ISSN :1021-9455

國內郵資已付
豐原郵局許可證
豐原字第484號
無法投遞時請退回
雜誌
第36號登記證登記為雜誌交寄

Seed Science and Technique

種苗科技專訊

NO.78

- 追求健康無特定病害種苗－蔬菜種苗細菌性病害檢測技術之TAF認證
- 飼料玉米種子生產與供應
- 雜交玉米採種作業概述
- 番茄黃化捲葉病毒病防治方法及抗病基因分子標誌介紹
- 植物對硝酸態氮和銨態氮之吸收與利用
- 台灣健康食品之產業概況
- 有機種子現況及我國有機種子產業因應措施(上)
- 在地友善環境、農耕雜糧的推動者 — 蘇榮燦先生



中華民國一〇一年六月
行政院農業委員會種苗改良繁殖場 編印

番茄黃化捲葉病毒病防治方法及抗病基因分子標誌介紹

孫永偉[1]、張惠如[2]、莊淑貞[3]、鍾文全[4]

壹、前言

番茄(或普通番茄)爲茄科茄屬植物，學名 *Solanum lycopersicum* (舊學名 *Lycopersicon esculentum*)，原產南美安地斯山脈之秘魯、厄瓜多、玻利維亞等地。它富含茄紅素(lycopene，紅番茄)、β-胡蘿蔔素(β-carotene，黃番茄)及維生素C，營養及保健價值高，可預防子宮頸癌、膀胱癌、胰臟癌等癌症，所謂“番茄變紅，醫師臉變綠”由此可知。

文獻顯示危害全球經濟作物的*Begomovirus*屬(豆類金黃嵌紋病毒屬)重要病毒種類有，豆類黃化嵌紋病毒(*Bean golden yellow mosaic virus*；BGYMV)、菸草捲葉病毒(*Tobacco leaf curl virus*；TLCV)、番茄斑駁病毒(*Tomato mottle virus*；ToMoV)、番茄捲葉病毒(*Tomato leaf curl virus*；ToLCV)、番茄黃化捲葉病毒(*Tomato yellow leaf curl virus*；TYLCV)等，其中TYLCV普遍發生於世界各地，如撒哈拉以南非洲、亞洲、澳洲、加勒比海、歐洲、甚至美國佛羅里達州等地區，爲番茄最嚴重世界性病害之一。植株感染 TYLCV 症狀爲新葉變小、褶皺、黃化、簇狀、邊緣上卷、葉厚脆硬，嚴重影響果實品質及產量。亞洲蔬菜研究發展中心研究顯示在台灣*Begomovirus*屬病毒中有4種病毒可感染番茄，分別爲 *Ageratum yellow vein Hualien virus* (AYVHuV)、*Tomato leaf curl Hsinchu virus* (ToLCHsV)、*Tomato leaf curl Taiwan virus* (ToLCTWV，台灣種)、及*Tomato yellow leaf curl Thailand virus* (TYLCTHV，泰國種)等，其中以台灣種及泰國種病毒危害最嚴重，致病性則以泰國種病毒最強，近年台灣發生之黃化捲葉病毒病多爲純泰國種及泰國種/台灣種之混合種爲主，故番茄罹病情形有愈趨嚴重趨勢。

TYLCV 主要藉由銀葉粉蝨(silverleaf whitefly, *Bemisia tabici*另亦可稱*B. argentifolii*)傳播病毒，不易經由機械傷害及種子傳播。銀葉粉蝨可危害 500 種以上植物，完成一世代僅需19~27日。每一雌蟲一生產卵達200~500粒，若蟲及成蟲均以刺吸式口器刺吸病毒株汁液後傳播病毒。成蟲不擅長距離飛翔，一般靠風力傳佈。研究顯示 1 隻粉蝨吸食病毒株汁液 1 hr.後即能傳毒，1 隻粉蝨傳毒率爲 29%，10 隻傳毒率可達 100%，粉蝨最短接種病毒時間爲 15

1 種苗改良繁殖場生物技術課 副研究員
2 種苗改良繁殖場生物技術課 助理研究員
3 種苗改良繁殖場生物技術課 研究員
4 種苗改良繁殖場生物技術課 副研究員 兼課長

分鐘，粉蝨可保毒約 20 天但不傳播子代。粉蝨易造成寄主植物損害，除傳播病毒外，還會分泌蜜露引起煤煙病、消耗植物養分及產生毒性。由於粉蝨生育世代短、抗藥性強、寄主範圍廣、傳毒率高、全身覆蓋蠟粉(質)、須 50 目以上尼龍網方能隔離、危害情形有愈來愈嚴重趨勢等特性，非常不易防治，每年造成中國大陸損失 1000 億元以上、美國損失10億美元以上，可謂世界級超級害蟲。

貳、非農藥及非基因改造的 TYLCV 防治方法

由於TYLCV必須靠粉蝨傳播，因此若能防治粉蝨將能明顯降低TYLCV發生率。以下簡單介紹數種防治方法。

一、傳統育種法

育成抗病或抗粉蝨品種爲防治病害最有效手段之一，番茄所有抗TYLCV及抗粉蝨種原均來自於野生種，野生番茄主要有祕魯番茄(*S. peruvianum*)、智利番茄(*S. chilense*)、醋栗番茄(*S. pimpinellifolium*)、多毛番茄(*S. habrochaites*, 舊名稱爲 *S. hirsutum*)、潘那利番茄(*S. pennellii*)、契斯曼尼番茄(*S. cheesmanii*)、克梅留斯基番茄(*S. chmeilewskii*)、小花番茄(*S. parviflorum*)、*S. galapagense*、*S. juglandifolium*、*S. neorickii*等。許多重要抗病基因均存在上述野生種中，如秘魯番茄、多毛番茄、智利番茄、潘那利番茄、醋栗番茄、及契斯曼尼番茄等對於TYLCV 有很好之抗性，另秘魯番茄、多毛番茄、潘那利番茄等對於粉蝨亦有很好之抗性。由於野生番茄均不具商品價值，育種家可以此野生種與普通番茄雜交，再配合有效選拔方法(如分子標誌技術)，即可篩選出抗TYLCV植株或品種。然野生種與普通番茄雜交，常有嚴重不親和性及種子無法正常發育問題，未來若能解決此一雜交不親和問題，將能大幅提升國內番茄抗病育種水準。

近年番茄相關染色體組及分子標誌之DNA序列陸續被揭露，可作爲鑑定番茄植株是否具有抗TYLCV能力。目前已知普通番茄對於TYLCV抗性基因有*Ty-1*、*Ty-2*、*Ty-3*、*Ty-4*、及 *Ty-5* 等。*Ty-1* 基因存在智利番茄(LA1969)，位於第 6 條染色體。*Ty-2* 基因存在智利番茄(LA1401)，位於第 11 條染色體。*Ty-3* 基因存在智利番茄(LA2779 及LA1938)，位於第 6 條染色體。*Ty-4* 基因存在智利番茄(LA1932)，屬於微效基因(抗病效果差)，位於第 3 條染色體。*Ty-5* 基因存在秘魯番茄(PI126926、PI126930、PI126935、LA1274、LA1333、及LA1373等)，位於第 4 條染色體，目前只存在以色列及世界蔬菜中心(AVRDC-The World Vegetable Center)育成且尚未釋出的商業品種。亞蔬中心研究指出，任何單一抗病基因無法有效抗泰國種病毒，必須結合 *Ty-2/Ty-1*、*Ty-2/Ty-3*、*Ty-2/Ty-5* 及 *Ty-1/Ty-2/Ty-3* 等抗病基因組合，方能有較佳抗病力表現。

二、田間管理法

由於粉蝨生育短且傳毒快，因此當發現植株感染病毒應立即拔除，此外良好通風與日照環境、適度減少氮肥施用、清除雜草、及經常更換農藥等，有助於

提高施藥效果及降低族群密度。施藥時藥液應由下往上且充分噴濕，才可破壞粉蝨身上蠟粉，而達最佳防治效果。

三、忌避毒殺法

雖然粉蝨防治農藥經常推陳出新，但由於價格昂貴、粉蝨全身披覆蠟粉且易產生抗藥性，噴藥量若稍有不足將無法達到防治效果。因此，施用農藥同時配合使用對粉蝨有效之忌避物質，將可延長與強化藥劑防治效果。有關對粉蝨有效忌避作用之物質相關學術研究相當少，已知樹薯(cassava)對粉蝨若蟲具有致死效果，特定品種造成若蟲死亡率高達 70%。非學術文獻指出調配適當濃度的有機磷洗衣粉及沙拉油充，再配合印度苦楝油(neem oil)、除蟲菊(Pyrethrum)或大蒜萃取物，充分噴灑可有效提高防治效果。多種精油(百里香、胡椒薄荷、及桉樹等)、萬壽菊、大蒜、蔥、韭菜、芹菜、菠菜、芫荽等作物對銀葉粉蝨有忌避或致死效果，丁香、番茄幼苗、部分十字花科、蘭科、及棕櫚科作物不受粉蝨危害，此方面有待專業人員積極開發研究，若能生產有效且價廉之粉蝨忌避及致死物質將有極大商機。

四、隔離法

研究顯示粉蝨對於黃色及綠色有相當強偏好性，目前已有商品化黃色及綠色黏紙可誘捕粉蝨(避免穿著黃色衣服進出番茄園區)。黏紙除可誘捕粉蝨成蟲外，亦可作爲族群密度指標，擺放高度以 1 公尺以內較佳，間隔距離需短，當族群密度超過警戒時，必須立即進行藥劑防治。光線對粉蝨有相當程度吸引力，綠色LED光源置於黃色誘捕盒內，對粉蝨有極高誘捕率，UV-A (320~400 nm)能夠幫助粉蝨飛行與擴散，溫室使用抗UV覆蓋資材可減少粉蝨及罹病毒率。粉蝨成蟲體長約 1mm，一般尼龍網室無法有效阻隔，必須使用 60 目以上尼龍網，但此細小網目設施，於夏季高溫期間易產生溫室效應，不利於番茄生長，建議夏季可於平地種植，冬季則種植於高海拔地區。此外，由於銀葉粉蝨的寄主範圍非常廣，在台灣幾乎各種科別植物多爲其寄主，其中以聖誕紅、洋香瓜、胡瓜、南瓜、番茄、花椰菜、菜豆、毛豆等植物危害最爲嚴重，此可能與寄主植物揮發性成分具有誘引作用及較適合粉蝨大量繁殖發育有關。以粉蝨危害廣大作物之觀點，意味其相當飢不擇食或嗅覺靈敏或相當容易誘引，因此若能探討寄主植物成分及開發化學超強誘引劑配合黏蟲紙或誘捕盒，將展現極大控制粉蝨成效。

五、天敵防治法

粉蝨天敵防治可分，寄生性(Parasitoids)與捕食性(Predators)等 2 類。粉蝨寄生性天敵約有 50 種，常見有寄生蜂，如東方蚜小蜂(*Eretmocerus orientalis*)、黃小蜂(*Prospaltella smithi*)、黑小蜂(*Amitus hesperidum*)等，東方蚜小蜂爲本地原產之寄生蜂，在台灣主要寄主爲銀葉粉蝨與溫室粉蝨，目前農業試驗所積極進行其室內繁殖技術之開發研究。粉蝨捕食性天敵約有 110 種，常見有瓢蟲，如小黑瓢蟲(*Delphastus catalinae*)、小毛瓢蟲(*Nephaspis oculatus*)；草蛉，如基徵草蛉(*Mallada basalis*)；捕食蟎，如卵形捕植蟎(*Amblyseius ovalis*)、溫

氏捕植(*A. womersleyi*)及多齒捕植蟎(*A. multidentatus*)等。雖然利用天敵防治害蟲爲最環保方式之一，但研究顯示天敵防治費用約較農藥防治高 3 倍，未來若能開發出低成本大量繁殖及高捕食(或寄生)天敵之技術，對產業界(葫蘆科、茄科、豆科等)將有極大助益。

六、微生物防治法

作物害蟲與多數動物相同亦有其特定病害，並遭受病害感染、發病及死亡，利用害蟲特定病原菌(但不危害寄主植物)，達到防治目的，屬於微生物防治法。眾所周知微生物防治菌種爲蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)晶體蛋白可毒殺小菜蛾、斜紋夜盜蟲及玉米螟等。許多研究顯示粉蝨病原菌，有座殼孢菌(Aschersonia)、黑殭菌(Metarhizium)、白殭菌(Beauveria)、擬青黴菌(Paecilomyces)、及輪枝孢菌(Verticillium)等，可危害粉蝨進而達到防治TYLCV目的，目前本國已有相關技術辦理技術移轉，但有關此微生物的成本高、易受環境影響效果、不易保存等問題，仍待研究克服。

七、誘導性抗病法

某些化學試劑或生物分泌物能夠誘發作物啓動防禦反應並產生抗生物質，抵抗外來病蟲害入侵。研究顯示木黴菌(*Trichoderma* spp.)對許多植物病原具有明顯拮抗效果，水楊酸(Salicylic acid)爲入侵寄主植物時的訊息傳導物質，外加水楊酸亦有誘導植物抗病效果。亞磷酸(Phosphorous acid)對於疫病、露菌病、白銹病等有不錯預防效果。在番茄方面，有研究指出酯化乳清蛋白組成分，α-乳清蛋白(a-lactalbumin)、β-乳球蛋白(b-lactoglobulin)、及乳鐵蛋白(lactoferrin)噴灑番茄植株，TYLCV 發生率明顯降低，相關機制雖尚不清楚，未來此種非農藥方式防治番茄病蟲害值得進行更多研究開發。

八、燻蒸法

目前許多國家均使用設施栽培番茄，但由於網目過大，無法有效阻隔粉蝨進出溫室。中國大陸利用 10%異丙威(9 kg/hm2)煙燻劑燻蒸 7 天後，粉蝨致死率達 94%，之後配合使用黃色黏紙效果尤佳。國產水蒸式殺蟲劑可能亦有相同效果，值得一試。

九、溫度控制法

環境溫度在 15~30℃且配合光照適合粉蝨活動及求偶。溫度過高或過低則不利於生長，甚至造成死亡。研究指出當溫室內溫度維持 45~48℃，相對溼度 90%以上，持續 2 小時，粉蝨成蟲及若蟲死亡率達 88~100%。以低溫(-8~4℃)處理 1.7~13.8 小時，粉蝨成蟲致死率達 50%。此防治方式適用於設施栽培。

十、健康種苗法

即使外表無任何徵狀之帶病種苗往往於生育初期即呈現明顯病徵，造成植株生長遲緩、產量與品質嚴重低落，進而引發病害大面積散播。因此，種植已去除特定病原之健康種苗，將可降低病原密度、延緩病害之危害、確保作物生長與收穫，如此經過多年大量種植健康種苗，有可能發揮防治病害最大效果。我國實施健康種苗防治病害成功之作物，

有水稻、馬鈴薯、大蒜、草莓、及豇豆等，由此推斷，若種植無TYLCV健康種苗，是否能夠確保番茄品質與收穫量，此有待學者進一步確認。

參、種苗場研發番茄(抗)黃化捲葉病毒新分子標誌

由於番茄黃化捲葉病毒(TYLCV)對番茄危害非常嚴重，育成抗病品種爲最有效防治方式之一，各國番茄種子公司對抗病品種需求相當殷切，利用分子標誌輔助育種技術，可早期(幼苗階段)鑑定抗病基因及基因型，加速育成抗病番茄品種。雖已有研究報告顯示可檢測抗番茄黃化捲葉病毒基因型之分子標誌，但需使用昂貴之限制酵素且無法同時顯示植株感染病害情形，揭露之資訊較少。本場已研發新技術只以單純 PCR 反應(SCAR技術)即可明確顯示植株抗病基因型(*Ty-1*、*Ty-2*、*Ty-3*)及TYLCV病毒感染情形(如圖1.)，本技術已通過農委會智審會審查通過非專屬授權技術移轉，可協助育種者判斷番茄育成品系之抗病基因型及抗病、耐病、感病程度，確實可提供育種者早期篩選抗病植株之基因型，大幅提升育種效率，具有市場潛力及產業利用性。

肆、展望

番茄黃化捲葉病毒雖危害情形非常嚴重，但必須靠銀葉粉蝨方能傳毒，若能有效控制粉蝨族群量，就能大幅降低捲葉病毒危害，確保農民收益。銀葉粉

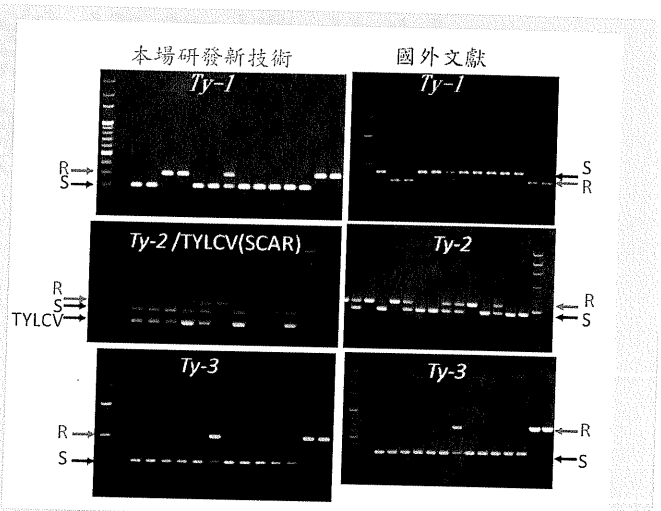


圖1　比較國外文獻與本場研發檢測番茄抗黃化捲葉病毒基因(Ty-1, Ty-2, Ty-3, TYLCV)專一性分子標誌之差異性，本技術已通過農委會智審會審查通過非專屬授權技術移轉，可協助育種者早期鑑定番茄育成品系之抗病基因型。

蝨雖然具有生育期短、繁殖力及抗藥性強、寄主範圍廣等特性，不易防治，但其飢不擇食、不善飛行、對黃色及特定光質有特殊喜好、部分物質對其有忌避及毒殺效果等特性，亦將成爲其致命傷。本文藉由彙整不同領域研究成果及個人從事番茄病害防治研究過程中獲得些許心得，歸納出上述防治方法，雖然國內外已有眾多研究成果，但仍然有許多問題待解決。希望此一拋磚引玉動作，能夠吸引更多產官學界重視，繼而成立育種、病毒、微生物、昆蟲、化學分析等跨領域研究團隊，以萬物之靈的智慧必可在短時間內逐一解決相關問題並開發出更有效防治技術，所建立的技術除對提升國內番茄產業有助益外，在國際防治TYLCV及粉蝨領域上亦將居於領先地位，爲本國爭取榮譽。