

友善環境的植物保健產品開發 與應用

黃振文^{1*}、許晴情²、沈原民²

¹ 國立中興大學植物病理學系、特聘教授兼副校長

² 臺中區農業改良場、助理研究員

* 國立中興大學永續農業創新發展中心

摘要

農作物的健康管理措施，可決定農產品的品質安全與環境生態的和諧，因此，嘗試研發植物源、微生物源及天然生化的植物保護製劑產品，作為作物病蟲害綜合管理的主要手段，是現代農業永續發展努力追求的目標。近年來，台灣的植病學者採用植物源資材，研發的植物保健產品案例有：（一）以高麗菜下位葉、菸渣及荷格蘭養液製成「CH100植物健素（中興一百）」，可有效防治蕪菜銹病、梅黑星病、李白粉病、茄子紅蜘蛛，並可促進蔬菜種苗生長健壯；（二）以五倍子、薑黃、仙草及山奈等植物萃取液調配成「活力能」植物保護製劑，可有效防治作物炭疽病；（三）利用微奈米乳化技術，將植物油乳化製成的產品，如「葵無露」和「大豆油乳化劑」，可有效防治作物白粉病與露菌病；「辣木油乳化劑」可防治草莓蚜蟲。此外，利用菜籽粕、藻酸鈉、甘油及 *Pseudomonas boreopolis* 製成 PBGG 粒劑，可有效防治白菜立枯病（*Rhizoctonia solani*）的發生。從作物根系的土壤或堆肥分離微生物，經過系列分析與安全評估後，迄今已將枯草桿菌（*Bacillus subtilis*）、液化澱粉芽孢桿菌（*B. amyloliquefaciens*）、蘇力菌（*B. thuringiensis*）、蕈狀芽孢桿菌（*B. mycoides*）、稠李鏈黴菌（*Streptomyces padanus*）、及木黴菌（*Trichoderma harzianum*）等開發製成各種劑型的微生物源植物保護製劑（生物農藥、生物肥料）。在田間施用上述各產品後，已證明它們有預防或治療不同作物病蟲害的功效。在作物栽培體系中，運用植物保健產品前，農友須掌握下列四項原則，才能有效控制作物病蟲害的發生。即（一）明瞭植物害物（pests）的生活規律；（二）確

認植物保健產品的主要功效與機理；（三）熟悉植物害物的傳播與感染途徑；（四）重視田間衛生管理，減少病蟲害的族群密度。

關鍵字：生物防治、友善農耕、作物病蟲害管理、生物農藥、生物肥料

前言

植物保護工作者的任務在於維護植物生育的健康、確保農業生產環境的和諧、及協助農友生產高品質的農產品。設若農友於栽培農作物過程能妥善執行各種健康管理措施，相信他們必可於和諧的生態環境中生產出安全高品質的農產品。因此，嘗試研發植物保護製劑產品作為作物病蟲害綜合管理的主要手段，是現代農業永續發展努力追求的目標。友善環境的植物保健產品之研發與應用是實現有機農法的重要工作方向，且亦符合國際有機農業運動聯盟（IFOAM Organic International）的「最佳實踐操作指南（Best Practice Guideline）」的規範（Sustainable Organic Agriculture Action Network, 2013）。近年來，國內外許多科學家積極研製生物製劑產品藉以替代化學合成藥劑作為防治農作物病蟲害的手段，迄今已有許多成功的案例。本文主要目的在於報導台灣研發的植物源、微生物源及天然生化等三類型植物保護製劑產品，祈有助於我國友善農耕的推動，進而維護優質的農田生產環境與人畜食物的安全。

植物源植保製劑

天然植物保護製劑即為植物源農藥（botanical pesticide 或 plant derived pesticides），此類製劑主要利用植物體本身所含的穩定有效成分，針對目標害物施用於作物上，達到降低病、蟲、草等害物危害。這些有效成分通常是植物的有機體組成物，例如生物鹼、配糖體、酚類、帖類、鞣質、類黃鹼素、皂素、類胡蘿蔔素、香豆素等，具有特定之生物活性，可抑制不同種類的植物病原菌（Cowan, 1999；黃等，2013）。

全世界可作為植物源農藥應用的植物約有二千種以上，其中多數植物源農藥都是從500多種中草藥中發掘。雖然植物源農藥之種源相當豐富且廣泛，但可被利用者卻微乎其微，僅魚藤酮、苦參鹼、菸鹼、棟素、藜蘆鹼、茴蒿素、木煙鹼、苦皮藤素、苦豆子總鹼等被少數農藥公司所生產（黃等，2013）。天然植物保護製劑防治作物病害的開發，

大多由植物的萃取物充作防治作物病蟲害的研究開端。從防治機制上來說，可大致區分為兩類，第一類為植物萃取物具誘導植物產生抗病性的能力。最著名的例子就是利用虎杖 (*Reynoutria sachalinensis*) 萃取液可以有效防治作物白粉病及灰黴病，研究顯示以 2% 虎杖萃取液每星期噴施於胡瓜植株上，可誘使胡瓜葉片的抑菌酚化物累積，進而抑制白粉病菌的感染 (Daayf *et al.*, 1995; Konstantinidou-Doltsinis and Schmitt, 1998)。目前國外已有利用虎杖萃取物，以 Milsana[®] 商品名在市面上販售；第二類為植物萃取物中具抑菌物質或含有殺菌成份可直接抑制病原菌生長 (黃等, 2013)。

茲介紹台灣已研發成功之植物源植保製劑如下：

- (一) CH100 植物健素 (中興一百)：以高麗菜下位葉、菸渣及荷格蘭養液製成，藉由高麗菜下位葉含有豐富的硫配糖體及菸渣含有尼古丁等成分，具有抑菌與昆蟲忌避的效果，可有效防治韭菜銹病、梅黑星病、李白粉病、並減少紅蜘蛛與紋白蝶之危害，此外，尚可促進蔬菜種苗生長健壯 (黃, 1992; Huang and Chung, 2003; 林等, 2004)。
- (二) 農業試驗所的研究顯示多種植物萃取液對植物病原真菌具有抑菌效果 (謝等, 2005)，該所花卉中心謝廷芳博士利用五倍子、薑黃、仙草及山奈等植物萃取液調配成「活力能」植物保護製劑，可有效防治作物炭疽病 (黃等, 2013)。研究顯示，將其稀釋 1000 倍可以防治十字花科炭疽病、芒果炭疽病。
- (三) 將植物油乳化後製成的產品，如「葵無露」和「大豆油乳化劑」，稀釋 200 倍至 400 倍施用於作物，可有效防治作物白粉病與露菌病 (黃等, 2013; Ko *et al.*, 2003)。「葵無露」稀釋液噴佈於植株上時會在植物體表形成一層薄膜，可阻隔病原菌孢子發芽與菌絲生長 (Ko *et al.*, 2003)，同時可減少植物水份散失，屬於安全、低成本且實用的病害防治資材 (黃等, 2013; 林等, 2004); 除了防病之外，試驗結果也顯示乳化植物油具殺蟲效果與抑制害蟲的增殖率，例如乳化之辣木油可用以防治草莓桃蚜等害蟲 (陳, 2015)。
- (四) 生物性燻蒸粒劑：十字花科蔬菜植體或種子含有硫配糖體 (glucosinolate)，經過酵素作用可釋放出具有殺菌作用的揮發物質。鍾氏等人由土壤中篩選出一種 *Pseudomonas boreopolis* 細菌，具有產生硫配糖體酵素的能力，因此將菜籽粕接種 *P. boreopolis* 後，可釋放出異硫氰化物，針對立枯絲核菌

(*Rhizoctonia solani* AG-4)、白絹病菌(*Sclerotium rolfsii*)、菌核病菌(*Sclerotinia sclerotiorum*)、猝倒病菌(*Pythium aphanidermatum*)及疫病菌(*Phytophthora capsici*)等均具有顯著的抑菌功效(Chung *et al.*, 2003)。隨後鍾氏等人將菜籽粕、藻酸鈉、甘油及 *P. boreopolis* 研製成 PBGG (Pseudomonas Brassica Glycerine Granule) 生物性燻蒸粒劑, 施用於土壤中除可提高土壤中放線菌族群的增殖外, 尚可降低 *Rhizoctonia solani* 引起之白菜立枯病的發生(Chung *et al.*, 2005)。

微生物源植物保護製劑

目前臺灣登記作為生物農藥、生物肥料之微生物來源具多樣化, 有枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)、液化澱粉芽孢桿菌(*B. amyloliquefaciens*)、蕈狀芽孢桿菌(*B. mycooides*)、溶磷菌(eg. *Bacillus* spp.)、蘇力菌(*B. thuringiensis*)、木黴菌(*Trichoderma* spp.)、鏈黴菌(*Streptomyces* spp.)等。本文主要以蕈狀芽孢桿菌(*B. mycooides*)、稠李鏈黴菌(*Streptomyces padanus*)、真菌蛋白激活子、以及食用菇培養濾液等四個例子說明微生物源植物保護製劑之開發與應用狀況。

蕈狀芽孢桿菌(*B. mycooides*)在臺灣與美國皆已有商品正式登記為植物保護製劑, 在美國登記可應用於有機農業, 在臺灣的產品也被農糧署列在「有機農業商品化資材—植物病蟲草害防治資材品牌推薦一覽表」的清單內, 可用於多種果樹、蔬菜、花卉等作物之病害管理。蕈狀芽孢桿菌作為植物保健產品或生物製劑具有促進植物生長、產生抗生物質、以及誘導植物產生抗病性的作用。研究發現不同蕈狀芽孢桿菌菌株可產生植物激素吲哚乙酸(indole-3-acetic acid; IAA)之類的物質, 具有促進番茄、萵苣、西瓜、胡瓜等作物生長的功效(陳等, 2010; 彭, 2018)。蕈狀芽孢桿菌亦可產生抗生物質, 例如生物表面素(biosurfactin)之相關成分。帶有抗生物質的蕈狀芽孢桿菌培養液能夠抑制胡瓜猝倒病菌(*Pythium aphanidermatum*)產生游走孢子並降低病害發生(Peng *et al.*, 2017; 彭, 2018)。此外, 蕈狀芽孢桿菌與某些 *Bacillus* 屬的植物根圈促生菌(PGPR)均具有誘導植物產生抗性的能力(Choudhary and Johri, 2009), 近期的研究也顯示利用特定基質培養之蕈狀芽孢桿菌培養液可降低番茄萎凋病之罹病度, 並可誘導植株產生抗

病作用進而降低番茄白粉病的發生（丁和黃，2017）。

稠李鏈黴菌 (*S. padanus*) 是鏈黴菌屬、放線菌目的成員，在研究中發現稠李鏈黴菌 PMS-702 可產生抗生物質抑制多種植物病原菌。研究顯示稠李鏈黴菌對十字花科苗立枯病之病原 *Rhizoctonia solani* AG-4 具有拮抗效果，經過萃取物分離、化學結構光譜分析，發現稠李鏈黴菌發酵液中主要的抗生物質為治黴色基素 (fungichromin) (Shih *et al.*, 2003)，吳氏等學者以稠李鏈黴菌產生治黴色基素作為指標，也確立培養液的組成與最佳化培養條件 (Wu *et al.*, 2008)。此外，稠李鏈黴菌之培養濾液對於各種植物病原真菌具有不同程度的拮抗能力，實驗室測試發現其對許多病菌均具有抑制效果，如萹苳褐斑病菌 (*Acremonium lactucum*)、十字花科蔬菜黑斑病菌 (*Alternaria brassicicola*)、灰黴病菌 (*Botrytis cinerea*)、炭疽病菌 (*Colletotrichum spp.*)、镰孢菌 (*Fusarium spp.*)、褐根病菌 (*Phellinus noxius*)、綠黴病菌 (*Penicillium digitatum*) 豌豆葉枯病菌 (*Mycosphaerella pinodes*)、疫病菌 (*Phytophthora spp.*) 等 (Shih *et al.*, 2013)，進一步利用盆栽及果實進行防病效果的生物評估，證明 PMS-702 有廣泛的防病族譜 (Shih *et al.*, 2013)。歸納 PMS-702 稠李鏈黴菌植物保護製劑之開發流程依序涵蓋：菌種分離、生物分析、製劑調配、液態搖瓶培養、發酵槽放大培養、生物分析、盆栽試驗、溫網室試驗、田間試驗、以及製程放大等階段，同時，為進行商品化成為生物製劑產品須進行菌種安全性評估、專利佈局、商品登記與註冊。

鏈格孢屬真菌 (*Alternaria spp.*) 之細胞萃取物存在有激活子蛋白，施用於作物上可誘導植物抗病。研究顯示從鏈格孢菌 *Alternaria tenuissima* APR01 所萃取的蛋白質除可促進植物根系生長與側根形成的作用外，尚有降低十字花科苗立枯病菌 (*R. solani*) 引發苗立枯病的效果。值得一提的是，這類蛋白質不具有直接抑制病原菌生長的功效，但可誘導植物啟動防禦機制，有效降低作物病害之發生 (謝，2010；Hsieh *et al.*, 2016)。這些激活子蛋白製劑啟動植物防禦反應的試驗已在白菜、胡瓜等作物取得驗證。

從食藥用菇類的培養濾液中分析它們抑制植物病原菌的活性，發現香菇 (*Lentinus edodes*) 與紫丁香蘑 (*Clitocybe nuda*) 之培養濾液可抑制白菜炭疽病菌 (*C. higginsianum*) 孢子發芽；靈芝 (*Ganoderma lucidium*)、香菇及紫丁香蘑之培養濾液可抑制白菜黑斑病菌 (*A. brassicicola*) 之孢子發芽；紫丁香蘑、雞腿蘑 (*Coprinus*

comatus)、香菇及金耳 (*Tremella aurantialba*) 等四種真菌的培養濾液則可抑制疫病菌 *P. capsici* 的游走孢子發芽 (Chen and Huang, 2010)。此外，試驗中也顯示不同種類的菇類培養濾液亦可抑制多種植物病原細菌，如瓜類細菌性果斑病菌 (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*)、軟腐病菌 (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*)、青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*)、水稻白葉枯病菌 (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*)、十字花科黑腐病菌 (*X. campestris* pv. *campestris*) 及茄科細菌性斑點病菌 (*X. axonopodis* pv. *vesicatoria*) 等 (Chen and Huang, 2010)。陳與黃兩氏分析紫丁香蘑培養濾液抑制病原菌之二次代謝物的特性，發現該物質具親水性、但不屬於蛋白類群 (Chen and Huang, 2009)，他們進一步鑑定紫丁香蘑培養濾液中抑制疫病菌游走孢子發芽的成分，主要是 5-methyl-6-methoxymethyl-p-benzoquinone、6-hydroxy-2H-pyran-3-carbaldehyde 及 indole-3-carbaldehyde 等三種 (Chen *et al.*, 2012)。

歸言之，微生物源植物保護製劑可透過以下作用方式抑制植物病原菌並達到保護植物的效果：即 (1) 產生抗生物質 (antibiotic production)，直接抑制或殺害病原菌；(2) 營養競爭 (competition for nutrients)，直接或間接造成病原菌養分缺乏；(3) 超寄生 (hyperparasitism)，藉由微生物寄生於病原菌的特性直接殺害病原菌；(4) 產生細胞壁分解酵素 (cell wall degrading enzymes) 直接分解病原菌之細胞壁；或 (5) 誘導植物產生抗性 (induce systemic acquired resistance)，直接或間接抑制病原菌。

生化植保製劑

生化植保製劑也稱作生化農藥 (biochemical pesticides)，包括昆蟲費洛蒙等以生物性素材經過化學萃取或合成之生物性化學製劑，其作用機制一般屬無毒害者 (高，2005)。此外，勃激素、勃寧激素等也可歸類在生化製劑 (楊和陳，2015)。本文將誘導植物產生抗病性之化學物質與重碳酸鹽類 (bicarbonates) 資材列於生化植保製劑討論的範疇，並以中和亞磷酸溶液與重碳酸鹽類之應用作為說明的案例。

亞磷酸具有誘導植物增強抗病能力的功效 (安，2001)，在臺灣不同種類的花卉、蔬菜、果樹已有廣泛使用的例子 (林等，2004)。配製中和亞磷酸水溶液以等重 1:1 比例的亞磷酸與氫氧化鉀調配，首先溶解亞磷酸於水中後，再緩緩加入氫氧化鉀溶解，即

成為中和亞磷酸水溶液。中和亞磷酸水溶液在防治作物病害實績在國內農業試驗改良場所已有許多報告，它可預防番茄幼苗疫病、百合疫病 (Ann *et al.*, 2009)、番茄與馬鈴薯晚疫病 (蔡等, 2009)、葡萄露菌病 (劉等, 2008; 2010)、葡萄白粉病 (劉等, 2010)、豇豆白粉病 (王等, 2014) 等，且於田間實務操作中能與其他資材混合使用，例如加入窄域油、葵無露、碳酸氫鉀、微生物農藥或化學農藥等 (侯等, 2014; 蔡, 2014; 王等, 2014; 曾等, 2014; 楊等 2014)，達到作物健康管理的目的。雖然亞磷酸對疫病、露菌病、白粉病有預防作用，研究資料呈現亞磷酸在田間試驗條件下卻無法減緩銹病 (劉等, 2010)、炭疽病 (劉等, 2010; 蔡, 2014)、*Pestalotiopsis* 引起之果腐病 (蔡, 2014) 及稻秧苗立枯病 (賴等, 2014) 之感染。

重碳酸鹽的種類有碳酸氫鈉 (NaHCO_3 ; 小蘇打)、碳酸氫鉀 (KHCO_3)、碳酸氫銨 (NH_4HCO_3) 等，前述三種鹽類以碳酸氫鉀和碳酸氫鈉降低白粉病菌孢子發芽的效果較佳 (謝等, 2005)，且在田間的測試當中，碳酸氫鉀可防治番茄白粉病、豌豆白粉病、玫瑰白粉病 (謝等, 2005)、豇豆白粉病 (王等, 2014)。此外，碳酸氫鉀和碳酸氫鈉在實驗室內測試有抑制梨黑星病菌菌絲生長的效果 (蔡, 2018)；碳酸氫鉀與窄域油混合，可有效防治小胡瓜白粉病，無論溫室與露地栽培條件下，防治白粉病效果與化學農藥效果相當 (侯等, 2014)。重碳酸鹽以防治作物白粉病為主，對於葉部病害如草莓灰黴病、青椒早疫病、洋香瓜葉枯病、瓜類葉斑病、玫瑰黑斑病、蘋果黑星病、菊花白銹病等也具療效。若以重碳酸鹽水溶液浸泡採收後的辣椒、胡蘿蔔、馬鈴薯、柑桔、洋香瓜等，亦可抑制貯藏病害的發生 (林等, 2004)。碳酸氫鉀比碳酸氫鈉對植物的生長較有助益，由於鉀離子較不傷害植物細胞，且可補充鉀肥，因此目前國內外已有多種商品化之碳酸氫鉀產品 (黃等, 2013)。

結語

對於研發植物防疫產品的人員，需考慮到產品必須對環境生態友善、對人類與禽畜安全、可維護農作物生育的健康、以及可創造農業營運的永續，而在作物栽培體系中，運用植物保健產品前，農友須掌握下列四項原則，即 (一) 明瞭植物害物的生活規律；(二) 確認植物保健產品的主要功效與機理；(三) 熟悉植物害物的傳播與感染途徑；(四) 重視田間衛生管理，減少病蟲害的族群密度，才能有效控制作物病蟲害的發生。

參考文獻

1. 丁珮分、黃振文 . 2017. *Bacillus mycooides* 的鑑定與其防治番茄萎凋病之效果評估 . 植物醫學 59:19-26.
2. 王三太、林楨祐、洪爭坊、范敕晨、徐敏記、賴信順、許秀惠 . 2014. 豇豆健康管理技術之研究 , p1-9. 刊於 : 林毓雯、郭鴻裕、陳駿季主編 . 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
3. 安寶貞 . 2001. 植物病害的非農藥防治品—亞磷酸 . 植物病理學會刊 10:147-154.
4. 林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳 . 2004. 作物病害之非農藥防治 (再版) . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
5. 侯秉賦、賴榮茂、黃德昌 . 2014. 安全資材防治小胡瓜白粉病及露菌病初探 . 高雄區農業改良場研究彙報 25:14-23.
6. 高穗生 . 2005. 生物農藥產業之現況及應用 . 農業生技產業季刊 . 4:34-39.
7. 陳和緯、林盈宏、黃振文、張碧芳 . *Bacillus mycooides* CHT2402 對萵苣幼苗生長之影響 . 植物病理學會刊 19:157-165.
8. 陳麗仰 . 2015. 利用植物油和蕈狀芽孢桿菌防治草莓害蟲效果評估 . 國立中興大學國際農學研究所碩士論文 . 臺中 .
9. 黃振文 . 1992. 利用合成植物營養液綜合管理蔬菜種苗病蟲害 . 植物保護會刊 34:54-63.
10. 黃鴻章、黃振文、謝廷芳 . 2013. 永續農業之植物病害管理第三版 . 農世股份有限公司 . 臺中 . 臺灣 .
11. 彭玉湘 . 2018. 蕈狀芽孢桿菌防治胡瓜猝倒病的功效與其殺死游走子的成分 . 國立中興大學植物病理學研究所博士論文 . 臺中 .
12. 曾敏南、王仁晃、張耀聰 . 2014. 番木瓜健康管理 , p92-108. 刊於 : 林毓雯、郭鴻裕、陳駿季主編 . 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
13. 楊玉婷、陳楷廷 . 2015. 農用生物製劑產業發展與有機農業 . 農業生技產業季刊 . 44:25-34.

14. 楊素絲、陳任芳、徐仲禹、蔡依真 . 2014. 青蔥健康管理生產體系之研究 . p156-164. 刊於：林毓雯、郭鴻裕、陳駿季主編 . 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
15. 劉興隆、沈原民、吳世偉 . 2008. 亞磷酸防治葡萄露菌病 . 臺中區農業改良場研究彙報 98:57-68.
16. 劉興隆、趙佳鴻、沈原民、吳世偉 . 2010. 評估亞磷酸防治葡萄主要病害之效果 . 臺中區農業改良場研究彙報 106:55-64.
17. 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.
18. 蔡依真 . 2014. 非農藥資材防治蓮霧果實病害之效果 . 花蓮區農業改良場研究彙報 32:43-51.
19. 蔡依真 . 2018. 宜花地區梨黑星病之發生與其病原菌對殺菌劑及植物保護資材感受性評估 . 花蓮區農業改良場研究彙報 36:67-76.
20. 賴明信、朱盛祺、鄭志文、李長沛、卓緯玄、蔡正賢、張素真 . 2014. 水稻健康管理關鍵技術之研究 , p126-136. 刊於：林毓雯、郭鴻裕、陳駿季主編 . 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 . 行政院農業委員會農業試驗所 . 臺中 . 臺灣 .
21. 謝子揚 . 2010. 鏈格孢屬真菌之蛋白質萃取液誘導白菜抗立枯病之效果評估 . 國立中興大學植物病理學研究所碩士論文 . 臺中 .
22. 謝廷芳、黃晉興、謝麗娟 . 2005. 利用碳酸氫鉀與聚電解質防治作物白粉病 . 植物病理學會刊 14:125-132.
23. 謝廷芳、黃晉興、謝麗娟、胡敏夫、柯文雄 . 2005. 植物萃取液對植物病原真菌之抑菌效果 . 植物病理學會刊 14:59-66.
24. Ann, P. J., J. N. Tsai, I. T. Wong, T. F. Hsieh, and C. Y. Lin. 2009. A simple technique, concentration and application schedule for using neutralized phosphorous acid to control Phytophthora diseases. Plant Pathol. Bull. 18:155-165.
25. Chen, J. T. and J. W. Huang. 2009. Control of plant diseases with secondary metabolite

- of *Clitocybe nuda*. New Biotechnol. 26:193-198.
26. Chen, J. T. and J. W. Huang. 2010. Antimicrobial activity of edible mushroom culture filtrates on plant pathogens. Plant Pathol. Bull. 19:261-270.
 27. Chen, J. T., H. J. Su, and J. W. Huang. 2012. Isolation and identification of secondary metabolites of *Clitocybe nuda* responsible for inhibition of zoospore germination of *Phytophthora capsici*. J. Agric. Food Chem. 60:7341-7344.
 28. Choudhary, D. K. and B. N. Johri. 2009. Interactions of *Bacillus* spp. and plants-with special reference to induced systemic resistance (ISR) . Microbiol Res. 164:493-513.
 29. Chung, W. C., J. W. Huang, H. C. Huang, and J. F. Jen. 2003. Control, by *Brassica* seed pomace combined with *Pseudomonas boreopolis*, of damping-off of watermelon caused by *Pythium* sp. Can. J. Plant Pathol. 25: 285-294.
 30. Chung, W. C., J. W. Huang, and H. C. Huang. 2005. Formulation of a soil biofungicide for control of damping-off of Chinese cabbage (*Brassica chinensis*) caused by *Rhizoctonia solani*. Biol. Control 32:287-294.
 31. Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews 12: 564-582.
 32. Daayf, F., A. Schmitt and R. R. Bélanger. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. Plant Dis. 79:577-580.
 33. Hsieh, T. Y., T. C. Lin, C. L. Lin, K. R. Chung, and J. W. Huang. 2016. Reduction of *Rhizoctonia* damping-off in Chinese cabbage seedlings by fungal protein. J. Plant Med. 58:1-8.
 34. Huang, J. W. and W. C. Chung. 2003. Management of vegetable crop diseases with plant extracts. p. 153-163. In: H. C. Huang and S. N. Acharya (eds) . Advances in Plant Disease Management. Research Signpost, Kerala, India.
 35. Ko, W. H., S. Y. Wang, T. F. Hsieh, and P. J. Ann. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. J. Phytopathol. 151:144-148.

36. Konstantinidou-Doltsinis, K. and A. Schmitt. 1998. Impact of treatment with plant extracts from *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai on intensity of powdery mildew severity and yield in cucumber under high disease pressure. *Crop Prot.* 17:649-656.
37. Peng, Y. H., Y. J. Chou, Y. C. Liu, J. F. Jen, K. R. Chung, and J. W. Huang. Inhibition of cucumber *Pythium* damping-off pathogen with zoosporicidal biosurfactants produced by *Bacillus mycoides*. *J. Plant Dis Protection* 124:481-491.
38. Shih, H. D., W. C. Chung, H. C. Huang, M. Tseng, and J. W. Huang. 2013. Identification for *Streptomyces padanus* strain PMS-702 as a biopesticide agent. *Plant Pathol. Bull.* 22:145-158.
39. Shih, H. D., Y. C. Liu, F. L. Hsu, V. Mulabagal, R. Dodda, and J. W. Huang. 2003. Fungichromin: a substance from *Streptomyces padanus* with inhibitory effects on *Rhizoctonia solani*. *J. Agric. Food Chem.* 51:95-99.
40. Sustainable Organic Agriculture Action Network. 2013. Best practice guidelines for agriculture and value chains. <<http://www.fao.org/3/a-ax270e.pdf>>
41. Wu, J. Y., J. W. Huang, H. D. Shih, W. C. Lin, and Y. C. Liu. 2008. Optimization of cultivation conditions for fungichromin production from *Streptomyces padanus* PMS-702. *J. Chin. Inst. Chem. Eng.* 39:67-73.

Development and Application of Eco-Friendly Products for Plant Protection

Huang, Jenn-Wen^{1*}, Hsu, Ching Ching² and Shen, Yuan-Min²

¹Professor, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University

²Assistant Researcher, Taichung District Agricultural Research and Extension Station

*Innovation and Development Center of Sustainable
Agriculture (ORCID:0000-0003-0798-4332)

Abstract

An integrated use of environmentally friendly products into plant pest management could help us to meet the goal of sustainable agriculture. Development of botanical, microbial and biochemical pesticides is one of the most promising strategies against plant diseases and pests. Several plant-derived products have been developed and used to control plant diseases (1) “CH100” product containing extracts of cabbage and tobacco and Hoagland's solution has been shown to promote the growth of vegetable seedlings and effectively control rust of Chinese chive, black spot of Japanese apricot, powdery mildew of plum, and mites on eggplants. (2) “Huo-li-neng” is a natural plant protectant made of extracts of Chinese sumac, turmeric, mesona, and white ginger, and could effectively control anthracnose of plants. (3) Emulsified sunflower oil and soybean oil could control powdery mildew and downy mildew. Emulsified moringa oil could control aphids on strawberry. (4) Granulate biofungicide PBGG containing *Pseudomonas boreopolis*, *Brassica* seed meal, glycerin and sodium alginate could reduce cabbage infection by *Rhizoctonia solani* AG-4. Until now, many microbes have been isolated from rhizosphere and compost, analyzed, passed through safety evaluation, and developed into biofertilizers and biopesticides with various formulations to control plant pests and diseases. Those microbes include *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. thuringiensis*, *B. mycoides*, *Streptomyces padanus* and *Trichoderma harzianum*. To better manage the pests and diseases, the following guidelines for the use of plant protection products are suggested. Farmers have to: (1) understand the lifecycle of the pests and diseases; (2) know the effect and mechanism of the plant protection products; (3) know the transmission and infection pathways of the pests

and diseases; and (4) use field health management approaches to decrease the densities of pests and diseases. [This work is supported in part by the Ministry of Education, Taiwan, R.O.C. under the Higher Education Sprout Project]

Key words: Biological control, Environmentally friendly agriculture, Pest and disease management, Biopesticides, Biofertilizers

