

瓜類花性表現及全雌品系在採種上之應用

蕭吉雄¹ 王毓華² 林子凱²

前 言

瓜類花性的表現較其他作物來得複雜，雖然在花原體形成初期具有雌、雄花器，然而在花芽生長分化過程中，花性尚未決定之時，受到遺傳因子，外在環境因素（尤其溫度及日照）與植物生長調節物質之影響，致雌性花器退化而形成雄花或雄性花器退化而產生雌花，若雌雄花器均能正常發育則為完全花或兩性花，由於產生之雄花、雌花或完全花在植株上之排列組合方式，形成瓜類作物相當複雜而又多樣的花性類型。一般瓜類的主要栽培品種除甜瓜比較特殊是雄花兩性花同株之外，其他瓜類都是雌雄異花同株，當然也有一些例外。

因為瓜類花朵碩大，一次授粉可以得到數十至數百粒種子，又有明顯的雜種優勢，一代雜交種的應用普遍受到農民的歡迎。通常雌雄異花同株的瓜類品系作為生產一代雜交種之母本時，雖然不需要除雄（甜瓜之雄花兩性花品系除外），仍需套袋及人工授粉，無形中增加採種成本。若能以全雌株或高雌株品系（初期需注意去除雄花蕾）為母本，在隔離良好的地區，種植適當比例之父母本，就可放任蜜蜂或其他媒介昆蟲行自然授粉，由母本所採收的種子均是一代雜交種。這在台灣農村勞

力老化及工資昂貴的今天，不失為提高蔬菜種苗競爭力之方法。本文介紹瓜類花性之種類，控制瓜類花性之遺傳及其影響因子，全雌性瓜類之來源，全雌性品系之選育，全雌性品系之維持或繁殖，全雌性瓜類之穩定性及其在採種之應用。

瓜類花性之類型

瓜類的花性從全雌株至全雄株都有，除此之外尚包括：雌花兩性花同株、兩性株、雌雄異花同株、雄花雌花及兩性花株、雄花兩性花同株等類型，瓜類的七種花性簡單說明如下：

1. 全雌株 (Gynoeceous)：全株只產生雌花，在胡瓜、甜瓜、苦瓜、絲瓜、南瓜及冬瓜均有發現，有時基部偶爾產生少數雄花，而成高雌株，目前以胡瓜之全雌株最普遍。
2. 雌花兩性花同株 (Gynomonoecious)：在主蔓上先有一段兩性花節，而後是雌花和兩性花相間隔的節位。胡瓜、甜瓜偶而發現有這一類型植株，一般為暫時性的或過渡型的。
3. 兩性株 (Hermaphrodite)：全株只產生兩性花，胡瓜、甜瓜、及絲瓜有這種類型的品種，這是一種比較原始的型態。
4. 雌雄異花同株 (Monoecious)：主蔓

¹ 種苗改良繁殖場 場長

² 農業試驗研究所 助理研究員

上先有一段雄花節，其後一段有雄花雌花相間著生，有時後期有一段連續的雌花。大部份的瓜類品種屬於此型，通常基部先開雄花。

5. 雌花、雄花及兩性花同株 (Trimonoecious)：也就是三性花株，主蔓上先有一段雄花節，其後是一段雄花、兩性花和雌花相間隔的段落，最後是以雌花為主的節位，也是一種暫時性或過渡型。
6. 雄花兩性花同株 (Andromonoecious)：最初幾節是雄花，繼之一段兩性花和雄花相間的節位，最後則是兩性花。甜瓜的主要栽培品種屬於此一類型，而西瓜和冬瓜的某些品種也有。
7. 全雄株 (Androecious)：全株只產生雄花。胡瓜偶爾發現有此一類型，以乙烯處理會產生雌花，一般並無栽培價值。

控制瓜類花性之遺傳及其影響因子

瓜類之花性遺傳研究以胡瓜較多，甜瓜次之。絲瓜則以印度人研究最多，南瓜之花性遺傳研究並不多見，苦瓜、冬瓜幾乎沒有這方面之相關報告，有些研究尚未有共同的結論。

胡瓜是典型的雌雄異花同株作物，一般雄花較雌花多15~30倍。而花的雌雄及其出現的頻率是受遺傳所控制，早在1928年 Rosa 即指出雌雄異花同株對兩性株為顯性，且由一對基因控制，後來許多研究人員也都獲得証實，並把這一對基因定為 G 和 g。此後又有不少學者根據雜交試驗的結果，提出有關胡瓜性型遺傳的假說，

雖然使用的基因符號不同，但其內涵是一致的。基本上胡瓜之花性表現主要由兩對主效基因 (M 及 F) 來主導，但亦會受到微效基因即品種的遺傳背景及環境的影響而稍加改變。M 及 m 是控制單朵花出現雌花或兩性花的基因，而 f 及 F 是控制植株出現或不出現雄花的基因。例如：

MMFF 全雌株，全株只有雌花。

mmFF 兩性株，全株均只有兩性花。

MMff 雌雄異花同株，全株有雄花及雌花。

mmff 雄花兩性花同株，全株有雄花及兩性花。

甜瓜則是雄花兩性花同株的作物，其性型表現類似胡瓜，但略有不同。A 及 a 是控制單一朵花出現雌花或兩性花之基因，而 G 和 g 則是控制有或無雄花出現的基因，例如：

AAgg 全雌株（或雌花兩性花株）；全株只有雌花（少數有兩性花）。

aagg 兩性株，全株只有兩性花。

AAGG 雌雄異花同株，全株有雄花及雌花。

aaGG 雄花兩性花同株，全株有雄花及兩性花。

絲瓜之花性遺傳比較複雜，但基本上也是由 A 和 G 兩對主效基因控制，惟每一基因座有複等位基因 (Multiple alleles)，致其遺傳較胡瓜和甜瓜複雜。例如：

Aa'gg' 為全雌株。

aa'gg, aagg', aagg 為兩性株。

$Aa'Gg$, $AaGg$, $Aagg'$, $AaGg'$ 為雌雄異花同株。

$aa'Gg'$, $aa'Gg$, $aagg'$, $aaGg$ 為雄花兩性花同株。

花性之表現除受上述的遺傳基因所支配外，也受生長環境如溫度和日照以及植物生長調節劑等的影響。圖一中之 A、B、C、D、E 係表示不同雌性化程度之胡瓜品種。

(一) 溫度：胡瓜在日溫 25°C ，日長 8 小時，夜溫 $13-15^{\circ}\text{C}$ 的條件下，為雌花形成的適宜溫度。南瓜、蒲瓜、絲瓜和苦瓜在低溫、短日照條件下，可促進雌花分化。

(二) 日照：胡瓜、南瓜、絲瓜、苦瓜及蒲瓜等均是短日照作物。胡瓜有許多品種能夠在短日照條件下，促進其雌花發生。絲瓜是對短日照要求較嚴格的種類，需要 10 天以上每天 9 小時的短日照處理，可使雌花提前發生，甜瓜在每天 12 小時的

日照條件下，可加速雌花發生，增多雌花數，而每天 8 小時日照，雌花出現約晚 8-9 天，雌花數目顯著減少。

日照和溫度兩者之間對瓜類花性分化的影響是有相互的作用。

(三) 植物生長調節劑或化學藥劑：瓜類在苗期噴施植物生長調節劑或化學藥劑可以促進雄花、兩性花或雌花之產生，例如全雌性胡瓜噴施 GA_3 1500 ppm， GA_4 150 ppm，硝酸銀 250 ppm 或其他含銀離子之藥劑可誘導胡瓜產生雄花，而 250 ppm 之乙烯可誘導雌雄異花同株胡瓜、南瓜、蒲瓜等提早產生雌花及雌花數目增加。250 ppm 之硝酸銀，亦可誘導全雌性甜瓜及苦瓜產生兩性花或雄花，250 ppm 之乙烯促進雄花兩性花同株之甜瓜增加雌花或兩性花之形成。100 ppm 之 GA_3 對苦

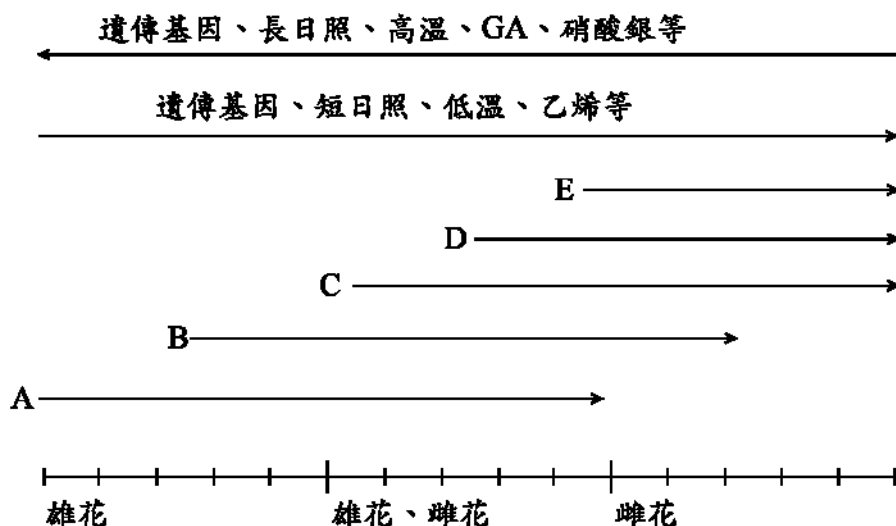


圖 1 影響胡瓜花性表現之因子(仿 Galun, 1961)

瓜有明顯的促雌作用。此外嫁接、氮肥、灌水等對花性也可能有某種程度上的影響。

全雌性瓜類之來源 胡瓜

美國全雌性胡瓜多半源自1948年Meader先生從韓國引入的全雌品系PI220860 (Shogoin)，1954年Shogoin第一次種植在紐約州Geneva試驗場之植物引種站時，大部份的植株被發現只產生雌花，並於同年9月康乃爾大學蔬菜品種田間參觀日(Cornell Vegetable Variety Field Day)首度展示給來訪的蔬菜育種者，其中密西根州立大學農業試驗場的人員，首先應用PI220860的全雌特性，終在1960年育成醃製用加工胡瓜品系(Pickling cucumber breeding line) — MSU713-5。此一品系具有同質結合的全雌性遺傳因子，並可能是此後全世界育成全雌性胡瓜品種的種原。而在中國的一些胡瓜地方品種如紹乳黃瓜、三葉早及汶上刺瓜等，其族群中也被發現存在有相當高比例的全雌性或高雌性植株，一些植株經過自交後，全雌性植株的比例也更為提高，由此可見全雌性之胡瓜種原早已存在於東方胡瓜地方品種的族群中。

甜瓜

甜瓜之全雌性系統亦係於1960年任教於密西根州立大學的C. E. Peterson博士將夏威夷大學Poole教授所提供之兩性花品系與來自位於加拿大曼尼托巴省(Manitoba) Morden試驗場的一個雌雄異花同株品系

Morden雜交後所獲得，當時因全雌性甜瓜品系之維持方法仍尚未獲得成功，所以一直未得到重視。俟Peterson博士轉任教於威斯康辛大學終於在1980年與其學生K. W. Owen等共同提出利用化學葯劑處理可以誘導產生兩性花。此後，這一全雌性品系WI998才得以自交繁殖，當這個問題獲得解決後，全雌性甜瓜的後續改良工作及其應用才有可能。WI998品系是一不太穩定的族群，某些性狀仍在繼續分離中。筆者等亦在1980年代利用農委會自中國引入之野生兩性株甜瓜品系和美國康乃爾大學的雌雄異花同株品種雜交和回交，並經多代之選拔亦獲得全雌性之後代。

絲瓜

1997年台灣大學園藝系楊雯如教授由美國引進之絲瓜種原(來源是印度)轉贈筆者，於次年春天在農試所進行繁殖及性狀調查時，發現稜角絲瓜代號PI381866的其中一株全部只開雌花，而原本之雄花序也都轉變為雌花序，經嫁接於圓筒絲瓜再繼續觀察，確定為全雌株，由於只產生雌花，沒有雄花，僅能暫時以嫁接方式進行繁殖，雖曾數度嘗試利用硝酸銀處理，但均無法誘導產生雄花。1999年種植於網室中之嫁接株在翌年3~5月間偶然在一些細弱的枝條上產生一朵雄花，才得以自交繁殖獲得種子。另外同樣在1998年秋，進行圓筒絲瓜種原評估時，由南投信義鄉邱姓農友贈送的白皮白子絲瓜，發現其中一株為綠皮者全開雌花，甚至連雄花序也均是雌花，也同樣以嫁接方式來維持。此一綠皮之圓筒絲瓜在夏季高溫時偶然也會產生少數幾朵雄花及兩性花。

苦瓜

1996 年種苗改良繁殖場沈再發場長贈送筆者二個據稱為全雌性之深綠皮苦瓜品種群星及沙風，這二個苦瓜品種可能是日本沖繩縣農事試驗場所贈予，經筆者種植後都是雌雄異花同株，將其自交及二者雜交後發現有部分植株為高雌株或全雌株，經數代的固定而獲得穩定的全雌性品系。此種日本苦瓜米粒較尖，俗稱珍珠型苦瓜。全福種苗公司的詹全孝先生亦曾贈送筆者日本全雌性之綠皮苦瓜品系，此一品系與上述由群星及沙風後代所分離之全雌株很類似，都是綠皮、米粒較尖、果實較瘦長。2000 年從中國地方品種江門大頂苦瓜也發現一株全雌株，其果形較短，近果梗部較寬，而花痕部尖小，呈綠皮條肋狀，經嫁接後嫁接苗以硝酸銀處理產生兩性花，自交固定繁殖而來，而中國的另一較長之條肋狀之綠皮地方品種英引苦瓜，也有高雌株出現，目前正固定中。由日本綠皮品種群星後代出現之全雌株，和台灣一個白色苦瓜地方品種黑子苦瓜雜交，在其後代中亦出現一株全雌株，其果色偏白但稍帶綠色。同年由彰化社頭劉清尊先生所贈送之純白色苦瓜品種—黑仔白苦瓜幼苗中亦發現一株全雌株，這些全雌株均用嫁接及處理硝酸銀促進產生兩性花或雄花得以自交繁殖。

冬瓜

2000 年進行冬瓜種原繁殖及性狀評估時，在所收集之種原中早年由聯合種苗公司所贈，引自香港之黑毛節瓜 17 號有一株具有全雌性，以南瓜為砧木嫁接來保存。

此一全雌性冬瓜偶爾也會產生一、兩?正常或不正常的雄花，已將其自交獲得種子。另外自中國引進之冠星 2 號也發現有 2 株是高雌株已自交留種，目前正進行固定中。

全雌性品系之選育

選育全雌性之瓜類品系與選拔作物其他特性並無兩樣，當有了全雌性之材料（種原、品系、品種）並且瞭解其遺傳模式後，欲將其全雌性固定、轉移（或轉育）至其他品種（系）就容易多了，選育的方法可以採用自交、同系株間交(Sibbing)、雜交或回交等。有時配合嫁接、扦插等無性繁殖技術與處理硝酸銀或 GA₄/等促雄劑以誘導產生雄花或兩性花，茲將可能之方法簡述如下：

1. 全雌株的無性繁殖與固定：將偶然發現的瓜類全雌性單株用無性繁殖方法繁殖，如苦瓜可嫁接絲瓜、冬瓜嫁接南瓜或冬瓜、絲瓜嫁接絲瓜等，或用枝條扦插，俟嫁接苗或扦插苗成活後處理硝酸銀或其他促雄藥劑，俟雄花或兩性花開放，即可用以自交或株間交，如此連續一至數代就可將全雌株固定下來。筆者應用此法已固定數種苦瓜、冬瓜及絲瓜之全雌性品系。
2. 全雌性之一代雜交種的自交分離：將已知之全雌株胡瓜品種分批或不分批播種，第二批通常較第一批約晚 7~10 天，當第一批苗之第一片本葉展開時在處理硝酸銀等藥劑以誘導雄花或兩性花之產生。目前日本、荷蘭、以色列或某些台灣適合網室栽培之小胡瓜品種都是全雌性品種，很適合這種方式來分離固定全雌品系。
3. 應用傳統的雜交或回交育種方法轉移全雌

性：以發現的全雌性瓜類品種（系）為雜交親本之一或作為回交之非輪迴親，依照一般的雜交或回交程序進行雜交或回交後代全雌性品系之選拔，進行中配合硝酸銀或其他促雄劑之施用，將全雌性植株自交或系內株間交，即可將全雌性轉移到其他的一般品種上，此種方法可應用在各種瓜類上。筆者用回交育種已育出數個全雌性胡瓜品系，而苦瓜、絲瓜及甜瓜仍在繼續固定中。

4. 族群中定向選拔：在不同瓜類族群中依照既定之目標（全雌性），連續多代定向選拔，自交分離，就可獲得雌花率高，經濟性狀穩定之高雌性品系。中國廣東白沙蔬菜研究所應用此法將夏豐苦瓜(F_1)之後代固定為強雌性系。

全雌性品系之維持或繁殖

全雌性之瓜類只有雌花，通常必須在苗期噴施植物生長調節劑如激動素或硝酸銀等化學藥劑以誘導產生雄花或兩性花，然後進行自交或株間交，或在隔離的環境下進行自然授粉，以繁殖全雌性的品系。

胡瓜

在一片本葉期噴施 50~100ppm 之 GA_4 、1000~1500ppm 的 GA_3 、100~400ppm 之硝酸銀、STS(Silver-thiosulphate)或 AVG (Aminoethoxyvinyl glycine)等藥劑，約每隔 5~7 天噴施一次。在繁殖圃將噴施上述藥劑的全雌株與沒處理的全雌株按一定比例種植如 1:3，即一行處理的全雌株隔三行不處理的。通常處理藥劑到雄花開放，一般需經過 12~20 天左右。所以處理株要比不處理

株提早播種，花期才能妥當配合。在實際應用上亦可以等到植株長到 5~6 片本葉，可以容易識別植株之性型時，拔除會產生雄花的非全雌株，而後將全雌株之頂芽摘除，再噴施藥劑 1~2 次。由於去除頂芽，促使側蔓生長，約當側蔓長出本葉 2~4 片時，雄花便陸續出現，如此就可維持全雌性的品系。另外，以全雌品系之兩性株同源系(Isogenic lines)雜交，由母本所獲得之種子，後代也完全是全雌品系，參見圖二。

甜瓜、苦瓜

甜瓜、苦瓜之全雌株之維持基本上和胡瓜相同。惟全雌性苦瓜可能在高溫環境或嫁接絲瓜砧木後，有些植株會產生少量的雄花或兩性花，就可利用其產生的雄花或兩性花進行自交。至於全雌性絲瓜及冬瓜雖然可能利用嫁接來誘導一些雄花產生，但仍不很確定，適當維持方式仍有待繼續研究。

全雌性瓜類之穩定性及其應用

由於瓜類的全雌性表現除了受遺傳因子，如控制全雌性品系之雌性基因是同質結合 FF 或異質結合 Ff 及是否有影響全雌性表現之微效因子存在之外，有時也會受到外界環境因素，如日照的長短、溫度的高低、光線之強弱及育苗時之密度的影響，在某種程度上改變其花性之表現。例如有些全雌性的胡瓜及苦瓜品系，在不同季節栽培時，可能受到自然氣候環境或栽培條件的影響，產生少許雄花或兩性花，造成全雌性之表現不穩定，致影響其當採種母本所生產的一代雜交種的純度。因此若要有有效應用全雌性瓜類品系作為 F_1 之母本，應先充分了解全雌性品系

之穩定性，宜選拔穩定性高之全雌性品系。因此可以給予這些全雌性品系在容易產生雄花或兩性花之條件，例如處理適當的誘雄劑，或在容易產生雄花或兩性花之高溫環境下栽培，以選拔誘導雄花或兩性花發生較少或全無（即較穩定）之全雌性品系，進而利用這些較穩定之全雌性瓜類品系生產一代雜交種，就可提高一代雜交種之純度。

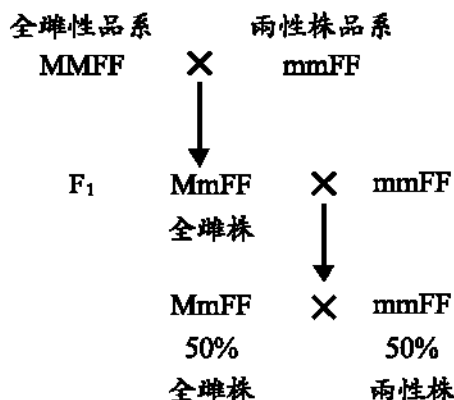
以全雌性胡瓜品系為母本生產一代雜種時，通常要選擇隔離良好地區，種植3~5行之全雌性品系配1行雌雄異花同株品系為父本，放任蜜蜂自然授粉，從母本植株所收穫

的種子即為一代雜交種子，如此所生產的一代雜交種理論上有可能是全雌株，但也有可能受到父本的遺傳背景的影響而產生高雌株或雌雄異花同株的後代（圖三）。若父母本均是全雌品系的話，也是在隔離區種1~3行母本對1行父本，父本需用藥劑處理以誘導雄花的產生。另外以全雌性品系之兩性株同源系為花粉親所獲得之 F_1 亦即為全雌性品系，或進一步以此一 F_1 做為母本與雌雄異花同株品系雜交，生產三系雜交種之種子，其他全雌性瓜類應用到一代雜交種之生產亦可仿照胡瓜之方法。

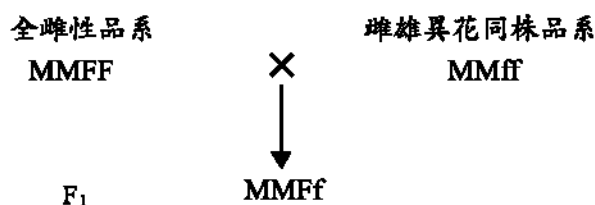
A. 藥劑處理法：



B. 兩性株同源系：



圖二 胡瓜全雌性品系之維持方法



F_1 可能為全雌株、高雌株、或雌雄異花同株

圖三 利用胡瓜全雌性品系生產雜交種之方式