

十字花科蔬菜品種抗黑腐病篩選之研究¹

許涵鈞、吳雅芳、謝明憲、鄭安秀²

摘 要

許涵鈞、吳雅芳、謝明憲、鄭安秀。2011。十字花科蔬菜品種抗黑腐病篩選之研究。臺南區農業改良場研究彙報 57：11-19。

黑腐病 (*Xanthoans campestris* pv. *campestris*) 為十字花科蔬菜重要的病害之一，抗病品種的篩選及育成為有效的防治途徑，本試驗分析臺灣地區於 1993~2010 年間採集的黑腐病菌株，經接種鑑定將參試生理小種區分為五群，其中二群為生理小種 6 及 7，另三群則與國外研究所發表的 9 個生理小種不符，暫稱其為生理小種 5'、6' 及 X；以生理小種 7 數量最多佔 46.3%，其次為生理小種 5' 佔 21.95%。分別將此五群生理小種的菌株接種於青花菜、甘藍、花椰菜及白菜等共 41 個十字花科蔬菜商業品種，29 個甘藍類品種對上述 5 個生理小種菌株均無抗性，而部分白菜類品種則對生理小種 6'、7 及 X 分別具有抗性。未來仍需進一步針對臺灣地區黑腐病的生理小種進行分析，並篩選具有抗性的種原。

關鍵字：十字花科、黑腐病、抗病性

接受日期：2011 年 6 月 10 日

前 言

十字花科為主要的蔬菜，其中白菜、甘藍及花椰菜為臺灣地區冬季主要大宗蔬菜，年平均栽培面積約 15,000 公頃，主要產地集中在雲林縣及彰化縣⁽¹⁾；黑腐病為由細菌 (*Xanthoans campestris* pv. *campestris*) 所引起，為世界性的重要病害，且為臺灣地區十字花科蔬菜的重要病害之一。病原菌除經由傷口、葉緣水孔侵入外，亦能經由種子傳播。幼苗期發病植株的葉緣呈現典型之 V 字形黃色病斑，然後急速萎凋死亡；成株感病初期於葉片出現 V 字形黃斑，進而引起中肋及導管變黑⁽²⁾，臺灣地處亞熱帶地區，溫度及濕度均適合黑腐病的發生，每年的六至十月為發病的高峰期，影響十字花科蔬菜的品質及產量甚鉅；黑腐病原除感染十字花科蕓薹屬及蘿蔔類作物，十字花科的雜草及黎科的菠菜都能感染⁽¹⁾，由於化學藥劑無法有效的控制病害的發生與蔓延，透過抗病品種的選育為防治的基本途徑。

十字花科抗黑腐病研究最早由 Bain (1952; 1955) 發表，篩選出「富士早生」及「Hugest」二甘藍抗病品種；Dickson & Hunter (1987) 發現中國大陸甘藍品系「PI 436606」(黑葉大平

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 379 號。

2. 臺南區農業改良場助理研究員、助理研究員、副研究員、研究員兼課長。

頭) 在成株及幼苗均具有抗病性。國內抗黑腐病相關的研究, 最早由林氏 (1981) 自國外引入 908 個甘藍品種 (系), 評估抗病性; 蕭及張 (1988) 由美國農部引入甘藍品種 (系) 進行抗病篩選試驗, 獲得具有顯性抗病因子的品系「PI 281552」。謝等人 (2001) 進行臺灣地區甘藍抗黑腐病篩選, 以臺灣地區採集、分離之黑腐病菌菌株進行接種, 結果顯示臺灣地區選育的自交系「本地種」、「葉深-2」、「YSE-3」、「YSLO-1」及商業品種「YR265」、「YR 早春」、及「春秋一號」抗病性均高於對照品種「富士早生」, 其中又以「本地種」及「YR 早春」的抗性較穩定。但這些相關研究並未針對不同的生理小種進行分析試驗。依據 Gene for Gene 的病原與寄主交互作用理論, Kamous 等人 (1992) 依據 *X. campestris* pv. *campestris* 與蕪菁 (*Brassica rapa*) 及芥菜 (*Brassica juncea*) 的抗感病反應, 將黑腐病分為五個生理小種 (race 0~4); Fargier 及 Manceau (2007) 利用六個鑑別品種進一步將黑腐病菌株分為九個生理小種 (race 1~9)。由甘藍類蔬菜中所採集的黑腐病菌株, 均以 race1 比例最高, 其次為 race 4^(7,10)。由於目前尚未有國內搜集的菌株進行鑑定相關報告, 本研究擬針對本場所搜集的黑腐病菌株進行標準品種接種, 進行臺灣黑腐病生理小種鑑定與分類; 並初步進行花椰菜、青花菜、白菜及甘藍等十字花科蔬菜商業品種對黑腐病病原菌抗性篩選, 作為未來進行抗病育種的依據。

材料與方法

一、黑腐病生理小種鑑定

供試 41 個黑腐病菌株為本場植保研究室所蒐集, 分別於 1993~2010 年間採集自臺南、雲林、嘉義、苗栗及彰化等地 (表二)。標準品種為參考依據 Fargier 及 Manceau (2007) 報告分別由國外引進: 蕪菁 (*B. rapa*) 品種「Seven Top」、「Just Right」、青花菜 (*B. oleracea*) 品種「Small Miracle」、油菜 (*B. juncea*) 品種「Florida Broad Leaf」及由美國農部種原庫引入「PI199947」(*B. carinata*), 以甘藍 (*B. oleracea*) 品種「Wirosa」為感病對照品種 (表一), 病原細菌懸浮濃度為 10^8 cfu/ml, 於播種後 21 天進行接種, 分別於 2010 年 6 月 9 日、6 月 29 日及 7 月 21 日進行剪葉接種。

二、商業品種抗黑腐病之篩選

供試材料為由欣樺種苗、豐田種苗、臺灣農產、慶農種苗、誼禾種苗、合歡種苗、禾豐種苗及陳文江種子行等所提供的白菜類 (7 個品種)、甘藍 (7 個品種)、青花菜 (9 個品種) 及花椰菜 (17 個品種) 等十字花科蔬菜商業品種; 並以已知的感病甘藍品種「Wirosa」為對照品種。每品種接種 10 株, 供試苗齡為播種後第五周 (35 天) 苗。共接種六個黑腐病生理小種菌株, 菌株分別取樣自青花菜 (高雄路竹)、蘿蔔 (臺南新營)、甘藍 (彰化埤頭)、甘藍 (桃園)、結球白菜 (雲林元長) 及青花菜 (嘉義新港) 等十字花科蔬菜; 經本試驗接種鑑定後, 確定其分別屬於五個生理小種, 分別為: Xcc25/race 6'; Xcc60/race X; Xcc81/ race 5'; Xcc240/race 7; Xcc425/race 6 及 Xcc693/race 7, 接種病原菌懸浮液濃度為 10^8 cfu/ml, 以剪葉的方式進行菌株接種, 於 2010 年 11 月 17 日進行接種, 11 月 27 日調查發病情形。

發病情形均以肉眼判斷, 於接種後 10 日進行調查, 於切口處觀察到病斑標記為感病, 以「+」表示; 若未觀察到病斑則以「-」表示具抗病性。

結果與討論

一、黑腐病生理小種之分析

本試驗依據 Fargier 及 Manceau (2007) 在生理小種鑑定, 以感病甘藍品種「Wirosa」為對照, 依據鑑別品種接種後的抗感反應, 將 41 個菌株分為五群 (表二), 編號 Xcc 302 等七個菌株符合生理小種 6, Xcc 8 等 19 個菌株符合生理小種 7, 其餘 15 個菌株無法歸類於 Fariger 及 Manceau (2007) 所提出的九個生理小種中, 觀察此 15 菌株在不同品種上之抗感性反應, 分別暫定為與生理小種 6 相近的生理小種 6', 及與生理小種 5 相近的生理小種 5', 其中 Xcc 60 接種後的抗感反應並無相近的生理小種, 暫訂為生理小種 X (表二); 其中生理小種 6' 均由甘藍類蔬菜上所採集; 而符合生理小種 6 的菌株均為 2004 年後採集。國外相關研究均指出危害甘藍類蔬菜黑腐病以第 1、4 生理小種為主^(7,10); 在本試驗中並未鑑定出第 1、4 生理小種; 可能因為國外相關研究是針對甘藍類蔬菜上所採集的黑腐病菌株進行分離、鑑定, 而本研究中參試的菌株除採集自甘藍類蔬菜外, 尚包括採集自芥菜、白菜、油菜及蘿蔔等作物。參試的 41 個菌株由 1993 年起採集, 採集地點分布臺灣中南部等蔬菜主要產區, 其中有 24 個菌株由甘藍類 (*B. oleraceae*) 蔬菜所分離, 可提供作為目前臺灣黑腐病生理小種分布的參考。生理小種 6' 均由甘藍類蔬菜上所採集, 推測可能為臺灣地區感染甘藍類蔬菜的主要生理小種之一; 而符合生理小種 6 的菌株均為 2004 年後所採集, 且主要由白菜類 (*B. campestris*) 上所採集, 2010 年起才陸續在花椰菜及油菜上採集到菌株, 推測此類生理小種為 2004 年後才帶入臺灣且主要感染蕓苔屬 A genome 作物。感染油菜 (*B. rape*) 的黑腐病菌株均為 2010 年所採集, 且以 race5' 的菌株為主, 推測為黑腐病生理小種隨栽培品種、環境演化, 在油菜上才出現致病性。

二、臺灣地區主要十字花科蔬菜商業品種對黑腐病菌株抗性分析

由黑腐病生理小種鑑定的初步結果中, 選六菌株進行商業品種抗病性檢定, 參試的菌株分別屬於五個生理小種。結果顯示參試花椰菜品種對六個黑腐病的菌株沒有抗性, 接種後 10 天於參試材料均可觀察到病徵 (表三); 九個青花菜品種以「128」、「384」及「翠綠」對生理小種 X 具有抗病性; 「真綠二號」、「清華」對生理小種 5' 具有抗性 (表四); 甘藍品種僅「T523」及「T664」對生理小種 X 具有抗性, 其餘的品種「420」、「綠地」、「459」及「新初秋 1 號」在接種菌株後 10 天均表現病徵 (表五)。白菜類品種接種後反應與參試的甘藍類蔬菜不同, 僅對菌株 81 (生理小種 5') 及 425 (生理小種 6) 沒有抗性 (表六)。Griesbach 等人 (2003) 分析甘藍品種 (系) 對黑腐病生理小種 1、4 的抗性, 結果顯示甘藍中幾乎沒有抗性; Griffiths 等人 (2009) 分析美國農部種原庫的 4084 個十字花科種原, 在 *B. oleracea* 中並無發現對生理小種 1、4 具有抗性的種原, 指出 race1、4 為危害甘藍類蔬菜主要的黑腐病生理小種。Soengas 等人 (2007) 更提出在甘藍類蔬菜中對黑腐病所有生理小種均無抗性。本試驗結果顯示, 目前臺灣地區甘藍類蔬菜中花椰菜品種對參試的黑腐病生理小種皆不具有抗性, 與前人研究結果類似, 青花菜部份品種對生理小種 X 具有抗性, 且參試的白菜品種抗病性較甘藍類蔬菜佳。本試驗中參試的青花菜品種「128」、「384」同樣來自禾峰種苗所提供, 接種結果顯示同樣對 race X 具有抗性, 可能由相同帶有抗性基因的親本選拔、雜交組合;

青花菜「優秀」及「清華」為目前農友主要栽培的品種，在本試驗結果僅「清華」對生理小種 5' 有抗病性，惟需進一步確認 5' 危害十字花科蔬菜及在臺灣分佈情形。結球白菜「43 號」對同樣是第 7 生理小種的菌株 240、693 有不同抗性反應，推測可能生理小種內有變異，而試驗所使用的鑑別品種無法區分變異，需要更進一步確認。

本試驗中未分離出對甘藍類危害嚴重的生理小種 1、4，但已確認甘藍、花椰菜及青花菜對生理小種 6、生理小種 6' 及生理小種 7 不具抗性，顯示該等生理小種對甘藍類蔬菜具致病性，將持續針對由甘藍類蔬菜所採集的菌株持續進行分析；也將進一步擴大篩選具有抗病性的種原。

表 1. 黑腐病生理小種接種於鑑別品種之抗感反應

Table 1. Pathogenicity assays characterized ten races of *X. campestris* pv. *campestris*

編號 No.	學名 Species	品種 Cultivars	引種來源 Origin	生理小種 Races													
				1	2	3	4	5	5'	6	6'	7	8	9	X		
1	Brassica rapa (Turnip)	Seven Top Turnip	Reimer Seeds	+	*	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
2	Brassica juncea (Japanese mustard)	Florida Broad Leaf Mustard	Reimer Seeds	-	+	-	-	(+)	+	+	(+)	-	-	-	-	-	-
3	Brassica rapa (Turnip)	Just Right Hybrid Turnip, Tokyo Cross Hybrid Turnip	Takii Seeds	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
4	Brassica carinata (Ethiopian mustard)	PI 199947	透過農試所種原 庫向美國引種	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
5	Brassica oleracea (Savoy cabbage)	Wirosa F1	Vesey Seeds	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Brassica oleracea (Cauliflower)	Miracle F1	Reimer Seeds	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+

* + compatible interaction (susceptibility)

- incompatible interaction (resistance)

(+) weakly pathogenic

表 2. 參試黑腐病菌株分離來源及生理小種鑑定結果

Table 2. Identify Strains of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*

生理小種 Race	分離菌株 (Xcc. No.)	分離作物 Species	採集年份 Year of isolation	採集地點 Place of isolation
5'	81	甘藍	1994	彰化埤頭
	100	芥菜	1994	雲林西螺
	298	結球白菜	2009	臺南官田
	608	小白菜	2008	臺南善化
	609	小白菜	2008	臺南善化
	717	油菜	2010	臺南新化
	719	油菜	2010	臺南新化
	720	油菜	2010	臺南新化
	723	油菜	2010	臺南新化
6	302	結球白菜	2009	臺南官田
	304	結球白菜	2009	臺南官田
	425	結球白菜	2004	雲林元長
	426	結球白菜	2004	雲林元長
	612	青梗白菜	2008	臺南善化
	672	花椰菜	2010	臺南善化
	716	油菜	2010	臺南新化
6'	25	青花菜	1993	高雄路竹
	150	甘藍	1993	臺南善化
	427	花椰菜	2004	臺南市
	435	甘藍	2005	臺南新化
	441	花椰菜	2006	臺南市
7	8	甘藍	1993	臺南新營
	34	甘藍	1993	臺中武陵
	96	甘藍	1994	彰化溪湖
	117	甘藍	1994	臺中梅峰
	201	花椰菜	1996	臺東
	206	花椰菜	1996	臺東
	213	結球白菜	1996	臺東
	214	甘藍	1996	臺東
	240	甘藍	1996	桃園
	296	芥藍	2009	嘉義竹崎
	442	球莖甘藍	2006	臺南七股
	448	葉牡丹	2006	阿里山
	611	青江	2008	臺南善化
	624	甘藍	2009	南橫霧鹿
	625	甘藍	2009	臺南柳營
	652	花椰菜	2010	臺南安定
	662	青花菜	2010	嘉義新港
693	青花菜	2010	嘉義新港	
709	甘藍	2010	苗栗竹南	
x	60	蘿蔔	1993	臺南新營

表 3. 花椰菜品種（系）抗黑腐病篩選調查

Table 3. Disease incidence of black rot on cauliflower varieties / lines

編號 No.	品種（系）名 Varieties or Lines	來源 Origin	菌株編號 No. of <i>Xcc.</i> strain					
			60	81	425	25	240	693
			race X	race 5'	race 6	race 6'	race 7	race 7
1	東夏 40 天 F1	欣樺種苗	+*	+	+	+	+	+
2	喜美 F1	豐田種苗	+	+	+	+	+	+
3	華美 F1	豐田種苗	+	+	+	+	+	+
4	30 號 40 天	臺灣農產	+	+	+	+	+	+
5	201 號 40 天	臺灣農產	+	+	+	+	+	+
6	60 天鬆花	臺灣農產	+	+	+	+	+	+
7	60 天半硬花球	慶農種苗	+	+	+	+	+	+
8	青梗 90 天硬花	慶農種苗	+	+	+	+	+	+
9	青梗 85 天硬花	慶農種苗	+	+	+	+	+	+
10	青梗 65 天硬花	慶農種苗	+	+	+	+	+	+
11	青莖 70 天 62 號	陳文江種子行	+	+	+	+	+	+
12	青莖 45 天 3 號	陳文江種子行	+	+	+	+	+	+
13	青莖 40 天 3 號	陳文江種子行	+	+	+	+	+	+
14	青莖 50 天 2 號	陳文江種子行	+	+	+	+	+	+
15	青莖 70 天 8 號	陳文江種子行	+	+	+	+	+	+
16	青莖 55 天 1 號	陳文江種子行	+	+	+	+	+	+
17	青莖 65 天 (7-1) 號	陳文江種子行	+	+	+	+	+	+
18	甘藍 Wirosa	Vesey Seeds	+	+	+	+	+	+

*+表罹病；-表未觀察到病徵

表 4. 青花菜品種抗黑腐病篩選調查

Table 4. Disease incidence of black rot on different broccoli varieties / lines

編號 No.	品種（系）名 Varieties or Lines	來源 Origin	菌株編號 No. of <i>Xcc.</i> strain					
			60	81	425	25	240	693
			race X	race 5'	race 6	race 6'	race 7	race 7
1	814	臺灣農產	+*	+	+	+	+	+
2	343	禾峰種苗	+	+	+	+	+	+
3	128	禾峰種苗	-	+	+	+	+	+
4	384	禾峰種苗	-	+	+	+	+	+
5	翠綠	豐田種苗	-	+	+	+	+	+
6	真綠二號	合歡種苗	+	-	+	+	+	+
7	優秀	SAKATA	+	+	+	+	+	+
8	清華	農友種苗	+	-	+	+	+	+
9	綠王二號	農友種苗	+	+	+	+	+	+
10	甘藍 Wirosa	Vesey Seeds	+	+	+	+	+	+

*+表罹病；-表未觀察到病徵

表 5. 白菜類品種抗黑腐病篩選調查

Table 5. Disease incidence of black rot on Chinese cabbage varieties / lines

編號 No.	品種(系)名 Varieties or Lines	來源 Origin	菌株編號 No. of <i>Xcc.</i> strain					
			60	81	425	25	240	693
			race X	race 5'	race 6	race 6'	race 7	race 7
1	結球白菜 43 號	陳文江種子行	—*	+	+	—	—	+
2	結球白菜 47 號	陳文江種子行	—	+	+	—	—	—
3	結球白菜 45 號	陳文江種子行	—	+	+	—	—	—
4	長要白菜チヒソ	臺灣農產	—	+	+	—	—	—
5	白菜サテグ	臺灣農產	—	+	+	—	—	—
6	結球白菜寶綠	臺灣農產	—	+	+	+	+	+
7	結球白菜青海	臺灣農產	—	+	+	—	—	—
8	甘藍 Wirosa	Vesey Seeds	+	+	+	+	+	+

*+表罹病；—表未觀察到病徵

表 6. 甘藍品種抗黑腐病篩選調查

Table 6. Disease incidence of black rot on cabbage varieties / lines

編號 No.	品種(系)名 Varieties or Lines	來源 Origin	菌株編號 No. of <i>Xcc.</i> strain					
			60	81	425	25	240	693
			race X	race 5'	race 6	race 6'	race 7	race 7
1	420	豐田種苗	+	+	+	+	+	+
2	綠地	豐田種苗	+	+	+	+	+	+
3	459	豐田種苗	+	+	+	+	+	+
4	T523	臺灣農產	—	+	+	+	+	+
5	T664	臺灣農產	—	+	+	+	+	+
6	新初秋 1 號	誼禾種苗	+	+	+	+	+	+
7	甘藍 Wirosa	Vesey Seeds	+	+	+	+	+	+

*+表罹病；—表未觀察到病徵

引用文獻

1. 2010 年農業統計年報。行政院農業委員會編印。
2. 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。p.55-74。
3. 謝明憲、林棟樑、鄭安秀、王仕賢。2001。甘藍抗黑腐病篩選之研究。臺南區農業改良

場研究彙報 38 : 45-53。

4. Bain, D.C. 1952. Reaction of *Brassica* seedlings to black rot. *Phytopathology*. 42:497-500.
5. Bain, D.C. 1955. Reaction of cabbages to black rot. *Phytopathology*. 45:35-37.
6. Fargier, E. and C. Manceau. 2007. Pathogenicity assays restrict species *Xanthomoans campestris* into three pathovars and reveal nine races within *Xanthomoans campestris* pv. *campestris* . *Plant Pathology* 56:805-808.
7. Griesbach, E., H. Loptine and U. Miersch. 2003. Resistance to *Xanthomoans campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson in cabbage *Brassica oleraceae* L. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 110(5):461-475.
8. Griffiths, P.D., L.F. Marek and L.D. Robertson. 2009. Identification of crucifer Accessions from the NC-7 and NC-9 plant Introduction collections that are resistand to black rot (*Xanthomoans campestris* pv. *campestris*) Race1 and 4. *HortScience*. 44(2):284-288.
9. Soengas, P., P. Hand, J.G. Vicevt. J.M. Polo and D.A.C. Pink. 2007. Identification of quantitative trai loci for resistance to *Xanthomoans campestris* pv. *campestris* in *Brassica rapa* . *Theor Appl Genet*.114:637-645.
10. Vicente, J.G., J. Conway, S.J. Roberts and J.D. Taylor. 2001. Identification and origin of *Xanthomoans campestris* pv. *campestris* races and related pathovars. *Phytopathology* 91(5):492-499.
11. Williams, P.H. 1980. Black rot: a continuing threat to world crucifers. *Plant Disease*. 64(8):736-742.

Identification of Resistant Varieties of Crucifer Vegetables to Black Rot (*Xanthomans campestris* pv. *campestris*)¹

Hsu, H. C., Y. F. Wu, M. H. Hsieh and A. S. Cheng²

Abstract

Xanthomans campestris pv. *campestris* (*Xcc*) is one of the most important pathogens infected crucifer vegetables. Numbers of *Xcc* strains isolated in Taiwan from 1993 to 2010 were characterized their virulence and membership to races. 46.3% and 21.95% among 41 virulent strains of the pathogen were classified into race 7 and race 5'. Three races in collection could not be conformed to 9 races. For screening out the black rot resistances of crucifer vegetables, 41 commercial varieties including 9 broccolis, 17 cauliflowers, 7 cabbages and 7 chinese cabbage were inoculated with 5 races. The results showed that 29 varieties of *B. oleracea* were susceptible, and several varieties of *B. campestris* appeared resistance to race 6', 7' and X.

Key words : Crucifer, Black rot, Resistance

Accepted for publication : June 10, 2011

1. Contribution No.379 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture.

2. Assistant Researcher, Assistant Researcher, Associate Researcher, Researcher, respectively, Tainan District Agricultural Research and Extension Station.