

計畫編號：DOH92-DC-2036

行政院衛生署疾病管制局九十二年度自行研究計畫

登革熱病媒蚊藥效試驗及緊急噴藥標準 作業規範

自行研究成果報告

執行機構：疾病管制局

研究主持人：鄧華真

共同研究主持人：夏維泰

研究人員：楊致璋、王浩昱

執行期間：92年6月1日至92年12月31日

計畫期程：92年6月1日至93年12月31日

* 本研究報告僅供參考，不代表衛生署疾病管制局意見 *

目錄

摘 要	1
前 言	2
材料與方法	3
結果與討論	4
參 考 文 獻	7

圖次

圖一、 昆蟲生長條屈劑百利普芬對不同品系埃及斑蚊及白線斑蚊藥效.....	6
--------------------------------------	---

表次

表一、 本實驗使用藥品基本資料.....	4
表二、 不同品系埃及斑蚊幼蚊接觸不同種類藥劑後 24 小時之死亡率(%).....	4
表三、 不同品系白線斑蚊幼蚊接觸不同種類藥劑後 24 小時之死亡率(%).....	5
表四、 埃及斑蚊成蚊(3-7 天未吸血雌蚊)對市售殺蟲劑藥效試驗結果.....	7

摘要

登革熱為近年來台灣地區最嚴重的病媒性疾病，2002 年的確定病例超過 5000 人，造成 21 人死亡。在疫苗未研發前，必須靠有效的病媒蚊防治，來預防及防治登革熱。本實驗選定登革熱經常發生的高高屏地區採集之登革熱病媒蚊，測試其幼蚊及成蚊對於市售殺蟲劑的藥效，其中滅幼蚊劑 12 種包括 2 種有機磷類、2 種除蟲菊精類、1 種微生物殺蟲劑和 1 種昆蟲生長調節劑。結果除高雄縣白線斑蚊對陶斯松死亡率偏低外，其餘處理組別 24 小時死亡率都超過 90%，可持續使用於大型無法清除的積水容器。

中文關鍵詞：埃及班蚊、白線班蚊、幼蚊防治、殺蟲劑藥效

Abstract

Dengue is the most serious vector-borne infectious disease in Taiwan. In 2002, indigenous confirmed cases of dengue were over 5000. It caused 21 death. Before vaccine is available, we have to rely on effective mosquito control to prevent and control dengue. This project was to evaluate the efficacy of commercial insecticides to larvae and adults of dengue vectors in southern Taiwan. Twelve larvicides, including 2 organophosphates, 2 pyrethroids, 1 bactericide and 1 insect growth regulator were tested. Except the mortality of *Aedes albopictus* collected from Kaohsiung County for Chlorpyrifos, Twenty-four hour mortality for other strains were over 90%. Therefore these larvicides can be continuously used in large water-filled containers which is not disposable for dengue control.

Keyword: *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, larval control, Insecticide efficacy.

前言

台灣地處熱帶及亞熱帶地區，氣候高溫多溼，極適病媒蚊繁殖孳生。台灣登革熱自 76-77 年在南部爆發登革熱大流行以來(77 年因為跨年流行，而病例高達 4389 例)，每 3 年就就有登革熱局部流行，更於 84-85 年跨過北迴歸線，在台北縣中和市、台北市及台中市均有小規模流行，直至 91 年南部地區再度因為跨年流行，而攀至最高點(超過五千病例)，登革出血熱病例更高達 240 例(死亡率為 8.75%)。登革熱防治目前因為沒有疫苗及特效藥，所以必須從防治登革熱病媒蚊做起。病媒蚊防治的措施包括挨家挨戶的孳生源清除、施放食蚊魚、使用殺幼蚊劑、緊急空間噴灑滅成蚊及個人防護等。

在台灣殺蟲劑的使用除農業使用外，民眾用來防治居家衛生害蟲，及政府用來防治疾病。疾病防治，最早可溯自瘧疾防治，大量使用 DDT 進行戶內殘效性噴灑(DOH 1993)，而 DDT 屬於長效性殺蟲劑，會與除蟲菊精類產生交叉抗性(Brogdon and McAllister, 1998)。自 77-78 年後，登革熱防治在有病例時進行緊急噴藥，即在登革熱病例住家、工作場所及活動地點，周圍 50 公尺進行殺蟲劑噴灑，噴灑藥劑以除蟲菊精類為主，有機磷劑為輔。

長期使用殺蟲很容易造成蚊蟲產生抗藥性，使防治工作失敗 (Brown, 1986, 林鶯熹等, 1997)。截至目前，抗藥性的問題都是地區性且暫時性的，與當地的用藥及蚊蟲種類有關(Brogdon & McAllister 1998, Rawlins, 1998)。例如①美國中西部在颶風過後 1-2 年，因為颶風用藥產生抗藥性，導致病媒性疾發生率增加(CDC 1993)②在拉丁美洲長期使用馬拉松防治登革熱，導致熱帶家蚊產生抗藥性，但對埃及斑蚊則沒有產生抗藥性(Coto et al. 2000)。在東南亞及美洲除蟲菊精類對埃及斑蚊的抗藥性對防治登革熱病媒蚊的影響已引起重視，而亞培松在 1996-2000 年在巴西大量使用，已產生抗藥性(Zaim & Guillet, 2002)。目前台灣依據最近初步研究指出台灣埃及斑蚊的抗藥性亦因地區而有不同，例如高雄市苓雅區對測試的四種除蟲菊精類抗藥性較嚴重，僅有機磷劑沒有抗藥性，而其他地區除百滅寧及依芬寧有抗藥性外，其他藥劑均沒有抗藥性發生(徐爾烈, 2002, 張念台, 2003)。依據陳錦生教授(2003)的初步研究結果顯示白線斑蚊沒有抗藥性產生的問題，可能因為白線斑蚊孳生及棲息於戶外，接觸藥劑的機會較少。

台灣目前經環保署登記核可防成蚊的特殊環境衛生用藥有效成份，共有三大類，氨基甲酸鹽劑一種(安丹 Propoxur)、有機磷劑五種(陶斯松 Chlorpyrifos 撲滅松 Fenitrothion 亞特松 Pirimiphos-methyl 亞培松 Temephos 必芬松 Pyridaphenthion) 及除蟲菊精類十六種(百亞列寧 Bioallethrin、右亞列寧 S-Bioallethrin、異亞列寧 d-allethrin 賽飛寧 Cyfluthrin 賽洛寧 Lambda-cyhalothrin 賽酚寧 Cyphenothrin 賽滅寧 Cypermethrin、賜百寧 Esbiothrin、酚丁滅寧 Phenothrin、亞滅寧 Alpha-cypermethrin 第滅寧 Deltamethrin 芬化利 Fenvalerate 百滅寧 Permethrin 治滅寧 Tetramethrin、異治滅寧 d-tetramethrin 及依芬寧 Etofenprox)。一般環境衛生用藥滅幼蚊的有效成份有蘇力菌 *Bacillus thuringiensis* Serotype H-14、百利普芬 Pyriproxyfen、亞培松 Temephos、必列寧 Pyrethrins、賽滅寧 Cypermethrin、陶斯松 Dursban 等六種藥劑。依據環保署環境衛生用藥登記審查作業流程，僅需進行一個地區一種蚊蟲藥劑試驗，且試驗代數為五代內之野外族群，即可登記為滅蚊藥劑。所以目前台灣登記核可的藥劑無法保證對台灣所有地區的蚊蟲具有相同的防治效果。

登革熱緊急噴藥係使用空間噴灑來防治雌蚊，而防治效果除病媒蚊抗藥性外，尚取決於環境因素(戶外為噴藥天候狀況及戶內指密閉狀況)、操作的人員、殺蟲劑的霧粒大小等。操作的人員可經過定期訓練及監督，而空間噴灑防治成蚊最適霧粒大小為 10-25

微米(Curtis & Beidler 1996),此乃由噴霧機所控制,所以為維持有效防治,必需建立噴灑標準作業流程,並加入藥效及霧粒大小的監測機制。本計劃的目的為測試市售殺蟲劑及噴霧器對不同地區登革熱病媒蚊滅蚊效果,並建立登革熱緊急噴藥噴灑作業流程,以利登革熱防治用。

材料與方法

1.供試材料採集：

於台南縣永康市、台南市中區及西區、高雄市前鎮區、三民區、苓雅區、左營區、高雄縣鳳山市、林園鄉、岡山鎮、屏東縣屏東市、東港鎮等地區,採集埃及斑蚊,攜回實驗室內,飼養至第二代,供作實驗。

2.供試蚊蟲培養：

埃及斑蚊幼蟲飼於塑膠水盆中,以台糖酵母+豬肝粉(1:1)飼育,每盆(30*24*2.5公分),約飼養 500-800 隻幼蟲,每日刮去水膜並餵食,化蛹後置於水杯中,再放入養蟲籠中(30*30*20公分),供給 5%糖水。另以小白鼠供雌成蚊吸血,以水杯浸紙片供其產卵,卵片收集乾燥後,再放入水中孵化。養蟲室維持 25-28 °C,相對溼度 70%,光照 12 小時。

3.市售殺蟲劑成品：因市售殺蟲劑品質變異大,四次重複使用不同地區不同時間所採購的藥劑。

4.感藥性測試：

(1)成蚊感藥性試驗：先將市售殺蟲劑成品以玻璃筒試驗法篩選,死亡率在 90%以上者,再以目前衛生局所有的噴霧器進行玻璃室試驗,以決定藥劑噴灑作業流程。

①成蟲玻璃筒試驗：將 2-6 天大未吸血雌蚊 20 隻置於玻璃缸(直徑 20*高 20 公分)中,再放於升降平台上。將玻璃筒與玻璃缸間之隔板拉上,再自上方噴頭噴出 1.57ml(=50ml/m²)之藥劑,而後拉開隔板,30 秒後計算被擊昏之蚊蟲數目,並置放 30 分後移至觀察杯中,觀察其 24 小時之死亡率。重複四次,每次重複藥劑換瓶重配,對照組以敏感品系及藥劑所使用的溶劑(但是若無法得知藥劑的溶劑,則以水替代)測試之。

②成蟲玻璃室試驗：玻璃室空間大小 50m³。將噴霧器流速定於每 100m² 噴灑時間為 2-3 分鐘及 4-5 分鐘,將 2-6 天未吸血的埃及斑蚊雌蚊 20 隻,以網籠吊掛於玻璃室中,距離地面約 1-2 公尺。先以水噴洒,當作對照組後,再進行藥劑噴灑,噴洒藥劑後 30 分鐘,移出網籠至通風處,並觀察擊昏率,另再置於生長箱中(25°C,RH70%),飼以 10%糖水,並觀察記錄其 24 小時後之死亡率。共重複四次。

(1)幼蟲感藥性試驗(浸浴法試驗)：

①於燒杯中裝入定量的水,再加入推薦劑量的藥劑(測試藥劑包括蘇力菌 *Bacillus thuringiensis* Serotype H-14、百利普芬 Pyriproxyfen、亞培松 Temephos、必列寧 Pyrethrins、賽滅寧 Cypermethrin、陶斯松 Dursban)(如表一),而後接入不同地區之埃及斑蚊四齡幼蟲及蛹各 25 隻,24 小時後觀察記錄其死亡率。對照組則不置放藥劑。

②長效測試：將裝水及推薦劑量的水盆，置於生長箱中，(25 °C，RH70%)，再分別於 7,14,21,28,35 日時接入各地區之埃及斑蚊四齡幼蟲及蛹各 20 隻，觀察記錄其 24 小時死亡率。對照組則不置放藥劑。

5. 緊急噴藥標準作業程序制定的方法：包括收集資料、地方工作人員訪談、專家學者討論，最後召開會議等工作。

表一. 本實驗使用藥品基本資料

編號	有效成份	含量	劑型	商品名	製造廠商	推薦濃度(AI)
陶斯松 1	陶斯松	1.00%	片劑	加吉本	加吉實業有限公司	28.7mg/m ²
陶斯松 2	Chlorpyrifos	1.50%	片劑	滿堂春	日農企業股份有限公司	0.15-0.3mg/l
陶斯松 3		2.00%	粒劑	必有效	加吉實業有限公司	10mg/l
亞培松 1		1.00%	砂粒劑	蚊戰	薇爾登股份有限公司	1mg/l
亞培松 2	亞培松	1.50%	粒劑	真正讚	日農企業股份有限公司	0.75mg/l
亞培松 3	Temephos	1.00%	砂粒劑	淨文	Cyanamid Quimica do Brasil Ltda.	5-10mg/m ²
賽滅寧	賽滅寧 Cypermethrin	1.00%	乳膏片劑	力特增	日農企業股份有限公司	0.1-0.2mg/l
天然除蟲菊	天然除蟲菊 Pyrethrins	0.20%	粉劑	特達 D-20	Timcorp Environmental Technologies USA	1-2g/l
蘇力菌 1	蘇力菌	0.20%	粒劑	蚊必滅	美國亞培大藥廠	11-22mg/m ²
蘇力菌 2	<i>Bacillus</i>	2.86%	粒劑	ARBICO mosquito bits	ARBICO Evironmentals	18.6mg/m ²
蘇力菌 3	<i>thuringiensis</i> H-14	10.00%	塊劑	ARBICO mosquito dunks	ARBICO Evironmentals	180mg/m ²
百利普芬	百利普芬 Pyriproxyfen	0.50%	粒劑	駐樂寶	Sumitomo Chemical CO.,Ltd.	5mg/m ³

結果與討論

南部六縣市的埃及斑蚊對於所有測試殺幼蚊劑均有良好的防治效果(24 小時死亡率 95%)(表二)，其中台南縣、台南市及高雄市的埃及斑蚊 24 小時死亡率達 100%，高雄縣(95%)和屏東市(96.3%)埃及斑蚊除了一種陶斯松產品 24 小時死亡率未達 100%外，其餘皆為 100%。東港鎮埃及斑蚊在受測的 11 個市售藥劑中，有 8 個藥劑處理後蚊蟲 24 小時死亡率未達 100%，但死亡率均在 95%以上。

表二、埃及斑蚊 3-4 齡幼蚊對一般市售殺蟲劑藥效試驗結果。

藥劑有效成分	濃度	施用劑量	24 小時死亡率					
			台南縣	台南市	高雄縣	高雄市	屏東市	東港鎮
陶斯松 1	1.0%	2g/m ²	100%	100%	100%	100%	100%	99%
陶斯松 2	1.5%	0.01g/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
陶斯松 3	2.0%	0.05g/l	100%	100%	95%	100%	96%	99%
亞培松 1	1.0%	0.5g/m ²	100%	100%	100%	100%	100%	95%
亞培松 2	1.5%	0.05g/l	100%	100%	---	---	100%	100%

亞培松 3	1.0%	0.5-1g/ m ²	100%	100%	100%	100%	100%	99%
蘇力菌 1	0.2%	1g/m	100%	100%	100%	100%	100%	98%
蘇力菌 2	2.9%	0.03g/m ²	100%	100%	100%	100%	100%	99%
蘇力菌 3	2.9%	0.45g/m ²	100%	100%	100%	100%	100%	98%
賽滅寧	1.0%	0.01g/l	100%	100%	---	---	100%	100%
IGR*	0.5%	2g/m ³	100%	100%	100%	100%	100%	96%
對照組			0%	0%	0%	0%	0%	1.25%

南部六縣市的白線斑蚊除陶斯松藥劑(88.8%,84%及 55%)外,對於其他測試殺幼蚊劑均有良好的防治效果(24 小時死亡率 > 90%)(表三)。台南縣白線斑蚊對所有測試藥劑 24 小時死亡率均為 100%。台南市白線斑蚊對兩種亞培松藥劑 24 小時死亡率為 97.5%,高雄縣白線斑蚊對兩種陶斯松藥劑的 24 小時死亡率分別為 88.8%和 55%,而高雄市白線斑蚊則對三種蘇力菌藥劑及一種亞培松藥劑 24 小時死亡率皆未達 100%。屏東市白線斑蚊則對一種陶斯松藥劑、一種亞培松藥劑、及一種蘇力菌藥劑的死亡率未達 100%。東港鎮白線斑蚊對三種陶斯松藥劑及二種亞培松藥劑死亡率未達 100%,其中一種陶斯松藥劑死亡率未達 90%。Brown 等人 (2001) 以 4 種不同的蘇力菌液劑產品測試 3 種斑蚊,研究者認為不同的產品造成的感受性有差異或許與產品的製程,甚至與每一批貨品藥效不同有關。

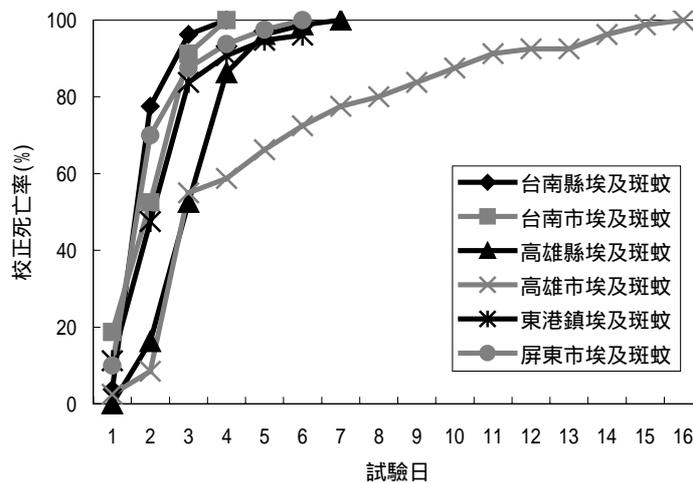
表三、白線斑蚊 3-4 齡幼蚊對一般市售殺蟲劑藥效試驗結果。

藥劑 有效成分	濃度	施用劑量	24 小時死亡率					
			台南縣	台南市	高雄縣	高雄市	屏東市	東港鎮
陶斯松 1	1.0%	2g/m ²	100%	100%	100%	100%	95%	99%
陶斯松 2	1.5%	0.01g/l	100%	100%	89%	100%	100%	84%
陶斯松 3	2.0%	0.05g/l	100%	100%	55%	100%	100%	94%
亞培松 1	1.0%	0.5g/m ²	100%	98%	100%	99%	98%	99%
亞培松 2	1.5%	0.05g/l	100%	100%	100%	100%	100%	98%
亞培松 3	1.0%	0.5-1g/ m ²	100%	98%	100%	100%	100%	100%
蘇力菌 1	0.2%	1g/m	100%	100%	100%	99%	100%	100%
蘇力菌 2	2.9%	0.03g/m ²	100%	100%	100%	99%	99%	100%
蘇力菌 3	2.9%	0.45g/m ²	100%	100%	100%	98%	100%	100%
賽滅寧	1.0%	0.01g/l	100%	100%	100%	100%	99%	100%
天然除蟲菊	0.2%	1-2g/l	100%	100%	---	100%	100%	100%
IGR*	0.5%	2g/m ³	100%	100%	100%	100%	100%	100%
對照組			0%	0%	0%	1.3%	0%	0%

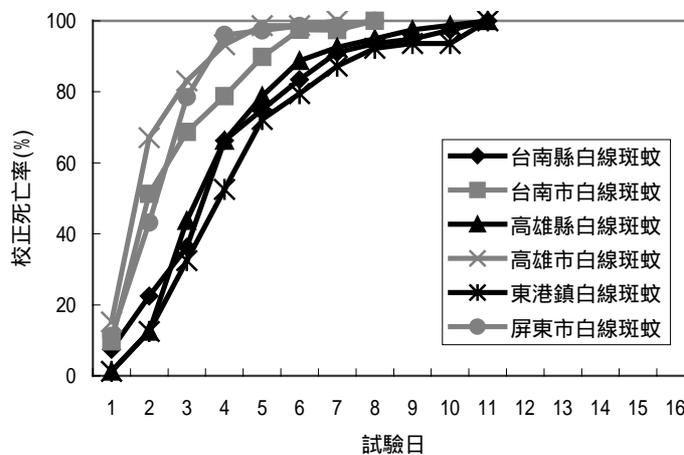
昆蟲生長調節激素百利普芬 (pyriproxyfen)對蚊蟲的作用機制屬於昆蟲發育抑制劑,其化學構造類似昆蟲激素之化合物,施用後干擾昆蟲體內激素之平衡,導致昆蟲不

能羽化、死亡或無法生育，以成熟之四齡幼蟲敏感度最高(Ho et al. 1990;何及杭，1997)。本試驗顯示台灣高高屏地區埃及斑蚊及白線斑蚊對百利芬普具高度感受性，羽化率下降，死亡率增高。所有品系埃及斑蚊處理後 24 小時死亡率均低於 20%以下，處理後第 3 日除高雄市(50%)外，其他品系埃及斑蚊死亡率皆大於 50%。大多數品系死亡率在處理後 2、3 日開始快速上升，於 4-7 天內全數死亡或羽化(東港鎮埃及斑蚊 80 隻中有 3 隻羽化)，而僅高雄市埃及斑蚊之死亡率除處理後第 3 日上升幅度較大，之後緩步上升，直至第 16 日才全部死亡(圖一 A)。百利普芬對白線斑蚊的藥效，較埃及斑蚊緩慢，所有品系蚊蟲處理後 24 小時死亡率均低於 15%以下，處理後第四日各品系白線斑蚊死亡率才超過 60%，死亡率最後在 7-11 日間達到 100%，五個品系白線斑蚊死亡率最後皆達 100% (圖一 B)。雖然使用百利普芬連續篩選熱帶家蚊(*Culex quinquefasciatus*) 17 代並未發現百利普芬的抗藥性(Schaefer & Mulligan,1991)，但是在我們的實驗中，百利普芬對高雄市埃及斑蚊的藥效有遲緩的現象產生。

(A)



(B)



圖一、昆蟲生長條屈劑百利普芬對不同品系埃及斑蚊(A)及白線斑蚊(B)之藥效。

整體而言，本實驗所測試的 12 種殺幼蚊劑對於台南縣市、高雄縣市及屏東縣市之埃及斑蚊和白線斑蚊有良好效果，實驗結果未發現這些野外品系蚊蟲產生抗藥性，以致殺幼蚊劑藥效下降，目前這些的殺幼蚊劑可以用來施放於不能立即清除的大型積水容器，但是當登革熱流行發現幼蟲即需罰款時，百利普芬因需數天才能殺死幼蟲，可能導致罰款糾紛，而建議於此種狀況下勿用，在平時因其長效性，所以一次施用可以節省許多時間。另外類似殺幼蚊劑常會受到週遭環境因素的影響(Schaefer & Dupras 1973, Mulla & Darwazeh 1975, Wilson et al. 1990)，所以在大量推廣前，因進一步進行田間試驗以找到最佳施用狀態，達到最好防治效果。

以玻璃缸進行埃及斑蚊雌蚊對市售殺蟲劑初步效果並不理想，除酚丁滅寧對四種品系蚊蟲死亡率及治滅寧與 fenitrothion 複合劑對大部分品系達 80%以上外，其他均低於 80%，更多的試驗必須立即進行以釐清產品的品質問題。

表四、埃及斑蚊成蚊(3-7 天未吸血雌蚊)對市售殺蟲劑藥效試驗結果。

藥劑 有效成分	濃度	施用劑量	24 小時死亡率				
			高雄市		屏東縣		對照組 (台南市)
			三民區	前鎮區	屏東市	東港鎮	
Phenothrin	10.0%	50ml/m ²	97.8%	100.0%	88.7%	92.6%	100.0%
Cyphenothrin	5.5%	10ml/m ²	72.7%	68.7%	34.0%	-	99.0%
Deltamethrin	2.4%	50ml/m ²	5.1%	7.5%	73.6%	-	99.0%
Fenvalerate	5.0%	50ml/m ²	27.8%	30.8%	69.4%	-	100.0%
Fenitrothion& Tetramethrin	10.0% 1.0%	50ml/m ²	81.0%	92.0%	69.4%	95.9%	98.6%

參考文獻

- 何兆美 杭永峰。昆蟲生長調節劑及其應用。第九屆病媒防治技術研討會論文集。285-292 頁。1997。
- 林鶯熹、陳靜宜、徐爾烈。蚊蟲抗藥性及應對策略。第九屆病媒防治技術研討會論文集。101-109 頁。1997。
- 徐爾烈。病媒蚊抗藥性及藥效測試。疾病管制局九十一年度委託計劃。2002。
- 張念台。屏東縣登革熱病媒蚊抗藥性及藥效測試。疾病管制局九十二年度委託計劃。2003。
- 陳錦生。北部及中部登革熱病媒蚊抗藥性及藥效測試。疾病管制局九十二年度委託計劃。2003。
- Brogdon WG and McAllister JC. Insecticide Resistance and Vector Control. Emerging Infectious Diseases 4: 605-613, 1998.

- Brown AWA. Insecticide resistance in mosquitoes : a pragmatic review. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 2:123-140, 1986.
- Brown MD, Carter J, Watson TM, Thomas P, Santaguliana G, Purdie DM, and Kay BH. Evaluation of liquid *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* products for control of Australian *Aedes* arbovirus vectors. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 17(1): 8-12, 2001.
- Centers for Disease Control and Prevention. Public health consequences of a flood disaster-Iowan, 1993. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 270:1406-8, 1993.
- Coto MM, Lazcano JA, De Fernandez DM, Soca A. Malathion resistance in *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* after its use in *Aedes aegypti* control programs. *Journal of the American Mosquito Control Association* 16(4): 324-30, 2000.
- Curtis GA, Beidler EJ. Influence of ground ULV droplet spectra on adulticide efficacy for *Aedes taeniorhynchus*. [Journal Article] *Journal of the American Mosquito Control Association.* 12(2 Pt 2):368-71, 1996 Jun.
- Department of Health. Malaria eradication in Taiwan. Department of Health, The Executive Yuan, Republic of China, 300pp, 1993.
- Ho CM, Wu SH, Wu CC. Evaluation of the control of mosquitoes with insect growth regulators. *Kaohsiung J. Med. Sc.* 6:366-374, 1990.
- Mulla MS, Darwazeh HA. Activity and longevity of insect growth regulators against mosquitoes. *J. Econ. Entomol.* 68:791-794, 1975.
- Rawlins SC. Spatial distribution of insecticide resistance in Caribbean populations of *Aedes aegypti* and its significance, 1998.
- Schaefer CH, Dupras EF. Insect development inhibitors: persistence of ZR-515 in water. *J. Econ. Entomol.* 66:923-928, 1973.
- Schaefer CH, Mulligan FSIII. Potential for resistance to pyriproxyfen: a promising new mosquito larvicide. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7(3): 409-411, 1991.
- Wilson ML, Agudelo-Silva F, Spielman A. Increased abundance, size, and longevity of food-deprived mosquito populations exposed to a fungal larvicide. *Amer. J. Trop. Med. & Hygiene* 43:551-556, 1990.
- Zaim M, Guillet P. Alternative insecticides : an urgent need. *Trends Parasitol.*18:161-163, 2002.