

枯草桿菌及放射線菌 對水稻白葉枯病防治效果及其生育之影響¹

林金樹²、陳俊位²、曾德賜³

摘 要

本試驗目的在探討微生物製劑枯草桿菌及放射線菌施用對水稻白葉枯病之防治效果及其對水稻生育之影響。各供試藥劑在不同施用倍數下，以放射線菌、枯草桿菌300倍施用對水稻白葉枯病即具防治效果，防治效果50%，接近於化學防治之45%且低於對照組之70%，但在產量上各組處理間差異不大。不同施藥時期在接種病原菌前後分別施用微生物製劑，以枯草桿菌100倍在人工接種病原菌前5天施用於台中秈10號防治效果最佳，發病率70%低於對照組之90%，其它則無顯著差異。而在探討微生物製劑施用是否會影響水稻農藝性狀之正常表現，供試之微生物製劑可促進水稻孕穗數之形成，但在其它農藝性狀上則無顯著差異。由結果顯示微生物製劑之施用除在白葉枯病防治上具效果外，且對水稻農藝性狀表現無抑制影響。

關鍵字：微生物製劑、白葉枯病、水稻

前 言

水稻白葉枯病(bacterial leaf blight)係由病原菌*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* 所引起，發生於氣候溫暖，土壤肥沃，排水不良之水田，尤其當植株受傷時更易引起感染，故在颱風豪雨過後，發病最為嚴重^(21,23)。為本省水稻二期作栽培時常發生的病害之一^(9,10,15,16)。本病雖多發生於第二期作，但近年來第一期水稻亦見局部發生。本省自民國71年以來，水稻白葉枯病每年發生累計面積在2萬公頃以上，佔全省栽培面積4%以上，對水稻產量及品質常造成不良之影響^(2,10)。尤其近年來更發生熱帶型黃化白葉枯病，使本病對本省水稻為害更形嚴重。目前針對白葉枯病防治的方法仍以化學藥劑為主⁽¹⁸⁾，但如使用不當則除防治效果未臻理想外甚至有藥害發生之虞，而近年來水稻白葉枯病嚴重大發生，主要原因即在目前本省栽培之品種，對白葉枯病普遍缺少抗病基因^(3,4)。故解決白葉枯病之危害最有效之方法，仍端賴抗病品種之育成^(6,20)。然抗病品種培育時程太長，對本病之防治有緩不濟急之缺點，因此藥劑防治仍為目前主要防治水稻白葉枯病的方法之一^(17,24)。

¹ 台中區農業改良場研究報告 0577 號。

² 台中區農業改良場助理研究員。

³ 中興大學植物病理學系教授。

生物性農藥利用自然環境中的細菌、真菌、病毒等或其毒性物質，作為防治病蟲害及雜草之藥劑，由於其具專一性且對環境生態影響少，且目標病蟲草害不易產生抗藥性，開發生物性農藥已成為目前農藥研究的重點，現今市面上的蘇力菌、核多角體病毒、蟲生線蟲等殺蟲劑為已開發應用的商品化製劑，而應用在病害方面則以木黴菌(*Trichoderma* spp.)、枯草桿菌(*Bacillus* spp.)及螢光細菌(*Pseudomonas* spp.)等為主^(12,13)，這些拮抗微生物對病害之控制效果在許多研究上已證實其可行性。桿菌屬(*Bacillus* spp.)及放射線菌屬(*Streptomyces* sp.)細菌普遍存在於土壤及植物體表，本屬細菌中部份種類由於可產生對植物病原真菌、細菌甚或有害昆蟲等具有毒害作用之抗生物質，因此常被加以研究並發展應用於植物病害或虫害的生物防治上；在植物病害防治上，枯草桿菌屬細菌常被研究應用的有*B.subtilis*⁽¹¹⁾、*B.cereus*⁽¹⁴⁾、*B.megaterium*及*B.pumilus*等，其中尤以枯草桿菌*B.subtilis*在生物防治上之應用最具潛力。根據學者研究，可被枯草桿菌拮抗抑制的植物病原菌種類眾多，包括有*Alternaria solani*⁽³³⁾、*Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici*、*Monilinia fructicola*⁽¹⁹⁾、*Penicillium digitatum*、*Rhizoctonia solani*⁽³⁰⁾、*Sclerotinia sclerotium*、*Uromyces phaseoli*、*Verticillium albo-atrum*、*V.dahliae*、*Pseudomonas solanacearum*、以及*Xanthomonas campestris*等，此種廣效性的抗生作用極適合應用於植物病害的防治上，這方面的研究在國外已有諸多成功的例子如土壤病害康乃馨莖腐病(*Fusarium oxysporum f.sp.dianthi*)⁽¹¹⁾、洋蔥苗腐病(*Sclerotium cepivorum*)、馬鈴薯炭腐病(Charcoal rot，由 *Macrophomina phaseolina*及*Botryodiplodia solanituberosi*所引起)⁽²⁹⁾、楓樹維管束病害(*Verticillium dahliae*)、以及Olsen氏等在苗期舞病(*Rhizoctonia solani*)⁽²²⁾、葉表病害(如菜豆銹病)、儲藏期病害(如桃褐腐病、柑橘青黴病)^(25,26,35)等。而放射線菌則可應用在馬鈴薯瘡痂病之防治。這些成功的例子顯示微生物製劑在植物病害防治的可行性。由於這些微生物可用於作物細菌性病害防治，因此本試驗擬探討枯草桿菌及放射線菌等微生物製劑在水稻白葉枯病的防治效果及其對水稻生育之影響，以供相關研究人員參考使用。

材料與方法

試驗材料

本試驗於88年二期作及89年一期作於本場試驗田進行相關試驗工作，供試品種88年二期作為台中秈10號及台農67號，89年一期作為台中秈10號，供試藥劑為液態培養菌液枯草桿菌BS (*Bacillus subtilis*, 1×10^8 cfu/ml)及放射線菌SS (*Streptomyces saraceticus*, 1×10^8 spore/ml)，由中興大學植病系病態生理實驗室提供，另以5%維利黴素及10%鏈四環黴素為對照藥劑，田間規劃每小區面積 $5.9 \text{ m} \times 3.5 \text{ m} = 20.65 \text{ m}^2$ ，四重覆。人工接種用之水稻白葉枯病菌株XM-42由農試所提供，以剪葉法接種，接種時期為於劍葉抽出後，以XM-42菌株培養液用剪刀行人工接種。施藥時期及方法以背負式動力微粒噴霧機，於分蘗後期、孕穗期及齊穗期各施藥一次。罹病率調查則於糊熟期每處理調查20株，以計算發病葉片面積佔未發病葉片面積之比例。

不同倍數微生物製劑對水稻白葉枯病防治效果探討

將液態培養之枯草桿菌BS (*Bacillus subtilis*, 1×10^8 cfu/ml)及放射線菌SS (*Streptomyces saraceticus*, 1×10^8 spore/ml)菌液，依稀釋倍數200、300、500倍稀釋後施用於水稻植株上，於89年一期作進行，水稻供試品種為台中秈10號，並以人工接種水稻白葉枯病病菌XM-42，另以10%鏈四環黴素可溶性粉劑(streptomycin+tetracycline，商品名為枯萎寧，全台農藥有限公司) 1000X當對照藥劑，罹病率調查於糊熟期每處理調查20株，以計算發病葉片面積佔未發病葉片面積之比例，並調查產量。產量調查為水稻黃熟期時將每小區全部收割，晒乾後秤其精谷重，並換算成公頃產量，以了解微生物製劑對病害防治之最佳稀釋倍數及對水稻生育之影響。

供試微生物製劑施用時機對水稻白葉枯病防治效果探討

將液態培養之枯草桿菌BS (*Bacillus subtilis*, 1×10^8 cfu/ml)及放射線菌SS (*Streptomyces saraceticus*, 1×10^8 spore/ml)菌液以100X及200X稀釋後，分別人工接種水稻白葉枯病病菌XM-42，於接種前5天及接種後二天施用微生物製劑，處理水稻品種為台中秈10號及台農67號，罹病率調查方法同前並調查產量，產量調查為水稻黃熟期時將每小區全部收割，晒乾後秤其精谷重，並換算成公頃產量。

微生物製劑施用對水稻農藝性狀之影響

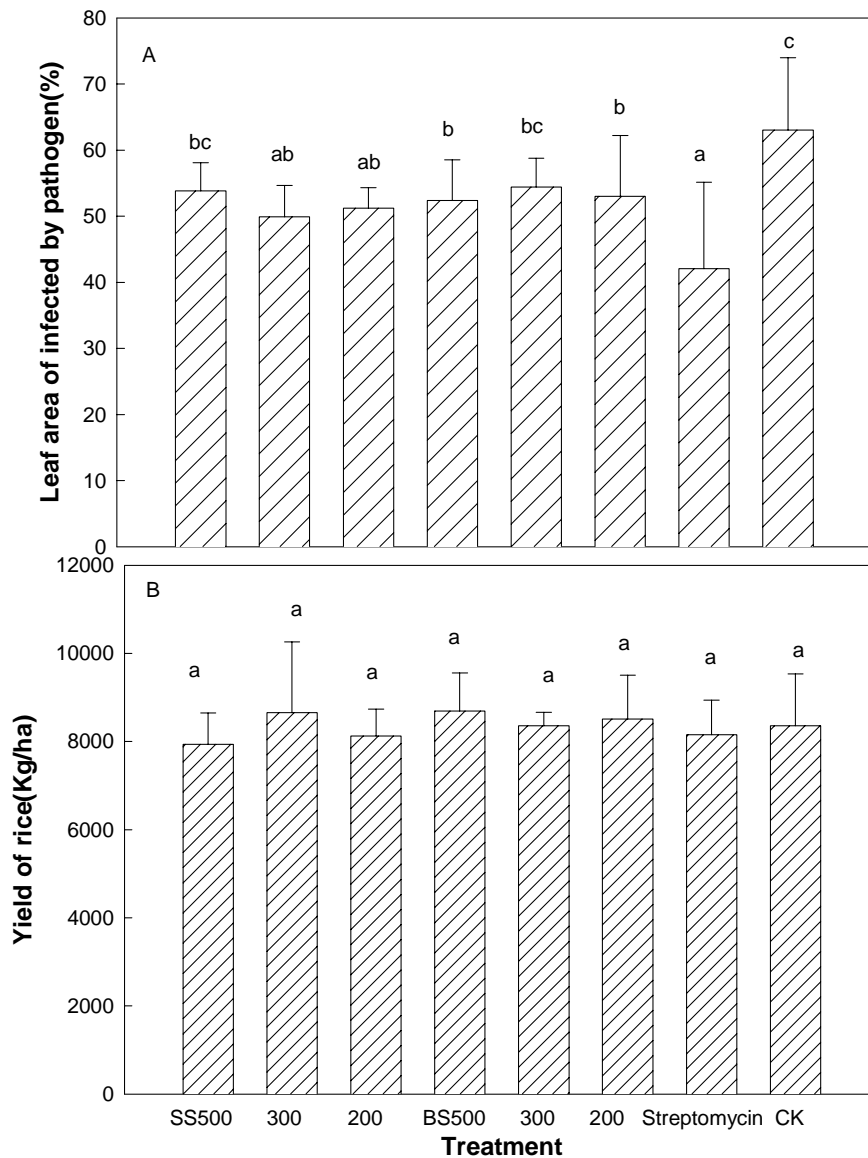
將液態培養之枯草桿菌BS (*Bacillus subtilis*, 1×10^8 cfu/ml)及放射線菌SS (*Streptomyces saraceticus*, 1×10^8 spore/ml)菌液單獨使用及合併使用施用到水稻台中秈十號上，供試藥劑處理分(1)枯草桿菌F.P (BS) 200倍，(2)放射線菌F.P (SS)200倍，(3)枯草桿菌(F.P)+放射線菌(F.P) 200倍，(4) 5%維利黴素(S) 400倍，(5) 10%鏈四環黴素(W.P) 1000倍及(6)對照組(CK)。試驗期間水稻生育性狀調查項目有株高、分蘖數、抽穗期、千粒重、植體分析。罹病率調查則於糊熟期每處理調查20株，以目測法行之。並於水稻黃熟期採收，調查單位面積產量，以了解微生物製劑對水稻生育及產量之影響。

結果與討論

微生物製劑不同稀釋倍數對水稻白葉枯病防治效果探討

本試驗中所使用之液態培養之枯草桿菌BS (*Bacillus subtilis*, 1×10^8 cfu/ml)及放射線菌SS (*Streptomyces saraceticus*, 1×10^8 spore/ml)菌液，經稀釋200X、300X、500X施用於水稻上在白葉枯病防治效果上，各處理間之防治效果較未施藥處理者好，微生物製劑處理罹病面積在49.9~54.4%之間，各組在病害防治效果上為BS500罹病面積在53.83%、BS300罹病面積在49.93%、BS200罹病面積在51.22%，而SS500罹病面積在52.38%、SS300罹病面積在54.40%、SS200罹病面積在53.00%，皆低於對照組之63.1%，但仍高於化學藥劑防治之42.1%，不同稀釋倍數間之防治效果差異不顯著(圖一A)，不同稀釋倍數之藥劑對水稻產量影響上，各處理間之產量差異亦不顯著(圖一B)，各組在產量上分別為BS500水稻產量7935.90 kg、BS300水稻產量8653.83 kg、BS200水稻產量8128.18 kg，而SS500水稻產量8692.30 kg、SS300水稻產量

8358.98 kg、SS200水稻產量8512.83 kg，皆低於對照組之8358.98 kg，但仍高於化學藥劑防治之水稻產量8153.85 kg。



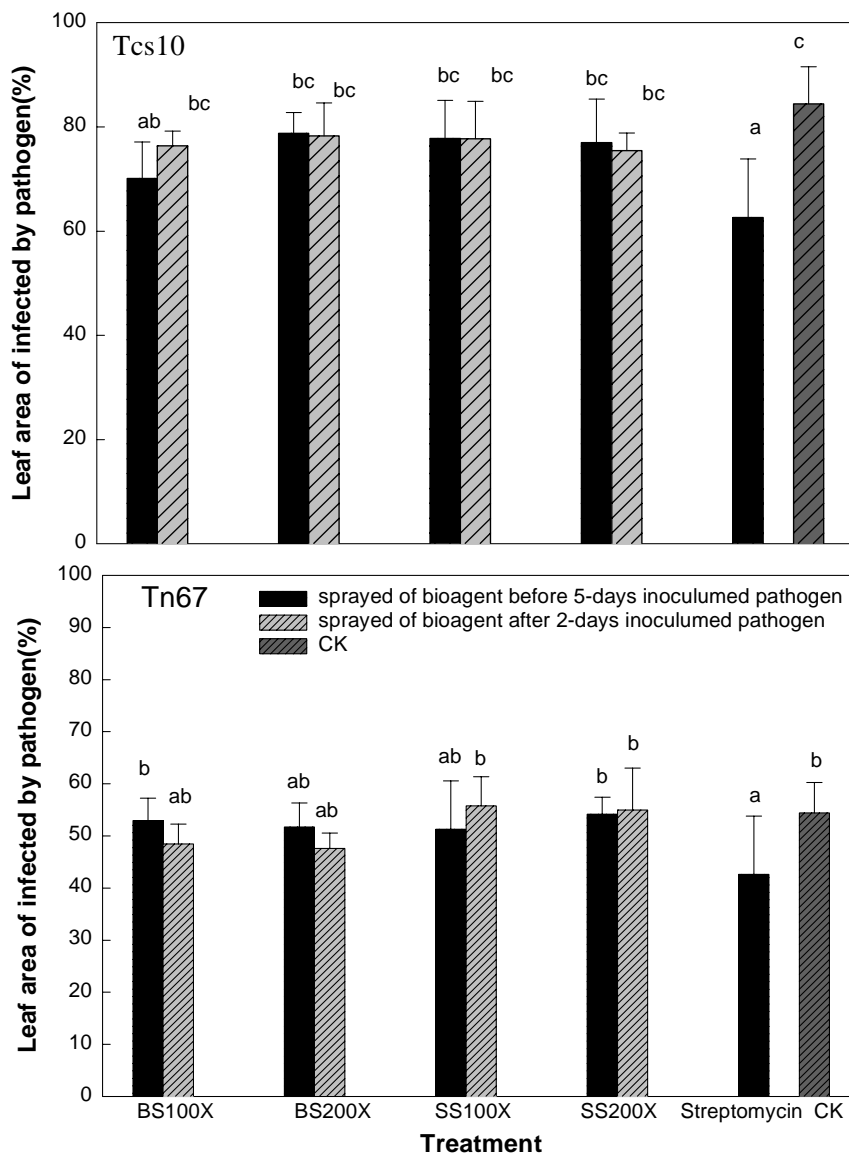
圖一、不同倍數微生物製劑對水稻白葉枯病防治效果(A)對水稻產量之影響(B)。

Fig. 1. Applied biopesticides with different dilute concentration to control rice bacterial leaf blight disease (A) and influence to rice grain yield (B).

不同微生物製劑施用時期對水稻白葉枯病防治效果探討

在不同微生物製劑施藥時期與防治效果上，各供試藥劑在接種病菌前後施用，其中防治效果在台中秈十號使用上除BS100倍處理在接種前五天施藥的罹病面積在70%優於其它處理

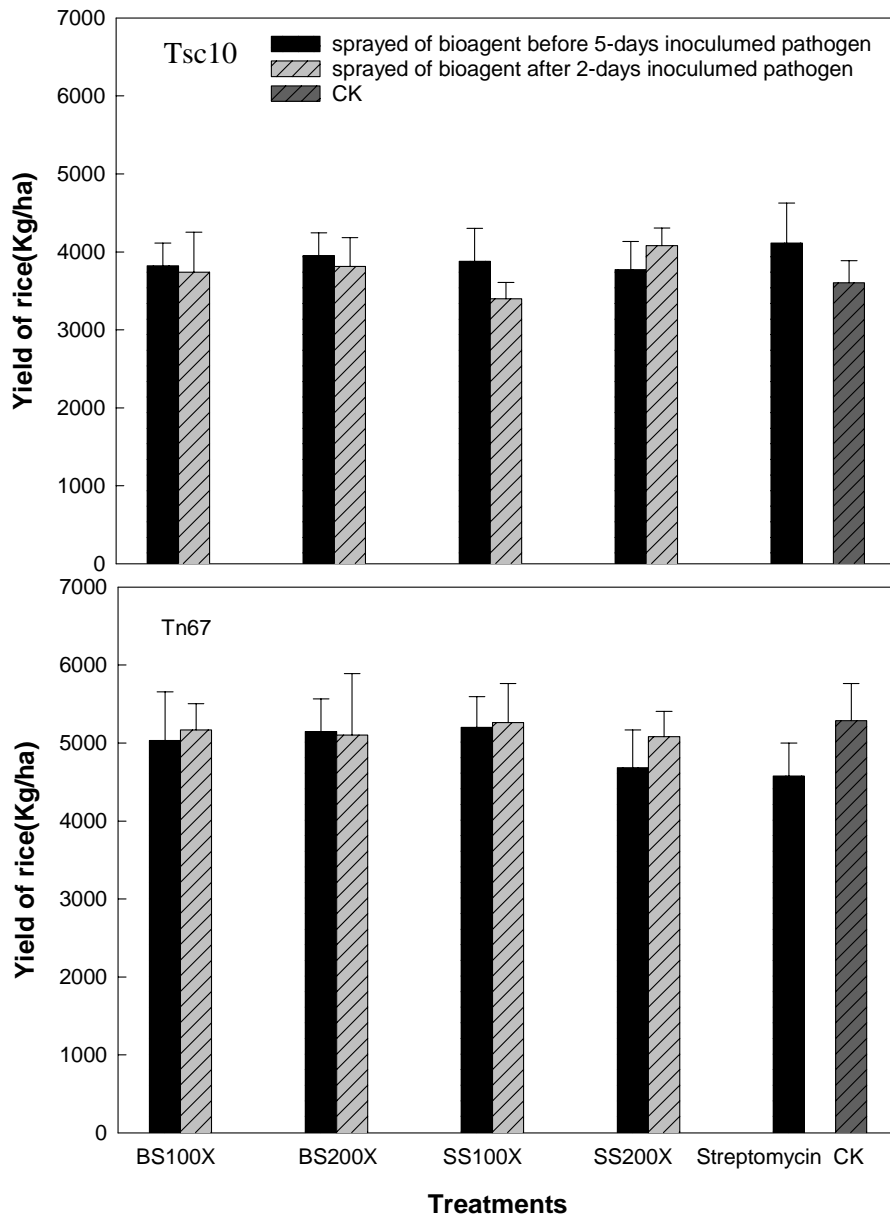
外，其餘處理組之罹病面積分別為BS200倍78%、SS100倍78%及SS200倍76%在防治效果差異不顯著，各微生物製劑防治效果仍差於化學藥劑處理組之60%，但優於未施藥對照處理85% (圖二A)。而在台農67號使用上則以BS100倍、200倍處理在接種後二天施藥的罹病面積在50%以下優於其它處理外，其餘處理組之罹病面積52%左右，差於化學藥劑處理組之40%，與未施藥對照處理55%並無差異。而在產量調查下，在二供試品種中微生物製劑對台中秈十號及





圖二、不同施藥時間對不同品種水稻白葉枯病防治效果(A)台中秈十號(B)台農 67 號。

Fig. 2. The control effect of leaf blight on different bioagent spray timing with different rice cultivars. (A) Tcs10. (B) Tn67. The column of was treated bioagent before pathogen inoculated 5-days and column was treated bioagent after pathogen inoculated 2-days.

台農67號在各處理間產量的差異未達顯著差異(圖三)。不同時間接種微生物製劑在水稻產量影響上，台中秈十號各處理間之產量差異不顯著皆在每公頃4000 kg左右(圖三A)，而台農67號則在每公頃5000 kg左右(圖三B)。



圖三、不同施藥時間對不同品種水稻產量之影響(A)台中秈十號(B)台農 67 號。

Fig. 3. The effect of different bioagent spray timings on grain yield of different rice cultivars. (A) Tcs10. (B) Tn67. The column of  was treated bioagent before pathogen inoculated 5-days and column  was treated bioagent after pathogen inoculated 2-days.

微生物製劑對水稻農藝性狀影響之探討

在施用枯草桿菌及放線菌後，在水稻的分蘗數、生育初期株高、成熟期株高上並無差異，但在穗數上，使用微生物製劑，其穗數多於化學藥劑及對照組，但區域面積產量相差不多。而在89年一期作上施用微生物製劑其植株罹病率，在BS上效果接近化學藥劑防治(圖四)。

由植體分析資料上可看出，在施用生物製劑後，於第一次採樣分析上，施用生物製劑的處理組在植體組成份的氮(N)、磷(P)、鉀(K)上，除了BS處理組在P含量高於對照組外，其於並無明顯差異。但在鈣(Ca)及鎂(Mg)的含量上，施用微生物製劑者皆高於對照組及化學藥劑防治組，而在鐵(Fe)、錳(Mn)、鋅(Zn)、銅(Cu)含量上則皆低於對照組。而在第二次採樣分析上，BS處理組在鉀(K)含量上高於其它處理組，而在鐵(Fe)、錳(Mn)、鋅(Zn)、銅(Cu)含量上則各組差異不顯著。

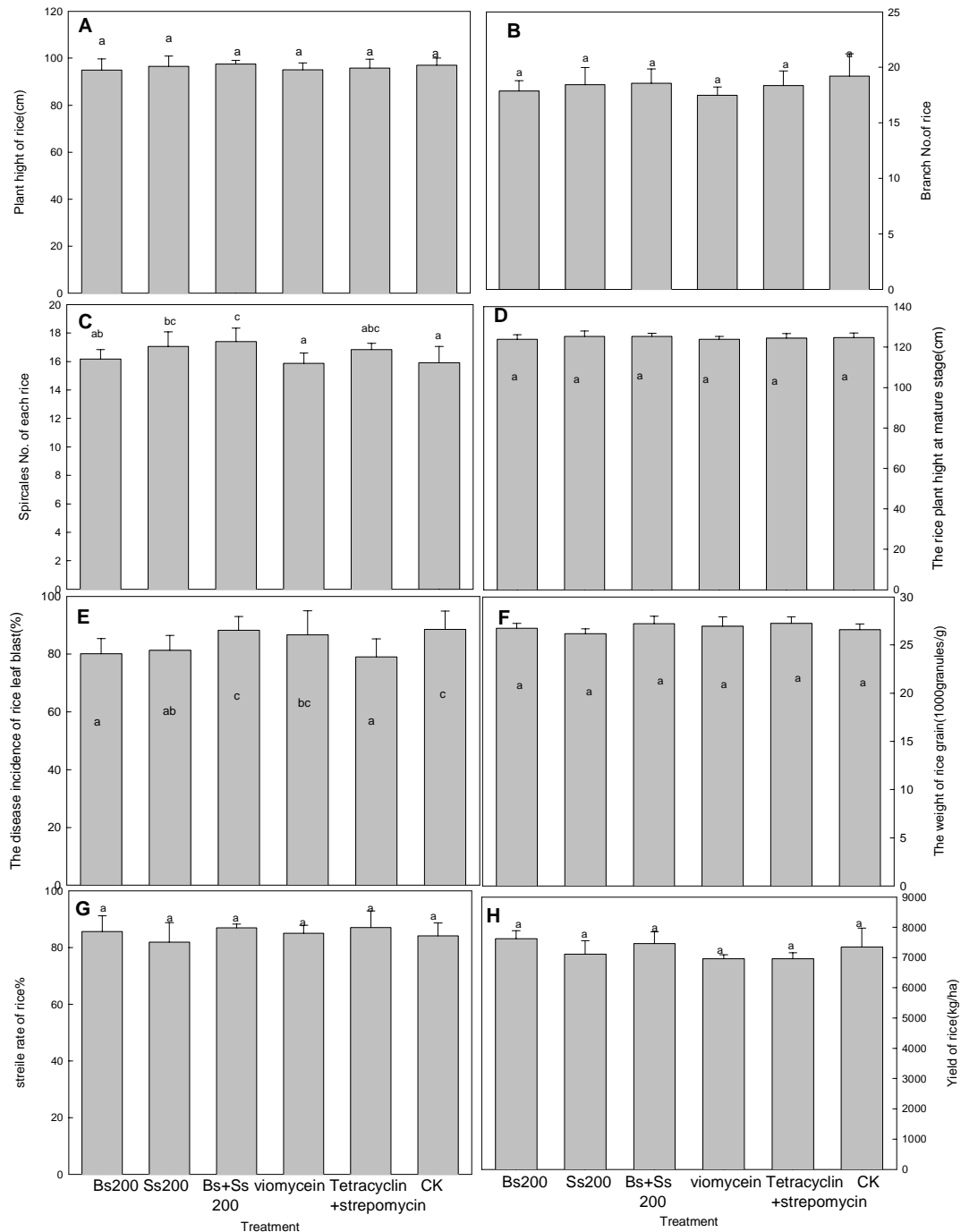
表一、微生物製劑施用對水稻植體內元素成分影響。

Table 1. Chemical analysis for nutrient content in rice after different control agent spray

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
BS*	2.07	454	2.36	1.17	0.34	135	248	28	5.72
SS	1.75	394	2.14	1.19	0.60	131	177	25	5.40
BS+SS	1.86	383	2.24	0.89	0.31	136	176	26	5.80
Viomycin	1.54	504	2.32	0.66	0.30	158	195	30	5.87
Streptomycin+tetracycline	1.40	340	2.19	0.77	0.25	153	209	28	5.96
CK	2.07	396	2.69	0.70	0.24	151	271	33	6.67
BS**	1.12	311	2.07	0.75	0.26	188	169	23	5.24
SS	1.23	303	1.81	1.01	0.32	213	159	25	5.31
BS+SS	1.26	271	2.14	1.25	0.30	161	149	24	5.56
Viomycin	1.37	316	1.76	1.32	0.30	178	147	26	5.08
Streptomycin+tetracycline	1.16	357	1.80	0.99	0.43	186	151	24	5.47
CK	1.40	394	1.88	0.99	0.30	185	152	28	5.87

* Primary growth stage of rice, sampling time 2000.5.18.

** Mature stage of rice, sampling time 2000.6.21.



圖四、微生物製劑施用對水稻台中秈十號農藝性狀之影響。(A)生育初期株高，(B)分蘗數，(C)穗數，(D)成熟期株高，(E)水稻白葉枯病罹病率，(F)千粒重，(G)稔實率，(H)產量。

Fig. 4. The effect of bioagent used on rice agronomic characters. (A) primary growth stage of plant height. (B) branches No. (C) spiracles No. (D) mature stage of rice plant height. (E) disease incidence of leaf blight. (F) grains weight (1000 granules). (G) sterile rate (%). and (H) yield.

討 論

一般而言，水稻生育後期一旦白葉枯病嚴重發生，對產量造成極大影響⁽³⁾，以往研究人員在抗病育種研究上，雖有多種品系可耐白葉枯病，但目前中部地區所推廣的秈稻品種如台中秈十號等皆為感病品種^(2,3,4,6)，防治上相當困難。在本試驗中，不同倍數的微生物製劑在水稻白葉枯病的防治上，枯草桿菌施用在300倍稀釋倍數的使用下，即有防治效果，且接近化學藥劑防治組，而放射線菌的施用效果亦優於對照組，一般防治細菌性病害，除了以重金屬農藥如銅劑類防治外，仍以抗生素類藥劑為主，而枯草桿菌及放射線菌皆可形成多種抗生素，由於本試驗所使用的二種微生物製劑為醱酵產品，其在水稻白葉枯病防治上的效果除了細菌本身的拮抗能力外，亦可能在其繁殖量產的過程中產生了可抑制病害的抗生素，唯實際有效的防治原因及抗生素種類仍有賴進一步分析。枯草桿菌屬內有許多*Bacillus spp.*對植物病原真菌和細菌具有拮抗作用，此因枯草桿菌在其代謝過程中，至少會產生66種不同的抗生素，會產生抗生素的枯草桿菌除可將菌體直接噴灑植物葉片保護其免受葉部病害為害外，並可製成粉劑或純化出其抗生物質，進行種子覆被或土壤處理。同一種枯草桿菌常可同時產生分子量相近的多種抗生素，其所產生不同類之抗生素可對不同的病原菌產生抑制作用，而放射線菌可產生多種抗生素如鏈黴素(*Streptomycin*)⁽⁵⁾，亦可對不同的病原細菌產生抑制作用，在細菌病害的防治上具研發潛力。

在產量調查上，各稀釋倍數與對照組間互有差異，由於水稻在現今的栽培模式下，固定品種的產量已達極限，在本試驗下微生物試驗組在BS 300X、SS 500、300及600X的平均產量優於對照組，其中以在BS300X處理的一小區產量換算可達每公頃10769.2 kg為最高。而SS處理組有罹病率低者產量高之趨勢。微生物施用在作物生長促進，產量提升，誘導抗病及病害防治上的功效，學者皆已有多人研究，如菌根菌、根瘤菌、溶磷菌等，以往已有多人研究⁽³⁴⁾，而枯草桿菌及放射線菌在農作物的使用上，在病害防治上枯草桿菌已有成功使用於多種作物^(27,28,31)，而放射線菌亦使用在馬鈴薯上，此外學者發現施用枯草桿菌可促進花生產量及固氮根瘤菌的形成⁽³²⁾，而放射線菌施用可誘發胡瓜抗病能力，由上可知微生物在作物生長促進及相對效益。由本試驗中發現接種微生物具有增產效能，但是否能實際應用於田間，尚待試驗評估。

在不同施藥時間上，試驗發現在剪葉接種前後施用微生物製劑，在台中秈10號及台農67號上的施用結果互有差異。在BS100倍、200倍施用於二個水稻品種上的防治效果，在台中秈10號上以接種前施藥效果優於接種後，但在台農67號則效果相反，而SS施用組亦同，由對照組發病率比較，台農67號比台中秈10號發病較輕，原因在於水稻品種間抗病的能力各有差異，而秈稻與粳稻對水稻白葉枯病的抗病能力亦有不同，台農67號為粳稻品種對水稻白葉枯病的抗病能力為耐病，而台中秈10號則為感病品種，此為其處理間差異之原因^(7,8)。微生物處理植物會誘發植物抗病防禦反應的研究，已有多人研究，在本試驗中是否所施用的微生物製劑有誘發植物抗病反應有待進一步探討，台農67號接種後的防治效果優於未接種前施藥，是否為植物本身抗病能力之顯現尚待釐清。而施用微生物製劑到不同水稻品種上其所能維持的防治

效力，亦會影響到防治的效果，而在產量評估上，二種處理方式的產量以台農67號在施用微生物的產量上互有差異。王氏研究將枯草桿菌應用於防治台梗8號(TK8)、台農67號(TN67)、台中秈10號(TCS10)與台農1號(TN1)等不同品種水稻上之白葉枯病皆有顯著之防治效果，而經過重複之測試顯示其防治效果具有濃度效應，且其防治效果為菌體（主要為內生孢子）本身及培養液內菌體所產生之代謝產物共同加成之效果；另其亦發現施用枯草桿菌WG6-14後可誘使水稻抗病性表現，其施用100倍稀釋之菌液澆灌水稻植株於接種後三天即具有明顯 PAL (phenylalanine ammonia lyase) 與PR-1 (pathogenesis related protein)表現，唯本試驗是否亦有相同反應產生，仍有待更進一步之研究證實。

微生物製劑的施用對水稻農藝性狀的影響在本試驗中發現其對水稻的株高、分蘗數、糊熟期株高影響差異不大，但在病害防治上的BS及SS單獨施用防治效果，接近於化學葯劑防治組，而混用的效果並未優於其他試驗組。是否因為二種混合的微生物製劑間的代謝物質彼此干擾，而影響防治效果，有待進一步探討，在稔實率上雖以化學藥劑防治組最高，但在產量上則以BS處理組有最高產量，化學葯劑防治組產量反而最低，由此試驗可看出微生物製劑可促進水稻的產量，化學葯劑雖然可使稔實率增加，但產量反而受到影響，顯示化學葯劑雖可降低病害發生，但對水稻生育的影響則可由結果看出。由於本試驗施用微生物製劑的次數僅一次，即有上述效益，如果增加施用次數是否能得更佳之效果，值得進一步試驗。本省枯草桿菌及放射線菌等生物製劑的研究，除了有吳氏、中興大學及生物技術開發中心篩選具拮抗能力的菌種，研究其製劑化之可行性外，其它的研究則甚少。本省位處亞熱帶地區，作物種類繁多，病害發生嚴重且複雜，以往農民偏重使用化學藥劑進行防治工作，然而常發生農藥殘留問題。本試驗初步發現所使用的微生物製劑在水稻的施用上已有初步的效果，如何改善及提高其防治能力為今後研究重點。

參考文獻

1. 王詩雯 2002 拮抗性桿菌屬(*Bacillus* spp.)於水稻白葉枯病防治之應用及其作用機制 84pp. 中興大學植物病理學系碩士論文。
2. 林再發 1990 白葉枯病對水稻產量與米質之影響及抗病品系之育成 台中區農業改良場研究彙報 29:29-38。
3. 林金樹、張素貞 1992 水稻抗白葉枯病之研究I.新品系對不同病原群之反應 台中區農業改良場研究彙報 32: 25-31。
4. 林金樹 1993 水稻品種對白葉枯病耐病性試驗(II) 台中區農業改良場研究彙報 41:43-54。
5. 柯欣志 2000 營養供給對放射線菌*Streptomyces saraceticus* 31號菌株抗生物質與幾丁質分解酵素產生之影響 90pp. 中興大學植物病理學系碩士論文。
6. 張素貞 1995 水稻抗白葉枯病生理及遺傳之研究 p.29-36 國立中興大學農藝系 博士論文。
7. 廖英明、簡錦忠 1982 水稻白葉枯病菌病原型之研究 中華農業研究 31(4): 321-333。

8. 簡錦忠、謝麗娟 1989 水稻白葉枯病原群之研究I.判別品種探討 中華農業研究 38: 216-228。
9. 謝式垚鈺 1978 水稻白葉枯病原細菌*Xanthomonas oryzae*之生態 p.167-184 水稻病蟲害：生態學與流行學。
10. 謝式垚鈺 1991 台灣水稻白葉枯病發生近況與展望 p.117-130 稻作病害研討會專刊。
11. Aldrich, J. and R. Baker. 1970. Biological control of *Fusarium roseum* f.sp. *dianthi* by *Bacillus subtilis*. Plant Dis. Report. 54:446-448.
12. Baker, K. F. and R. J. Cook. 1982. Biological control of pathogens of aerial parts. Page 296-318. in: Biological Control of Plant Pathogens. APS 433pp.
13. Baker, C. J., J. R. Stavely and N. Mock. 1985. Biocontrol of bean rust by *Bacillus subtilis* under field conditions. Plant Dis. 69:770-772.
14. Doherty, M. A. and T. F. Preece. 1978. *Bacillus cereus* prevents germination of uredospores of *Puccinia allii* and the development of rust disease of leek, *Allium porrum*, in controlled environments. Physiol. Pl. Pathol. 12:123-132.
15. Fravel, D. R. and Jr. H. W. Spurr. 1977. Biocontrol of tobacco brown-spot disease by *Bacillus cereus* subsp. *mycooides* in a controlled environment. Phytopathology 67:930-932.
16. Horino, O., T. Mew and T. Yamada. 1982. The effect of temperature on the development of bacterial leaf blight on rice. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 48:72-75.
17. Hsieh, S. P. Y. and I. W. Buddenhagen. 1975. Survival of tropic *Xanthomonas oryzae* in relation to substrate, temperature, and humidity. Phytopathol. 65:513-519.
18. Lee, K. 1975. Studies on the epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice in Korea. Korean J. Plant Proct. 14:111-131.
19. Mckeen, C. D., C. C. Reilly and P. L. Pursey. 1986. Production and partial characterization of antifungal substances antagonist to *Monilina fructicola* from *Bacillus subtilis*. Phytopathology 58:79-87.
20. Mizukami, T. and S. Wakitomo. 1969. Epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice. Annu. Rev. Phytopathol. 7:51-72.
21. Muko, H., T. Kusaba, M. Watanabe, H. Tabei and Y. Tsuchiya. 1957. Effect of major environmental factors on the development of bacterial leaf blight of rice. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 29:13-19.
22. Olsen, C. M., and K. F. Baker. 1968. Selective heat treatment of soil, and its effect on the inhibition of *Rhizoctonia solani* by *Bacillus subtilis*. Phytopathology 58:79-87.
23. Ou, S. H. 1985. Rice Diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England. 380pp.
24. Padmanabhan, S. Y. 1983. Integrated control of bacterial blight of rice. Oryza 20:188-194.

25. Pusey, P. L. and C. L. Wilson. 1984. Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. Plant Dis. 70:587-590.
26. Pusey, P. L., M. W. Hotchkiss, H. T. Dulmage, R. A. Baumgardner, E. I. Zehr, C. C. Reilly and C. L. Wilson. 1988. Pilot tests for commercial production and application of *Bacillus subtilis* (B-3) for postharvest of peach brown rot. Plant Dis. 72:622-626.
27. Singh, V. and B. J. Deverall. 1984. *Bacillus subtilis* as a control agent against fungal pathogens of citrus fruit. Trans. Br. mycol. Soc. 83:487-490.
28. Swineburne, T. R., J. G. Barr and A. E. Brown. 1975. Production of antibiotics by *Bacillus subtilis* and their effects on fungal colonists of apple leaf scars. Trans. Br. mycol. Soc. 65:211-217.
29. Thirumalachar, M. J. and M. J. O'Brien. 1977. Suppression of charcoal rot in potato with a bacterial antagonist. Plant Dis. Report. 61:543-546.
30. Tschen, J. S. M. and W. L. Kuo. 1985. Antibiotic inhibition and control of *Rhizoctonia solani* by *Bacillus subtilis*. Plant Prot. Bull. 27:95-103.
31. Tschen, J. S. M. 1991. Effect antibiotic antagonists on control of basal stem rot of chrysanthemum caused by *Rhizoctonia solani*. Plant Prot. Bull. 33:56-62.
32. Turner, J. T. and P. A. Backman. 1991. Factors relating to peanut yield increases after seed treatment with *Bacillus subtilis*. Plant Dis. 75:347-353.
33. Vasudeva, R. S. and B. P. Chakravarthi. 1954. The antibiotic action of *Bacillus subtilis* in relation to certain parasitic fungi, with special reference to *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout. Ann. Appl. Bio. 41:612-648.
34. Whipps, J. M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. J. Experimental Botany. 52:487-511.
35. Wilson, C. L. and P. L. Pursey. 1985. Potential for biological control of postharvest plant diseases. Plant Dis. 69:375-378.

The Effect of Microorganism Bioagent for Biological Control of Rice Leaf Blight Disease and Influence of Rice Agriculture Characters¹

Chin-Shuh Lin², Chun-Wei Chen² and Der-Syh Tzeng³

ABSTRACT

Biofermentation product of *Bacillus subtilis* (BS) and *Streptomyces saraceticus* (SS) were applied to control rice leaf blight caused by *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. Both biocontrol agent were spray on rice leaf in different dilute concentrations. In the treatment of BS (300X) had provided significant suppression of rice leaf blight disease but no significant effect on product enhance. On the result of different biocontrol agent spray timing BS100X sprayed 5 days before pathogen inoculation had significantly control effect. On the relationship of bioagent sprayed and rice agriculture characters appeared influence, sprayed bioagent could enhance rice spiracles number, but no effect on the other characters. From our result, use biocontrol agent could control rice leaf blight disease and have no any negative influence on its agronomic characters.

Key Words: biocontrol agent, leaf blight disease, rice.

¹ Contribution No. 0577 of Taichung DARES.

² Research Assistant of Crop Environment and Agricultural Extension Division of Taichung DARES.

³ Professor, plant pathology department of NCHU.