

夾竹桃紅顏料對瓜實蠅 *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (雙翅目：果實蠅科) 之毒效評估¹

董耀仁² 陳健忠^{2,3}

摘 要

董耀仁、陳健忠。2004。Phloxine B 對瓜實蠅 *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (雙翅目：果實蠅科)之毒效評估。中華農業研究 53:239-248。

將不同濃度之夾竹桃紅顏料(Phloxine B)加入成蟲飼料(酵母抽出物：糖 = 1 : 3)中供瓜實蠅取食後測試其對瓜實蠅之毒效。試驗結果 Phloxine 毒效隨著濃度和光照強度的提高而增加。瓜實蠅於黑暗中取食含有 Phloxine B 飼料 4 小時後換成正常飼料，只有光照才會死亡。1%濃度以上處理組於光照 4 小時內，雌雄蠅死亡率均達 100%。各處理組之死亡率於開始光照後 24 小時內發生，超過 24 小時不會再有瓜實蠅死亡。於黑暗環境下，瓜實蠅需連續取食含有 Phloxine B 飼料至少 2 天以上才會死亡。2%及 4%處理組，分別於連續取食含 Phloxine B 飼料 5 及 4 天後，雌雄蠅均達 100%死亡率。取食含有 Phloxine B 飼料的瓜實蠅雌蟲會降低產卵量，且過高的濃度會降低瓜實蠅的取食量。

關鍵詞：果實蠅、二苯并吡喃顏料、毒餌、生殖力、害蟲防治。

前 言

瓜實蠅 (*Bactrocera cucurbitae* Coquillett)，屬雙翅目，果實蠅科，主要危害葫蘆科和茄科作物，其寄主植物多達十六科八十餘種，為本省瓜果類作物之重要害蟲(方&章 1987；李 1972)。其防治工作主要由政府推廣懸掛克蠅誘殺板，期能降低瓜實蠅密度，且同時重點補助農民於密度高時點噴含毒蛋白質水解物加以防治(劉 1990)。對哺乳類低毒的馬拉松於 1956 年便開始用於防治地中海果實蠅 (*Ceratitis capitata* (Wiedemann))，其後三十餘年一直是添加含毒蛋白質水解物中防治果實蠅的主要的推薦藥劑(Roessler 1989)。雖然含毒蛋白質水解物對果實蠅有良好的防治效果，但因農藥對人類健康及環境的影響甚鉅，尤其是對有益昆蟲如蜜蜂及各類天敵更常造成毒害，因此尋找比較安全的替代藥劑以減少高毒性藥劑的使用，一直是學者努力的目標(Peck & Mcquate 2000)。

藉由光照，某些光活性分子會對活的細胞產生毒性反應。而夾竹桃紅顏料(Phloxine B)為光活性分子的一種，屬於含鹵素分子的二苯并吡喃(Halogenated xanthene dyes)顏料。最早發現此類顏料對昆蟲具光毒性反應者為 Barbieri，其於 1928 研究指出伊紅(Eosin)、赤蘚紅(Erythrosin)、玫瑰紅(Rose bengal)

-
1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2208 號。接受日期：93 年 12 月 12 日。
 2. 本所應用動物組助理研究員、研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
 3. 通訊作者，電子郵件：chienne@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04) 23302804。

等二苯并吡喃顏料，於光照下對蚊子幼蟲產生毒性(Bergsten 1997)。此種經由光、光敏感物質及氧三者作用下，對生物、細胞及病毒產生致死或傷害，或是引起有機分子產生化學變化的反應稱為光動反應(Photodynamic reaction) (Spikes & Glad 1964)。到目前為止，至少發現有二十種以上的昆蟲對特定有機顏料分子所產生的光動反應具感受性(Heitz 1995)。其中果實蠅類害蟲，因腸道為半透明，具有較佳之透光性，被認為適合使用此類光敏感物質作為毒劑來防治(Robert 1995)。至今已有包括地中海果實蠅(*C. capitata* (Wiedemann))、墨西哥果實蠅(*Anastrepha ludens* (Loew))、東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))、西印度果實蠅(*Anastrepha obliqua* (Macquart))等證實對 Phloxine B 具感受性，且田間試驗結果顯示 Phloxine B 具有成為田間防治用藥的潛力(Licudine *et al.* 2001; Mangan & Moreno 2001; Mcquate *et al.* 1999; Moreno *et al.* 2001; Peck & Mcquate 2000; Vargas *et al.* 2001)。本試驗將 Phloxine B 添加於食物誘餌中，測試其對瓜實蠅之毒效，並探討此毒餌用於田間防治之可行性。

材料與方法

供試瓜實蠅

將採自霧峰田間的瓜實蠅幼蟲，在室內以人工飼料飼育作為供試蟲源。幼蟲培養基依劉及蕭(1984)之配方配製，成蟲則以酵母抽出物加蔗糖 (1:3) 飼養於飼育箱 (30×30×30 cm) 內，飼養環境為 25±1°C，光照 8 小時。

供試藥劑和稀釋倍數

供試藥劑為 Phloxine B, C.I. no. 45410 (Sigma-Aldrich Co.)。將 Phloxine B 加入成蟲飼料中，配成 0.125%、0.25%、0.5%、1%、2%及 4% 六種不同濃度餌劑備用。

光照強度測定

試驗所需光照強度，由調整燈管數目及處理與光源距離並以數字型照度計 DX-200, serial no. 201294 (INS Enterprise Co., Ltd.) 測得。

毒效評估

不同濃度 Phloxine B 對瓜實蠅之毒效：將已先飢餓 16-18 小時之瓜實蠅，移入圓形透明塑膠桶(直徑 15 cm ×高 20 cm)內，塑膠桶上面覆蓋 100 目絹網。供給分別含有 0.125%、0.25%、0.5%、1%、2% 及 4% 六種不同濃度 Phloxine B 之餌劑和正常之成蟲飼料為對照組，各處理飼料取 100 mg 均勻置於直徑 6 cm 之塑膠培養皿中，每個桶內放置一個培養皿並供水給瓜實蠅取食。塑膠桶置於未開燈之 25°C 定溫箱中，瓜實蠅取食 4 小時後，進行下列研究：(1)更換成正常之成蟲飼料及供給產卵器，並打開光源(8 支燈管；Philips fluorescent lamp, TL 20W/54RS)，光照強度為 8000 lux，光照 8 小時後關燈至隔天早上六點開燈，然後維持每天 12 小時光照時間。產卵器為一白色底片盒，直徑 3 cm x 高 5 cm，產卵器底部有 30 個直徑 0.1 cm 圓孔，內塗新鮮苦瓜汁，苦瓜汁由現採無受害直徑 1.5 cm，長 10 cm 之小苦瓜(月華)壓榨而得。產卵器放置於塑膠桶側面開孔，誘引瓜實蠅產卵。於光照後記錄 1、2、3、4、8、24、48 及 72 小時死亡蟲數，並於光照後 1 天記錄產卵數。每處理 20 對瓜實蠅，四重複。(2) 更換成正常之成蟲飼料，於持續黑暗環境下，經 1、2、3、4、8、24、48 及 72 小時後記錄死亡蟲數，每處理 20 對瓜實蠅，四重複。(3)於黑暗中持續取食餌劑，每天記錄死亡蟲數至第 7 天為止，每處理 20 對瓜實蠅，四重複。

不同光照強度對 Phloxine B 毒效之影響：將已先飢餓 16-18 小時之瓜實蠅，移入如前述之圓形透明塑膠桶(上面覆蓋 100 目絹網)，供給含 1% Phloxine B 之餌劑與水，並以正常之成蟲飼料為對照組，

置於未開燈之 25°C 定溫箱中，經取食 4 小時後，更換成正常之成蟲飼料移入 1500 lux(開 1 支燈管)、3000 lux(開 2 支燈管)、6000 lux(開 4 支燈管)、12000 lux(8 支燈管全開)等比例增加光照及未開燈等五種不同光照強度(Philips fluorescent lamp, TL 20W/54RS)之 25°C 定溫箱中，於開始照光後紀錄 1-8 小時，每小時死亡蟲數，每處理 20 對瓜實蠅，四重複。

取食忌避試驗：將已先飢餓 16-18 小時之瓜實蠅，移入不鏽鋼網箱(35 x 35 x 35 cm)，網箱內逢機排列放置分別含 0.125%、0.25%、0.5%、1%、2%及 4% 六種不同濃度 Phloxine B 之餌劑和正常之成蟲飼料做為對照，各處理飼料 100 mg 分別置於直徑 6 cm 之塑膠培養皿中，箱內並放置水供 50 對瓜實蠅取食。網箱置於未開燈之 25°C 定溫箱中經 1 天後，稱取各處理組所餘飼料之重量並計算瓜實蠅取食量。每處理五重複。

統計分析

各項試驗之瓜實蠅死亡率、產卵數、取食量以 SAS (Statistical Analysis System) (SAS 2001)套裝統計分析軟體進行分析，並用 Fisher's protected least significant difference test (LSD)比較各處理平均值之差異顯著性，顯著水準為 5%。

結 果

不同濃度 phloxine B 對瓜實蠅之毒效

瓜實蠅取食含有不同濃度 Phloxine B 餌劑後，在黑暗情況下經過三天仍無瓜實蠅死亡，但於有光的環境下，瓜實蠅死亡率隨著 Phloxine B 的濃度增加而顯著增加，100%致死時間隨著 Phloxine B 濃度增加而縮短(表 1)。取食 4%餌劑的瓜實蠅，雌雄蠅於照光 1 小時均達 100%死亡率；1 及 2%處理組雌雄蠅分別於照光 4 及 3 小時達 100%死亡率；0.5%處理組雌蠅於照光 8 小時達 100%死亡率，雄蠅於開始照光後 24 小時達 97.5%死亡率，但至第三天未再有雄蠅死亡(表 1)。0.25%處理組於開始照光後 24 小時，雌雄蠅死亡率分別為 95.0 及 72.5%，且至第三天皆未再有瓜實蠅死亡。而 0.125%處理組於開始照光後 24 小時，雌雄蠅死亡率分別為 52.5 及 7.5%，且至第三天皆未再有瓜實蠅死亡(表 1)。於黑暗中，瓜實蠅持續取食兩天以上含 Phloxine B 之餌劑仍會死亡(表 2)。4% Phloxine B 於連續取食到第四天，雌雄蠅達 100%死亡率，2%處理組則在第五天達 100%死亡率。1% Phloxine B 至第七天雌雄蠅死亡率分別為 93.8 及 98.8%，0.5% Phloxine B 分別只有 22.5 及 47.5%，而 0.25 及 0.125% Phloxine B 之死亡率與對照組無顯著差異(表 2)。瓜實蠅雌蟲取食含有不同濃度 Phloxine B 餌劑後，除 0.25% 平均產卵量為 0.5 粒卵外，其餘處理組均為 0，均顯著少於對照組的 139.5 粒卵(表 3)。

不同光照強度對 phloxine B 毒效之影響

光照強度明顯影響 Phloxine B 的殺蟲效果，瓜實蠅取食含有 1% Phloxine B 餌劑後，於全暗的環境 8 小時內雌雄蟲均無死亡，1500 lux 光照環境 1 小時雌雄蟲死亡率分別只有 10.0 及 15.0%，但於 12000 lux 光照環境下 1 小時，雌雄蟲死亡率可達 80.0 及 90.0%。而 4 小時後，除全黑暗及 1500 lux 處理組之雌蟲外，其餘處理組之雌雄蟲均達 100%死亡率(表 5)。

phloxine B 對瓜實蠅之取食忌避效應

餌劑中含有較高濃度的 Phloxine B 明顯降低瓜實蠅的取食偏好，2%處理組平均餌劑取食量為 17.3 mg，而 4%更只有 5.7 mg，均顯著少於對照組的 39.7 mg(表 4)，顯示高濃度的 Phloxine B 會對瓜實蠅產生取食忌避作用。

表 1. 瓜實蠅取食含不同濃度 Phloxine B 飼料 4 小時後於室內每天光照與持續無光環境下之死亡率

Table 1. Mortality of *B. cucurbitae* fed with Phloxine B-containing diets in the dark for 4 hr and then kept continuously in the dark or in the environment with the photoperiod of 12 : 12 (L : D) hr

Conc. of Phloxine B (%)	Mean percent mortality after feeding (\pm SE)															
	Continuously in the dark		With the photoperiod of 12 : 12 (L : D) hr													
	72 hr		1 hr		2 hr		3 hr		4 hr		8 hr		24 hr		72 hr	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male
0.125	0.0 a ^z	0.0 a	0.0 d	0.0 c	0.0 c	0.0 c	2.5 a	0.0 c	10.0 d	0.0 c	47.5 b	5.0 c	52.5 b	7.5 c	52.5 b	7.5 c
							(\pm 2.5)		(\pm 4.1)		(\pm 13.8)	(\pm 2.9)	(\pm 16.5)	(\pm 2.5)	(\pm 16.5)	(\pm 2.5)
0.25	0.0 a	0.0 a	0.0 d	0.0 c	0.0 c	0.0 c	12.5 a	0.0 c	27.5 c	2.5 c	90.0 a	65.0 b	95.0 a	72.5 b	95.0 a	72.5 b
							(\pm 9.5)		(\pm 4.8)	(\pm 2.5)	(\pm 5.8)	(\pm 15.5)	(\pm 5.0)	(\pm 14.4)	(\pm 5.0)	(\pm 14.4)
0.5	0.0 a	0.0 a	7.5 d	7.5 c	42.5 b	30.0 b	65.0 b	47.5 b	82.5 b	62.5 b	100.0 a	95.0 a	100.0 a	97.5 a	100.0 a	97.5 a
			(\pm 4.9)	(\pm 4.9)	(\pm 13.8)	(\pm 10.8)	(\pm 15.5)	(\pm 8.5)	(\pm 8.5)	(\pm 8.7)		(\pm 5.0)		(\pm 2.5)		(\pm 2.5)
1	0.0 a	0.0 a	37.5 c	42.5 b	85.0 a	85.0 a	95.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
			(\pm 6.3)	(\pm 8.5)	(\pm 9.6)	(\pm 11.9)	(\pm 5.0)									
2	0.0 a	0.0 a	85.0 b	100.0 a	90.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
			(\pm 2.9)		(\pm 4.1)											
4	0.0 a	0.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
Control	0.0 a	0.0 a	0.0 d	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c

^zMeans within each column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ (Fisher's protected LSD test; SAS Institute 2001).

表 2. 瓜實蠅於無光環境下連續取食含不同濃度 Phloxine B 飼料之死亡率

Table 2. Mortality of *B. cucurbitae* feeding continuously on Phloxine B-containing diets in the dark

Conc. of Phloxine B (%)	Mean percent mortality after feeding (\pm SE)													
	1 day		2 day		3 day		4 day		5 day		6 day		7 day	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male
0.125	0.0 a ²	0.0 a	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 d	0.0 d	0.0 d	0.0 c	0.0 c
0.25	0.0 a	0.0 a	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c	1.3 c	1.3 d	1.3 d	1.3 d	3.8 c	2.5 c
									(\pm 1.3)	(\pm 1.3)	(\pm 1.3)	(\pm 1.3)	(\pm 2.4)	(\pm 1.4)
0.5	0.0 a	0.0 a	0.0 c	0.0 b	0.0 b	1.3 c	3.8 c	2.5 c	3.8 c	10.0 c	11.3 ^c	18.8 c	22.5 b	47.5 b
						(\pm 1.3)	(\pm 2.4)	(\pm 1.4)	(\pm 2.4)	(\pm 2.0)	(\pm 3.1)	(\pm 4.3)	(\pm 3.2)	(\pm 8.3)
1	0.0 a	0.0 a	0.0 c	0.0 b	7.5 c	12.5 b	26.3 b	45.0 b	42.5 b	67.5 b	71.3 b	90.0 b	93.8 a	98.8 a
					(\pm 1.4)	(\pm 3.2)	(\pm 4.7)	(\pm 6.1)	(\pm 4.3)	(\pm 3.2)	(\pm 3.1)	(\pm 4.6)	(\pm 1.3)	(\pm 1.3)
2	0.0 a	0.0 a	10.0 b	18.8 a	78.8 b	87.5 a	92.5 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
			(\pm 4.6)	(\pm 2.4)	(\pm 3.1)	(\pm 8.7)	(\pm 3.2)							
4	0.0 a	0.0 a	27.5 a	25.0 a	95.0 a	93.8 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
			(\pm 4.8)	(\pm 6.5)	(\pm 3.5)	(\pm 6.3)								
Control	0.0 a	0.0 a	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 d	0.0 d	0.0 d	0.0 c	0.0 c

²Means within each column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ (Fisher's protected LSD test; SAS Institute 2001).

表 3. 瓜實蠅雌蟲取食含 Phloxine B 飼料後之產卵量

Table 3. Fecundity of female *B. cucurbitat* after 4 hr of feeding on Phloxine B-containing diets

Conc. of Phloxine B (%)	No. of eggs produced per female during 24 hr (\pm SE)
0.125	0.0 b ^z
0.25	0.5 \pm 0.5 b
0.5	0.0 b
1	0.0 b
2	0.0 b
4	0.0 b
Control	139.5 \pm 33.5 a

^zMeans within each column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ (Fisher's protected LSD test; SAS Institute 2001).

表 4. 瓜實蠅對含不同濃度 Phloxine B 飼料之取食量

Table 4. Food consumption of *B. cucurbitae* in 24 hr as given various concentrations of Phloxine B-containing diets simultaneously

Conc. of Phloxine B (%)	Mean Consumption (mg) (\pm SE)
0.125	40.2 \pm 1.1 a ^z
0.25	38.5 \pm 1.8 a
0.5	39.4 \pm 1.8 a
1	37.7 \pm 1.7 a
2	17.3 \pm 0.8 b
4	5.7 \pm 0.7 c
Control	39.7 \pm 0.5 a

^zMeans within each column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ (Fisher's protected LSD test; SAS Institute 2001).

表 5. 瓜實蠅取食含 1% Phloxine B 飼料 4 小時後於不同光照強度環境下之死亡率

Table 5. Mortality of *B. cucurbitae* fed with 1% Phloxine B diet in the dark for 4 hr and then kept in growth chambers with different intensity of lights or without light

Light intensity	Treatment	Mean percent mortality after feeding (\pm SE)							
		1 hr		2 hr		3 hr		4 hr	
		Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male
Dark	Phloxin B diet	0.0 c ^z	0.0 d	0.0 d	0.0 d	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 b
	Control	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1500 lux	Phloxin B diet	10.0 bc (\pm 4.1)	15.0 cd (\pm 5.0)	40.0 c (\pm 4.1)	47.5 c (\pm 6.3)	82.5 b (\pm 2.5)	100.0 a	97.5 a (\pm 2.5)	100.0 a
	Control	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3000 lux	Phloxin B diet	25.0 b (\pm 8.7)	30.0 c (\pm 7.1)	77.5 b (\pm 9.5)	85.0 b (\pm 8.7)	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
	Control	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6000 lux	Phloxin B diet	65.0 a (\pm 9.6)	65.0 b (\pm 13.2)	95.0 a (\pm 5.0)	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
	Control	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12000 lux	Phloxin B diet	80.0 a (\pm 0.0)	90.0 a (\pm 5.8)	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
	Control	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

^zMeans within each column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ (Fisher's protected LSD test; SAS Institute 2001).

討 論

Phloxine B 因其不具接觸毒，通常必須經昆蟲食入照光後才產生殺蟲效果，且美國已登記使用於藥物及化妝品數十年未有不良反應發生(Lipman 1995)。此種相對安全的特性，吸引研究人員探討其使用於防治果實蠅的潛力。

Moreno & Mangan (1995)的研究顯示，墨西哥果實蠅於微光環境下取食含有不同濃度 Phloxine B 的蛋白質水解物 24 小時後移至戶外，其死亡時間隨著濃度的增加而縮短，且天候為陰天或晴天會明顯影響 Phloxine B 的殺蟲效果。本試驗中取食含有 Phloxine B 餌劑 4 小時後之瓜實蠅，若供給正常飼料且不接觸光線 3 天內不會死亡，但於光照環境下，Phloxine B 餌劑的殺蟲效果十分快速明顯，4% 處理組於光照 1 小時，死亡率即可達 100%。

本試驗結果顯示不同光照強度明顯影響取食餌劑後瓜實蠅的死亡時間，光照強度 3000 lux 以上，1%處理組即可產生良好且快速的殺蟲效果。比較試驗期間(92 年 6-9 月)戶外所測得日光強度在上午 8-9 點間約 5000 lux，中午 12 點時大於 60000 lux，下午 5-6 點間約 2500 lux，顯示瓜實蠅於白天在田間活動時，應可接受到大於試驗所使用之光照強度。以光強度愈強，殺蟲效果愈快速的試驗結果而言，同樣濃度 Phloxine B 餌劑於田間之殺蟲效果可能會大於本試驗之結果。

雖然 4%餌劑有良好的殺蟲效果，但在餌劑取食量試驗中發現 Phloxine B 濃度超過 2%時會降低瓜實蠅的取食量。研究顯示取食含 5×10^{-3} M rose bengal 糖液之家蠅(*Musca domestica* (Linnaeus))，死亡率明顯較 3×10^{-3} M 處理組低，因為 5×10^{-3} M 處理組蟲體內 rose bengal 含量偏低，推測過量的 rose bengal 會對家蠅產生取食忌避作用(Fondren *et al.* 1975)。較低 Phloxine B 濃度的飼料不會影響取食量，但會降低殺蟲效果及延長死亡時間。因此，田間應用於防治瓜實蠅時，應同時考量瓜實蠅之取食行為與餌劑中 Phloxine B 之濃度，以取得最佳之殺蟲效果。Mangan & Moreno (2001) 發現添加 SM-9、Kinetic 和 Tween 60 三種增效劑(adjutant)於含 Phloxine B 餌劑中，可大幅降低對墨西哥果實蠅的半數致死劑量。因此，為提升 Phloxine B 餌劑對瓜實蠅的田間應用性，需進一步研究適用的增效劑。

某些光敏感物質具有不需要照光的殺蟲機制，如 rose bengal 對火蟻(*Solenopsis richteri* (Forel))，但此殺蟲機制明顯較有光照時弱(Broome *et al.* 1975)。無光照下，Phloxine B 對東方果實蠅具有致死效果(陳&董 未發表資料)，本試驗證實其對瓜實蠅亦存在所謂暗反應的殺蟲機制。於黑暗中連續取食含有 2 或 4% Phloxine B 飼料 2 天以上，即有明顯的殺蟲效果，但低濃度 0.125 及 0.25%處理組即使連續取食七天，死亡率與對照組仍無差異。另外只取食 4 小時餌劑即於黑暗中供給正常飼料，Phloxine B 完全無殺蟲效果。綜合以上結果，顯示暗反應發生的主要影響因子之一，可能為 Phloxine B 於蟲體內的累積濃度。試驗過程中觀察發現，取食餌劑的瓜實蠅會排出紅色的排泄物，表示 Phloxine B 會被瓜實蠅排出體外，因排出之 Phloxine B 未經光照，推測應仍具致毒活性。於連續黑暗取食餌劑試驗中發現，餌劑中 Phloxine B 的濃度需要超過 0.5%，才會產生累積於瓜實蠅體內的效果，且濃度愈高致死效果愈快。因此，在無光照的情形下，飼料中 Phloxine B 的濃度、取食量、Phloxine B 排出量、取食或排出之速率、體內累積量均可能影響暗反應之殺蟲機制。Liquido *et al.* (1995) 於試驗過程中發現，取食含較高濃度 Phloxine B 之蛋白質水解物，東方果實蠅會有反芻現象，他們認為此有助毒殺東方果實蠅族群中未取食到餌劑的果實蠅。雖然尚不知此一現象是否亦存在於瓜實蠅，但本試驗已知 Phloxine B 對瓜實蠅同時存在光反應與暗反應的殺蟲機制，相關餌劑的研發將配合瓜實蠅取食行為與田間族群動態之特性探討改進。

瓜實蠅雌蟲取食含 Phloxine B 餌劑，幾乎不會在產卵器產卵，而董等(2002)報告苦瓜即使浸漬高毒效的農藥如芬殺松等亦無法阻止瓜實蠅於小苦瓜上產卵。至目前止，有關 Phloxine B 的研究多著重於殺蟲效力與防治潛能的評估，對於取食含有 Phloxine B 飼料後果實蠅雌蟲的生殖行為則尚無報告可稽。本試驗中 0.125%處理組瓜實蠅雌蟲於試驗後 24 小時的死亡率只有 52.5%，但平均產卵量為 0，與對照組有顯著差異。Phloxine B 抑制瓜實蠅產卵作用機制待進一步研究，但此種作用將提高其應用於田間防治的可行性。

誌 謝

本研究承黎傳宗先生、曾微筑小姐協助試驗進行，文稿英文部份承本所鄭玲蘭小姐撥冗斧正，特此申謝。

引用文獻

- 方敏男、章加寶。1987。瓜實蠅在苦瓜園之族群消長為害及套袋防治觀察。植物保護會刊 29:45-51。
- 李錫山。1972。瓜實蠅之生態研究。植物保護會刊 14:175-182。
- 董耀仁、鄭玲蘭、陳健忠。2002。十種藥劑對瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae*)之室內毒效測定。中華農業研究 51:66-72。
- 劉玉章。1990。瓜實蠅引誘劑之利用。p.115-129。重要蔬菜害蟲綜合防治研討會論文集。中華昆蟲學會編印。
- 劉玉章、蕭添印。1984。瓜實蠅之大量飼育 I。幼蟲飼養技術。興大昆蟲學報 17:1-13。
- Bergsten, D. A. 1997. Phloxine B — A photoactive insecticide. Outlooks on pest management 8:20-23.
- Broome, J. R., M. F. Gallatham, L. A. Lewis, C. M. Ladner, and J. R. Heitz. 1975. The effects of rose bengal on the imported fire ant, *Solenopsis richteri* (Forel). Comp. Biochem. Physiol. 51C:117-121.
- Fondren, J. E. Jr., B. R. Norment, and J. R. Heitz. 1975. Dye-sensitized photooxidation in the house fly, *Musca domestica*. Environ. Entomol. 7:205-208.
- Heitz, J. R. 1995. Pesticidal applications photoactivated molecules. p.1-16. *in*: Light-activated pest control. (Heitz, J. R. and K. R. Downum, eds.) American Chemical Society Press, Washington, DC.
- Licudine, J. A., G. T. Mcquate, R. T. Cunningham, N. J. Liquido, and Q. X. Li. 2001. Efficacy and residues of Phloxine B and uranine for the suppression of Mediterranean fruit fly in coffee fields. Pest Manag. Sci. 58:38-44.
- Lipman, A. L. 1995. Safety of xanthene dyes according to the U. S. Food and Drug Administration. p.34-53. *in*: Light-activated pest control. (Heitz, J. R. and K. R. Downum, eds.) American Chemical Society Press, Washington, DC.
- Liquido, N. J., G. T. Mcquate, and R. T. Cunningham. 1995. Light-activated toxicity of xanthene dyes to oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae): Potential applications in integrated pest management and eradication Programs. p.23 – 35. *in*: Problems and Management of Tropical Fruit Flies. (Chua, T. H. and S. G. Khoo, eds.) Proceedings of the Second International Conference on Malaysian Fruit Flies, Kuala Lumpur, Malaysia.

- Mangan, R. L. and D. S. Moreno. 2001. PhotoActive dye insecticide formulations: adjuvants increase toxicity to Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 94:150-156.
- Mcquate, G. T., R. T. Cunningham, S. L. Peck, and P. H. Moore. 1999. Suppression oriental fruit fly populations with phloxine B – protein bait sprays. *Pestic. Sci.* 55:556-614.
- Moreno, D. S. and R. L. Mangan. 1995. Responses of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) to two hydrolyzed proteins and incorporation of Phloxine B to kill adults. p.257-279. *in: Light-activated pest control.* (Heitz, J. R. and K. R. Downum, eds.) American Chemical Society Press, Washington, DC.
- Moreno, D. S., H. Celedonio, R. L. Mangan, J. L. Zavala, and P. Montoya. 2001. Field evaluation of a phototoxic dye, phloxine B, against three species of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 94:1419-1427.
- Peck, S. L. and G. T. Mcquate. 2000. Field tests of environmentally friendly malathion replacements to suppress wild Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) populations. *J. Econ. Entomol.* 93:280-289.
- Robert, F. 1995. New compounds make light of pests. *Science* 268:806.
- Roessler, Y. 1989. Insecticidal bait and cover sprays. p.329-336. *in: Fruit Flies : Their Biology, Natural Enemies and Control.* (Robinson, A. S. and G. Hooper, eds.) Elsevier, Amsterdam. SAS Institute Inc. 2001. SAS/STAT User's Guide. Version. 8.2, vol 2. SAS Inst., Cary, NC, USA. 943 pp.
- Spikes, J. D. and B. W. Glad. 1964. Photodynamic reaction. *Photochem. and Photobiol.* 3:471-487.
- Vargas, R. I., S. L. Peck, G. T. Mcquate, C. G. Jackson, J. D. Stark, and J. W. Armstrong. 2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoid and a novel bait spray. *J. Econ. Entomol.* 94:817-825.

Evaluation on the Toxic Effects of Phloxine B to the Melon Fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae)¹

Yaw-Jen Dong² and Chien-Chung Chen^{2,3}

Summary

Dong, Y. J. and C. C. Chen. 2004. Evaluation on the toxic effects of phloxine B to the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). J. Agric. Res. China 53:239-248.

Various concentrations of Phloxine B were added into the artificial diets (yeast:sugar=1:3) and fed to adult melon flies, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett), to determine the toxic effects of Phloxine B to the flies. Tests were carried out in the dark as well as under the photoperiod of 12 : 12 (L : D) hr with different intensity of lights to evaluate the influence of light and its intensity on Phloxine B toxicity. Phloxine B elicited toxicity to melon flies and the toxic effects increased with Phloxine B concentration and light intensity. For a short period of feeding (e.g., 4 hr), Phloxine B could cause fly deaths with the light. The concentrations of 1% or higher caused 100% mortality in the flies of both sexes within 4 hr. The Phloxine B-induced mortality in all concentrations occurred within 24 hr and did not increase further thereafter. Without the light, Phloxine B caused death in the flies only with a longer period of feeding (2 days or higher). The 100% mortality were obtained for the flies fed continuously in the dark with 2% and 4% Phloxine B for 5 day and 4 day, respectively. In addition, Phloxine B diets inhibited egg production and at high concentrations impeded feeding as well in melon flies.

Key words: Fruit flies, Xanthene dye, Poisoned bait, Fecundity, Pest control.

-
1. Contribution No.2208 from Agriculture Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: December 12, 2004.
 2. Assistant Researcher, Associate Entomologist, Applied Zoology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
 3. Corresponding author, e-mail: chience@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04) 23302804.