

計畫編號：DOH92-DC-1104

行政院衛生署疾病管制局九十二年度科技研究發展計畫

登革熱病媒蚊北區及中區抗藥性及藥效評估

研究報告

執行機構：東海大學生物系

計畫主持人：陳錦生

研究人員：吳靜汶

執行期間：92年01月01日至92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 *

中文摘要：

本研究計畫的目的是以常用之殺蟲劑測定台灣中北部登革熱病媒蚊之抗藥性，以為將來防治決策之參考。採集野外之白線斑蚊包括台北縣（市）、基隆、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林、嘉義及花蓮等地區，進行室內抗藥性程度的測試。試驗方法包括乾膜法、超低容量噴射、熱式噴霧法及浸漬法。與實驗室品系之白線斑蚊相比較，中和市品系及基隆市品系對乾膜法permethrin 0.25% 其抗藥性達2倍以上。以ULV作瞬間噴射，供試藥劑為lambda-cyhalothrin與pirimiphos-methyl，各品系白線斑蚊1小時後其最低死亡率達85%，24小時後之平均死亡率達100%。以熱式煙霧法噴灑cypermethrin， KT_{50} 均在4分鐘以內，30分鐘後死亡率達100%。以浸漬法測定不同品系白線斑蚊對有機磷劑及合成除蟲菊酯之半數致死濃度（ LC_{50} ）、95% 致死濃度（ LC_{95} ）及抗藥性，結果發現台北縣中和市品系與嘉義品系白線斑蚊對cypermethrin的抗性達10倍，中和品系白線斑蚊對lambda-cyhalothrin抗性達10倍，彰化品系白線斑蚊對lambda-cyhalothrin抗性達4倍。

中文關鍵詞：登革熱、抗藥性、病媒蚊、白線斑蚊

Abstract :

The objective of this research is to detect insecticides resistance of dengue vector in Northern and Central Taiwan in order to provide some advice for prevention strategies and tactics in the future. Tested *Aedes albopictus* strains were collected in the field from Taipei, Keelung, Hsinchu, Miaoli, Taichung, Changhua, Yunlin, Chiayi and Hualien area and were treated with dry film method, Ultra-Low-Volume spray, thermal fogging and dipping method. Compared with laboratory strain, the resistance of *Ae. albopictus* of Jhunghe city strain and Keelung city strain to permethrin 0.25% by dry film method was 2 times above. By ULV spray, including lambda-cyhalothrin and pirimiphos-methyl, the mortality of all strains after 1 hour reach to 85% at least. After 24 hours, average mortality of all strains reach to 100% . By thermal fogging method, which used cypermethrin, KT_{50} of all strains were within 4 minutes. The average mortality after 30 minutes reach to 100% . To detect the median lethal concentration (LC_{50}) , 95% lethal concentration (LC_{95}) and resistance of *Ae. albopictus* to organophosphates and synthetic pyrethroids by using dipping method. Cypermethrin-resistance in Jhunghe city strain in Taipei and Chiayi strain was 10 times above. Lambdacyhalothrin-resistance in Jhunghe city strain was 10 times above. Lambdacyhalothrin-resistance in Changhua strain was 4 times above.

Keyword: dengue; resistance; vectors; *Aedes albopictus*

目 錄

中文摘要

英文摘要

目錄 i

表次 ii

本文

一、前言 (1)

二、材料與方法 (3)

三、結果 (7)

四、討論 (9)

五、結論與建議 (11)

六、參考文獻 (12)

七、表 (15)

表 次

表一、以乾膜法permethrin 0.25%測定對各種品系白線斑蚊之抗藥性比較-----	15
表二、以乾膜法cypermethrin 0.025%測定對各種品系白線斑蚊之抗藥性比較-----	16
表三、以乾膜法lambda-cyhalothrin 0.025%測定對各種品系白線斑蚊之抗藥性比較-----	17
表四、Lambdacyhalothrin以超低容量噴射方式處理不同品系之白線斑蚊-----	18
表五、Pirimiphos-methyl以超低容量噴射方式處理不同品系之白線斑蚊-----	19
表六、Cypermethrin以熱式噴霧法測定不同品系白線斑蚊之瞬間藥效-----	20
表七、不同品系白線斑蚊幼蟲對primifos-methyl的抗藥性比較-----	21
表八、不同品系白線斑蚊幼蟲對fenetrothion的抗藥性比較-----	22
表九、不同品系白線斑蚊幼蟲對chlorpyrifos的抗藥性比較-----	23
表十、不同品系白線斑蚊幼蟲對permethrin的抗藥性比較-----	24
表十一、不同品系白線斑蚊幼蟲對cypermethrin的抗藥性比較-----	25
表十二、不同品系白線斑蚊幼蟲對lambda-cyhalothrin的抗藥性比較-----	26
表十三、不同品系白線斑蚊幼蟲對tetramethrin的抗藥性比較-----	
2	7
表十四、不同品系白線斑蚊幼蟲對etofenprox的抗藥性比較-----	
2	8

一、前言

1987年台灣本島爆發登革熱流行，尤其在南部地區，登革熱病例迅速增加。雖然大部份均為典型登革熱 (classical dengue)，但亦有少數疑為出血性登革熱 (dengue haemorrhagic fever)，此為四十年來，登革熱在台灣大規模的流行 (韓 1988。魏、徐 1988)。由於台灣自光復後，長久未曾遭受登革熱之侵擾，因此，對有關其病媒蚊之生態及抗藥性之情形，均無適當的文獻或資料可供參考。而主要病媒埃及斑蚊 (*Aedes aegypti*) 雖僅分布嘉義以南 (陳 1987)，但因繁殖甚快，且又可經由輪船、漁船等交通工具自疫區侵入本省。因此，其族群之組成可能很複雜，對於防治藥劑之抗藥性也可能非常複雜。更由於登革熱在本島流行後，各防疫單位及環保單位大肆使用化學藥劑防治病媒蚊，亦有可能導致抗藥性之產生。作者曾於1988年起，進行有關登革熱病媒蚊防治藥劑之藥效試驗研究 (陳 1989, 1990)。初步發現，病媒蚊對此等藥劑之抗性並不嚴重。但抗性之產生係長期累積汰選的結果，疫區病媒蚊對化學藥劑之感受性是否降低，或已產生抗藥性，均為目前防疫及環保單位急需瞭解之問題。

1987年之後，台灣地區幾乎年年有登革熱疫情發生，惟一直僅限於南部地區，特別是高雄、屏東、台南等縣市。登革熱在南台灣經過十餘年的大小流行，衛生環保單位無數次的防治作業，特別是去年 (2002)，高雄縣市爆發流行，病例超過二千，尚無法有效控制。究其原因，除民眾孳生源清除效果不彰外，埃及斑蚊對藥劑產生抗性也是重要原因。據衛生署疾病管制局 (2002) 及徐 (1996) 研究發現，高雄市某些地區的埃及斑蚊及白線斑蚊對合成除蟲菊酯以有不同程度的抗性產生，對防治工作造成嚴重之困擾。

另一方面，自1995年起，台灣中北部亦陸續發生登革熱流行，病媒蚊則以白線斑蚊 (*Aedes albopictus*) 為唯一蚊種。由於過去防治重點著重在南部，因此有關蚊蟲對殺蟲劑的敏感性或抗藥性的研究多以埃及斑蚊為主，白線斑蚊反而受到忽視。事實上，中部地區的東海大學和台北縣中和市自1995年開始發現登革熱後，許多地區亦有小規模流行，也都實施化學藥劑緊急防治作業。到底白線斑蚊對這些常用的藥劑，特別是合成除蟲菊酯的感受性如何，仍有疑問。由於家用殺蟲劑幾乎均為合成除蟲菊酯類，各地使用情況不同，發生抗藥性的情形也可能不同。白線斑蚊對殺蟲劑產生抗性的速度是否與埃及斑蚊類似亦不無疑問。若抗性不能避免時，選用藥劑使用的順序亦需事先掌握。

本研究計畫之目的即針對台灣中、北部之白線斑蚊對常用之環境衛生殺蟲劑進行感受性之測定，並瞭解抗性發生之趨勢，以作為日後防治決策之參考。

二、材料與方法

(一) 試驗材料

1. 白線斑蚊品系

a. 曾發生登革熱流行之區域：台北縣（中和市）、台北市（六張犁）、台中（西屯區）。

b. 其他地區：

北部：基隆市、新竹縣、苗栗縣

中部：雲林、彰化、嘉義

東部：花蓮

自上列各地採集白線斑蚊幼蟲攜回實驗室飼養二代以上為實驗材料。

另以本實驗室飼養多年未曾接觸藥劑之白線斑蚊進行對試驗藥劑之感藥性基線之建立。

2. 白線斑蚊飼養方法

(1) 斑蚊的生活史：

在25-28 環境下，胚胎發育完成之卵浸於水面下經數小時即開始孵化，幼蟲經7-10天化蛹，蛹經1-2天羽化為成蟲，成蟲羽化經4-7天後開始吸血，吸血後3-5天產卵，卵經5-7天胚胎發育完成並進入休眠，遇水即孵化。

(2) 飼養方法

a. 飼養室條件：溫度25-28 ；相對溼度 > 70 % ；12小時光照，

12小時黑暗。

- b.成蟲飼養：約200個蛹收集於250毫升的燒杯內（燒杯內裝水約120毫升），放入30cm×30cm×30cm之紗網箱中，成蚊供以5%糖水為食物來源。成蟲羽化4-7天後於上午8點至下午5點將束縛於小籠內之小白鼠置於成蚊籠中以便雌蚊可以充分吸血。
- c.蚊卵之收集：吸血後第三天將擦手紙或宣紙沿燒杯內緣鋪平並加入20毫升清水，經過四天後，收集產卵紙，晾乾後置放於陰涼處之密閉盒內以防蟲、蟻嚙食。
- d.幼蟲之飼養：取一定數量之卵紙，沉於33cm×25cm×5cm水盤底部，加水2.5公升，卵於數小時內孵化取出卵紙，加入50毫克幼蟲食物（台糖酵母 + 福壽牌狗飼料 = 1 : 1），每日清除水面浮膜，並酌量給予食物，7日後開始化蛹，逐日吸出新蛹移於燒杯內，放入成蚊籠內等待羽化。
- e.供試用蚊：收集之蛹置於標有日期之養蟲籠中，飼養方法同b。通常供藥劑試驗用之成蚊為羽化五日內之雌蚊。

3. 供試藥劑：

（1）有機磷劑（organophosphates）

亞特松（pirimifos-methyl）

撲滅松（fenetrothion）

陶斯松（chlorpyrifos）

（2）合成除蟲菊酯（pyrethroides）

百滅寧 (permethrin)
賽滅寧 (cypermethrin)
賽洛寧 (lambda-cyhalothrin)
治滅寧 (tetramethrin)
依芬寧 (etofenprox)

(二) 試驗方法

1. 乾膜法 (Dry film method)

將供試藥劑以丙酮 (acetone) 稀釋後抽2毫升滴入直徑8公分，高12公分之玻璃瓶內，緩緩轉動，使藥劑均勻分布，俟風乾後在內壁行成一均勻之薄膜，再將供試之蚊蟲放入，計算其擊倒時間。以回歸方程式及對機數 (probit) 方法求出其半數擊倒時間 (KT_{50}) 及95%擊倒時間 (KT_{95})，使用藥劑為百滅寧 permethrin 0.25%，賽滅寧 cypermethrin 0.025%，賽洛寧 lambda-cyhalothrin 0.025%。

2. 超低容量噴射 (Ultra-Low-Volume Spray, ULV)

- a. 以美製Curtis Dyna-Products公司出品之 Dyna-Fog Cyclone ULV 噴霧器 Model 2730型 (噴出率為0.08-2.36 Ounces/min，粒徑5.3-20微米MMD)。以噴霧器測得供試藥劑之黏稠度 (Viscosity) 後，調整其噴出率及 MMD 粒徑至適當大小。
- b. 依行政院環保署環境衛生用藥藥效試驗資料中所訂定的超低容量 (ULV) 及熱噴霧 (Thermofogging) 噴灑實地藥效測定方法。製作一個長、寬、高各80公分之木製架子，靠地面部釘三合板固定，其他三邊以厚透明塑膠布圍住，另兩邊懸空形成類似風洞之試驗箱，上方之中央設一樑，用以懸掛放置蚊蟲之玻璃圓筒。直

徑12.5公分，高13公分兩頭皆空之玻璃圓桶，兩端以橡皮筋包裹紗布，內置供試蚊蟲20隻。在距離50公分處直接以ULV噴藥約3秒後移置室內觀察1小時及24小時後之死亡率。

3.熱式噴霧法 (Thermal fogging)

- a. 以美製Curtis Dyna-Products公司出品之小型電動噴霧器 (Dyna-Fog Penetrator) 2760型 (煙量每小時0-5.7公升，粒徑5-50微米) 進行測試。另以日製Kanomax公司出品之流量計 (Anemomaster, Model 24-2611) 測其每秒流速，並估計風量。經測得平均風速為0.9-1.3m/s；風量為2.5-3.6公升/小時。
- b. 瞬間噴霧之藥效測定：以直徑12.5公分，高13公分兩頭皆空之玻璃圓桶，兩端以橡皮筋包裹紗布，內置供試蚊蟲20隻，在以噴霧器在距離50公分處噴約3秒後，移至通風處觀察擊倒時間及死亡率。

4.浸漬法 (Dipping method)

以世界衛生組織 (WHO) 訂定之標準方法，測定不同品系白線斑蚊幼蟲對不同藥劑之半數致死濃度 (LC_{50}) 及95%致死濃度 (LC_{95}) 並與感受性品系比較，測定抗性程度。

三、結果

1.乾膜法試驗結果

以乾膜法進行試驗，共使用三種藥劑對十一種品系白線斑蚊成蟲

測定其擊倒效果及其抗性比。各藥劑使用之濃度依其推薦濃度之不同而異。其詳細結果列於表一、表二及表三。由試驗結果顯示，三種藥劑間對各品系白線斑蚊之半數擊倒效果差異均不大。供試藥劑之半數擊倒時間均在4分鐘內，此為判定藥效常用之標準，顯示藥劑仍具有極佳之擊倒效果。唯有台北縣中和市品系與基隆市品系之白線斑蚊對 permethrin 0.25% 的抗性大於2。各種品系之白線斑蚊對 cypermethrin 0.025% 與 lambdacyhalothrin 0.025% 的抗性均小於2，並無明顯的抗性趨勢。

2. 超低容量噴射

以超低容量噴射法噴灑賽洛寧 (lambdacyhalothrin) 與亞特松 (pirimifos-methyl)，對各種品系之白線斑蚊作瞬間噴霧處理。賽洛寧對白線斑蚊的擊殺效果在1小時後可達93%以上，而24小時後的平均死亡率則達100%。亞特松在1小時後的擊殺效果達85%，24小時後則有100%。對照組死亡率小於5%。

3. 熱式噴霧法

使用藥劑為賽滅寧 (cypermethrin 20% w/w) 以無臭煤油稀釋200倍；而對照組則單獨以煤油噴灑作比較。結果顯示，賽滅寧對各品系白線斑蚊成蟲，其速效性及擊倒性均佳。其中 KT_{50} 較高者為台中西屯區品系與嘉義品系白線斑蚊， KT_{50} 分別為3.509 (3.369-3.669) 分與3.407 (3.235-3.583) 分，所有品系對賽滅寧的半數擊倒時間均在4分鐘內。而在30分鐘內蚊蟲死亡率均達100%。對照組之死亡率為0%。

4.浸漬法

供試藥劑共包括三種有機磷劑及五種合成除蟲菊酯，對十一種品系的白線斑蚊幼蟲之抗性結果見表七 表十四。其中，各品系白線斑蚊對cypermethrin均出現較高的抗藥性，台北縣中和市品系及嘉義品系白線斑蚊對cypermethrin之抗性比達10倍，其他品系對cypermethrin的抗性則達2至8倍不等。台北縣中和市品系白線斑蚊對lambdacyhalothrin的抗性比亦達10倍以上，其他品系白線斑蚊對lambdacyhalothrin的抗性比都在5倍以內。不同品系白線斑蚊對除此二種合成除蟲菊酯之外的供試藥劑如permethrin、tetramethrin、etofenprox等，其抗藥性皆在2倍以內；對有機磷劑如pirimifos-methyl、fenetrothion、chlorpyrifos之抗性亦在2倍以內。

四、討論

1.乾膜法

以在實驗室飼養多年的白線斑蚊成蟲當作感受性品系，測量野外品系對試驗藥劑的抗藥性。結果發現台北縣中和市品系對permethrin

0.25% 的抗性為2.039。由於中和市在1995年曾經爆發登革熱流行，病例162人，疑為可能當時大量使用殺蟲劑導致白線斑蚊出現抗性。雖然嘉義在過往並非發登革疫區，然而此次實驗結果顯示其抗性比為2.250，因此，需注意此地區之殺蟲劑使用情形，避免民眾濫用殺蟲劑。至於cypermethrin 0.025% 與lambdacyhalothrin 0.025% 對十種野外品系之白線斑蚊成蟲仍有甚佳之藥效。

2. 超低容量噴射

在室外以ULV噴霧機對不同品系的白線斑蚊噴灑lambdacyhalothrin 與pirimifos-methyl。十種野外品系的白線斑蚊成蟲對此二種藥劑並沒有明顯抗性。

3. 熱式噴霧法

直接對蚊成蟲作藥劑噴灑，利用煤油燃燒時產生的高溫氣流將藥劑帶出，藉由煙霧通過玻璃管，強迫管內的成蟲接觸藥劑。一般熱煙霧機多使用油性藥劑作空間噴灑，油性粒子輕，分佈快且均勻，可以提高蚊蟲接觸藥劑的機率。目前多數病媒防治業者（PCO）常用合成除蟲菊噴霧來防治登革熱病媒蚊。本試驗選用之cypermethrin 為經常使用的藥劑之一，結果顯示cypermethrin對不同品系白線斑蚊之 KT_{50} 在4分鐘以內，抗性比均低於2，且30分鐘內蚊蟲死亡率達100%，證明此藥劑對白線斑蚊成蟲仍有不錯之防治效果。

4. 浸漬法

在浸漬法試驗中，以三種有機磷劑及五種合成除蟲菊酯分別測試各種品系白線斑蚊幼蟲對這幾種藥劑的抗性程度為何。依試驗結果

而言，這五種合成除蟲菊酯對十種品系幼蟲的 LC_{50} 均甚低；而對有機磷劑亞特松、陶斯松的 LC_{50} 則偏高，但尚未有抗性發生。另一方面，幼蟲對cypermethrin的抗性較其他藥劑而言，明顯偏高，高達10倍，顯示幼蟲極有可能已經出現抗藥性。雖然由方法3的結果來看，成蟲對cypermethrin的抗性並不顯著，然而幼蟲對cypermethrin的抗性趨勢則不可忽視。

五、結論與建議

台灣中北部自1995年同時在台中市西屯區及台北縣中和市，1996年在台北市六張犁發生登革熱流行後，每年都有一些零星的病例出現。由於1995-1996年的流行使用了多次殺蟲劑噴灑，尤其是台北縣中和市使用全

面徹底藥劑噴灑，使用的時間及藥量也較多，因此對cypermethrin 及 lambda-cyhalothrin產生抗性之現象不足為奇。雖然，中北部其他地區的白線斑蚊對一般常用藥劑尚未發生明顯之抗藥性，但中和的情形可以做為我們的借鏡，特別是在選用殺蟲劑時，不宜單獨選用少數藥劑。另外，嘉義品系之白線斑蚊幼蟲對cypermethrin亦發現有抗性現象，由於無足夠之用藥歷史資料，暫時無法說明，但建議該地區亦需慎選藥劑。此外，幾種常用之有機磷劑之測試結果均未發現有嚴重之抗藥性情事。因此，台灣中北部地區之登革熱病媒蚊防治，在藥劑之選擇方面仍有甚大之空間。

六、參考文獻

1. 朱昌亮、王榮芝、高曉紅等。1994。溴氫菊酯選育淡色庫蚊和中華按蚊的研究。南京醫科大學學報 14 (4): 515-517。
2. 姚其方。1995。抗溴氫菊酯白紋依蚊的生物學特性及實驗室種群動力學研究。中國媒介生物及控制雜誌 6 (3): 165-167。

3. 陳錦生。1987。登革熱病媒蚊之生態與防治。臺灣環境衛生 19 : 36-40。
4. 陳錦生。1989。登革熱病媒蚊抗藥性研究。台灣省環保處研究計劃 DEP-89-05-R-006。15 頁。
5. 陳錦生。1990。登革熱流行後病媒蚊抗藥性之監視。台灣省環保處研究計劃 DEP-90-05-R-005。25 頁。
6. 程景俠、趙彤言、朱禮華等。1998。淡色庫蚊三氟氯菊酯抗性株的選育及交互抗性的研究。寄生蟲與醫學昆蟲學報 5 : 106-110。
7. 劉維德。1990。我國蚊類抗藥性發展動向。中國媒介生物及控制雜誌 1 (1) : 41。
8. 魏鳳樑、徐爾烈。1988。登革熱病發生後斑蚊指數的調查。行政院環保署第一屆病媒防治技術研討會論文集。頁 : 75-90。
9. 韓明榮。1988。1987 年高雄市流行之登革熱與其有關病媒之研究。行政院環保署第一屆病媒防治技術研討會論文集。頁 : 207-209。
10. 羅怡珮、徐爾烈。1989。蚊類抗藥性現況。第一屆病媒防治技術研討會。頁 : 145-160。
11. 羅怡珮。1992。台灣白線斑蚊抗藥性之研究。台大植病所博士論文。127 頁。
12. Anonymous. 1988. Pyrethroid insecticides in public health. Parasitology Today 4(7): S 1-2.
13. Chadee, D.D. 1984. An evaluation of temphos in water drums in Trinida, W. I. Mosquito News 44: 51-53.
14. Chadwick, P. R., R. Slatter and M. J. Bowron. 1984. Cross-resistance to pyrethroids and other insecticides in *Aedes aegypti*. Pestic. Sci. 15: 112-

120.

15. Chan, K. L. 1985 Singapore's dengue haemorrhagic fever control programme: a Case study on the successful control *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* using mainly environment measures as a part of integrate vector control, SEAMIC Publication NO. 45. SEAMIC, Tokyo.
16. Georghiou, G. P. 1986. The magnitude of the resistance problem. In "Pesticide resistance: Strategies and tactics for management." National Academy Press. pp. 14-43.
17. Georghiou, G. P., A. Lagunes and J. D. baker. 1983. Effect of insecticide rotations on evolution of resistance. In "IUPAC pesticide chemistry: Human welfare and the environment." Pergamon press, N. Y. pp.183-189.
18. Lee, H. L., T. W. Lee, F. M. Y. Law and W.H. Cheong. 1984. Preliminary studies on the susceptibility of field collected *Aedes (Stegomyia) aegypti* to Abate (temphos) in Kuala Lumpur. Tropical biomedicine 1: 37-40.
19. McDonald, J. L. and T. H. Dickens. 1970. Field evaluation of Dursban insecticide briquettes when used as mosquito larvicide materials. Mosquito News 30: 563-566.
20. Miller, T. A. 1988. Mechanisms of resistance to pyrethroid insecticides. Parasitology Today 4(7): S 8-12.
21. Pasteur, N. and G.P. Georghiou. 1989. Improved filter paper test for detecting and quantifying increased esterase activity in organ phosphate- resistance mosquito (Diptera: Culicidae). J. Eco. Entomol. 82:347-353.
22. QueIennec, G. 1988. Pyrethroids in the WHO pesticide evaluation

- scheme (WHO PES). *Parasitology Today* 4(7): S 15-17.
23. Tsuda, S., I. Nishibe and G. Shinjo. 1988. Influence of droplet size on the percentage of airborne spray droplets in oil-based aerosols. *J. Pesticide Sci.* 13: 253-26.
 24. WHO. 1992. Vector resistance to pesticides. WHO Tech. Rep. Ser. 7.
 25. Vythilingam, I. 1988. A field trial of the comparative effectiveness of fenitrothion and Resigen on *Aedes aegypti* by thermal fog application. *Mosquito-Borne Disease Bulletin* 4: 99-102.
 26. Yap, H. H., T. C. Khoo, H.T. Tan, K. K. Chung, A.M. Yahaya and V. S. Narayanan. 1988. Comparative adulticidal and larvicidal effects of thermal fogging formulations of Resigen and malathion against *Aedes aegypti* and *Culex Quinquefasciatus* in urban areas. Malaysia. *Tropical Biomedicine* 5: 125-130.

七、表

表一、以乾膜法permethrin 0.25%測定對各種品系白線斑蚊之抗藥性比較

白線斑蚊 品系	迴歸方程式	KT ₅₀ (秒) (95%信賴界線)	KT ₉₅ (秒)	抗性
------------	-------	--------------------------------------	-------------------------	----

實驗室品系	$y=-2.504+4.152x$	64.202 (47.867-79.475)	159.431	1
台北縣	$y=-8.180+6.226x$	130.922 (114.508-147.952)	240.120	2.039
中和市	$y=-9.647+6.987x$	124.856 (110.906-139.491)	214.361	1.945
台北市	$y=-3.611+4.490x$	82.749 (69.333-95.577)	191.875	1.289
六張犁	$y=-6.907+5.513x$	144.466 (130.174-159.348)	286.581	2.250
台中市	$y=-3.709+4.474x$	88.443 (81.504-95.232)	205.703	1.378
西屯區	$y=-3.982+4.522x$	96.913 (74.612-117.747)	223.395	1.510
基隆	$y=-7.233+5.926x$	115.954 (98.803-132.378)	219.291	1.806
新竹	$y=-3.000+3.983x$	101.947 (90.516-113.027)	263.096	1.588
苗栗	$y=-3.000+4.084x$	91.043 (85.038-96.942)	229.537	1.418
彰化	$y=-2.355+3.751x$	91.412 (84.062-98.562)	250.186	1.424
雲林				
嘉義				
花蓮				

$$\text{抗性比} = \frac{\text{試驗品系 } K T_{50}}{\text{對照品系 } K T_{50}}$$

表二、以乾膜法cypermethrin 0.025%測定對各種品系白線斑蚊之抗藥性比較

白線斑蚊 品系	迴歸方程式	KT ₅₀ (秒) (95%信賴界線)	KT ₉₅ (秒)	抗性
------------	-------	--	---------------------------	----

實驗室 品系	$y=-9.702+7.062x$	120.699 (112.772-128.438)	206.026	1
台北縣	$y=-17.682+10.153x$	171.448 (165.455-177.398)	248.694	1.420
中和市				
台北市	$y=-20.656+11.398x$	178.166 (164.088-192.431)	248.145	1.476
六張犁				
台中市	$y=-11.312+7.410x$	158.956 (145.548-172.643)	264.601	1.317
西屯區				
基隆	$y=-24.528+12.918x$	193.130 (185.632-200.773)	258.706	1.600
新竹	$y=-5.481+4.873x$	141.578 (124.619-158.332)	307.308	1.173
苗栗	$y=-7.283+5.759x$	135.726 (121.108-151.622)	261.460	1.124
彰化	$y=-12.872+8.202x$	150.983 (145.871-156.037)	239.261	1.251
雲林	$y=-20.416+11.607x$	154.773 (148.452-160.921)	214.282	1.282
嘉義	$y=-10.987+7.309x$	153.310 (137.861-169.886)	258.012	1.270
花蓮	$y=-10.670+7.102x$	160.849 (151.016-172.188)	273.736	1.333

表三、以乾膜法lambda-cyhalothrin 0.025%測定對各種品系白線斑蚊之抗藥性比較

白線斑蚊 品系	迴歸方程式	KT ₅₀ (秒) (95%信賴界線)	KT ₉₅ (秒)	抗性
------------	-------	--	---------------------------	----

實驗室 品系	$y=-2.964+4.084x$	89.180 (76.087-102.327)	224.831	1
台北縣 中和市	$y=-14.913+9.252x$	142.023 (135.150-148.831)	213.609	1.593
台北市 六張犁	$y=-9.100+7.190x$	121.810 (109.772-133.432)	205.958	1.366
台中市 西屯區	$y=-3.289+4.196x$	94.550 (73.557-116.410)	232.561	1.060
基隆	$y=-11.570+7.650x$	146.562 (141.511-151.534)	240.158	1.643
新竹	$y=-4.045+4.336x$	121.913 (103.206-140.661)	291.272	1.367
苗栗	$y=-9.104+6.639x$	133.137 (106.265-161.574)	235.129	1.493
彰化	$y=-3.762+4.219x$	119.344 (89.840-153.458)	292.100	1.338
雲林	$y=-9.515+7.049x$	114.631 (101.970-127.386)	195.870	1.285
嘉義	$y=-3.812+4.364x$	104.573 (137.861-169.886)	248.454	1.173
花蓮	$y=-9.151+6.623x$	136.947 (117.616-155.565)	242.194	1.536

表四、Lambdacyhalothrin以超低容量 (ULV) 噴射方式處理不同品系之
白線斑蚊

白線斑蚊品系	1小時後	24小時後
	平均死亡率 (%)	平均死亡率 (%)

實驗室飼養	100	100
台北市六張犁	93	100
台北縣中和市	97	100
台中市西屯區	98	100
基隆	100	100
新竹	100	100
苗栗	100	100
彰化	100	100
雲林	98	100
嘉義	93	100
花蓮	100	100

對照組以不含藥劑成分之水進行測試，死亡率小於5%。

表五、Pirimiphos-methyl以超低容量噴射方式處理不同品系之白線斑蚊

白線斑蚊品系	1小時後	24小時後
	平均死亡率(%)	平均死亡率(%)
實驗室飼養	100	100

台北市六張犁	92	100
台北縣中和市	93	100
台中市西屯區	98	100
基隆	100	100
新竹	85	100
苗栗	100	100
彰化	100	100
雲林	100	100
嘉義	100	100
花蓮	97	100

對照組以不含藥劑成分之水進行測試，死亡率小於5%。

表六、Cypermethrin以熱式噴霧法測定不同品系白線斑蚊之瞬間藥效

白線斑蚊品系	KT ₅₀ (分)	KT ₉₅ (分)	抗性比	30分鐘後 死亡率(%)
實驗室飼養	2.241 (1.950-2.814)	4.450	1	100

台北市六張犁	2.587 (2.146-3.045)	4.680	1.154	100
台北縣中和市	2.891 (2.614-3.178)	5.079	1.293	100
台中市西屯區	3.509 (3.369-3.669)	8.068	1.566	100
基隆	2.787 (2.503-3.114)	7.899	1.244	100
新竹	2.412 (2.129-2.730)	5.788	1.076	100
苗栗	2.217 (1.999-2.439)	5.096	0.989	100
彰化	2.629 (2.423-2.841)	4.642	1.173	100
雲林	2.879 (2.527-3.350)	6.058	1.285	100
嘉義	3.407 (3.235-3.583)	5.503	1.520	100
花蓮	2.584 (2.239-3.011)	6.294	1.153	100

空白對照組僅以煤油（不含藥劑）噴灑30分鐘後死亡率均為0 %。

表七、不同品系白線斑蚊幼蟲對primifos-methyl的抗藥性比較

白線斑蚊品系	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	抗性比
實驗室品系 (感受性品系)	0.0950 (0.0947-0.0953)	0.1676	1

台北市六張犁	0.0980 (0.0897-0.1053)	0.1746	1.03
台北縣中和市	0.1721 (0.1561-0.1867)	0.2622	1.81
台中市西屯區	0.1347 (0.1171-0.1539)	0.2117	1.42
基隆	0.1257 (0.1007-0.0150)	0.2323	1.32
新竹	0.1249 (0.1074-0.1436)	0.1998	1.31
苗栗	0.1045 (0.0898-0.1162)	0.1898	1.10
彰化	0.1161 (0.1093-0.1225)	0.1743	1.22
雲林	0.1205 (0.1001-0.1364)	0.2104	1.27
嘉義	0.1068 (0.0937-0.1186)	0.1954	1.12
花蓮	0.1826 (0.1588-0.2073)	0.3077	1.92

表八、不同品系白線斑蚊幼蟲對fenetrothion的抗藥性比較

白線斑蚊品系	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	抗性比
實驗室品系 (感受性品系)	0.0565 (0.0473-0.0645)	0.1026	1

台北市六張犁	0.0586 (0.0563-0.0609)	0.1117	1.04
台北縣中和市	0.0560 (0.0452-0.0651)	0.0980	0.99
台中市西屯區	0.0465 (0.0364-0.0549)	0.0986	0.82
基隆	0.0618 (0.0513-0.0728)	0.1265	1.09
新竹	0.0555 (0.0475-0.0632)	0.1091	0.98
苗栗	0.0697 (0.0642-0.0749)	0.0973	1.23
彰化	0.0669 (0.0589-0.0746)	0.1164	1.18
雲林	0.0757 (0.0691-0.0822)	0.1303	1.34
嘉義	0.0749 (0.0660-0.0830)	0.1252	1.33
花蓮	0.0775 (0.0683-0.0868)	0.1507	1.37

表九、不同品系白線斑蚊幼蟲對chlorpyrifos的抗藥性比較

白線斑蚊品系	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	抗性比
實驗室品系 (感受性品系)	0.0669 (0.0057-0.0075)	0.0142	1

台北市六張犁	0.1124 (0.0887-0.1360)	0.3000	1.68
台北縣中和市	0.1182 (0.1041-0.1321)	0.2506	1.77
台中市西屯區	0.1009 (0.0800-0.1212)	0.2263	1.51
基隆	0.0976 (0.0891-0.1054)	0.1490	1.46
新竹	0.0899 (0.0784-0.1005)	0.1999	1.34
苗栗	0.0981 (0.0822-0.1131)	0.2055	1.47
彰化	0.1100 (0.0766-0.1406)	0.2391	1.64
雲林	0.0879 (0.0816-0.0941)	0.1670	1.31
嘉義	0.1073 (0.1033-0.1112)	0.1776	1.60
花蓮	0.0750 (0.0695-0.0801)	0.1462	1.12

表十、不同品系白線斑蚊幼蟲對permethrin的抗藥性比較

白線斑蚊品系	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	抗性比
實驗室品系 (感受性品系)	0.0097 (0.0061-0.0136)	0.0203	1

台北市六張犁	0.0104 (0.0071-0.0134)	0.0218	1.07
台北縣中和市	0.0134 (0.0128-0.0139)	0.0216	1.38
台中市西屯區	0.0104 (0.0085-0.0123)	0.0227	1.07
基隆	0.0100 (0.0078-0.0118)	0.0187	1.03
新竹	0.0091 (0.0078-0.0102)	0.0174	0.94
苗栗	0.0067 (0.0051-0.0082)	0.0200	0.69
彰化	0.0094 (0.0083-0.0105)	0.0168	0.97
雲林	0.0100 (0.0074-0.0127)	0.0213	1.03
嘉義	0.0100 (0.0087-0.0113)	0.0228	1.03
花蓮	0.0109 (0.0091-0.0125)	0.0197	1.12

表十一、不同品系白線斑蚊幼蟲對cypermethrin的抗藥性比較

白線斑蚊品系	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	抗性比
實驗室品系 (感受性品系)	0.0017 (0.0011-0.0027)	0.0053	1

台北市六張犁	0.0095 (0.0081-0.0111)	0.0150	5.59
台北縣中和市	0.0185 (0.0163-0.0207)	0.0296	10.89
台中市西屯區	0.0074 (0.0057-0.0089)	0.0180	4.35
基隆	0.0056 (0.0036-0.0071)	0.0099	3.29
新竹	0.0142 (0.0111-0.0169)	0.0240	8.35
苗栗	0.0034 (0.0015-0.0050)	0.0081	2.00
彰化	0.0102 (0.0089-0.0115)	0.0247	6.00
雲林	0.0110 (0.0105-0.0116)	0.0249	6.47
嘉義	0.0176 (0.0115-0.0238)	0.0592	10.35
花蓮	0.0138 (0.0119-0.0157)	0.0333	8.12

表十二、不同品系白線斑蚊幼蟲對lambda-cyhalothrin的抗藥性比較

白線斑蚊品系	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	抗性比
實驗室品系 (感受性品系)	0.0009 (0.0003-0.0017)	0.0048	1

台北市六張犁	0.0027 (0.0025-0.0029)	0.0111	3.00
台北縣中和市	0.0091 (0.0061-0.0012)	0.0248	10.11
台中市西屯區	0.0017 (0.0010-0.0026)	0.0074	1.89
基隆	0.0023 (0.0018-0.0027)	0.0072	2.56
新竹	0.0028 (0.0014-0.0043)	0.0122	3.11
苗栗	0.0025 (0.0018-0.0033)	0.0090	2.78
彰化	0.0039 (0.0036-0.0043)	0.0098	4.33
雲林	0.0026 (0.0016-0.0035)	0.0105	2.89
嘉義	0.0020 (0.0016-0.0024)	0.0079	2.22
花蓮	0.0023 (0.0018-0.0030)	0.0079	2.56

表十三、不同品系白線斑蚊幼蟲對tetramethrin的抗藥性比較

白線斑蚊品系	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	抗性比
實驗室品系 (感受性品系)	0.0549 (0.0521-0.0575)	0.0768	1

台北市六張犁	0.0895 (0.0776-0.1007)	0.1418	1.63
台北縣中和市	0.0765 (0.0685-0.0831)	0.1335	1.39
台中市西屯區	0.0550 (0.0512-0.0585)	0.0750	1.00
基隆	0.0523 (0.0451-0.0612)	0.0765	0.95
新竹	0.0661 (0.0618-0.0703)	0.0915	1.20
苗栗	0.0540 (0.0465-0.0615)	0.0893	0.99
彰化	0.0649 (0.0616-0.0680)	0.0876	1.18
雲林	0.0634 (0.0539-0.0733)	0.1102	1.15
嘉義	0.0712 (0.0645-0.0779)	0.1113	1.30
花蓮	0.0560 (0.0522-0.0597)	0.0770	1.02

表十四、不同品系白線斑蚊幼蟲對etofenprox的抗藥性比較

白線斑蚊品系	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	抗性比
實驗室品系 (感受性品系)	0.0074 (0.0048-0.0112)	0.0171	1

台北市六張里	0.0130 (0.0113-0.0143)	0.0220	1.76
台北縣中和市	0.0099 (0.0086-0.0111)	0.0175	1.34
台中市西屯區	0.0078 (0.0067-0.0087)	0.0148	1.05
基隆	0.0068 (0.0050-0.0084)	0.0150	0.92
新竹	0.0074 (0.0050-0.0099)	0.0164	1.00
苗栗	0.0078 (0.0054-0.0100)	0.0169	1.05
彰化	0.0077 (0.0039-0.0103)	0.0177	1.04
雲林	0.0105 (0.0099-0.0110)	0.0212	1.42
嘉義	0.0098 (0.0090-0.0104)	0.0160	1.32
花蓮	0.0082 (0.0069-0.0093)	0.0153	1.11
