

Erwinia 軟腐細菌在馬鈴薯與水稻輪作田之存在情形

曾國欽 陳姍姍 徐世典

台中市 國立中興大學植物病理學研究所

接受日期：中華民國 83 年 9 月 25 日

摘要

曾國欽、陳姍姍、徐世典. 1994. *Erwinia* 軟腐細菌在馬鈴薯與水稻輪作田之存在情形. 植病會刊 3:175-180.

以改良式 CVP 選擇性培養基配合嫌氣增量培養方法，偵測 *Erwinia* 軟腐細菌在馬鈴薯與水稻輪作田之存在情形。結果顯示，*Erwinia* 軟腐細菌普遍存在於試驗田中。在非根圈土壤之 390 個樣本中，有 18.9% 之樣本可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌；而於 39 種雜草中，有 34 種雜草之根圈土壤可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌；*Erwinia* 軟腐細菌亦普遍存在於灌溉水及水稻之根圈土壤內；此外在馬鈴薯之根部、根圈土壤、種薯及子薯上，其存在之比率則在 61.9-100% 間；而葉部則有 11.1% 之樣品可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌。逢機選取所分離之 *Erwinia* 軟腐細菌 155 個菌株，進行生理生化特性之測定，結果有 101 個菌株為 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*，16 個菌株為 *Erwinia chrysanthemi*，而有 38 個菌株則為非典型之軟腐細菌。

關鍵詞：軟腐細菌、細菌性軟腐病、馬鈴薯、水稻。

緒言

細菌性軟腐病於作物栽培、運輸與貯藏時期經常發生，常造成嚴重損失(17)。在台灣由於氣候溫暖多濕，此類病害除了於一般蔬菜如結球白菜、白蘿蔔及甘藍等作物之栽培田甚為常見外，在馬鈴薯栽培田裡，亦是常見而重要之病害，嚴重時影響馬鈴薯產量甚鉅(13)。雖然 *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*、*E. carotovora* subsp. *carotovora* 及 *E. chrysanthemi* 等軟腐細菌皆可引起馬鈴薯細菌性軟腐病(18)，然台灣馬鈴薯細菌性軟腐病係由 *E. carotovora* subsp. *carotovora* 與 *E. chrysanthemi* 所引起，而其中以 *E. carotovora* subsp. *carotovora* 的為害較為普遍(2,13)。

馬鈴薯細菌性軟腐病，尚無適當化學藥劑可防治，對於 *Erwinia* 軟腐細菌於田間生態特性之了解，為防範病害發生之重要資料(17)。於台灣，馬鈴薯主要與水稻輪作，*Erwinia* 軟腐細菌在馬鈴薯與水稻輪作田之生態特性，尚未有人探討。本研究之目的，即在探討 *Erwinia* 軟腐細菌在馬鈴薯與水稻輪作田裡可能之存在場所，以為日後防範病害發生之參考。

材料與方法

於台中縣神岡鄉馬鈴薯與水稻輪作田選擇三塊約一分地之田進行此項試驗，這些田採冬季種植馬鈴薯與春夏栽種兩期水稻的輪作方式，已有十年以上。於 1990 年 8 月至 1991 年 4 月之試驗期間，自 1990 年 8 月至 11 月，試驗田中係栽種二期水稻，12 月至翌年 3 月栽種馬鈴薯，而 4 月以後則開始栽種一期水稻。

採樣方法

非根圈土壤：於每一塊試驗田兩對角線相交處與距離兩對角線兩端約 2 m 處等 5 個定點附近，逢機選擇 2 至 3 處，利用土壤採樣器採集 10-20 cm 深之非根圈土壤約 100 g，分別置於塑膠袋內，帶回實驗室，於 24 hr 內，分別將每袋土壤揉碎，混合均勻後，稱取 10 g 土壤，進行 *Erwinia* 軟腐細菌之偵測。

根圈土壤：於試驗田逢機採取所欲測試植物之根圈土壤，採取時小心挖取植物根系，將抖動後仍附著在根上之土壤視為根圈土壤，置於塑膠袋內，帶回實

驗室，稱取 10 g 根圈土壤，進行 *Erwinia* 軟腐細菌之偵測。

灌溉水：於試驗田四周之溝渠及水稻田中逢機採集水樣，每處採集約 150 ml 之灌溉水，裝於塑膠袋，帶回實驗室，進行 *Erwinia* 軟腐細菌之偵測。

馬鈴薯之根部、薯塊與葉片：於 1991 年 2 月至 3 月馬鈴薯栽種後期，逢機由試驗田採集外表健康之馬鈴薯植株之根部、根圈土壤、種薯 (mother tuber)、子薯 (daughter tuber) 及葉片等，帶回實驗室，進行 *Erwinia* 軟腐細菌之偵測。

Erwinia 軟腐細菌之偵測

由試驗田採回之標本，於 24 hr 內，以改良式 CVP 選擇性培養基 (20) 配合嫌氣增量培養方法 (15)，偵測 *Erwinia* 軟腐細菌存在之情形。將採取之土壤與馬鈴薯之根部、薯塊及葉片等樣本以 1:9 (w/v) 之比例與燒瓶內液體之增量培養基 (15)，充分混合後，置於嫌氣培養槽內 (anaerobic jar, Difco)，嫌氣培養槽內加入嫌氣包 (anaerobic system, Difco)、催化劑 (anaerobic catalyst, Difco) 及嫌氣指示劑 (anaerobic indicator strip, Difco) 等，於室溫下行嫌氣增量培養 48 hr 後，將培養液十倍系列稀釋，取 0.1 ml 10^{-1} ~ 10^{-3} 稀釋度之菌液，以滅菌過之 L 型玻璃棒，每一濃度三重覆，塗抹於改良式 CVP 選擇性培養基，於 30 °C 下培養 2~3 天後，偵測 *Erwinia* 軟腐細菌之存在情形。而在灌溉水中 *Erwinia* 軟腐細菌之偵測，係量取 100 ml 灌溉水之樣本，加入其他增量培養基成分，如上述於嫌氣培養槽進行增量培養 48 hr 後，亦以改良式 CVP 選擇性培養基偵測 *Erwinia* 軟腐細菌之存在情形。

Erwinia 軟腐細菌之鑑定

為進一步鑑定各類樣本所偵測到之 *Erwinia* 軟腐細菌種類，於每一採樣處理中逢機挑取 3 個 *Erwinia* 軟腐細菌之菌落於 Nutrient agar (Difco) 或於 CVP agar 培養基 (每升含 10 g agar 之改良式 CVP 培養基) 上劃線純化後，移植於 YDC 培養基 (8) 斜面上，於 30 °C 增殖培養 48 hr 後，以移植環挑取細菌懸浮保存於無菌蒸餾水中，供進一步鑑定用。*Erwinia* 軟腐細菌之鑑定則參照 Dickey 與 Kelman (7) 及 Tzeng 與 Hsu (22) 所述之方法測試，項目包括：利用 D-lactose 與 α -methyl-D-glucoside 之產酸測定，lecithinase 與 phosphatase 酶素測定，在含 6% NaCl 培養基之生長測定及對 erythromycin (50 µg/ml) 之感受性測定等用以區別 *Erwinia* 軟腐細菌種或亞種之重要特性。

結 果

Erwinia 軟腐細菌於試驗田之存在情形

非根圈土壤：自 1990 年 8 月至 1991 年 4 月，每隔一個月，由馬鈴薯與水稻輪作田，採取非根圈土壤，共 390 個樣本，經增量培養後，有 18.9% 之樣本，可以偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之存在，其中於 1990 年 8 月至 11 月栽種二期水稻期間，偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之頻率為 6.7~17.8%，而自 1990 年 12 月至翌年 3 月，馬鈴薯栽培期間，則偵測到之比率為 4.4~31.1%，1991 年 4 月於馬鈴薯收成後，栽種一期水稻之初期，*Erwinia* 軟腐細菌被偵測到之頻率高達 55.6% (表一)。

水稻與雜草根圈土壤：於試驗田逢機所採集之 17 個水稻根圈土壤樣本，經增量培養後，皆可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌。而所採集之 39 種雜草根圈土壤，有 34 種雜草之根圈土壤，經增量培養後，亦可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之存在，顯示 *Erwinia* 軟腐細菌亦普遍存在於雜草之根圈土壤 (表二)。其中野慈姑、烏莧、鵝兒腸、小葉灰蘿、體腸、昭和草、小葉碎米薺、牛筋草、扛板歸、鴉舌草、通泉草及藍豬耳等 12 種雜草於 4 個或以上之採樣樣本中，可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌。

灌溉水：於試驗期間不同月份在試驗田四周之溝渠及水稻田中，逢機所採集之 18 個水樣品，經增量培養後，皆可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之存在。

表一、由馬鈴薯與水稻輪作田非根圈土壤偵測 *Erwinia* 軟腐細菌之結果

TABLE 1. Detection of soft rot *Erwinia* in nonrhizosphere soil from potato and rice rotated fields

Sampling time	Crop	No. examined	No. containing soft rot <i>Erwinia</i> (%) ¹
1990 Aug	Rice	45	8(17.8)
		45	7(15.6)
		45	6(13.3)
		45	3(6.7)
	Potato	45	14(31.1)
1991 Jan		30	2(6.7)
		45	2(4.4)
		45	71(5.6)
Apr	Rice	45	25(55.6)
Total		390	74(18.9)

¹ Soft rot *Erwinia* was detected on modified CVP medium after enrichment.

表二、由馬鈴薯與水稻輪作田雜草根圈土壤偵測 *Erwinia* 軟腐細菌之結果TABLE 2. Detection of soft rot *Erwinia* in rhizosphere soil of weed plants from potato and rice rotated fields

Weed	No. examined	No. containing soft rot <i>Erwinia</i> ¹
Alismataceae 漚科		
<i>Sagittaria trifolia</i> L. 野慈姑	4	4
Amaranthaceae 莧科		
<i>Alternanthera nodiflora</i> R. Br. 節節花	1	1
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (mart.) Griseb. 長梗滿天星	2	2
<i>Amaranthus lividus</i> L. 鳥莧	5	5
Caryophyllaceae 石竹科		
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop. 鵝兒腸	5	4
Chenopodiaceae 藜科		
<i>Chenopodium album</i> L. 臭杏	1	1
<i>Chenopodium ficifolium</i> Smith. 小葉灰蘿	5	5
Commelinaceae 鴨趾草科		
<i>Murdannia simplex</i> (vahl) Brenan 台灣長竹葉菜	2	2
Compositae 菊科		
<i>Ageratum conyzoides</i> L. 霍香薊	2	0
<i>Eclipta prostrata</i> L. 體腸	8	6
<i>Erechtites valerianaefolia</i> DC. 昭和草	6	6
<i>Erigeron canadensis</i> L. 加拿大蓬	1	1
<i>Lactuca indica</i> L. 山萮苣	2	1
<i>Soliva anthemifolia</i> R. Br. ex. Less. 假吐金菊	3	0
Cruciferae 十字花科		
<i>Cardamine parviflora</i> L. 小葉碎米薺	9	8
Cyperaceae 莎草科		
<i>Cyperus compressus</i> L. 扁穗莎草	1	1
<i>Cyperus difformis</i> L. 球花嵩草	1	0
<i>Cyperus rotundus</i> L. 香附子	3	3
<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl. 木蟲草	2	1
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb. 水蜈蚣	3	3
Euphorbia 大戟科		
<i>Euphorbia hirta</i> L. 飛揚草	2	2
Gramineae 禾本科		
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol. var. <i>amurensis</i> (Komar.) Ohwi. 看麥娘	7	3
<i>Digitaria violascens</i> Link 紫果馬唐	3	3
<i>Echinochloa crus-galli</i> Beauv. var. <i>oryzicola</i> Ohwi. 稗草	3	1
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. 牛筋草	8	7
Lythraceae 千屈菜科		
<i>Ammannia baccifera</i> L. 水莧菜	3	3
<i>Ammannia multiflora</i> Roxb. 多花水莧菜	1	1
Onagraceae 柳葉菜科		
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven 水丁香	1	1
<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb. 喇叭草	1	1
Polygonaceae 蓼科		
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. 旱麥蓼	4	0
<i>Polygonum perfoliatum</i> L. 扛板歸	4	4
<i>Polygonum plebeium</i> R. Br. 節花路蓼	4	2
Pontederiaceae 雨久花科		
<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm. f.) Presl. 鴨舌草	4	4
Portulacaceae 馬齒莧科		
<i>Portulaca oleracea</i> L. 馬齒莧	3	2
Scrophulariaceae 玄參科		
<i>Mazus japonicus</i> (Thunb.) Ktze. 通泉草	5	4
<i>Vandellia crustacea</i> (L.) Benth. 藍豬耳	6	5
<i>Vandellia anagallis</i> (Burm. f.) Yamazaki 定經草	1	1
Solanaceae 茄科		
<i>Solanum nigrum</i> L. 龍葵	3	2
Umbelliferae 繖形科		
<i>Oenanthe javanica</i> (Bl.) DC. 水芹菜	1	0

¹ See footnote on Table 1.

馬鈴薯植株及根圈土壤：於馬鈴薯栽種後期，逢機收回試驗田馬鈴薯植株各部位標本，經增量培養後，偵測 *Erwinia* 軟腐細菌存在情形，結果得悉 *Erwinia* 軟腐細菌普遍存在於馬鈴薯之根部、根圈土壤、種薯及子薯上，其存在之比率在 61.9–100% 間，而葉部 18 個採樣中，僅 2 個 (11.1%) 樣品，可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之存在（表三）。

採收後之馬鈴薯薯塊：逢機選取試驗田收成後之薯塊 90 個，其中 60 個以針在薯塊之不同部位，製造 30–40 個傷口後，將薯塊分別以無菌水浸濕之紙巾及保鮮膜 2–3 層包上，於 25 °C 下經 48 小時檢查是否有 *Erwinia* 軟腐細菌所引起之軟腐現象，結果得悉 90% 之薯塊均出現典型之軟腐病徵，逢機選取其中 9 個薯塊之軟腐組織，以改良式 CVP 選擇性培養基皆可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之存在。其餘 30 個薯塊之表皮組織以增量培養方法配合改良式 CVP 選擇性培養基，亦皆可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之存在。

表三、由田間馬鈴薯之根部、根圈土壤、薯塊與葉片偵測 *Erwinia* 軟腐細菌之結果

TABLE 3. Detection of soft rot *Erwinia* on or in potato root, rhizosphere soil, tuber and leaf in potato fields

Sample	No. examined	No. containing soft rot <i>Erwinia</i> (%) ¹
Root	18	17(94.4)
Rhizosphere soil	21	13(61.9)
Mother tuber	11	9(81.8)
Daughter tuber	15	15(100.0)
Leaf	18	2(11.1)

¹ See footnote on Table 1.

表四、馬鈴薯與水稻輪作田 *Erwinia* 軟腐細菌之種類

TABLE 4. Species of soft rot *Erwinia* isolated from potato and rice rotated fields

Source	No. tested	No. identified as		
		Ecc ¹	Ech	A
Nonrhizosphere soil	30	23	0	7
Rhizosphere soil				
Potato	10	9	0	1
Weed	88	53	14	21
Irrigation water	8	6	1	1
Potato tuber	10	6	0	4
Potato root	9	4	1	4
Total	155	101	16	38

Ecc: *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, Ech: *Erwinia chrysanthemi*, A: atypical strains that differed in one or more major characters used for differentiating species and subspecies of the soft rot *Erwinia*.

馬鈴薯與水稻輪作田 *Erwinia* 軟腐細菌之種類

從試驗田之非根圈土壤、馬鈴薯與雜草之根圈土壤、灌溉水、馬鈴薯薯塊與根部所分離之菌株中，逢機選取 155 個菌株進行生理生化特性測試，結果顯示，有 101 個菌株為 *E. carotovora* subsp. *carotovora*，16 個菌株為 *E. chrysanthemi*，而其餘 38 個菌株之特性，則未能與 *Erwinia* 軟腐細菌之種或亞種之主要特性完全符合，暫定為非典型 (atypical) *Erwinia* 軟腐細菌（表四）。其中 *E. carotovora* subsp. *carotovora* 普遍存在於不同來源之採樣標本，而 *E. chrysanthemi* 則僅在雜草根圈土壤、灌溉水與馬鈴薯根部之採樣標本中偵測到。

討 論

近年來由於選擇性培養基之發展與改進 (5,20)、增量培養方法之配合使用 (3,16)、具有抗生素抗性標誌 (marker) 菌株之使用 (9)、以及血清學技術應用於偵測和鑑別軟腐細菌之菌系 (14,19) 等，加速了學者對 *Erwinia* 軟腐細菌於田間生態特性之了解。在台灣馬鈴薯常與水稻輪作，本研究以選擇性培養基配合增量培養方法偵測 *Erwinia* 軟腐細菌在馬鈴薯與水稻輪作田之存在情形，以了解其生態特性及可能之感染源。結果顯示，在水稻與雜草根圈土壤、灌溉水、馬鈴薯之根部、根圈土壤、薯塊與葉片等，甚至非根圈土壤皆可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌；然偵測時，除了部份由罹病植株附近所採之樣本外，其餘樣本皆需配合增量培養方法，方能以選擇性培養基偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌，說明 *Erwinia* 軟腐細菌係以低量存在。非根圈土壤，並非 *Erwinia* 軟腐細菌之良好存活場所 (3,17,21)。本研究中在非根圈土壤之樣本中，有 18.9% 之樣本，可以偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之存在，其中在水稻與馬鈴薯種植後第一個月，於田間非根圈土壤偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之頻率普遍較高，其原因可能與作物種植前之翻耕與淹水處理，使存活於其他場所之 *Erwinia* 軟腐細菌，釋放至田間重新分佈有關。尤其在馬鈴薯收成之後，第一期水稻種植初期，田間採回之非根圈土壤，偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之頻率更高達 55.6%，此可能因為田間尚有許多廢棄之馬鈴薯薯塊及植株殘體，而於種植水稻淹水時，這些殘體上之 *Erwinia* 軟腐細菌重新分佈至田間各處所致。

作物與雜草根圈土壤為 *Erwinia* 軟腐細菌在田間之重要存活場所 (17,21)。於台灣吳等人 (1) 之研究亦指出 *Erwinia* 軟腐細菌可在多種作物及雜草之根圈土壤中以低量存活。本研究在馬鈴薯與水稻輪作田所採集之 39 種雜草中，有 34 種雜草可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之存在，顯示 *Erwinia* 軟腐細菌普遍存在於馬鈴

薯與水稻輪作田之雜草根圈土壤中。試驗期間，農民會使用除草劑來控制雜草，然由除草劑處理後，地上部已枯死之雜草根部，則仍可分離到 *Erwinia* 軟腐細菌，除草劑之使用與 *Erwinia* 軟腐細菌在雜草根圈存活之關係，值得注意。*E. chrysanthemi* 可引起水稻基腐 (foot rot) (10)，然在台灣則未有此病之報導，而此研究在水稻根圈土壤採樣中，皆可偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之存在，吳等人 (1) 亦曾於水稻根圈土壤中偵測到軟腐細菌，說明水稻之根圈土壤亦可能為軟腐細菌之棲息場所，其重要性值得進一步探討。

國外報告顯示灌溉水可能為 *Erwinia* 軟腐細菌之重要感染源與傳播途徑 (4,11)。本研究亦證實 *Erwinia* 軟腐細菌普遍存在於台灣馬鈴薯與水稻輪作田之灌溉水中，此可能因為農民常將軟腐罹病植株自田間移除後，置於栽培田之田埂或溝渠旁，而造成灌溉水之污染。又於田間收成後之薯塊，雖然外表健康，然而有 90% 之薯塊皆有 *Erwinia* 軟腐細菌之污染，這些存在於薯塊上的軟腐細菌，可能於貯藏時期，造成薯塊之腐爛，而引起嚴重之損失 (17)。種薯常為馬鈴薯細菌性軟腐病菌之重要感染源 (17,19)，這些帶菌之薯塊若作為種薯，則可能成為日後田間軟腐病害之感染源，DeBoer 等人 (6) 之研究顯示馬鈴薯根附近土壤常含有較高量之軟腐細菌，然田間馬鈴薯根附近土壤被偵測到 *Erwinia* 軟腐細菌之植株數目多寡，則常與種薯受 *Erwinia* 軟腐細菌污染之程度有關。本研究進行時，亦曾於網室栽種帶有軟腐細菌之種薯，結果顯示，種薯之軟腐細菌可隨植物之生長而分布於植株各部位及根圈土壤中 (未發表資料)。*Erwinia* 軟腐細菌普遍存在於馬鈴薯與水稻輪作田裡，雖然常以低量存在，仍不可忽視，因為此些低量之 *Erwinia* 軟腐細菌，常可藉由如灌溉水、雨水飛濺，昆蟲或田間耕作等方式 (11) 以及細菌本身之游動與趨化能力 (12) 而到達寄主植物組織之感染位置，而於適宜環境下迅速增殖而造成病害 (16,17)。

引用文獻

1. 吳肇群、徐世典、陳隆鐘. 1983. *Erwinia* 軟腐細菌在土壤中之存活及環境因子對其在結球白菜上致腐能力之影響. 農林學報 32:1-18。
2. 曾國欽、徐世典、蔡金池、梁玲嬪. 1988. 台灣馬鈴薯 *Erwinia* 屬軟腐細菌之特性. 植保會刊 30:417 (摘要)。
3. Burr, T. J., and Schroth, M. N. 1977. Occurrence of soft-rot *Erwinia* spp. in soil and plant material. Phytopathology 67:1382-1387.
4. Cappaert, M. R., Powelson, M. L., Franc, G. D., and Harrison, M. D. 1988. Irrigation water as a

- source of inoculum of soft rot *erwinias* for aerial stem rot of potatoes. Phytopathology 78:1668-1672.
5. Cuppels, D., and Keman, A. 1974. Evaluation of selective media for isolation of soft-rot bacteria from soil and plant tissue. Phytopathology 64:468-475.
 6. DeBoer, S. H., Cuppels, D. A., and Kelman, A. 1978. Pectolytic *Erwinia* spp. in the root zone of potato plants in relation to infestation of daughter tubers. Phytopathology 68:1784-1790.
 7. Dickey, R. S., and Kelman, A. 1988. B. *Erwinia* 2. 'Carotovora' or soft rot group. Pages 44-59 in: Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 2nd ed., N. W. Schaad ed. APS Press. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, U. S. A. 164 pp.
 8. Dye, D. W. 1986. A taxonomic study of the genus *Erwinia* I. the 'amylovora' group. N. Z. J. Sci. 11:590-607.
 9. Elphinstone, J. G., and Perombelon, M. C. M. 1986. Contamination of progeny tubers of potato plants by seed- and leaf-borne *Erwinia carotovora*. Potato Res. 29:77-93.
 10. Goto, M. 1979. Bacterial foot rot of rice caused by a strain of *Erwinia chrysanthemi*. Phytopathology 69:213-217.
 11. Harrison, M. D., and Brewer, J. U. 1982. Field dispersal of soft rot bacteria. Pages 31-53 in: Phytopathogenic Prokaryotes. Vol. 2., M. S. Mount, and G. H., Lacy eds. Academic Press, New York. U. S. A. 506 pp.
 12. Hsu, S. T., and Huang, H. C. 1987. Chemotaxis of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and *Erwinia chrysanthemi*. Proc. Natl. Sci. Counc. B. ROC. 11:80-89.
 13. Hsu, S. T., and Tzeng, K. C. 1981. Species of *Erwinia* associated with soft rot disease of plants in Taiwan. Pages 9-18 in: Proc. 5th Int. Conf. Plant Path. Bact., J. C. Lozano ed. CIAT., Cali, Colombia, 640 pp.
 14. Maher, E. A., DeBoer, S. H., and Kelman, A. 1986. Serogroups of *Erwinia carotovora* involved in systemic infection of potato plants and infestation of progeny tubers. Am. Potato J. 63:1-11.
 15. Meneley, J. C., and Stanghellini, M. E. 1976. Isolation of soft-rot *Erwinia* spp. from agricultural soils using an enrichment technique. Phytopathology 66:367-370.
 16. Perombelon, M. C. M. 1982. The impaired host and soft rot bacteria. Pages 55-69 in: Phytopathogenic Prokaryotes Vol. 2., M. S. Mount, and G. H. Lacy eds. Academic Press, New York, U.S.A. 506 pp.
 17. Perombelon, M. C. M., and Kelman, A. 1980. Ecology of the soft rot *erwinias*. Annu. Rev. Phytopathol. 18:361-387.
 18. Perombelon, M. C. M., and Kelman, A. 1987.

- Blackleg and other potato diseases caused by soft rot *erwinias*: proposal for revision of terminology. *Plant Dis.* 71:283-285.
19. Powelson, M. L., and Apple, J. D. 1984. Soil and seed tubers as sources of inoculum of *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* from stem soft rot of potatoes. *Phytopathology* 74:429-432.
20. Schaad, N. W. 1988. Identification Schemes. I. Initial identification of common genera. Pages 1-15 in: *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. 2nd ed., N. W. Schaad ed. APS Press. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, U.S.A. 164 pp.
21. Stanghellini, M. E. 1982. Soft-rotting bacteria in the rhizosphere. Pages 249-261 in: *Phytopathogenic Prokaryotes Vol. 1*, M. S. Mount, and G. H. Lacy eds. Academic Press, New York, U.S.A. 541 pp.
22. Tzeng, K. C., and Hsu, S. T. 1981. Identification and characterization of soft-rotting *Erwinia* in Taiwan. *Plant Prot. Bull.* 23:77-85.

ABSTRACT

Tzeng, K. C., Chen, S. S., and Hsu, S. T. 1994. Occurrence of soft rot *Erwinia* in potato and rice rotated fields. *Plant Pathol. Bull.* 3:175-180. (Graduate Institute of Plant Pathology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.).

A modified CVP selective medium coupled with an anaerobic enrichment technique was used to study the occurrence of the soft rot *Erwinia* in potato and rice rotated fields. The results revealed that the soft rot *Erwinia* was widespread in the tested fields. *Erwinia* soft rot bacteria were detected in 18.9% of 390 nonrhizosphere soil samples. They were detected in rhizosphere soils from 34 of 39 weed species examined. They were also readily detected in irrigation water and rhizosphere soils from rice plants. In addition, *Erwinia* soft rot bacteria were detected in roots, rhizosphere soils, mother tubers and daughter tubers from potato plants with the frequencies ranged from 61.9 to 100%. And they were also detected on 11.1% of potato leaf samples. The characterization of 155 randomly selected strains showed that 101 strains were *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and 16 strains were *Erwinia chrysanthemi*, while the other 38 strains showed some characters that did not adhere to the standard scheme for differentiating the species or subspecies of soft rot *Erwinia*.

Key words: Bacterial soft rot, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Erwinia chrysanthemi*, *Oryza sativa*, *Solanum tuberosum*.