

卵與幼蟲對小菜蛾族群量之影響¹

林大淵²、王文哲²、王妃蟬²、白桂芳³

摘 要

小菜蛾為十字花科作物上最重要也是最具破壞性的害蟲，不但對現有防治藥劑產生不同程度的抗性，同時也對部份的生物性防治藥劑產生抗性。本試驗的結果顯示，鄰近的休耕田及防治不良田區是重要的蟲源。僅注重殺卵效果的防治策略可能無法有效控制田間小菜蛾數量。試驗結果亦發現移除幼蟲和卵的處理，會吸引更多小菜蛾前來產卵，明顯增加田間的潛在族群量。部分試驗處理後的調查發現小菜蛾的產卵位置也呈現葉面明顯多於葉背，顯示小菜蛾的行為可能已受到處理的影響而改變。顯示重複施行少數或單一防治策略對小菜蛾的防治相當不利，應配合輪作或其他防治策略及耕作方式，才能有效管理田間小菜蛾之發生。

關鍵字：防治策略、潛在族群量、小菜蛾

前 言

小菜蛾於1953年被發現對DDT產生抗藥性後⁽⁵⁾，就逐漸成為十字花科作物上最重要的害蟲。至今小菜蛾不但是分布最廣的鱗翅目害蟲之一，對於新發現的防治藥劑也能快速產生抗藥性^(11,13)。最近亦有田間試驗結果顯示小菜蛾對蘇力菌已經產生抗性^(3,9)。除了對化學藥劑的抗性外，部分的研究指出小菜蛾的行為可能會受到施藥影響，如產卵位置改變⁽¹⁰⁾、幼蟲取食及活動區域更集中^(2,16)等。

目前小菜蛾的防治仍以化學藥劑為主，輔以費洛蒙誘殺成蟲，來減低田間害蟲的族群密度及危害量⁽¹⁾。但是長久以來所使用的策略大多相同，且農民種植十字花科作物的時間重疊性高，加上休耕時田間所種植之綠肥作物亦多是十字花科作物，更增加田間小菜蛾族群繁衍與擴散能力^(12,13)。

本場在答覆農友在用藥諮詢時，經常被詢問農藥的殺卵效果，且農友似乎獨鍾這些流傳殺卵效果較好的藥劑，從而固定使用這些藥劑。因農友認為殺死蟲卵即可減少日後防治幼蟲的工作，殺卵在防治上的意義似也相當合理，因此有不少農友透過用藥諮詢表達對藥劑殺卵

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0756號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員兼課長。

效果的期待。不過目前所有藥劑的殺蟲機制並未列舉殺卵的分類，僅就幼蟲或成蟲的毒理反應進行歸類。以往的研究也未強調單獨殺卵或幼蟲在小菜蛾防治上的重要性，而是對田間管理及綜合防治著墨甚多^(4,11,13)。

台灣地區的農民用藥次數相當頻繁，對於小菜蛾的選汰壓力大，也容易造成抗藥性產生^(1,12)。若是小菜蛾能如上述產生行為上的適應，會增添化學藥劑防治的難度。目前台灣地區沒有針對小菜蛾作區域或全面性的防治措施，在蟲源持續發生、防治策略重複、小菜蛾可快速產生抗性等三種因素存在下，小菜蛾的防治勢必相當困難。其中最主要的問題還是在田間潛在及外來的蟲源不斷發生，導致農民必須增加防治次數，間接造成其他問題產生。因此，本試驗之主要目的在探討殺卵或幼蟲的防治策略，對田間小菜蛾的族群及分佈影響。

材料與方法

小菜蛾族群量調查比較

試驗於台中區農業改良場之試驗田內進行，供試作物為甘藍，試驗田以完全隨機設計法設置2處理各4重複，分為慣行耕作區與對照區，兩區內各設置4小區，每小區約有40株甘藍，試驗時逢機調查小區內10株甘藍之小菜蛾幼蟲數，取其平均值為該小區之蟲數。慣行耕作區於甘藍定植後第2、4、6、8週進行藥劑防治，施藥時間為該週調查日後1日，對照區不進行任何防治處理。甘藍定植後一週開始每週調查兩區之小菜蛾幼蟲數，共調查14週。慣行耕作區於第10週採收，採收後仍持續調查側芽及老葉上的幼蟲數；對照區則因小菜蛾及紋白蝶為害嚴重而不進行採收，並持續調查至第14週。

慣行耕作區之藥劑防治採用植物保護手冊規定之藥劑進行防治，於第2、4、6、8週分別使用14.5%因得克水懸劑2,500倍、11.6%賜諾殺水懸劑3,000倍、10%克凡派水懸劑1,000倍、14.5%因得克水懸劑2,500倍防治小菜蛾與紋白蝶。

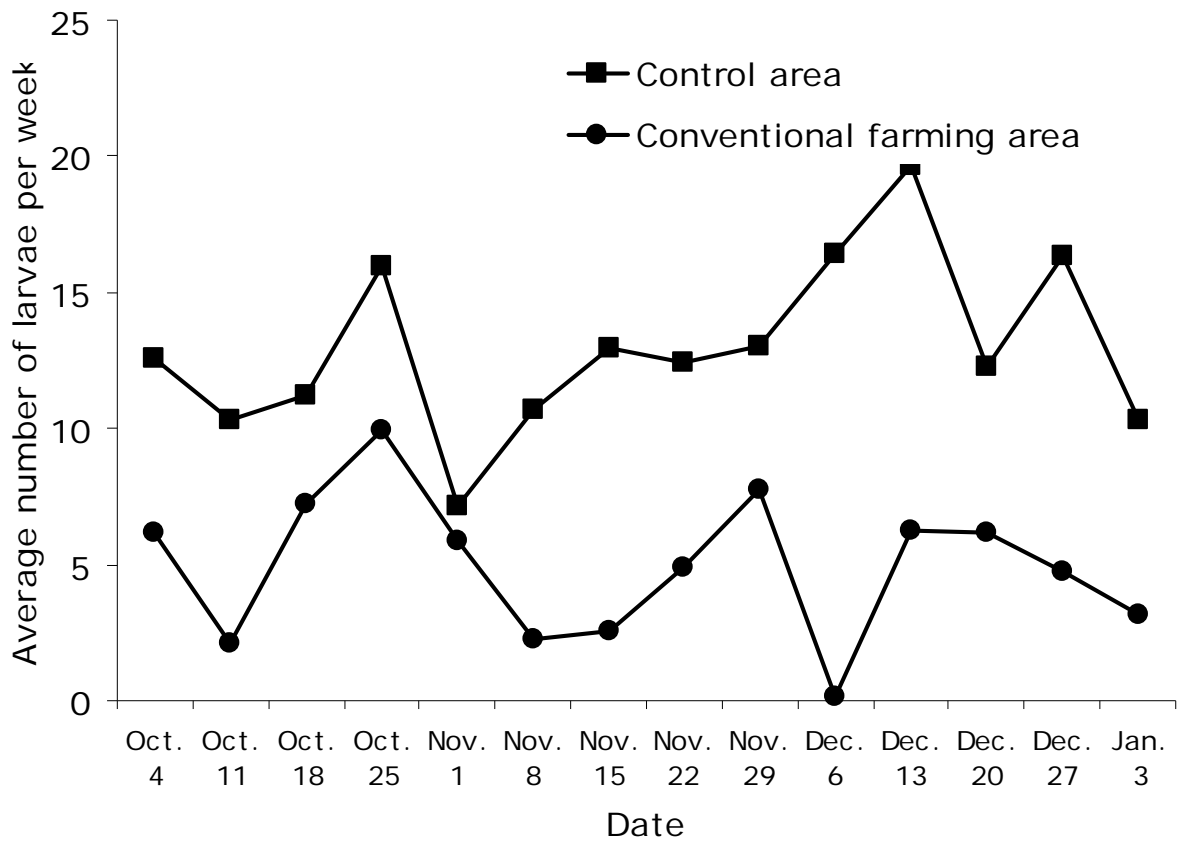
移除小菜蛾蟲卵或幼蟲的效應

許多農友經常在施用防治藥劑前詢問藥劑是否有殺蟲卵的效果，且強調現有殺蟲劑僅針對幼蟲，無法有效防治蟲卵，致防治困難。部分研究認為小菜蛾受藥劑防治後，會改變產卵的位置^(8,10,11,16)。本試驗為釐清上述情況，另以完全隨機區集設計法設置4處理各4重複之獨立試驗，試驗處理分為(1)移除作物所有葉片上的幼蟲及卵，代表理想的防治效果。(2)移除作物所有葉片上的幼蟲但不移除卵，代表除滅幼蟲的防治策略。(3)僅移除作物所有葉片上的卵但不移除幼蟲，代表僅除滅蟲卵的防治策略。(4)卵與幼蟲皆不移除的對照區。

上述各試驗處理於甘藍定植一週後實施，每隔一週施行一次，共施行3次。試驗區周圍有慣行栽培的十字花科作物及休耕田之十字花科綠肥作物。各處理區種植20株甘藍，試驗處理施行前先調查甘藍全株之小菜蛾卵數及幼蟲數，調查時紀錄植株所有葉片正、反兩面之卵數及全株之幼蟲數，每週調查一次，共調查5次。各調查及處理施行後連同對照區一併將紋白蝶的卵及幼蟲移除，以避免影響試驗結果。

結果與討論

族群量調查結果(圖一)發現對照區的幼蟲數顯著高於慣行耕作區(t-test, $p < 0.01$) 對照區小菜蛾幼蟲數的總平均為 12.95 ± 3.20 隻/每株，慣行耕作區的幼蟲總平均數為 4.95 ± 2.64 隻/每株。顯示現有藥劑防治能夠有效控制小菜蛾的族群量。從圖一也可發現對照區的小菜蛾數量的變化趨勢與慣行耕作區相似。慣行區第10週採收後所遺留的老葉及新芽也能夠維持一定的小菜蛾族群量。結果中亦可發現慣行耕作區藥劑防治後，小菜蛾的族群量沒有大幅度減少，甚至在隔週族群量仍在增加。由於大部分農友在採收前後不會施藥，因此我們推論有效的防治策略會使小菜蛾的田間密度降低，僅在採收前後略為增加，而由上述結果看來，防治策略整體而言仍是有效，但每次防治未如預期可降低小菜蛾田間密度，而是與鄰近的對照區呈現相似的田間密度變化。由此可推論對照區可能提供了慣行耕作區源源不絕的蟲源。



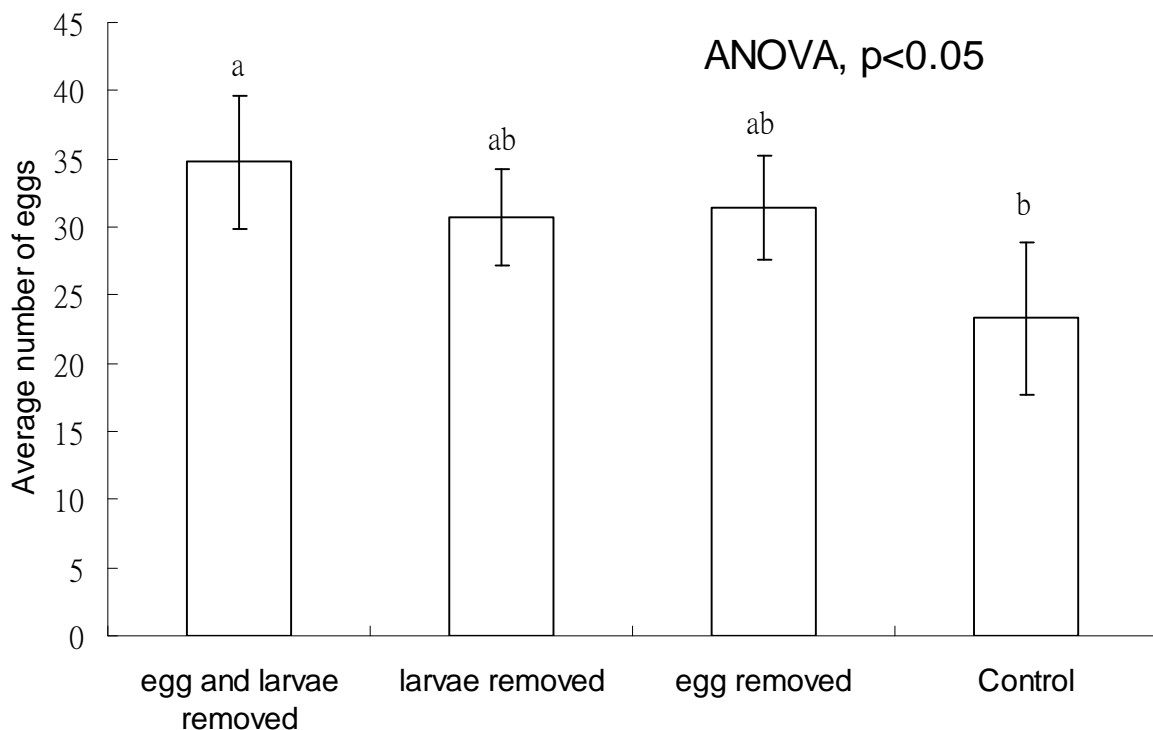
圖一、對照區與慣行耕作區內的小菜蛾幼蟲每週的平均數量變動。

Fig. 1. Population dynamics of diamondback moth larvae in control area and conventional farming area.

移除蟲卵或幼蟲的試驗結果顯示(圖二及圖三)，代表防治效果最好的第一組處理，小菜蛾在其上的在產卵量是最多的，且顯著高於對照區($P < 0.05$)。若對應此結果至田間狀況，代表防治效果最好的耕作區，小菜蛾於其上的產卵可能最高。以小菜蛾的資源觀點而言，防治良好的區域所能提供的資源應高於未防治的區域，故其平均的再產卵量會增加。相對於田間的狀況而言，若田間藥劑效果減退，周遭有休耕田的防治區必須再面對小菜蛾增加的產卵量及可能的族群增加量。

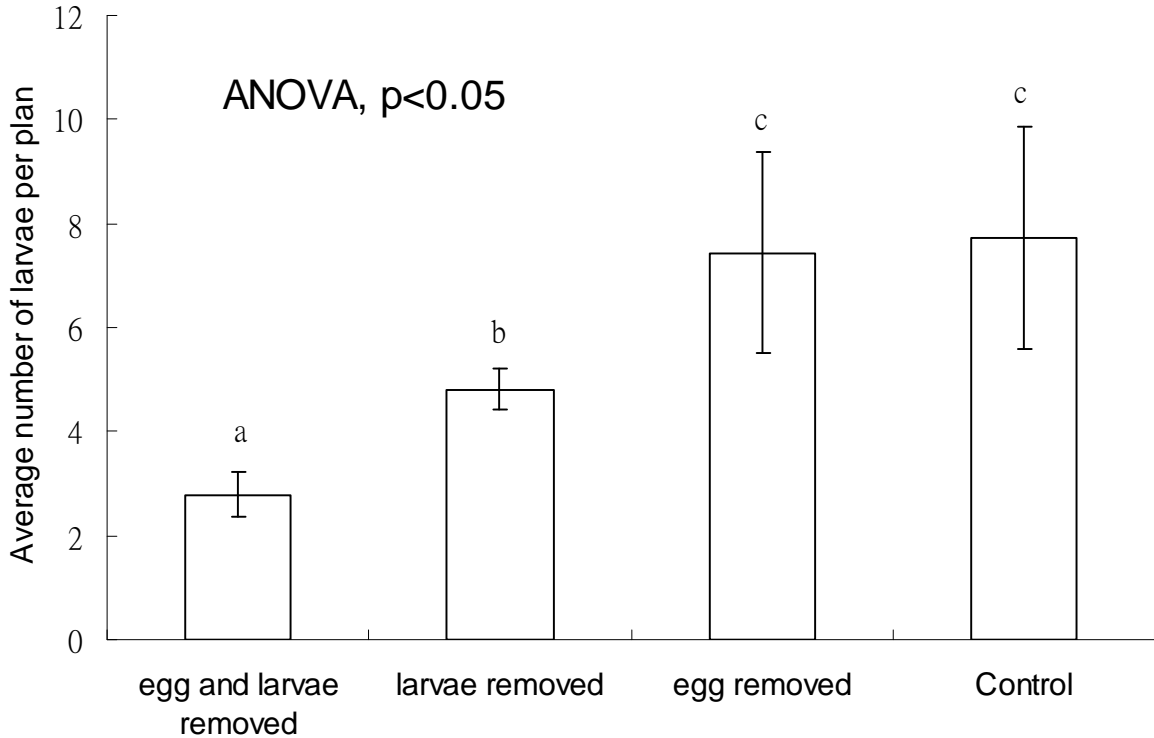
若由幼蟲的平均密度而言，移除幼蟲的效果已經顯著優於僅移除卵的處理及對照組，移除幼蟲及卵的處理則顯著優於各處理與對照組。另將各處理調查到的卵及幼蟲加總為小菜蛾的總子代數，並以5週之調查結果平均，發現各處理的總子代數量均無明顯差異。

現行針對幼蟲的防治藥劑應可有效降低田間幼蟲的數量，若藥劑還能有足夠的殺卵效果，其防治效果可明顯提昇許多。只追求殺卵效果而沒有針對幼蟲的防治策略，在田間的實際應用上可能會有盲點，因為田間的小菜蛾幼蟲數量若沒有明顯減少，再產卵量卻高於對照區，各齡期幼蟲的危害可能會造成相當大的損失。由上述結果來看，防治小菜蛾最基本的原則，是採行至少對幼蟲有效的防治策略，不斷的輪替防治策略，避免小菜蛾對其產生抗性，雖然田間潛在的族群量會明顯較高，在防治策略仍維持有效的環境下，小菜蛾的潛在族群量不會反應出來，對作物的危害就相對減輕。



圖二、移除小菜蛾幼蟲或蟲卵處理後，小菜蛾在各處理甘藍的平均再產卵量。

Fig. 2. Average egg production of diamondback moth on cabbage after eggs or larvae removed.



圖三、移除小菜蛾幼蟲或蟲卵處理後，小菜蛾在各處理甘藍的平均幼蟲量。

Fig. 3. Average larva numbers of diamondback moth on cabbage after eggs or larvae removed.

另一項值得注意的現象是試驗處理後，作物上的卵量分布由原先沒有差異，轉變成葉面有顯著較多的卵量分布(表一)。第一次試驗處理前之調查結果顯示，各處理區與對照區的小菜蛾產卵位置沒有顯著差異($p>0.05$)。以移除幼蟲及卵的處理第5次的調查結果分析後顯示(表一)，小菜蛾的產卵位置有極顯著差異($p<0.01$)，葉面卵量(7.92 ± 3.48 粒)高於葉背(2.31 ± 2.09 粒)。移除幼蟲的處理也有相同現象，在第5次調查結果有顯著差異。許多文獻中均提及小菜蛾產卵位置多在葉背^(2,14,15)，但在本試驗施行處理後，小菜蛾卻選擇於葉面產卵，此結果與其他地區的藥劑防治研究結果有相似之處^(6,7,14)，但本試驗並非藥劑處理，因此小菜蛾產卵位置改變或許與藥劑無關，而是防治或處理施行後，防治區相對於未防治區所提供的資源差距造成。但小菜蛾的產卵位置可能有地區性差異，也有研究發現部分地區的小菜蛾會在施藥後偏好產卵在作物的莖上⁽¹¹⁾，本試驗並未發現此現象。

以上結果顯示，強調殺卵效果的防治方式並非解決小菜蛾為害的萬靈丹，防治時也須考量周遭小菜蛾的族群密度與抗性等諸多因子。對農友而言，小菜蛾的卵相當難以辨識，無法自行調查田間密度，在小菜蛾產卵情況未明的狀況下施藥，反而容易過度使用藥劑防治。現行針對幼蟲之防治策略，其防治效果可能與卵與幼蟲全部防治的策略相當，且幼蟲的存在與危害都能夠輕易觀察與量化。對農友來說，最佳的防治時機，就是害蟲為害時再開始使用防治措施。

表一、小菜蛾於葉面與葉背產卵量比較(僅計算受小菜蛾產卵之葉片，單位：卵量/每葉；Mean±SD)
Table 1. Average number of eggs laying above or back of leaves. (Leaves that been laying eggs should be counted, Mean±SD)

		Oct. 11	Oct. 18	Oct. 25	Nov. 1	Nov. 8
Egg and larvae removed	Above	3.61±1.12	3.42±2.10	4.32±1.97	5.16±1.43	7.92±3.48
	Back	4.32±1.23	3.96±2.31	2.96±2.87	2.11±2.58	2.31±2.09
Larvae removed	Above	2.34±1.54	3.28±1.95	4.12±3.04	4.87±2.47	6.72±1.98
	Back	4.62±2.46	4.39±3.01	3.82±2.71	4.18±2.67	2.03±2.42
Egg removed	Above	5.43±3.20	1.39±4.32	3.98±4.02	4.35±2.83	4.33±3.59
	Back	3.72±2.69	3.84±2.38	4.29±3.16	3.98±1.63	2.79±2.30
Control	Above	2.49±1.73	3.42±2.50	2.93±1.74	1.82±2.02	3.01±2.43
	Back	2.56±1.64	2.34±2.09	3.09±2.21	3.22±2.36	2.11±1.42

此外，防治處理可能會改變小菜蛾的產卵位置，至於此行為的意義仍待進一步討論，不過許多研究者均認為此類行為改變是為了適應防治策略在田間造成的影響^(8,10,11,16)。就國內情況而言，小菜蛾若產生適應行為，對各種防治策略將是一大威脅，因為適應行為可能並不是只針對單一化學藥劑或是防治策略⁽¹⁰⁾。雖然近30年來小菜蛾的研究相當多，但大多著重於抗藥性的探討與族群生物學。未來行為上的研究可能是解決小菜蛾防治的重要關鍵。

參考文獻

1. 呂鳳鳴、李錫山 1984 小菜蛾生活史觀察 中華農業研究 33(4): 424-430。
2. Chua, T. H. and B. H. Lim. 1977. Effect of interplant distance on the distribution pattern of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) among host plants. Mal. Appl. Biol. 6: 19-23.
3. Ferre, J. and J. van Rie. 2002. Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. Annu. Rev. Entomol. 47: 501-533.
4. Guilloux, T., R. Monnerat, M. Castelo-Branco, A. Kirk and D. Bordat. 2003. Population dynamics of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae) and its parasitoids in the region of Brasilia. J. Appl. Entomol. 127: 288-292.
5. Johnson, D. R. 1953. *Plutella maculipennis* resistance to DDT in Java. J. Econ. Entomol. 46: 176.
6. Justus, K. A., L. M. Dodsall, B. K. Mitchell. 2000. Oviposition by *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and effect of phylloplane waxiness. J. Econ. Entomol. 93: 1152-1159.
7. Musser, F. R., B. A. Nault, J. P. Nyrop and A. M. Shelton. 2005. Impact of a glossy collard trap crop on diamondback moth adult movement, oviposition, and larval survival. Entomol. Exp. Appl. 117: 71-81.
8. Sandra, B. M. and A. G. Audrey. 2002. Effect of plant patch shape on the distribution and abundance of three lepidopteran species associated with *Brassica oleracea*. Agricul. For. Entomol. 4: 179-185.

9. Sarfraz, M. 2004. Interaction between diamondback moth and *Bacillus thuringiensis*. *Outlooks Pest Manag.* 15: 167-171.
10. Sarfraz, M., L. M. Dossall and B. A. Keddie. 2005. Evidence for behavioural resistance by the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *JEN* 129: 340-341.
11. Sarfraz, M. and B. A. Keddie. 2005. Conserving the efficacy of insecticides against *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Plutellidae). *JEN* 129: 149-157.
12. Talekar, N. S. 1996. Biological control of diamondback moth in Taiwan – a review. *Plant Prot. Bull.* 38: 167-189.
13. Talekar, N. S. and A. M. Shelton. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 275-301.
14. Talekar, N. S., S. Liu, C. Chen and Y. Yiin. 1994. Characteristics of oviposition of diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) on cabbage. *Zool. Stud.* 33: 72-77.
15. Yamamura, K. 1999. Relation between plant density and arthropod density in cabbage fields. *Res. Popul. Ecol.* 41: 177-182.
16. Yamamura, K. and E. Yano. 1999. Effects of plant density on the survival rate of cabbage pests. *Res. Popul. Ecol.* 41: 183-188.

Effects of Eggs and Larvae on the Abundance of Diamondback Moth Population¹

Da-Yuan Lin², Wen-Che Wang², Fei-Chang Wang² and Kuei-Fang Pai³

ABSTRACT

The diamondback moth is the most important and destructive pest of Brassicaceae. It's not only resistant to many up-to-date pesticides, but also resistant to some biological pesticides. Experiment results suggest that neighboring fallow land and non-control fields would become sources of diamondback moth. Focusing only on egg-killing efficacy of control methods could not control the amount of diamondback moth efficiently. Our results also reveal that more adults would come for egg-laying after larvae and eggs were removed. Results also show that they lay eggs mainly on the upper leaf surface other than back of leaf. This indicated that the behavior of diamondback moth maybe affected by treatment. Indicating repeatedly using single or few control tactics would be unfavorable for controlling diamondback moth. It is recommended that coordinating with rotation or other chemical and cultural control tactics could effectively manage the population growth of diamondback moth in fields.

Key words: control tactics, potential abundance, *Plutella xylostella*.

¹ Contribution No. 0756 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

³ Researcher and Chief of Crop Environment Section of Taichung DARES, COA.