

# 西瓜蔓割病菌生理小種鑑定與抗病品種之選育

陳甘澍<sup>1,2</sup> 張碧芳<sup>1</sup> 劉政道<sup>2</sup> 黃振文<sup>1,3</sup>

1 台中市 國立中興大學植物病理學系

2 高雄縣 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所

3 聯絡作者：電子郵件 jwhuang@dragon.nchu.edu.tw，傳真：+886-4-22851676

接受日期：中華民國92年10月20日

## 摘要

陳甘澍、張碧芳、劉政道、黃振文. 2003. 西瓜蔓割病菌生理小種鑑定與抗病品種之選育. 植病會刊 12:247-254.

利用 Black Diamond、Charleston Gray、Calhoun Gray 及 PI 296341 四個西瓜品種(系) 作為指示植物，判別西瓜蔓割病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*) 之生理小種，結果證明 FNC-0801，FNT-0202 及 FNH-0103 等三菌株均歸屬於 Race 0。由感病的 Sugar Baby 品種之族群中，選獲抗西瓜蔓割病的自然突變單株，經過6個世代的自交純化，所得的品系暫命名為 JSB。它具有極強的抗病性，且與原親本 Sugar Baby 具有相同的園藝性狀及品質。利用 JSB 當作抗病親本與不具抗病性之栽培品種雜交時，其 F<sub>1</sub> 世代皆呈現抗病等級，顯示 JSB 之抗病性，可經由遺傳方式導入西瓜優良栽培品種中。

關鍵詞：西瓜、蔓割病、生理小種、鑑定、抗病品種

## 緒言

西瓜蔓割病係由 *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (E. F. Smith) Snyder & Hanson 為害所致，為一種土壤傳播性病害，是西瓜生產上的限制因子之一。目前雖有許多方法推薦用於西瓜蔓割病的防治，惟栽培抗病品種是解決此病最有效的途徑<sup>(3,17,18,23)</sup>。國外最早從事西瓜抗蔓割病育種工作，首推 Orton 氏<sup>(30)</sup> 於 1907 年在 Citron 西瓜找到抗病因子，並利用此一抗病種原，育成第一個西瓜抗蔓割病的品種 'Conqueror'。隨後 Hawkelee、Hawkebury、Blacklee、Leesburg、Klondike、Fairgax、Charleston Gray、Dixie Queen×Klondike、Kawkebury×Clextex、Calhoun Gray、Summit 等多數個抗病品種或品系也先後被育成<sup>(23,25,28,29)</sup>；這些品種(系) 雖具有抗病性，但品質不理想且未能廣為栽培。直到 1979 年以後，許多研究者<sup>(12,13,14,15,16,17,18,27)</sup> 陸續進行西瓜抗病育種的工作，先後亦育成 Dixielee、Sugarlee、Mickylee、Minilee、SSDL 等抗蔓割病新品種，這些新品種亦同時抗西瓜炭疽病，且在品質方面已大為提昇，具經濟栽培價值及實用性，但它們只抗 Race 0 及 Race 1 兩種生理小種，卻不抗 Race 2<sup>(21,26)</sup>。因而 Netzer 氏<sup>(26)</sup> 再從 PI296341 西瓜種原中分離選獲抗病品系 PI296341-FR，此品系對於西瓜蔓割病菌的三種生理小種 Race 0、1、2 皆呈抗性，已成為育成抗 Race 2 的一個重要親本。中國大陸許氏等人<sup>(4)</sup> 利用此一抗病種原與感病的京欣一號父本自

交系 97103 雜交，嘗試將抗三種生理小種的特性導入西瓜栽培品種中，祈望育成較為理想的抗病品種。Cirulli 氏<sup>(10)</sup> 於西元 1972 年，最早提出利用鑑別寄主植物 (Differential host) 來區分西瓜蔓割病菌的生理小種，並鑑別西瓜蔓割病菌生理小種 Race 0 與 1。Martyn 氏<sup>(19)</sup>、Martyn 和 McLaughlin 兩氏<sup>(21)</sup> 及 Netzer 氏<sup>(26)</sup> 利用 Black Diamond 或 Sugar Baby (對 Race 0、1 及 2 皆呈感病)，Charleston Gray (抗 Race 0，但不抗 Race 1 及 2)，Calhoun Gray (抗 Race 0 及 1，但不抗 Race 2) 及 PI 296341 (抗 Race 0,1 及 2) 等四種西瓜品種當作鑑別寄主植物，藉以鑑定美國各地西瓜蔓割病菌株的生理小種，證實美國有 0、1 及 2 三種生理小種存在。在法國、以色列、西班牙及澳洲等地亦均有西瓜蔓割病菌生理小種 0、1 及 2 號的報導<sup>(11,21,23,26)</sup>。中國大陸的生理小種大多歸屬於 Race 1，但亦有 Race 0、2 及有別於上述 3 種的生理分化種<sup>(7)</sup>。台灣西瓜蔓割病之發生，係由澤田兼吉氏於 1928 年首次發現報導；至於台灣地區西瓜蔓割病菌是否存在不同的生理小種卻一直乏人探討。Barnes 氏<sup>(9)</sup> 以美國的蔓割病菌株篩選西瓜品種之抗性，結果發現來自不同地區的菌株，其致病力間的差異很大。黃氏<sup>(6)</sup> 曾於 1985 年引進上述部分國外抗蔓割病西瓜品種(系)，並進行抗病性篩選，結果皆呈感病反應，推論其可能與我國西瓜蔓割病病原菌之病原性及生理小種的分化有密切關係。

郁氏<sup>(1,2)</sup> 研究指出，台灣西瓜由於氣候環境、栽培條件和市場消費的特殊性，育種目標與美、日等國家不同，日本係以育成一代雜交、早熟、果實大小適中、瓢質細緻、甜而多汁、種子中小形為主；美國地區則以固定品種、中晚熟、大型果、果皮堅硬、瓢質較粗硬、不易變質、耐貯運、種子大為主；台灣西瓜育種目標以適於砂質土壤栽培為主，以早熟或中熟為原則，並祈待兼具抗多種病害為考量。因此，台灣西瓜育種工作有其地域性的特殊需求與目標，而非單純自國外引進品種即可解決生產問題，必須致力於培育適於台灣地區栽培的本土西瓜新品種為現階段育種目標。本研究之主要目的在於鑑別西瓜蔓割病菌的生理小種，進而培育適於台灣地區栽培且具有抗蔓割病能力的西瓜新品種。

## 材料與方法

### 供試菌株來源與保存

自苗栗縣後龍鎮西瓜栽培田，採回西瓜蔓割病之罹病植株組織，經 75% (v/v) 酒精表面消毒 1 分鐘後，移置於 2% (w/v) 水瓊脂培養基 (water agar, WA) 及 Nash-PCNB 選擇性培養基<sup>(24)</sup> 進行組織分離後，再經單孢分離培養於馬鈴薯葡萄糖培養基 (potato dextrose agar, PDA) 斜面上，生長 14 天後，刮取其分生孢子，懸浮於無菌水中，製成孢子懸液 ( $10^5$  spores/ml)，供作病原性檢定之需。經過柯霍氏法則 (Koch's postulates) 系列測定後，選取致病力較強的 FNH-0103 及保存於國立中興大學植物病理學系植物病害管理研究室的 FNC-0801 及 FNT-0202 菌株，作為本研究之主要供試菌源。所有供試菌株以 PDA 斜面培養基培養及保存；同時為了避免菌株產生變異與保持野生型 (wild type)，每隔 30-50 天進行單孢分離更新培養一次，其間每天給予 12 小時光照 (2 支 40 W 日光燈約  $37.0-55.6 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )，距培養試管 30 公分和適當溫度 (22-25°C)，使菌株保持正常生長<sup>(5)</sup>。

表一、利用鑑別指示植物區分西瓜蔓割病菌的生理小種

Table 1. Differential cultivars of watermelon for separating physiological races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* isolates FNC-0801, FNT-0202 and FNH-0103

Differential Plant	Race			Wilt (%)		
	0	1	2	FNC-0801	FNT-0202	FNH-0103
Black Diamond	S <sup>1</sup>	S	S	75 (S)	98 (S)	98 (S)
Charleston Gray	R	S	S	25 (R)	38 (R)	32 (R)
Calhoun Gray	R	R	S	19 (R)	20 (R)	9 (R)
PI 296341	R	R	R	0 (R)	0 (R)	2 (R)

<sup>1</sup> Resistant (R): 0-40% wilt; Susceptible (S): 41-100% wilt.

### 西瓜蔓割病菌株生理小種之檢測

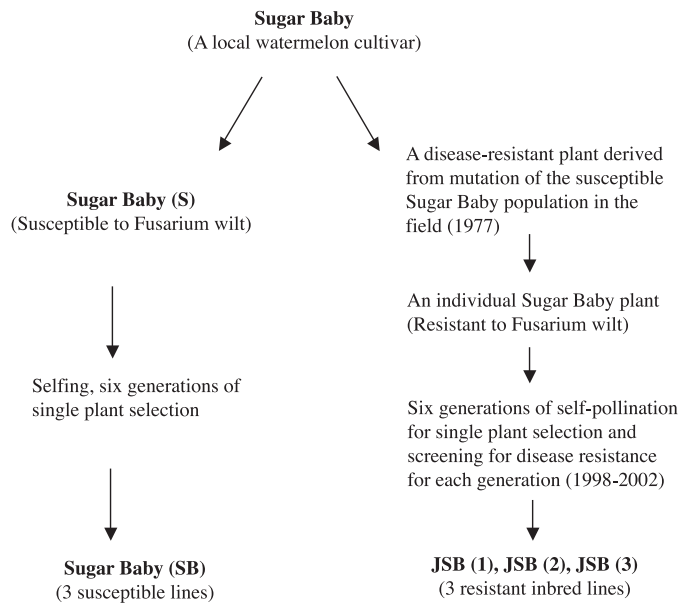
指示植物：取國外引進之 Florida Giant (Black Diamond)、Charleston Gray、Calhoun Gray 與 PI 296341 等四個西瓜品種作為鑑定生理小種之指示植物。

土壤混菌接種法：將採集自彰化 (FNC-0801)、苗栗通霄 (FNT-0202) 及苗栗後龍 (FNH-0103) 等三個西瓜蔓割病菌株培養於 PDA 上，然後挑取孢子堆移入 9 毫升無菌水中，做成孢子懸浮液，隨後倒入高壓滅菌 ( $121^\circ\text{C}$ 、 $15 \text{ lb/in}^2$ 、30 min) 過的玉米砂 (砂 100 公克，玉米粉 10 公克，水 15 毫升) 三角瓶中，培養 14 天，使菌絲長滿整瓶後，取出含菌玉米砂與其三倍量的砂質壤土均勻攪拌後，盛裝於塑膠袋中，每隔 2-4 天均勻混拌乙次，並維持 15% (w/w) 的土壤含水量，二週後，利用土壤稀釋平板法在 Nash-PCNB 選擇性培養基<sup>(24)</sup> 測定病菌土中西瓜蔓割病菌的菌體數 (propagules) 後，以不含病原菌的砂質壤土，將其含菌量稀釋為  $1.0-5.0 \times 10^3$  propagules/g，並分裝於  $30 \times 60 \times 8 \text{ cm}$  (長×寬×高) 黑色塑膠盤，然後直播催芽過之 Black Diamond、Sugar Baby、Charleston Gray、Calhoun Gray 及 PI 296341 等四種西瓜種子。每一測試品種，每盤皆種植 10 株，有四重複，計 40 株。完成播種後，隨即移入大型生長箱內 (日夜溫度  $30/25^\circ\text{C}$ ，相對濕度 80%，光度  $370.4 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )，每日定時澆水，每週施用花寶 2 號 (N-P-K=20-20-20) 1000 倍液一次。

生理小種之判定：依據 Netzer 氏<sup>(26)</sup> 及 Martyn 和 McLaughlin 兩氏<sup>(21)</sup>，及 Martyn 和 Netzer<sup>(22)</sup> 鑑別生理小種方法，並參考張與王氏<sup>(7)</sup> 區分中國大陸地區西瓜蔓割病菌的生理小種判定法，按植株萎凋發病率的高低，將抗感病等級區分為抗病 (R, 0-40% wilt) 及感病 (S, 41-100% wilt) 二個等級，然後根據 Black Diamond、Charleston Gray、Calhoun Gray 及 PI 296341 等四種鑑別指示植物對不同西瓜蔓割病菌株的抗感病反應程度，區分為 Race 0：對 Black Diamond 為感病，惟對 Charleston Gray、Calhoun Gray 及 PI 296341 皆為抗病者；Race 1：對 Black Diamond 及 Charleston Gray 感病，惟對 Calhoun Gray 與 PI 296341 抗病者；Race 2：對 Black Diamond、Charleston Gray 及 Calhoun Gray 皆為感病，但僅對 PI 296341 為抗病者 (表一)。

## JSB 品系之選育與其雜交 F<sub>1</sub> 世代之抗感病性檢定

JSB 品系之選育過程：西瓜抗蔓割病新品系 JSB (1)、JSB (2) 及 JSB (3)，皆係於 1996 年在鳳山熱帶園藝試驗分所的試驗田間，從 Sugar Baby 族群針對西瓜蔓割病抗感病測試過程，發現的抗病突變單株；然後採用兄妹交 (Sib-cross) 選留方式，經過 6 個世代的品系自交純化及抗病檢定，所選獲之抗病新品系 (圖一)。



圖一、西瓜抗蔓割病三個 JSB 品系與三個 Sugar Baby 感病品系之譜系。

Fig. 1. Pedigrees of JSB (Fusarium wilt disease resistance line) and three Sugar Baby inbred lines.

JSB 雜交 F<sub>1</sub> 世代及其他親本西瓜自交系之培育：利用抗蔓割病品系 JSB 與西瓜自交系行雜交，計有 SB×JSB, JSB×SB, FL×JSB, JSB×FL, JSB×No.102, JSB×No.110, No.101×JSB, No.103×JSB 等 8 個 F<sub>1</sub> 雜交組合。另自交純化培育 SCF、FL-S、No.101、No.102、No.103、No.110、SB 及 FL 等 8 個西瓜自交系，合計 16 個西瓜品種(系)。

JSB 品系與其雜交 F<sub>1</sub> 世代及其他親本西瓜自交系之抗蔓割病檢定：本試驗係採用浸根接種法 (Root-dipping inoculation method) (21)。為避免種子帶菌及提高種子發芽率，首先將上述參試的西瓜種子，以流動自來水浸泡處理 12 小時後，再利用 50% 免賴得可濕性粉劑 (50% Methy-1-butylcarbonyl-2-benzimidazol carbamate, 杜邦公司出品) 1,000 倍稀釋液消毒 10 分鐘，隨後以自來水沖洗數次後，移置於舖有濕潤濾紙之培養皿中，在溫度 28±2℃ 定溫箱內進行催芽，待種子胚根長出 0.5 公分時，隨即取出，播種於珍珠石 (perlite) 介質 (盛於 50 孔穴盤) 中。待西瓜幼苗本葉長出一片時 (播種後 10 天)，小心拔取植株，以清

水沖洗根部清除珍珠石後，再用消毒過的剪刀剪去 1/3 西瓜幼苗根部，隨即浸泡於西瓜蔓割病菌懸浮液 (1.0×10<sup>5</sup> spores/ml) 中 1 分鐘，並以無菌水浸根處理作為對照。浸根接種後，立即取出西瓜幼苗植株，種回原來穴盤中，即完成人工接種工作。所有接種試驗均在溫室中進行，試驗採完全逢機設計，每一品種 (系) 或每一雜交世代檢定 40 株 (計 4 重複，每重複 10 株)。進行 JSB 品系接種檢定時，取國外已證實具抗病性之 Sugarlee、Calhoun Gray、Charlee 及 Dixielee 等四品種及感病之 Sugar Baby 品種作為對照組，以佐証接種試驗結果的正確性。

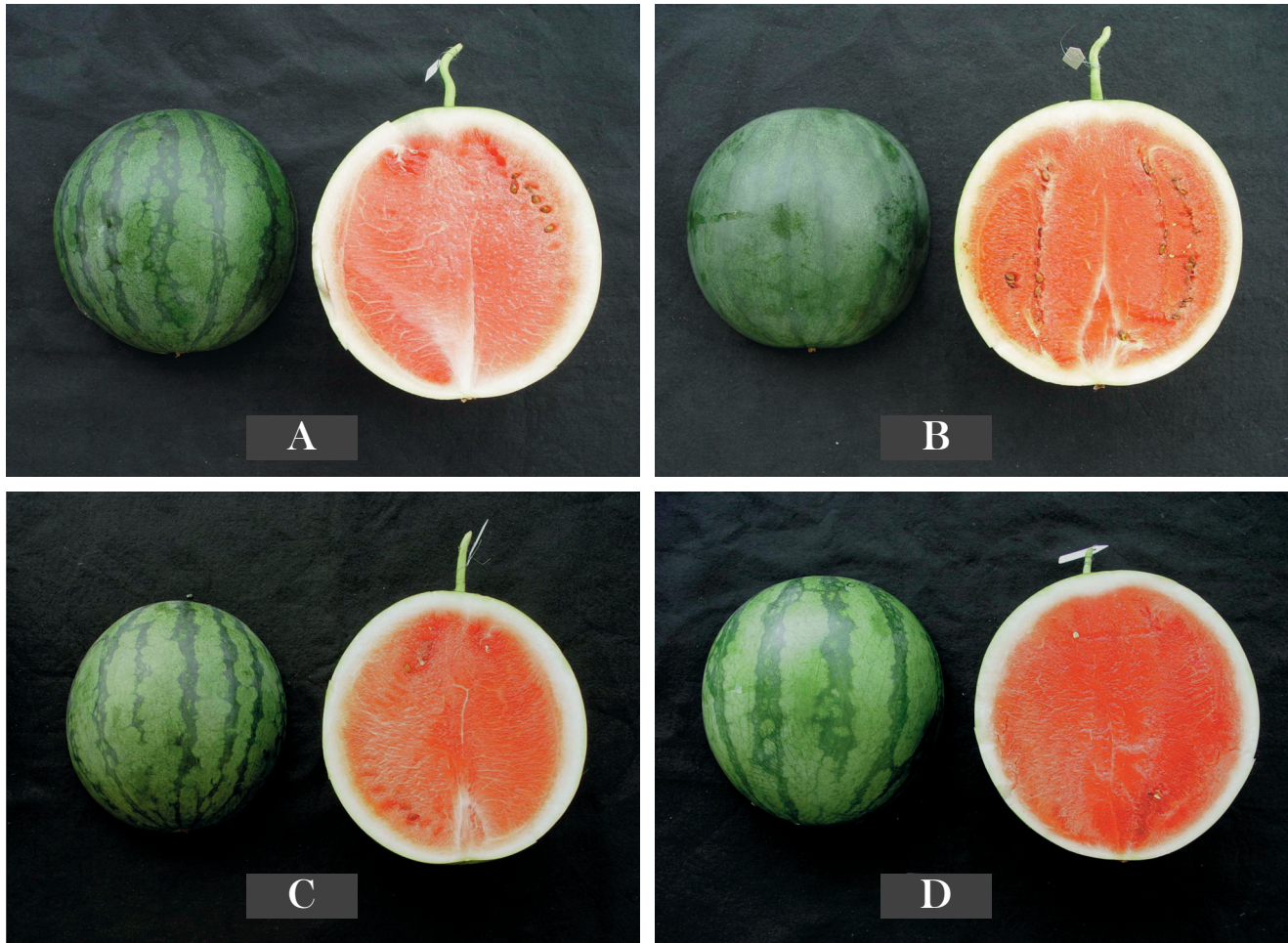
病害調查法：從接種後每隔 3 日調查西瓜蔓割病發病率，觀察紀錄至第 21 天為止。將西瓜植株呈現萎凋、腰折或死亡者拔起，以刀片縱切莖基部，若維管束褐變者即視為罹病株。然後將罹病株數除以總調查株數乘以 100，即為植株發病百分率 (5)。

抗病等級區分：依據西瓜幼苗發病百分率，區分為高抗 (Highly resistant, HR)、中抗 (Moderately resistant, MR)、中感 (Moderately susceptible, MS) 及感病 (Susceptible, S) 等四級 (9)，其中植株發病率 0-10% 為 HR，11-40% 為 MR，41-70% 為 MS，71-100% 為 S。

## 結 果

西瓜蔓割病菌生理小種鑑定試驗，係採用土壤混菌接種法 (soil infestation method)，並利用 Black Diamond、Charleston Gray、Calhoun Gray 及 PI 296341 等四個西瓜品種(系) 作為指示植物，仿照 Martyn 和 Bruton 兩氏 (20)，及 Martyn 和 Netzer 兩氏 (22) 區分生理小種方法，進行台灣西瓜蔓割病菌菌株生理小種之鑑定，由表一試驗結果得知，西瓜鑑別指示植物 Black Diamond 對 FNC-0801、FNT-0202 及 FNH-0103 菌株皆呈感病，發病率在 75-98% 之間；而 Charleston Gray、Calhoun Gray 及 PI 296341 三個西瓜鑑別指示植物對 FNC-0801、FNT-0202 及 FNH-0103 三菌株則皆呈抗病，發病率都在 40% 以下 (0-38%)。由各菌株間對鑑別指示植物的抗感病差異，証實 FNC-0801、FNH-0103 及 FNT-0202 三菌株皆歸屬於 Race 0 (表一)。

西瓜抗蔓割病新品系 JSB 係由感病的 Sugar Baby 族群中選出，其果實外觀與園藝特性皆與原 Sugar Baby 族群極為相似 (圖二)。由表二調查結果顯示，JSB 與 Sugar Baby 兩品 (種) 系的產期極為一致，從播種至採收皆需 90 天，都屬於中早生的西瓜品 (種) 系。果重方面，JSB 平均果重為 5.1 kg，而 Sugar Baby 為 3.4 kg，因此以果實大小而言，JSB 的果實明顯大於 Sugar Baby。在果型方面，兩個品 (種) 系皆屬球型。果皮方面，兩者果皮皆屬堅硬，並呈墨綠色。果肉方面，JSB 與 Sugar Baby 兩品 (種) 系皆為紅肉。甜度方面，JSB 與 Sugar Baby 的糖度分別為 8.1 及 8.0 °Brix，兩品 (種) 系的甜度差異不大。但在西瓜蔓割病之



圖二、JSB (A)、Sugar Baby (B) 及 Sugar Baby ×JSB (C) 與 JSB ×Sugar Baby (D) 雜交F<sub>1</sub> 世代之西瓜果實性狀。  
**Fig. 2.** Fruit characteristics of JSB (A), Sugar Baby (B) and F<sub>1</sub> cross progenies of Sugar Baby ×JSB (C) and JSB × Sugar Baby (D).

表二、西瓜抗蔓割病品系 JSB 與感病品種 Sugar Baby 之園藝特性

Table 2. Horticultural characteristics of watermelon Fusarium wilt-resistant line JSB and -susceptible cultivar Sugar Baby

Cultivar/Line	Days from sowing to harvest	Fruit weight (kg)	Fruit shape	Rind color	Flesh color	Soluble solids conc. <sup>1</sup>	Reaction to Fusarium wilt
JSB	90	5.1	Round	Solid, dark	Red	8.1	Resistant
Sugar Baby	90	3.4	Round	Solid, dark	Red	8.0	Susceptible

<sup>1</sup> Total soluble solids concentration determined with Bausch and Lomb refractometer, 0 to 25% scale.

抗性反應則差異甚大，JSB 對西瓜蔓割病呈現抗病，而 Sugar Baby 則為感病。

進一步利用接種FNH-0103 菌株 (Race 0) 檢定 JSB 品系族群對西瓜蔓割病之抗病性反應，採用 JSB (1)、JSB (2) 及 JSB (3) 等三個抗病的 JSB 自交系，SCF、FL-S、FL、Sugar Baby 等四個感病西瓜品 (種) 系，並以國外已證實屬抗病等級之 Sugarlee、Calhoun Gray、Charlee 及 Dixielee 四個抗病品種作為對照組，以確立 JSB 對西瓜蔓割病的抗性穩定度，結果如表三所示，3 個參試的抗蔓割病 JSB 品系，其發病率為 0-12% 之間，其中 JSB (1) 及 JSB (2) 發病

率分別為 0 及 4%，發病率皆在 10% 以下，與 Sugarlee (0%) 同屬於強抗病等級，對西瓜蔓割病具極強之抗性，而 JSB (3) 其發病率為 12%，與 Calhoun Gray (32%)、Charlee (36%) 及 Dixielee (38%) 同屬於中抗等級，對西瓜蔓割病亦具抗病性；至於 SCF、FL-S、FL 及 Sugar Baby 四個西瓜品 (種) 系，其發病率皆在 92% 以上，同屬於感病等級，對西瓜蔓割病皆極為感病，由上述抗病性檢定之結果可知，選獲的 JSB 品系對西瓜蔓割病菌 (Race 0) 的抗性明顯強於原 Sugar Baby 族群。進一步檢測 JSB 的抗病遺傳能力，利用抗病的 JSB 與感病的 Fine Light (FL)、Sugar

表三、西瓜抗蔓割病品系JSB之抗性檢定

Table 3. Differentiation of watermelon cultivars / inbred lines of JSB watermelon in response to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* isolate FNH-0103

Cultivars/lines	Wilt (%)	Rank <sup>2</sup>
JSB (1) <sup>1</sup>	0	HR
JSB (2)	4	HR
JSB (3)	12	MR
Sugarlee	0	HR
Calhoun Gray	32	MR
Charlee	36	MR
Dixielee	38	MR
SCF	94	S
FL-S	97	S
FL	92	S
Sugar Baby	100	S

<sup>1</sup> JSB (1), JSB (2) and JSB (3) are mutant plants derived from the susceptible Sugar Baby population.

<sup>2</sup> Highly resistant (HR): 0-10% wilt. Moderately resistant (MR): 11-40% wilt.

Moderately susceptible (MS): 41-70% wilt. Susceptible (S): 71-100% wilt.

Baby (SB)、No.101、No.102、No.103 及 No.110 等 6 個優良西瓜品種及自交系進行雜交，並於其 F<sub>1</sub> 世代之苗期進行抗病性檢定，結果如表四所示，所有與 JSB 雜交的組合 F<sub>1</sub> 世代皆呈抗病，其發病率為 0-38%，抗病等級分屬於強抗或中抗等級，特別是 JSB 分別與 Fine Light 及 Sugar Baby 的雜交組合，無論是正交 (FL×JSB, SB×JSB) 或反交 (JSB×FL, JSB×SB)，其 F<sub>1</sub> 世代皆呈現抗病性，並歸屬於中抗等級；而 JSB 與其它 4 個西瓜自交系的雜交組合 (JSB×No.101, JSB×No.102, No.103×JSB, No.110×JSB)，其 F<sub>1</sub> 世代亦皆呈抗病等級，且發病率均為 0%，顯現極強之抗病性。由此可知 JSB 之抗病性，可經由遺傳育種方式將抗性導入西瓜優良栽培品種之中，其雜交後裔不但具有優良果實外觀及品質 (圖二)，且其園藝性狀仍維持原 Sugar Baby 之特性。

## 討 論

Barnes 氏在 1964-1966 年間，分別於田間及溫室進行西瓜品種對蔓割病之抗病性檢定<sup>(9)</sup>。田間抗性檢定方面，依據植株發病萎凋率的高低，將抗病等級區分為高抗 (highly resistant, 0-10% wilt)、中抗 (moderately resistant, 11-40% wilt)、中感 (moderately susceptible, 41-70% wilt) 及感病 (susceptible, 71-100% wilt) 等四級。在溫室抗性檢定方面，將抗病等級區分為高抗 (0-35% wilt)、中抗 (36-50% wilt)、中感 (51-70% wilt) 及感病 (71-100% wilt) 等四級。Martyn 和 McLaughlin 二氏於 1983 年<sup>(21)</sup> 探討西瓜蔓

表四、西瓜抗蔓割病品系JSB與其雜交後裔之抗性檢定

Table 4. Differentiation of watermelon *Fusarium* wilt-resistant lines JSB and its F<sub>1</sub> cross progenies in response to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* isolate FNH-0103

Cultivars/lines <sup>1</sup>	Generations	Wilt (%)	Rank <sup>2</sup>
SB×JSB	F <sub>1</sub>	32	MR
JSB×SB	F <sub>1</sub>	38	MR
FL×JSB	F <sub>1</sub>	22	MR
JSB×FL	F <sub>1</sub>	17	MR
JSB×No.102	F <sub>1</sub>	0	HR
JSB×No.110	F <sub>1</sub>	0	HR
No.101×JSB	F <sub>1</sub>	0	HR
No.103×JSB	F <sub>1</sub>	0	HR
No.101	S <sub>4</sub>	100	S
No.102	S <sub>4</sub>	100	S
No.103	S <sub>4</sub>	100	S
No.110	S <sub>4</sub>	100	S
JSB	S <sub>6</sub>	0	HR
FL	S <sub>6</sub>	92	S
SB	S <sub>6</sub>	100	S

<sup>1</sup> JSB: Inbred line resistant to *Fusarium* wilt and derived from six generations of self-pollination for single plant selection by Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, COA. FL: Fine Light (susceptible to *Fusarium* wilt). SB: Sugar Baby (susceptible to *Fusarium* wilt). FL, SB, No.101, No.102, No.103 & No.110 are inbred lines and susceptible to *Fusarium* wilt.

<sup>2</sup> Highly resistant (HR): 0-10% wilt. Moderately resistant (MR): 11-40% wilt. Moderately susceptible (MS): 41-70% wilt. Susceptible (S): 71-100% wilt.

割病菌不同濃度對品種抗性檢定之接種試驗中，將抗病等級之區分標準分為高抗 (0-20% wilt)、中抗 (21-50% wilt)、中感 (51-70% wilt) 及感病 (71-100% wilt) 等四級。Martyn 和 Bruton 兩氏<sup>(20)</sup> 進一步於 1989 年進行西瓜蔓割病生理小種鑑別研究時，指出植株萎凋率大於 33% 時劃分為感病等級，而小於 33% 時則為抗病等級，Martyn 與 Bruton 兩氏<sup>(20)</sup> 修正此一抗病等級的劃分，主要著眼於輕抗及中抗的這二個等級常因接種的方法不同而會有所差異，因此主張以抗病及感病二個等級作為生理小種鑑別時之劃分標準，才能正確區分西瓜蔓割病菌的生理小種。因此，本試驗採用 Martyn 氏<sup>(19)</sup> 修正後的抗感病劃分方法並參酌 Barnes<sup>(9)</sup>、Martyn 和 McLaughlin 二氏<sup>(21)</sup> 以及筆者多次進行西瓜抗病性檢定接種試驗的結果，訂定接種蔓割病菌後之西瓜植株其萎凋率大於 40% 時劃分為感病等級，而小於 40% 時則為抗病等級，並依此劃分抗感病標準，進行西瓜蔓割病菌的生理小種鑑別，結果顯示 FNC-0801, FNT-0202 及 FNH-0103 等三菌株均歸屬於 Race 0。至於台灣是否存在 Race 1 及 Race 2，由於參試菌株數不足，未具代表性，有待日後進一步繼續收集較多菌株及鑑別試驗後方能釐清。本試驗係台灣首度進行西瓜蔓割病菌生理小種之鑑定研究，由於引自國外的鑑定指示植物西瓜

品種 Black Diamond、Charleston Gray 及 Calhoun Gray，大多屬於晚生品種，結果期晚，在台灣地區栽培繁殖的生育末期，常易遭受病蟲害及豪雨為害，欲獲得大量種子供作接種試驗所需，確實相當困難，尤其是 Black Diamond 品種對蔓割病極為感病，植株在田間易罹病死亡，不易採得種子。因此指示植物之採種技術有待突破，方能深入探討台灣地區西瓜蔓割病菌生理小種的分佈。

Sugar Baby 中文名稱為蜜寶，1955 年由鳳山熱帶園藝試驗分所自美國引進，於 1959 年開始推廣種植，為台灣光復後第一個西瓜改良品種，具有早生、植株生長強健、結果容易、產量穩定、果皮薄而堅硬、耐運輸、肉質佳、不易空心、糖度高、種子少、適於砂質土壤栽培及對炭疽病、蔓枯病及白粉病均具抗病等特性，目前仍為國內某些一代雜交西瓜品種的重要親本<sup>(2)</sup>，唯其不耐低溫，對西瓜蔓割病極為感病，且易出現白筋絲的果肉（圖二）。筆者等選獲的抗西瓜蔓割病新品系 JSB，除擁有上述 Sugar Baby 的優良特性之外，同樣亦遺傳到果肉形成白筋絲的缺點，確有待進一步的改良。

美國為目前世界上育成抗西瓜蔓割病品種最有成效的國家，Orton 氏<sup>(30)</sup> 首先利用西瓜商業栽培品種 Eden 作為母本，與野生西瓜 Citron（抗病親本）雜交，歷經 11 個世代的選拔，於 1911 年育成第一個西瓜抗蔓割病品種 Conqueror，但由於其品質較差，未能普遍廣為栽培，不過卻成為日後 Iowa Belle、Charleston Gray 及 Jubilee 等抗病品種育成的抗病親本來源<sup>(8,17,18,23)</sup>。另 Porter 氏<sup>(28)</sup> 將原本不抗蔓割病的 Kleckley Sweet 種植在罹病嚴重的西瓜田，因而篩選出抗病的 Kleckley Sweet，不但育成新抗蔓割病品種，同時也提供日後育成 Leesbury、Charleston Gray、Jubilee、Texas W5 及 Florida 124 等重要抗西瓜蔓割病品種的抗病來源<sup>(8,23,29)</sup>。本研究所選獲的抗蔓割病品系 JSB（抗 Race 0），係於 1997 年在鳳山熱帶園藝試驗分所西瓜試驗田中，從感病的 Sugar Baby 族群中發現的抗病突變單株，歷經 6 個世代的純化及抗病性檢定始獲得，其過程及方法與 Porter 氏<sup>(28)</sup> 選育 Kleckley Sweet 抗蔓割病品種極為相似。一般而言具抗病性的西瓜種源，不是野生品種就是本身園藝性狀或果實品質較差者，欲將其抗性成功導入經濟栽培的品種，需耗費較多的時間及人力。然而利用選自感病族群的突變抗病單株，是一種快速又有效率的抗病育種方法。本試驗選獲的 JSB 品系不但具有其原 Sugar Baby 的優良園藝特性，且在台灣地區已栽培很久並已經馴化適應本地氣候條件，較一般的野生西瓜容易導入抗病性且兼具優良品質及性狀。將來選育其它抗西瓜蔓割病品種時，其可作為重要抗病親本之來源。因此如能善加利用 JSB 此一選育模式於育種工作，未來台灣地區將極易有一系列新的抗蔓割病品種育成。

## 引用文獻

1. 郁宗雄. 1969. 台灣蔬菜育種問題. 台灣農業 5:43-49。
2. 郁宗雄. 1975. 台灣西瓜育種成果. 科學農業 23:197-205。
3. 陳文郁. 1993. 台灣的西瓜. p.231-248. 台灣蔬菜產業演進四十年專集. 台灣省農業試驗所編印. 台中霧峰。
4. 許勇、歐陽新星、張海英、康國斌、王永健、陳杭. 1999. 與西瓜野生種質抗枯萎病基因連鎖的 RAPD 標記. 植物學報 41:952-955。
5. 黃振文. 1978. 西瓜蔓割病菌的生物學及其防治試驗. 國立中興大學植病所碩士論文. 111 pp。
6. 黃泮宮. 1985. 西瓜抗蔓割病育種（一）抗病品種篩選及其相關環境因子之探討. 蔬菜作物試驗研究彙報 3:133-145。
7. 張興平、王鳴. 1991. 我國西瓜枯萎病生理小種分化研究初報. 中國西瓜甜瓜 1: 39-43。
8. 蕭吉雄、楊偉正、沈百奎. 1998. 主要瓜類蔬菜育種. P.193-221. 蔬菜育種技術研習會專刊. 台灣省農業試驗所編印. 台中霧峰。
9. Barnes, G. L. 1972. Differential pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* to certain wilt-resistant watermelon cultivars. Plant Dis. Rep. 56:1022-1026.
10. Cirulli, M. 1972. Variation of pathogenicity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* and resistance in watermelon cultivars. Actas. 3rd Congr. Un. Fitopatol. Mediterr. Oeiras. p.491-500.
11. Crall, J. M. 1963. Physiologic specialization in *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. Phytopathology 53:873.
12. Crall, J. M. 1986. 'Mililee' and 'Mickle', two icebox-type watermelon cultivars with excellent fruit quality and resistance to both anthracnose and Fusarium wilt. Fla. Agric. Exp. Sta. Circ. S-336.
13. Crall, J. M. 1990. 'Charlee' watermelon. HortScience 25:812-813.
14. Crall, J. M., and Elmstrom, G. W. 1979. 'Dixielee', a round, striped watermelon with intense red flesh and resistance to anthracnose and Fusarium wilt. Fla. Agric. Exp. Sta. Circ. S-263.
15. Crall, J. M., and Elmstrom, G. W. 1981. 'Sugarlee', an early, high quality, disease resistant watermelon variety for Florida commercial growers. Fla. Agr. Expt. Sta. Circ. S-277.
16. Crall, J. M., Elmstrom, G. W., and McCuiston, F. T. Jr. 1994. SSDL: A high-quality icebox watermelon breeding line resistant to Fusarium wilt and anthracnose. HortScience 29:707-708.
17. Elmstrom, G. W., and Hopkins, D. L. 1981. Resistance of watermelon cultivars to Fusarium wilt. Plant Dis. 65:825-827.
18. Henderson, W. R., Jenkins, S. F. Jr. and Rawlings, J. Q.

1970. The inheritance of *Fusarium* wilt resistance in watermelon *Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 95:276.
19. Martyn, R. D. 1987. *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* race 2: A highly aggressive race new to the United States. Plant Dis. 71:233-236
  20. Martyn, R. D., and Bruton, B. D. 1989. An initial survey of the United States for races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. HortScience 24:696-698.
  21. Martyn, R. D., and McLaughlin, R. J. 1983. Effects of inoculum concentration on the apparent resistance of watermelon to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. Plant Dis. 67: 493-495.
  22. Martyn, R. D., and Netzer, D. 1991. Resistance to races 0, 1, and 2 of *Fusarium* wilt of watermelon in *Citrullus* sp. PI 296341-FR. HortScience 26:429-452.
  23. Mohr, H. C. 1986. Watermelon breeding. Pages 37-66 in: Breeding Vegetable Crops. M. J. Bassett, ed. AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut. 584 pp.
  24. Nash, S. M., and Snyder, W. C. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root *Fusarium* in field soils. Phytopathology 52:527-572.
  25. Norton, J. D., Boyhan, G. E., Smith, D. A., and Abrahams. 1993. 'AU-Golden Producer' watermelon. HortScience 28:681-682.
  26. Netzer, D. 1976. Physiological races and soil population level of *Fusarium* wilt of watermelon. Phytoparasitica 4:131-136.
  27. Netzer, D., and Weintall, C. 1980. Inheritance of resistance to race 1 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. Plant Dis. 64:853-854.
  28. Porter, D. R. 1937. Breeding high-quality wilt resistant watermelons. Calif. Agric. Exp. Sta. Bull. 614.
  29. Tibor, F. 1993. Watermelon *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai. Pages 295-311 in: Genetic Improvement of Vegetable Crops. G. Kalloo and B. O. Berch, eds. Pergamon Press. New York. 833 pp.
  30. Orton, W. A. 1911. The development of disease-resistant varieties of plants. Conf. Int. Genet. 4th, p.247-265.

## ABSTRACT

Chen, K. S.<sup>1,2</sup>, Chang, P-F. L.<sup>1</sup>, Liou, T. D.<sup>2</sup>, and Huang, J. W.<sup>1,3</sup> 2003. Identification of Physiological Races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* and Breeding for Fusarium Wilt-resistant Watermelon Line. Plant Pathol. Bull. 12:247-254. (<sup>1</sup> Department of Plant Pathology, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R. O. C. ; <sup>2</sup> Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, R. O. C. ; <sup>3</sup> Corresponding author, E-mail: jwhuang@dragon.nchu.edu.tw, Fax: +886-4-22851676)

Four watermelon cultivars, Black Diamond, Charleston Gray, Calhoun Gray and PI 296341 were used as indicator plants for differentiating the physiological races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. The results indicated that three isolates FNC-0801, FNT-0202 and FNH-0103 collected from central Taiwan belonged to race 0. An individual mutant plant resistant to watermelon Fusarium wilt was derived from the susceptible Sugar Baby population. After six generations of single plant selection and selfing, the line was temporarily named as JSB. The horticultural characteristics and fruit quality of JSB were observed to be similar to Sugar Baby population. However, JSB showed high disease resistance to Fusarium wilt. All F<sub>1</sub> progenies from the crosses between JSB and six susceptible inbred lines were resistant to Fusarium wilt. The results suggest that the disease resistant ability of JSB may inherit to the other superior inbred lines of watermelon and it can be selected as the parents for breeding the new disease-resistant watermelon varieties.

Keywords: watermelon, *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, fusarium wilt, race identification, disease resistant variety