

美國與臺灣之葡萄皮爾斯病 媒介昆蟲簡介及其防治策略

■ 農試所／石憲宗 | 藥毒所／蘇秋竹

前言

葡萄皮爾斯病 (Pierce's disease, 本文簡稱 PD) 於一八九二年首度在美國加州南方發現，當時有近四萬英畝罹病葡萄園，因而毀損，此病害的病原在一九八七年之前，仍被視為病毒，後經電子顯微鏡檢查之後，才確認是由棲息於寄主維管束木質部的侷限導管細菌 (xylem-limited bacteria) - *Xylella fastidiosa* 所引起。*X. fastidiosa* 可引發許多農業重要經濟作物的病害，此病原之傳播途徑除了使用已被感染的植物組織，作為嫁接或無性繁殖材料之外，尚可藉由木質部取食習性昆蟲 (xylem feeders) 吸食罹病株的汁液之後，將之傳播至健康植株，使其感病，故 PD 是典型的蟲媒病害 (insect-borne disease)。根據我國二〇一一年農業統計年報資料顯示，葡萄之種植與收穫面積分別為 3,067 公頃與 3,054 公頃，總產值達 46.6 億臺幣，主要產地依收穫面積排名，分別為彰化縣 (1330 公頃)、臺中市 (679 公頃)、南投縣 (518 公頃) 與苗栗縣 (503 公頃)，其葡萄

總產量則占全臺灣的 99.54%。事實上，臺灣並非分布在葡萄理論栽培的緯度範圍之內，但國人卻可藉由栽培與管理技術，克服先天上的不利，生產深受國內外客戶喜愛的高品質果品，此由葡萄多年來保持平均每公斤高於 60 元的價格，足以顯示葡萄是我國高經濟價值之重要果樹 (國產水果，僅有枇杷、荔枝、甜柿與愛文檸檬的價格高於葡萄)。但遺憾的是，二〇〇二年我國首次發現疑似由葡萄皮爾斯病感染的案例，後經農業藥物毒物試驗所蘇秋竹博士研究，證實為 PD 病害所引起。蘇秋竹等 (2011) 指出彰化縣多為平地栽培的葡萄園，至今尚無 PD 危害的案例，是我國 PD 的低度風險區，而臺中市、苗栗縣與南投縣則多為坡地栽培之葡萄產區，因罹病園區周圍的坡地或溪邊，同時存在 *X. fastidiosa* 與媒介昆蟲的寄主植物，容易成為 PD 的高度風險區。由於 PD 這類蟲媒植物病害，至今仍無有效的化學藥劑可供防治，在美國的防治重點仍然側重於媒介昆蟲的防治，其他方式尚包括剷除罹病株、栽培健康種苗與抗病育種，以降低病害流行發

生；對 PD 媒介昆蟲的防治，兩國均以化學防治作為緊急防治或快速壓制媒介昆蟲族群密度的重要手段，然後再輔以生物防治、耕作防治與物理防治等方法來降低媒介昆蟲密度，達到有效降低病害的傳播速度。本文將簡介國內外 PD 媒介昆蟲種類與其生態的差異，提出適用於我國坡地栽培葡萄的 PD 媒介昆蟲整合防治策略，另提出平地栽培葡萄如何預防 PD 媒介昆蟲發生的建議，使不同產區的農友，視其產區的環境特性，採取適用的媒介昆蟲防治策略，維持我國葡萄高經濟價值的優勢。

葡萄皮爾斯病媒介昆蟲之取食習性與傳播病原特性

昆蟲綱各目當中，僅有半翅目 (Hemiptera) 的木質部取食習性昆蟲，具有傳播 *X. fastidiosa* 的潛力，這些昆蟲包括葉蟬科 (Cicadellidae) 的大葉蟬亞科 (Cicadellinae) (Redak *et al.*, 2004) 及沫蟬總科 (Cercopoidea) 的尖胸沫蟬科 (Aphrophoridae) 與鉤沫蟬科 (Clastopteridae) (Severin, 1950)。當這些媒介昆蟲自木質部導管，吸食含有 *X. fastidiosa* 病原的汁液之後，病原僅能在其前腸部位附著與繁殖，且不會在前腸之後的組織增殖，因此當獲得病原的若蟲，進入下一個齡期若蟲之前，潛藏在前腸的病原，會隨著若蟲脫皮，脫離蟲體，此時的若蟲若未再吸食罹病植株的導管汁液，其體內就不會帶有病原；再者，當成蟲獲得病原之後，病原則長駐於其前腸部位，直

至成蟲死亡，但病原不會經卵傳播至下一代 (Purcell, 1982)。

葡萄皮爾斯病與媒介昆蟲的相互關係—美國與臺灣的差異

在美國已被證實可傳播 PD 的媒介昆蟲，包括 (1) 大葉蟬亞科之褐透翅尖頭葉蟬 (*Homalodisca vitripennis* (Germar), 本文簡稱 GWSS) (圖1及圖2)、綠尖頭葉蟬 (*Draeculacephala minerva* (Ball)) (圖3)、藍綠尖頭葉蟬 (*Graphocephala atropunctata* (Signoret), 本文簡稱 BGSS) (圖4) 與紅首尖頭葉蟬 (*Xyphon fulgida* (Nottingham))；以



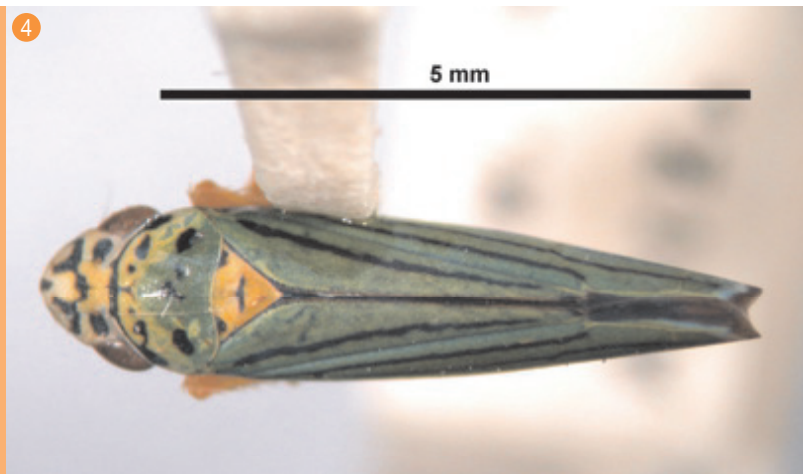
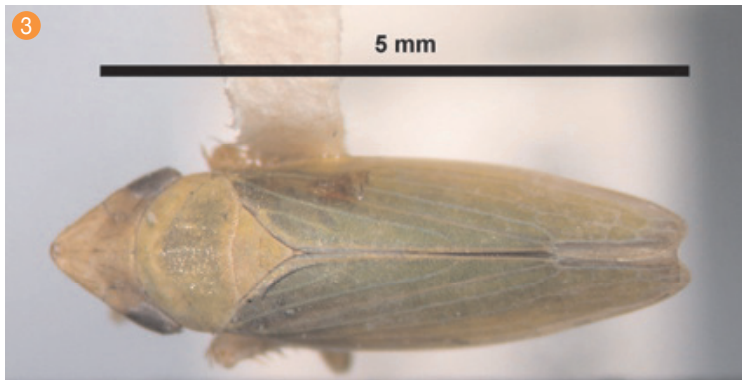
↑圖1. 美國的 PD 媒介昆蟲—褐透翅尖頭葉蟬之成蟲

↓圖2. 美國的 PD 媒介昆蟲—褐透翅尖頭葉蟬之若蟲



及 (2) 尖胸沫蟬科之黃頭長沫蟬 (*Philaenus spumarius* (Linnaeus)) (圖5)。以上，GWSS 是傳播葡萄皮爾斯病之病原效率最高的媒介昆蟲，普遍分布於美國東南部各州至墨西哥東北之間的地區、加州南部至中部以及夏威夷州，因此美國境內其他尚無此蟲分布的各州或地區，均將 GWSS 列為檢疫害蟲；BGSS 則為加州地區常見的本土昆蟲，是加州釀酒葡萄產區的重要媒介昆蟲。

蘇秋竹等 (2011) 指出我國至今並未發現來自美國的 PD 媒介昆蟲，臺灣所發生的 PD，係由本土的葉蟬或沫蟬所傳播，其中白邊大葉蟬 (*Kolla paulula* (Walker)) (圖6及圖7) 是普遍分布於平地至中海拔山區的重要媒介昆蟲，其他如黑尾大葉蟬 (*Bothrogonia ferruginea* (Fabricius))、縱脈斑大葉蟬 (*Anatkina horishana* (Matsunura)) 與嗜菊短頭脊沫蟬 (*Poophilus costalis* (Walker)) 則具傳病潛力。



圖說：

3. 美國的 PD 媒介昆蟲—綠尖頭葉蟬的成蟲
4. 美國的 PD 媒介昆蟲—藍綠尖頭葉蟬的成蟲
5. 美國的 PD 媒介昆蟲—黃頭長沫蟬的成蟲



↑圖6. 臺灣的 PD 媒介昆蟲—白邊大葉蟬的成蟲

↓圖7. 臺灣的 PD 媒介昆蟲—白邊大葉蟬的第五齡若蟲



本文第一作者在二〇一二年九月三日至二十八日，至美國加州大學柏克萊分校 (University of California, Berkeley, 本文簡稱 UC) 進行短期研習期間，與美國研究 PD 媒介昆蟲的權威—Dr. Alexander H. Purcell 教授討論美國加州與臺灣所發生之 PD 與媒介昆蟲的相互關係，歸納出影響兩國 PD 流行病學與媒介昆蟲的最大差異，包括：

(1) 氣候環境

在美國加州北部已罹患 PD 的葡萄樹 (三年生)，經過冬季低溫 (約 1.7°C 以下) 之後，罹病葡萄是有機會恢復健康，因為低溫是導致病原無法在木質部導管生存的重要關鍵；再者，加州北部並無 GWSS 分布，但此區 PD 之主

要媒介昆蟲—BGSS，在冬季會選擇河邊兩側的植物進行越冬，故河邊植物常成為隔年引發附近葡萄園罹患 PD 的重要區域，研究指出河岸附近葡萄園發生 PD 的機率，隨著遠離河岸距離而降低；但臺灣的葡萄產區皆分布在平地或低海拔 (如彰化大村；臺中市新社、后里與外埔等區)，此些地區的冬季溫度不可能低於 1.7°C ，這顯示臺灣葡萄主要產區的全年氣候條件，皆有利 PD 的生存；除此，根據第二作者之田野調查資料顯示，臺灣彰化大村地區栽培的平地葡萄，因地下水位高，農友經常更新葡萄樹，此特殊之栽培管理方式，並不利葡萄皮爾斯病的流行發生。

(2) 媒介昆蟲於不同寄主植物的遷飛習性與病害流行學有關

GWSS 是美國葡萄產業最具威脅的媒介昆蟲，此蟲屬於多食性昆蟲，其寄主植物包括芸香科的柑橘 (加州最重要的經濟果樹之一)，當冬季葡萄開始落葉之前，GWSS 多遷飛至柑橘園越冬，此時若能有效控制柑橘園的 GWSS 族群，將可有效降低隔年 PD 的發生；但臺灣罹患 PD 的坡地葡萄產區，PD 之流行趨勢卻與園區鄰近雜木林的媒介昆蟲密度有關，以臺灣 PD 之媒介昆蟲—白邊大葉蟬 (Su *et al.*, 2013) 為例，此種葉蟬普遍存在於臺中新社與東勢、苗栗卓蘭等坡地葡萄產區，這與產區大量存在白邊大葉蟬的寄主植物 (如大白花咸豐草、紫花霍香薊與鴨跖草等) 有關。因此，坡地葡萄的媒介昆蟲防治重點，必需加強剷除白邊大葉蟬的寄主植物。

由上可知美國與我國之 PD 流行病學，在氣候環境及媒介昆蟲特性部分，存在明顯差異，這顯示相同之蟲媒病害，在不同國家或地區，確實可由不同種類之媒介昆蟲予以傳播，這對各國研究或制定 PD 及其媒介昆蟲的檢防疫措施，具有重大參考價值。

媒介昆蟲防治策略

眾所周知，蟲媒病害首重媒介昆蟲的防治，但何時才是正確的防治時機，何者才是適用的防治方法 (或資材)，是一門複雜的課題。因為同樣的病害或媒介昆蟲，在不同地區，具有不同程度的發生生態。這也是為何媒介昆蟲的整合管理策略，必需考量不同防治方法的適地性 (如臺灣的平地或坡地葡萄栽培環境不同，需有不同的防治方法)、適時性 (在正確的時機予以防治) 與適用性 (例如採取方便使用的防治方法、營造不利媒介昆蟲發生的環境或營造有利天敵生存的環境等等)。茲將臺灣 PD 媒介昆蟲的防治策略簡介如下，提供各產區農友參考。

一、法規防治與教育宣導

根據「中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定」內容，*Xylella fastidiosa* 屬於「甲、禁止輸入之植物或植物產品」的禁止原因之一。以原產於美洲大陸的 *X. fastidiosa* 為例，其不同菌系或亞種可造成葡萄皮爾斯病、柑桔斑點黃萎病 (citrus variegated chlorosis, CVC)、

梨葉緣焦枯病 (pear leaf scorch, PLS) 等。第一作者歸納與分析此類病害媒介昆蟲之往昔研究資料，顯示不同菌系或亞種的 *X. fastidiosa*，在不同國家很少具有共同的種類，但至少都屬於大葉蟬亞科或尖胸沫蟬科之昆蟲；此意味著 *X. fastidiosa* 在各地區 (如美國的 PD、巴西的 CVC、臺灣的 PLS) 所引發之病害，其病原可隨著寄主枝條，透過船舶與飛機等交通運輸工具，跨越海洋與高山，抵達往昔從未發生過該病的新地區，一旦罹病枝條透過無性繁殖 (如扦插或接穗) 之後，該病原很有機會在新地區，隨寄主植物的存活，再透過當地的大葉蟬或沫蟬，進行病原的傳播。由此可知，各國建立這類檢疫有害生物 (含病原及其媒介昆蟲) 清單之前，均會從事有害生物之風險分析 (PRA) 報告，作為擬定植物檢疫相關法規及施行檢疫措施的依據，達到避病 (escape) 的目的，一旦在其國內發現外來的蟲媒植物檢疫病害時，隨即依據法規予以進行緊急防治。

每個國家雖依其植物檢疫法規對進口農產品實施相關檢查，但仍有可能發生外來有害生物進境的機會。各國如果無法杜絕私自引入國外種苗或無性繁殖體的走私行為，則病原勢必在國家或洲際之間擴散。為了營造安全的農業生態環境，國人需遵守我國的輸入植物或植物產品檢疫規定，絕不能為一己之私，夾帶葡萄之無性繁殖體進入臺灣，避免走私導致國家每年必需投入巨資防治外來有害生物的問題。

二、化學防治

雖然有學者質疑殺蟲劑防治害蟲的速度，遠趕不上媒介昆蟲傳播病原的速度。不過，在許多蟲媒病害之媒介昆蟲種類尚未確認之前，殺蟲劑絕對是緊急防治的唯一武器，即便媒介昆蟲已經確認，殺蟲劑仍被視為媒介昆蟲整合管理的必要方法。在正確時機(掌握媒介昆蟲之田間族群動態)、正確地點(掌握媒介昆蟲的田間寄主植物)，針對害蟲的生活習性與傳病特性(如病原是否於蟲體內繁殖)，予以使用不同殺蟲作用機制的殺蟲劑，將可有效壓制媒介昆蟲的族群密度。同時，輪用不同殺蟲作用機制的殺蟲劑，對於防治世代短、繁殖潛能強與隱匿性高的各類植物病原媒介昆蟲(如葉蟬、沫蟬、蚜蟲、粉蝨、木蝨與飛蝨等)，更可達到緩和抗藥性產生的效果。

石憲宗等(2011)指出臺中新社區全年的白邊大葉蟬發生高峰，約有三次，分別為二月初至四月初、七月初至八月底、十月中至十二月中，每次高峰約二個月，另因白邊大葉蟬自卵期至羽化為成蟲的發育時間範圍，大約為1.5~2個月。據此，建議農友在二〇一〇年一月、五至六月及九至十月的時段，於發生PD園區外圍的雜草叢，輪流施用有機磷劑、除蟲菊類、類尼古丁系與幾丁質合成抑制劑(如布芬淨)等四種不同殺蟲作用機制的殺蟲劑，每類藥劑施用三次，施用時段若遇天候因素等不可抗拒之因素，可調整施用時間。結果顯示，二〇一〇年相較於二〇〇九年同期白邊大葉蟬

的族群密度，平均下降達1.6~2倍。由此可知，只要適時(防治時機)與適地(防治地點)施用化學藥劑，的確可以抑制媒介葉蟬族群密度。

三、物理防治

在所有的物理防治資材之中，最普遍的就是利用顏色誘集昆蟲之黏蟲紙或誘蟲燈，其中黃色黏蟲紙對葉蟬、沫蟬、木蝨與飛蝨等媒介昆蟲，極具誘集效果，也是全球各國監測此類媒介昆蟲的標準資材。因此，在臺灣彰化縣之平地葡萄栽培產區，雖為PD之低風險發生地區，但仍然有需要使用黃色黏蟲紙，監測園區是否存在可傳播PD之媒介昆蟲種類，此一方法若能配合禁止使用來自PD高風險發生區的葡萄無性繁殖組織體，將可大幅降低引入PD的機會。

四、生物防治

葉蟬的天敵昆蟲，以膜翅目的縷小蜂科(Mymaridae)與雙翅目的頭蠅科(Pipunculidae)為主，其他尚有撚翅目昆蟲。縷小蜂科昆蟲為葉蟬卵期的天敵，而頭蠅科與撚翅目昆蟲則為若蟲期與成蟲期的天敵。事實上，葉蟬雌蟲之產卵習性與卵被寄生的比例，呈密切相關。對於將卵完全產在植物組織內部的葉蟬種類(例如絕多數的葉蟬科種類)而言，卵被寄生的比例極少；對於僅將部分卵埋在植物組織者(如椪果綠葉蟬與椪果褐葉蟬等)，卵被寄生的比例相對提高；但對於可將卵產在植物表皮下方

或組織表面的卵(例如大葉蟬亞科昆蟲)，被卵寄生蜂寄生的機會相對加大。根據第一作者近十年調查臺灣葉蟬天敵的資料，顯示跳蛛科是出現頻度最高的捕食性天敵，其次為頭蠅科昆蟲，少數為繆小蜂科。不過，跳蛛為廣食性天敵，不具應用價值，頭蠅科的寄主範圍雖以葉蟬為主，但寄生比例不高，短期間不利應用。無論如何，以美國加州柑橘園區 GWSS 被卵寄生蜂高寄生比例的經驗來看，營造生物天敵有利的環境，是生物防治成功與否相當重要的關鍵。因此，我國日後應可在坡地葡萄產區之雜木林，施放白邊大葉蟬之寄生性生物天敵，此為我國可努力發展之處。

五、耕作防治

可應用在降低媒介昆蟲或蟲媒病原發生密度的耕作防治措施，包括合理化施肥以降低媒介昆蟲密度、剷除田間媒介昆蟲或蟲媒病原之非作物寄主、剷除罹病株、輪作、栽培抗蟲作物、採用健康種苗與栽培誘引作物等。目前並無報告顯示上述任何一種耕作防治措施，可以杜絕病原或媒介昆蟲的發生，但只要可以明顯降低田間感染源或媒介昆蟲的存在，就是有效的耕作防治措施。對於本項課題，本文僅簡介農友本身可簡易處理的措施，其餘例如美國加州大學戴維斯分校(UC, Davis)所發展之抗 PD 之育種研究，於此節略。

1. 避免營造刺吸式昆蟲偏好的高氮營養環境

往昔研究顯示葉蟬、沫蟬與飛蝨類等刺吸式口器昆蟲，利用寄主植物的程度，與植物體

內含氮多寡、固氮能力及胺基酸種類有關，這也是為何禾本科作物之上，有很多葉蟬類或飛蝨類害蟲。通常農友為了提高作物產量，常施以較多的肥料，此不僅使土壤酸化，相對也營造媒介昆蟲有利的生存環境，因此合理化施肥(適地、適用與適量的肥料)絕非口號，其前題必需先瞭解田間土壤的理化性質以及作物特性之後，再投入適當的肥料。

2. 剷除病原及其媒介昆蟲之田間非作物寄主，並禁用罹病園區之無性繁殖體

蟲媒病害之病原及媒介昆蟲，並非完全共享相同的寄主植物。以造成葡萄皮爾斯病的 *X. fastidiosa* 及 GWSS 為例，兩者之間的寄主植物範圍(host range)並非完全重疊，致使田間剷除兩者的非作物寄主工作更形困難。

在罹病樣區剷除病原及其媒介昆蟲之非作物寄主，並不容易，但其效益卻可直接降低兩者之田間族群密度。因此，我們除了需要落實剷除罹病株的概念，尚需建立擴大剷除罹病園周圍健康園區的非作物寄主，配合禁用罹病園區之植物作為砧木及接穗，如此方可預防病原藉由媒介昆蟲傳播或無性繁殖的方式擴散至健康園區。

3. 剷除罹病株，確實作好田間衛生工作

雖然藉由施打抗生素，可能可以延緩葡萄皮爾斯病的發病趨勢，但在美國則是立法禁止施用抗生素，因為施打抗生素可能引發病原突變或使媒介昆蟲產生抗藥性，況且抗生素經過植物代謝之後，進入人體或環境的影響，也引發科學家的質疑。因此，若能確認葡萄植株已

經得到 PD 病害，此時唯有立即採取剷除罹病株，方能直接降低病原透過媒介昆蟲擴散的機會。

結語

PD 媒介昆蟲之管理要點，包括正確鑑定物種、掌握田間發生生態與生物學特性，如此才能確認防治目標，並在作物各生育期採取適時、適地與適用的各類防治方法。除此，尚需結合作物病害的防治，方能有效降低經濟損失。另外，國際上對於重要檢疫病害及其媒介昆蟲所採取的規範，主要是採用法規防治，包括禁止輸入帶病植株、有條件檢測該病害及其媒介昆蟲的寄主植物，並針對此類病害及其媒介昆蟲進行風險評估，此時專家也有必要評估該類檢疫病害，是否可透過本土潛在媒介昆蟲傳播病原的能力(與原產地病媒昆蟲具有相同或相近分類地位之本土昆蟲，必需列為具有傳播新病害潛力之高風險昆蟲)，以作為新病害入侵之後，及時確認該區應該防治之潛在媒介昆蟲種類，盡可能阻斷或降低此些潛在媒介昆蟲傳播新病害的機會。除了需考量上述有關病原、罹病植物與病原媒介昆蟲的特性之外，尚需考量栽培管理與有害生物種類的相關性、媒介昆蟲於不同寄主植物遷飛對病害傳播的影響、媒介昆蟲與病原的各自寄主植物範圍是否有關聯性、氣候因子對於病害與媒介昆蟲的影響等等各種因素，如此才能建立有效的 PD 病害及其媒介昆蟲整合管理體系。

參考文獻

- 蘇秋竹、石憲宗、林映秀、蘇文瀛、高清文。2011。臺灣葡萄皮爾斯病及媒介昆蟲研究現況。石憲宗、張宗仁(主編)。農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會專刊。農試所特刊第 152 號。第 25-50 頁。
- 石憲宗、李啟陽、溫育德、蘇秋竹、張淑貞、張宗仁、段淑人、馮鈞育。2011。植物原核生物其媒介昆蟲整合管理之研究進展。石憲宗、張宗仁(主編)。農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會專刊。農試所特刊第 152 號。第 107-122 頁。
- Chang, C. J., H. T. Shih, C. C. Su, and F. J. Jan. 2012. Diseases of important crops, a review of the causal fastidious prokaryotes and their insect vectors. *Plant Pathology Bulletin* 21: 1-10.
- Purcell, A. H. 1982. Insect vectors relationships with prokaryotic plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 20: 397-417.
- Redak, R. A., A. H. Purcell, J. R. S. Lopes, M. J. Blua, R. F. Mizell III, and P. C. Andersen. 2004. The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of *Xylella fastidiosa* and their relation to disease epidemiology. *Annu. Rev. Entomol.* 49: 243-270.
- Severin, H. H. P. 1950. Spittle-insect vectors of Pierce's disease virus. II. Life history and virus transmission. *Hilgardia* 19: 357-382.
- Su, C. C., C. J. Chang, C. M. Chang, H. T. Shih, K. C. Tzeng, F. J. Jan, C. W. Kao, and W. L. Deng. 2013. Pierce's disease of grapes in Taiwan: Isolation, cultivation, and pathogenicity of *Xylella fastidiosa*. *Journal of Phytopathology*. (in press)

