

以模擬谷倉檢驗施藥法防治積谷害蟲之研究

謝豐國 徐士蘭 洪巧珍

臺灣省農業藥物毒物試驗所

(接受日期：民國 74 年 8 月 9 日)

摘 要

各測試藥劑以推薦濃度實施模擬空倉處理，結果以 bendiocarb 及 decamethrin 之防治效果較佳，對谷蠹 (*Rhyzopertha dominica*) 之防治率分別為 64 及 54%，對玉米象 (*Sitophilus zeamais*) 之防治率則為 80 及 64.2%，但必須提高使用量至推薦濃度的兩倍，方達 100% 的防治效果。以 malathion, etrimfos, phoxim, permethrin, decamethrin, pirimiphos methyl 6 種藥劑分別與散裝谷物混拌處理，在室內貯存，結果以 decamethrin 之防治效果最佳，以 0.75 ppm 濃度與谷物混拌，貯存一年後對麥蛾 (*Sitotroga cerealella*)、谷蠹、玉米象分別有 100、95 及 85% 以上的防治效果，若以 6 ppm 濃度使用，貯存一年後防治率均為 100%。Permethrin 對谷蠹、麥蛾之防治效果尚佳，以 2 ppm 與谷物混拌，一年後仍有 80~90% 以上的防治率，但其對玉米象之防治效果較差，處理 10 ppm 一年後之防治率低於 50%。一般而言與散裝谷物混拌處理，各藥劑對麥蛾之毒效最佳，其次為玉米象、谷蠹，但合成除蟲菊類殺蟲劑，對谷蠹之毒效則較玉米象佳。以 chlorpyrifos, etrimfos, fenitrothion, malathion, phoxim, pirimiphos methyl, bendiocarb, decamethrin, permethrin, fenvalerate 等藥劑處理小型之盛谷麻布袋放入農會谷倉中，發現 decamethrin 對谷蠹、麥蛾、玉米象、擬谷盜 (*Tribolium castaneum*)、角胸粉扁蟲 (*Cryptolestes ferrugineus*)、等害蟲之防治效果均佳，且袋子之質地亦會影響防蟲效果，調查結果顯示，塑膠袋防治鞘翅類害蟲之效果最佳，其次為細麻袋，而粗麻袋效果較差，但細麻袋較易遭受麥蛾的入侵。

(關鍵字：積谷害蟲。)

ABSTRACT

Hsieh, F. K., S. L. Hsu and C. C. Hung (1985) Evaluation of Various Control Measures for Controlling Storage Insects in the Model Grain Bin Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 27:359~370 (Taiwan Agril. Chem. and Tox. Res. Inst. Wufeng, Taichung, Taiwan, R. O. C.)

When the empty simulate grain bin was sprayed with the recommended concentration for prevention of the insect infestation, bendiocarb and decamethrin were found to be more effective among treated insecticides against the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (the control rates were 64 and 54%,

respectively), and the maize weevil, *Sitophilus zeamais* (80 and 64.2%, respectively). In order to obtain a complete control, however, the concentration used must be enhanced to double. When grains were treated by mixing with each of 6 selected insecticides, decamethrin showed the best control. At as low as 0.75 ppm, having mixed with grains for 1 year, decamethrin demonstrated 100, 95, & 85% control, respectively, of Angoumois grainmoth, *Sitotroga cerealella*, *R. dominica*, and *S. zeamais*. And it showed a complete control for the above 3 insect species after grains were mixed with 6 ppm decamethrin for 1 year. The efficacy of permethrin for controlling the *R. dominica* and *S. cerealella* was also good, as it showed 80-90% control, when mixed 2 ppm with grains for 1 year. However, it showed only 50% control for *S. zeamais* when 10 ppm permethrin were mixed with grains for 1 year. In general, the admixture method was the most effective treatment against *S. cerealella* and with *S. zeamais* the intermediate, and *R. dominica*, the least effective. The synthetic pyrethroids, on the other hand, were more effective against *R. dominica* than *S. zeamais*. When sacks were treated by dipping into each of 10 selected insecticides solution prior to storage of grains, decamethrin was found to be very effective against 7 common species of stored grain insects. Results also indicated that the fiber quality of the sacks might influence the level of insect infestation, and the polyethylens sack was found to be the best one for insect control.

(Key word: storage insect)

緒 言

稻米為本省種植面積最大，產量最多的作物，因近來連年豐收，且大量進口雜糧，造成倉容不足之現象，普通新舊谷物常置放一處，管理困難，貯存期長，造成谷物嚴重損失。而藥劑防治為本省積谷害蟲防治常用的方法，但多年來連續於谷倉中使用馬拉松及巴賽松，導致積谷害蟲抗藥性問題之發生，使藥劑防治工作失效^(1,2)。為選出有效藥劑輪流使用於谷倉中，本組在室內測定26種殺蟲劑⁽⁵⁾，對積谷害蟲之毒性，根據其毒效資料選出數種毒效好，具實用性的藥劑，模擬谷倉之貯存及施藥方式，測試各藥劑以不同方式處理，對積谷害蟲之實際防治效果，並探討各種施藥方式之實用性及可行性，期能對本省現有之各類型糧倉及貯藏方式，提出一具體，實用且易行之藥劑防治技術，減少谷物因蟲害造成之損失。

材料及方法

一、模擬空倉處理 (Space treatment) :

以常用於農會谷倉屋頂之華泥板，製作成長×寬×高 65×45×48cm³ 的模擬小倉，以 decamethrin, fenvalerate, permethrin, bendiocarb, phoxim, chlorpyrifos, diazinon, etrimfos, fenitrothion, malathion, pirimiphos methyl 等 11 種藥劑之推薦劑量，分別處理後，每對照組僅噴施水而不加任何藥劑，每處理有 3 重覆，藥劑處理後，每小倉各接入谷粒20克及玉米象 (*Sitophilus zeamais*) 300 隻，谷蠹 (*Rhyzopertha dominica*) 100 隻，即將倉口封閉，24小時後開倉記錄存活及死亡之蟲數。計算各處理之防治率。

二、散裝谷物藥劑防治試驗 (Admixture treatment) :

根據室內藥劑試驗結果，選出對積谷害蟲毒性較強，對哺乳類動物毒性較弱之殺蟲劑 permethrin, decamethrin, phoxim, pirimiphos methyl, malathion, etrimfos 6 種，分別以三種濃度處理，一為推廣濃度，另為LC₉₅

的2倍及5倍量；藥劑處理方式是以粉劑形態與谷物混拌後放入模擬小倉中置於中心貯藏室，定期每月取出200g谷物分成五份，分別裝入五隻玻璃罐中，每罐為一重覆，接入玉米象、谷蠹各20隻、麥蛾 (*Sitotroga cerealella*) 10隻後以紗布蓋住，觀察記錄24小時蟲隻之死亡情形，並依 Abbott's 公式計算死亡率

三、測定不同質地谷袋對積谷害蟲入侵之影響：

以粗麻布、細麻布及塑膠三種不同質地的袋子盛裝稻谷，放置農會谷倉中，定期每月自每處理中取回10袋，調查入侵袋中之積谷害蟲種類及數目。

四、麻布袋藥劑處理防治試驗 (Sack treatment)：

將 chlorpyrifos, etrimfos, fenitrothion, malathion, pirimiphos methyl, phoxim, bendiocarb, decamethrin, permethrin, fenvalerate 等10種殺蟲劑，各配製成兩種不同濃度之水溶液，以浸漬方式處理小型麻布袋 (35×26cm²)，對照組僅以水浸漬，處理後

之麻布袋置於陰涼的場所陰乾，裝入稻谷，封口後，貯存於農會谷倉中，定期每月自每處理中取回4袋，調查入侵袋中之谷蠹、玉米象、擬谷盜 (*Tribolium castaneum*)、角胸粉扁蟲 (*Cryptolestes ferrugineus*)、長首谷盜 (*Latheticus oryzae*)、暹邏谷盜 (*Lophocateres pusillus*) 之活蟲數，及調查其中之麥蛾成蟲數。確定各藥劑於不同貯存期之防治效果。

結果與討論

一、模擬空倉藥劑試驗：

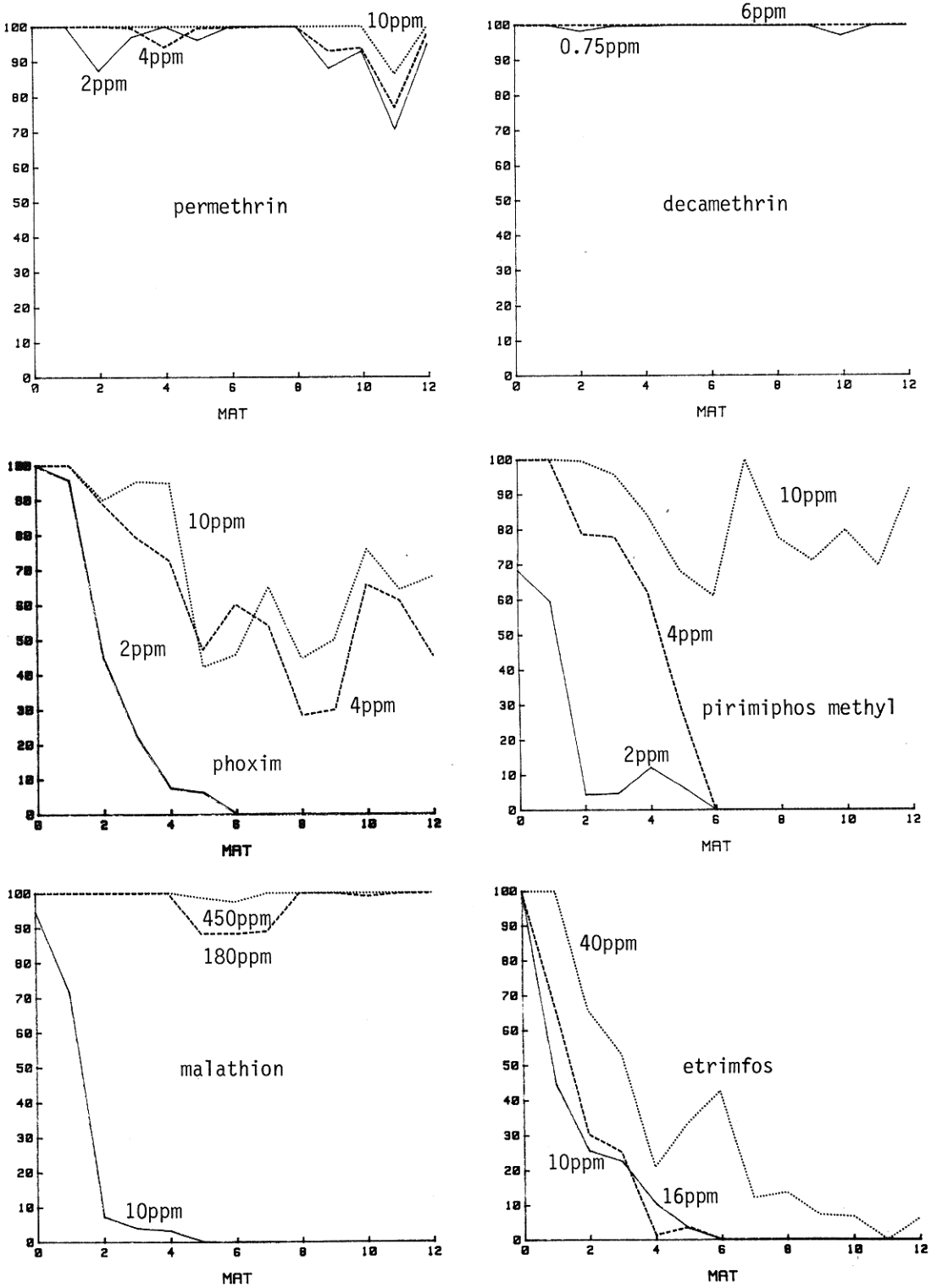
各藥劑以推薦濃度處理空倉，結果 bendiocarb, decamethrin 兩種殺蟲劑對玉米象及谷蠹之防治效果均較其他殺蟲劑為佳。若以玉米象為防治對象則11種測試殺蟲劑之防治效果，經統計分析由大至小可分為四組：bendiocarb, pirimiphos methyl, decamethrin, fenitrothion > phoxim, chlorpyrifos, diazinon, etrimfos > permethrin > fenvalerate, malathion。若以谷蠹為防治對象仍以 bendiocarb

表一、殺蟲劑處理模擬空倉對玉米象、谷蠹之防治效果
Table 1. Rates of control of stored grain insects exposed to insecticidetreated model grain bin at 24 hours¹⁾

Insecticide	Conc. g/1000m ²	%control ²⁾	
		<i>Sitophilus zeamais</i>	<i>Rhyzopertha dominica</i>
Pyrethroids			
decamethrin EC	28 ml	64.2±14.60 ^{ed}	54.0±19.70 ^f
decamethrin WP	10	48.0±21.60 ^e	40.7±27.23 ^{bcdorf}
fenvalerate	8	5.5±2.14 ^a	32.0±17.09 ^{abcdorf}
permethrin	10	15.1±5.11 ^{ab}	45.3±14.47 ^{ef}
Carbamates			
bendiocarb	90	80.8±9.07 ^d	64.0±16.37 ^f
phoxim	8	48.9±5.18 ^c	4.0±2.00 ^{ab}
Organophosphates			
chlorpyrifos	8	48.1±16.22 ^c	13.7±16.50 ^{abcdoe}
diazinon	12	41.1±13.00 ^{bc}	0.7±1.15 ^a
etrimfos	10	39.1±13.39 ^{bc}	4.7±4.62 ^{abcd}
fenitrothion	10	58.9±3.61 ^{ed}	4.0±4.00 ^{abc}
malathion	10	3.3±1.00 ^a	1.3±1.15 ^a
pirimiphos methyl	5	66.5±3.04 ^{ed}	10.0±5.29 ^{abcdoe}

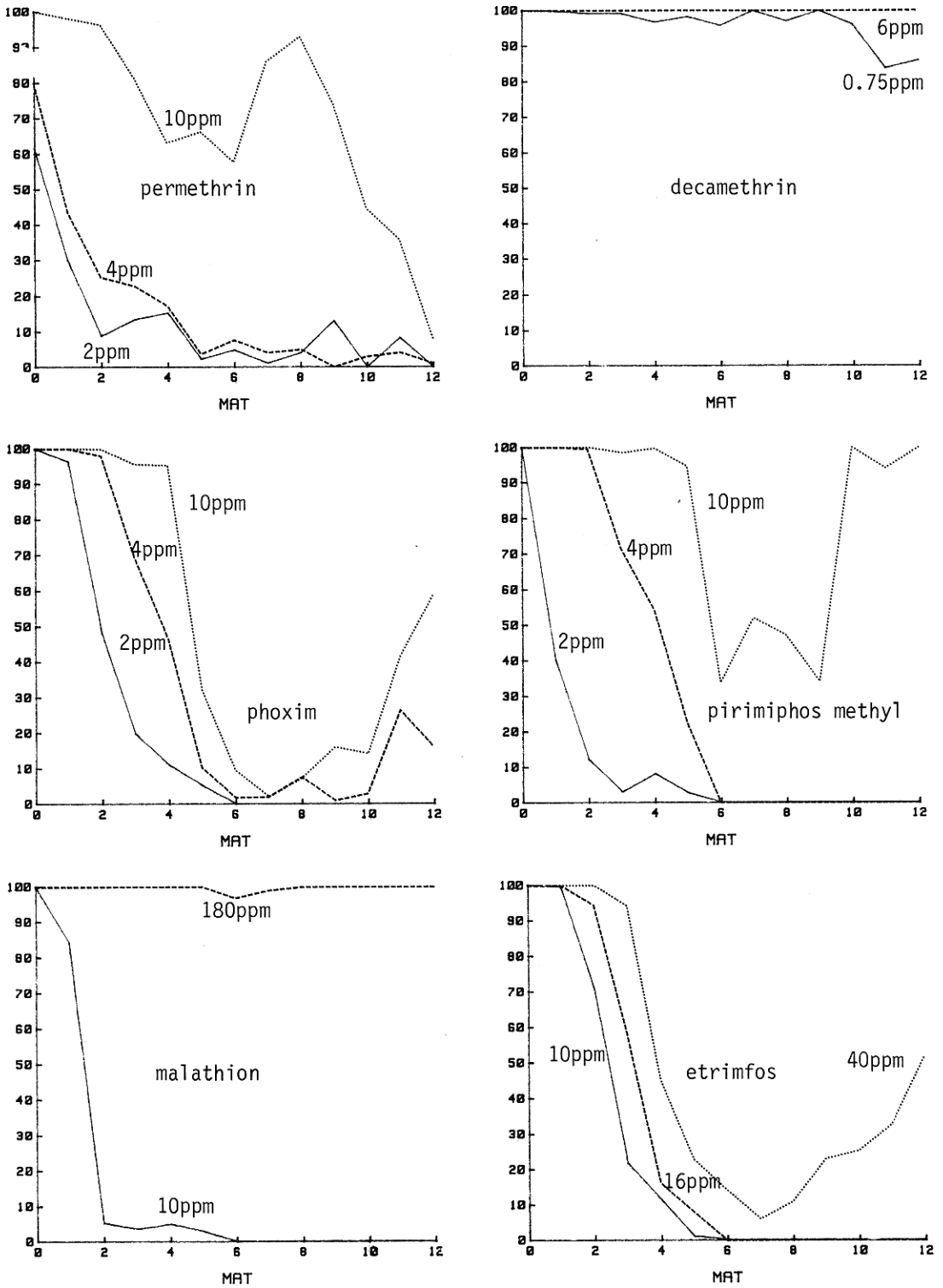
1) The walls of the bin were sprayed with insecticides before insects and grains moving into.

2) Average of 3 replicates. Means in the same column followed by the different letters are significantly different (p=0.05, Duncan's multiple range test).



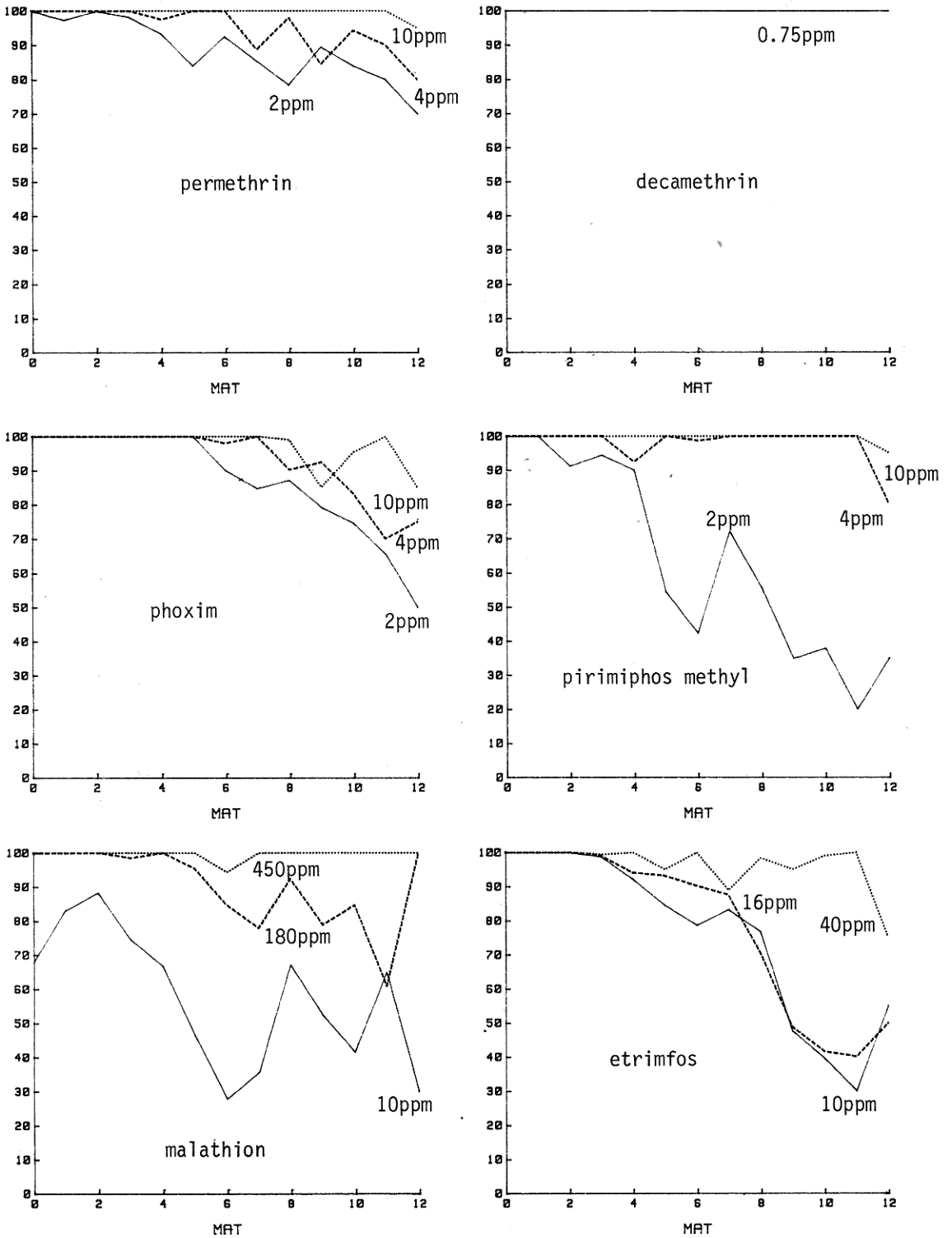
圖一、殺蟲劑與稻谷混拌處理一年期間對谷蠹之防治效果。

Fig 1. The rates of control of *Rhyzopertha dominica* after admixture treatment in 12-month storage. MAT: month after treatment.



圖二、殺蟲劑與稻谷混拌處理一年期間對玉米象之防治效果。

Fig 2. The rates of control of *Sitophilus zeamais* after admixture treatment in 12-month storage. MAT: month after treatment.



圖三、殺蟲劑與稻谷混拌處理一年期間對麥蛾之防治效果。

Fig 3. The rates of control of *Sitotroga cerealella* after admixture treatment in 12-month storage. MAT: month after treatment.

之防治效果最佳，其餘依序為 decamethrin, permethrin > fenvalerate > chlorpyrifos, pirimiphos methyl > etrimfos, phoxim, fenitrothion > malathion, diazinon (表一)

Bendiocarb之防治效果雖較其他殺蟲劑高，但其使用之濃度亦較其他殺蟲劑高出9倍以上，故其防治所須成本較其他殺蟲劑高出甚多，實際應用似不合乎經濟原則，而 decamethrin使用之濃度與其他藥劑相同，且防治效果又較其他藥劑佳，故空倉處理以 decamethrin之防治效益最大。由表一得知各藥劑之防治率均未達100%，主要因推薦濃度多半推薦施用於水泥倉內，而華泥板為稻草混凝土製成，空隙較大，且壁面不平滑，藥液易滲透其縫隙內，故防治效果不佳，但提高藥劑濃度為推薦濃度之兩倍噴施，則各藥劑均可達100%之防治效果。本省倉庫頂部常使用華泥板防曬隔熱，但此材料表面凹凸不平，甚多空隙，常成為積谷害蟲藏匿的場所，因此屋頂華泥板應加重劑量處理，方能徹底清除空倉內的害蟲。

二、散裝谷物藥劑試驗：

6種殺蟲劑以粉劑形態與稻谷混拌，貯藏一年期間對谷蠹、玉米象、麥蛾之持續防治效果分別製成圖一～三，由圖中可知 permethrin, decamethrin 混拌處理對此三種積谷害蟲之防治效果頗佳，尤其是 decamethrin 以 0.75 ppm 的濃度與稻谷混拌貯存一年，仍具 90~100% 的防治率。而 pirimiphos methyl 之藥效與現行谷倉常用之 phoxim 相似。Malathion 及 etrimfos 之防治效果較差，以 10 ppm 的推薦濃度混入谷物中，存放一個月後防治率已低於 50%，malathion 即使以 180 ppm 的高濃度使用，在冬季低溫期仍無法達到 100% 的防治效果，且高濃度處理谷物對人畜的毒害，環境的污染較嚴重，且提高了防治成本。

此 6 種藥劑以混拌方式處理谷物時，對谷蠹、玉米象之防治效果頗佳。在正常狀態下，貯存期間愈長防治效果愈低，但 phoxim, pirimiphos methyl, malathion, etrimfos 等四種殺蟲劑於谷物貯存 5 至 9 個月時，對谷蠹、玉米象、麥蛾之毒效較差，但貯存至 10~12

個月時之防治效果又回升，主要因前期為本省低溫期，而後期正值本省夏季，溫度較高，根據 Iordanou⁽⁷⁾, Norment⁽⁸⁾, O'Donnell⁽⁹⁾ 等人之研究指出，大多數的有機磷殺蟲劑毒效隨溫度之升高而增強。本組測試 6 種有機磷殺蟲劑在不同溫度中對玉米象、谷蠹之毒效時，亦發現此現象⁽⁶⁾。而 Sparks et al⁽¹⁰⁾ 則提出除蟲菊類殺蟲劑毒效會隨溫度之降低而升高，圖一～三亦顯示，Permethrin 及 decamethrin 在低溫時其藥效並未顯著降低，甚且有上升之趨勢。因此當考慮殺蟲劑輪流替換使用時，可將溫度對藥劑毒性之影響一併考慮，冬季低溫時使用低溫有效的除蟲菊類殺蟲劑，夏季高溫時使用高溫增效的有機磷或氨基甲酸鹽類，如此不但可避免抗藥性之產生，亦可配合環境的變化，使殺蟲劑達到最佳的防治效果。

三、谷袋質料對積谷害蟲入侵之影響：

使用粗麻布、細麻布、塑膠等三種不同質料之谷袋貯存 10 個月期間，調查谷蠹、米象、擬谷盜、角胸粉扁蟲、長首谷盜、暹邏谷盜、麥蛾等七種積谷害蟲入侵谷袋之蟲數，結果由表二得知，稻谷裝入塑膠袋中貯存，害蟲較不易侵入，防蟲效果最好，據推測是因塑膠編織較緊密，空隙小，限制害蟲之侵入。以細麻布袋貯谷防止鞘翅類害蟲入侵之效果次之，但防止麥蛾入侵谷物之效果尚不及粗麻袋，探其因為細麻布袋編織較塑膠袋鬆，但較粗麻布袋緊，故鞘翅類害蟲之入侵會受到限制，但麥蛾喜產卵於表面光滑的縫隙內，其孵化之一齡幼蟲個體甚小，可自由進入細麻袋內，侵入稻谷中生長發育，因此以細麻袋貯存谷物無法防止麥蛾之為害。三種谷袋中，以塑膠袋防止積谷害蟲侵入效果最佳，其又為飼料袋的二次利用，若僅以防蟲及經濟觀點而言，塑膠袋貯谷較麻布袋有效且經濟。但使用後對谷物品質、風味、新鮮度、發芽率等性狀是否有不良的影響亦應加以考慮。

此次調查，可看出袋裝倉中麥蛾之為害亦甚為嚴重(表二)。本實驗室於 1981~82 二年間進行全省谷倉蟲害損失調查工作，亦曾發現麥蛾對袋裝稻谷之為害十分嚴重(未發表資料)。

表二、不同質地之谷袋防止積谷害蟲入侵之效果
Table 2. The effect of different types of sack on insects infestation in stored rice

Type of sack	No. of insects infested ¹⁾						
	R.d.	S.p.	T.c.	L.f.	L.o.	L.p.	S.c.
Coarse fiber	1272	15	138	199	47	17	1491
Fine fiber	628	6	45	85	10	17	4434
Plastic	166	6	15	78	2	1	312

1) Total number insects of 10 replicates.

R.d.: *Rhyzopertha dominica*

S.p.: *Sitophilus* spp.

T.c.: *Tribolium castaneum*

L.f.: *Laemophloeus ferrugineus*

L.o.: *Latheticus oryzae*

L.p.: *Lophocateres pusillus*

S.c.: *Sitotroga cerealella*

表三、以藥劑處理麻布袋後貯存稻谷十個月入侵袋中數種常見積谷害蟲之蟲數及其防治效果
Table 3. Total insects infested in stored rice and the rates of control ten months after sack treatment

Insecticide	Conc. mg ai/m ²	No. insects infested ^{1,2)}							
		R.d.	S.p.	T.c.	L.o.	C.f.	L.p.	S.c.	Total
check		228	3	65	32	176	38	1277	1819
chlorpyrifos	375	327	2	46(29.3)	0	2(98.9)	0	9(99.3)	386
	8265	132(42.1)	0	0(100)	0	0(100)	1	0(100)	133
etrimfos	500	483	0	17(73.8)	3	20(88.6)	1	6(99.5)	514
	11500	37(83.8)	0	0(100)	1	1(99.4)	0	5(99.6)	44
fenitrothion	750	382	1	33(49.2)	16	52(70.5)	1	1088(21.1)	1493
	12500	223	0	6(90.8)	0	3(98.3)	0	5(99.6)	237
malathion	1250	150(34.0)	0	27(58.5)	2	11(93.8)	0	2353	2543
	6390	130(42.0)	0	6(90.8)	0	2(98.9)	0	685(46.4)	823
phoxim	125	230	0	28(56.9)	4	110(37.5)	5	841(34.1)	1218
	2875	219(3.9)	0	6(90.8)	0	3(98.3)	1	17(98.7)	246
pirimiphos methyl	250	261	0	1(98.5)	1	4(97.7)	0	7(99.5)	274
	770	167(26.8)	0	0(100)	0	0(100)	1	1(99.9)	169
bendiocarb	200	200(12.0)	11	53(18.5)	23	105(40.3)	0	710(44.4)	1102
	2400	119(47.8)	0	15(76.9)	6	24(86.4)	1	18(98.6)	183
decamethrin	28	6(97.0)	2	4(93.8)	1	0(100)	0	10(99.2)	23
	94	6(97.0)	0	1(98.5)	1	1(99.4)	0	3(99.8)	12
permethrin	200	78(65.0)	2	24(63.1)	11	10(94.3)	2	881(31.0)	1008
	7280	0(100)	1	4(93.8)	1	1(99.4)	0	9(99.3)	16
fenvalerate	500	48(78.9)	1	11(83.1)	0	34(80.7)	3	122(90.4)	219
	11500	1(99.6)	1	0(100)	0	2(98.9)	0	6(99.5)	10

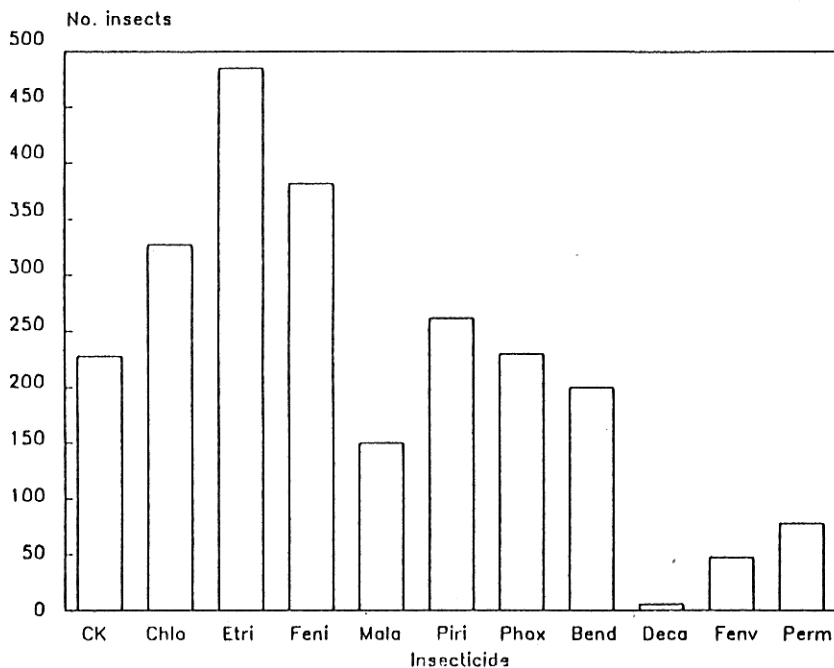
1) Total insects infested during ten months.

R.d.: *Rhyzopertha dominica*, S.p.: *Sitophilus* spp., T.c.: *Tribolium castaneum*

L.o.: *Latheticus oryzae*, C.p.: *Cryptolestes ferrugineus*, L.p.: *Lophocateres pusillus*,

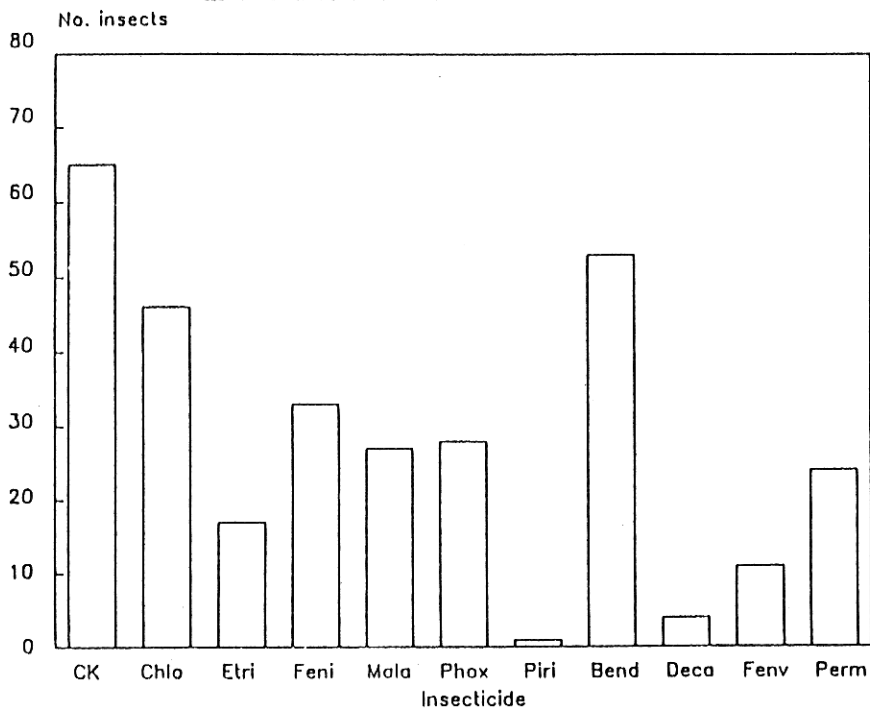
S.c.: *Sitotroga cerealella*.

2) Data in parentheses mean the rates of control.



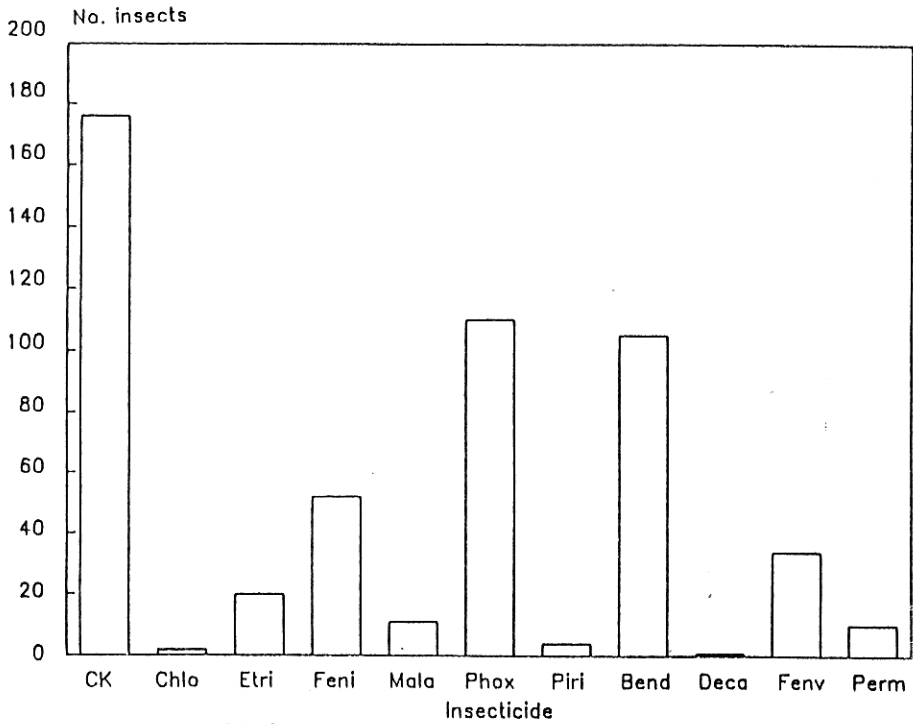
圖四、以藥劑處理麻布袋後貯谷十個月入侵袋中之谷蠹總數。

Fig. 4. Cumulative numbers of *Rhyzopertha dominica* infested in stored rice in ten month after sack treatment.



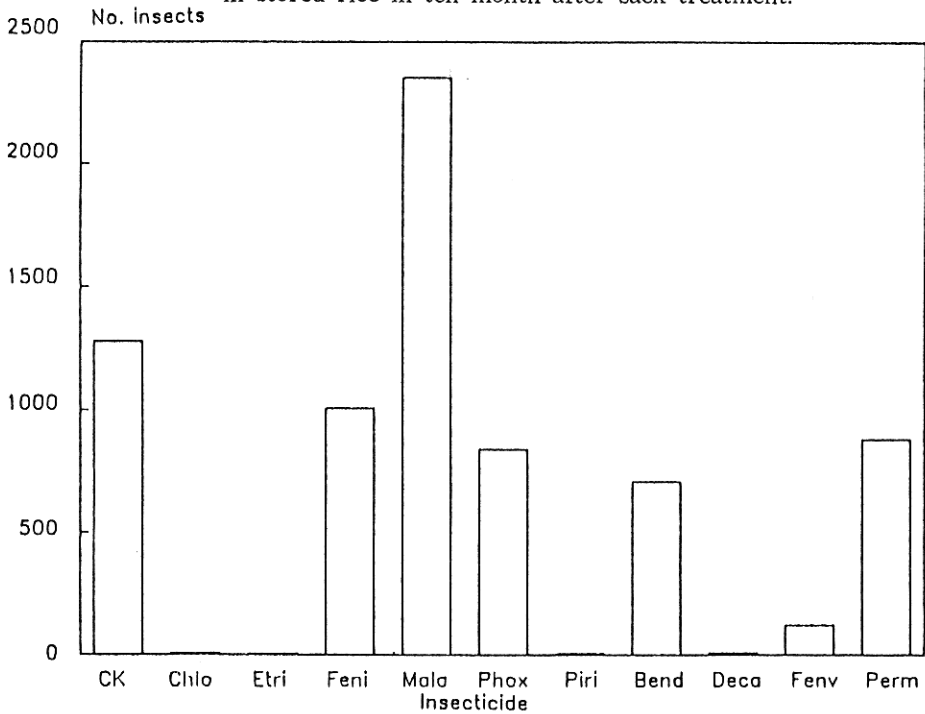
圖五、以藥劑處理麻布袋後貯谷十個月入侵袋中之擬谷盜總數。

Fig. 5. Cumulative numbers of *Tribolium castaneum* infested in stored rice in ten month after sack treatment.



圖六、以藥劑處理麻布袋後貯谷十個月入侵袋中之角胸粉扁蟲總數。

Fig. 6. Cumulative numbers of *Cryptolestes ferrugineus* infested in stored rice in ten month after sack treatment.



圖七、以藥劑處理麻布袋後貯谷十個月入侵袋中之麥蛾總數。

Fig. 7. Cumulative numbers of *Sitotroga cerealella* infested in stored rice in ten month after sack treatment.

四、麻布袋藥劑處理防治試驗：

谷袋經藥劑處理後，貯存 10 個月對積谷害蟲之持續防治效果，由圖四可知各藥劑以兩種不同濃度處理對谷蠹之防治效果以 decamethrin 為最好，其以 28 mg ai/m³ 之濃度使用，貯存10個月仍有極高的防治谷蠹之效果，與對照組比較，其防治率高達 97%（表三）。Fenvalerate, permethrin 對谷蠹之防治率亦不錯，其餘藥劑以低濃度（推薦濃度）使用對谷蠹毫無防治效果，尤其是 fenitrothion, chlorpyrifos, malathion, phoxim, bendiocarb 以極高的濃度處理後，仍無法有效的控制谷蠹的侵入。

圖五～七顯示麻布袋處理藥劑後，對擬谷盜、角胸粉扁蟲及麥蛾的防治效果。Decamethrin, pirimiphos methyl, fenvalerate, etrimfos, permethrin 以低濃度使用防治擬谷盜之效果均較目前本省谷倉常用的 malathion 及 phoxim 強（圖五）。測試的十種殺蟲劑除 phoxim, bendiocarb 外，其餘 8 種以低濃度處理，即可有效的防止角胸粉扁蟲的侵入（圖六）。而 chlorpyrifos, etrimfos, pirimiphos methyl, decamethrin, fenvalerate 以低濃度處理麻布袋，貯存 10 個月後，仍可有效的防治麥蛾（圖七）。目前農會谷倉常用的 malathion 及 phoxim 兩種藥劑對麥蛾之防治效果不佳，尤其是 malathion 以 6390 mg ai/m³ 的高濃度處理，對麥蛾之防治效果猶低於 50%（表三）。

谷袋以藥劑處理後，對多種積谷害蟲之持續防治效果綜列於表三，資料顯示，仍以 decamethrin 之藥效最佳，而 fenvalerate, pirimiphos methyl, permethrin, chlorpyrifos, phoxim 等殺蟲劑使用後之效果亦較現行推薦使用的 malathion 好。可考慮以上述有效藥劑替代 malathion 輪流使用於倉庫內。

在本次試驗中，使用的三種合成除蟲菊類殺蟲劑 decamethrin, fenvalerate, permethrin 無論以空倉處理，散裝谷物混拌或袋裝處理，對谷蠹防治效果均優於其他的殺蟲劑，但 permethrin, fenvalerate 對玉米象之防治效果較差，此結果與本組室內殺蟲劑毒效評估結

果相吻合，顯示室內藥劑試驗採用之方法，頗能反映出各藥劑使用於倉庫防治之優劣順序。

據多數研究者之調查資料顯示，麥蛾、谷蠹為本省稻谷倉中發生甚普遍，為害極嚴重之害蟲^(3,4)，玉米象為糙米倉中為害極嚴重之害蟲。因此使用藥劑防治時，除考慮倉型，谷物貯存方式（散裝或袋裝）。同時也須考慮谷物貯藏的形態為稻谷或糙米，再針對其中發生最多為害較烈的目標害蟲，選擇有效的殺蟲劑種類及適當濃度，配合簡易可行的處理方法，適時施藥，使谷倉中殺蟲劑之使用達到最高效益。

引用文獻

1. 王順成、古德業。1982。玉米象之抗藥性研究。植保會刊，2:59-68.
2. 林機。1972。穀象之抗藥性與防治試驗。臺灣農業 8:115-123.
3. 彭武康。1977。鞘翅類害蟲在穀倉之分布。稻作與糧倉蟲害研討會專輯 74-79.
4. 謝豐國。1978。倉儲害蟲之發生與防治。蘇仲卿、嚴奉琰、林飛棧「昆蟲生態與防治」中央研究院刊行，189-201 頁
5. 謝豐國、徐士蘭、吳英綉、謝榮昌。1983。常用殺蟲劑對玉米象、穀蠹之毒效評估。植保會刊 25:285-289.
6. 謝豐國、徐士蘭、洪麗梅。1982。六種有機磷殺蟲劑在不同溫度中對玉米象、穀蠹之毒效。植保會刊 24:37-48.
7. Iordanou, N. T. and F. C. Watters. 1969. Temperature effects on the toxicity of five insecticides against five species of stored-product insects. J. Econ. Entomol. 62:130-135.
8. Norment, B. R. and H. W. Chambers. 1970. Temperature relationships in organophosphorus poisoning in boll weevils. J. Econ. Entomol. 63:502-504.
9. O'Donnell, M. J. 1980. The toxicities of four insecticides to *Tribolium confusum* Duv. in two sets of condit-

- ions of temperature and humidity. J. Stored Prod Res. 16:71-74.
10. Sparks, T. C., M. H. Shour, and E. G. Wellemeyer. 1982. Temperature-toxicity relationships of pyrethroids on three Lepidopterans. J. Econ. Entomol. 75:643-646.