

害蟲抗藥性與農藥減量策略

高靜華¹ 周桃美^{1,*} 簡淑貝¹ 楊崇民¹

¹ 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

*通訊作者 e-mail: ctm@tari.gov.tw

摘要

小菜蛾 (*Plutella xylostella* L.) 為十字花科蔬菜重要害蟲，國內核准登記用藥計有乃力松等 44 種農藥，依藥劑作用機制分類分屬抑制乙醯膽鹼酯酶、 γ -胺基丁酸氯離子通道拮抗、異位活化尼古丁乙醯膽鹼受體、活化氯離子通道、干擾質子梯度分解氧化磷酸化反應、阻斷尼古丁乙醯膽鹼受體通道、抑制鱗翅目幾丁質合成、抑制粒線體複合物 I 電子傳遞、阻斷神經傳導電壓相關鈉離子通道、二醯胺類魚尼丁受體調節等 10 類群。此蟲因抗藥性問題而難以防治，經本所於民國 69 年起持續地深入研究，已闡明其抗藥性及藥劑間之交互抗性關係，確定應該避免使用易為多功能氧化酵素 (mixed function oxidases) 分解之對象藥劑如氨基甲酸鹽、合成除蟲菊精劑及昆蟲生長調節劑等，而採用培丹、蘇力菌及抗性不穩定之有機磷類，如亞特松及滅大松，輪流使用，即可達到防治並消除抗性干擾之目的。

為協助農民解決用藥問題，以此項研究成果為藍本，並將十字花科蔬菜其他重要害蟲，如大型鱗翅目害蟲、黃條葉蚤、潛蠅及蚜蟲等之防治藥劑一併考慮，擬定出輪用藥劑防治策略，於 79 年度首先在北斗及田中鎮實施，經過三年之田間示範，顯示此一綜合防治用藥較農民慣用技術平均可減少 35% 農藥費用；噴藥間隔可由 5.7 天延長為 7.8 天；藥劑之混合使用由 4.4 種減至 2.8 種；而蔬菜農友之收入也增加了 16.7%，因而此一防治策略及技術已被納入正規推廣系統，成為本省十字花科蔬菜害蟲之藥劑防治規範。

近年來更針對路竹、溪湖及土庫等之蔬菜產區進行小菜蛾抗藥性監測。以推薦濃度及兩倍濃度測試，依其致死率排序，前 5 名依序為賜諾特、因滅汀、因得克、脫芬瑞及培丹。目前剋安勃在田間對小菜蛾幾乎無效，包括與其它藥劑之混合劑，建議應暫停應用，待抗藥性因子消退後再檢測是否可以恢復使用。三個地區之抗藥性以溪湖最高，路竹次之，土庫較低，顯見不同地區農民用藥習慣與抗藥性有明顯之關聯。

關鍵詞：小菜蛾、抗藥性監測。

前言

目前國內已登記之農藥依產品區分計有殺菌劑、殺蟲劑、除草劑、殺蟎劑、殺鼠劑、殺線蟲劑、植物生長調節劑、除螺劑等八大類，共計核准登記 529 種含混合劑，許可證 5328 張，單劑 363 種，許可證 4748 張。依據 103 年農藥產銷量值統計，殺蟲劑佔 29.5%、殺菌劑佔 22.7%、除草劑佔 45.3%，殺蟲劑之使用量居中 (農藥資訊服務網, 2015)。殺蟲劑之登記藥劑計有 221 筆，其中防治小菜蛾之農藥有乃力松等 44 種之多，雖然如此，農民仍然抱怨小菜蛾不易防治，缺乏有效之藥劑可供使用，由此可見小菜蛾防治之困難及抗藥性發生之嚴重。

針對小菜蛾抗藥性之研究追溯至 1980 年開始，農試所針對全省蔬菜專區進行抗藥性方法、現況及交互抗性等之研究，陸續完成小菜蛾對傳統殺蟲劑如氨基甲酸鹽劑、有機磷劑、合成除蟲菊精劑及昆蟲生長調節劑等抗性之偵測研究，並於田間實測抗性對策，以因應此易發生抗藥性害蟲之防治 (Cheng *et al.*, 1985)。近 10 餘年來，小菜蛾新藥劑不斷推出，曾一度獲得良好之控制，惟因其對各類新藥之抗性已

逐漸形成 (Kao *et al.*, 2001)，再度成為甘藍等十字花科蔬菜之首要害蟲，已登記的 40 餘種防治方法大部份已產生抗藥性，極待研訂有效防治策略以解決嚴重的抗藥性問題。近期以農民教育為主，希望由源頭了解農民用藥及小菜蛾抗藥性發生現況，繼而採用綜合防治模式，以農藥減量之管理策略為最終目標，進行抗藥性監測與消退及防治策略之擬定研究 (Kao *et al.*, 1990)。

小菜蛾抗藥性調查及有效藥劑評估方式

- 一、**確立抗藥性檢測流程及建立敏感度基本資料**：以葉片浸藥、噴霧塔噴藥及全株噴灑等方式，測試不同齡期蟲體對各類藥劑之感受性，建立標準測試流程。依藥劑之作用速率決定死亡率之觀察時間為 24~96 小時。
- 二、**專業區害蟲抗藥性檢測**：依 IRAC 對現有殺蟲劑之分類，選定作用機制不同之藥劑，以葉片浸藥及噴霧塔方式，比較推薦濃度與兩倍濃度之致死率。測試藥劑包括有機磷、合成除蟲菊類、抗生素 (阿巴汀、因滅汀、密滅汀)、neristoxin 類似物 (培丹、硫賜安)、oxadiazine 類 (因得克)、pyrazole 類 (芬普尼)、pyrrole 類 (克凡派) 等 20 餘種新舊型藥劑 (Kao *et al.*, 1990)。
- 三、**藥劑感受性恢復測試**：針對抗藥性發生嚴重之第 28 群農藥進行回復性測試，以了解停藥期。
- 四、**合理用藥策略評估**：依抗藥性檢測結果、藥劑類別與交互抗性特質及不同地區防治用藥歷史，擬定合理用藥策略。

以 102 年至 104 年為例，針對高雄縣路竹鄉、彰化縣溪湖鎮之蔬菜產區進行小菜蛾抗藥性監測，採自路竹、溪湖等兩個蔬菜生產專區之小菜蛾，攜回實驗室大量飼育後，以葉片浸藥法及噴霧塔法測試 3 齡幼蟲對各類推薦藥劑之抗藥程度。選取目前較常使用之 16 種登記之化學藥劑，並以推薦濃度及兩倍濃度供試，依據藥劑致死率排序顯示，路竹及溪湖地區以賜諾特、因得克、脫芬瑞及因滅汀致死率大於 70% 較佳，除蟲菊、氨基甲酸鹽、有機磷劑等幾乎無效 (表一)。針對路竹、溪湖及土庫等之蔬菜產區進行小菜蛾抗藥性監測，依其致死率排序，前 5 名依序為賜諾特、因滅汀、因得克、脫芬瑞及培丹。三個地區之抗藥性以溪湖最高，路竹次之，土庫較低，顯見不同地區農民用藥習慣與抗藥性有明顯之關聯。另於 104 年比較高雄路竹及彰化溪湖地區小菜蛾對剋安勃、氟大滅、阿巴汀及阿巴安勃等作用機制第 6 及 28 群之藥劑感受性恢復情形，於首次田間採集測試後持續飼養，間隔 3、6、10 個月後再次測試其藥劑感受性，試驗結果發現路竹及溪湖地區之小菜蛾於停藥 6 個月後感受性有逐漸恢復，停藥 10 個月後致死率高達 100% (表二)，顯示在田間幾乎無效之藥劑如剋安勃、阿巴汀等，停用此類藥劑達半年以上，仍能恢復其殺蟲效果。

- 五、**農藥減量策略**：綜合近年來實驗之結果，除建議農民應確實遵守植物保護手冊建議之用藥規範外，適時配合非農藥防治資材，如利用性費洛蒙誘引劑監測田間害蟲消長，壓低蟲口密度後再輪用不同作用機制之藥劑，並適時透過停用藥劑之機制，以達到延長藥劑在田間使用之壽命，均可減少農藥之使用量，避免抗藥性之產生。

結論

為減緩昆蟲與蠕類對各類藥劑產生抗藥性，簡化用藥種類及輪用不同作用機制藥劑可確保相同作用機制藥劑免受抗藥性汰選，達到永續及有效防治之目的；並須依作物不同的生長階段及其主要害蟲的生物特性，擬定合理用藥策略。噴藥時應依當地抗藥性概況，避免相同藥劑連續施用於兩世代之害蟲，同種藥劑至多連續使用 2~3 次。除確實遵守植物保護手冊所建議之用藥規範外，要審慎選擇有效且不同作用機制之藥劑輪流使用，並配合非化學防治技術之整合管理策略，以延緩田間抗藥性之發生。

引用文獻

- 農藥資訊服務網。<http://pesticide.baphiq.gov.tw/>。動植物防疫檢疫局。
- Cheng, E. Y., T. M. Chou, and C. H. Kao. 1985. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.) VI. An experimental analysis of organophosphorus and synthetic pyrethroid resistances. *J. Agric. Res. China* 34: 96-104.
- Kao, C. H, C. S. Chiu, and E. Y. Cheng. 1990. Field evaluation of microbial and chemical insecticides for diamondback moth and other lepidopterous pests control on cabbage. *J. Agric. Res. China* 39: 221-227.
- Kao, C. H. and E. Y. Cheng. 2001. Insecticide resistance in *Plutella xylostella* L. XI. Resistance to newly introduced insecticides (1990-2001) in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 50: 80-89.

表一、不同地區小菜蛾對藥劑致死率測試結果

IRAC ^註 (農藥分類代號)	農藥名稱/ 登記年份	測試濃度 (推薦濃度/ 兩倍濃度)	推薦濃度/兩倍濃度死亡率(%)							
			路竹			溪湖			雲林	
			102	103	104	102	103	104	102	103
1A	40.64% 加保扶/'85	1200x / 600x	16.6/21.2	7.6/7.5	8.7/14.9	5.3/14.5	7.6/7.5	5.8/9.4	9.0/11.3	6.0/11.0
1B	43% 佈飛松/'85	1000x / 500x	48.8/69.3	15.1/37.3	17.4/36.2	61.5/34.8	15.1/37.3	23.4/45.7	37.2/65.9	16.3/51.7
2B	49.5% 芬普尼/'96	2000x / 1000x	3.7/6.0	4.2/4.0	4.2/13.0	0/0	4.2/4.0	12.8/21.3	13.4/14.7	8.3/8.0
3A	10% 百滅寧/'77	2000x / 1000x	0/4.3	5.9/9.6	4.3/8.9	0/0	5.9/9.6	3.9/9.8	5.5/13.7	0/0
	2.4% 第滅寧/'85	1000x / 500x	10.2/9.4	2.0/19.6	4.4/11.1	0/2.0	2.0/19.6	2.2/2.2	0/0	6.7/7.8
5	2.5% 賜諾殺/'99	750x / 375x	60.0/68.8	20.0/54.9	43.5/95.7	—	20.0/54.9	97.9/98.0	64.7/95.1	—
	11.7% 賜諾特/'10	2000x / 1000x	91/97.8	92.0/100	93.5/100	82.7/92.5	92.0/100	63.5/100	96.2/100	95.6/100
6	2.15% 因滅汀/'00	1500x / 750x	76.5/95.3	76.5/100	48.9/80.9	91.4/92.7	76.5/100	60.8/91.8	85.4/90.1	83.0/100
	2% 阿巴汀/'92	2000x / 1000x	6.0/11.9	13.0/14.6	4.3/20.0	0/0	13.0/14.6	40.9/22.5	1.9/21.5	17.7/32.6
13	10% 克凡派/'96	1000x / 500x	20.4/30.6	15.6/17.4	35.6/77.8	16.0/18.0	15.6/17.4	68.8/85.4	15.6/34.6	42.0/63.2
14	50% 培丹/'85	1000x / 500x	68.4/60.0	48.1/80.0	70.2/52.2	43.4/84.8	48.1/80.0	93.8/95.8	69.2/75.0	64.0/65.4
15	5% 克福隆/'87	2000x / 1000x	25.5/27.0	15.6/20.0	8.9/50.0	7.8/20.8	15.6/20.0	35.4/72.9	39.2/39.6	34.6/35.2
21A	15% 脫芬瑞(SC)/'08	2000x / 1000x	71.4/78.7	72.5/96.4	65.9/97.9	81.8/88.6	72.5/96.4	97.8/100	75.5/86.0	95.7/96.0
22A	14.5% 因得克/'02	2500x / 1250x	82.7/79.7	34.6/48.9	75.6/93.6	50.0/80.0	34.6/48.9	59.6/76.1	90.0/90.3	75.0/97.9
28	18.4% 剋安勃/'09	3000x / 1500x	6.1/10.0	0/2.0	13.0/13.6	0/0	0/2.0	38.0/86.0	48.8/64.5	17.3/34.6
	20% 氟大滅/'10	3000x / 1500x	65.9/70.2	34.9/46.9	45.7/63.6	34.1/55.3	34.9/46.9	53.2/83.0	48.8/64.5	52.0/64.5

註：IRAC 農藥分類係依藥劑作用機制歸類。

表二、田間品系小菜蛾對作用機制屬第6及28群藥劑感受性恢復情形

農藥名稱	測試濃度 (推薦濃度/兩倍濃度)	推薦濃度/兩倍濃度死亡率(%)					
		高雄路竹(2015)			彰化溪湖(2015)		
		3個月	6個月	10個月	3個月	6個月	10個月
2% 阿巴汀(EC)	2000x / 1000x	7.5/14.6	69.4/65.5	93.2/95.5	1.6/17.4	33.3/41.3	100/100
18.4% 剋安勃(SC)	2500x / 1250x	6.7/35.6	56.6/67.4	100/95.3	0/2	27.3/67.4	100/100
20% 氟大滅(WG)	3000x / 1500x	38.8/52.7	57.34/66.7	100/100	31.9/46.9	47.8/62.2	100/100
2% 阿巴安勃(SC)	2000x / 1000x	12.2/30	79.6/83.7	100/100	-/-	14.3/40.4	100/100