不同藥劑對成熟青香蕉內果蠅之殺滅效果

李　順　連[1]

一、前　言

東方果蠅 (Oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel) 屬雙翅目(Diptera)果實蠅科 (Tephritidae)，又名檬果蠅 (Mango fly) 或蜜柑小實蠅(以下簡稱果蠅)。其寄主植物達 150 餘種[6]，爲一種毀壞力極强之昆蟲。其何時傳入臺灣，已無從考據。根據1920年牧茂市郎氏之報告[8]，臺灣最早發現此蟲者爲1911年日人春倉氏，在臺北廳大加吶堡古庄，臺北廳農會場附近柑園，發現夏橙遭蛆爲害，經新渡戶稻雄氏研究和飼養，所得標本請素木得一氏鑑定，經其與九州產之另一種柑桔蠅比較，暫定爲 Dacus sp. 。同年十二月素木得一氏即將該蟲發表爲 *Dacus* diversus ，刊登於其所著「臺灣害蟲目錄」中，是爲有關此蟲在臺灣之最早記載。臺灣地理環境因適宜該蟲繁殖，故其分佈已遍及全省，每年毀損園藝作物不知凡幾[9]，且對我青果外銷帶來無限麻煩。原來無果蠅地區之國家，爲保護其本國園藝作物，莫不訂定苛刻之植物檢疫法規，禁止鮮果由果蠅分佈地區輸入，以免此蟲隨輸入果實潛入，造成災害。例如日本之禁止臺灣椪柑等鮮果輸入（青香蕉與鳳梨除外），夏威夷所產之鮮果未經滅蠅處理 (Fruit fly disinfection treatment) 者概不得輸入美國大陸，皆爲果蠅問題所致。

東方果蠅雖加害黃熟之香蕉，但青香蕉非其嗜好寄主[2]，田間亦鮮聞果蠅爲害青香蕉事。但如將青香蕉置於果蠅飼育箱中强令其加害，如果被害蕉果熟度達於 8 分以上，部份蠅卵也能孵化發育，完成其生活世代。究竟果蠅是否加害青香蕉以及在青香蕉內之寄生情形，今後應再做詳細研究。

本試驗主要目的在假設果蠅可能在田間爲害相當熟度之青香蕉，試驗不同藥劑對强迫寄生於蕉果內果蠅卵及幼蟲之殺死作用，以期尋覓出可行而又完全之滅蠅方法，使外銷香蕉能符合輸入地區國家植物檢疫上之要求。此試驗自一九六六年四月開始，至一九六七年三月結束。全部試驗於新竹青果合作社柑桔保護實驗中心完成，經費蒙外貿會香蕉輔導小組補助，試驗期間復蒙農復會前植物生產組長劉廷蔚博士之鼓勵與指導，以及柑桔保護實驗中心同仁之協助，特誌於此，藉表謝忱。

二、材料與方法

供試果爲 8 分熟之青香蕉，採收後按指分割，以自來水洗去流出之乳白汁液，涼乾後放入果蠅箱，强迫果蠅產卵，造成人工被害果。產卵經 7～8 小時後取出，然後按供試蟲齡期之不同放置不同時日，例如殺卵試驗蕉於產卵二十四小時內行之，殺蟲試驗蕉則於產卵 6～7 天後行之（此時香蕉乃開始轉黃，蟲齡進入二齡左右）。全部試驗包括如下：

(一) 浸漬殺蟲試驗：

供試藥劑包括 EDB, Nankor, Sumithion, Lebaycid 。

1. EDB (Ethylene dibromide)：爲美國 Dow Chemical Co. 出品。EDB 本身不溶於水，需加乳化劑—Newcol-220 （日本乳化劑株式會社出品）成乳劑後才能溶水調配。EDB 與乳化劑之配量爲10：1。
2. Nankor 44% E.C., 美國 Dow Chemical Co. 製造，含有効成份 0,0-dimethyl-0-2,4,5-trichlorophenyl phosphorothioate 44%。
3. Sumithion 50% E.C., 日本住友化學公司製造，含有効成份0,0-dimethyl-0-(3-methyl-4-

1 臺灣省農業試驗所技士

nitrophenyl) phosphorothioate 50%。

4. Lebaycid 50%E.C., 西德 Bayer Co. 製造，由中德貿易公司供應。含有効成份0,0-dimethyl -0-(4-methyl mercapto-3-methylphenyl) -thiophosphate 50%。

處理藥液溫度：以常溫 (25～26°C) 組合各種藥劑濃度 (例如 EDB 由 0.2～0.6ml/L, Nankor, Sumithion 及 Lebaycid 0.0125～0.5%) 及數種不同浸漬時間，求出百分之百殺蟲効果之最佳組合。處理後之香蕉置於常溫下經 3～7 天後檢查其殺蟲効果。

殺蟲効果之鑑定：殺卵試驗時以檢查時有否孵化蟲而定，供試卵數之估計則於每次試驗前逢機抽取各組被害蕉果兩指，剝皮檢查卵數，求出每次試驗時同批果指內之平均蠅卵數，再乘以全部被害果即得。殺蟲試驗効果之鑑定，則於求出各組之活存率 (Survivor) 後依 Abbot氏公式[1]除去自然死亡率引起之誤差。

(二) 燻蒸殺蟲試驗：

供試藥劑爲 EDB 及 Phostoxin。EDB 所施用之燻蒸箱體積爲 16.98ft³ (2.83×2×3 ft)；施藥標準仿夏威夷現行之濃度計算 (即 EDB 0.5～0.7lb/1000ft³ 燻蒸 2 小時)，燻蒸箱有電爐加熱揮發EDB，有電風扇使藥氣均勻分佈。Phostoxin由吉鳳行供應，含有Aluminum phosphate 及 Ammonum carbamate，每粒重 0.6g.，可放出 0.2g. 之 gaseous phosphin (hydrogen phosphide PH3)，燻蒸時以 1M³ 之密閉木架塑膠帳幕內行之。施藥量分 2 粒及 4 粒兩種。燻蒸時皆不加溫度調節，EDB之燻蒸溫度常在25～35°C間，Phostoxin則爲16～34°C。

(三) 藥害試驗：

爲探求殺蟲試驗之濃度與實用濃度是否抵觸，故行藥害試驗，以求得各種藥劑對蕉果引起藥害之最低濃度。藥害試驗分 EDB 浸漬與燻蒸處理兩種。前者處理後涼乾，再以電石氣 (Ethylene) 催熟24小時，取出置於室溫下，每隔 4～7 天檢查藥害，黃熟後曾請新竹青果合作社全體職員試食，並記錄試食結果。Phostoxin, Nankor, Sumithion 及 Lebaycid 對香蕉之藥害情形，已由商品檢驗局蔡雲鵬等[10]試驗過，故省略不做。

(四) 機械噴藥殺蟲試驗

機械噴藥試驗係利用高雄青果合作社屏東香蕉機械噴藥設備行之，供試藥劑有 Sumithion 與 Lebaycid 兩種。藥液由噴頭直接噴至蕉果上，處理後裝入箱中攜回新竹柑桔保護實驗中心，置 2～7 日後檢查。

以上所有試驗用香蕉，部分產自屏東佳冬、林邊、里港及高雄旗山，大部分則產自新竹芎林、新埔、關西等地。

三、結果與討論

(一) 浸漬殺蟲試驗：

EDB 對蕉果內果蠅卵之殺滅効果，由表 1 中得知，經 3 分鐘浸漬濃度達 0.5ml/L 以上或 5 分鐘浸漬濃度達 0.3ml/L 以上即有100%之殺滅効果。EDB 浸漬處理對果蠅之殺死作用，在以色列[7]夏威夷[5]及新竹柑桔保護實驗中心屢次試驗，皆證明對鮮果內果蠅卵及幼蟲有極佳之効果。此在青蕉之試驗中亦獲同樣之結果。唯 EDB 爲揮發性極强之藥劑，在操作上不易以簡單方法保持一定之有効濃度。

表 1. 常溫 EDB 藥液浸漬對蕉果內果蠅卵之殺死效果

Table 1. Effectiveness of EDB dips at normal temperature in destroying oriental

fruit fly eggs infestation in banana

E D B 濃 度 Conc. of EDB (ml/L)	死 亡 率 (平均) Mortality % (average)			
	重 複 Replication	3 分鐘浸漬 3-minute exposure	重 複 Replication	5 分鐘浸漬 5-minute exposure
0.2	4	99.52	6	99.47
0.3	4	100	6	100
0.4	4	99.97	6	100
0.5	4	100	6	100
0.6	4	100	6	100
試驗蕉果數 No. of tested banana:		480		580
供試蟲估計數 Estimated test population:		As eggs: 232,639		231,753
		As larvae: 13,236		17,018

Nankor, Sumithion, Lebaycid 三種有機磷劑，可在較短之時間內殺死害蟲。三者中對果蠅之殺死作用，以 Lebaycid 最佳，次爲 Sumithion, Nankor 較差。例如表2所示，浸漬時間爲60秒，在濃度0.025%時，Nankor 之殺死効果爲 91.5 %，濃度 0.05 %時爲96%，而 Sumithion 與 Lebaycid 不論就殺卵或殺蟲而言，其効果皆達99.7%～100%。Nankor 之不適合於出口香蕉之滅蠅處裡，由此可見。Sumithion 對卵與幼蟲之殺死効果與 Lebaycid 比較，似不若後者穩定，尤於殺滅幼蟲時爲然。例如30～60秒之浸漬，濃度達於0.025%～0.05%，Lebaycid 不論對卵或幼蟲，其殺死効果皆達100%，而 Sumithion 除於濃度0.025%浸漬60秒之殺卵率達100%外，其他組合之効果皆落至 99.3%～99.7 %之間。此顯示重複試驗時，Sumithion 處理之被害香蕉仍有極少數之活蟲存在。1963年 Braithwaite[4]曾在澳洲對香蕉內之昆士蘭果蠅 (Oueensland fruit fly, *Dacus tryoni* or *Strumeta tryoni*) 做消除試驗，以0.05%濃度之 Lebaycid 溶液浸漬3分鐘，可殺死蕉果內全部蠅卵與幼蟲，亦證明 Lehaycid 浸漬對香蕉之滅蠅作用，効果卓越。

表 2. 三種不同有機磷劑藥液浸漬對蕉果內果蠅之死亡率

Table 2. Mortality in oriental fruit fly infestation in banana after dipping in three different organo-phosphorus insecticide solutions

藥液濃度 Conc. of solution (%)	浸漬時間 (秒) Exposure time (sec.)	死 亡 率 (%) Mortality (%)				
		Nankor (44%EC)	Sumithion (50%EC)		Leybaycid (50%EC)	
		卵 Egg	卵 Egg	幼 蟲 Larvae	卵 Egg	幼 蟲 Larvaey
0.0125	3	66.3	91.9	90.7	—	—
0.0125	10	—	—	—	99.8	97.2
0.0125	20	—	—	—	100	92.0
0.0125	30	84.3	99.6	97.6	99.6	99.3
0.0125	40	—	—	—	100	98.5
0.0125	60	94.3	99.8	99.8	100	100

0.025	3	69.6	98.8	97.4	—	—
0.025	10	—	—	—	100	98.1
0.025	20	—	—	—	100	99.1
0.025	30	90.2	99.8	99.8	100	100
0.025	40	—	—	—	100	100
0.025	60	91.5	100	99.7	100	100
0.05	3	77.4	9.97	98.0	—	—
0.05	10	—	—	—	100	99.8
0.05	20	—	—	—	100	100
0.05	30	93.3	99.9	99.3	100	100
0.05	40	—	—	—	100	100
0.05	60	96.0	99.9	99.8	100	100
試驗蕉果數 No. of tested banana		464	1,270	761	740	828
供試蟲估計數 Estimated test populations: (as larvae)		13,719	62,180	21,506	22,548	45,526

(二) 燻蒸殺蟲試驗：

EDB 與 Phostoxin 兩劑按前述方法處理，對果蠅卵皆可達完全殺死之効果。EDB 在有効殺蟲濃度範圍內對蕉果能引起藥害，而 Phostoxin 則有催熟作用。兩種藥劑因對青香蕉具有此種弊端，故未深入做殺蟲試驗。試驗結果列於表 3 。

表 3. EDB 及 Phostoxin 燻蒸處理對蕉果內果蠅卵之殺死情形

Tadle 3. Mortality in oriental fruit fly eggs infestation in banana by fumigation treatment with EDB and phostoxin

燻蒸劑 Fumigant	藥量 Dosage	燻蒸時間 Duration of fumigation	死亡率 Mortality (%)
EDB	0.5 lb/1000 ft^3	2 hrs.	100
〃	0.7 lb/1000 ft^3	〃	100
Phostixin	2 pellets	2 days	100
〃	4 〃	〃	100

(三) 藥害試驗

EDB 對青香蕉引起藥害時，表皮即出現淡黑色燒焦斑點，藥害處微微陷下，但不損及香蕉果肉。根據表 4 所示，5 分鐘浸漬處理，其藥害界限濃度爲 0.9 ml/L ，換言之，超此濃度即能引起藥害，失去商品價值。處理後之香蕉與無處理者比較， EDB 並無催熟香蕉之作用，經加工黃熟後也證明對其香味毫無影響。

表 4. 青香蕉對不同濃度 EDB 浸漬之耐藥情形

Table 4. Tolerance of unriped banana to different concentration of EDB solution (exposure time: 5 min.)

濃度 Conc. of EDB (ml/L)	供試蕉果數 No. of tested banana	藥害果數 No. of scalded banana ※ After4 days +	++	+++	After 7 days +	++	+++	藥害果百分比 Percentage of scalded banana	試食情形 Palatability 香甜 Excellent	普通 Good	稍有異味 Tasteless	有異味 Bad	計 Total
0.8	54	0	0	0	0	0	0	0	10	10	3	0	23
0.9	53	0	0	0	0	0	0	0	12	9	2	0	23
1.0	54	6	0	0	6	0	0	11%	11	11	1	0	23
1.1	54	6	6	3	5	7	3	27.7%	12	9	1	0	22
1.2	55	6	13	13	3	16	13	59.2%	6	9	5	3	23
CK	57	0	0	0	0	0	0	0	10	11	2	0	23

※"+"表示藥害輕徵，"++"普通，"+++"嚴重。

EDB 之燻蒸藥害，依據目前夏威夷所行之滅蠅濃度處理，對臺灣出產之香蕉，皆有嚴重之藥害發生，如表 5 所示。此與1951年 Balock 所發表之報告[3]頗有出入。氏以上述之濃度對夏威夷所產木瓜、鳳梨、香蕉、甜椒、胡瓜及菜豆等行 EDB 燻蒸處理，並無藥害發生。原來 Balock 之方法係在 20～21°C (70°F) 之較低溫度下處理者，而作者此次試驗因礙於設備，無法使溫度控制至適宜狀態，試驗時之燻蒸箱內溫度經常在 25～35°C 之間，與 Balock 所做之溫度相差達 5～15°C ，故有藥害發生。 EDB 對新鮮果實之燻蒸處理，顯然宜在較低溫度下進行。

表 5. 青香蕉對 EDB 燻蒸處理後之耐藥 (七天後) 情形

Table 5. Tolerance of unriped banana to EDB fumigation treatment

供試蕉熟度 Maturity	濃度 Dosage	供試果數 No. of tested banana	藥害發生情形 No. of Scalded banana +	++	+++	藥害果百分比 Percentage of scalded banana
50%	0.5lb/1000ft³	10	3	6	0	30%
60%	〃	10	1	0	0	10%
70%	〃	10	7	6	6	70%
80%	〃	10	4	0	0	40%
50%	0.7lb/1000ft³	10	2	4	4	100%
60%	〃	10	0	0	10	100%
70%	〃	10	1	2	7	100%
80%	〃	10	0	2	8	100%
50%	CK	10	0	0	0	0
60%	〃	10	0	0	0	0
70%	〃	10	0	0	0	0
80%	〃	10	0	0	0	0

香蕉熟度與 EDB 之耐藥（Toleranc）情形，列於表 6 中。依據試驗所得兩者間雖無顯著之關係，但濃度高時藥害程度有向熟度高漸趨增加之現象。

表 6. 不同熟度香蕉對不同濃度 EDB 藥液之耐藥情形

Table 6 Tolerance of different maturity banana to different concentration of EDB solution

熟度 Maturity	EDB 濃度 Conc. of EDB (ml/L)	供試蕉果數 No. of tested banana	藥害果數 No. of scalded banana			藥害果百分比 Percentage of scalded banana
			+	++	+++	
50%	0.9	6	0	0	0	0
60%	0.9	6	0	0	0	0
70%	0.9	6	0	0	0	0
80%	0.9	6	0	0	0	0
50%	1.0	6	0	0	0	0
60%	1.0	6	1	0	0	16.6%
70%	1.0	6	0	0	0	0
80%	1.0	6	0	0	0	0
50%	1.1	6	3	0	0	50%
60%	1.1	6	0	0	0	0
70%	1.1	6	2	0	0	33%
80%	1.1	6	1	0	0	16.6%
50%	1.2	6	3	0	0	50%
60%	1.2	6	2	1	0	50%
70%	1.2	6	4	2	0	100%
80%	1.2	6	3	1	0	66%
CK	—	6	0	0	0	0

（四）機械噴藥殺蟲試驗

機械噴藥殺蟲效果列於表 7 中，此表顯示，0.025%濃度之 Sumithion 及 Lebaycid 對卵之殺死效果，如噴藥時間達30秒以上時，皆可得 100%之殺滅效果。至於殺蟲方面，機械噴藥顯然沒有藥液浸漬來得有效。以效果最佳之 Lebaycid 爲例，在浸漬處裡時，0.025 %濃度浸漬30秒，不論對卵或幼蟲皆達百分之百；但以相同之濃度與時間處理，機械噴藥除殺卵率達 100%外，殺蟲效果則落至97.9 %。不過若處理時間延長至60秒以上，其殺蟲殺卵率皆可提高至 100 %。故若考慮及植物檢疫上之要求時，噴藥時間應酌予延長。至於噴藥前之冲水與不冲水，對殺蟲效果並無影響。

表 7. Sumithion 及 Lebaycid 藥液機械噴撒對蕉果內果蠅卵及幼蟲之殺死效果

Table 7. Effectiveness of mechanical spray with Sumithion & Lebaycid controlling oriental fruitfly eggs and larvae infestation in banana

藥液濃度 Conc. of insecticide solution (%)	噴藥時間(秒) Duration of spray (sec.)	死亡率(%) Mortality (%)							
		噴藥前冲水 Water-wash before spray				噴藥前不冲水 No water-wash before spray			
		Sumithion		Lebaycid		Sumithion		Lebaycid	
		卵 Egg	幼蟲 Larva	卵 Egg	幼蟲 Larva	卵 Egg	幼蟲 Larva	卵 Egg	幼蟲 Larva
0.025	6.5	99.5	79.5	100	94.9	99.3	96.0	100	90.8
0.025	10	—	—	100	98.9	99.7	99.1	100	96.3
0.025	20	—	—	100	93.8	99.6	99.6	100	92.9
0.025	30	100	100	100	98.2	99.9	100	100	97.9
0.025	40	—	—	—	—	100	93.1	—	—
0.025	50	—	—	100	100	100	100	100	100
0.025	60	100	100	100	100	100	100	100	100
試驗蕉果數 No. of tested banana		80	40	220	139	430	362	260	159
供試蟲估計數 Estimated test population: (As larvae)		2,325	464	7,921	5,056	19,626	6,494	9,890	6,336

四、結論與摘要

(一) EDB. Nankor, Sumithion, Lebaycid 四種藥劑對青香蕉行滅蠅浸漬時，以 EDB, Sumithion 及 Lebaycid 之効果最佳， Nankor 較差而不適宜於植物檢疫上之要求。將來外銷香蕉須行此項處理時， EDB 最低濃度應爲 0.3ml/L 浸漬 5 分鐘或 0.5ml/L 浸漬 3 分鐘，最高不得超過 0.9ml/L 以上。 Sumithion 與 Lebaycid 之實用濃度則爲 0.025%～0.05% 浸漬30～60秒。

(二) 燻蒸處理不論以 EDB 或 Phostoxin ，在完全殺蟲之濃度範圍內，皆能引起藥害或催熟作用，故不適合於蕉果之商品處理 (Commodity treatment) 。

(三) 在實用濃度範圍內 (有完全殺蟲而又不損及蕉果之濃度) ，經 EDB 浸漬處理後之青香蕉，無催熟現象發生，且經加工黃熟後，亦不改變外觀或味覺。

(四) Sumithion 與 Lebaycid 之機械噴藥，在較短時間內處理時， 効果較浸漬處理爲差。不過若噴藥時間延長至60秒以上，即使在較低之 0.025 %濃度內，也可殺死蕉果內全部之果蠅卵及幼蟲。至於噴藥前之冲水洗滌與否，對殺蟲効果並無影響。

五、引用文獻

1. Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insectccide. J. Econ. Entomol. 18:265-267
2. Aoki, Y. and Fujishima, H., 1939. Studies concerning *Dacus dorsalis* Hendel. Saipan Inst. Trp. Indust.
3. Balock, J.W., 1951. Ethylene dibromide for the fumigation of fresh fruits and vegetables. Science 114(2953):122
4. Broithwaite, B. M., 1963. The sterilization of banana fruit against Queensland fruit fly (*Strumeta tryoni*). Australia Journal of Experimental Agricultuer and Animal Husbundry. Vol.3

5. Burditt, A. K. Jr., J. W. Balock, F. G. Hinman and S. T. Seo, 1963. Ethylene dibromide water dips for destroying fruit fly infestation of quarantine significance in papaya. J. Econ. Entomol. 56(3):289–292.
6. Christenson, L. D.,and R. H. Foote, 1960 Biology of Fruit flies. Annual Review of Entomology, Vol.5 pp. 171–192
7. Cohen, I. and D. Nadel, 1958. Instructions for using ethylene dibromide tank dip method to control eggs and larvae of the Mediteranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) in citrus fruit (Trans. from Hebrew). Citrus Marketing Board of Israel. Technical Division pp.1–16
8. 牧茂市郎1920. 蜜柑小實蠅に關する調査，臺灣總督府殖產局出版。No. 262
9. 陶家驊，1952. 果實蠅生態考察及其防治試驗，農業研究三卷二期。
10. 蔡雲鵬、葉福源、裴宏隆、陳連勝1967. 包裝前香蕉粉介壳蟲藥劑防治之研究，檢驗雜誌61期。

EFFECTIVENESS OF VARIOUS INSECTICIDES FOR DESTROYING ORINTAL FRUIT FLY, *DACUS DORSALIS* HENDEL,[1] INFESTATIONS IN GREEN MATURE BANANA

By

Sung-lien Lee (2)

SUMMARY

The purpose of this study was to clarify the effect of five insecticides to destroy the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel, infestation in green mature banana, and to see if its effect can meet the requirements of plant quarantine, The insecticides used in this experimentation are E D B (Ethylene dibromide), Nankor, Sumithion, Lebaycid and Phostoxin. The phytotoxicity of some insecticides on green banana also were made. Results obtained from this study are summarized as follows:

1. In comparison with the effectiveness of E D B, Nankor, Sumithion and Lebaycid water dipping, EDB, Sumithion and Lebaycid gave an excellent effect on the killing of fly eggs and larvae hidden in banana fruit. However, Nankor gave less effectiveness and thus Nankor is not suitable for export banana treatment.

   The data shown below are to be referred in the event when such treatment is required for export babana.

   EBD: Minimum concentration: 0.3 ml/L. for 5 minutes dipping or 0.5 ml/L for 3 minutes dipping. Maximum concentration shall be 0.9 ml/L.

   Sumithion and Lebaycid: Minimum concentration 0.025–0.05%. Immersion time 30–60 seconds.
2. Within the range of concentration of complete mortality, either fumigation of EDB or Phostoxin are not adoptable for the commodity treatment of export banana, because it may cause banana heavely phytotoxicity or hasten the ripening of banana.
3. No further ripening has been found to the banana which was dipped in the practical concentration of EDB solution, i. e., the concentration of thorough killing fruit fly and cause no damage to the fruit. The same banana after ripening process, never change its appearance or its taste.
4. A special design banana sterilization machine which equiped with automatic sprayer has been employed in this experimentation. The data show that the effect of mechanical spray of Sumithion or Lebaycid is rather bad than the dipping method of the same chemicals. However, a better effect can be expected if the treatment time has been lengthened to 60 seconds or more. By such length of time, it can kill all fruit fly eggs or larvae infestation in banana even at the comparatively lower concentration of 0.025% or less. Futhermore, the effect of killing would not be affected no matter the banana washed by water before mechanical spray or not.

(1) Diptera; Tephritidae

(2) Associate entomologist, Taiwan Agricultural Research Institute