

玫瑰紅、夾竹桃紅染料對入侵紅火蟻之毒效評估

施錫彬、蘇冠中

摘要

本試驗旨在評估玫瑰紅、夾竹桃紅兩種光活化物質運用於防治入侵紅火蟻之可能性。以含玫瑰紅和夾竹桃紅等 6 種不同濃度之 10%蔗糖餌劑餵食入侵紅火蟻為試驗處理，並在無光照及光照 12 小時處理環境下，評估餌劑處理對入侵紅火蟻之死亡率。試驗結果，無光照處理之餌劑對工蟻不具毒性，光照 12 小時之各濃度餌劑，於處理 15 天後工蟻致死率高達 98.6%，對幼蟲致死率則較低為 60.7%以上。

關鍵詞：入侵紅火蟻、光活化物質、玫瑰紅、夾竹桃紅

前言

入侵紅火蟻(Red imported fire ant, RIFA)於 1930 年入侵美國，造成經濟上的損失每年估計在 50 億以上美元，直接對農業上的損失約在 7 億 5 千萬美元以上(Taber, 2000)。2001 年入侵紅火蟻侵入紐西蘭與澳洲，造成部份區域農業與環境上的危機(Natrass and Vandewoude, 2001)。台灣則於 2003 年元月首先在八德市發現(施, 2004)，主要分佈於桃園縣、台北縣以及嘉義縣，危害面積分別超過 38,000、5,000 與 3,500 ha，鄰近縣市也有零星疫情傳出。入侵紅火蟻在農業上危害除直接危害取食物種子、果實、幼苗、嫩莖及地下根，影響作物生長與收成外，間接危害則會造成農民在耕作及採收時會遭受攻擊叮咬螫傷增加操作困擾(Adams et al. 1976, 1977)。目前以化學藥劑使用最廣泛，且可有效防治紅火蟻數量(William 1994)，此種紅火蟻具高生殖率及成熟快，所以防治方法須具高致死率，方才有效(Davidson and Stone 1989)。接觸性藥劑處理主要用於居家及少數獨立蟻塚(Banks 1994)。惟此種藥劑處理獨立蟻塚並不是 100%有效，其群落會在附近重新建立(Green 1952)。利用慢性毒餌在長期性防治上較有效果。Vinson and Sorenson (1986)提到有灌注蟻塚、表面撒粉劑、蟻塚注射、餌劑、機械防治及居家療法等 6 種可以有效防治入侵紅火蟻，由於目前藥劑及防治技術效果欠佳，故亟需開發防治技術並篩選防治藥劑，進行防治，以遏止其蔓延。

某些光活性分子經光線照射後，會對活的細胞產生毒性反應，輕則導致生物不正常生長發育，重則導致死亡，此種對生物、細胞、病毒產生傷害或致死，或對生物分子產生化學變異的反應稱之為光動力反應(Photodynamic reaction)，又稱光敏反應、光化學反應。Barbieri (1928)研究發現，數種二苯并吡喃染料如：伊紅(Eosin)、赤藓紅(Erythrosin)、玫瑰紅(Rose Bengal)，於光照下對蚊子幼蟲產生毒性。而後 Schildmacher (1950)及 Yoho 等人(1971)亦證實 Barbieri 的發現。這些染料對昆蟲蟻蟻亦有同樣的

致毒作用，無光下，夾竹桃紅及玫瑰紅對入侵黑蟻(*Solenopsis richeri*)亦具致死作用，惟反應時間較有光照的情形下長(Broome et al., 1975; David and Heitz, 1978)。故本計畫目的在探討玫瑰紅及夾竹桃等光敏物質對入侵紅火蟻致死效應。

材料與方法

一、玫瑰紅、夾竹桃紅染料對入侵紅火蟻毒效研究

試驗於實驗室內進行，在實驗前 3 天停止食物的供給，室溫下(25°C)以 20 隻工蟻及 10 隻幼蟲為一組，放於邊緣塗有聚四氟乙烯(Fluon)直徑 9 cm 培養皿中。將玫瑰紅(rose bengal)及夾竹桃紅(phloxine)分別配成 0.125%、0.25%、0.5%、1%、2%、4%等 6 種濃度之 10%蔗糖餌劑為試驗處理，以純 10%蔗糖餌劑為對照，4 重複。用直徑約 0.5 cm 的棉花球吸飽處理之餌劑後置於培養皿中，並供應一吸飽蒸餾水的棉花球(直徑 0.5 cm)，經過一天的取食後取出，改供應 10%糖水食物並進行未照光及照光 12 小時處理，餌劑處理後 1、2、4、8、11、15 天記錄入侵紅火蟻工蟻及幼蟲死亡數。

二、含玫瑰紅、夾竹桃紅染料玉米餌劑對入侵紅火蟻殘毒藥效之研究

試驗於實驗室內進行，將 0.05 g 之玫瑰紅及夾竹桃紅分別配製 0.125%、0.25%、0.5%、1%、2%、4%等 6 種濃度的玉米碎粒，以 0.05 g 之原玉米碎粒作為對照，5 重複，測試入侵紅火蟻之取食忌避情形，取食時間為 24 小時，於藥劑放入之後第 1、2、4、8、11、15 天記錄入侵紅火蟻活動情形，活動情形之判定以驚擾蟻塚後一分鐘內在蟻塚上所觀察到的作為判定活動指數的依據，活動指數的蟻隻數判定共分 4 級：第 1 級為 0-5 隻，第 2 級為 5-50 隻，第 3 級為 51-100 隻，第 4 級為：101 隻以上。另以 4%玫瑰紅、1%夾竹桃之玉米餌劑及不施藥為對照等 3 處理，3 重複，於實驗室內進行對入侵紅火蟻之毒效研究。試驗前 3 天停止食物的供給，但持續供應水，試驗處理時分不照光及照光 12 小時兩組，處理後 3、7、14 天紀錄入侵紅火蟻活動指數。

結果與討論

一、玫瑰紅、夾竹桃紅染料對入侵紅火蟻毒效研究

以不同濃度玫瑰紅染料餌劑餵食入侵紅火蟻後調查其對入侵紅火蟻之致死效應，結果如表 1、2，不同濃度玫瑰紅染料餌劑餵食 24 小時後經光照 12 小時處理，4%濃度處理之工蟻致死率第 2 天即達 64.1%，0.50%濃度以上玫瑰紅染料餌劑處理的工蟻致死率第 4 天均大於 60.8%，隨濃度升高死亡率增加；所有供試餌劑處理的工蟻的死亡率第 8 天都超過 74%，到第 15 天時各濃度處理的死亡率皆超過 98.6%，而暗處理之不同濃度玫瑰紅染料餌劑餵食 15 天後各處理之工蟻致死率為 3.90-6.49%，處理間差異不顯著，顯示玫瑰紅染料餌劑必須經光照處理方對工蟻具高致死效應(表 1)，至於對幼蟲之致死效應，亦必須在光處理下至第 15 天各濃度處理致死率方可提高至 60.7%以上(表 2)。

表 1. 含不同濃度玫瑰紅之 10%蔗糖餌劑對入侵紅火蟻工蟻之致死效應

Table 1. Effect of 10% sugar diets containing Rose Bengal of different concentration on the mortality of *Solenopsis invicta* worker.

玫瑰紅濃度(%) Conc. of Rose Bengal (%)	死亡率(%) Mortality (%)					
	In the dark					
	1 天	2 天	4 天	8 天	11 天	15 天
0.125	0.00 a	1.25 a	3.80 a	3.90 a	5.19 a	5.19 a
0.25	0.00 a	0.00 a	1.27 a	3.90 a	3.90 a	5.19 a
0.50	2.50 a	2.50 a	3.80 a	5.19 a	6.49 a	6.49 a
1.00	1.25 a	1.25 a	1.27 a	2.60 a	3.90 a	5.19 a
2.00	0.00 a	1.25 a	1.27 a	1.30 a	2.60 a	3.90 a
4.00	1.25 a	1.25 a	1.27 a	2.60 a	3.90 a	5.19 a
CK	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
	In photoperiod of 12hrs					
	1 天	2 天	4 天	8 天	11 天	15 天
0.125	2.5 ab	18.0 d	35.1 d	76.4 c	95.7 a	98.6 a
0.25	3.8 a	18.0 d	44.6 d	86.1 b	98.6 a	100.0 a
0.50	0.0 b	32.1 c	60.8 c	93.1 ab	98.6 a	100.0 a
1.00	1.3 ab	50.0 b	70.3 bc	95.8 a	100.0 a	100.0 a
2.00	0.0 b	55.1 ab	75.7 ab	93.1 ab	98.6 a	100.0 a
4.00	2.5 ab	64.1 a	86.5 a	97.2 a	98.6 a	100.0 a
CK	0.0 c	0.0 be	0.0 e	0.0 d	0.0 b	0.0 b

同行英文字相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significantly different by LSD at 5% probability level.

表 2. 含不同濃度玫瑰紅之 10%蔗糖餌劑對入侵紅火蟻幼蟲之致死效應

Table 2. Effect of 10% sugar diets containing Rose Bengal of different concentration on the mortality of *Solenopsis invicta* larvae.

玫瑰紅濃度(%) Conc. of Rose Bengal (%)	死亡率(%) Mortality (%)					
	In the dark					
	1 天	2 天	4 天	8 天	11 天	15 天
0.125	2.5 a	2.5 a	0.0 b	13.2 b	10.8 bc	10.8 bc
0.25	0.0 a	0.0 a	12.8 a	23.7 ab	21.6 ab	21.6 ab
0.50	2.5 a	2.5 a	10.3 ab	23.7 ab	21.62 ab	21.6 ab
1.00	2.5 a	2.5 a	7.7 a	21.1 ab	18.9 ab	21.6 ab
2.00	2.5 a	2.5 a	10.3 a	26.3 a	27.0 a	27.0 a
4.00	2.5 a	2.5 a	15.4 a	23.7 ab	18.9 ab	21.6 ab
CK	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 d	0.0 d
	In photoperiod of 12hrs					
	1 天	2 天	4 天	8 天	11 天	15 天
0.125	2.5 a	7.9 bcd	11.1 ab	20.0 a	44.8 a	60.7 a
0.25	0.0 a	5.3 cd	11.1 ab	16.7 ab	34.5 a	57.1 a
0.50	2.5 a	15.8 abc	22.2 a	23.3 a	34.5 a	60.7 a
1.00	0.0 a	21.1 a	25.0 a	26.7 a	44.8 a	67.7 a
2.00	0.0 a	18.4 ab	19.4 a	23.3 a	51.7 a	71.4 a
4.00	0.0 a	15.8 abc	22.2 a	23.3 a	48.3 a	64.3 a
CK	0.0 b	0.0 e	0.0 c	0.0 c	0.0 b	0.0 b

同行英文字相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significantly different by LSD at 5% probability level.

二、夾竹桃紅染料對入侵紅火蟻毒效研究

夾竹桃紅染料餌劑對入侵紅火蟻工蟻的致死效應如表 3，無光照之各濃度處理第 15 天的工蟻死亡率皆約為 10-15%；而經光照 12hr 處理之餌劑對工蟻之致死率則大為提高，2.00%濃度餌劑處理第 2 天便有 30.8%的死亡率，第 8 天 0.25%濃度以上的餌劑對工蟻的死亡率均超過 60%；第 15 天的死亡率更高達 90%以上。無光照之各濃度餌劑死亡率皆在 20-30%左右，顯示致死效應不佳；經光照之各濃度餌劑處理第 8 天後幼蟲死亡率已達 23.3-36.7%，至第 15 天各濃度之幼蟲死亡率為 67-75%左右，顯示照光可提昇夾竹桃染料對入侵紅火蟻幼蟲的致死效應(表 4)。

表 3. 含不同濃度夾竹桃紅之 10%蔗糖餌劑對入侵紅火蟻工蟻之致死效應

Table 3. Effect of 10% sugar diets containing Phloxine B of different concentration on the mortality of *Solenopsis invicta* worker.

夾竹桃紅濃度(%) Conc. of Phloxine B (%)	死亡率 (%) Mortality (%)					
	In the dark					
	1 天	2 天	4 天	8 天	11 天	15 天
0.125	2.5 a	7.5 a	7.6 a	10.4 a	10.4 a	11.7 a
0.25	1.3 a	6.3 a	6.3 a	13.0 a	13.0 a	14.3 a
0.50	3.8 a	5.0 ab	5.1 ab	13.0 a	14.3 a	15.6 a
1.00	1.3 a	1.3 bc	3.8 ab	11.7 a	11.7 a	11.7 a
2.00	0.0 a	0.0 c	3.8 ab	13.0 a	13.0 a	14.3 a
4.00	0.0 a	0.0 c	3.8 ab	13.0 a	13.0 a	13.0 a
CK	0.0 a	0.0 c	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 b
	In photoperiod of 12hrs					
	1 天	2 天	4 天	8 天	11 天	15 天
0.125	3.8 a	7.7 de	6.8 c	44.4 b	70.0 b	88.4 a
0.25	5.0 a	12.8 cd	16.2 c	62.5 a	75.7 ab	91.3 a
0.50	5.0 a	18.0 bc	28.4 b	69.4 a	84.3 a	94.2 a
1.00	3.8 a	26.9 ab	46.0 a	76.4 a	87.1 a	97.1 a
2.00	6.3 a	30.8 a	44.6 a	66.7 a	81.4 a	94.2 a
4.00	2.5 a	19.2 bc	32.4 b	68.1 a	82.9 a	95.7 a
CK	0.0 b	0.0 f	0.0 d	0.0 c	0.0 c	0.0 b

同行英文字相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significantly different by LSD at 5% probability level.

表 4. 含不同濃度夾竹桃紅之 10%蔗糖餌劑對入侵紅火蟻幼蟲之致死效應

Table 4. Effect of 10% sugar diets containing Phloxine B of different concentration on the mortality of *Solenopsis invicta* larvae.

夾竹桃紅濃度(%) Conc. of Phloxine B (%)	死亡率 (%) Mortality (%)					
	In the dark					
	1 天	2 天	4 天	8 天	11 天	15 天
0.125	5.0 a	15.0 a	15.4 a	23.7 a	21.6 a	21.6 a
0.25	2.5 a	12.5 a	12.8 a	29.0 a	27.0 a	27.0 a
0.50	7.5 a	10.0 ab	10.3 ab	29.0 a	27.0 a	29.7 a
1.00	2.5 a	2.5 bc	7.7 ab	26.3 a	24.3 a	27.0 a
2.00	0.0 a	0.0 c	7.7 ab	29.0 a	27.0 a	27.0 a
4.00	0.0 a	0.0 c	7.7 ab	29.0 a	29.7 a	29.7 a
CK	0.0 a	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
	In photoperiod of 12hrs					
	1 天	2 天	4 天	8 天	11 天	15 天
0.125	10.0 a	15.8 a	16.7 a	23.3 a	55.2 a	71.4 a
0.25	10.0 a	18.4 a	27.8 a	33.3 a	65.5 a	71.4 a
0.50	12.5 a	18.4 a	22.2 a	33.3 a	62.1 a	67.9 a
1.00	7.5 ab	18.4 a	27.8 a	36.7 a	65.5 a	75.0 a
2.00	2.5 ab	15.8 a	30.6 a	36.7 a	65.5 a	71.4 a
4.00	5.0 ab	13.2 a	27.8 a	33.3 a	58.6 a	67.9 a
CK	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b

同行英文字相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significantly different by LSD at 5% probability level.

三、含玫瑰紅、夾竹桃紅染料之玉米餌劑對入侵紅火蟻毒效研究

於實驗室進行本研究，結果發現在未經光照處理下，在第 15 天時光活化物對於入侵紅火蟻活動指數並無影響，而經過光照處理下第 7 天時玫瑰紅玉米餌劑處理之入侵紅火蟻活動指數從 4.0 下降至 3.7，夾竹桃紅玉米餌劑處理下則降至 3.3，並且有明顯屍堆產生，到第 14 天時入侵紅火蟻活動指數下降至 2.3，可見在蟻塚保護下，光照處理對入侵紅火蟻之毒性降低(表 5)，因此，光活化物質應用於蟻塚上防治入侵紅火蟻還需進一步研究。

表 5. 含玫瑰紅、夾竹桃紅染料餌劑對入侵紅火蟻活動指數效應

Table 5. Effects of feeding *Solenopsis invicta* with the baits contained Rose Bengal and Phloxine B on the activity index of them.

處理 Treatment	活動指數 Activity index		
	In the dark		
	3 天	7 天	14 天
4.00%玫瑰紅餌劑 4.00% Rose Bengal bait	4.00	4.00	4.00
0.01%夾竹桃紅餌劑 0.01% Phloxine B bait	4.00	4.00	4.00
CK	4.00	4.00	4.00
	In photoperiod of 12hrs		
	3 天	7 天	14 天
	4.00%玫瑰紅餌劑 4.00% Rose Bengal bait	4.00	3.7
0.01%夾竹桃紅餌劑 0.01% Phloxine B bait	4.00	3.3	2.3
CK	4.00	4.0	4.0

參考文獻

施錫彬。2004。認識新近入侵紅火蟻。桃園區農業改良場農訊 49:8-9。

Adams, C. T., J. K. Plumley, C. S. Lofgren, and W. A. Banks. 1976. Economic importance of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren. I. Preliminary investigations of impact on soybean harvest. J. Georgia Entomol. Soc. 2: 165-169.

Adams, C. T., J. K. Plumley, W. A. Bank, and C. S. Lofgren. 1977. Impact of red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) on harvest of soybean in North Carolina. J. Elisha Mitchell Soc. 93: 150-152.

Banks, W. A. 1994. Chemical control of the red imported fire ants. pp. 596-603 In: D. F. Williams eds. Exotic Ant: biology, impact, and control of introduced Species. Westview Press, Boulder, CO.

Broome, J. R., Gallatham, M. F., Lewis, L. A., Ladner, C. M., and Heitz, J. R. 1975. The effects of rose Bengal on the imported fire ant, *Solenopsis richteri* (Forel). Comp. Biochem. Physiol. 51C: 117-121.

David, R. M. and J. R. Heitz. 1978. Toxicity of and imported fire ant bait based on phoxin B (D + C Red 27). J. Agric. Food. Chem. 26: 99-101.

Davidson, N. A. & N. D. Stone. 1989. Imported fire ants, pp. 196-217. In Dahlsten, D. L. & R. Garcia (eds.), Eradication of Exotic Pests: Analysis with Case Histories. Yale Univ. Press, New Haven, CT.

- Green, H. B. 1952. Biology and control of the imported fire ant in Mississippi. J. Econ. Entomol. 45:593-597.
- Natrass, R., and C. Vanderwoude. 2001. A preliminary investigation of the ecological effects of Red Imported Fire Ants (*Solenopsis invicta*) in Brisbane. Ecol. Manag. and Restoration 2: 220-223.
- Taber, S.W. 2000. Fire Ants. College Station, TX: Texas A&M University Press. 308 pp.
- Vison, S. B., Sorenson, A. A. 1986. Imported Fire Ants: Life History and Impact. The Texas Department of Agriculture. P. O. Box 12847, Austin, Texas 78711.
- Willians, D. F. 1994. Impact of the invasion of *Solenopsis invicta* (Buren) in the United States. pp. 282-292 In: D. F. Willians ed. Exotic Ants: Biology, impact, and control of introduced species. Westview Press, Boulder, CO

Evaluation of Rose Bengal and Phloxine B Compounds on the mortality of Red Imported Fire Ant (*Solenopsis invicta* Buren)

Hsi-Pin Shih and Kuan-Chung Su

Abstract

The test was conducted to estimate the feasibility of killing red imported fire ant, RIFA by feeding them with the baits of light activated materials of Rose Bengal and Phloxine B. RIFA were fed with 10% sucrose baits contained Rose Bengal and Phloxine B of six rates respectively and kept them in the dark or 12 hrs light environment. The results showed that these baits were not toxic to RIFA workers when the workers were kept them in the dark environment after feeding, whereas the mortality of workers and larvae treated with these baits were up to 98.6% and over 60.7% respectively, if they were kept in the 12 hrs light environment after feeding 15 days.

Key words: red imported fire ant, toxicity, Rose Bengal, Phloxine B