



疫情報導

登革熱防治常用殺蟲藥劑對台灣南部地區埃及斑蚊的藥效

夏維泰、吳和生、楊依潔、羅林巧

衛生署疾病管制局研究檢驗中心

摘要

登革熱的流行，常由小區塊零星發生至鄰里群聚感染而後縣市大規模爆發疫情，故而噴灑殺蟲藥劑的濃度與頻率、用量及蚊蟲抗藥性的產生也會隨著演變。本研究係以生物檢定法中的網籠試驗，檢測南部縣市於登革熱防治時常用的各種殺蟲藥劑對各區域品系埃及斑蚊的藥效。將各種常用的殺蟲藥劑，分別依照藥瓶標示上的使用方法稀釋成一系列不同濃度的藥液後，逐一檢測對各區域品系埃及斑蚊的藥效，同時以 24 小時的死亡率做為檢測標準。參考世界衛生組織（WHO）及學者專家的評估建議與疾病管制局歷年來緊急噴藥藥效評估工作的經驗，當野外品系與感受性品系埃及斑蚊 24 小時的死亡率皆 ≥ 95% 時，可以視為防治效果良好。為了兼顧民眾的觀感與防疫的形象，建議在選用殺蟲藥劑時，對蚊蟲擊昏的效果（30 分鐘 ≥ 80%）也一併納入考量。藥效檢測結果顯示，埃及斑蚊對於藥劑的感藥性會因區塊品系的不同及當地噴藥歷史的影響而有所差異。有效成分的種類及使用濃度的多少，應該是影響藥效的主要因子。建議訂定「登革熱病媒蚊生物檢定試驗作業標準」，提供各單位平日針對疫情風險較高區域分別進行試驗，持續檢測各區塊品系蚊蟲對各種殺蟲藥劑的感藥程度，以擇選出最能有效撲殺蚊蟲的有效成

份及其最低的使用濃度與用藥量，同時依照噴藥的歷史及頻率作為平日採購藥劑與疫情發生時緊急噴藥前的參考。為了避免抗藥性的產生，亦可考慮使用複方或兼具有擊昏及致死作用有效成分的殺蟲藥劑，同時建立輪替使用藥劑的管理機制。藉此積極的作為，以延緩病媒蚊抗藥性的全面產生，俾能在疫情發生初期，即可正確選擇、精準用藥，提高防疫成效、迅速消弭疫情。

關鍵字：登革熱、埃及斑蚊、藥效試驗

前言

自 2002 年起，學者專家對於台灣南部地區的埃及斑蚊開始持續進行抗藥性監測的研究[1]，結果發現由於長期噴灑殺蟲藥劑的結果，南部地區的埃及斑蚊已漸漸對合成除蟲菊類成份的殺蟲藥劑產生了抗藥性，幾乎已到達無藥可用的窘境。以鳳山市的 12 個行政里為例，病例住家週遭雖然經過 2 次以上的重複噴藥動作，然而大多數行政里的病媒蚊成蟲指數仍然超過安全臨界值[2]。

本期文章

28 登革熱防治常用殺蟲藥劑對台灣南部地區埃及斑蚊的藥效

創刊日期：1984 年 12 月 15 日
出版機關：行政院衛生署疾病管制局
發行人：張峰義
總編輯：賴明和
執行編輯：吳麗琴、劉繡蘭
電話：(02) 2395-9825
地址：台北市中正區林森南路 6 號
網址：<http://teb.cdc.gov.tw/>
文獻引用：
[Author].[Article title].Taiwan Epidemiol Bull 2011;27:[inclusive page numbers].

緊急噴藥由於大量的使用殺蟲藥劑撲殺蚊蟲，不但容易造成環境污染、破壞生態平衡[3]；加上連續的使用同一種藥劑更容易導致蚊蟲抗藥性的產生[4]。同時某些噴藥人員，對於環境衛生用藥應該如何正確稀釋的步驟及方法都不甚了解，稀釋時隨意性甚大；導致藥劑濃度不是過高，因而造成藥物損耗並污染環境，就是由於濃度過低，反而殺不死蚊蟲，既浪費了藥物又促使病媒產生抗藥性[5]。目前蚊蟲的抗藥性以及環境的改變，已加劇了蟲媒傳染病散佈惡化的趨勢；所以如何正確、合理的使用環境衛生用藥，降低甚至解決蚊蟲抗藥性的問題，乃是當前防治工作的重要課題之一[6]。

季節、氣候以及地域的不同，都會造成昆蟲體質與敏感度等許多因素的差異，進而直接影響藥劑對蚊蟲的防治率[7]，抗藥性的產生更將威脅防治的成效[8]。對於蚊蟲抗藥性的治理，首先應了解當地蚊蟲對哪些殺蟲藥劑敏感？對哪些成分已產生抗藥性[9]？由於專家學者的抗藥性監測往往以縣市或行政區等大面積為範圍，雖然防疫現場施噴的殺蟲藥劑也會參考選用，但是往往仍然無法有效的撲殺成蚊；原因或許在於疫情的發展，剛開始是由小區塊的零星

發生而後成為鄰里的群聚感染，最後演變成縣市的大規模爆發流行。因此藥劑的選擇應該參考小區塊或鄰里的噴藥歷史與頻率作為依據，才能適切了解各區塊蚊蟲品系對各種殺蟲藥劑的感受情形，進而選出最能有效達成防疫目標的藥劑。監測使用的殺蟲藥劑對當地野外品系斑蚊的半數致死濃度(LC₅₀)、擊昏率及致死率等資料，作為以後每年用藥的指標，同時掌握該品系斑蚊對該藥劑抗性發展的情形，以便及時調整用藥方案[10]。

台灣南部地區登革熱病媒蚊防治的現場作業，往往會因為環境狀況的不同以及蚊蟲抗藥性的差異等等因素而各自不同。蚊蟲對同類不同種的殺蟲劑所產生的抗性生物機制不同的原因，可能在於噴藥歷史及頻率的差異[11-12]。由於抗性基因對種群的繁殖和發育產生不利的影響，導致停止用藥後，抗藥性蚊蟲可能會因為自然淘汰[11]，而使得蚊蟲族群由抗藥性轉為敏感性。如果能在噴灑藥劑之前先予進行生物檢定試驗，就可確切掌握該藥劑對該品系蚊蟲的藥效以及最佳使用濃度，以達到精準用藥、避免環境污染及人體曝露危害等目標。更重要的是，亦可延長蚊蟲產生抗藥性的期程或降低其發生機率，同時減少多次重複噴灑殺蟲藥劑所造成的公帑浪費與民怨積累；所以藥效與感受性試驗應列入綜合防治計畫考慮因子之一[8]。

材料與方法

一、蚊蟲品系建立

(一) 野外品系：於高雄縣、市現場以幼蟲採集法將各品系埃及斑蚊(表一)採集後攜至養蚊室，經鏡檢鑑定無誤後飼育至第一子代成蚊供試。

- (二) 感受性品系：於 1987 年自台南地區採集埃及斑蚊，繼代飼育於疾病管制局養蚊室中至今（約 600 代以上）。
- (三) 蚊蟲飼育：將感受性及野外品系的埃及斑蚊幼蟲，分別飼育於塑膠水盆中，以台糖酵母+豬肝粉（1：1）餵食同時每日刮去水膜。幼蟲化蛹後，將蛹挑起置於水杯中，再分別放入養蚊籠內（30×30×20 公分），俟其羽化成蟲後，給予 10%糖水。養蟲室維持 25~28°C，相對溼度 70±5%，光照 12 小時[13]。

二、殺蟲藥劑製備

將南部地區防治登革熱病媒蚊時常用的殺蟲藥劑（表一），依照行政院環境保護署核准的藥瓶標示上的使用方法，分別以純水稀釋成一系列不同濃度的藥液後備用。先以標示上規定的稀釋倍數配製成的藥液，分別進行對各野外品系埃及斑蚊的

藥效檢測，如果該品系埃及斑蚊 24 小時的死亡率未達 95%以上，則不斷降低該藥劑的稀釋倍數同時持續進行試驗，直到野外品系與感受性品系埃及斑蚊 24 小時的死亡率皆≥95%時為止。

三、生物檢定試驗

（一）煙霧機流量測定

使用霧化效能良好(Span < 2，DR≈1) [14-15] 的煙霧機 (puls fog K10，口徑 0.8 μm)，測定前先行暖機 (30 秒)及試噴(15 秒)後，使輸藥管中確實充滿供試藥液。於藥箱內置入 2000 毫升的藥液，噴灑 3 分鐘後，以「消耗法」量測藥箱內剩餘藥量。本測定重覆三次，取其平均值並計算變異係數(CV)，測定結果該機流量為每分鐘 196.7±5.8 毫升(CV=2.9)。

（二）噴藥時間計算

以雷射測距儀(Trimble HD150)

表一、供試蚊蟲品系與殺蟲藥劑成分

埃及斑蚊品系		殺蟲藥劑		
縣市	區域	品名代號	有效成分 (w/w)	劑型
高雄市	楠梓區	A	治滅寧(Tetramethrin) 2%，賽滅寧(Cypermethrin) 6%	液劑
	左營區	B	賽滅寧(Cypermethrin) 10.6%	乳劑
	三民區	C	亞滅寧(Alphacypermethrin) 2%	乳劑
	鼓山區	D	賽滅寧(Cypermethrin) 6%，普亞列寧(Prallethrin) 1.5%	乳劑
	鹽埕區	E	第滅寧(Deltamethrin) 1%，賜百寧(Esbiothrin) 3%	乳劑
	前金區			
	新興區			
	苓雅區			
	旗津區			
	前鎮區			
小港區				
高雄縣	善美里+龍成里+鎮南里	D	賽滅寧(Cypermethrin) 6%，普亞列寧(Prallethrin) 1.5%	乳劑
	武漢里+新武里+正義里	E	第滅寧(Deltamethrin) 1%，賜百寧(Esbiothrin) 3%	乳劑
	五福里+福興里	F	賽飛寧(Cyfluthrin) 5.1%	乳劑
	鳥松鄉大華村與高雄市交界處 (本館路與建工路交界)			

測量噴藥模擬室的長度(3.6 公尺)、寬度(3.4 公尺)及高度(3.1 公尺)，同時計算出全室噴藥空間為 37.9 立方公尺。依據前述煙霧機的流量，換算得出該室應噴灑的時間為 12 秒。

(三) 網籠試驗

將埃及斑蚊(3~5 日齡，未吸血雌蚊)吸入各折疊式網籠(25×11×11 公分)中，外套細紗網(16 網目)，每籠 20 隻。於噴藥模擬室內正對門口的牆壁上，分別掛置 5 組網籠(四方角落與正中各一組)，每組含感受性及野外品系各一籠，空白組置於養蚊室內。煙霧機於距離地面 145 公分高處，以噴頭仰角 30° 方式，開始噴灑供試藥液 12 秒後停機。全室密閉 30 分鐘後取出網籠，觀察並紀錄各網籠內蚊蟲擊昏數目。其後將各網籠內蚊蟲全數吸出，分別置於上附 10%糖水棉花的觀察紙杯中，再放置於生長箱中飼育，待 24 小時後觀察並紀錄其死亡數目。生長箱維持 25±2°C，相對溼度 70±5%，光照 12 小時[13]。

(四) 檢測標準

1. 流量測定：煙霧機三次流量測定的 CV 值若大於 5，則更換機台或進行保養維修以改善。
2. 網籠試驗：藥效試驗中，空白組死亡率若大於 10%，則實驗重做。
3. 藥效試驗：依據世界衛生組織(WHO)對病媒抗藥性的評估標準-死亡率 98~100%，視為感受性；80~97%，須再確認其是否具有抗藥性；<80%，則視為已具抗藥性[16]。同時參考學者專家的評估建議以及疾病管制局歷年來緊急噴藥藥效評估工作的經驗[17]，以緊急噴藥成效優劣的決定指標—蚊蟲 24 小時的死亡率≥95%，作為殺蟲藥劑對埃及斑蚊的藥效檢測標準。

結果

一、高雄市品系

以網籠試驗分別進行 5 種殺蟲藥劑對高雄市 11 個野外品系埃及斑蚊的藥效檢測，同時將各殺蟲藥劑對各品系埃及斑蚊的最低使用濃度(最高稀釋倍數)列於表二。由表中可見，「A」藥

表二、殺蟲藥劑對高雄市品系埃及斑蚊的最低使用濃度

蚊蟲品系	藥劑代號(有效成分)									
	A		B		C		D		E	
	稀釋倍數	使用濃度(% w/w)	稀釋倍數	使用濃度(% w/w)	稀釋倍數	使用濃度(% w/w)	稀釋倍數	使用濃度(% w/w)	稀釋倍數	使用濃度(% w/w)
左營	1400*	0.0014, 0.0043	300*	0.0353	50*	0.0400	200*	0.0300, 0.0075	50*	0.0200, 0.0600
楠梓	1000	0.0020, 0.0060	100	0.1060	40	0.0500	200*	0.0300, 0.0075	50*	0.0200, 0.0600
三民	250	0.0080, 0.0240	175	0.0606	50*	0.0400	100	0.0600, 0.0150	50*	0.0200, 0.0600
鼓山	1000	0.0200, 0.0600	120	0.0883	50*	0.0400	80	0.0750, 0.0188	50*	0.0200, 0.0600
鹽埕	1000	0.0020, 0.0060	300*	0.0353	50*	0.0400	200*	0.0300, 0.0075	50*	0.0200, 0.0600
前金	1000	0.0020, 0.0060	100	0.1060	40	0.0500	200*	0.0300, 0.0075	50*	0.0200, 0.0600
新興	1400*	0.0014, 0.0043	300*	0.0353	50*	0.0400	180	0.0333, 0.0083	50*	0.0200, 0.0600
苓雅	250	0.0080, 0.0240	100	0.1060	50*	0.0400	125	0.0480, 0.0120	50*	0.0200, 0.0600
旗津	400	0.0050, 0.0150	200	0.0530	50*	0.0400	100	0.0600, 0.0150	50*	0.0200, 0.0600
前鎮	1000	0.0020, 0.0060	150	0.0707	50*	0.0400	100	0.0600, 0.0150	50*	0.0200, 0.0600
小港	1000	0.0020, 0.0060	150	0.0707	45	0.0444	150	0.0400, 0.0100	50*	0.0200, 0.0600

備註：*為行政院環境保護署核准藥瓶標示上規定之稀釋倍數。

劑以標示上規定的濃度使用時(稀釋 1400 倍),對於左營及新興品系埃及斑蚊的致死率可達 95%以上;至於其它品系則需各個分別提高不同濃度使用(最高稀釋 200~1000 倍),才可達到相同的成效。「B」藥劑以標示上規定的濃度使用時(稀釋 300 倍),對於左營、鹽埕及新興品系埃及斑蚊的致死率可達 95%以上,至於其他品系則需要分別小幅提高不同的濃度使用(最高稀釋 100~200 倍),才可達到相同的效果。

「C」藥劑以標示上規定的濃度使用時(稀釋 50 倍),對於左營、三民、鼓山、鹽埕、新興、苓雅、旗津及前鎮品系埃及斑蚊的致死率皆可達 95%以上,至於楠梓、前金及小港品系則需要略微調整以降低稀釋倍數至 40~45 倍,才有相同的成效。「D」藥劑以標示上規定的濃度使用時(稀釋 200 倍),對於左營、楠梓、鹽埕及前金品系埃及斑蚊的致死率可達 95%以上,至於其他品系則需要分別稍稍降低稀釋倍數至 80~180 倍,才可達到相同的致死情形。「E」藥劑以標示上規定的濃度使用時(稀釋 300 倍),對於高雄市各品系埃及斑蚊的致死率皆可達 95%以上。

5 種殺蟲藥劑對感受性品系埃及斑蚊 24 小時的死亡率皆可達到 95%

以上,其中除了「B」及「D」藥劑對感受性品系埃及斑蚊 30 分鐘的擊昏率分別皆小於 80%(「B」為 69%左右、「D」為 57%左右)以外,其餘各藥劑皆 $\geq 80\%$ 。大體而言,除了「A」藥劑在高雄市三民與苓雅地區需要使用較高的濃度來防治埃及斑蚊外(標示上規定濃度的 5.6 倍),其餘各藥劑在高雄市各地區使用時,濃度只要稍作調整即可達到預期的藥效(死亡率 $\geq 95\%$)。

二、高雄縣品系

以網籠試驗分別進行 3 種殺蟲藥劑對高雄縣 4 個野外品系埃及斑蚊的藥效檢測,同時將各個殺蟲藥劑對各品系埃及斑蚊的最低使用濃度(最高稀釋倍數)列於表三。由表中可見,「D」藥劑以標示上規定的濃度使用時(稀釋 200 倍),對於武漢+新武+正義等里及五福+福興里品系埃及斑蚊的致死率可達 95%以上,至於善美+龍成+鎮南等里及鳥松鄉大華地區品系則需分別提高濃度至 2~2.5 倍(最高稀釋 80~100 倍)左右使用,才可達到相同的成效。「E」藥劑以標示上規定的濃度使用時(稀釋 50 倍),對於武漢+新武+正義等里及五福+福興里品系埃及斑蚊的致死率可達 95%以上,

表三、殺蟲藥劑對高雄縣品系埃及斑蚊的最低使用濃度

蚊蟲品系	藥劑代號(有效成分)					
	D		E		F	
	(賽滅寧 6%, 普亞列寧 1.5%)		(第滅寧 1%, 賜百寧 3%)		(賽飛寧 5.1%)	
稀釋倍數	使用濃度 (% w/w)	稀釋倍數	使用濃度 (% w/w)	稀釋倍數	使用濃度 (% w/w)	
善美+龍成+鎮南里	80	0.0750, 0.0188	20	0.0500, 0.1500	50	0.1020
漢+新武+正義里	200*	0.0300, 0.0075	50*	0.0200, 0.0600	125*	0.0408
福里+福興里	200*	0.0300, 0.0075	50*	0.0200, 0.0600	125*	0.0408
松鄉與大華村交界	100	0.0600, 0.0150	45	0.0222, 0.0666	50	0.1020

備註：*為行政院環境保護署核准藥瓶標示上規定之稀釋倍數。

至於善美+龍成+鎮南里品系則需提高濃度至 2.5 倍（最高稀釋 20 倍）使用，才可達到相同的成效，而烏松鄉大華地區品系則僅需略作調整（稀釋 45 倍）即可達到所需的藥效。「F」藥劑以標示上規定的濃度使用時（稀釋 125 倍），對於武漢+新武+正義等里及五福+福興里品系埃及斑蚊的致死率可達 95% 以上，至於善美+龍成+鎮南等里及烏松鄉大華地區品系則需分別提高濃度至 2.5 倍（最高稀釋 50 倍）後使用，才可達到預期的成效。

3 種殺蟲藥劑對感受性品系埃及斑蚊 24 小時的死亡率皆可達到 95% 以上，其中除了「D」藥劑對感受性品系埃及斑蚊 30 分鐘的擊昏率小於 80%（57~63%）以外，其餘各藥劑皆 $\geq 80\%$ 。綜而言之，「D」、「E」及「F」藥劑以標示上規定的稀釋倍數使用時，對於高雄縣鳳山市武漢+新武+正義等里及五福+福興里地區的埃及斑蚊分別均具有防治功效；而於善美+龍成+鎮南等里及烏松鄉大華地區使用時，則濃度需要略作調整，才可以達到防治效果。

討論

感受性品系埃及斑蚊由於長期飼育於養蚊室內，同時從未經過藥劑篩選；因此，理論上無論任何一種殺蟲藥劑的藥效檢測結果，感受性品系埃及斑蚊的擊昏率與死亡率均應高於野外品系者。世界衛生組織曾將藥劑試驗中蚊蟲的死亡率分級為：死亡率 98~100% 者，視為感受性；80~97% 者，則須再確認其是否具有抗藥性； $<80\%$ 者，則視為可能已有抗藥性情形產生；更有鑑於藥效試驗是在室內嚴格控管的環境下進行，因此死亡率如 $<95\%$ ，則可強烈懷疑其已有抗藥性的情形產生。本

次試驗中，各個殺蟲藥劑對於感受性品系埃及斑蚊 24 小時後的致死率皆 $\geq 95\%$ ，此現象亦符合上述情形；所以選擇以蚊蟲接觸藥劑 30 分鐘後，24 小時的死亡率 $\geq 95\%$ ，作為殺蟲藥劑對野外品系埃及斑蚊的藥效檢測標準。

藥效檢測結果顯示，「B」藥劑經過調整濃度後，雖然對於高雄市地區的埃及斑蚊仍然具有防治效果；但是因為該藥劑為僅具觸殺作用「賽滅寧 Cypermethrin」單一成分的殺蟲劑，因此若以標示規定濃度使用時，對埃及斑蚊的擊昏效果（40~80%）就不如同時具有擊昏作用「治滅寧 Tetramethrin」成分的「A」藥劑。至於「D」藥劑雖然也是複方（二種以上成分）殺蟲劑，但是該藥劑中另外一個成分仍然為觸殺作用的「普亞列寧 Prallethrin」，所以擊昏情形（20~70%）也不如預期。「F」藥劑雖然也是單一成分的殺蟲劑，但是該藥劑的有效成份「賽飛寧 Cyfluthrin」兼具有擊昏及觸殺的效用，因此調整濃度後，對於高雄縣鳳山市地區的埃及斑蚊的擊昏效果依然良好。「C」及「E」藥劑，於各品系埃及斑蚊的藥效檢測中，皆表現不錯；可見「第滅寧 Deltamethrin」與「亞滅寧 Alphacypermethrin」成分以標示規定濃度使用時，可以有效防治高雄縣、市地區的埃及斑蚊。進行病媒防治工作時，通常以殺死蚊蟲的多寡為防治成效的主要判定因子，但是為了顧及民眾的觀感與防治的形象，因此選擇殺蟲藥劑時，仍然建議應將擊昏情形一併納入考量。

綜觀各項藥劑檢測結果顯示，埃及斑蚊對於藥劑的感藥性會因區塊品系的不同及當地噴藥歷史的影響而有所差異。由於供測藥劑皆為合成除蟲菊類的不同成分，同時藥劑的劑型對於藥效的影響不大 [18]；因此，使用濃度的多少應為影響藥效的主要因子之一，由此可見生物檢定試

驗的重要性。建議訂定「登革熱病媒蚊生物檢定試驗作業標準」，提供地方政府平日自行針對疫情風險較高區域分別進行試驗，持續檢測各區塊品系蚊蟲對各種殺蟲藥劑的感藥程度，同時檢測各個殺蟲藥劑的藥效，以擇選出最能有效撲殺蚊蟲的有效成份及其最低的使用濃度與用藥量。各項數據經統計分析後建檔管理，方便不同區域能在相同而且公平的基準下，依照噴藥的歷史及頻率作出不同時空的互相比較參考。平日採購藥劑與疫情發生實際執行噴藥工作前，得以精準掌握使用濃度及用藥量，俾利防疫工作有效執行。爲了避免抗藥效的產生，亦可考慮使用複方或是兼具擊昏及致死作用有效成分的殺蟲藥劑，同時建立第一線、第二線乃至於第三線輪替使用藥劑的管理機制；藉此積極的作爲以延緩病媒蚊抗藥性的全面產生，俾能在疫情發生初期，即可正確選擇、精準用藥，提高防疫成效、迅速消弭疫情。

參考文獻

1. Lin YH, Wu SC, Hsu EL, et al. Insecticides resistance in *Aedes aegypti* during dengue epidemics in Taiwan, 2002. *Formosan Entomologist* 2003;23:263-74.
2. Huang KS. Selection and operation of insecticides sprayer for dengue vector control. *Publications of the Taipei Pest Control Association Conference* 2004;85-99.
3. Chen BL. Consideration in using chemical insecticides for mosquito control. *Chinese J of Hygienic Insecticides and Equipments* 2002;8(1):3-5.
4. Li YH. Development of agricultural insecticides and human health. *Bulletin of Biology* 2001;36(5):12-3.
5. Zou Q. Long standing mistaken in using disinfectant, insecticides, and equipments. *Chinese J of Hygienic Insecticides and Equipments* 2006;12(5):360-1.
6. Hao Q, Liang GJ, Yan FK. Control and insecticides resistance of hygienic pest. *Chinese J of Hygienic Insecticides and Equipments* 2002;8(1):54-6.
7. Hu JM, Yan FK. Establishment of standard for biological efficacy testing of hygienic insecticides. *Chinese J of Hygienic Insecticides and Equipments* 2003;9(1):64-5.
8. Macoris Mde L, Andrighetti MT, Otrera VC, et al. Association of insecticides use and alteration on *Aedes aegypti* susceptibility status. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 2007;102(8):895-900.
9. Zhang YK, Sy YR, Yan BS. Selection and application of combined insecticides. *J of Medical Pest Control*. 2003;19(9):516-20.
10. Wang JR, Wang ZQ. Using chemical insecticides reasonably to effectively protect resources, environmental resources, and environment. *J of Medical Pest Control* 2001;17(7):368-9.
11. Guo FY, Wu HY, Li CY. The biologic characteristic and population parameter of the strain of *Aedes albopictus* resistant to Beta-cypermethrin and Metrifonate. *J Acta Entomologica Sinica* 2000;43:27-31.
12. Pridgeon JW, Pereira RM, Becnel JJ, et al. Susceptibility of *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* say, and *Anopheles quadrimaculatus* say to 19 insecticides with different modes of action. *J Med Entomol* 2008;45(1):82-7.

13. Wu HH, Chang NT. Comparison of feeding rate between *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Chinese J Entomol* 1990;10:433-42.
 14. Prokop, M, and Kejklíček. R. Effect of adjuvants on spray droplet size of water. *Res Agr Engineering* 2002;48(4):144-8.
 15. Hsia WT, Lai WJ, Yang YC. Insecticides droplet analysis and vector control. *Formosan Entomologist* 2009;29(1):1-11.
 16. Kasap H, Kasap M, Alptekin D, et al. Insecticides resistance in *Anopheles sacharovi* Favre in southern Turkey. *Bull World Health Organ* 2000;78(5):687-92.
 17. Hsia WT, Chan CS, Pan CY, et al. Evaluation on effectiveness of emergency dengue control activities in Kaohsiung City, 2006. *Taiwan Epidemiology Bulletin* 2008;24(1):21-35.
 18. Hsia WT, Wu PF, Lin C, et al. The influence of sprayers and formulations on insecticides droplet subsidence. *Formosan Entomologist* 2010;30(1):1-13.
-