臺灣紅蜘抗藥性之初步研究[1]

羅幹成　趙若素[2]

摘要：以葉浸法 (Leaf-dip method) 及膠帶黏浸法 (Slide-dip method) 處理，所得結果差異甚大。一般言之，以膠帶黏浸法所得 LC_{50} 及 LC_{95} 之值均較葉浸法所獲之值爲高。

本文所涉及的三種紅蜘，其中以柑桔紅蜘對各種藥劑之抗性最爲顯著而普遍，其對各種藥劑所生之抗性又以對有機磷劑最爲强烈，在殺蜘劑中，其對 Chlorobenzilate 之抗性亦最突出，而僞二點紅蜘與神澤氏紅蜘亦對有機磷劑具有明顯之抗性，但在程度上，遠遜於柑桔紅蜘之抗性。

抗 Malathion 之柑桔紅蜘，對極大部份之有機磷劑均具有交叉抗性 (Phosdrin 則爲例外)，對其他種類藥劑之交叉抗性，無規則可尋，如對氨基甲酸鹽類之 Carbaryl (Sevin) 及有機氯烴劑之 Chlorobenzilate 具明顯之交叉抗性，而對 Kelthane 則僅具微弱之抗性。

一般而言，紅蜘對有機磷類之抗性生成甚速；而對其他各類型殺蜘劑之抗性生成則甚爲緩慢，其消失亦然。

根據世界各國之報告，目前已具抗藥性之紅蜘 (Tetranychidae) 已達11種之多，其中9種屬於紅蜘屬 (*Tetranychus*)；2種屬於炬爪紅蜘屬 (*Panonychus*)。僞紅蜘科 (Tenuipalpidae) 中，有數種重要種類，雖經長期殺蜘劑之防治後，並未發現抗性之產生，唯從1960年 Emmel 及 Czech 之報告中，記載一種 *Tenuipalpus* sp.，對有機磷具有高度之抵抗性。塵蜘科 (Tarsonemidae) 中之害蜘，不論以殺蟲劑或殺蜘劑防治，均未發現有抗性產生，銹蜘類 (Eriophyidae) 僅於1958年在英屬哥倫比亞發現 *Vasates schlechtendali* 在蘋果樹上對 Parathion 產生了强烈之抗性[31]。

此外，有些寄生於溫血動物體外之蜘類，如癬疥蜘 (Itch mites)，雞蜘 (Chicken mites)，禽蜘 (Fowl mites) 等，似對各種防治藥物尚無抗性發生，唯一抗性之例子是在 1963 年美國加州一種北禽蜘 (*Ornithonyssus sylviarum*) 對 Malathion 及其他有機磷劑已產生了抗性。

最近又發現常與紅蜘同時出現之捕食性蜘類，如捕植蜘蜘科 (Phytoseiidae) 也對多種藥劑產生了抗性[7]。

對蜘類抗藥性之記載，最早是在 1937 年 Compton 與 Kearns 發現以 Selocide 防治二點紅蜘 (*Tetranychus telarius* L.) 已告失效，直到 1947 年開始，才眞正出現了農藥製造與害蟲產生抗藥性之競賽，在許多例證之中，若經常施以 DDT 或有機磷劑防治一般害蟲時，可導致紅蜘猖獗發生[32]。二點紅蜘羣類 (*Tetranychus urtic*ae-Complex) 爲最早被用作紅蜘抗藥性研究之材料[2,4,9,10,11,14,16,20,29,30,33,34]，據歐美有關研究記載：紅蜘抗藥性產生最早源自溫室作物之紅蜘，以後抗性逐漸擴散蔓延到更廣地區[20]。

紅蜘類均具有單產雄性 (Arrhenotoky) 之特性，此種特性在進化過程中，在理論上其可塑性較一般行兩性生殖法之動物爲低，換言之，即紅蜘較少發生遺傳上之變異。紅蜘類之形性，特徵，皆爲

1.農試報告第七四一號，本研究承中正科技基金會，國家科學委員會獎助及農復會之補助，在研究進行中蒙恩師嚴教授奉琰、邱主任瑞珍及陶技正家駒之指導及鼓勵。文成後，復蒙嚴教授奉琰、朱教授耀沂，本所陶技正家駒、農復會洪技正維懷及植物保護中心古博士德業指正良多，特此致最高之謝意。

2.臺灣省農業試驗所技正、技佐。

性聯遺傳，故在雄體內不可能有隱性因子之存在。因此紅蟎可迅速導致優良形性之固定，而有害之因子在經過數代之後，會逐漸加以淘汰。近來有關學者又對紅蟎移動之習性加以研究，發現交尾過後之雌蟎在植物葉片上之移動範圍極爲有限，通常在營養不缺之情況下，多棲於同一葉片上，並將其卵產於此葉片上，此一習性，爲產生純性結合固定之有利條件，此種現象，不論在室內或在野外，都普遍發生[16,18]。然而此種單產雄性生殖法，導致紅蟎適應能力微弱之理論，却與實際情形不相符合。二十五年來各國對紅蟎抗藥性報告之中，亦與上述理論相衝突[5,6,8,10,29,30]，故須尋求較爲合理之解釋。最近學者多認爲在行單性生殖法之動物各棲羣中，存在著少部份的抗性個體，這種現象是與其本身先天已具備之「先適應」（Preadaption）相符合，亦即在行單產雄性的動物棲羣中，藉自然之擇取（Selection），可在 Hemizygous males 之中出現變異因子，然在同一棲羣之中，變異之負荷度是受趨向於 Hemizygousity 之限制；但在各棲羣之間，變異之負荷度則較大，這是由於不同的變異及組合而引起者，這種變異和組合，可引起對化學物質產生抗性之充分機會。因此常在各處採得之敏感性紅蟎，一經有機磷劑擇取之後，即引發抗性之反應，通常抗性因子在棲羣之中，出現之頻率並不甚高，但其出現仍是相當普遍而廣泛的[5,10,15,17,36]。

對紅蟎抗藥性之生化研究，不如對雙翅目昆蟲之方便，原因是個體太小，再加以飼養不易，消化道內各種酵素及植物色素都是在做生化試驗時之攪亂因素，故直到目前爲止，僅對有機磷之抗性有部份資料可考。Voss (1962) 曾以二點紅蟎之 Leverkusen strains 爲材料，用 Diazoxon 處理，經2小時後分析，發現 Levenkusen-RR 的 aliesterase 之作用，較 Leverkusen-S 之作用高得多，然而 Smissaert 用同法發現 Leverkusen-S 的 aliesterase 之作用反較 Leverkusen-RR 爲高，故兩者結果矛盾。Smissaert (1964) 報導，他以 Leverkusen-S 及回交系 SP 分析，發現了 Cholinesterase，他假設其爲 SP 之抗性源頭。而 Diazoxon 對 Leverkusen-S，與 SP 之 Cholinesterase 之抑制率，對前者較對後者爲强，此資料再與 Helle 氏所獲者參照[15,16,17,18]，可假定此種對敏感性及抵抗性紅蟎 Cholinesterase 之抑制率之差異是受一對因子之控制[32]。

1963年 Henneberry 等研究抗性紅蟎與敏感性紅蟎內表皮之厚度，結果發現具抗性之Cranbury-I 系二點紅蟎內表皮較敏感性紅蟎之內表皮爲厚，但此結果，各國學者仍抱懷疑態度[31]。

近30年來，臺灣農業技術高速成長，其中對害蟲之防治，更是不遺餘力的推進，新型殺蟲劑不斷引進，經推廣之初，效果確屬驚人，但日久之後效力逐漸低降，或引起害蟲相之變更，從前不引人注意之次要害蟲，竟能躍居關鍵害蟲之地位，如水稻的飛蝨、浮塵子，柑桔、茶樹和豆類的紅蟎，蔬菜的小菜蛾等等，均爲顯著之實例。上述各種害蟲都具備繁殖迅速之特點，並在經過多次藥劑接觸之後，藥劑效力漸失，故僅賴不斷的引進新藥劑，以解決問題。此種現象已充分顯示出臺灣害蟲已普遍對殺蟲劑產生抗藥性之事實。本省對害蟲抗藥性之研究鮮有人問津，直到最近數年方漸被人注意。作者有鑑於紅蟎發生之猖獗，殺蟎劑似乎永難解決蟎害問題，故擬追蹤臺灣三種主要害蟎（僞二點紅蟎 *Tetranychus truncatus* Ehara，柑桔紅蟎 *Panonychus citri* (McGregor) 及神澤氏紅蟎 *Tetranychus kanzawai* Kishida）目前在臺灣抗藥性之一般情形，抗藥性之程度，交叉抗性及抗性消失過程等，藉供日後防治紅蟎之參考。

本文爲臺灣對紅蟎類抗藥性研究的首篇報告，筆者才疏學淺，難免有謬誤之處，尚乞同道先輩不吝指正是幸。

材 料 與 方 法

一、材料

1.紅蟎棲羣和種類

（1）室內長期（約4年）飼養之僞二點紅蟎（*Tetranychus truncatus* Ehara），採於臺北本所附近菜豆葉片上，供作僞二點紅蟎各棲羣間抗藥性之標準對照材料。

（2）僞二點紅蜘其他棲羣之採集地有： a）臺北市水源地。 b）新竹縣新埔。 c）新竹縣竹北。 d）臺南縣麻豆。

（3）室內長期（約3年）飼養之柑桔紅蜘 (*Panonychus citri* (McG.))，採於臺北本所一試驗柑桔園，供作柑桔紅蜘各棲羣間抗藥性之標準對照材料。

（4）柑桔紅蜘之其他棲羣採集地有： a）本所園藝系柑桔品種保存之網室內。 b）新竹縣新埔。

（5）神澤氏紅蜘 (*Tetranychus kanzawai* Kishida)，採自臺北本所農藝系大豆品種保存之田間。

2.處理藥劑

開路生 (Kelthane) 18.5% E. C.華農企業股份有限公司出品。

歐蜘多 (Omite) 30% W. P.利台化學工業股份有限公司出品。

魔立死 (Morestan) 25% W. P.西德拜耳 (Bayer) 公司出品。

克氯苯 (Chlorobenzilate) 25% E. C.五豐化學工業股份有限公司出品。

西脫蜘 (Citrazon) 20% E. C.日本曹達株式會社出品。

能死蜘 (Nissol) 25% E. C.日本曹達株式會社出品。

馬拉松 (Malathion) 50% E. C.日本北興化學工業株式會社出品。

福賜松 (Phosvel) 34% E. C.大勝化學工業股份有限公司出品。

富賜靈 (Phosdrin) 25.3% E. C.華農企業股份有限公司出品。

賽 文 (Sevin) 50% W. P.興農化工股份有限公司出品。

3.飼育紅蜘類之植物

（1）初發芽之臺北二號菜豆移植於可樂罐內，以其眞葉 (Primary leaves)，供作僞二點紅蜘及神澤氏紅蜘之飼育植物。

（2）以罐植之酸桔苗供作柑桔紅蜘之飼育植物。

二、試驗方法

1.葉浸法 (Leaf-dip method)：以細毛筆將年齡相同，大小相同之雌成蜘接於菜豆眞葉或酸桔苗之葉上，每株接蜘20～40頭，經24小時飼育後，檢查蜘數是否減少，如有減少則補充之，然後即連蜘帶葉片浸入各種藥劑之不同濃度藥液內，經5秒鐘，取出。每種藥劑均配成5種以上不同濃度，以清水處理作爲對照，每一濃度之藥液浸入三株以爲重覆。處理後即置於定溫室內 (25°±3°C，80%～90%RH) 經過24小時，檢查活蜘數。

2.膠帶黏浸法 (Slide-dip method)：以單面膠帶固着於載物玻片上，黏性面朝上，然後以細毛筆將雌蜘接於膠帶上，接時務必要使紅蜘之背面黏於膠帶上，八足皆使朝上，使其不致觸及膠面上，以防意外死亡，影響試驗結果。每片接雌蜘20頭，在處理前尙需以放大鏡檢查膠帶上紅蜘是否有死亡或失踪，如有則補充之，浸藥處理方法與葉浸法相同。24小時後檢查紅蜘存活率。

試 驗 結 果

一、僞二點紅蜘抗藥性調查

計調查臺北市水源地、新竹縣新埔、新竹縣竹北及臺南縣麻豆四處，處理藥劑計有 Kelthane, Omite, Morestan, Phosdrin, Smite, Chlorobenzilate, Phosvel, Citrazon 及 Nissol 等九種，以葉浸法處理，並以室內長期飼育（約四年經 130代）之僞二點紅蜘作爲抗性之比較，求得不同地區所採得僞二點紅蜘之 LC_{50} 及 LC_{95}，如表1所示。

表1　以葉浸法處理僞二點紅蜘之各品系所得 LC_{50} 及 LC_{95} 之值 (P. P. M.)

藥劑	室內對照		麻豆		新埔		水源地		竹北		最高及最低每較	
	LC_{50}	LC_{95}	LC_{50}	LC_{95}	LC_{50}	LC_{95}	LC_{50}	LC_{95}	LC_{50}	LC_{95}	LC_{50}	LC_{95}
Kelthane	3.1	17.0	1.2	3.4	1.7	8.4	7.5	34.0	14.3	130.0	1. 2— 14.3	3. 4—130.0
Chlorobenzilate	7.0	23.0	23.5	80.0	—	—	15.5	62.0	7.6	32.5	7. 0— 23.5	23. 0— 80.0
Smite	8.1	32.7	18.1	89.0	5.5	14.7	6.7	54.0	—	—	5. 5— 18.1	14. 7— 89.0
Morestan	6.6	38.5	47.5	485.0	4.5	130.0	13.8	48.5	—	—	4. 5— 47.5	38. 5—485.0
Omite	4.25	28.0	9.8	260.0	16.7	57.0	—	—	—	—	4.25— 16.7	28. 0—260.0
Phosdrin	—	—	103.0	200.0	2.0	4.25	—	—	167.0	317.0	2. 0—167.0	4.25—317.0
Phosvel	3.8	21.5	107.0	282.0	—	—	—	—	—	—	3. 8—107.0	21. 5—282.0
Citrazon	15.4	50.5	63.0	157.0	—	—	—	—	—	—	15. 4— 63.0	50. 5—157.0
Nissol	—	—	25.5	450.0	—	—	—	—	—	—	25.5	450.0

若採用膠帶黏浸處理，則 LC_{50} 及 LC_{95} 之值與葉浸法所得之值相比較，似有甚大之差異，所獲結果如表2。

表2　膠帶黏浸法處理室內長期飼育之僞二點紅蜘所得 LC_{50} 及 LC_{95} 之值 (P. P. M.)

藥劑	LC 50	LC 95
Chlorobenzilate	1025.0	3820.0
Kelthane	26.2	96.0
Smite	370.0	840.0
JA—119	310.0	3350.0
Malathion	765.0	1550.0

以上二表所獲之值均由機值對數死亡毒力線 (Log dosage mortality lines) 獲得，現以機值對數死亡毒力線圖示如下：(圖1至圖11)

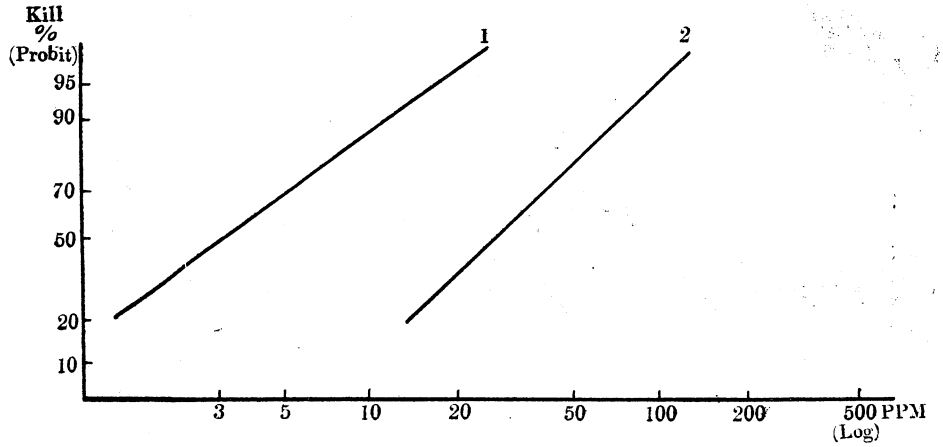


圖1. 以 Kelthane 用兩種不同方法處理僞二點紅蜘所得之機值對數死亡毒力線。
1：葉浸法所獲之線。 2：膠帶黏浸法所獲之線。

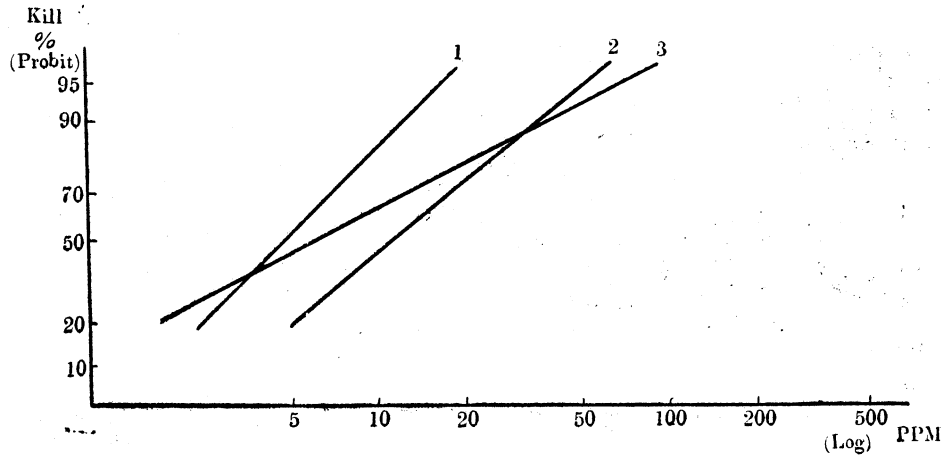


圖2. 三種殺蜘劑用葉浸法處理室內飼養對照羣之僞二點紅蜘形成之機值對數死亡毒力線。
1：Kelthane. 2：Chlorobenzilate. 3：Smite

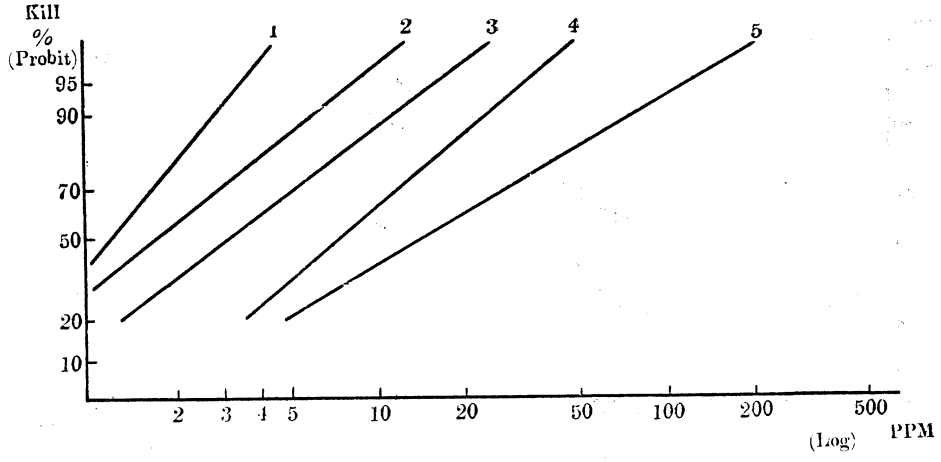


圖3. Kelthane 用葉浸法處理五種不同棲羣之僞二點紅蜘形成之機值對數死亡毒力線。
1：臺南麻豆羣。 2：新竹新埔羣。 3：飼養對照羣。 4：臺北水源地羣。 5：新竹竹北羣。

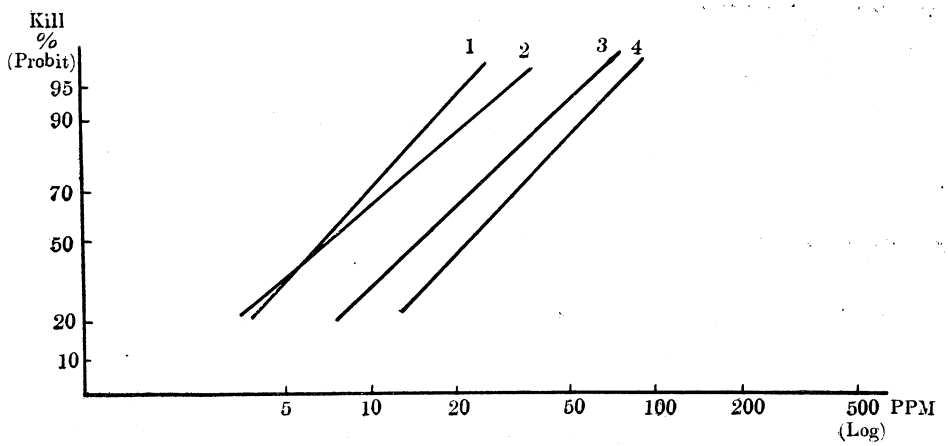


圖4. Chlorobenzilate 用葉浸法處理四種不同棲羣之僞二點紅蜘所形成之機值對數死亡毒力線。
1：飼養對照羣。 2：新竹竹北羣。 3：臺北水源地羣。 4：臺南麻豆羣。

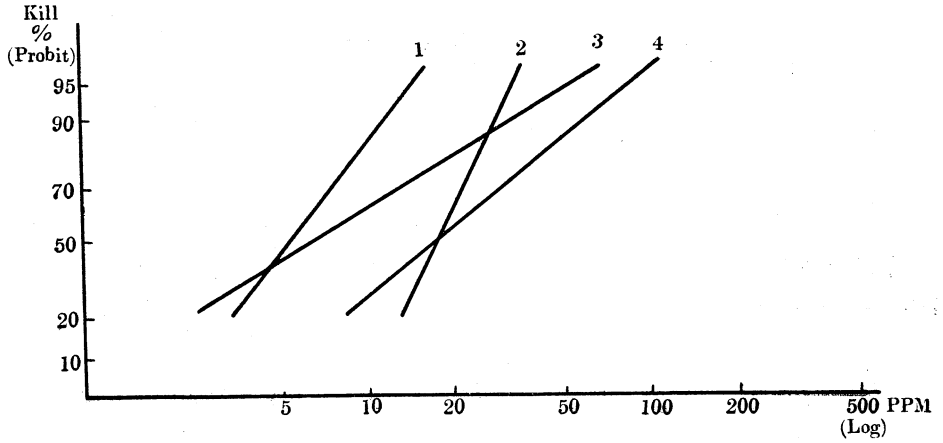


圖5. 以 Smite 用葉浸法處理四種不同棲羣之僞二點紅蜘所形成之機值對數死亡毒力線。
1：新竹新埔羣。 2：飼養對照羣。 3：臺南麻豆羣。 4：臺北水源地羣。

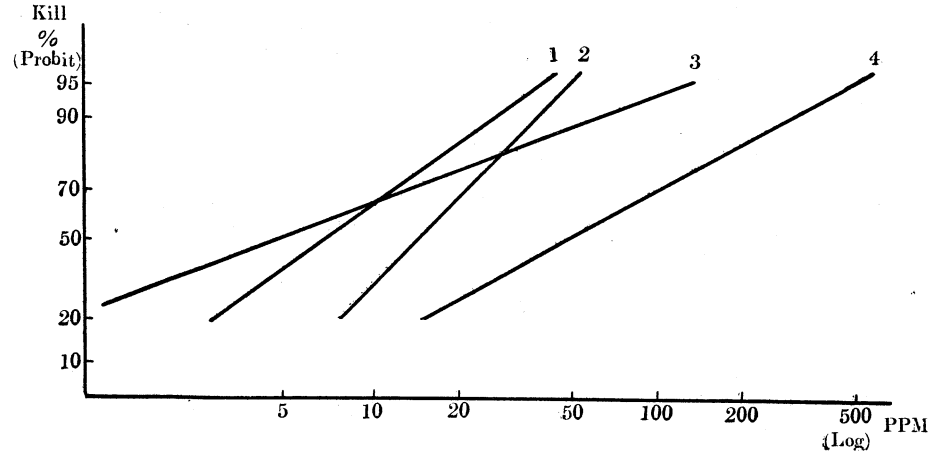


圖6. 以 Morestan 用葉浸法處理四種不同棲羣之僞二點紅蜘所形成之機值對數死亡毒力線。
1：飼養對照羣。 2：臺北水源地羣。 3：新竹新埔羣。 4：臺南麻豆羣。

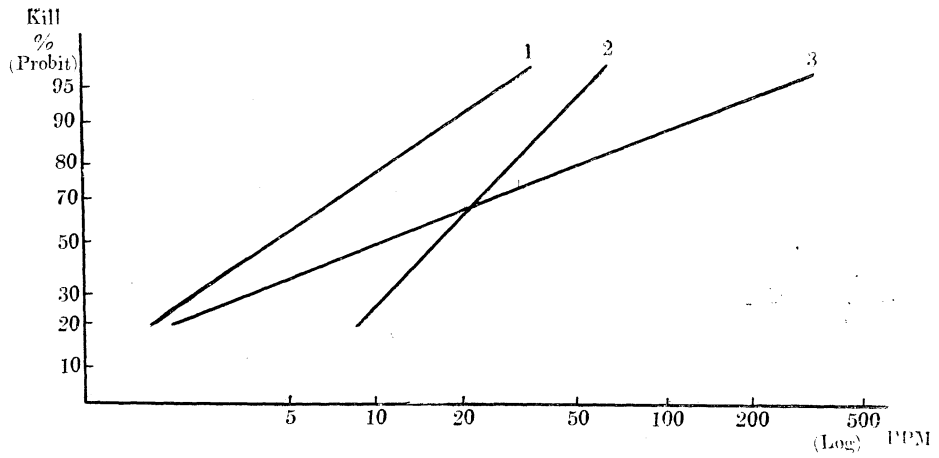


圖7. 以 Omite 用葉浸法處理三種不同棲羣之僞二點紅蜘所形成之機值對數死亡毒力線。
1：飼養對照羣。 2：新竹新埔羣。 3：臺南麻豆羣。

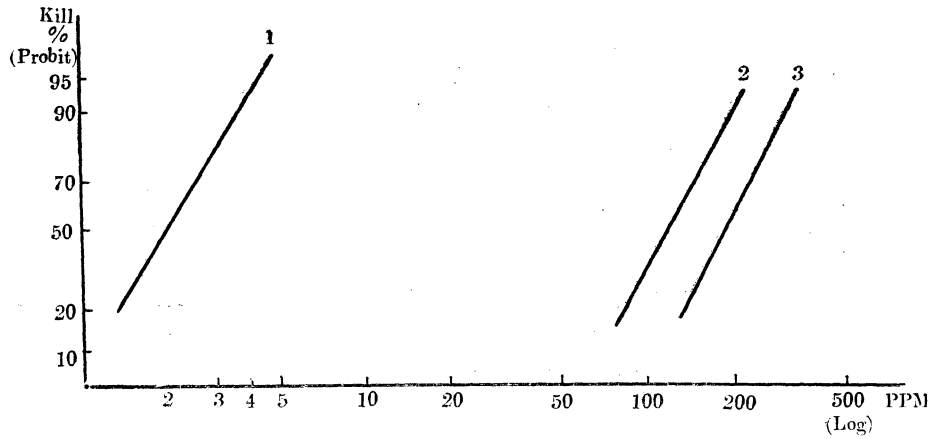


圖8. 以 Phosdrin 用葉浸法處理三種不同棲羣之僞二點紅蜘所形成之機值對數死亡毒力線。
1：新竹新埔羣。 2：臺南麻豆羣。 3：新竹竹北羣。

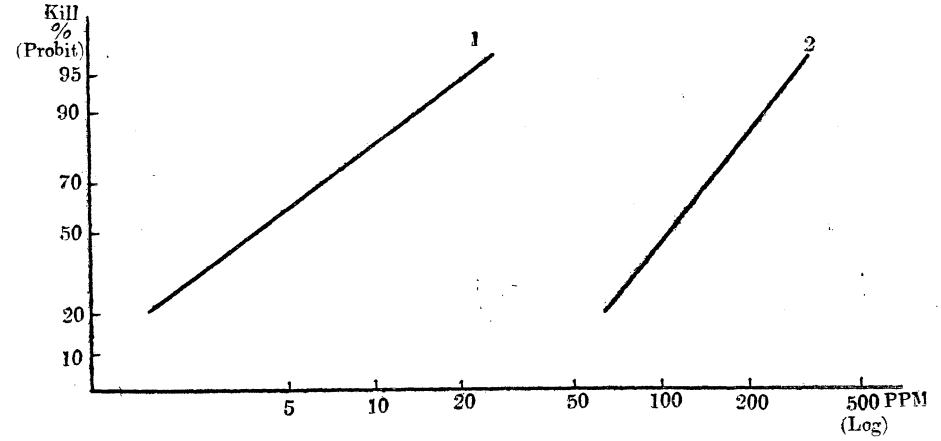


圖9. 以 Phosvel 用葉浸法處理兩種不同棲羣之僞二點紅蜘所形成機值對數死亡毒力線。
1：飼養對照羣。 2：臺南麻豆羣。

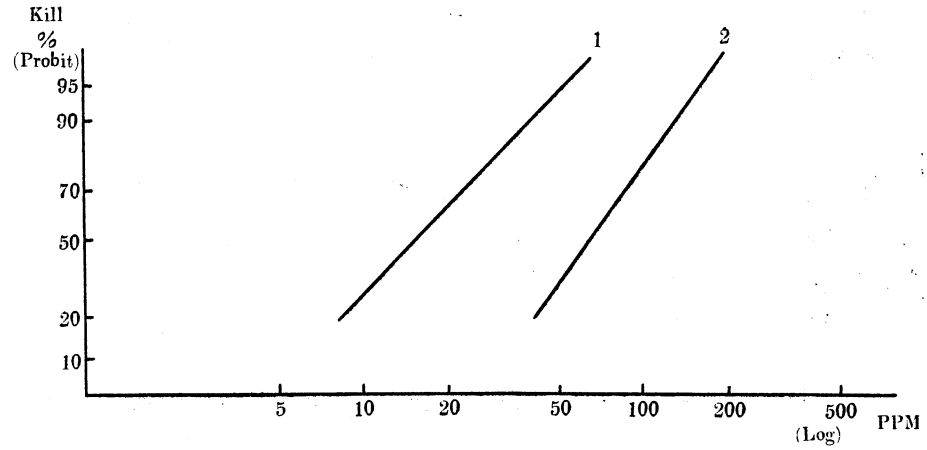


圖10. Citrazon 用葉浸法處理不同齡二點紅蜘蛛羣所形成之機值對數死亡毒力線。
1：室內飼育對照羣。　2：臺南蓖豆羣。

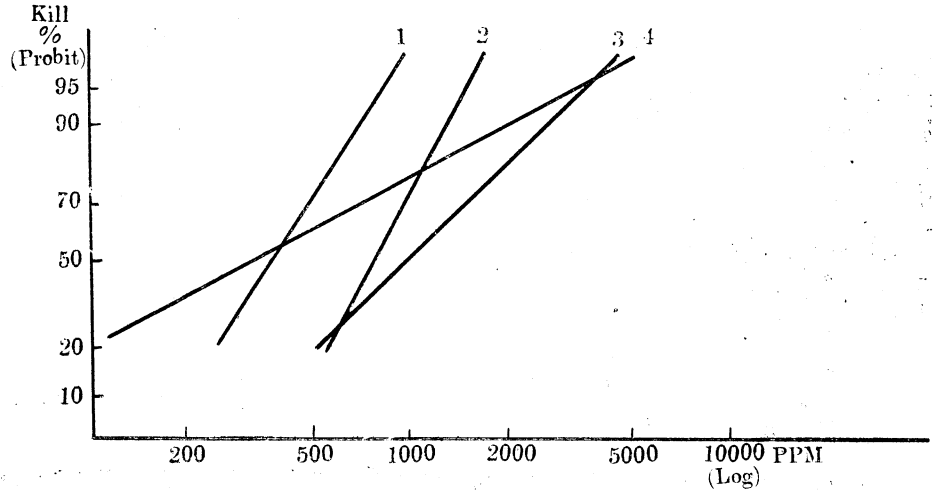


圖11. 四種藥劑用膠帶黏浸法處理室內飼養對照羣所形成之機值對數死亡毒力線。
1：Smite,　2：malathion.　3：JA—119.　4：Chlorobenzilate

二、柑桔紅蜘抗藥性調查

自新埔及本所園藝系採得之柑桔紅蜘以 Kelthane, Chlorobenzilate, Smite, Nissol 及 Malathion 五種藥劑處理與室內長期飼育之柑桔紅蜘對照，結果如下表：

表 3. 膠帶黏浸法處理柑桔紅蜘所得 LC_{50} 及 LC_{95} 之值 (P. P. M.)

藥劑	室內對照		新埔		本所園藝系		最低及最高之比較	
	LC_{50}	LC_{95}	LC_{50}	LC_{95}	LC_{50}	LC_{95}	LC_{50}	LC_{95}
Kelthane	33.7	70.0	15.4	36.0	27.5	140.0	15.4—33.7	36.0—140
Chlorobenzilate	135.0	1400.0	65.0	250.0	830.0	5300.0	65.0—830	250—5300
Smite	—	—	35.0	122.0	—	—	35.0	122.0
Nissol	—	—	24.0	85.0	164.0	543.0	24.0—164	85.0—543.0
Malathion	870.0	3800.0	—	—	1980.0	7000.0	870—1980	3800—7000

上表所獲之值均由機值對數死亡毒力線獲得，現以機值對數死亡毒力線圖示如下：(圖12至圖13)

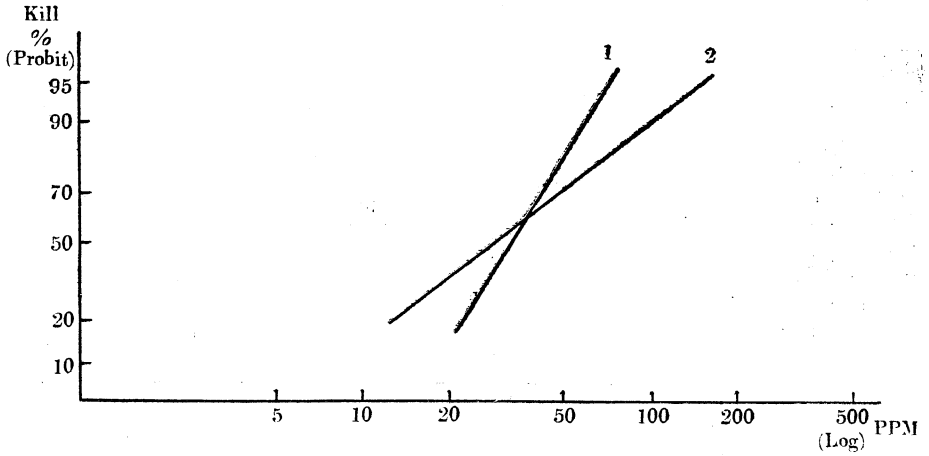


圖12. 以 Kelthane 用膠帶黏浸法處理柑桔紅蟎所形成之機值對數死亡毒力線。
1：飼養對照羣。　2：本所園藝系柑桔種苗保存網室羣。

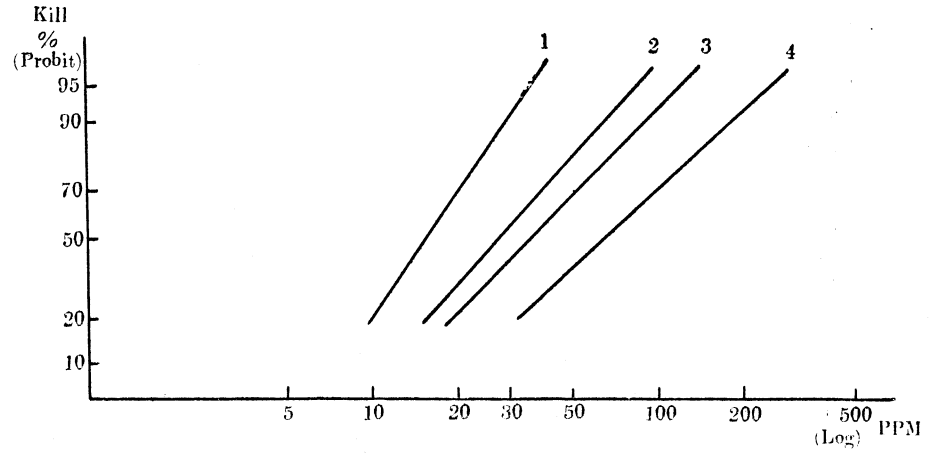


圖13. 四種殺蟎劑以葉浸法處理新竹新埔柑桔紅蟎羣所形成之機值對數死亡毒力線。
1：Kelthane.　2：Nissol.　3. Smite.　4：Chlorobenzilate.

三、神澤氏紅蟎抗藥性調查

僅以本所農藝系大豆上所採得之神澤氏紅蟎爲處理對象，以 Kelthane, Smite 及 Malathion 三種藥劑處理，結果如下表：

表 4. 膠帶黏浸法處理神澤氏紅蟎所得 LC_{50} 及 LC_{95} 之值 (P. P. M.)

藥　劑	LC_{50}	LC_{95}
Kelthane	30.0	143.0
Smite	39.5	185.0
Malathion	1500.0	6,700.0

現將表四以機值對數死亡毒力線圖示如下：（圖14至圖15）

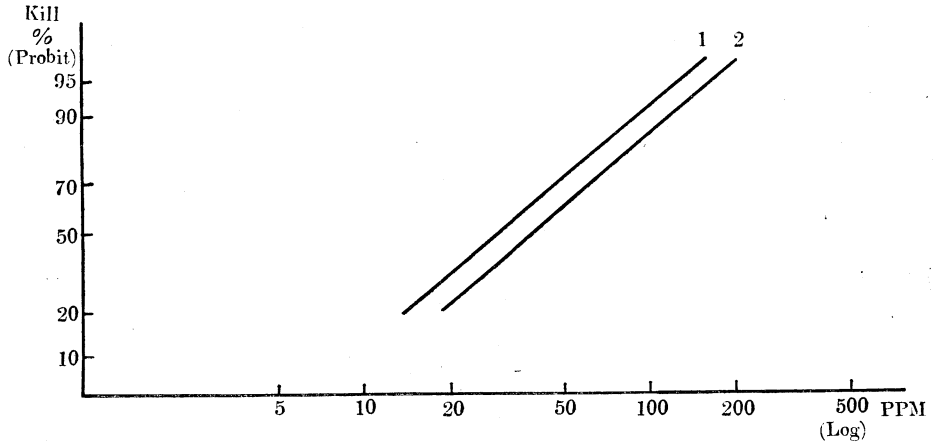


圖14. 以兩種殺蟎劑用膠帶黏浸法處理本所農藝系大豆品種保存田之神澤氏紅蜘蛛羣所形成之機值對數死亡毒力線。
1：Kelthane.　　2：Smite.

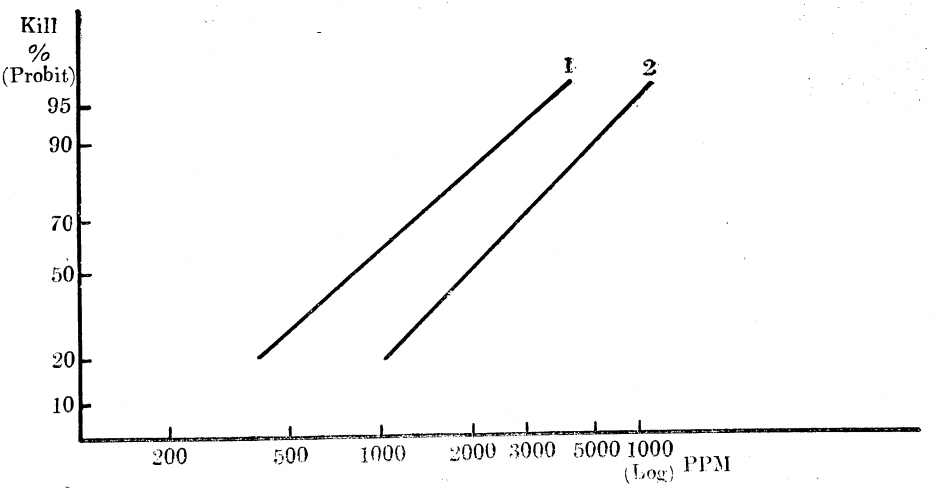


圖15. 以 Malathion 用膠帶黏浸法處理不同棲羣之柑桔紅蜘所形成之機值對數死亡毒力線。
1：飼養對照羣。　　2：本所園藝系柑桔種苗保存網室羣。

自以上各調查中，可以發現上述三種紅蜘已對一般殺蜘劑或有機磷劑具備程度不一之抗藥性，但在三種紅蜘之中，以僞二點紅蜘之抗性程度較低，柑桔紅蜘所表現之抗性最高，其次爲神澤氏紅蜘。又在各種藥劑之中，以對 Malathion 之抗性最爲突出，而對 Chlorobenzilate 之抗性爲次，對其他一般殺蜘劑則具較低程度之抗性，而以對 Kelthane 之抗性程度最低。

四、交叉抗性（Cross resistance）之調查

自本所園藝系柑桔品種保存之網室內採得柑桔紅蜘，此網室因數年來爲防治蚜蟲，均施以 Malathion，故其中之柑桔紅蜘一再接受 Malathion 之擇壓（Selective pressure），經試驗證明其對 Malathion 抗性確甚强大，故以三種有機磷（包括 Malathion, Phosdrin 及 Phosvel），二

種有機氯劑（即 Kelthane 及 Chlorobenzilate）及一種氨基甲酸鹽（即 Carbaryl）處理之，結果如下表：

表5　抗 Malathion 之柑桔紅蜘羣系對五種藥劑之反應（用膠帶黏浸法處理）

藥劑	抗 Malathion 羣系		室內對照	
	LC_{50} (PPM)	LC_{95} (PPM)	LC_{50} (PPM)	LC_{95} (PPM)
Malathion	3,000	7,000	870.0	3800.0
Phosdrin	< 100	< 500	—	—
Phosvel	1,500	10,000	—	—
Chlorobenzilate	250	3,650	135.0	1400.0
Kelthane	135	670	33.7	70.0
Carbaryl	300	1,500	—	—

自表5可知柑桔紅蜘對 Malathion 產生了抗性，對 Phosvel 亦具高度之交叉抗性，對 Phosdrin 則似無交叉抗性發生，而對 Chlorobenzilate 及 Carbaryl 亦具中度之交叉抗性，對 Kelthane 則僅具微弱之交叉抗性。

五、僞二點紅蜘抗性低降之調查

早在1970年初於臺北近郊採得僞二點紅蜘，經鑑定後即在室內飼養，至是年9月已繁殖了15代，此時紅蜘繁殖數已足供試驗需要，即以之作爲抗藥性低降之試驗材料，結果如表6所示：

表6　僞二點紅蜘在四年期間抗性消長之情形（以葉浸法處理結果）

殺蜘劑	1970年9月		1971年9月		1972年9月		1974年9月	
	LC_{50} (PPM)	LC_{95}	LC_{50} (PPM)	LC_{95}	LC_{50} (PPM)	LC_{95}	LC_{50} (PPM)	LC_{95}
Kelthane	4.6	13.8	4.1	14.1	4.3	14.5	3.1	17.0
Chlorobenzilate	17.5	89.0	16.8	91.0	17.3	86.5	7.0	23.0
Smite	3.6	60.0	4.5	15.3	6.1	18.4	8.1	32.7

由表6可知僞二點紅蜘對此三種殺蜘劑均無明顯之抗性。四年來其對此三種殺蜘劑之抗性消退情形亦不顯著，故準確而言，其均不能謂爲具備抗藥性(Resistance)，僅能稱略具耐藥性（Tolerance）而已。

討　論

本省紅蜘之中，重要者有僞二點紅蜘（*Tetranychus truncatus*）、柑桔紅蜘（*Panonychus citri*）、神澤氏紅蜘（*T. kanzawai*）、茶紅蜘（*Oligonychus coffeae*）、旱地紅蜘（*O. biharensis*）、皮爾斯氏紅蜘（*T. piercei*）及錫蘭僞紅蜘（*Brevipalpus obovatus*）等七種。本試驗以前三種爲對象，結果顯示柑桔紅蜘對各種藥劑之抗性最高，僞二點紅蜘和神澤氏紅蜘對殺蜘劑均呈低度之抗性，而對有機磷劑則亦呈高度抗性。以柑桔紅蜘而言，由於其寄主柑桔類爲多年生之常綠作物，加以臺灣終年溫度均高，害蟲種類既多，爲害期又長，農民爲確保其產量及品質不致受損，故均經常施藥，施藥種類之廣，次數之多，在各種作物中均爲首屈一指者。柑桔紅蜘既經常接受各種

藥劑之擇壓（Selective pressure），因而極易誘發紅蜘對各種藥劑之抵抗性；而僞二點紅蜘及神澤氏紅蜘多爲害豆科植物，亦常出現在瓜類及其他蔬菜、花卉上，其爲害之作物多爲一年生作物，害蟲種類不多，施藥種類及次數均少，故其接觸藥劑之機會較少，與柑桔紅蜘相較，其抗性便較低。然而對有機磷劑之抗性仍然很高，此或爲有機磷在臺灣施用歷史久遠之故，或其對有機磷之抗性僅受單一顯性遺傳因子影響之故。

根據三年來研究結果，顯示紅蜘對各種藥劑生成抗性之過程均不同。一般而言，紅蜘對有機磷類之抗性在給予連續約10代之擇壓後，即明顯產生抗性，而對目下一般殺蜘劑誘發抗性之過程則甚爲緩慢，至目前爲止，紅蜘僅對 Chlorobenzilate 具有高度抗性，對其他殺蜘劑則並無明顯之抗性產生，僅爲耐藥性而已。至於抗藥性低降之速度，根據四年來之測定結果，似乎相當緩慢。

通常凡對一種有機磷劑具備抗性之紅蜘，幾乎對所有有機磷劑均產生交叉抗性（僅 Phosdrin 爲例外），不但如此，亦對 Chlorobenzilate 及 Carbaryl 產生抗性，對 Kelthane 則似無明顯之交叉抗性，故目下本省所推薦之殺蜘劑中，僅 Chlorobenzilate 似已失去治蜘效用，其他各種殺蜘劑似尚未生成明顯之抗藥性，故仍然可以有效防治紅蜘。雖然如此，紅蜘對各種殺蜘劑均已產生某種程度之耐藥性。

在本研究中，其中對僞二點紅蜘之抗藥性測定，曾用兩種不同方法：一爲葉浸法，一爲膠帶黏浸法，試驗結果顯示出甚大之差異，一般而言，以膠帶黏浸法所得之 LC_{50} 及 LC_{95} 之值，均較用葉浸法所得之值爲高。此種差異生成之原因，可能爲菜豆葉表面滿佈微毛，當浸入藥液中時，微毛間能附着一層藥液，故實際上紅蜘在葉表接觸藥液之時間遠較膠帶黏浸法紅蜘接觸藥液之時間爲長，可能此爲二法形成差異之最大原因。

參 考 文 獻

1. Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18 : 265—267.
2. Abul-Hab, J. K. and E. M. Stafford. 1961. Studies on the eggs of a strain of the two-spotted spider mite, *Tetranychus telarius*, resistant to parathion. J. Econ. Entomol. 54 : 591—595.
3. Andres, L. A., and T. Prout. 1960. Selection response and genetics of parathion resistance in the Pacific spider mite, *Tetranychus pacificus*. J. Econ. Entomol. 53 : 626—630.
4. Aziz, S. A., and C. O. Knowles. 1973. Oxythioquinix acaricide : Toxicological studies with two-spotted spider mites. J. Econ. Entomol. 66 (5) : 1041—1045.
5. Brown, A. W. A. 1960. Mechanisms of resistance against insecticides. Ann. Rev. Entomol. 5 : 301—326.
6. Croft, B. A. and D. L. McGroarty 1973. A model study of acaricide resistance, spider mite outbreaks, and biological control patterns in Michigan apple orchards. Environ. Entomol. 2 (4) : 633—638.
7. Croft, B. A. and P. G. Stewart. 1973. Toxicity of one carbamate and six organophosphorus insecticides to 0—P resistant strains of *Typhlodromus occidentalis* and *Amblyseius fallacis*. Environ. Entomol. 2 (3) : 486—488.
8. Crow, J. F. 1957. Genetics of insect resistance to chemicals. Ann. Rev. Entomol. 2 : 227—246.
9. Dittrich, V. 1962. A comparative study of toxicological test methods on a population of the two-spotted spider mite (*Tetranychus telarius* L.) . J. Econ. Entomol. 55 : 646—648.
10. Dittrich, V. 1962. Genetics and dynamics of organophosphate resistance in strains of *Tetranychus urticae*. Adv. in Acarol. 1 : 238—247.
11. Dittrich, V. 1969. The expression of resistance against organophosphates in the Leverkusen-strains of *Tetranychus urticae* Koch and its genetical implications. Z. angewandte Entomol. 63 : 285—299.

12. Garman, P. 1950. Parathion resistant red spiders. J. Econ. Entomol. 43 : 53—56.
13. Gould, H. J. 1973. Laboratory and field investigations with organophosphorus resistant *Tetranychus urticae* on strewberries. Ann. appl. Biol., 74 : 17—23.
14. Hansen, C. O., J. A. Naegele, and H. E. Everett. 1962. Cross resistance patterns in the two-spotted spider mite (*Tetranychus telarius* L.) . Adv. in Acarol. 1 : 257—275.
15. Helle, W. 1965. Resistance in the Acarina : Mites. Adv. in Acarol. 2 : 71—93.
16. Helle, W. 1965. Inbreeding depression in an arrhenotokous mite (*Tetranychus urticae* Koch) . Entomologia Exp. Appl. 8 : 299—304.
17. Helle, W. and A. Q. Van Zon. 1967. Rates of spontaneous mutation in certain genes of an arrhonotokous mite, *Tetranychus pacificus*. Entomologia Exp. Appl. 10 : 189—193.
18. Helle, W. 1968. Parthenogenesis and insecticide resistance. Mededelingen Rijksfakulteit Landbouw Wetenschappen Gent, XXXIII. (3) : 621—628.
19. Hoskins, W. M., and H. T. Gordon, . 1956. Arthropod resistance to chemicals. Ann. Rev. Entomol. 1 : 89—122.
20. Hussey, N. W. and W. J. Parr. 1963. Dispersal of the glasshouse red spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae) . Entomologia Exp. Appl. 6 : 207—214.
21. Jeppson, L., and M. J. Jesser. 1962. Laboratory studies on resistance of the Pacific spider mite to acaricides. J. Econ. Entomol. 55 : 78—82.
22. Jeppson, L. R. 1962. Cross resistance patterns in Acarina. Adv. in Acarol. 1 : 276—282.
23. Jeppson, L. R., M. J. Jesser, and J. O. Complin. 1958. Resistance of the citrus red mite to organic phosphates in California. J. Econ. Entomol. 51 : 232—233.
24. Jeppson, L. R., J. O. Complin, and M. J. Jesser. 1962. Effects of application programs on citrus red mite control and development of resistance to acaricides. J. Econ. Entomol. 55 (1) : 17—22.
25. Jeppson, L. R. 1964. The resistance of citrus mites to control chemicals. The Journal of AVC 5 (4) : 95—96.
26. Jeppson, L. R. 1969. Impact of insect and mite resistance on chemical control programs on citrus. Proc. lst Intern. citrus Symp., 2 : 917—921.
27. Jeppson, L. R. and J. Complin, 1967. Variability and changes in the susceptibility of field populations of citrus red mites and European red mites to dicofol. J. Econ. Entomol. , 60 (5) : 1259—1261.
28. Jeppson, L. R., M. J. Jesser, and J. O. Complin. 1965. Response of susceptible strains of the Pacific mite and the citrus red mite to O-isopropyl O- (2, 4, 5-trichlorophenyl) . phosphoramidate or phosphoramidothioate. J. Econ. Entomol. 58 (3) : 466—467.
29. Matsumura, F. G. Voss. 1964. Mechanism of malathion and parathion resistance in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. J. Econ. Entomol. 57 : 911—917.
30. McEnroe, W. D. 1967. Genetic variation in a two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, population plateaued by directed selection (Acarina : Tetranychoidea) . Ann. ent. soc. America. 60 (5) : 1081—1083.
31. Nomura, K. 1973. Review of Acaricide resistance in red spider mites in Japan. Rev. Pl. Prot. Res., 6 : 44—58.
32. O'Brien, R. O. 1967. Insecticides action and metabolism. Academic press. 332 pp.
33. Schulten, G. G. M. 1966. Genetics of resistance to parathion and demeton-S-methyl in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina) . Genetica 37 : 207—217.
34. Schulten, G. G. M. 1968. Genetics of organophosphate resistance in the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) . Dept. Agric. Res. Royal Tropical Institute, Communication No. 57.
35. Smith, F. F. and R. A. Fulton, 1951. Two-spotted spider mite resistance to aerosols. J. Econ.

Entomol. 44. 229—233.

36. Taylor, E. A., and F. F. Smith. 1956. Transmission of resistance between strains of two-spotted spider mites. J. Econ. Entomol. 49 : 858—859.

37. Thompsom, H. E. and C. D. Guldner, Jr. 1973. Indopol polybutenes control the two-spotted spider mite on Euonymus in greenhouse. J. Econ. Entomol. 66 (4) : 997—998.

38. Walker, W. F., A. L. Boswell, and F. F . Smith. 1973. Resistance of spider mites to acaricides : Comparison of slide-dip and leaf dip methods. J. Econ. Entomol. 66 (2) : 549—550.

39. Watson, D. L. and J. A. Naegele. 1959. The influence of selection pressure on the development of resistance in populations of *Tetranychus telarius* (L.) J. Econ Entomol. 53 : 80—84.

40. Watson, D. L., C. O. Hansen and J. A. Naegele. 1962. The influence of selection pressure on the "Quality of parathion resistance"in two-spotted spider mite populations. Adv. in Acarol. 1 : 248—256.

PRELIMINARY STUDIES ON THE RESISTANCE OF THREE SPIDER MITES TO CHEMICALS IN TAIWAN

Kang-chen Lo and Rou-su Chao

Summary

This paper contains the investigation of the field collecting spider mites resistance to acaricides and organophorous insecticides in Taiwan (1970—74) . The tested mites, *Tetranychus truncatus* Ehara, *Panonychus citri* (McGregor) and *T. kanzawai* Kishida, were from several different local populations to compare with the laboratory rearing strain of *T. truncatus* and *P. citri*. The methods of leaf-dip and slide-dip were used for test.

Generally, all strains of *P. citri* exhibited higher degrees of resistance to both acaricides and organophosphates ; strains of *T. truncatus* showed lower degree of resistance to acaricides, but much higher to the organophosphates.

The malathion-resistant strain of *P. citri* were also resistant to some organophosphates (except phosdrin) which also increased the resistant levels to chlorobenzilate and carbaryl (sevin) , but slightly resistant to kelthane.

The values of LC_{50} and LC_{95} from the slide-dip method were always higher than the values of LC_{50} and LC_{95} from the leaf-dip method.