



防治作物病蟲害，農業生產環境更健康

用非化學合成 植保資材 營造友善農耕環境

蔡志濃¹ 林筑蘋¹ 謝廷芳¹

壹、前言

臺灣作物種類繁多，舉凡溫帶、亞熱帶及熱帶作物皆有種植，病害發生種類也因而層出不窮。農友為確保農作物產量與品質，多依賴化學合成農藥來防治各種病害，使農藥殘留的食安問題時有所聞，亦可能影響環境生態之平衡，造成生態浩劫。有鑑於此，非化學合成植物保護資材之研發與應用成為刻不容緩之課題。

近年來行政院農業委員會（簡稱

農委會）動植物防疫檢疫局為了開放高安全性的植物保護資材能上市供農友使用，除了加速微生物農藥之登記時程外，截至109年3月25日止亦累計公告18項非化學合成植保資材成分及原料屬「食品安全衛生管理法第3條第1款所定食品」者為「免登記植物保護資材」，其中用於病害防治者包括：甲殼素、次氯酸鹽類、碳酸氫鈉、二氧化矽、碳酸鈣、中性化亞磷酸、矽酸鉀、柑桔精油、醋類（竹醋液、木醋液、稻殼醋液）及食用植物

註1：行政院農業委員會農業試驗所。

油類。

農委會農業試驗改良場所多年來在研發與應用非化學合成資材與技術防治作物病害上一直不遺餘力，本文謹就常用之微生物製劑、中和亞磷酸製劑、乳化葵花油製劑、肉桂油製劑、石灰硫磺合劑及波爾多液之使用時機及防治機制作介紹，期望業界能更加瞭解植保資材之特性與使用時機，並適切地融入作物病蟲害整合性管理 (IPM) 的操作中，以生態平衡的耕作理念，充分利用各種栽培管理措施，營造友善的環境、生產安全的農產品。

貳、非化學合成植保資材之使用方式與防病機制

一、微生物製劑

微生物植保製劑之主要作用機制為：(一) 產生抗生物質 (Antibiotic Production) 可直接抑制或殺死病原菌；(二) 營養競爭 (Competition for Nutrients)，與病原菌競爭營養，占據生長空間，直接或間接造成病原菌養分缺乏而死亡；(三) 超寄生 (Hyperparasitism)，藉由有益微生物直接寄生或穿透菌體而殺死病原菌；(四) 產生分解酵素 (Degrading Enzymes)，產生細胞壁分解酵素直接分解病原菌之細胞壁造成死亡；(五) 誘導植物產生抗病性 (Induce Systemic Acquired Resistance)，

即使用後誘使植物自己產生一些抗菌物質，抵抗病原菌之入侵。

目前已完成農藥登記之微生物製劑包括：(一) 貝萊斯芽孢桿菌 (*Bacillus velezensis*)，用於防治水稻白葉枯病、十字花科黑腐病、草莓及柿灰黴病、檬果細菌性黑斑病；(二) 枯草桿菌 (*Bacillus subtilis*)，用於防治水稻稻熱病、徒長病及紋枯病、檬果炭疽病及細菌性黑斑病、十字花科根瘤病、瓜類露菌病及豆菜類白粉病等；(三) 純白鏈黴菌素 (*Streptomyces candidus*)，用於防治疫病；(四) 液化澱粉芽孢桿菌 (*Bacillus amyloliquefaciens*)，用於防治草莓、蔬菜及花木灰黴病、蔬菜萎凋病、蔬菜青枯病及萵苣露菌病等；(五) 蕈狀芽孢桿菌 (*Bacillus mycooides*)，用於防治水稻紋枯病及蘭花黃葉病；(六) 綠木黴菌 (*Tricoderma virens*)，用於防治十字花科苗立枯病。

二、中和亞磷酸製劑

在生化防禦系統上，亞磷酸鹽的防病機制已被證實至少有 2 種以上，都與改變寄主與病原菌間的交互作用、降低兩者的親和性，進而增強植物的抗病性有關。這 2 種已被發現的防禦機制，一是活化植物之 Phenylpropanoid Pathway，合成酚化合物殺菌 (Dercks & Buchenauer, 1986)；另一更重要的機制是活化



圖1. 中和亞磷酸製劑防治番茄晚疫病效果，圖左為對照組，圖右為使用亞磷酸1,000倍稀釋液。

植株之 Phenylalanine Ammonia-lyase Pathway，合成植物防禦素 (Phytoalexins) 與病原菌對抗。2種機制均非直接靠亞磷酸來殺菌，而是施用亞磷酸於植物體後，使植物產生抗菌物質而達到防治病害之效果。

自行調配亞磷酸之方法：亞磷酸為強酸，因此須以強鹼物質中和至酸鹼值 pH 5.5~6.5 後使用，才不會對植物造成肥傷。農委會農業試驗所（簡稱農試所）研發出一種非常簡便的方法，即將亞磷酸與氫氧化鉀以 1:1 等重量中和後即可使用。方法為先將市售工業用亞磷酸（95%）稱重溶解於所需量的水中，再將等重的氫氧化鉀（95%~98%）緩慢加入上述溶液中即可，混合後的溶液酸鹼值在 pH

6.0~6.2 之間，以噴施法防治作物地上部病害，以灌注法防治地下部病害。

亞磷酸可用於防治作物病害的對象中，以對作物疫病的研究最廣且最深，在國外常用於柑橘褐腐病與根腐病、酪梨根腐病、鳳梨心腐病、木瓜疫病、可可果實疫病與潰瘍病、馬鈴薯晚疫病、番茄與番椒疫病、觀賞作物疫病、煙草疫病等之防治，效果非常良好。除疫病外，亞磷酸對葡萄露菌病、萵苣露菌病、花椰菜露菌病亦有良好的防治效果。近年來，農試所的試驗結果顯示，亞磷酸對柳橙與木瓜果實疫病、金柑幼苗與果實疫病、酪梨幼苗根腐病、番茄與馬鈴薯晚疫病（圖1）、番椒與番茄疫病、莧菜疫病、非洲菊、蘭花、百合疫病、馬鈴

薯青枯病均有良好防治效果。對於卵菌綱中其他菌類引起的病害亦同樣有良好的防治效果，包括金線連猝倒病 (*Pythium* spp. 引起)、荔枝露疫病、玫瑰露菌病等。亞磷酸對病害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，而且連續施用3次（每星期1次）以上，較能達到誘導抗病之效果。

三、乳化葵花油製劑

乳化葵花油抑制白粉病原菌之機制：經乳化的葵化油噴布於番茄植株上時，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；而且在不影響植物的呼吸作用與光合作用下，有減少植物水分散失的功效。利用掃描式電子顯微鏡來觀察乳化葵花油抑制白粉病菌之功效，未噴布葵花油的番茄葉表面十分光滑有光澤，且白粉病菌菌絲生長旺盛（圖2）；噴布葵花油後之葉表面粗糙不透明，且白粉病菌菌絲及孢子被覆蓋而萎縮死亡（圖3）。

乳化葵花油主要防治作物白粉病，當乳化葵化油（葵無露）稀釋1,000倍時，約可降低50%番茄白粉病的發生，使用200~500倍稀釋液時，可使發病率降低至10%~20%。田間試驗，每周噴施1次，連續3次，對木瓜、番茄、豌豆（圖4）及瓜類（圖5）、枸杞等作物的

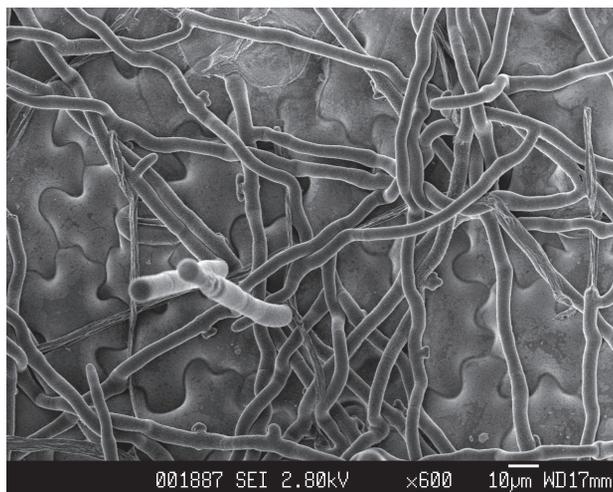


圖2. 未噴布葵花油的番茄葉表面十分光滑有光澤，且白粉病菌菌絲生長旺盛。

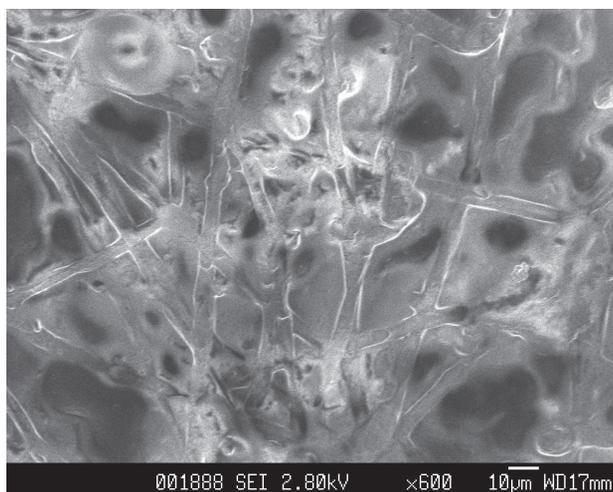


圖3. 噴布葵花油後之葉表面粗糙不透明，且白粉病菌菌絲及孢子萎縮死亡。

白粉病均有良好的預防效果。

四、肉桂油製劑

肉桂精油之主要成分為肉桂醛，經乳化調配成製劑後，對於作物常見之根瘤線蟲 (*Meloidogyne* spp.)、炭疽病菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*)、瘡痂病菌 (*Pestalotiopsis psidii*) 及黑星病菌 (*Phyllosticta psidiicola*)、褐斑病菌



圖4. 田間噴施乳化葵花油防治豌豆白粉病的情形
(圖左為處理組，圖右為對照組)。



圖5. 田間噴施乳化葵花油防治胡瓜白粉病的情形
(圖左為處理組，圖右為對照組)。

(*Corynespora cassicola*) 等有良好的抑制效果，農試所研發之肉桂油乳劑 5,000 倍對於根瘤線蟲具有良好的防治效果；肉桂油乳劑 500 倍對炭疽病菌及瘡痂病菌菌絲與孢子抑制效果良好，抑制率達 86% 以上；肉桂油乳劑 500 倍對黑星病菌菌絲生長抑制達 100%。

五、石灰硫磺合劑

石灰硫磺合劑最早在 18 世紀被開發出來，不但可以殺菌（真菌、細菌），也可以殺蟲、殺蟎，是有機農業可使用之病蟲害防治資材。一般石灰硫磺合劑中生石灰、硫磺、水的重量比例為 1:2:10~15（水的分量可依使用需求而增減），配製時先將硫磺以水煮沸，再將生石灰加入，約煮 1 小時，溶液呈深褐色，取過濾後的上層液使用。煮好的石灰硫磺合劑以硫化鈣之形態存在，為殺菌劑之主

體，而本劑之強鹼性也可幫助活化硫磺對菌體的滲透，而增強殺菌效果。它對白粉病、銹病及炭疽病具有極佳之防治效果，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，1,000 倍即可 100% 抑制炭疽病菌孢子發芽，不過對於抑制菌絲生長效果不好，因此須預防性施用，使用濃度依不同季節及不同作物約為 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。配製好的石灰硫磺合劑不宜久置，最好在 2~3 星期內使用。濃厚的石灰硫磺合劑也可以用於果樹樹幹的傷口塗布，惟配製時需將水的含量降低，調製成濃稠狀後使用。

六、波爾多液

波爾多液是法國學者 Millardet 於 1882 年開發出來作為防治葡萄露

菌病的無機農藥。波爾多液有很多不同濃度之配方，依硫酸銅 Copper Sulfate ($\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 與生石灰 Lime (CaO) 或熟石灰 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 含量之不同混合製程，一般都採硫酸銅和生石灰等量式配製使用，配製時硫酸銅與生石灰分開溶解，再將硫酸銅液倒入生石灰桶中（不得顛倒次序），並加以攪拌。波爾多液在有機作物病害之防治上極具潛力，它對所有的真菌與細菌病害均有極佳的防治功效，經常用於果樹露菌病、疫病、白粉病、銹病、柑橘潰瘍病、檬果黑斑病及楊桃細菌性斑點病的防治。宜在晴天而微風使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，一般使用於果樹修剪後或於清園時，可有效降低病菌之初次感染源。本劑與石灰硫磺合劑相仿，也可以調製成濃稠狀，用於樹幹的傷口塗布與滅菌。

參、非化學合成植保資材應用於病蟲害整合性管理

瞭解上述資材之特性以及病蟲害發生之時期，適時使用相關之資材，可以達到減少或不使用化學合成農藥之目標。例如木瓜之病蟲害整合性管理，木瓜主要病害有炭疽病 (*Colletotrichum* spp.)、疫病 (*Phytophthora palmivora*)、蒂腐病 (*Lasiodiplodia* (*Botryodiplodia*)

theobromae) 及白粉病 (*Oidium* spp.)；蟲害則以神澤氏葉蟎 (*Tetranychus kanzawai* Kishida)、二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch) 及秀粉介殼蟲 (*Paracoccus marginatus*) 最為普遍且嚴重，是病蟲害管理成本的主要支出對象。於適當時機（雨季來臨前）施用中和亞磷酸可有效防治疫病，4-4式波爾多液對於炭疽病菌菌絲生長、分生孢子發芽及木瓜褐斑病菌分生孢子發芽之抑制率皆達 100%，石灰硫磺合劑 1,000 倍對於炭疽病菌分生孢子發芽之抑制率亦達 100%；由石灰硫磺混合劑防治木瓜秀粉介殼蟲與蟎類的試驗結果顯示，可有效減少該蟲的發生數量，具抑制秀粉介殼蟲與蟎類族群之效果。以木瓜病蟲害整合性管理為例，利用網室栽培、種植健康種苗、清園、監測及適時使用非化學合成防治資材（中和亞磷酸、乳化葵花油、4-4式波爾多液、石灰硫磺合劑及植物油混方）可有效防治病蟲害，落實整合性管理措施，可擺脫對化學合成農藥的依賴。

木瓜病蟲害非化學合成植保資材整合性管理策略：

- 一、**網室栽培**：選擇排水良好的土壤，作高畦並覆蓋防草蓆。
- 二、**健康種苗**：（一）慎選無病毒與病害之健康種苗；（二）浸苗：浸「植物油混方」驅除害蟲。
- 三、**清園**：園區內、外圍四周的雜草

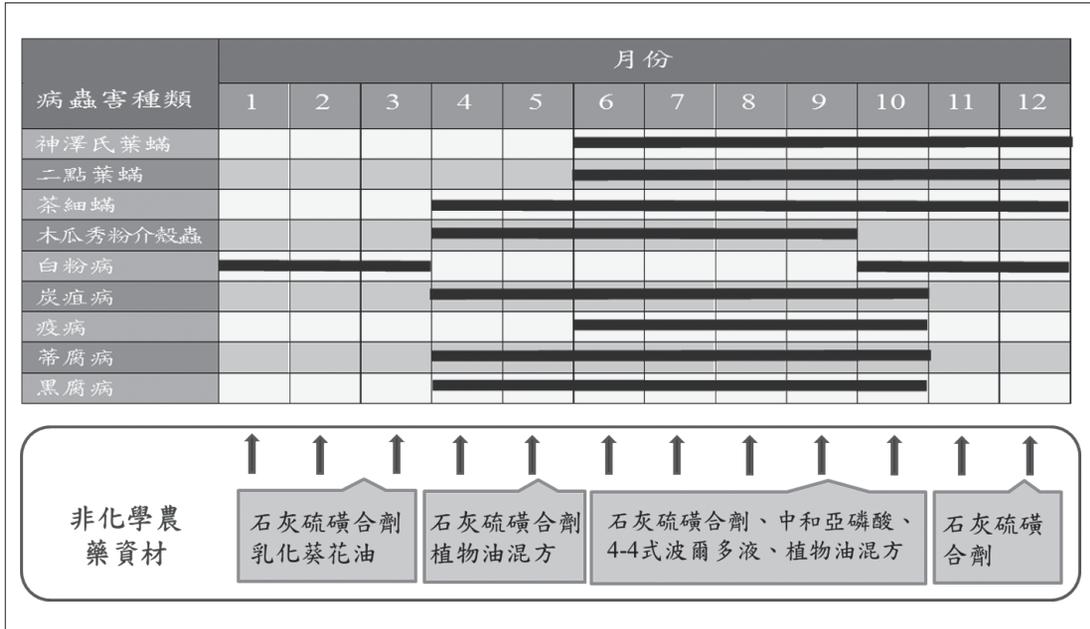


圖6. 木瓜主要關鍵病蟲害發生時期及防治時機。

須清除乾淨，園內不可留有殘枝、葉、花及果等讓病蟲源可能棲息或生長繁衍的場所。種植前需淨空2星期以上。

- 四、**監測**：定植後每周確實調查病、蟲之發生種類與數量，以掌握適當的防治方法與時機。在病害管理方面，特別要注意木瓜苗期可能發生的白粉病、生長期的白粉病與根腐病、開花與結果期的疫病、炭疽病、蒂腐病及褐斑病。蟲害管理則應監測害蟬（紅蜘蛛）及秀粉介殼蟲的發生密度。
- 五、**非化學植保防治資材**：每周定期施用200~500倍的石灰硫磺合劑，雨季來臨前1個月每周施用1次中和亞磷酸，連續施用3次，再配合定期之病蟲害監測，於病蟲害未發生前或發生初期即

以防治資材抑制（圖6）。

肆、結語

近年來世界各國皆重視食安及環境保護議題，在農業操作上研發與應用非化學植保資材作為病害防治之用刻不容緩。利用安全之植物保護資材融入作物之病蟲害整合性管理體系中，取代部分化學合成農藥之使用，達到防治病蟲害之效果被證實可行。為呼應政府十年農藥減半之政策，以生態平衡的耕作理念，充分利用各種栽培管理措施，配合非農藥植保資材之使用，營造友善的農耕環境，避免生態環境受到破壞，且可生產安全的農產品，達到「食安、人安、環安」三贏局面，是農委會努力不懈之方向。