

# 循環利用農業剩餘物研製植物保護產品的加值效應

黃振文

國立中興大學植物病理學系  
中興大學循環經濟學院 植物保健學程

## 摘要

目前台灣的農政單位將農業廢棄物認定也是一種農業剩餘資源。因此，有效轉化農業廢棄物的循環利用，已成為農業循環經濟的重要議題，設法將農業剩餘物資源材料化，以全循環利用思維，掌握各剩餘物的組成特性與功能，進而研析其於各種產業可能扮演的角色，才能有效拓展農業剩餘物的多元應用價值。我們研究室為了實現農業資源的循環利用，長期致力於探索分析農業剩餘物的組成成分及彼此間的互補效益，運用作物病害整合管理系統的理念設計產品配方，已經成功利用農業剩餘物結合微生物資源，開發 S-H 土壤添加物、CH100 植物健素、PBGG 生物性燻蒸粒劑、SSC-06 與 SBMB 抑病栽培介質及 THC-23 微生物堆肥等產品。這些產品的研製與量產銷售給農友施用，將有助於推動農業剩餘物的再生利用及農業的永續經營。

**關鍵字：**植物保健產品、作物病害整合管理、土壤添加物、CH100植物健素、PBGG生物性燻蒸粒劑、抑病栽培介質。



## 前 言

西元 1970 年至 1980 年間，臺灣農友大量使用化學肥料與農藥，雖可大幅提升作物產量與收益，卻疏忽地力的維護與有機質的回補，誘使農田的土壤有機質逐年遞減，導致土壤質地劣化及酸鹼值下降，進而出現農地生產力滑落，農藥殘留與重金屬污染環境等問題。近年來全球面對極端氣候的沖擊及自然環境生態的失衡，世界各國為了維護農業生態環境的和諧與生產高品質安全的農產品，在農業耕作制度方面無不致力於發展友善環境的作物栽培綜合管理體系<sup>(7,21)</sup>，藉以減少施用化學肥料與化學藥劑對生態環境產生的破壞。我們的研究團隊為實現農業資源的循環永續利用，長期致力於探索研析農業剩餘物的成分組成及彼此間的互補效益，針對農業廢棄物再生加值<sup>(28)</sup>，農用微生物資源開發<sup>(31, 32)</sup>及利用基因轉殖技術生產微生物抗病蛋白等三個面向，運用農作物病害整合管理系統的理念設計產品組成配方，已成功研發多種保護農作物健康的環境友善產品(圖一)，本文僅就循環利用農業剩餘物(廢棄資源)的再生加值的研發與應用，作簡略報導。



圖一、興大植物病害管理研究室團隊研發成果已商品化的環境友善保護作物健康之製劑產品【由左至右 -- 中興一百 (中興農化公司) 是 CH100 植物健素的產品、神真水 2 號 (興農公司)、治黃葉 (聯發生技公司) 及蕈猛農 (百泰生技股份有限公司) 是蕈狀芽孢桿菌的商品、活力生技營養劑 9 號 (台灣肥料公司) 是稠李鏈黴菌衍生物的商品】。

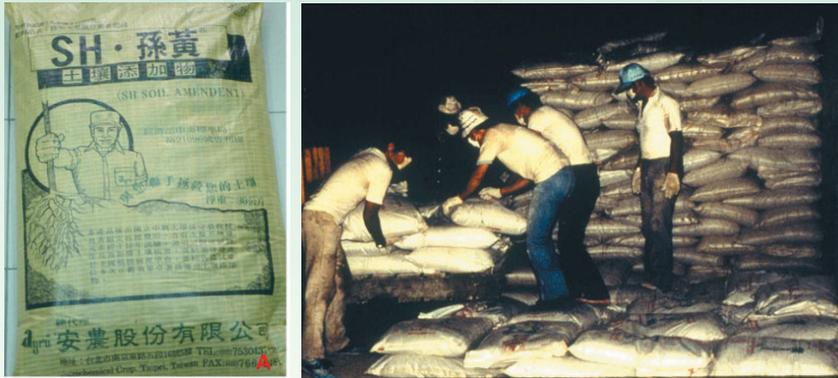
## 台灣農業剩餘物 ( 廢棄資源 ) 的概況與種類。

農業剩餘物 ( 廢棄資源 ) 可區分為植物源、動物源及非生物源等三大類。全台灣每年產生的農業廢棄資源大約 504.2 萬噸，其中含有植物源的農業廢棄物 218.9 萬噸、動物源的禽畜廢棄物 237.1 萬噸，較大宗之項目如禽畜糞 230.2 萬噸、稻稈 166.6 萬噸、稻穀 33.3 萬噸、牡蠣殼 20.8 萬噸、廢棄菇包 19.0 萬噸及果菜殘渣 12.7 萬噸等。農業廢棄資源蘊含著鉅大的生物潛能，可循環利用再生成有機肥料、生質能源、禽畜之粗飼料、栽培介質、土壤添加物、保健食品、化妝品、生醫原料、建築材料、造紙及碳棒等等，這些循環利用過程皆有賴微生物或酵素的參與<sup>(31)</sup>，並搭配物理、化學處理法，才可以使農業廢棄資源轉化成為可利用性的材料與產品。

## 農業剩餘物調製成植物保健產品的組成分與製作方法

在農田中常有兩種或兩種以上的土壤傳播性病原菌共存一處，導致時有複合感染的作物病害問題<sup>(11)</sup>。因此，許多的研究工作者經常發現單獨一種或兩種的添加物或作物殘渣無法有效的防治作物的根部病害。一般言之，每公頃的農田，至少需施用 14-28 公噸的有機添加物，才能有效防治根部病害<sup>(22)</sup>；然而這種用量並不合乎經濟原則，也無法為農民所接受。此外，在陰溼、寒冷的氣候條件下，鉅量施用有機添加物，偶有毒傷作物根部之虞。相反的，利用無機添加物，除可直接促進作物的生長與抑制植物病原菌外，它在農田的施用量亦遠少於有機質的添加。然而，連續大量施用化學肥料 ( 無機添加物 )，會導致土壤有機質的耗損及造成有毒物質的累積。為了避免有機質與無機添加物彼此間對於農田及作物的不良影響，並且考慮採取兩者彼此間的優點，故嘗試結合有機與無機添加物研發「合成土壤添加物 (formulated soil amendment)」<sup>(11,28)</sup>。

1. S-H 混合物：係由農業廢棄物及工業副產品，混拌三種肥料製作而成，其組成分包含甘蔗渣 4.40%、稻穀 8.40%、蚵殼粉 4.25%、尿素 8.25%、硝酸鉀 1.04%、過磷酸鈣 13.16% 及礦灰 60.5%。將甘蔗渣、稻穀，蚵粉及礦灰等磨成細粉後，再加入尿素、過磷酸鈣及硝酸鉀均勻混合，即稱為 S-H 混合物<sup>(28,29,30)</sup>，又稱孫黃土壤添加物 ( 圖二 )。礦灰為工業廢棄副產品，其成分為二氧化矽 31%、氧化鈣 44%、氧化鎂 1.7%、氧化鋁 1% 及氧化鐵 1%。



圖二、S-H 混合物 (孫黃土壤添加物) 之 (A) 商品, (B) 工廠生產情形。

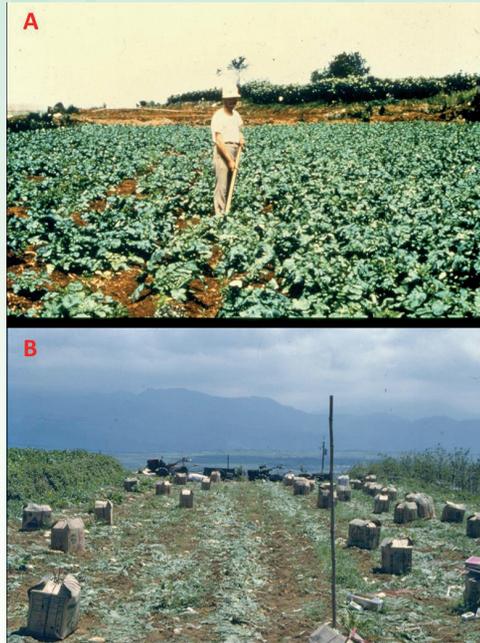
2. CHI00 植物健素：係由新鮮甘藍下位葉殘體、菸葉渣、氯化鈣、微量牛肉煎汁與 S-H 混合物均勻混合後，徐徐放入盛有 Hoagland 水溶液的塑膠容器中，在常溫 (25-30°C) 下，每隔 2 天攪拌乙次，經過發酵作用後，取其過濾液再和酒精混合，即可製成植物健素，命名為“中興一百 (CHI00)”<sup>(9,20)</sup>。
3. SSC-06 抑病栽培介質：係由腐熟香菇太空包堆肥、炭化稻穀、微量蝦蟹殼粉及血粉發酵調製而成<sup>(18)</sup>。
4. SBMB 抑病栽培介質：係利用生長過紫丁香磨之廢棄基質、泥炭土、*Bacillus saryabhatai* CB13 微生物及生石灰調製而成<sup>(14)</sup>。
5. THC-23 微生物堆肥：係利用生長過金針菇之廢棄基質，滅菌過後接種 *Trichoderma harzianum* T23 堆肥化調製而成<sup>(5)</sup>。
6. FBN-5A 生物增長素：係由香菇太空包廢棄基質、魚粉、骨粉、血粉、菜仔粕、硝酸氨及微量丙烯醇調製而成<sup>(27)</sup>。
7. PBGG 生物性燻蒸粒劑：以十字花科菜仔粕作為基質，加入藻酸鈉及益菌 (*Pseudomonas boreopolis*：具有產生硫配醣體酵素之能力) 調製而成<sup>(16,17)</sup>。

## 農業廢棄物調製之植物保健產品的運用

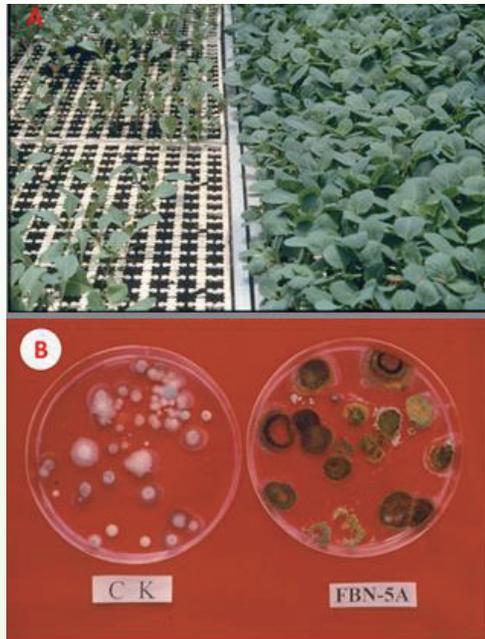
西元 1980 年，我們團隊首先成功研發出一種合成土壤添加物，命名為 S-H 混合物<sup>(28)</sup>。S-H 混合物在中興大學研究室與溫室試驗證明防病效果穩定後，隨後於台灣各地

從事田間試驗，結果顯示其對十字花科蔬菜如芥菜、蘿蔔黃葉病(圖三)，青江白菜、芥菜根瘤病，西瓜蔓割病，西瓜嫁接扁蒲的苗期猝倒病，芹菜黃葉病，菜豆立枯病，甜椒白絹病及薑軟腐病等作物根部病害，均具有防治和增產的功效，同時尚可促進草莓、小白菜、甘藍菜及菊花植株的生長。此外，S-H 混合物也曾被推廣應用於防治豌豆萎凋病，胡瓜猝倒病與疫病及番茄青枯病等，效果均相當顯著。

土壤有機添加物雖然可以促進作物的生長與減少作物根部之病害，但其效果常受限於土壤之質地與使用之方法，同時它的運送過程頗為粗重，因此在西元 1990 年，我們嘗試利用 S-H 混合物與甘藍下位葉殘體均勻混拌於荷格蘭水溶液中進行發酵，開發出可以強壯蔬菜種苗及防治病害的瓶裝液態「植物健素」，稱曰“中興一百(CH100)”<sup>(20)</sup>。在水瓊脂培養基(water agar medium)中加入 CH100 後，測試其抑菌效果，發現 CH100 稀釋 100 倍後，可顯著的抑制瓜類蔓枯病菌(*Didymella bryoniae*)，番石榴瘡痂病菌(*Pestalotopsis psidii*)及蓮霧果實黑黴軟腐病菌(*Rhizopus stolonifer*)的菌絲生長；並可抑制韭菜銹病菌(*Puccinia allii*)及菜豆銹病菌(*Uromyces vignae*)的夏孢子發芽。在混有植物病原細菌( $10^6$  cfu/ml)的營養培養基(nutrient agar)平板中，浸過 CH100 原液的濾紙圓盤可抑制 *Ralstonia solanacearum*、*Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 的生長。在網室中，300 倍的 CH100 稀釋液可促進甜椒、甘藍、番茄、及胡瓜等蔬菜幼苗的生長與發育。在溫室與田間試驗，CH100 具有防治韭菜銹病、胡瓜白粉病(*Erysiphe cichoracearum*)及馬鈴薯軟腐病(*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)發生的效果。田間試驗證明 CH100 也可有效防治萵苣萎凋病。此外，SSC-06 抑病栽培介質具有抑制甘藍苗立枯病(*Rhizoctonia solani* AG-4)及抑制 *Pythium aphanidermatum* 為害番茄與甜椒幼苗的功效。SBMB 抑菌栽培介質可以有效防治胡瓜幼苗猝倒病的發生。FBN-5A 生物增長素則可防治甘藍苗立枯病(*R. solani* AG-4)<sup>(27)</sup>(圖四)、蔬菜菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)及降低蘿蔔黃葉病(*F. oxysporum* f. sp. *raphani*)<sup>(13)</sup>與萵苣萎凋病(*F. oxysporum* f. sp. *lactucae*)的發生率；此外，1% (w/w) FBN-5A 尚且可完全抑制田間雜草如馬齒莧、龍葵、鱧腸、尖瓣花等雜草種子的發芽(黃振文與黃鴻章兩氏未發表資料)；THC-23 微生物堆肥可快速有效減輕除草劑—拉草對豌豆根系的毒害<sup>(5,6)</sup>。在田間 PBGG 生物性燻蒸粒劑可以有效防治白菜立枯病的發生百分率<sup>(17)</sup>(圖五)。



圖三、S-H 混合物防治蘿蔔黃葉病的效果:(A) 右側每分地施用 120 公斤 S-H 混合物有效減少病害的發生;左側為對照未處理組病害發生嚴重,(B) 右側處理組提高蘿蔔產量;左側對照未處理組蘿蔔產量明顯減少。



圖四、FBN-5A 生物增長素防治甘藍立枯病的功效。(A) 右邊每 1000 公升栽培介質施用 1 公升 FBN-5A 有效抑制 *R. solani* 感染甘藍幼苗,左邊為對照未處理組;(B)FBN-5A 處理過的栽培介質可誘發大量的木黴菌增殖進而抑制病原菌感染植株。



圖五、PBGG 生物性燻蒸粒劑於田間防治白菜立枯病的效果。(A、B) 不同造粒的形態 ;(C) 對照未處理組 ;(D)PBGG 處理組。

## 農業廢棄物調製之植物保健產品的防病原理

### 1、合成土壤添加物

合成土壤添加物含有兩種以上的有機物及無機物，因此其防病與抑菌的原理常隨添加物與病原菌種類的不同而有所差異。S-H 混合物防治西瓜蔓割病的機制<sup>(28)</sup> 是下列數種因子綜合表現的結果：即 (1). 無機鹽類可直接抑制病原菌，並可調整土壤酸鹼度，提高土壤 pH 值；(2). 增加土壤中有益微生物的密度，進而抑制或瓦解病原菌；(3). 含豐富的營養及多種微量元素，可補充作物生長所需，增加作物根系的發育，增強作物抗病力。至於 S-H 混合物防治其他土壤傳播性病害的有效因子有：(1). 礦灰提高土壤酸鹼質促使尿素釋放氨氣，有效的抑制甜椒白絹病菌菌核的發芽及防治胡瓜猝倒病的發生；(2). 含有鈣鹽及提高土壤 pH 值，所以可以防治十字花科蔬菜根瘤病；(3). 礦灰與尿素是抑制番茄青枯病菌的主要成分。

SH 混合物 ( 合成土壤添加物 ) 的主成分中含高量的鹼性礦灰<sup>(28, 30)</sup>，目的在於改善酸性土壤、提升土壤 pH 值，促使氮化合物或有機質在鹼性環境下行脫氨作用，達到纖



滅病原菌的目的。此外，多量的有機質尚可改良土壤團粒結構，促進土壤中有益微生物的代謝活性，加速分解有機質以提供植物生長所需養分。顯然施用合成土壤添加物可兼顧促進植物生長、改善土壤理化、生物特性及抑制病害等功效，畢其功於一役。

## 2、CH100 植物健素

利用 CH100 防治韭菜銹病時，發現其可以促進韭菜葉表的酵母菌如 *Rhodotorula glutinis* 和 *Cryptococcus spp.* 大量繁殖，同時增加韭菜葉部的鉀與鈣含量。若將一百倍或二百倍 CH100 稀釋液的酸鹼值調降為 4.5，則 CH100 即喪失抑制韭菜銹病菌夏孢子發芽的功效。由掃描式電子顯微鏡觀察，發現施用 CH100 的韭菜，其葉片的葉脈與氣孔形態發生明顯的改變，其中施用 CH100 者的葉脈比不施用者高挺且脈與脈間距離變窄<sup>(9, 20)</sup>。顯然，CH100 防治韭菜銹病的原理是：(1). 它具有抑制韭菜銹病菌夏孢子發芽的成分；(2). 它可促進韭菜葉表酵母菌的增殖，抑制夏孢子的發芽；(3). 它提供綜合性的植物營養元素如鈣與鉀等，強壯韭菜植株的發育，並改變葉片的形態，增強韭菜植體的抗病性。

## 3、菇類太空包堆肥衍生產品<sup>(1, 4, 6, 8, 18, 19)</sup>

SSC-06 與 FBN-5A 防治甘藍立枯病菌的原理，在於 SSC-06 成分中含有蝦蟹殼粉與血粉可釋放氨氣，以毒傷或弱化 *R. solani* AG-4<sup>(18, 19)</sup>；同時這兩種製劑產品可大量誘導栽培介質中微生物族群的變動與消長，尤其是 FBN-5A 配方中的微量丙烯醇可誘發 *Trichoderma spp.* 鉅量的增殖<sup>(19)</sup>；以及其所含的抑菌成分，均是阻擋 *R. solani* AG-4 纏繞甘藍幼苗的重要原因。此外，由金針菇培養廢棄基質配合 *T. harzianum* T23 製成的 THC-23 微生物堆肥，可以有效紓解拉草對豌豆根系的毒傷現象。研究發現單獨接種具有分解拉草能力的 *T. harzianum* T23 孢子懸浮液於含有拉草的土壤中，該菌株並無法有效保護豌豆根系免於拉草的毒傷；惟添加 THC-23 微生物堆肥卻可有效減輕拉草對豌豆根系的傷害。若添加消毒過的金針菇堆肥於含有拉草的滅菌土中，經過 7 天後，發現該堆肥亦無法有效降低拉草在土中的殘留量。顯然，土壤微生物需要藉由金針菇堆肥維持它們增殖的生命活力；此外金針菇之廢棄培養基質堆肥化也需有土壤微生物的參與，證明土壤微生物與金針菇堆肥兩者間必須交互作用才能共同發揮紓解拉草毒傷豌豆的功效<sup>(6, 8)</sup>。

## 4、生物性燻蒸粒劑<sup>(16, 17)</sup>

PBGG 生物性燻蒸粒劑防治白菜立枯病的主要原理，在於十字花科菜籽粕所含的硫

配醣體 (glucosinolate)，經由微生物 (*Pseudomonas boreopolis*) 產生硫配醣體酵素參與作用後，可釋放類似溴化甲烷之殺菌物質 - 異硫氰化物 (isothiocyanates) 具有優良的殺菌功效。此外，該粒劑還可大量促進土壤中有益放線菌族群的增殖，強化土壤的靜菌作用，進而有效抑制白菜立枯病的發生百分率。顯然，該粒劑的防治功效是由於其自身所釋放的殺菌物質與其可誘發土壤中放線菌族群大量的增殖，這兩種現象間交互作用產生抑菌功效所致。

## 結 語

採用作物病害綜合管理的理念<sup>(7)</sup>，規劃設計保護植物健康之環境友善產品的組成配方，主要考量的原則是利用不同農業剩餘物資材之機能間的互補性，於配方組成中導入的元素除可強化作物生育優勢外，尚需添加可以有效抑制病原菌發芽與侵染的關鍵元素，同時又有助於作物根群中益菌族群的建立與增殖。例如 S-H 土壤添加物中的蔗渣誘發西瓜蔓割病菌厚膜孢子發芽後，會遭受尿素釋放的氨氣毒傷弱化，及土壤微生物族群的攻擊，因而喪失為害作物的能力。此外，組成分中的礦灰還可提供多種微量元素，並調整作物根圈的土壤酸鹼值，有助於滿足作物生育的需求<sup>(28)</sup>。

利用菜籽粕渣、藻酸鈉及 *Pseudomonas boreopolis* 等成分調配造粒，研發製成 PBGG 生物性燻蒸製劑<sup>(16)</sup>，作為化學燻蒸劑 - 溴化甲烷的替代產品。將 PBGG 粒劑施用於土中，可釋放異硫氰化物，有效抑制立枯絲核菌為害植株。由於菜籽粕渣在高溫榨油過程，其自體的硫配醣體酵素已喪失活性，因此我們由土壤分離到的微生物中，找到可產生硫配醣體酵素的 *P. boreopolis*；並在 PBGG 粒劑造粒過程導入該微生物，一旦農友施用 PBGG 粒劑於濕潤田土中，經由 *P. boreopolis* 與菜籽粕渣兩者間交互作用後，即可大量釋放出異硫氰化物，進而控制病原菌的為害。

歸言之，利用農業剩餘物及農用微生物研製環境友善植物保健產品，除考量組成原料對於人畜與環境的安全性外，亦重視農業資源的循環永續利用。試驗研究證明植物保健產品可以誘發有益微生物的大量增殖，且又可促進作物生物生育與增強抗病性，以達到保護植物健康的目的。前述諸產品的預防保護作物健康優於治療疾病的功效，是以筆者建議在農作物栽培過程，應先掌握作物發生病害前的關鍵時機，施用植物保健產品，



才能使其發揮防治作物病害的功效。

(本文內容摘錄自「2022年植物防檢疫新技術之開發與應用」研討會專刊)

## 參考文獻

1. 王佩瑾、黃振文。2000。香菇太空包堆肥抑制胡瓜猝倒病發生的特性。植病會刊 9: 137-144。
2. 李昱輝、黃振文、呂理燊。1997。栽培介質添加血粉防治黃后日衛矛苗枯病之機制。植保會刊 39(4): 341-354。
3. 林宗俊、鄭可大、黃振文。2002。丁香及其主成分防治甘藍苗立枯病的功效。植病會刊 11(4): 189-198。
4. 邱安隆、黃振文。1996。農工廢棄物堆肥培育蔬菜幼苗與抑制菜苗根部病害的效果。植病會刊 6(2): 67-75。
5. 黃振文、葉彥良。2001。土壤添加金針菇堆肥促進微生物分解丁基拉草的証據。植病會刊 10: 45-54。
6. 黃振文、胡建國、石信德。1996。土壤微生物在金針菇太空包廢棄堆肥紓解拉草毒傷豌豆根系所扮演的角色。植病會刊 5(3): 137-145。
7. 黃振文、蔡東纂、高清文、孫守恭。1995。作物病害綜合管制之實例。植保會刊 37: 15-27。
8. 黃振文、胡建國、曾德賜、黃錦河。1995。土壤添加金針菇太空包廢棄堆肥紓解拉草毒傷豌豆幼苗的效應。植病會刊 4: 76-82。
9. 黃振文、陳美杏、楊尚勳。1992。合成植物營養液防治韭菜銹病的連鎖效應。植保會刊 34: 257-265。
10. 黃振文。1992。利用合成植物營養液綜合管理蔬菜種苗病蟲害。植保會刊 34: 54-63。
11. 黃振文。1991。利用土壤添加物防治作物之土壤傳播性病害。植保會刊 33: 113-123。

12. 葉彥良、黃振文。1996。有機添加物紓解丁基拉草毒傷碗豆根系的效應。植病會刊 5: 33-37。
13. 劉俊合、黃振文。2000。土壤添加 FBN-5A 混合物防治蘿蔔黃葉病的效果與原理。植保會刊 42: 169-180。
14. Chen, J. T., Lin, M. J. and Huang, J. W. 2015. Efficacy of spent blewit mushroom compost and *Bacillus aryabgattai* combination on control of *Pythium* damping-off in cucumber. *Journal of Agricultural Science* 153: 1257-1266.
15. Chen, J. T., and Huang, J. W. 2009. Control of plant diseases with secondary metabolite of *Clitocybe nuda*. *New Biotechnology* 26(3/4):193-198.
16. Chung, W. C., Huang, J. W., and Huang, H. C. 2005. Formulation of a soil biofungicide for control of damping-off of Chinese cabbage (*Brassica chinensis*) caused by *Rhizoctonia solani*. *Biological Control* 32: 287-294.
17. Chung, W. C., Huang, J. W., Huang, H. C. and Jen, J. F. 2003. Control, by Brassica seed pomace combined with *Pseudomonas boreopolis*, of dampin-off of watermelon caused by *Pythium* sp.. *Can. J. Pl. Pathol.* 25: 285-294.
18. Huang, J. W. and Huang, H. C. 2000. A formulated container medium suppressive to *Rhizoctonia* damping-off of cabbage. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 41: 49-56.
19. Huang, H. C., Huang, J. W., Saindon, G., and Erickson, R. S. 1997. Effect of allyl alcohol and fermented agricultural wastes on carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum* and colonization by *Trichoderma* sp. *Can. J. Pl. Pathol.* 19(1): 43-46.
20. Huang, J. W. 1994. Control of Chinese leek rust with a plant nutrient formulation. *Plant Pathol. Bull.* 3(1): 9-17.
21. Huang, H. C., and Huang, J. W. 1993. Prospects for control of soilborne plant pathogens by soil amendment. *Current Current Topics in Bot. Research* 1: 223-235.
22. Huang, J. W. and Kuhlman, E. G. 1991. Formulation of a soil amendment to control damping-off of slash pine seedlings. *Phytopathology* 81: 163-170.
23. Huang, J. W. and Kuhlman, E. G. 1991. Mechanisms for inhibiting damping-off pathogens



- of slash pine seedlings with a formulated soil amendment. *Phytopathology* 81: 171-177.
24. Muto, M., Mulabagal, V., Huang, H. C., Takahashi, H., Tsay, H. S. and Huang, J. W. 2006. Toxicity of black nightshade (*Solanum nigrum*) extracts on *Alternaria brassicicola*, causal agent of black leaf spot of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*). *J. Phytopathol.* 154: 45-51.
25. Muto, M., Takahashi, H., Ishihara, K., Yuasa, H., and Huang, J. W. 2005. Control of black leaf spot (*Alternaria brassicicola*) of crucifers by extracts of black night shade (*Solanum nigrum*). *Plant Pathology Bulletin.* 14: 25- 34.
26. Muto, M., Huang, J. W., and H. Takahashi H. 2004. Effect of water-soluble extracts of radish seed meal on control of lettuce brown leaf spot (*Acremonium lactucae* Lin *et al.*). *Plant Pathol. Bull.* 13: 275-282.
27. Shiau, F. L., Chung, W. C., Huang, J. W., and Huang, H. C. 1999. Organic amendment of commercial culture media for improving control of *Rhizoctonia* damping-off of cabbage. *Can. J. Plant Pathol.* 21: 368-374.
28. Sun, S. K. and Huang, J. W. 1985. Formulated soil amendment for controlling *Fusarium* wilt and other soilborne diseases. *Plant Dis.* 69: 917-920.
29. Sun, S. K. and Huang, J. W. 1985. Mechanisms of control of *Fusarium* wilt disease by amendment of soil with S-H mixture. *Plant Prot. Bull.* 27: 159-169.
30. Sun, S. K. and Huang, J. W. 1983. Effect of soil amendments on *Fusarium* wilt of watermelon. *Plant Prot. Bull.* 25: 127-137.
31. Yang, J. Y., Chung, K. R., and Huang, J. W. 2020. A combined effect of *Bacillus* sp., tobacco extracts and plant oils on the control of cruciferous vegetable anthracnose. *Archives of Phytopathology and Plant Protection.* 53(1-2): 48-69.
32. Yang, C. J. Huang, T. P. and Huang, J. W. 2021. Field sanitation and foliar application of *Streptomyces padanus* PMS-702 for the control of rice sheath blight. *Plant Pathol. J.* 37(1) : 57-71

# The value-added effect of recycling agricultural residues to develop plant protection products

Jenn-Wen Huang

Department of Plant Pathology, National Chung-Hsing University

Program of Plant Health Care, Academy of Circular Economy, NCHU

## Abstract

Currently agricultural wastes are also considered as agricultural residue resources in Taiwan. Therefore, the effective transformation of agricultural waste recycling and utilization becomes one of very important issues in circular economy of agriculture. To materialize agricultural residues and analyze their composition characteristics and functions is a key step for understanding how to apply and extend their values in various industries. In order to realize the recycling of agricultural residues resources, we have engaged in exploring and analyzing the composition of agricultural residues and their complementary benefits for a long time. Using the concept of integrated crop disease management strategy to design product composition formula, we have successfully used agricultural residues combined with microbial resources to develop several products such as S-H soil amendment, CH100 plant health guard, PBGG biological fumigation granules, SSC-06 and SBMB disease-suppressive cultural media, and THC-23 microbial compost. The research and development of these products which are applied to agricultural cultivation is able to effectively promote the sustainable management of agricultural waste recycling.

**Keywords** : Plant health products, Integrated crop disease management, Soil amendment, CH100 Plant Health Guard, PBGG biological fumigant granules, Disease-suppressive cultural medium.