

# 甘藍抗病育種—黑腐病與黃葉病

蕭政弘

## 摘要

莖臺屬蔬菜在全球重要病害為黑腐病(Black rot; *Xanthomonas campestris*)、露菌病(Downy mildew; *Peronospora parasitica*)、黃葉病(*Fusarium yellow*; *Fusarium oxysporum*)、根瘤病(Club root; *Plasmodiophora brassica*)。甘藍為臺灣莖臺屬蔬菜中，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

莖臺科莖臺屬(*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.napus*)，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個莖臺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)種苗公司設定莖臺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。整體而言莖臺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 $\beta$ -甘露聚糖酶( $\beta$ -mannanase)、羧甲基纖維素酶(carboxymethyl cellulase)和 $\beta$ -半乳糖苷酶( $\beta$ -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，可溶性糖含量降幅較小。

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°C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、許森森、洪爭坊、張連宗、陳佩華 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. 呂紅豪、方智遠、楊麗梅、謝丙炎、劉玉梅、庄木、張楊勇、楊宇紅 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. 閻靜、張明方、陳利萍 2004 體細胞雜交技術在蔬菜育種中的研究與應用 細胞生物學雜誌 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 Perspectives of Vegetable Brassica Breeding World-Wide. *Acta Horticulturae*. 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. Available at <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 Mechanisms. 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