要外銷產品為蝴蝶蘭植株，文心蘭切花及國蘭等，其中蝴蝶蘭產品外銷金額達28億9千5百餘萬元台幣，佔總蘭花出口值之69%以上。台灣蘭花類品種選育在民間已有90年以上之歷史且累積了相當能量。但於雜交育種實務上，屬間、種間或種內雜交常有無法順利結實之情形，雜交失敗率甚有高達70%以上。

蘭花為少數可於不同屬或不同節間雜交之物種，但其於同屬內雜交則較具不親和性，如石斛蘭屬大約有1,500種，分為41個節，其於同屬或同節內之石斛蘭未必能可相互雜交。Kamemoto等於1999年指出石斛蘭屬內原種雜交可能性如次；

1. 羚羊石斛蘭節(*Spatulata*)內原種雜交可結莢者佔53.1%。
2. 蝴蝶石斛蘭節(*Phalaenanthe*)內原種雜交可結莢者佔100%。
3. 而羚羊石斛蘭節與蝴蝶石斛蘭節間原種雜交可結莢率為79.1%。
4. 寬唇石斛蘭節(*Latouria*)與羚羊石斛蘭節和蝴蝶石斛蘭節之節間雜交結莢率各為28.9 %和28.4%。
5. 美花石斛蘭節(*Formosae*)與羚羊石斛蘭節和蝴蝶石斛蘭節之節間雜交結莢率各為

13.0%或33.3%。

6. 石斛蘭節(*Dendrobium*)與羚羊石斛蘭節和蝴蝶石斛蘭節之節間雜交結莢率各為6.2 %和9.1%。

蝴蝶蘭類(Phalaenopsis sp.)雜交育種亦有諸多障礙，其係緣自何種不親和性(incompatibility)機制；是遺傳性影響抑或是環境使然，係屬受精前或受精後生殖障礙，目前尚未有較詳盡之相關研究可知其全貌。

內容

雜交育種上常見的障礙大致可分為數種情況：如授粉後受精前親本間之雜交不親和、受精後雜種胚敗育死亡及雜種株之稔性低或不稔等等。

一、雜交不親和

雜交不親和係指花粉在柱頭上無法萌發或花粉雖可萌芽但花粉管於花柱內伸長受阻未能到達子房內的胚珠。其可分為配子體不親合及孢子體不親合。

1.配子體不親合(gametophytic incompatibility)，係由花粉阻礙自身之發育，此類花粉可於柱頭上萌發產生花粉管，但花粉管於花柱內生長至半途，因花粉管內的RNA被分解而停止生長，如石斛蘭的種間雜交不親和性。Johansen, B.,1990以61個石斛蘭原種進行了1700個授粉試驗，探討石斛蘭種間雜交親和性，其中72%可自交結實，但與其他蘭屬相較，石斛蘭顯現較高的種間雜交不親和性，其不親和系統即屬配子體型的，推測可能為花粉塊的NAA含量啟動了此不親和性。

2.孢子體不親合(sporophytic incompatibility)，是源自雌蕊柱頭的阻礙，當花粉落於柱頭上時無法萌發產生花粉管，係因柱頭表皮細胞產生的抑制作用。柱頭屬孢子體故稱孢子體不親合。

二、雜種胚敗育

雜種胚敗育雜交障礙在受精後發生，常見情況有三：

1. 於雙重受精後，胚的分化受抑制，雜種胚不能正常發育；如*Onc.Haematochilum*及*Onc.Mem.Peptia de Restepo*授粉後因無法形成正常的胚囊，即使受精後，只有少數結合子可發育至原胚期。
2. 雜種胚可以分化發育，但是胚發育至特定階段便死亡或於雜交種子接近成熟時，種胚敗育死亡。
3. 雜種胚雖然發育完成，但不發芽，有些雖能發芽並發育成幼苗，但是無法存活到性成熟，易於苗期死亡不能發育至成株。

三、雜種稔性低或不稔

遠緣雜交種染色體在形成生殖細胞時，無法正常的配對抑或細胞核與細胞質間不協調，導致植株無法正常地行使減數分裂和形成正常的配子，造成雜種生理性雄不稔或稔性低，無法產生後代。遠緣雜種基因組分別來自異種或異屬雙親，

故多以異源二倍體(allodiploid)或異源三倍體(allotriploid)雜種呈現。

為解決不親和性育種障礙，於諸多作物，如百合、蔓苔屬、薔薇科之蘋果、梨，番木瓜等等，則已發展出如：染色體倍加、蕾期授粉、混合花粉授粉、切除花柱、化學藥劑處理與微電刺激法等雜交育種障礙之克服技術。於蘭花植物常應用之雜交育種障礙克服方法有：

一、染色體倍加

染色體倍加為提高遠緣雜種稔性之方法。夏威夷之蘭花育種者於雜交育種過程中，發現以雙二倍體(amphidiploid)品種為花粉親時，會產生單雄發生的後代。此單雄發生之個體，類似其父本，但只有其父本之半數染色體。將此單雄發生之二倍體植株以秋水仙素倍加其染色體。可獲致相同或類似其父本之無病素雙二倍體。

種子繁殖系F1石斛蘭育種為近年來由夏威夷大學所發展之F1種子繁殖石斛蘭品種。此類品種之育種係利用雙二倍體親本雜交來生產F1種子。夏威夷大學以此育種方法釋出了15個品種以上之石斛蘭品種作為盆花生產。現已為當地生產者所廣為應用。

二、胚拯救技術

為就遠緣雜交育種障礙之受精後胚敗育死亡情況，適時將子房、胚珠或胚，以人為配置之培養基提供適宜養份，於無菌條件配合溫度、光照等環境條件進行離體培養，使發育為植株之技術。

國內高雄區農業改良場利用遠緣雜交與胚拯救技術已經建立一套蝴蝶蘭屬間雜交與胚拯救技術，可將蝴蝶蘭與萬代蘭族其他成員的蘭花進行屬間雜交，並獲得屬間雜交後代。高雄場大量利用*Asconopsis* Iren Dobkin為親本，與白色系、黃色系與紅色系等各種蝴蝶蘭品種進行屬間雜交及胚拯救試驗。目前已經有10餘個組合已經胚拯救成功，其中有一個組合已經陸續開花。

三、花柱切除法

為百合雜交育種常用技術，係屬配子體不親合(gametophytic incompatibility)，因花粉阻礙自身之發育，此類花粉可於柱頭上萌發產生花粉管，但花粉管於花柱內生長至半途，因花粉管內的RNA被分解而停止生長。國立嘉義大學研究顯示試蝴蝶蘭之不親和性主要發生於柱頭腔，故以切花柱法，佐以切花柱法進行胚囊授粉，獲得突破性之進展，使原本無法成功授粉之*Phal*. Taipei Gold 'STM'順利結莢，但仍有胚不稔或未發育完全之情形。

結語

春石斛雜交育種近年來已建立早生開花品系之基本群，日後育種目標將以選育夏季開花及高溫期花期長之品種，能據以建構春石斛週年生產出貨之品種群組，針對目前夏季開花之春石斛原種及另群石斛蘭節內具花期長及耐高溫原種，

加強進行種源蒐集及雜交組合試驗，並就石斛屬內遠緣雜交不親和性，深入探討並建立石斛蘭遠緣雜交不親和性技術。依此；建立整體春石斛蘭雜交育種技術及週年出貨品種群，方可建立石斛蘭產業崢至國際性競爭力之利基。

參考文獻

1. 李碩朋、王才義、楊堯文、李文立、陳甘澍、劉政道 2002 台灣原生石斛蘭生育及開花特性之調查 中國園藝 48(4): 428.
2. 李勇毅 2003 台灣喜普鞋蘭之生長週期、胚胎發育與內生 ABA 之變化及無菌繁殖 國立台 灣大學園藝學研究所博士論文 136pp.
3. 沈再木、黃光亮、沈榮壽、杜柏勳 2004 中小花型蝴蝶蘭之選育 行政院農業委員會 93 農科-1.1.2-糧-Z3.
4. 林彩雲、林上琪、陳文輝、傅仰明、陳耀煌 1999 流式細胞儀在蝴蝶蘭屬基因組測定之應用 生命科學簡訊 13: 9-11.
5. 林讚標 1977 台灣蘭科植物 第二卷 蝴蝶蘭屬 p.280-285. 南天出版 台北。
6. 胡正榮、李咩 2004 文心蘭自交和雜交結實率 中國園藝 50: 343-356.
7. 黃敏展 1993 蘭花栽培藝術 p.278-284. 銀禾文化事業公司。
8. 8.Kao, Y. Y., S. B. Chang, T. U. Lin, C. H. Hsieh, Y. H. Chen, W. H. Chen and C.C. Chen. 2001. Differential accumulation of heterochromatin as a Cause for Karyotype Variation in *Phalaenopsis* orchid. Ann. Bot. 87:387-395.
9. Lavaract B., W. Harris, G. Stocker (2000) *Dendrobium* and its relatives. Timber Press.
10. Lee, H. C., D.W. Chiou, W. H. Chen, A. H. Markhart, Y. H. Chen and T. Y. Lin. 2004. Dynamics of cell growth and endoreduplication during orchid flower development. Plant Sci. 166:659-667.
11. Lim, K. B., T. M. Shen, B. G. Rodrigo, M. S. Ramanna and J. M. Van Tuyl. 2004. Occurrence of SDR 2N-gametes in *Lilium* Hybrids. Breed. Sci. 54:13-18.
12. Lin, S., H. C. Lee, W. H. Chen, C.C. Chen, Y. Y. Kao, Y. M. Fu, Y. H. Chen and T. Y. Lin. 2001. Nuclear DNA contents of *Phalaenopsis sp.* and *Doritis pulcherrima*. J. Amer. Soc. Hort. Sci.126:195-299.
13. Magdalita, P. M., R. A. Drew, I. D. Godwin and S. W. Adkins. 1998. An efficient interspecific hybridization protocol for Carica papaya L. × *C. cauliflora* Jacq. Aust. J. Exp. Agric.
14. Shivanna, K. R. 1996. Incompatibility and wide hybridization. In: Chopra, V. L. and S. Prakash.1996. Oilseed and vegetable Brassicas: Indian perspective. Oxford and IBH Publishing Co.,New Delhi, p77-102.
15. Shindo, K. and H. Kamemoto. 1963. Karyotype analysis of some species of *Phalaenopsis*. Cytorogia 28:390-398.

16. Sweet, H. R. 1980. The Genus *Phalaenopsis*. 128pp. The Orchid Digest Inc. U.S.A.
17. Veilleux, R. 1983. Diploid and polyploidy gametes in crop plants: mechanisms of formation and Utilization in plant breeding. Plant Breed. Rev. 3:253-288.
18. Vervaeke, I., R. Delen, J. Wouters, R. Deroose and M. P. De Proft. 2004. Semi in vivo pollen tube growth of *Aechmea fasciata*. Plant Cell, Tissue Organ Cult. 76:67-73.
19. Visser, T. 1983. The role of pioneer pollen in compatible and incompatible pollinations of apple and pear. Acta Hortic. 139:51-57.
20. Werner, J. E. and S. J. Peloquin. 1991. Occurrence and mechanisms of 2N egg formation in 2X potato. Genome 34:975-982.
21. Yam, T.W, 2001. *Dendrobium* breeding at the Singapore Botanic Gardens, Proceedings of APOC 7, Nagoya, Japan.
22. Zhang, X. S. and S. D. O'Neill. 1993. Ovary and gametophyte development are coordinately regulated by auxin and ethylene following pollination. Plant Cell 5:403-418.

甘藍抗病育種—黑腐病與黃葉病

蕭政弘

摘要

蕓薹屬蔬菜在全球重要病害為黑腐病(Black rot；*Xanthomonas compestris*)、露菌病(Downy mildew；*Peronospora parasitica*)、黃葉病(Fusarium yellow；*Fusarium oxysporum*)、根瘤病(Club root；*Plasmodiophora brassica*)。甘藍為臺灣蕓薹屬蔬菜中，栽培面積最大宗葉菜，亦同樣存在黑腐病、露菌病、黃葉病、根瘤病危害問題，其中黑腐病、黃葉病與根瘤病等病原菌，都可殘存於土壤或植株殘體中，在防治上相對不易，目前國內相關病害之防治用藥相當有限。而根瘤病在臺灣發生主要集中於高冷地區，具區域性。而黑腐病與黃葉病之發生則分散於各產區，本文將以甘藍黑腐病及黃葉病為主題，藉對病原菌與植物抗性與甘藍抗病遺傳之探討，尋求適當育種策略以進行抗病育種工作，以解決甘藍黑腐病與黃葉病田區無法連作問題。

前言

蕓薹科蕓薹屬(*Brassica*)蔬菜包含白菜群n=10，甘藍群n=9，黑芥群n=8，其中以甘藍類(*Brassica oleracea*)及白菜類(*B.rapa*)為主要蔬菜，其次為芥菜(B.juncea)和油菜(B.napas)，由於具有複雜與多元之遺傳背景，透過種屬間雜交，導入屬間遺傳特性，被認為極具潛力。Monteiro(1999)針對全球18個蕓薹屬蔬菜育種研究單位與公司進行問卷調查，結果指出除整齊度外，抗病育種被認為是第二重點目標。Saini(2009)針對先正達(Syngenta)種苗公司設定蕓薹屬蔬菜主要育種目標包括:1.整齊度。 2.外觀 。3.高產。 4.抗病性 。5.耐熱性。 6.品質。 7.耐貯性。 8.特殊營養價值。整體而言蕓薹屬蔬菜抗病育種已為該類蔬菜世界育種趨勢。在臺灣黑腐病與黃葉病之發生具普遍性，而育成抗黑腐病與黃葉病之甘藍品種，被認為是徹底解決該等病害最根本的方法。

內容

甘藍黑腐病是由革蘭氏陰性細菌*X.campestris* pv. *campestris* (Xcc)感染所造成之細菌病害，其致病力不同生理小種表現不一致。目前共有9個生理小種被發現，黑腐病菌可透過種子進行傳播，且於適宜的溫濕條件下透過葉片水孔和傷口侵入植物，其制病機制主要透過大量分泌β-甘露聚糖酶(β-mannanase)、羧甲基纖维素酶(carboxymethyl cellulase)和β-半乳糖苷酶(β-galactosidase)，並作用於寄

主細胞壁，以產生大量胞外多糖(exopolysaccharide)與黃原膠(xanthan)阻塞木質部導管，限制水分運輸，造成缺水現象，型成“V”字型病斑，而寄主植物內含之酚類化合物則經氧化與聚合作用，產生黑色素(melanin)使葉脈變黑，並進而感染*Pectobacterium carotovorum*及*Pseudomonas marginalis*，引起細菌性軟腐病。甘藍抗病品種感染黑腐病菌後，超氧歧化酶(SOD)與過氧歧化酶(POD)活性上升，電導度低，可溶性醣含量降幅較小。

甘藍黃葉病是由鐮孢菌屬*Fusarium oxysporum* f. sp.*conglutinans*所引起之真菌性病害，目前共有5種生理小種被報導，其中Race 1與Race 2 是引起甘藍黃葉病之主要病原菌。鐮孢菌在侵染甘藍，過程中並不產生附著胞(appressorium)，而是直接侵入寄主根部，主要可能是透過細胞壁分解酶(cell-wall degrading enzyme)作用，而直接進入植體細胞內，由下位老葉發病並逐漸向上蔓延，且通常植株一側發病較重，植株維管束變褐，最終導致整株死亡，甘藍感病品種，受鐮刀菌感染後，呼吸作用略有下降，抗壞血酸持續氧化降低，過氧化物酶(Peroxidases)活性升高。

甘藍對黑腐病的抗性具有遺傳多樣性，各研究結果不盡相同，Bain(1955)指出甘藍抗病性由1個或多個顯性基因所控制；Williams(1980)提出3基因遺傳模式，即抗性受一對隱性主基因(ff)控制，同時亦受一對顯性基因(BB)和一對隱性(aa)修飾基因影響；Dickson 和 Hunter (1987)認為抗性受一個隱性基因與1-2個修飾基因控制；蕭與張(1988)由PI 281552 篩選抗病自交系，並確認由1顯性基因所控制；Griffiths(2005)，則認為抗性是由多基因所控制，造成此種遺傳分析差異如此大，除種原抗性不同外，主要是病原生理小種分化。甘藍對黃葉病抗性分為A型及B型抗性，A型抗性主要受顯性單基因控制，對Race 1具較強抗性，對Race 2則抗性較弱。B型抗性則受多基因控制，在低溫條件下對Race 1 及Race 2均具有抗性，但隨溫度高於22~24℃則抗性完全喪失。

進行單株選拔並育成自交系為甘藍抗病黑腐病與黃葉病雜交育種之第一步，基於2種抗病遺傳並不相同，為提高育成雜交種之抗病效率採用策略應不同。甘藍黑腐病由於是由多基因所控制，因此在單株選拔後，可透過輪迴選種以累積控制數量性狀之抗性基因，最後再透過自交授粉以育成自交系，並同時使用具抗性之雙親本，以育成抗黑腐病甘藍品種，為解決甘藍黑腐病抗病性由多基因控制，造成育種不易問題，目前亦從衣索比亞芥(*Brassica carinata* Braun)及芥菜(*Brassica juncea* L.)導入單一抗病基因。而在甘藍黃葉病抗病育種方面，應以在高溫下仍表現抗病力之A型抗性為主，由於係受顯性單基因控制，因此在單株選拔後，可透過不斷自交授粉以提高抗病顯性基因之同質結合(homozygous)，並可藉由與感病品種之雜交，以檢測所育自交系抗性基因是否為同質結合，利用此一同質結合抗性親本，即可與任何親本配置，育成抗黃葉病甘藍品種。

結語

臺灣甘藍黑腐病育種，近年逐漸受到研究單位重視，在抗病材料篩選及病原小種之分析等，亦取得一定進展，為甘藍抗黑腐病育種奠定基礎，惟在黃葉病抗病育種部分國內研究仍未起步，應投入出更多關注。臺灣可耕地面積有限，甘藍連作情形普遍，透過輪作或休耕進行土傳病害之控制，往往不易被農民所接受，而透過抗病品種育成，將可徹底解決甘藍病害田區無法連作問題。

參考文獻

1. 王三太、許秀惠、陳甘澍、邱金春、李碩朋、林楨佑、羅惠齡、林照能、許淼淼、洪爭坊、張連宗、陳姵華　2012　氣候變遷對十字花科蔬菜育種的挑戰　因應氣候變遷作物育種及生產環境管理研討會專刊 p.135-152 農業試驗所　編印。
2. 行政院農業委員會農業試驗所　2007　作物病蟲害與肥培管理技術資料光碟—蔬菜篇 http://kmweb.coa.gov.tw/techCD/作物病蟲害與肥培管理技術資料。
3. 吕紅豪、方智遠、楊麗梅、謝丙炎、劉玉梅、庄木、張楊勇、楊宇红　2011　甘藍枯萎病抗源材料篩選及抗性遺傳研究　園藝學報38(5): 875-885。
4. 邱金春、王三太　2011　遠緣雜交育種障礙及克服策略　農業試驗所技術服務 85: 19-22。
5. 許涵鈞、吳雅芳、謝明憲、鄭安秀　2011　十字花科蔬菜抗黑腐病篩選之研究　台南區農業改良場研究彙報 57: 11-19。
6. 蒲子婧、張豔菊、劉東、代麗婷、王文博　2012　甘藍枯萎病研究進展　中國蔬菜(6): 1-73。
7. 張黎黎、劉玉梅、田自華、方智遠、楊麗梅、庄木、張楊勇、李占省、舒金師　2012　十字花科蔬菜抗黑腐病育種研究進展　園藝學報 39(9): 1727-1738。
8. 閻静、張明方、陳利萍　2004　體细胞雜交技術在蔬菜育種中的研究與應用　細胞生物學雜志 26: 51-56。
9. 謝明憲、林棟樑、鄭安秀、王仕賢　2001　甘藍抗黑腐病篩選之研究　台南區農業改良場研究彙報38: 45-53。
10. 謝明憲、許涵鈞、王仕賢　2011　十字花科芸薹屬蔬菜育種趨勢與生技應用概況　植物種苗生技 25: 46-52。
11. 蕭政弘、郭俊毅　2008　甘藍'臺中1號'育成　台中區農業改良場研究彙報 100: 39-45。
12. 蕭吉雄、張有明　1988　甘藍抗黑腐病育種　蔬菜品種改良研討會專刊 p279-286. 台東區農業改良場　編印。
13. 蕭吉雄、王三太　1998　十字花科蔬菜抗病育種　十字花科蔬菜產業發展研討

會專刊 p55-73 桃園區農業改良場 編印。
14. Bain,D.C. 1955. Resistance of cabbage to black rot. Phytopathology. 45:35-37.
15. Dickson, M.D. and| Hunter, J.E. 1987. Inheritance of resistance in cabbage seedlings to black rot. HortScience. 22(1): 108-109.
16. Griffiths ,P. D. and C. Roe. 2005. Response of Brassica oleracea var. capitata to wound and spray inoculations with Xanthomonas campestris pv. campestris. Hort Science 40(1):47-49.
17. Monteiro, A. A. and T. Lunn. 1999. Trends and Perpectives of Vegetable Brassica Breeding World-Wide. Acta Horticalturae. 459:273-279.
18. Qian ,W., Y. jia, S.X. Ren, Y.Q. He, J.X. Feng, L.F. Lu, Q.H. Sun, G. Ying, D.J. Tang, H. Tang, W. Wu, P. Hao, L.F. Wang, B.L. Jiang, S.Y. Zeng, W.Y. Gu, G. Lu, L. Rong, Y.C. Tian, Z.J. Yao, G. Fu, B.S. Chen, R.G. Fang, B.Q. Qiang, Z.u Chen, G.P. Zhao, J.L. Tang, and C.Z. He. 2005. Comparative and functional genomic analyses of the pathogenicity of phytopathogen Xanthomonas campestris pv. campestris. Genome Research. 15:757-767.
19. Saini, R. 2009. Breeding trends in vegetable brassicas Seven Key characteristics of crop improvement. Availableat http://www.brassicastoday.com/en/breeding- trends-in -vegetable-brassicas--newsc-240.aspx.htm. Accessed July 15,2011.
20. Sherf, A. 1979. Disease of crucifers-Fusarium yellow. Vegetable crops. Cornell University.
21. Slusarenko,A. J., R. S. S. Fraser and L. C. van Loon 2000 Resistance to Plant Diseases Mechanixms. Kluwer Academic Publisher.
22. Staub, T. and P. H. Williams. 1972. Factors Influencing Black Rot Lesion Development in Resistant and Susceptible Cabbage. Phytopathology. 62:722-728.
23. Waara, S. and K. Glimelius. 1995. The potential of somatic hybridization in crop Breeding. Euphyica. 85:217-233.
24. Williams, P. H., T. Staub, and J. C. Sutton. 1972. Inheritance of Resistance in Cabbage Black Rot. Phytopathology. 62:247-252.
25. Williams, P.H. 1980. Black rot : a continuing threat to world crucifers . Plant Disease. 64: 736-742

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

臺中區農業改良場專題討論專集. 一〇一年／趙佳鴻編著. -- 初版. -- 彰化縣大村鄉：農委會臺中農改場, 民102. 05
面； 公分. -- (臺中區農業改良場特刊)
ISBN 978-986-03-6962-5(平裝)

1. 農業 2.文集

430.7 102010020

書　　名：臺中區農業改良場一〇一年專題討論專集
出版機關：行政院農業委員會臺中區農業改良場
通 訊 處：彰化縣大村鄉田洋村松槐路370號
網　　址：http://tdares.coa.gov.tw/
電　　話：04-8523101-7
發 行 人：張致盛
編　　著：趙佳鴻
出版年月：102年05月
版　　次：初版
定　　價：新臺幣300元整
印　　刷：財政部印刷廠
電　　話：04-24953126
展 售 處：行政院農業委員會臺中區農業改良場
展售書局：1.五南文化廣場臺中總店/400臺中市中山路6號(04)22260330
　　2.國家書店松江門市/104臺北市松江路209號1樓(02)25180207
GPN：1010201012
ISBN：978-986-03-6962-5(平裝)
版權所有 翻拷必究