

農業環境變遷對葫蘆科蔬菜育種與栽培技術之挑戰

王毓華^{1,3} 林子凱¹ 林照能²

¹農委會農業試驗所作物組 ²鳳山熱帶園藝試驗分所

³通訊作者 e-mail: yhwang@tari.gov.tw 聯絡電話: 04-23317132

摘要

藉由作物品種改良、優良種子推廣及栽培技術進步，可提升作物生產，並提供足夠糧食，以滿足人類日常生活的飲食需求與營養元素來源。隨著世界人口爆炸性的增加，加上農業栽培環境受到經常性或暫時性的氣象變化所影響，可能衍生糧食供應的危機。然而，蔬菜在糧食危機議題中所扮演的角色，可定義為微量營養元素的來源，一旦發生供應上的問題，則會引起人類營養不良，甚至造成死亡。因此本報告擬探討如何藉由改善品種、種子及栽培技術，以挑戰農業環境變遷對作物的影響。蔬菜種類具有多元化，其中葫蘆科蔬菜為重要蔬菜之一，根據 FAO 統計資料，西瓜、胡瓜、南瓜及甜瓜為四大葫蘆科蔬菜作物，而台灣則以西瓜、甜瓜、胡瓜、絲瓜及苦瓜為主要的瓜類蔬菜。大多數葫蘆科作物以栽培於溫暖季節為主，栽培過程中可能面臨氣候變遷的問題，包括溫度、水分及病蟲害等。為解決因農業環境變化，所衍生的葫蘆科蔬菜栽培生產上的障礙，可從提升育種與栽培技術兩方面著手，藉由擴大種原歧異度、利用種原變異性、建立適當且有效之抗逆性篩選指標、強化研究團隊合作功能、開發與應用提升育種效率之新科技以及培訓育種與栽培研究人力等多管齊下，以期減輕農業栽培環境變遷下，對於葫蘆科蔬菜生產的衝擊，進而增進葫蘆科蔬菜之產量、品質、營養價值及適應性，穩定糧食供應的安全。

前言

葫蘆科 (Cucurbitaceae) 蔬菜種類多元，長久以來經過人為選拔馴化，在世界各地已成為重要經濟栽培作物，原產地大多位於溫暖的熱帶及亞熱帶地區，也是台灣重要蔬果來源。葫蘆科蔬菜不但種類多，食用方式也很多元化，如以採收果實做為鮮食用蔬菜的胡瓜 (cucumber)、絲瓜 (sponge gourd)、苦瓜 (bitter gourd)、南瓜 (squash)、扁蒲 (bottle gourd) 及冬瓜 (wax gourd)；以採收嫩梢為蔬菜用的佛手瓜 (chayote)；採收果實經加工後做為蔬菜食用的越瓜 (pickling melon)；而西瓜 (watermelon) 及甜瓜

(melon) 則採收果實做為水果食用。根據 2009 年國際農糧組織 (FAO) 統計資料，西瓜、胡瓜、甜瓜、南瓜等瓜類蔬菜在世界蔬果生產上扮演著相當重要的角色，其中以西瓜種植面積最大，估計全球栽培 3,413 仟公頃，胡瓜次之，種植面積 1,958 仟公頃，接著為南瓜及甜瓜，種植面積分別為 1,667 仟公頃及 1,088 仟公頃 (FAO 2009)。

台灣葫蘆科蔬菜生產概況

台灣主要栽培的葫蘆科蔬菜種類包括胡瓜、西瓜、甜瓜、胡瓜、絲瓜、苦瓜及冬瓜，估計栽培面積達 4 萬公頃以上。胡瓜種類多，依其生態特性可分為大胡瓜、小胡瓜、加工用胡瓜、四葉系統胡瓜和溫室系統胡瓜，依據 99 年農業統計年報，栽培面積為 2,465 公頃，產量為 44,556 公噸，主要栽培於屏東縣及高雄縣。西瓜可分為紅肉大瓜、紅肉小瓜、黃肉西瓜、橙肉西瓜及無子西瓜，栽培面積為 11,610 公頃，產量為 225,925 公噸，主要栽培於花蓮縣、台南縣及雲林縣。甜瓜可分為洋香瓜、東方甜瓜及哈密瓜，洋香瓜栽培面積為 3,103 公頃，產量為 41,156 公噸，主要栽培於台南市及雲嘉地區；東方甜瓜栽培面積為 2,121 公頃，產量為 27,726 公噸，主要栽培於高雄市、屏東縣、嘉義縣及雲林縣。苦瓜依果實外型可分為白皮苦瓜、綠皮苦瓜、翠綠苦瓜及野生苦瓜，栽培面積為 1,768 公頃，產量為 30,742 公噸，主要栽培於屏東縣、彰化縣及高雄縣。冬瓜依外形可分為粉皮冬瓜、青皮冬瓜及小型冬瓜，栽培面積為 1,477 公頃，產量為 35,996 公噸，主要栽培於屏東縣及彰化縣。絲瓜主要分為圓筒絲瓜及稜角絲瓜，栽培及生產資料未調查，預估栽培面積約 2 千多公頃，高屏地區為主要生產地，約佔 50%。其他之扁蒲，南瓜，越瓜及佛手瓜為零星栽培，約有數百公頃。進一步分析近十年來，葫蘆科蔬菜生產狀況，大部分栽培面積都呈現下降的趨勢，平均減少 30% 左右，其中又以甜瓜栽培面積下降最為劇烈，減少面積約 40% (COA 2010)。由於造成葫蘆科蔬菜栽培面積大量下降的因素很多，除了從事農業勞動人口老化、栽培成本提高等，農業環境的變化更是不容忽視的問題。

農業環境變遷對葫蘆科蔬菜生產的潛在衝擊

葫蘆科蔬菜生長過程中，影響其最終產量之重要生物性因子，包括病害、蟲害及草害等。由於農業栽培環境變遷，可能造成整體農業生態系之平衡發生變化，進而改變病害、蟲害及草害之發生模式，使得葫蘆科蔬菜生產受到衝擊，因此如何避免環境中的生物性因子抑制作物的生長發育則成為現今蔬菜研發重要議題之一，並探討如何藉由育種技術以因應生物性環境因子的衝擊。

首先探討病害因子，病害會抑制植物的生長與發育，從種子到採收全程都可能受到病害的侵襲，一旦發生病害問題，則會影響作物的生產力，尤其發生快速傳播的流行病時，更是造成作物生產的嚴重損失。由於構成病害的三大元素為病原菌、感病寄主及環境，因此流行病害發生似乎與環境因子的變化息息相關，依據 Madden *et al.* (2007) 針對流行病的定義可知，造成危害作物生長的流行病的兩大因素為寄主族群與寄主-病原菌間相互關係，所以一旦環境發生劇烈變化，則病害的問題就可能難以控制。病原菌的感染會經過一定的過程，從侵入作物體內、繁殖到危害組織細胞等，都需要在適當環境下，才會有所表現。因此環境變遷可能對有病害的發生是有利的，但對有些病害反而是不利的。也就是說，農業環境因子的變遷，對於部分病害的發生有重要的影響作用。若要利用育種或栽培的手段，降低氣候變遷所引發的病害問題，則要審慎評估有發生潛力的病害種類與生態，才能有效加以防範。以台灣所栽培的葫蘆科蔬菜而言，夏季颱風豪雨常會造成短時間或長時間的湛水現象，包括細菌性、真菌性病害，即使部分葫蘆科蔬菜的根系可忍受短暫湛水，但因湛水而傳播之病害卻仍會造成瓜田農損，尤其是葫蘆科蔬菜的疫病 (*Phytophthora blight*)、腐霉病 (*Pythium root rots*) 等，有必要針對此類氣候變遷產生之農業栽培環境培育相關抗病品種，以及發展栽培技術以因應衝擊。

蟲害亦為葫蘆科蔬菜生產上的重要挑戰，由於台灣地處熱帶及亞熱帶地區，氣候高溫高濕多雨，多元而複雜的環境條件，全年適合多種蟲害繁殖與蔓延。昆蟲對於作物的危害行為，與病害相同，從植物的種子到採收都有可能受到傷害。作物一旦受到昆蟲的危害，不但會影響其光合作用，也會降低商品價值，尤其昆蟲媒介傳播性病害，更是普遍受到研究人員的重視。近年來農業環境變遷，易發生下雨集中，一年之中部分季節發生豪大雨，卻在部分季節發生長期乾旱無降雨現象，推論可能是造成昆蟲異常危害作物的重要因素。由於台灣所栽培之葫蘆科蔬菜為週年生產，因此提供其共通性蟲害之繁殖環境，一但在蟲害適合發生條件下，往往造成葫蘆科蔬菜全面性受害。以瓜實蠅的危害問題來談，這是屬於全面性的產業議題，尤其對於露天栽培的絲瓜、苦瓜等，更是值得重視的議題。自從有葫蘆科蔬菜的栽培紀錄，昆蟲媒介的病害則伴隨著發生，尤其是病毒病問題更是產業上重大挑戰。過去從蚜蟲媒介之矮南瓜嵌紋病毒 (*Zucchini yellow mosaic virus, ZYMV*)、木瓜輪點病毒 (*Papaya ringspot virus, PRSV*)、胡瓜嵌紋病毒 (*cucumber mosaic virus, CMV*) 及瓜類蚜媒黃化病毒 (*cucurbit aphid-borne yellow virus, CABYV*)，藉由網室隔離已較為有效防治。然而近十年來，小型昆蟲傳播性病毒病開始蔓延，民國 95 年期間由薊馬傳播之甜瓜黃斑病毒 (*Melon yellow spot virus, MYSV*) 和西瓜銀斑紋病毒 (*Watermelon silver mottle virus, WSMoV*)，經過徹底清園防治後加以控制，民國 97 年又爆發粉蝨所傳播的南瓜捲葉菲律賓病毒 (*Squash leaf curl Philippine virus, SLCPHV*)，接著民國 98 年又發生瓜類退綠黃化病毒 (*Cucurbit chlorotic yellow virus, CCYV*) 的危害，同樣也是經由粉蝨加以傳播 (Deng 2011; Peng *et*

al. 2011)。然而光是仰賴育種手段已達到抗蟲的效果，似乎是個長期抗戰，但是若能配合開發有效的農業資材與設施，共同抵抗蟲害對於葫蘆科蔬菜的直接傷害，也可加速防禦蟲害所帶來的間接傷害。

雜草在田間生長會與作物發生競爭作用，干擾作物生長，甚至降低產量與品質，增加生產上的成本。然而更重要的一項缺點，則是與病、蟲害之間有著密不可分的关系。由於雜草可能是病、蟲害的中間寄主，亦或是提供庇護場所，影響田間清潔衛生。另一方面，非生物性逆境因子對於葫蘆科蔬菜的生長的影響也頗為劇烈，主要包括溫度、水分及鹽化等逆境，降低作物光合作用效率、酵素的活性等，抑制植物生長與發育，使得植株發生萎凋、壞疽、死亡，從種子萌芽、葉片生長、開花授粉、著果等過程，都有可能受到傷害，降低品質及產量，影響作物生產。

溫度對作物生長的衝擊，包括極高溫、極低溫及劇烈溫度變化。高溫傷害又可分為空氣及介質高溫障礙，雖然全球部分地區的溫度變化可藉由氣象因子加以預測，然而有些地區的急速高溫往往是無法預知，尤其是伴隨著強風的高溫，對於作物的生長發育更是致命性的影響。由於台灣環境中相對濕度高，對於高溫逆境更具有加成作用。另外近年來設施精緻栽培普遍應用於葫蘆科蔬菜，夏季高溫的所發生的溫度蓄積問題及栽培介質溫度等，都是值得注意的議題 (Higashide 2009; Wubs *et al.* 2009)。極低溫的氣候條件並不常見於台灣，唯季節變化時所發生的霜害冬季，以及冬季寒流低溫傷害，由於大多數葫蘆科蔬菜適合於溫暖的環境生長，當寒害發生時對於植物的生長會有明顯的抑制作用。另外氣溫在高溫與低溫之間於短時間內發生劇烈變化，也是葫蘆科蔬菜生產的逆境，尤其春夏及秋冬兩個季節交替時，也是葫蘆科蔬菜栽培的主要季節，因環境變遷，使得溫度變化過於劇烈，容易造成植物體的生理性障礙。由於葫蘆科蔬菜屬異交作物，必須就由媒介昆蟲授粉（主要為蜜蜂），溫度劇烈變化時，對於昆蟲授粉環境不利，容易發生授粉不良的問題，此現象亦值得注意

水為作物生長之必要元素，然而在氣候變遷下，水卻也是造成作物生長逆境的原凶之一。水所引起的逆境包括乾旱及澇水，近年來台灣的雨水分佈不均，變異性大且難以預測，春夏季時常發生連續豪大雨，造成葫蘆科蔬菜產區發生淹水情形，甚至連續多日澇水，由於土壤中的孔隙被水所佔據，降低土壤中的有效氣體利用率，植株發生病害甚至死亡，尤其在雨後大晴天下，更是加速作物的損失。作物本身對於澇水的耐受性，主要只要受到根系構造內的生理性因子所影響。另一方面，水亦為葫蘆科蔬菜生長之所需，尤其是連續性採收的葫蘆科蔬菜種類，植株對水的需求很高，當作物生長進入著果期階段，適當提供水分則可提高產量，因此葫蘆科蔬菜生長過程中，若遭逢乾旱發生，不但抑制植株生長與發育，影響微量元素的吸收，同時也會降低開花、著果及品質。不同葫蘆科蔬菜對於乾旱逆境的耐受性也有所差異，一般而言根系分佈愈廣，根系數量愈多者，理論上適應性較佳。

另外鹽化逆境則普遍發生於沿海低窪地區，往往也伴隨著淹水的問題。當土壤中

離子濃度升高 (主要為 Na^+ 和 Cl^- , 還有 Ca^{2+} , Mg^{2+} 和 SO_4^{2-}), 迅速地降低作物對水分的利用效率, 同時伴隨植物體內離子的累積, 緩慢地影響作物的生長與代謝, 產生毒害現象。植物本身對於鹽化逆境的耐受性源自於其生理特性, 藉由抑制有毒離子的運移, 提升高鹽環境下生長, 另外確保種子生命力及維持萌芽能力。

葫蘆科蔬菜研發策略以因應農業環境變遷

爲了因應農業栽培環境變遷對於葫蘆科蔬菜栽培的影響, 如何擬定研發策略以提升育種效率及強化栽培技術, 並提供維護全體人類生活必須營養元素之來源, 則爲當前從事葫蘆科蔬菜之研究人員必須重視的議題。由於這個議題屬於整合性的, 包括如何選擇適當作物種類、提高種原歧異性及多元化、抗(耐)逆境基因遺傳行爲、改良育種效率、提升栽培管理技術以及新技術之引進等, 經由層層分工研發, 以正面迎擊氣候變遷可能帶來的負面影響。

農業環境變遷對葫蘆科蔬菜生產的影響因子, 不論生物性或非生物性因素, 對於葫蘆科蔬菜作物之生長及發育都會產生負面作用, 從種子發芽、開花、授粉、著果以及果實採收後貯運性, 均可能有所影響。環境逆境進而降低植物光合作用、酵素活性、生化生理反應等, 使得植株發生萎凋、黃化、壞疽、果實異常, 因此若能了解各種葫蘆科蔬菜之生長特性, 考量對逆境之耐受性、植株受到傷害後之復原能力及強健根系等條件, 篩選適當作物種類, 並兼具高營養價值與對環境(日照長短、溫度需求)鈍感, 進行重點式發展。舉例而言, 2009年之八八風災, 豪大雨造成絲瓜產區嚴重淹水, 然而由於絲瓜的根系較爲發達, 因此災後復原能力強, 經過適當肥培及病蟲害防治處理後, 短期內即可開始生產絲瓜果實, 提供果菜類消費市場食用。另外根據筆者過去從事葫蘆科蔬菜研究觀察, 中國南瓜類型之木瓜型南瓜較西洋南瓜耐熱, 東方型甜瓜則較洋香瓜耐高溫, 深綠皮類型之絲瓜通常較淺綠皮絲瓜耐淹水, 而綠皮苦瓜則較白皮苦瓜耐低溫。因此, 選擇適當作物種類及品種, 針對因應農業栽培環境變遷所可能發生的逆境, 進行研發育種或開發栽培技術, 以維持提供人類日常生活所需之基本蔬果來源。

遺傳資源爲育種之根本, 維持遺傳多樣性則爲進行品種改良之基礎。由於葫蘆科蔬菜爲國際間重要種苗之一, 具有較高的經濟利益價值, 因此世界各國均有大量資源投入葫蘆科蔬菜之育種研發工作, 其中以西瓜、南瓜、胡瓜及甜瓜爲主。爲了提高葫蘆科蔬菜之產量、品質、抗逆性等特性, 以育成優質、高產及具適應性之新品種, 若能掌握遺傳多樣性的種原, 則在因應農業環境變遷育種較具優勢。整理幾個國際間葫蘆科蔬菜相關之重要種原網站, 第一個首推美國農業部 USDA-ARS 之植物種原系統, 收集各種作物種原, 可提供研究及教育目的進行種原索取, 這些種原收集自世界各地; 針對這些種原的特性進行評估, 尤其包括抗病性等重要資訊, 可以提供育種者參考。

另外還可參考由西班牙所整合的歐洲瓜類作物遺傳資料庫。而農委會農業試驗所作物種原庫多年來亦有針對重要作物種原收集、繁殖及評估，部分已調查評估之特性資料亦可在種原庫網站查詢。另外在亞蔬-世界蔬菜中心 (AVRDC-The World Vegetable Center) 的種原庫，也有少量葫蘆科種原。作物爲了適應廣大環境生態，在天然淘汰的條件下，形成對環境具適應性之多樣性。然而自從人爲淘汰因素的介入，爲了滿足人類日常生活所需，以提高產量、品質等目的，長期進行定向選拔，捨棄非期望的特性，漸漸造成遺傳歧異度太小，降低選拔效率，浪費育種資源等現象。因此育種者應重新檢視育種材料的親緣關係，妥善利用種原資訊，並透過國家種原庫進行重要種原引種工作，導入有用的種原，必然有助於未來因應氣候變遷下，葫蘆科蔬菜育種之發展。

人類自從開始農耕生活模式後，即開啓作物育種之發展，利用遺傳學原理來改變或改良作物之遺傳行爲，育成利用價值較現有品種更高之新品種。當進入因應氣候變遷議題時，了解可能面對的逆境，篩選適當種原材料，評估如何利用育種方法，達到育成抗(耐)逆境之新品種。因此除了傳統育種方法之外，還有幾項關鍵技術值得投入開發，首先可先可從方法學開始，針對重要性狀，建立客觀評估指標，這也是國內目前葫蘆科蔬菜研究上最缺乏的一部份，包括抗生性與非抗生性之外表型評估指標，建立穩定可重複之評估方法，以有效選拔育種材料。過去葫蘆科蔬菜之遺傳機制的研究，在國內的研究並不多，針對少數基因所控制的性狀，可利用古典遺傳分析，即可評估其遺傳行爲，若是數量性狀，則要配合現代生物技術，也可略窺其遺傳行爲的狀況。由於葫蘆科蔬菜屬於異交作物，商業經濟價值高，加上具有自交弱勢不明顯的特性，普遍栽培品種均大多育成雜交品種推行栽培，促使育種過程中因定向選拔，育種人員可能爲商業利益，忽略維持遺傳歧異度的重要性，容易造成遺傳過於狹窄，甚至發生遺傳脆弱性，一旦發生逆境時，造成產業上的全面性問題。若要面臨氣候變遷所從事的育種行爲，可考量以族群改良爲原則，擴大族群遺傳結構之複雜性，並評估不同地區環境之表現，遺傳與環境間的相互作用關係，進而提升作物對於環境之適應性。另外，由於氣候變遷所導致的非生物性因子之衝擊，針對葫蘆科蔬菜作物的根系改良亦爲一大重點，藉由改良根系結構，強化根系對逆境的耐受性，配合嫁接技術之研發，或許可提供解決作物地下部生長障礙的問題。

葫蘆科蔬菜植株生長方式爲蔓性，早期開始栽培時，大多採匍匐式露地栽培，例如西瓜、甜瓜及冬瓜等，栽培方式較爲粗放。隨著栽培技術發展，包括畦面使用銀黑塑膠布覆蓋、植株直立式栽培、簡易設施的應用，進而開發溫室栽培，使葫蘆科蔬菜栽培更穩定。由於設施栽培具有防寒、保溫、防雨、防蟲及調節產期等功能，可降低植株直接暴露於自然環境下的風險，以生產高經濟價值的蔬果爲目的。然而設施栽培（包括簡易設施及溫室栽培）卻容易發生連作障礙，影響葫蘆科蔬菜生長發育。乃因溫室受限於固定式的結構，不易與水田輪作，加上土壤缺乏天然雨水淋洗，可能

造成土壤傳播病蟲害或其他鹽積、營養失衡等問題。針對這些抑制因子，除了以育種、物理性或化學性方式防治，嫁接栽培亦為克服逆境之重要解決方法。嫁接技術在日本的溫室栽培小黃瓜幾乎都採用嫁接苗，而甜瓜也有極大比例採用嫁接苗。國內目前葫蘆科作物以西瓜、苦瓜、絲瓜嫁接苗應用得較為普遍，嫁接技術原則上已沒有太大問題。不過值得注意的是嫁接親和性的問題，尤其在嫁接砧木的選擇，更需審慎評估。過去溫室栽培主要栽培介質為土壤，為了解決連作障礙，還可藉由無土栽培方式，以克服連作障礙的問題。無土栽培方式有很多種，包括水耕、泥炭土槽植耕、泥炭土袋植耕、泥炭土籃耕等，由於泥炭土比水耕方式具要較大緩衝能力，因此栽培上相對較水耕方式容易管理，但是提供泥炭土栽培之營養源的管理技術，則是另外一門學問。在許多農業技術進步的國家均有開發葫蘆科蔬菜栽培用的養液配方可供參考，不過隨著栽培環境、設施結構、品種、管理技術等，則需改良一套適合的養液管理技術，將來應配合健康管理概念，以合理安全的病蟲害防治技術，進而整合成設施養液介質栽培技術，提升設施栽培技術價值。

為因應農業環境變遷對葫蘆科蔬菜栽培所造成的衝擊，除了利用傳統的育種與栽培技術之外，藉由引進新技術可提升育種及栽培技術研發之效率，減少將來栽培所面臨的困境。本報告提供幾項可引進葫蘆科蔬菜研發利用之技術概念，其一為生物技術。由於近年來生技技術發展神速，從遺傳研究到基因體學的進步，從外表型表現進入基因型表現以認識育種材料，由於瓜類蔬菜的基因體組相對較小 (Wang *et al.* 2006)，可藉由分子標誌 (Molecular marker) 的應用，評估親緣關係、抗逆境基因表現等。並進一步利用數量性狀基因座定位 (Quantitative trait loci, QTLs) 技術，針對過去不易掌握的數量性狀深入研究，並走入分子輔助育種 (Marker-assisted breeding, MAS or MAB) 的世代 (Garcia-Mas 2008)。另一為 reverse breeding (Driks *et al.* 2009)，可應用於任何異交作物育種，在不同世代中干擾配子體形成過程所發生的染色體互換及配合其他生物技術，藉由固定未知的異型結合體，以增加族群的歧異度；也可藉由已知遺傳背景的材料，直接生產染色體置換系，以加速親本的育成效率。最後有關種雜交的引進也是葫蘆科蔬菜研究可參考的議題，過去的種間雜交僅見南瓜的屬間雜交 (Robinson and Decker-Walters, 1997)，其他則尚未有成功的案例，現今生物技術及組織培養的技術進步，將來針對部分葫蘆科蔬菜種類所缺乏的性狀，例如抗病性，或許可以發展種間雜交導入特殊性狀，以因應氣候變遷的衝擊。

結 論

近年來氣候變遷的議題普遍受到重視與關心，農作物即是生長於這片即將或正在面臨變動的自然環境中，加上全球人口快速成長，一旦發生問題則會危急到糧食安全。然而農業研發工作的最終目的為滿足全體人類生活的基本需求，從事農業研究人員應

及早因應，儘快預測農業栽培環境變遷可能發生的逆境，研發育種及栽培技術，並善用過去已開發的技術，整合新興的發展的科技，以縮短各項技術間的鴻溝。綜合而論，爲因應氣候變遷的衝擊，以提升葫蘆科蔬菜育種及栽培技術發展之效率，配合農業生態系發展對環境友善之農耕技術，有效利用遺傳資源，長期監測環境逆境之變化，建構研究成果資訊分享平台，組織不同研究領域團隊，進而促使農業研究永續發展，以及農業長期經營與管理。

參考文獻

- Chang, Y. H., C. H. Hsaio, W. Z. Yang, S. H. Hseu, Y. J. and C. H. Huang. 1987. The occurrence and distribution of five cucurbit viruses on melon and watermelon in Taiwan. *J. Agri. Res.* 36:389-397. (in Chinese with English abstract)
- Council of Agriculture (COA). 2010. *Agricultural Statistics Yearbook*. COA, Executive Yuan. Taipei, Taiwan.
- Deng, T. C. 2011. Evolutionary change of trends in prevalence of cucurbits-infection viruses in Taiwan, 1981-2011. p. 147-164. *in the Proceeding of the Symposium on Integrated Management Technology of Insect Vectors and Insect-Borne Diseases*. Taiwan Agricultural Research Institute, Coa Pub. Taiching. (in Chinese with English abstract)
- Dirks, R. et al. 2009. Reverse breeding: a novel breeding approach based on engineered meiosis. *Plant Biotech. J.* 7:837-845.
- Garcia-Mas, J. 2008. Current genomic resources in melon and other cucurbits. p.201-205. *in the Proceeding of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae*. INRA Pub. Avignon, France.
- Higashide, T. 2009. Prediction of tomato yield on the basis of solar radiation before anthesis under warm greenhouse conditions. *Hortscience* 44:1874-1878.
- Madden, L. V., G. Hughes and F. van den Bosch. 2007. *The study of plant disease epidemics*. American Phytopathological Society. Minnesota.
- Peng, J. C., S. D. Yeh and L. H. Huang. 2011. Emerging threat of thrips-borne melon yellow spots on melon and watermelon in Taiwan. *Europ. J. Plant Pathol.* 130:205-214.
- Wang, Y. H., R. A. Dean and T. Joobeur. 2006. Genetic mapping and molecular breeding in Cucurbits. *Pl. Breed. Rev.* 27:213-244.
- Wubs, A. M., E. Heuvelink, and L. F. M. Marcelis. 2009. Abortion of reproductive organs in sweet pepper (*Capsicum annuum L.*): a review. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 84:467-475.

Breeding and cultural technologies of cucurbits in the changing agricultural environment

Yu-Hua Wang^{1,3} Tzu-Kai Lin¹ and Jaw-Neng Lin²

¹ Taiwan Agricultural Research Institute

² FengShan Tropical Horticultural Experiment Branch TARI

³ Corresponding author: yhwang@tari.gov.tw, 04-23317132

Abstract

Genetically improvement of crops, high quality seeds extension and advanced cultural techniques promotion have been contributors to yield increase and to nutrient supply. However, the global population is growing and the agricultural environment is changing, the world food supplies will meet strongly pressure in the future. To feed the several billion human beings and to maintain food security, the production of food must be increased. Vegetables are the important sources to provide micronutrient to people living. Among the vegetables, the cucurbit crops are one of the largest groups with the wide adaptation from temperate to tropical climate environment. The Cucurbits is a group for cultivated species of the family Cucurbitaceae which is originated from tropical and subtropical regions around the world. By production area, the top four cucurbits produced in the globe are watermelon, cucumber, squash and melon. In Taiwan, cucurbit crops also occupy the dominant source of vegetables in consumption market, especially watermelon, melon, cucumber, sponge gourd and bitter gourd. Cucurbits are one of the major providers of vegetables and supplementary food. Because the cucurbits are grew in warmer seasons in Taiwan, the production of cucurbits face some stress challenges which are due to the changing agricultural environment. Temperature variation, floods, drought, disease pathogens and pest are the major stress, which adversely affect cucurbit plants growth and productivity. Therefore, it is important to improve the breeding and cultural technologies of cucurbit crops in the changing agricultural environment. Some essential components are required simultaneously: mining and exploit of genetic diversity, establishment of stress breeding indices, enhance of collaboration, advanced research techniques and efficiency and developing high quality researchers. The integrated strategies for scientific research should be implementing to maintain and increase cucurbit crop production in unpredictable environment.

