3 / 番茄篇

蔡志濃、林筑蘋、安寶貞

番茄為一年生植物，但在適當的環境下可成為多年生植物，臺灣栽培面積約 3,999 公頃 (農委會 109 年農業統計年報)。番茄喜好光照，若日照不足時，植株徒長、開花少、落花落蕾、著果數減少，並易發生病蟲害。在高溫時，若能利用遮蔭設施減少光照強度，則可提高著果率。

番茄根系多分布於土表 60 公分以內，70% 分布在 20 公分以內。根部不耐淹水，宜選擇土層深厚肥沃、排水良好、濕度在 65–90%、pH 值為 5.6–7.5 之壤土最為適宜。土壤過於乾燥時，將誘發尻腐病，但若過於潮濕則易罹青枯病、疫病、根腐及裂果。番茄生育期間對於溫度十分敏感，其生長適溫為晝溫 20–25℃，夜溫 10–20℃。最低溫 5–10℃ 時生長停止。在夜溫超過 20℃ 的環境下，番茄之開花數、結果數及結果率均明顯減少。而氣溫超過 30℃ 時，會產生著果障礙，不良果數增加。

番茄為茄科作物，忌連作，連栽時易罹青枯病、疫病及毒素病等，宜與水稻輪作，若與豆科作物輪栽，亦可減少青枯病之發生。

番茄病害

番茄病蟲害相繁多，設施為目前番茄栽培之趨勢，番茄之病害包括有晚疫病 (*Phytophthora infestans*)、疫病 (*Phytophthora capsici* 與 *P. nicotianae*)、灰黴病 (*Botrytis cinerea*)、白粉病 (*Erysiphe cichoracearum*)、早疫病 (*Alternaria solani*)、黑黴病 (*Pseudocercospora fuligena*)、葉黴病 (*Fulvia fulvum*)、青枯病(*Ralstonia solanacearum*)、細菌性斑點病 (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*)、細菌性莖腐病 (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*)、病毒病 (番茄捲葉病毒 *Tomato leaf curl virus*、番茄黃化捲葉病毒 *Tomato yellow leaf curl virus*、藿香薊葉脈黃化病毒 *Ageratum yellow vein virus*、番茄斑點萎凋病毒 *Tomato spotted wilt virus*、西瓜銀斑病毒 *Watermelon silver mottle virus*、番椒黃化病毒 *Capsicum chlorosis virus*、番茄嵌紋病毒 *Tomato mosaic virus*、胡瓜嵌紋病毒 *Cucumber mosaic virus*、馬鈴薯病毒 Y *Potato virus* Y) 及根瘤線蟲 (*Medoidogyne* spp.) 等，利用設施栽培番茄即可隔絕很多病毒病之問題，青枯病之發生亦可減輕，再搭配無農藥防治技術，可達到生產安全無虞之番茄。

一、晚疫病

卵菌病害，晚疫病菌主要感染地上部，如莖、葉、果實。感染初期病組織出現水浸狀斑，隨後快速擴大且變褐色，當環境溫度夠低、濕度夠高時，背面容易出現白色黴狀物 (圖 1A)，為本菌的菌絲以及游走孢子囊，是晚疫病重要的傳播構造。待氣溫回暖且溼度降低後，病勢發展停止、黴狀物逐漸消失。葉：無論幼葉或成熟葉，對本病都非常敏感，初期只是小斑點，隨後擴大並且褐化、快速萎縮並死亡。莖：病徵發展相似，因為塊斑看起來顏色較深，故俗稱「黑骨病」(圖 1B)，一旦感染會

嚴重影響全株水分與養分運輸，導致感染點以上的部位萎凋、死亡。果實：病斑呈現近黑褐色水浸狀塊斑，逐漸擴大，表面皺縮略為凹凸不平，後期可擴大至整個果實，造成褐化腐敗，但觸碰又可感覺堅硬，不會完全軟化，與其他病害造成的果實腐敗有所區別 (圖 1C)。

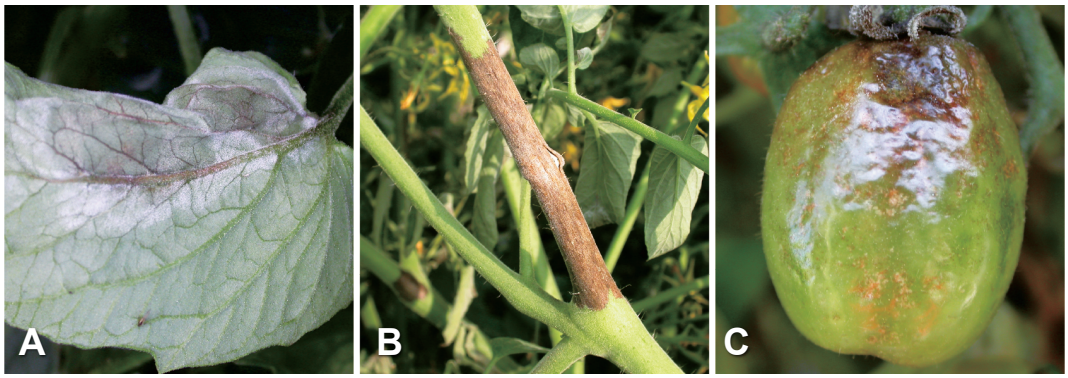


圖 1. 番茄晚疫病菌危害之病徵。病斑下表皮常出現白色黴狀物 (A)、莖 (B)、果實 (C)。

二、疫病

卵菌病害，番茄全株各部位均可被感染而誘發病害，且以幼苗期最為感病。幼苗病徵：葉片、莖、莖基部或根部組織出現水浸狀，莖基部略微凹陷，病斑向上、下蔓延，罹病株葉片下垂，數日後，全株枯萎、倒伏 (圖 2)。幼苗常呈整區發病情形，蔓延十分迅速。果實病徵：果實表皮，浮現褐色水浸狀塊斑，數日後，病斑迅速擴展成大型圓斑，



圖 2. 番茄疫病菌危害幼苗所引起之病徵。

可布滿整個果實，果實表面略微凹凸不平，病斑上略微出現白色黴狀物，病菌並向果實內部蔓延，切開後可見果肉褐化，但腐敗組織仍保有相當彈性，並不被軟化水解。莖葉病徵：染病處初現水浸狀斑點，而後病斑迅速擴展且呈暗綠褐色，葉片腐敗，莖部染病部位以上組織枯萎、下垂。葉部病徵：被感染之葉片，在葉片背面初現綠褐色水浸狀圓形斑點，環境合適時，病斑迅速擴大，1–2 天後直徑可達 2–3 公分，葉片最後枯死。

三、灰黴病

真菌病害，灰黴病菌主要感染葉、花和果實。受感染的組織呈現水浸狀壞疽、軟腐與皺縮，後期組織枯萎。在高濕度下，病害組織表面長出一層灰褐色的黴狀物，為病菌的菌絲以及分生孢子，成為主要感染源(圖 3)。葉：老葉較幼葉易感病，或可自幼葉的傷口入侵，之後往葉柄、莖方向感染，一旦莖嚴重受到感染，可能會影響地上部生長而死亡。果實：田間常見的感染點為果萼，然後往果實與果柄方向感染，因此常造成落果，或是因為與病葉接觸而自果實表面發病，此時可能表皮還保持完整，沒有破裂，但是下面的果肉已軟腐呈褐色。感染後期除了表面長灰褐色的分生孢子外，也會在果萼附近產生白色小顆粒狀的菌核，為重要的傳播與殘存的構造。果實上的鬼斑 (ghost spot)：除與病組織接觸造成的發病外，分生孢子也會從空氣中直接入侵果實表皮，但只在表皮形成綠色的空心圓圈，果實轉紅後



圖 3. 番茄灰黴病，受感染的組織呈現水浸狀壞疽，在高濕度下長出灰褐色黴狀物。

病斑變成黃白色。這是因為果實雖產生抗性侷限分生孢子的進一步發育，但仍留下病菌感染的痕跡，影響果實賣相。

四、白粉病

真菌病害，大多以老葉開始感染。發病初期，葉背出現白色粉狀的細小斑點，而後逐漸擴大、病斑癒合，並覆蓋上一層乾性的白粉，一摸即掉。相對應的葉表為黃色斑，亦常見白粉 (圖 4)。這些白粉是白粉病菌的分生孢子及菌絲，為本菌傳播病害的重要「種子」，不可輕忽。嚴重時，病斑葉表呈現淡褐色、葉背黃化、葉肉組織壞疽，最後葉片乾枯。



圖 4. 番茄白粉病菌危害葉片所引起之白粉狀病徵。

五、早疫病

真菌病害，番茄幼苗或本田期都會受到早疫病危害。幼苗感染者，病斑呈黑褐色，稍微凹陷，若病斑環繞莖基一圈的話，如同形成環剝導致幼苗倒伏，為「幼苗猝倒病」的病原之一；若幼苗沒有立即死亡，後續種在本田時，通常生長勢較衰弱，產量大幅降低。在本田期可感染葉片、果梗、莖與果實。葉片：由靠近地面的下位葉開始往上位葉發病，剛開始為褐黑色壞疽小點，稍微凹陷，形狀不規則或圓形 (圖 5)，病斑周圍出



圖 5. 番茄早疫病菌危害葉片造成之輪紋狀周圍帶有黃暈之病徵。

現黃暈。隨後擴大，病斑呈現輪紋狀，故又稱「輪紋病」。後期輪紋中央容易破裂，病斑呈灰白色，長出黑色毛絨狀物，為傳播用的分生孢子。嚴重時，病斑互相癒合、黃暈擴大導致葉片黃化、掉落。莖：若病斑出現在莖節處，容易造成側枝掉落。果實：可以直接在果表上出現相似的輪紋狀病徵 (但不容易有黃暈)，果實腐爛。另外，因為大量葉片黃化、掉落，缺乏足夠光合作用，罹病株較健康植株產量少、果粒也較小；或因葉片掉落後缺少遮蔭，果實容易日傷。

六、黑黴病

真菌病害，病原菌可危害葉、葉柄及莖部。初期病徵在下位葉的葉片出現灰白色小斑點，病斑會逐漸癒合，顏色轉變為灰褐色至黑褐色，此乃病原菌之分生孢子及分生孢子梗，後期病原菌蓋滿葉背甚至葉面 (圖 6)，造成罹病葉乾枯，但不落葉。葉片上，初期病斑呈圓形，然後漸成不規則形，並以葉脈為界限，病斑背面產生褐或黑色的絨霉，捲曲枯萎，但不脫落。

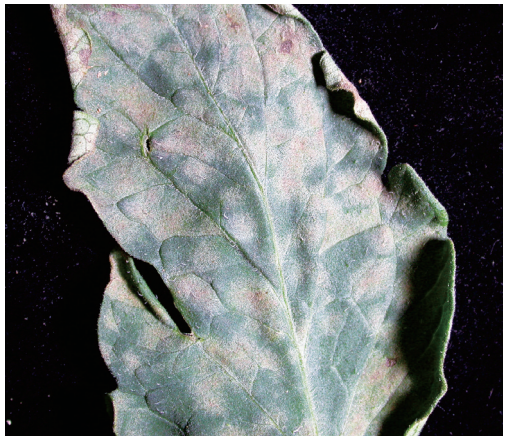


圖 6. 番茄黑黴病菌危害葉片所引起之病徵。

七、葉黴病

真菌病害，主要發生於葉、莖、花及幼果亦可被害。初期病徵葉背面呈現不明顯之灰白色小斑點。在潮濕環境下，這些病斑之下表面著生紫褐色之黴狀物。病斑初呈圓形，後因葉脈阻止呈不正形，表面呈淡黃色 (圖 7)，背面轉為黃褐色至灰黑色 (圖 8)，後期葉捲而枯死。

八、青枯病

細菌病害，病菌主要存活於土壤內，土壤中細菌為主要感染源，病原細菌由根部傷口侵入植株。植株雖保持綠色，但快速萎凋而枯死，若病勢進展緩慢時，發病初期在下位葉的葉柄首先呈現下垂，而後葉漸次萎凋 (圖 9)，同時莖部形成不定根。被害株莖部橫切，可觀察到維管束變褐色，以手壓之，有乳白色粘性的細菌菌泥溢出，如切取被害莖一小片段放入盛有水的玻璃管中，數分鐘後，大量病原細菌由莖部切口流到水中，顯現乳白色煙霧狀 (圖 10)。



圖 7. 番茄葉黴病菌危害葉片所引起之黃斑病徵。



圖 8. 番茄葉黴病菌危害葉片於葉背所引起之灰黑色病徵。



圖 9. 番茄青枯病菌危害植株所引起之萎凋病徵。

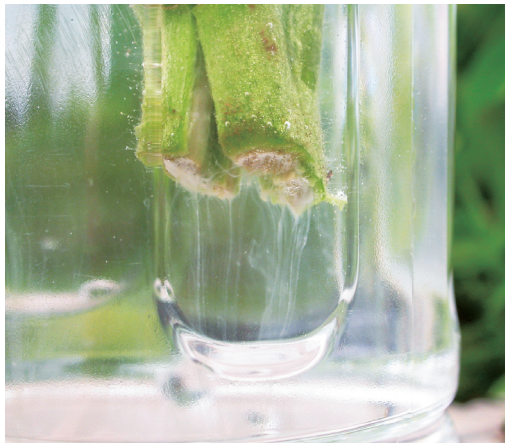


圖 10. 將番茄青枯病菌危害之植株插於水中菌泥泌出情形。

九、細菌性斑點病

細菌病害，可感染茄科作物之莖、葉、葉柄、花軸、果實等。在番茄葉上初呈小的水浸狀斑，邊緣明顯，病斑略下陷，漸由黃色或淡綠色變褐色，最後當壞疽時中央形成褐色或灰色 (圖 11)，漸擴大成不規則形斑點。在果實上形成小的水浸狀黃色病斑，之後轉為灰色且為瘡痂狀，不論整個病斑是下陷或突起，病斑的中央均下陷而外圍突起，有時周圍會有黃白色暈環，病斑點通常很淺，但也可能伸入果壁。在番茄莖、葉柄、花梗及萼片上均形成灰褐色、圓形到長圓形的淺斑。若病原菌由葉緣之水孔侵入感染，則造成水浸狀病斑，似軟腐病菌為害之病徵。本病因葉片感病後易造成落葉，俗稱「酥葉」。

十、細菌性莖腐病

細菌病害，病菌在韌皮部及髓部迅速擴展，初期下部葉片凋萎或捲縮，似缺水狀，一側或部分小葉凋萎；莖內部變褐，並向上下發展，後期產生長短不一的空腔，最後下陷或開裂 (圖 12)，莖略變粗，生出許多不定根。濕度大時菌體從病莖中溢出或附在其上，形成白色污狀物，最後全株枯死，上部頂葉呈青枯狀。果實上形成獨特的 「鳥眼斑」。

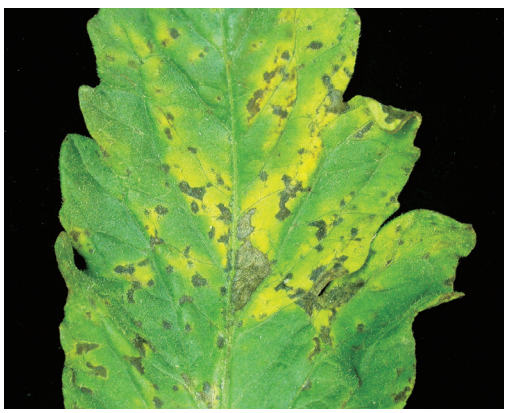


圖 11. 番茄細菌性斑點病菌危害葉片所引起之病徵。



圖 12. 番茄細菌性莖腐病菌危害莖所引起之病徵。

十一、病毒病

病毒病害，病徵主要可分為捲葉型、壞疽型與嵌紋（含細繩狀）型。捲葉型病徵由雙生病毒引起，計有番茄捲葉病毒（*Tomato leaf curl virus*）、番茄黃化捲葉病毒（*Tomato yellow leaf curl virus*）和藿香薊葉脈黃化病毒（*Ageratum yellow vein virus*）3 種，病徵呈現葉片向上捲、葉柄下垂、葉脈呈紫色、節間縮短、葉片變小、變厚、植株呈淡黃色，葉面呈現凹凸不平、皺縮或畸型新葉呈黃綠不均的嵌紋（圖 13），偶有壞疽條斑或水浸斑，嚴重時全株矮化停止生長，不易結果或結果但果實畸形，影響品質及產量甚鉅。壞疽型病徵主要由番茄斑點萎凋病毒（*Tomato spotted wilt virus*）、西瓜銀斑病毒（*Watermelon silver mottle virus*）或番椒黃化病毒（*Capsicum chlorosis virus*）引起，其中以番茄斑點萎凋病毒最為常見，感染初期病徵於頂端葉片上，呈現黃化壞疽病斑，然後逐漸褐化，嚴重時葉子捲縮變黑，乾枯、老葉則轉呈褐色，萎凋、落葉；植株停止生長矮化，莖上可見壞疽條斑，花器小、不易結果、植株果實成熟後變成紅白或紅黃相間同心輪紋為其典型病徵；西瓜銀斑病毒感染造成的病徵與番茄斑點萎凋病毒相近；番椒黃化病毒在葉片造成壞疽斑。感染番茄造成嵌紋型病徵的病毒有番茄嵌紋病毒（*Tomato mosaic virus*）、胡瓜嵌紋病毒（*Cucumber mosaic virus*）、馬鈴薯病毒 Y（*Potato virus* Y），番茄嵌紋病毒：葉片呈現黃綠相間嵌紋病斑，罹病植株生長受阻變



圖 13. 番茄黃化捲葉病毒病害之病徵。

矮。胡瓜嵌紋病毒：罹患本病毒之病株葉片變細，如細繩狀，也有分離株引起嵌紋與斑駁之病徵。馬鈴薯病毒 Y：葉片產生明暗相間的不均勻嵌紋病斑及植株矮化。

十一、根瘤線蟲

線蟲病害，根部遭受根瘤線蟲危害後，根尖萎縮，罹病組織分化成腫瘤狀 (圖 14)，後期根系腐敗，地上部生育不良，萎凋、結果不良等徵狀。



圖 14. 番茄根瘤線蟲危害所引起之病徵。

番茄病害非農藥綜合管理

瞭解番茄的栽培管理及病害發生之生態特性，適時使用相關之資材，可以達到不使用化學合成農藥之目標。番茄病害非化學合成植保資材整合性管理策略包含如下：

一、健康種苗

番茄種子可能會攜帶病原，播種前先進行種子消毒 (參閱種子處理章節)，若購買種苗，於攜入設施前先進行種苗消毒 (4–4 式波爾多液)，以確保移入設施前無攜帶病原。

二、清園

於種苗移入種植前，必須先澈底清園、除草，避免任何病菌的殘存，種苗才可以移入。栽培期間，須隨時注意設施內之田間衛生，避免

給病菌可能存活或繁衍的場所，番茄側芽摘除及老葉須隨時清除於園區外。設施栽培番茄之園區最好於種植前浸水 1 個月；高架離地栽培則需進行介質消毒 (利用熱水或 4-4 式波爾多液澆灌)。

三、監測

定植後每週確實調查病害發生之種類與嚴重情形，以掌握適當的防治方法與時機。

四、非農藥防治方法

配合定期之病害監測，於病害未發生前或發生初期即以非化學合成植物保護資材抑制 (圖 15)。資材包括「石灰硫磺合劑」、「乳化葵花油」、「中和亞磷酸」、「碳酸氫鉀」、「碳酸氫鈉」、「微生物製劑」及「4-4 式波爾多液」。

(一) 石灰硫磺合劑

石灰硫磺合劑以生 (熟) 石灰、硫磺、水的重量比例為 1：2：10–15 (水的份量可依使用需求而增減)，所煮沸配製而成，本劑主要為預防性之藥劑，對於抑制病菌之孢子發芽效果極佳，可有效抑制黑黴病菌、葉黴病菌及白粉病菌孢子發芽，不過對於抑制菌絲生長效果不好，因此須預防性施用，使用濃度依不同地區、不同季節及氣候狀況，調整使用濃度約為 200–500 倍施用。本劑因屬鹼性，使用不當易產生藥害，幼嫩組織易被燒傷。

(二) 乳化葵花油

抑制白粉病原菌之機制：經乳化的葵化油噴佈於番茄植株上時，可以在植物體表面形成一層薄膜，能阻隔病原菌孢子發芽與菌絲生長，更可覆蓋原先產孢的部位，降低二次傳播與感染的機會；番茄白粉病發生



圖 15. 番茄關鍵病害發生及其防治時期。

初期以 90% 乳化葵花油，稀釋 200–500 倍，每 7 天噴施一次，連續 3–4 次即可有效控制白粉病之發生，若病害嚴重可以添加重碳酸鹽類增強效果。

(三) 中和亞磷酸製劑

中和亞磷酸製劑之功用，主要是預防番茄晚疫病與疫病之發生，其防病機制主要是改變寄主與病原菌間的交互作用、降低兩者的親和性、誘導植株合成植物防禦素，進而增強植物的抗病性。自行調配亞磷酸之

方法：將亞磷酸與氫氧化鉀以 1:1 等重量中和後，稀釋比例為 1,000 倍後即可使用。亞磷酸對病害發生的預防效果比治療效果為佳，因此亞磷酸應在病害未發生前先予使用，最好於每年 11–12 月先預防性施用，連續施用 3 次 (每星期 1 次) 以上，較能達到誘導抗病之效果。此外，在降雨季節來臨前，同樣噴施中和亞磷酸 3 次，可以防治疫病。

(四) 波爾多液

波爾多液在有機作物栽培之病害防治上極具潛力，它對大多數的真菌與細菌性病害均有極佳的防治功效，宜在晴天而微風時藥液易乾的天氣下使用，以免引起藥害。波爾多液一般以「4-4 式波爾多液」配方較為常用，番茄栽培上可以使用於苗期灌注及清園，可有效降低病菌之初次感染源。波爾多液於番茄上不建議連續施用太多次，除了在果實上會有藥斑殘留外，亦可能造成蟎類發生。

(五) 重碳酸鹽

為酸性碳酸鹽 (bicarbonates) 之別名，含有重碳酸根 (HCO_3^-) 之化合物。常見的重碳酸鹽類包括碳酸氫鈉 ($NaHCO_3$) 或稱小蘇打、碳酸氫鉀 ($KHCO_3$)、碳酸氫銨 (NH_4HCO_3) 等三種，有機農業上可以使用之資材為碳酸氫鈉及碳酸氫鉀。重碳酸鹽以防治作物白粉病為主，一般而言，以稀釋 200-300 倍，視白粉病發生之嚴重程度，調整使用頻度，若能添加天然的展著劑 (例如乳化葵花油)，則防病效果更佳。

(六) 微生物製劑

拮抗微生物可以防治病害的機制，可分為五種：即 (1) 產生抗生素與毒素；(2) 產生酵素分解病原菌；(3) 營養競爭；(4) 超寄生及 (5) 誘導植物產生抗病性。液化澱粉芽孢桿菌可用於防治番茄青枯病，需於苗期預防性灌注，每週灌注一次。

結語

番茄為連續採收型的作物，且病蟲害發生嚴重，農藥殘留風險較高，無農藥栽培，更著重於預防勝於治療，嚴謹的措施，有事半功倍之效。透過種植「健康種苗」、落實「清園」和「監測」作為，並緊密配合「非化學合成植物保護資材」之使用，才能達到防治病害之效果，生產出高品質且安全的番茄。

參考文獻

1. 安寶貞、謝廷芳、蔡志濃、王姻婷、林俊義。2000。亞磷酸之簡便使用方法與防病範圍。植病會刊 9(4): 179。
2. 安寶貞、謝廷芳、謝美如。1997。利用亞磷酸防治園藝作物疫病。植保會刊 9(4): 403–404。
3. 林筑蘋、蔡志濃、安寶貞。2013。農作物健康診斷-番茄的病害 (一)。豐年 63 卷 16 期：32-35。
4. 林筑蘋、蔡志濃、安寶貞。2013。農作物健康診斷-番茄的病害 (二)。豐年 63 卷 17 期：31-33。
5. 林筑蘋、蔡志濃、安寶貞。2019。廣效性波爾多液有效防治果樹病害。豐年 69: 86–93。
6. 蔡志濃、安寶貞、王姻婷、王馨媛、胡瓊月。2009。利用中和後之亞磷酸溶液防治馬鈴薯與番茄晚疫病。台灣農業研究 58：185-195。
7. 蔡志濃、林筑蘋、謝廷芳。2020。用非化學合成植保資材，營造友善農耕環境。農政與農情 338: 24–30。
8. 蔡志濃、林筑蘋. 2018。設施蔬果之病害整合性管理－無化學合成農藥手冊。農業試驗所 2018.07。
9. Ko, W. H., Wang, S. T., Hsieh, T. F., and Ann, P. J. 2003. Effect of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. J. Phytopathol. 151:144–148.