水稻紋枯病之藥劑篩選及非農藥防治

林駿奇[1] 王誌偉[1]

摘 要

本研究在於瞭解臺東地區紋枯病菌特性，篩選對菌核及菌絲生長抑制有效藥劑以利於防治時機及正確用藥，並應用市售非化學農藥資材進行田間防治測試。採集臺東縣臺東市、鹿野鄉、關山鎮及池上鄉4鄉鎮水稻田間紋枯病菌，測試生長適溫為24℃-32℃，最適生長溫度為28℃-30℃，於PDA培養基上菌落各有不同型態，僅池上鄉之菌株其生長適溫為28℃-36℃，最適生長溫度為32℃，經比對於PDA培養基上生長型態，鑑定為褐色菌核病菌(*Rhizoctonia oryzae-sativae* Sawada)。選取防治水稻紋枯病核准登記之17種藥劑，有7種不同殺菌劑作用機制[FRAC]，於室內藥劑抗感性測試，發現對菌核生長抑制達90%者有[20,B4]23.2%賓克隆SC、[20,B4+ 3,G1]25%賓得克利SC及[1,B1+7,C2]75%貝芬普寧WP等3種，對菌絲生長抑制達90%者有[3,G1]23%菲克利SC、[7,C2]20%福多寧SC、50%福多寧WP、[20,B4]25%賓克隆WP及[1,B1+7,C2]75%貝芬普寧WP等5種，其中75%貝芬普寧WP對菌核及菌絲皆達100%抑制效果。應用4種市售非化學農藥資材亞磷酸(H_3PO_3)、木黴菌*Trichoderma* spp.、枯草桿菌*Bacillus subtillis*及放射線菌*Streptomyces* spp.等，以單劑及複方組合進行田間測試，結果以亞磷酸混合微生物對紋枯病防治效果優於單劑處理，其中「亞磷酸」混合「木黴菌」處理之防治效果最佳。

關鍵詞：水稻、紋枯病、藥劑篩選、非農藥防治

[1]行政院農業委員會臺東區農業改良場 助理研究員

前　言

紋枯病(Sheath blight)為水稻重要病害之一，由立枯絲核菌屬之*Rhizoctonia solani* Kühn AG-1 IA 所引起[24]。危害初期於下位葉鞘上出現灰污綠色水浸狀病徵，後期病斑呈中央灰白色邊緣褐色，於適合發病之環境下，數個病斑則互相癒合成虎斑狀，影響稻株水分運輸，最終導致發病部位之葉鞘及葉身枯萎，影響產量甚劇[10]。臺灣，早期以水稻第二期作危害較第一期作嚴重，1966年第一期作紋枯病發病面積劇增為47,656公頃，達當時栽培面積之14%；爾後兩期作稻紋枯病之發病面積率雖互有多寡，但皆高於10%[5,6,12]。近年，調查臺東地區水稻紋枯病危害發現第一期作更甚於第二期作，程度不亞於稻熱病，惟無論一期或是二期作皆具相當威脅性，紋枯病已然成為重要的風土病[5]。

本病害好發於高溫高濕環境下，在氣溫24℃-28℃及相對濕度81%-92%時最適合紋枯病發生及病勢擴展[4]。觀察田間發病生態，以插秧初期水中的菌核為第一次感染源。菌核漂流在田水中碰到秧苗，附著在葉鞘外側，待分蘗盛期時稻叢莖數增加，即農民俗稱「塞溝」時，叢間濕度加大，菌核開始發芽感染葉鞘。在侵入水稻組織後，遇高溫高濕，尤其雨後天晴，病斑急速往上擴大蔓延，並藉由病斑表面產生白色菌絲，此為第二次感染源，在稠密交織之葉片中進行叢間傳播，同時病斑上的菌絲會形成菌核，掉落田間感染下一期水稻[10,11,17]。本病害在田間少有空氣傳播，為聚集型發病型態[9]。

本病原菌為異核體，種內遺傳複雜，為一複合種(complex species)[22,23]，異核現象可能讓病原菌為適應地區之氣候、地理及寄主等因子而產生變異。有相關研究報告指出，不同區域之紋枯病菌其型態、生理生化特性、毒力及遺傳特性等皆有不同程度之差異，且遺傳特性具地域性關聯[13,15]。防治策略上，現行國內水稻主要栽培品種皆不具良好抗病特性[18]，主要依賴藥劑防治，早期以有機砷劑為主，但易發生藥害，逐漸改用系統性藥劑免賴得(Benlate)[2,16,19,20,21]，目前合法登記使用之藥劑已達40多種[3]。惟病害從稻叢下位葉發生，於分蘗盛期時施用藥劑難以達到下位葉；而有機栽培防治上雖有木黴菌[3]、枯草桿菌等拮抗菌進行防治，但實際應用於田間效果亦未如預期[17]。

為協助轄區農民有效防治水稻紋枯病，本試驗觀察並記錄臺東地區紋枯病之特性，並篩選現行核准登記藥劑，測試其對菌核及菌絲生長抑制之有效性，以利掌握防治時機及正確用藥；此外，亦應用市售非化學農藥防治資材測試防治效果，俾供從事有機農耕之農友參考使用。

材 料 與 方 法

一、菌株來源

於臺東縣臺東市、鹿野鄉、關山鎮及池上鄉等4個發病嚴重地區之水稻田採樣，採回之紋枯病罹病植株放入夾鍊袋內並放入濕衛生紙保濕，數日後於病斑處產生菌核。夾取菌核置於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(potato dextrose agar，PDA)培養，待菌絲長出後，切取尖端，再移入PDA平板培養基進行純化保存備用。菌株分別有臺東市3株(TT1~3)、鹿野鄉3株(TL1~3)、關山鎮3株(TG1~3)及池上鄉3株(TC1~3)，共12支菌株備用。

二、臺東地區紋枯病菌之特性觀察

(一)最適生長溫度：取4個地區菌株各1株，計4株病原菌。先將菌株培養於PDA平板培養基，菌落約生長至八分滿時，以直徑0.5 cm打孔器取邊緣菌絲塊，再移入新PDA培養基平板中間，置於恆溫箱20、24、28、30、32、36℃中培養，分別於第24、30、39、48、72、96小時測量菌落直徑，每種溫度4重複，計算直徑(cm)平均值。

(二)菌落型態觀察：完成生長溫度觀察後，即將PDA培養基內菌落置於室溫，持續觀察菌核之分布型態。

三、藥劑感受性測試

(一)供試菌株：選取臺東市TT1、鹿野鄉TL1、關山鎮TG1紋枯病菌，共3株。

(二)供試藥劑：選取核准登記水稻紋枯病防治藥劑[3]，共17種，依殺菌劑作用機制(FRAC，Fungicide Resistance Action Committee)[8]區分為7類：

1. 固醇合成C14去甲基酶[FRAC 3,G1]：有7.5%w/v依普座乳劑1,000倍(Epoxiconazole，巴斯夫)、25%w/v待克利乳劑1,000倍(Difenconazole，先正達)、10%菲克利乳劑1,500倍(Hexaconazole，惠光)、23%菲克利水懸劑4,000倍(嘉泰)等4種。
2. 粒腺體電子傳遞複合物II琥珀酸脫氫酶[FRAC 7,C2]：有40%滅普寧水懸劑1,200倍(Mepronil，庵原)、20%福多寧水懸劑2,000倍(Flutolanil，日本農藥株式會社)、50%福多寧可濕性粉劑3,000倍(日佳)、1.5%福拉比粒劑1,000倍(Furametpyr，立農)、2%賽氟滅粒劑1,000倍(惠光)、21%賽氟滅水懸劑3,000倍

(Thifluzamid，惠光)等6種。

3.細胞分裂[FRAC 20,B4]：有23.2%賓克隆水懸劑2,000倍(Pencycuron，大勝)、25%賓克隆可濕性粉劑2,000倍(惠光)等2種。

4.海藻糖酶及肌醇生合成[FRAC 26,H3]：有5%維利黴素溶液1,000倍(Validamycin，立農)、10%維利黴素溶液2,500倍(立農)等2種。

5. [FRAC 未知]：有6.5%鐵甲砷酸銨水懸劑2,000倍(MAFA，惠大)1種。

6.[FRAC 1,B1+7,C2]：有75%貝芬普寧可濕性粉劑750倍(Carbendazin+Mepronil，庵原)1種。

7.[FRAC 20,B4+3,G1]：有25%賓得克利水懸劑2,000倍(Pencycuron+Tebuconazole，拜耳)1種。

(三)藥劑感受性試驗

1.菌核抑制率(%)：依上述藥劑使用倍數，以無菌水稀釋成水溶液，夾取紋枯病菌核以1%次氯酸鈉先進行表面消毒，再以無菌水漂洗二次，後置於PDA平板培養基中間，吸取0.2ml藥劑滴於菌核上，以滴無菌水為對照組，放置28℃生長箱培養，每處理4重複，待對照組菌絲長滿培養皿後測量受測菌落直徑(cm)。

2.菌絲抑制率(%)：依上述藥劑使用倍數配製PDA培養基，以直徑0.5cm打孔器沿邊緣取出菌絲塊移至培養基中間，對照組PDA培養基不含藥劑，放置28℃生長箱培養，每處理4重複，待對照組菌絲長滿培養皿後測量受測菌落直徑(cm)。

(四)調查方法：菌絲抑制率(%)=(對照組菌落直徑(cm)-處理組菌落直徑(cm))/對照組菌落直徑(cm)×100%

四、非化學農藥資材田間防治試驗

(一)供試非化學農藥資材：有亞磷酸(H_3PO_3)，及市售微生物資材木黴菌(*Tricoderma* spp.，綠佑)、枯草桿菌(*Bacillus subtillis*，百泰)、放射線菌(*Streptomyces* spp.，聯發)等4種。

(二)供試菌株：鹿野鄉之菌株TL1。

(三)非農藥資材之作用機制觀察

1.亞磷酸測試：

(1)供試水稻品種：高雄139號、高雄145號、臺粳2號及臺東30號等4種，種植於盆栽備用。

(2)試驗方法：將亞磷酸與氫氧化鉀(KOH)等比例混合稀釋1,000倍，於水稻分蘗盛期時進行噴灑全株，每3天一次，連續3次，以不處理為對照組。處理後7天後於水稻莖基部離土面3-5 cm進行接種，分無傷口及針刺傷口2種，並黏附菌核，上面覆蓋濕棉花保濕並以膠帶固定，放置於28℃生長箱(L：D＝12：12)，每處理4重複。

(3)調查方法：接種7天後剪下莖桿，從接種部位往上20 cm區域測量罹病面積率(%)，計算平均值，各品種二處理間以t值分析。

2.拮抗微生物測試

(1)試驗方法：取1 g微生物資材於9 ml無菌水中混合均勻，先將消毒濾紙片浸置溶液中，後置於PDA培養基上下左右四個角落，中間放置直徑0.5 cm病原菌菌絲塊，進行對峙培養，置於28℃培養箱。

(2)調查方法：觀察微生物菌與病原菌之生長情形。

(四) 田間防治試驗

1.供試水稻品種：臺東33號。

2.試驗地點：鹿野鄉。

3.供試處理：單劑處理有亞磷酸、枯草桿菌、木黴菌、放射線菌等4種，複方處理有亞磷酸＋枯草桿菌、亞磷酸＋木黴菌、亞磷酸＋放射線菌、亞磷酸＋枯草桿菌＋木黴菌等4種，及對照組不處理，共9種。各資材使用倍數，分別為亞磷酸1,000倍，微生物資材皆為250倍，使用時並加入苦楝油500倍作為展著劑。

4.處理方法：於發病初期開始施藥，以後每隔4-5天施用一次，連續3次。

5.田間設計：採逢機完全區集設計，每小區20平方公尺，每處理4重複。

6.調查方法：調查各處理區中間50叢稻株之罹病度(%)及罹病叢率(%)。於噴藥前、第3次施藥後之第5天及第14天各調查一次，共計3次。

(1)罹病度(%)＝[(級數×該級數罹病叢數)/(5×總調查叢數)]×100%。罹病級數分別為：【 0級 】：無發病。【 1級 】：病斑小於1/4葉鞘，罹病總莖數少於1/2；或病斑小於1/2葉鞘，罹病總莖數少於1/3。【 2級 】：病斑小於1/4葉鞘，罹病總莖數大於1/2；或病斑小於1/2葉鞘，罹病總莖數1/3至2/3；或病斑大於1/2葉鞘，第3、4葉片輕微感染，罹病總莖數少於1/3。【 3級 】：病斑小於1/2葉鞘，罹病總莖數大於2/3；或病斑大於1/2葉鞘，第3、4葉片輕微感染，罹病總莖數1/3至2/3；或病斑大於3/4葉鞘，第3、4葉片嚴重發病，上位葉輕微感染，罹病總莖數少於1/3。【 4級 】：為病斑大於1/2葉鞘，第3、4葉片輕微感染，罹病總莖數大於1/3；或病斑大於3/4葉鞘，第3、4葉片嚴重發病，上位葉輕微感染，罹病總莖數1/3至2/3。【 5級 】：病斑大於3/4葉鞘，第3、4葉片嚴重發病，上位葉輕微感染，罹病總莖數大於2/3。

(2)罹病叢率(%)＝(罹病叢數/總調查叢數)×100%。

結　　果

一、臺東地區紋枯病菌之特性

(一)生長溫度測試：4株供試菌株分別於20、24、28、30、32、36℃生長觀察，TT1(臺東市)、TL1(鹿野鄉)及TG1(關山鎮)3株菌株之菌絲生長，在24-32℃皆可在72hr長滿培養皿，20℃則需96hr，36℃則生長較緩96hr內未長滿，TT1、TL12菌株在28℃生長速度最快，TG1為30℃；而TC1(池上鄉)在28-36℃可在72hr長滿培養皿，以32℃生長速度最快(圖1)。

(二)菌核型態觀察：觀察4株病原菌在PDA培養基之菌核分布型態，TT1為外緣型，TL1為聚集型，TG1為分散型，菌核量較少，但菌核較大，而TC1菌核小且平均分佈於平板，經比對鑑定為褐色菌核病菌(*Rhizoctonia oryzae-sativae* Sawada)(圖2)。

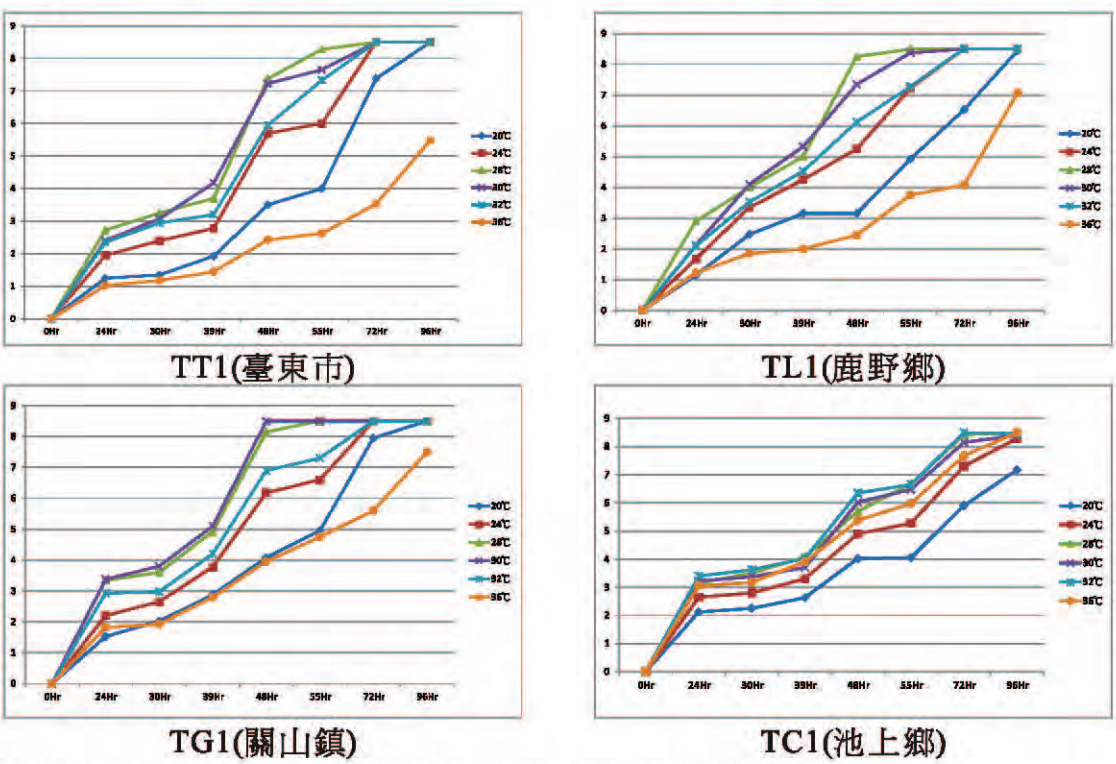

圖1. 各地區紋枯病菌於溫度20、24、28、30、32、36℃之生長速度

Fig. 1. Mycelium growth at 20、24、28、30、32、36℃ of *Rhizoctonia solani* isolates collected from different areas in Taitung county.

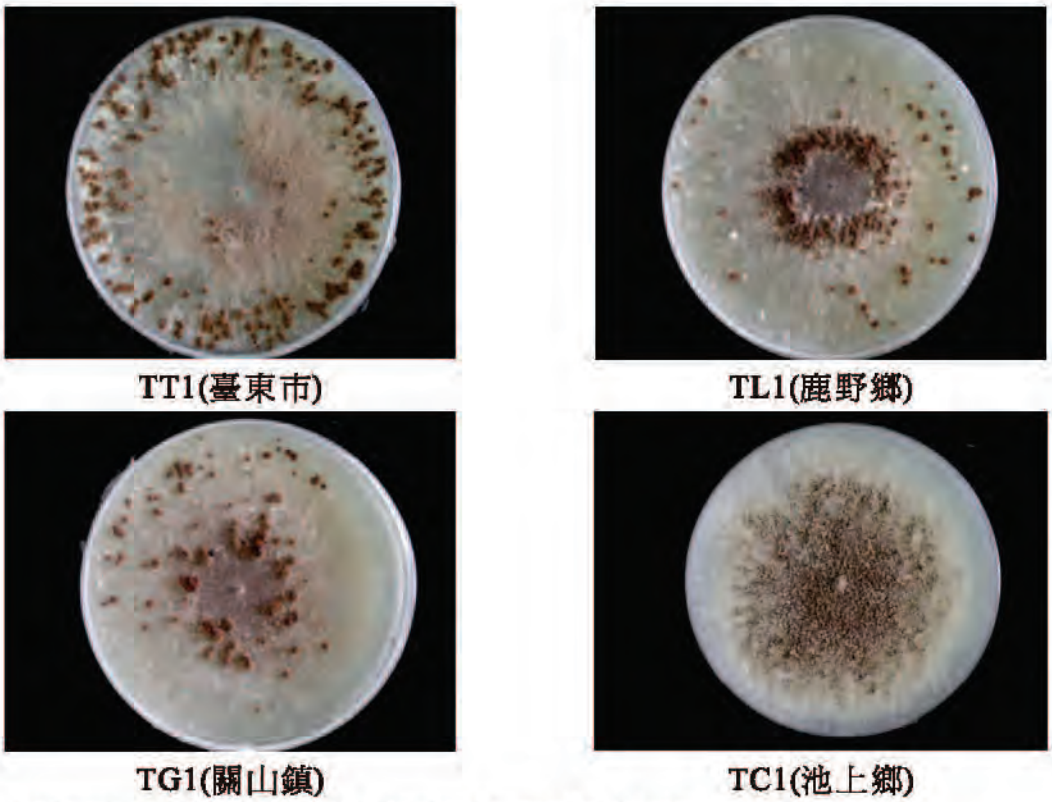

圖2. 各地區紋枯病菌於PDA平板培養基之菌核分佈型態

Fig. 2. The colony phenotypes of *Rhizoctonia solani* grew on PDA medium.

二、藥劑感受性試驗(表1)

挑選核准登記於水稻紋枯病防治藥劑共17種，7種不同作用機制，分別進行對臺東市、鹿野鄉、關山鎮3個地區之紋枯病菌感受性測試。17種藥劑中對菌核生長抑制率皆達90%者，為23.2%賓克隆水懸劑、25%賓得克利水懸劑及75%貝芬普寧可溼性粉劑等3種藥劑；對菌絲生長抑制率皆達90%者，為23%菲克利水懸劑、20%福多寧水懸劑、50%福多寧可溼性粉劑、25%賓克隆可溼性粉劑及75%貝芬普寧可溼性粉劑等5種藥劑，其中又以75%貝芬普寧可溼性粉劑對菌核及菌絲皆達100%抑制。對菌核生長抑制率未達70%者，有25%W/V待克利乳劑、2%賽氟滅粒劑、5%維利黴素溶液及6.5%鐵甲砷酸銨水懸劑等4種藥劑；對菌絲生長抑制率未達70%者，有5%維利黴素溶液、10%維利黴素溶液及6.5%鐵甲砷酸銨水懸劑等3種藥劑，其中對菌絲及菌核二者效果最差者為二種維利黴素及鐵甲砷酸銨等3種藥劑。

以殺菌劑作用機制對紋枯病菌生長感受性而言，[3,G1] 4種種藥劑效果表現對菌核抑制率效果較菌絲為佳；[7,C2] 6種藥劑中，除2%賽氟滅粒劑外，其餘對

菌核及菌絲抑制表現較平均，其抑制生長差異依藥劑種類而定，僅20%福多寧水懸劑、50%福多寧可溼性粉劑對菌核抑制率表現達100%；[20,B4]2種賓克隆藥劑中，23.2%賓克隆水懸劑對菌核生長抑制率效果佳，25%賓克隆可溼性粉劑則對菌絲生長抑制佳；[26,H3]2種維利黴素及[未知]鐵甲砷酸銨等3種藥劑對菌核及菌絲之防治效果皆不佳，尤以鐵甲砷酸銨對菌絲表現無抑制效果；[20,B4、3,G1]之25%賓得克利水懸劑為賓克隆及得克利二種混合藥劑，對菌絲生長抑制效果優於菌核，僅對TG1菌核生長有100%抑制效果。[1,B1、7,C2]75%貝芬普寧可溼性粉劑為貝芬替及滅普寧二種藥劑混合，對菌絲及菌核皆有100%抑制效果。

表1. 紋枯病菌核及菌絲對17支藥劑之抗感性測試表現

Table 1. The susceptibilities of *Rhizoctonia solani* sclerotia and mycelium to 17 fungicides

FRAC	藥劑名稱	稀釋倍數	菌核抑制率(%)			菌絲抑制率(%)		
			TT1	TL1	TG1	TT1	TL1	TG1
3,G1	7.5%W/V 依普座 EC	1,000	47.9	74.3	63.5	100.0	89.7	88.5
	25%W/V 待克利 EC	1,000	***51.5***	***36.1***	***61.6***	87.6	80.3	85.6
	10%菲克利 EC	1,500	63.4	71.9	62.7	61.2	89.7	88.8
	23%菲克利 SC	4,000	79.3	85.1	76.0	**100.0**	**92.9**	**100.0**
7,C2	40%滅普寧 SC	1,200	86.7	100.0	93.2	88.8	100.0	87.9
	20%福多寧 SC	2,000	82.5	100.0	96.2	**100.0**	**100.0**	**100.0**
	50%福多寧 WP	3,000	89.0	100.0	100.0	**100.0**	**100.0**	**100.0**
	1.5%福拉比 GR	1,000	72.2	75.3	81.0	67.9	78.8	78.8
	2%賽氟滅 GR	1,000	***31.4***	***41.0***	***33.8***	86.2	71.5	79.1
	21%賽氟滅 SC	3,000	73.1	90.6	87.8	79.1	86.8	87.1
20,B4	23.2%賓克隆 SC	2,000	**100.0**	**100.0**	**93.2**	89.4	92.4	94.1
	25%賓克隆 WP	2,000	100.0	100.0	84.4	**100.0**	**100.0**	**92.4**
26,H3	5%維利黴素 SL	1,000	***2.3***	***10.1***	***28.1***	***2.4***	***13.8***	***7.6***
	10%維利黴素 SL	2,500	40.8	18.1	71.9	***18.5***	***28.2***	***20.3***
未知	6.5%鐵甲砷酸銨 SC	2,000	***0.0***	***0.0***	***0.0***	***15.9***	***3.8***	***30.4***
20,B4 3,G1	25%賓得克利 SC	2,000	**100.0**	**92.4**	**95.4**	80.3	77.1	100.0
1,B1 7,C2	75%貝芬普寧 WP	750	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

*抑制率(%)=(對照組菌落直徑(cm)-處理組菌落直徑(cm))/對照組菌落直徑(cm)x100%。

三、非化學農藥資材田間防治紋枯病試驗

(一)亞磷酸：先於水稻分蘗盛期時進行3次亞磷酸噴灑處理，以臺東地區主要4種水稻品種高雄139號、高雄145號、臺粳2號及臺東30號等進行接種試驗。接種7天後調查亞磷酸處理及對照組不處理之平均罹病面積率。「無傷口接種」者結果顯示，4種水稻品種經亞磷酸處理之植株平均罹病面積率約0.8cm^2-2.5cm^2，而對照不處理約14.6cm^2-50.0cm^2，各品種之二處理間皆達顯著性差異。在對照不處理中臺東30號品種罹病面積率最大，高雄139號品種罹病面積率最小，可顯示其對紋枯病之抗感病特性。「穿刺接種」者結果顯示，經亞磷酸處理及不處理之植株，僅臺東30號品種達顯著性差異，罹病面積率分別為22.5%、50.0%，其餘品種之處理間罹病面積率僅些微差異，皆未達顯著性差異(表2)。

比較經亞磷酸與對照不處理之病徵，亞磷酸處理之植株病斑較受侷限，內部白化，外圍明顯呈紅褐色，植株呈現過敏性反應(hypersensitive)，而對照組病斑則沿莖部拉長擴大，呈淡褐色水浸狀，外圍淡黑褐色或不明顯(圖3)；於三天後於解剖顯微鏡下觀察稻株被菌核感染情形，亞磷酸處理之稻桿病原菌較不易侵入，對照不處理稻桿外表則產生軟化凹陷現象(圖4)。

表2. 4種水稻品種經亞磷酸處理後接種紋枯病菌之罹病面積率(%)調查表現

Table 2. Disease incidence of sheath blight of 4 rice cultivars after treated with phosphorous acid.

品種	無傷口接種		穿刺接種	
	亞磷酸(%)	對照，不處理(%)	亞磷酸(%)	對照，不處理(%)
臺東 30 號	0.8a*	50.0b	22.5a	50.0b
高雄 139 號	0.8a	14.6b	19.5a	23.8a
高雄 145 號	2.5a	26.3b	58.8a	54.8a
臺粳 2 號	2.3a	38.3b	28.8a	34.5a

*各品種接種測試之處理間以t值分析，再進行LSD檢定，5%顯著性水準。

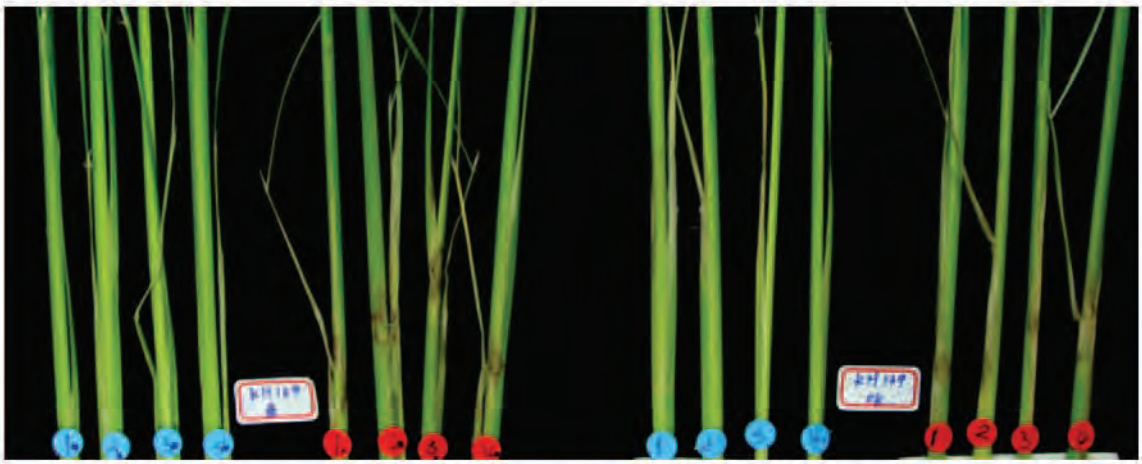

圖3. 水稻植株以亞磷酸處理(左)及對照不處理(右)，分別以自然無傷口(藍)及穿刺傷口接種(紅)後之發病情形。

Fig. 3. Disease development of rice inoculated with sclerotia via natural opening (blue) or pierced wounds (red) with (left) or without (right) phosphorous acid treatment.

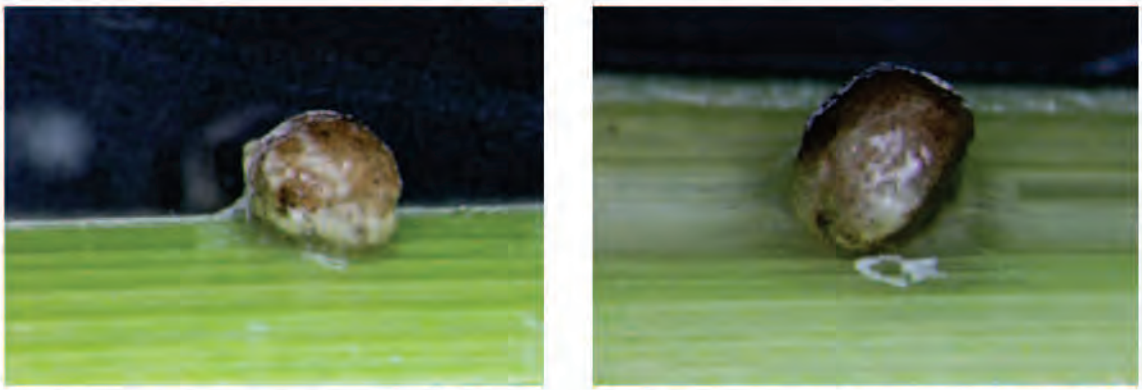

圖4. 稻株經亞磷酸處理(左)及對照組(右)，菌核感染情形

Fig. 4. Development of sclerotia on leaf with (left) or without (right) phosphorous acid treatment.

(二)微生物資材：觀察三種微生物資材與紋枯病菌對峙培養生長情形，木黴菌菌絲生長速度快，將紋枯病菌落侷限培養基中央(圖5)；枯草桿菌與放射線菌在培養基上可觀察到與紋枯病菌落間有透明抑制圈產生(圖6、7)。觀察顯示，木黴菌藉由快速生長，以競爭優勢抑制紋枯病菌落發展，屬於競生作用，枯草桿菌及放射線菌則可藉由產生抗生素抑制紋枯病菌生長，為拮抗作用，又以枯草桿菌抑制效果較佳。

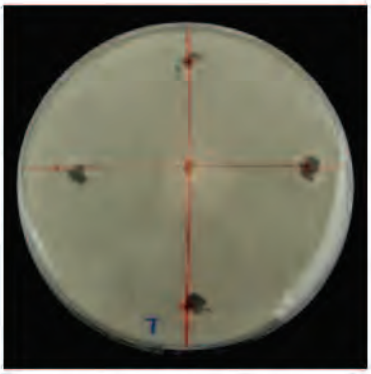

圖5. 木黴菌生長快速抑制菌絲發展，菌落侷限於中央。

Fig. 5. Growth speed of *Trichoderma* sp. was much faster than *Rhizoctonia. solani* resulting in inhibit and restrict its colony

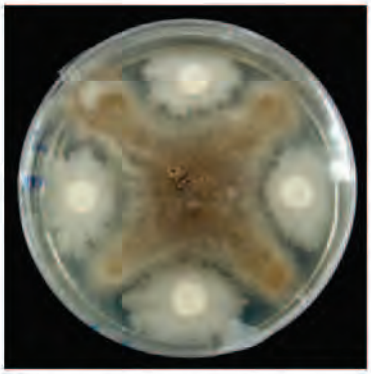

圖6. 枯草桿菌產生抗生素抑制菌絲生長，並形成透明抑制圈。

Fig. 6. *Bacillus subtilis* inhibit mycelium growth of *R. solani* by producing anti-microbial material and form a clear inhibiting zone.

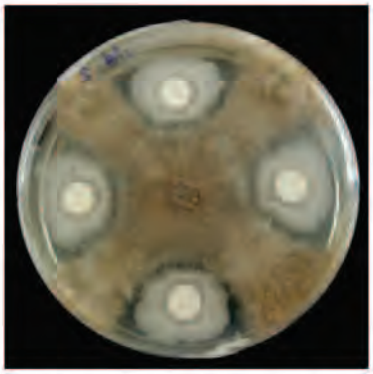

圖7. 放射線菌產生抗生素抑制菌絲生長，並形成透明抑制圈。

Fig.7. *Streptomyces* spp. inhibit mycelium growth of *R. solani* by producing anti-microbial material and form a clear inhibiting zone.

(三)田間防治試驗

試驗期間於施藥後至第二次調查期間少有降雨，第三次調查前則遇鋒面南下常有雨，極適合發病條件。第二次調查9種處理結果，亞磷酸混合微生物資材之4種複方處理，其罹病度呈負成長表現，以亞磷酸混合單劑微生物達顯著性差異，其中以「亞磷酸＋枯草桿菌」處理者下降幅度最大，罹病度從26.4%下降至16.2%，減少10.2%，代表病斑並未隨植株長大而擴大，而其他4種單劑處理及對照組不處理者皆增加，其中亞磷酸處理罹病度僅增加2.8%外，其餘皆增加10.9%至17.7%；第三次調查結果9種處理罹病度皆增加，而4種複方處理僅個位數增加，其中以「亞磷酸＋木黴菌」處理表現最佳，增加3.0%，而4種單劑處理中以放射線菌處理罹病度最高，達91.5%，增加64%。(表3)

紋枯病發病呈聚集式擴散，調查各處理區罹病叢率，觀察田間感染擴大情形。於第二次調查罹病叢率，除「亞磷酸＋枯草桿菌」處理者未增加外，其餘皆有逐漸擴散趨勢。第三次調查結果，亞磷酸混合單劑微生物資材呈現負成長(表4)，調查原因，發現罹病水稻早期之莖部外圍病葉之病斑受到侷限以至後期乾枯，與一般水稻老化乾枯葉片相似，至分蘗盛期時葉片增加，整株稻叢外觀與健康植株無異。

表3. 4種非化學農藥資材單劑及複方處理對防治水稻紋枯病之罹病度(%)比較

Table 3. The disease incidence of rice plant after treated with various combinations of four non-pesticide disease control agents.

處理	第一次調查	第二次調查		第三次調查	
	罹病率(%)	罹病率(%)	增加(%)	罹病率(%)	增加(%)
亞磷酸	14.3 a[a]	17.1 bcd	2.8[b]	37.6 bc	23.3
枯草桿菌	17.1 a	30.7 ab	13.6	63.1 ab	46.0
木黴菌	16.5 a	32.9 a	16.4	75.1 a	58.6
放射線菌	27.5 a	45.2 a	17.7	91.5 a	64
亞＋枯	26.4 a	16.2 d	-10.2	33.1 c	6.7
亞＋木	17.8 a	14.1 d	-3.7	20.8 c	3.0
亞＋放	18.9 a	14.7 d	-4.2	28.2 c	9.3
亞＋枯＋木	17.0 a	15.6 cd	-1.4	33.9 c	18.3
對照組	6.9 a	17.8 abc	10.9	34.0 bc	27.1

[a]不同處理間先進行差異性分析，如差異顯著，再進行LSD檢定，以上不同處理間字母代表5%顯著性差異。

[b]為第二、三次調查之罹病度減第一次罹病度。

表4. 4種非化學農藥資材單劑及複方處理對防治水稻紋枯病之罹病叢率(%)比較

Table. 4. The disease severity of rice plant after treated with various combinations of four non-pesticide disease control agents.

處理	第一次調查	第二次調查		第三次調查	
	罹病叢率(%)	罹病叢率(%)	增加(%)	罹病叢率(%)	增加(%)
亞磷酸	13.3 a[a]	17.3 bcd[b]	4.0	18.0 bc	4.7
枯草桿菌	19.0 a	19.8 ab	0.8	26.3 ab	7.3
木黴菌	17.3 a	20.8 a	3.5	33.3 a	16.0
放射線菌	25.8 a	31.5 a	5.7	38.3 a	12.5
亞＋枯	23.5 a	23.5 d	0.0	19.3 c	-4.2
亞＋木	18.5 a	21.8 d	3.3	16.0 c	-2.5
亞＋放	21.0 a	22.8 d	1.8	17.0 c	-4.0
亞＋枯＋木	17.5 a	20.0 cd	2.5	19.8 c	2.3
對照組	9.8 a	13.0 abc	3.2	17.0 bc	7.2

[a]不同處理間先進行差異性分析，如差異顯著，再進行LSD檢定，以上不同處理間字母代表5%顯著性差異。

[b]為第二、三次調查之罹病度減第一次罹病度。

討論與結論

一、臺東地區紋枯病病原菌之特性

水稻紋枯病為臺灣重要作物病害，好發於高溫高濕的環境條件[4]，由紋枯病菌之生長溫度測試得知，其適溫範圍24℃-32℃，最適生長溫度為28℃-30℃，屬高溫菌，此與前人研究結果相同[9]。學者指出，水稻紋枯病原於第二期作發生較嚴重，但1966年後第一期作發病大幅增加[4,6]，危害程度有較第二期作嚴重趨勢。對照近年臺東地區發病情形，田間發病時期從5月上、中開始，此時氣溫為22℃-28℃，水稻正值分蘗盛期，葉片茂盛，叢間濕度高，至5月下旬隨溫度逐漸上升至25℃-30℃，常遇鋒面南下而伴隨降雨，更加速病勢發展。6月中下旬進入初夏後，水稻生長開始進入黃熟期，因此罹病即對產量影響甚劇。嗣後第二期作於7月中、下旬插秧，至10月上中旬值分蘗盛期時即開始發病。惟待天氣進入初秋後，氣溫逐漸降低，才逐漸形成不適紋枯病發病條件環境。

觀察臺東地區臺東市、鹿野鄉、關山鎮、池上鄉共4株菌株之菌落型態，前3個地區菌株於PDA培養基下分別有不同菌落型態，後續採樣相同田區之菌核培養，亦可發現有不同的菌核分佈型態產生，與前人研究結果亦發現有多樣的菌核分佈型態[1,12]相同。而池上鄉採集植株病徵與紋枯病類似，分離培養於PDA培養基時，其菌落具有菌絲生長較紋枯病菌絲稀疏，菌落平鋪，菌核體積較紋枯病小，生長溫度較高，為24℃-36℃，最適生長溫度32℃等型態，與褐色菌核病(*Rhizoctonia oryzae-sativae* Sawada)相似[13]，後續再從本田區及周遭水田採樣時，卻已無發現蹤跡。

二、藥劑感受性試驗

菌核為水稻紋枯病之第一次感染源，菌絲為第二次感染源，因此防治策略上應以消除第一次感染源為主。惟農藥施用大多建議病害發生初期時即進行施藥防治，參考殺菌劑作用機制，不同藥劑相同作用機制又可分成治療性、除滅性、系統性、保護性等多種機制，相關資訊農民較不易瞭解。本試驗以針對二種病原菌感染源型態作藥劑感受性測試，對菌核生長測試則以模擬田間農民施藥防治，於藥劑接觸病原菌後，約數分鐘即乾燥來進行藥效測試。

從3個地區之紋枯病菌藥劑抗感性測試中，多數藥劑對不同地區菌株有不同抑制率，可能與基因多樣性或抗藥性有關，此推測尚待探討。對3個地區紋枯病菌生長抑制效果最佳之藥劑及作用機制，對菌核而言有23.2%賓克隆SC、25%賓得克利SC、75%貝芬普寧WP等3種；對菌絲而言有23%菲克利SC、20%福多寧SC及50%福多寧WP、25%賓克隆WP、75%貝芬普寧WP等5種。其中75%貝芬普寧WP達100%抑制效果，此為貝芬替(carbendazim)及滅普寧(mepronil)二種藥劑混合而成，依殺菌劑作用機制分類，前者為抑制有絲分裂微管蛋白聚合

[1,B1]，後者為抑制呼吸作用粒腺體電子傳遞複合物II琥珀酸脫氫酶[7,C2]；藥效居次的二種賓克隆藥劑[20,B4]，主要作用為抑制細胞分裂；細胞膜固醇合成之C14去甲基酶[3,G1]，則對抑制菌核較有效；40%滅普寧SC及2種福多寧藥劑[7,C2]對菌絲及菌核抑制亦具有相當效果，另外3種則效果不佳。臺灣早期主要以有機砷劑為防治水稻紋枯病藥劑[2]，研究指出其對病原菌直接殺菌力弱，但在植體預防及治療效果卻甚優[16]，本試驗亦顯示鐵甲砷酸銨藥劑殺菌力弱，惟仍待田間試驗研究；研究報告指出維利黴素藥劑具有直接殺菌作用之功效[16]，但本試驗結果卻不佳。

在慣行農法防治建議上，依藥劑篩選試驗結果，於插秧後二週內可施用對菌核較有效藥劑先行預防，此時稻株未分蘗，藥劑較易達到水稻基部，可有效抑制尚未發芽之菌核，降低感染源密度；若於分蘗盛期病勢持續發展，再選用對菌絲抑制有效之藥劑，以降低病害傳播。此外，也可選擇對各地區性有效之藥劑進行防治。因本病原菌為複合種，建議每次防治選擇不同作用機制藥劑使用，以降低抗藥性菌株的生成。

三、非化學農藥資材田間防治試驗

從4種市售非化學農藥資材中，亞磷酸處理後可健化稻株及刺激植株產生防禦系統，使病原菌不易侵入[7]。由穿刺接種測試發現，稻株接種部位會產生過敏性反應(hypersensetive)，可限縮病徵發展，4個品種除高雄145品種外，當病原菌侵入植株後病勢發展亦減緩；而未使用亞磷酸之處理則發病嚴重，又以臺東30號品種較為嚴重。顯示在植株未感染前提早施用亞磷酸，可促進植株對紋枯病菌產生抗病能力，但病菌侵入後則較無效果。各種拮抗菌中以木黴菌具快速生長特性，可與病原菌產生競爭作用，枯草桿菌及放射線菌則可產生抗生素與病原菌產生拮抗作用[16]。

實際觀察田間防治結果，使用單一資材對病害之防治效果，除亞磷酸較佳外，其餘拮抗菌單獨使用時則不具防治效果，其原因尚待探討。以複方組合應用亞磷酸搭配微生物資材則可產生協力作用，具顯著防治效果，推測原因為亞磷酸先增加稻株抗病能力，延緩病原侵入時間，並增加拮抗菌生長時間產生拮抗作用。於第三次調查前，逢連日高溫有雨，極適合病勢發展，觀察「亞磷酸＋木黴菌」處理者，其罹病度增加最少，且於罹病叢率調查中呈負成長表現，顯示能有效降低病勢發展。試驗結束至水稻收割前，天候仍連續受鋒面影響降雨，持續觀察仍具防治效果，其餘複方處理者病勢則逐漸增加(圖8)。推測木黴菌菌絲主動快速生長佔據植株表面，而細菌類之枯草桿菌及放射線菌生長面積因較侷限於受噴灑沾附的地方，且易受紫外線抑制影響，因此效果不如木黴菌。另外，以亞磷酸混合木黴菌及枯草桿菌二種拮抗菌反較單一微生物施用時效果差，可能為二種微生物間產生拮抗作用之故。

因此在非化學農藥防治上，建議水稻進入分蘗盛期前，先以亞磷酸1,000倍混合木黴菌250倍，並加苦楝油500倍作為展著劑施用，3-5天一次，連續三次進行防治。苦楝油具驅蟲效果，也可減少水稻後期葉蟬類及飛蝨類等害蟲危害發生。

圖8.「亞磷酸+木黴菌」處理(右)與未處理(左)之防治效果比較

Fig. 8. Comparison of rice treated with (left) or without (right) phosphorous acid and *Trichoderma* sp.

誌　　謝

本研究承蒙作物環境課前林永順課長及蔡恕仁課長在試驗過程指導及關心，田間及室內試驗由植保研究室黃國興先生、黃德發先生、林裕峰先生、賴明村先生、魏攸如小姐、林子筠小姐協助，使本試驗得以順利完成，僅此一併致謝。

參 考 文 獻

1. 方則淳。2012。臺灣水稻紋枯病菌*Rhizoctonia solani* AG-1 IA特性分析比較。碩士論文。臺中。中興大學植物病理研究所。
2. 古德業、朱家彬。1977。臺灣常用殺菌劑對水稻紋枯病之藥效研究。臺灣農業季刊 13(4)：19～27。
3. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。農藥資訊服務網。臺北。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。網址：http://pesticide.baphiq.gov.tw/web/ Insecticides_MenuItem5_5.aspx。上網日期：2016-07-18。
4. 杜金池、張義璋。1981。水稻紋枯病之生態及生物防治研究。臺南區農改場研究彙報 15：1-24。
5. 杜金池、張義璋。1991。水稻紋枯病之生態及防治。農業試驗所特刊 32：65～81。
6. 吳龍溪。1971。稻紋枯病。出自"稻作病害"，49～76。邱人璋主編。農復會。
7. 林俊義，安寶貞，張清安，羅朝村，謝廷芳。2014。作物病害之非農藥防治。再版。農業試驗所特刊110號：12-17。
8. 許如君、吳昌昱。2015。農用藥劑分類及作用機制檢索，12-23。臺北：行政院農委會動植物防疫檢疫局。
9. 張義璋。1985。影響稻紋枯病菌生長及菌核形成之因子。中華農業研究 34：454-463。
10. 張義璋。1986。紋枯病罹病程度對稻穀產量之影響。中華農業研究35(2)：202-209。
11. 張義璋。2002。紋枯病。植物保護圖鑑系列8－水稻保護(下冊)，299-310。臺北：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
12. 陳治官。2002。前言－作物簡介。植物保護圖鑑系列8－水稻保護(上冊)，2～8。臺北：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
13. 陳思豪。2007。臺灣水稻紋枯病菌 *Rhizoctonia solani* AG1-IA 菌株之多樣性。碩士論文。臺中：中興大學植物病理研究所。
14. 游俊明。2002。水稻疑似紋枯病。植物保護圖鑑系列8－水稻保護(下冊)，279～289。臺北：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
15. 楊相哲。2006。臺灣地區水稻紋病菌株差異性之研究。碩士論文。臺中：中興大學植物病理研究所。
16. 廖隆盛。2005。實用農藥。第八版。臺中。得力興業股份有限公司。
17. 蔣汝國。2005。有機栽培水稻紋枯病之非農藥防治方法之探討。臺南區農業改良場研究彙報 46：25-32。
18. 鄧耀宗、許東暉。1979。水稻抗紋枯病之研究。中華農業研究 28(3)：145-150。

19. 簡錦忠、朱啟魯。1973。系統性 Benomyl 劑對稻熱病稻紋枯病防治作用之研究。中華農業研究 22(1)：41-46。
20. 簡錦忠、洪雲卿。1971。水稻紋枯病之系統性藥劑防治試驗。中華農業研究 20(2)：37-46。
21. 簡錦忠、洪雲卿、朱啟魯。1972。水稻紋枯病之系統性藥劑室內及田間防治試驗。中華農業研究 21(3)：191-202。
22. Cubeta, M. A. and Vilgalys, R. 1997. Population Biology of *Rhizoctonia solani* Complex. Phytopathology 77: 480-484.
23. Ogoshi, A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kuhn. Annu. Rev. Phytopathol. 25:125-143.
24. Sneh, B., Burpee L., and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* Species. A.P.S. Press. 133 pp.

Studies of Fungicides Used in Sheath Blight of Rice and Non-pesticide Control

Chun-Chi Lin[1] and Chih-Wei Wang[1]

Abstract

In order to provide various strategies to control sheath blight of rice in different farming methods. This study is to know the growth properties of the pathogen and their susceptibilities to 17 commercially available fungicides registered in Taiwan. In the same time, non-chemical plant protection materials are also tested. *Rhizoctonia solani* isolates used in this study were collected from Taitung city, Luye, Guanshan, and Chishang Township. The optimal growth temperature for these isolates is 28℃ to 30 ℃. Their colony phenotypes are various. The Chishang's isolate seems to be *Rhizoctonia oryxae-sativae* Sawasa. Its optimal growth temperature is 32 ℃. We used 17 fungicides, which could be classified to 7 different modes of actions. In growth testing, we found that Pencycuron, Pencycuron & tebuconazole, carbendazim & mepronil are efficient in inhibiting sclerotia germination. Hexaconazole, flutolanil, Pencycuron, carbendazim & mepronil are efficient in inhibiting mycelium growth. Phosphorous acid, *Trichoderma* sp., *Bacillus subtilis*, and *Streptomyces* sp. are used in controlling sheath blight of rice. Their mechanisms may be activation of plant disease resistance ability, competition of nutrients and spaces, and its antagonistic properties independently. Efficacies of phosphorous acid mixing with either one of the other three bio-control agents are better than its single application. Phosphorous acid mixing with *Trichoderma* sp. shows the best disease controlling result.

Keywords: Rice, Sheath blight, Fugicides screening, Non-pesticide control

[1] Assitant Reasercher of Taitung DARES, COA.