



Evaluation of Deltamethrin and Phoxim Dust Mixed with Bagged Rough Rice for Control of Storage Insects 【Research report】

第滅寧與巴賽松粉劑混拌袋裝稻穀防治積穀害蟲效果評估【研究報告】

Me-Chi Yao and Kang-Chen Lo

姚美吉*、羅幹成

*通訊作者E-mail: yaome@seed.net.tw

Received: 2000/8/27 Accepted: 2000/9/30 Available online: 2000/12/01

Abstract

Control effects of deltamethrin and phoxim on insect pests in stored rice were evaluated in concrete bins at Tunglo, central Taiwan. Deltamethrin applied at two concentrations (0.73 or 1.1 ppm) were found valid for control of *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) and *Sitotroga cerealella* (Olivier), respectively. The number of adults of these two insects decreased by > 96%. The control effect could last for 5 months for these two species of insects when phoxim was mixed rough rice at 10 ppm. Populations of these two insects increased rapidly thereafter. *R. dominica* and *S. cerealella* were the two dominant species of insects in grains with no insecticides. Totally two species of predatory insects and ten species of pest insects were found during the experimental period. Those two predators were found in deltamethrin-treated grains; however, no predator was found in phoxim-treated grains. Therefore it's recommended that deltamethrin be mixed with rough rice in bagged storage to control *R. dominica* and *S. cerealella*.

摘要

本試驗在銅鑼農會之穀倉中進行藥效評估，第滅寧(deltamethrin)與稻穀均勻混拌配成 0.73 或 1.1 ppm 濃度後以袋裝儲藏，對穀蠹(*Rhyzopertha dominica*(Fabricius)) 均可持續有效防治達一年以上，全年平均防治率在 99%。對麥蛾(*Sitotroga cerealella* (Olivier)) 的效果亦相似，全年平均防治率在 96%。而巴賽松(phoxim)與稻穀混拌配成 10 ppm 濃度後以袋裝儲藏，有效防治穀蠹及麥蛾僅 5 個月，隨後穀蠹及麥蛾族群即明顯增長。無藥劑處理之對照組中以穀蠹及麥蛾為最主要害蟲族群，試驗後 3 個月逐漸有次級害蟲發生，在一年的試驗中共發現 10 種害蟲及兩種捕食性天敵。以第滅寧處理之稻穀，在試驗末期可發現到兩種天敵蹤跡，而巴賽松處理則完全無天敵。依藥劑對積穀害蟲防治效果及對天敵影響進行評估，值得推薦第滅寧應用於穀倉中防治穀蠹及麥蛾。

Key words: stored-product insects, deltamethrin, phoxim, *Rhyzopertha dominica*, *Sitotroga cerealella*.

關鍵詞: 積穀害蟲、第滅寧、巴賽松、穀蠹、麥蛾

Full Text: [PDF\(0.13 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

第滅寧與巴賽松粉劑混拌袋裝稻穀防治積穀害蟲效果評估

姚美吉* 羅幹成 農業委員會農業試驗所應用動物系 台中縣霧峰鄉中正路 189 號

摘 要

本試驗在銅鑼農會之穀倉中進行藥效評估，第滅寧(deltamethrin)與稻穀均勻混拌配成 0.73 或 1.1 ppm 濃度後以袋裝儲藏，對穀蠹(*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) 均可持續有效防治達一年以上，全年平均防治率在 99%。對麥蛾(*Sitotroga cerealella* (Olivier)) 的效果亦相似，全年平均防治率在 96%。而巴賽松(phoxim)與稻穀混拌配成 10 ppm 濃度後以袋裝儲藏，有效防治穀蠹及麥蛾僅 5 個月，隨後穀蠹及麥蛾族群即明顯增長。無藥劑處理之對照組中以穀蠹及麥蛾為最主要害蟲族群，試驗後 3 個月逐漸有次級害蟲發生，在一年的試驗中共發現 10 種害蟲及兩種捕食性天敵。以第滅寧處理之稻穀，在試驗末期可發現到兩種天敵蹤跡，而巴賽松處理則完全無天敵。依藥劑對積穀害蟲防治效果及對天敵影響進行評估，值得推薦第滅寧應用於穀倉中防治穀蠹及麥蛾。

關鍵詞：積穀害蟲、第滅寧、巴賽松、穀蠹、麥蛾。

前 言

台灣民生主食為稻米，為維持民生需求、穩定物價及確保國家糧食安全需求等因素，每年政府對稻穀均有收購政策，儲備一定數量公糧稻穀，以維持國家之糧食安全存量。這些安全存量之公糧稻穀，儲藏時間約在半年至兩年之間，儲藏期間若無妥善蟲害管理，蟲害損失將在 1.5% 以上 (Hsieh *et al.*, 1978)，預估損失在一億三千五百萬元，因此公糧稻穀之蟲害防治在管理上極為重要。

以往公糧稻穀之蟲害防治偏重於化學藥劑之防治，雖處理方便及價格便宜，但卻容

易在長久施用後使害蟲產生抗藥性，在 1971-1978 年間推薦使用馬拉松 (malathion) 後，即發現玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motchulsky) 對馬拉松產生 6 倍抗性 (Wang *et al.*, 1982)。而 1979 到 1999 年長達二十一年使用巴賽松 (phoxim) 防治，已使主要積穀害蟲穀蠹及麥蛾均對巴賽松產生嚴重的抗藥性現象 (Kao and Tzeng, 1992; Yao and Lo, 1994, 1995)。因此為解決積穀害蟲對巴賽松嚴重抗藥性問題，尋求替代藥劑乃當務之急。

Yao and Lo (1994, 1995) 在三類八種藥劑中，針對高抗性之穀蠹及麥蛾品系進行

*論文聯繫人
e-mail: yaomc@seed.net.tw

藥效測試，以篩選出未來可推薦之藥劑，結果均以第滅寧對穀蠹及麥蛾的效果最佳。為了解第滅寧在倉庫環境下，與稻穀混拌長期儲存，對積穀害蟲之防治效果，遂於1998年10月起於苗栗縣銅鑼鄉農會倉庫進行藥效試驗。本試驗除同時評估第滅寧及巴賽松對主要害蟲穀蠹之防治效果外，亦同時評估此兩藥對其他積穀害蟲及天敵族群之影響，並記錄當時穀倉內之溫度變化，以了解害蟲族群與溫度變化之關係。期望第滅寧推薦時，所建立的資料包含主要害蟲之族群變化、防治率外，更對環境因子及其他害蟲是否會轉為主要害蟲提出建言，提供防治人員完整且全面性參考，不只在防治上能提昇防治效果外，更能事先預防未來可能發生的後遺症，以達到最佳的防治效果。

材料與方法

一、供試藥劑及藥劑處理方式

(一)第滅寧 (deltamethrin) 0.005% 粉劑及巴賽松 (phoxim) 0.5% 粉劑均由興農公司提供。

(二)藥劑處理共四處理，分別將第滅寧粉劑以1.1、0.73 ppm 濃度與稻穀均勻混拌（與稻穀的混拌比例為500、750倍）、以10 ppm 濃度巴賽松粉劑與稻穀混拌（與稻穀的混拌比例為500倍）及完全不施藥之對照組，各處理按濃度比例混拌均勻後，再以每50公斤裝入PP袋中。每10包稻穀一個堆疊放置於棧板上，每處理相隔2公尺，排列方法採逢機完全區集設計，堆放於苗栗縣銅鑼農會鋼筋水泥倉庫中自然環境儲存。每處理三重複共30包，每包50公斤，合計1500公斤，四處理共計6000公斤。

二、積穀倉庫型式及溫度調查

試驗倉庫屬於鋼筋混泥土倉，試驗期間自1998年10月27日至1999年10月29日止，處理稻穀為1998年一期稈稻，施藥時已儲藏約三個月。在試驗倉庫內放置一個 Onset 電腦公司生產之 Optic StowAway 溫度偵測器，每一小時紀錄一次，試驗後將資料帶回實驗室整理，將溫度偵測器所測得之分上中下旬將溫度平均，以了解倉庫內溫度之變化。

三、對積穀害蟲之藥效調查及防治率評估

(一)在施藥前於各試驗小區穀袋內以美國 Seedburo 公司之分格式取樣管進行隨機取樣一公斤之稻穀，放入塑膠筒共三重覆，攜回室內檢查稻穀之各類積穀害蟲及天敵成蟲之活蟲數及死蟲數。

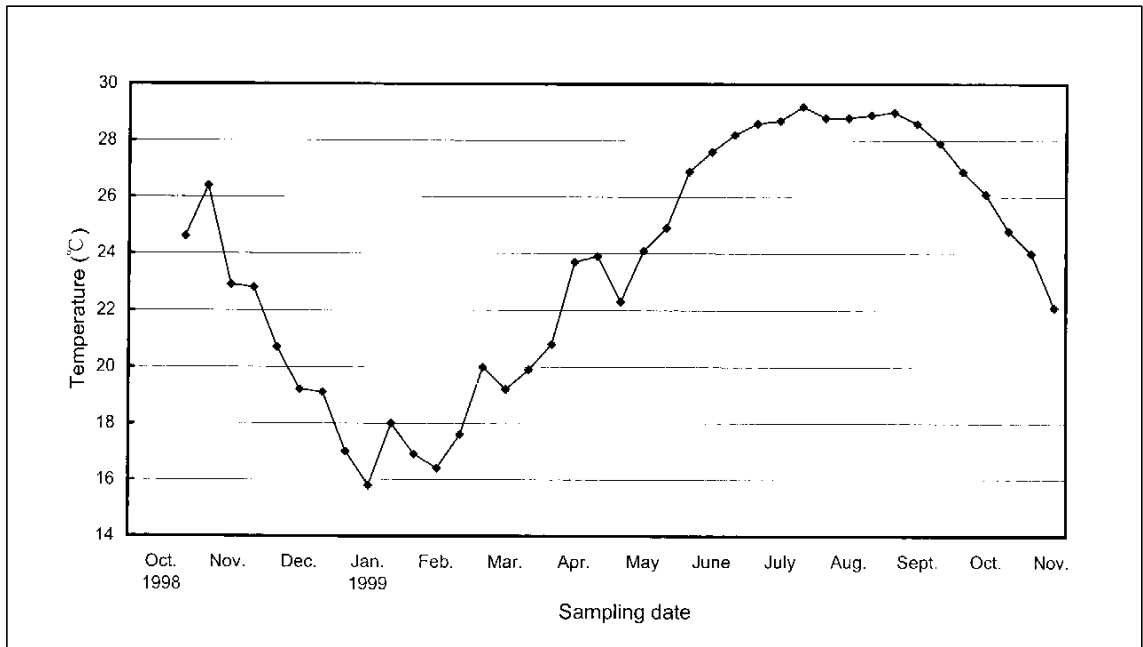
(二)自藥劑混拌後半月及往後每個月，持續12個月均至穀倉從袋中以 Seedburo 公司之分格式取樣管隨機取樣約二公斤混有藥劑之稻穀，放入塑膠筒共三重覆，帶回室內檢查稻穀內之各類積穀害蟲及天敵成蟲之活蟲及死蟲數。藥劑防治率換算公式如下：

$$\text{防治率(\%)} = (1 - \frac{\text{處理區施藥後活蟲數}}{\text{對照區處理後活蟲數}}) \times 100$$

結 果

積穀倉庫之溫度調查

在銅鑼農會之鋼筋混泥土倉內之溫度，經溫度偵測器紀錄後，每月份各分為上中下旬，分別平均處理後繪製如圖一，處理時1998年10月下旬平均溫度為24.6，隨後溫度逐漸下降，到1999年2月上旬時達到最低，平均溫為16.4，最低溫日為1999年2月5日早上8點，僅13.1。隨後溫度逐漸回升，到1999



圖一 在處理十二個月期間鋼筋倉庫內溫度變化圖

Fig. 1. Temperature gradient in the concrete bin during the 12-month storage period.

年7月下旬達到最高點，平均溫為29.2，最高溫日為1999年7月24日下午六點，達31.1。隨後溫度又逐漸下降，至試驗結束時1999年10月下旬平均溫為24.8，與最初試驗時溫度相近。

藥劑處理對積穀害蟲之影響

第滅寧對積穀害蟲之防治試驗，自1998年10月27日起至1999年10月29日試驗止，試驗期間一年，除試驗後半月調查外，其餘均每月調查一次，四種處理所調查之主要積穀害蟲之活蟲數如表一。在對照組第一次調查時有五種害蟲，分別為穀蠹 (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius))、米象類 (*Sitophilus* spp.，為米象 (*Sitophilus oryzae* (L.)) 與玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) 之合稱)、長首穀盜 (*Latheticus oryzae* Waterhouse)、角胸粉扁蟲 (*Cryptolestes*

pusillus Schonherr)。其中以穀蠹數量最多，平均每公斤稻穀中有4.7隻成蟲。在持續一年調查中共發現十種害蟲，再增加五種害蟲分別為擬穀盜 (*Tribolium castaneum* (Herbst))、細擬穀盜 (*Gnathocerus maxillosus* (Fabricius))、暹邏穀盜 (*Lophocateres pusillus* Klug)、鋸胸粉扁蟲 (*Oryzaephilus surinamensis* (L.))、麥蛾 (*Sitotroga cerealella* (Olivier))。在儲存之一年間，仍以穀蠹平均數最高，在儲存第八個月後達最高點76隻。其次分別為米象類於第四個月達最高點37.8隻，隨後有下降趨勢。暹邏穀盜則逐漸增加，在第十一個月達最高點61.7隻。角胸扁蟲亦於第八個月後達最高點23.8隻，其餘五種之活蟲數均甚低。

以巴賽松粉劑10 ppm 濃度與稻穀混拌之處理，施藥前亦出現四種害蟲，分別為穀蠹、米象類、擬穀盜、角胸粉扁蟲，其中穀

表一 稻穀與殺蟲劑混拌處理後在儲存期間積穀害蟲之活蟲數變化

Table 1. Number of living pests stored for various periods in insecticide-treated rice grains

Treatment and species	Mean no. of living adults/kg rough rice													
	0 mo	0.5 mo	1 mo	2 mo	3 mo	4 mo	5 mo	6 mo	7 mo	8 mo	9 mo	10 mo	11 mo	12 mo
<i>Control</i>														
<i>Rhyzopertha dominica</i>	4.7	9.6	9.7	2.9	11.9	9.7	10.2	13.9	28.5	76	66.8	66.0	53.6	36.8
<i>Sitophilus</i> spp.	0.3	2.5	9.9	0	20.9	37.8	25.8	12.9	17.9	13.8	15.2	9.9	4.3	4.7
<i>Lophocateres pusillus</i>	0	6.9	0.3	0	12.3	18.1	1.1	2.9	4.5	32.1	17.1	46.9	61.7	49.4
<i>Cryptolestes pusillus</i>	4.1	0	6.3	0	10.2	13.4	2.4	13.3	11.8	23.8	8.9	14.1	2.6	8.1
<i>Sitotroga cerealella</i>	0	1.1	0	0	0	5.5	24	2.2	3.5	5.9	2.7	2.2	8.6	3.8
<i>Phoxim 10 ppm</i>														
<i>Rhyzopertha dominica</i>	14.3	1	1.6	0.9	0	1	1.2	3.4	25.1	93	306	193	129	78.5
<i>Sitophilus</i> spp.	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.4	0	0
<i>Lophocateres pusillus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	1.3
<i>Cryptolestes pusillus</i>	2.5	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0	0	0	0
<i>Sitotroga cerealella</i>	0	0	0	0	0	0	0	2.5	19.6	5.7	10.2	14.6	8.6	2.6
<i>Deltamethrin 1.1 ppm</i>														
<i>Rhyzopertha dominica</i>	10.4	0	0.6	0	0	0.7	0	0	0.4	0	1.1	0	0	0
<i>Sitophilus</i> spp.	1.5	0.6	1.5	0	0.3	0	1.2	0	1.1	2.7	6.3	15.9	5.9	4.4
<i>Lophocateres pusillus</i>	7.2	0.2	1.5	0.6	1	1.1	1.2	1.7	7.7	2.5	1.9	8.4	5	1.8
<i>Cryptolestes pusillus</i>	4.4	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sitotroga cerealella</i>	0	0.2	0.3	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0.4	0.9	0
<i>Deltamethrin 0.73 ppm</i>														
<i>Rhyzopertha dominica</i>	18.3	0	0.3	0	0	0	0	0.4	0.6	0.7	0	0	0	0
<i>Sitophilus</i> spp.	0	0	0	0	0.3	0	0	0.8	6.9	9.9	15	4.4	2.5	3
<i>Lophocateres pusillus</i>	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0.3	0	0	2	0	2.1
<i>Cryptolestes pusillus</i>	9.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sitotroga cerealella</i>	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	1.7

蠹數量仍最多達14.3隻。經藥劑處理後之一年期間，再增加二種，分別為暹羅穀盜及麥蛾。害蟲之活蟲數，穀蠹在前六個月數量明顯降低，顯示巴賽松仍有防治效果。但儲存七個月後則逐漸回升，在第九個月時達306隻，隨後又逐漸降低。而麥蛾亦於儲存七個月後有逐漸增加趨勢。

以第滅寧粉劑1.1 ppm 濃度與稻穀混拌之處理，施藥前出現五種害蟲，仍以穀蠹最多為10.4隻。處理後儲藏期間增加一種害蟲。在十三次調查中，發現其對所有積穀害蟲之

防治效果極佳，穀蠹僅出現四次且數量甚低，最多時僅1.1隻。其中米象類及暹羅穀盜在十個月後密度均達最高點，分別為15.9、8.4隻，而其他害蟲之活蟲數均甚低。

以第滅寧粉劑0.73 ppm 濃度與稻穀混拌之處理，施藥前出現有四種害蟲，以穀蠹最多18.3隻。處理後儲藏期間增加三種。在十三次調查中，亦發現防治效果極佳，穀蠹亦僅四次被發現且數量甚低，最多時僅0.7隻。其中僅米象類在九個月時達活蟲數15隻，其他害蟲活蟲數則甚低。

藥劑處理對積穀害蟲之防治效果評估

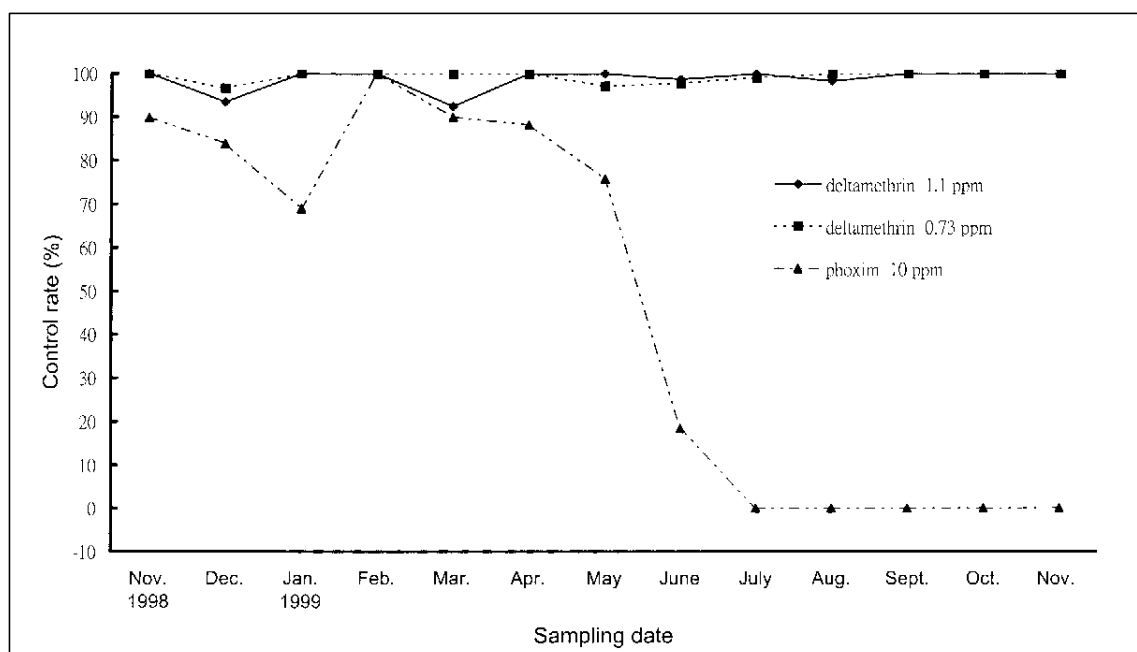
在各處理之害蟲族群調查中，均可發現穀蠹為最主要積穀害蟲，進一步將穀蠹活蟲數換算為對穀蠹之防治率，結果如圖二。巴賽松處理組，在處理初期防治率最高可達100%，但第七個月後防治率則已降至18.4%，往後幾乎毫無效果，試驗期間防治率總平均為99%。第滅寧 0.73及1.1 ppm 兩處理組，在處理之一年期間，防治效果均可達92.5% 以上，全期防治率平均99%。

對另一主要初級害蟲麥蛾之防治率，換算結果如圖三。巴賽松處理組，在處理後至第五個月防治率均達100%，但第六個月後防治率明顯下降，從第六個月至十一個月防治率均為0%，全期防治率平均僅37.1%。第滅寧 1.1 ppm 處理組，防治結果在處理後至第九個月時防治率均達100%，隨後有逐漸降低現象，最低之防治率為82%，全期防治率平均為

97%。而第滅寧0.73 ppm 處理組，全期之防治率均達100%。

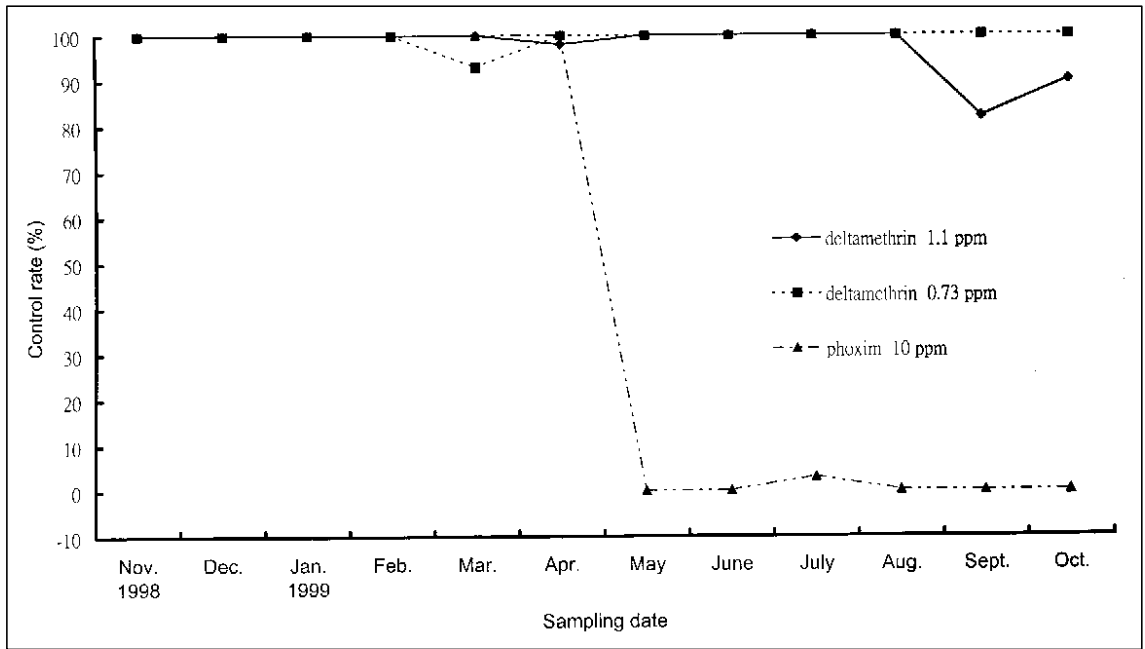
對次級害蟲米象類之防治率，換算結果如圖四。巴賽松處理組，在處理後之一年間對米象類均有高防治率，防治率至少95%。第滅寧1.1 ppm 處理組，亦在初期及末期均因對照組蟲數太少，造成防治率變異大外，從第二個月至第八個月防治率均在80%以上，但第九個月時則明顯下降，至第十二個月時防治率僅6%。而第滅寧0.73 ppm 處理組，在處理後至第六個月防治率均在93% 以上，但第七月後亦明顯下降。

在每次調查時，除紀錄各積穀害蟲之活蟲數外，亦調查死蟲數，以避免單以活蟲數評估時，因害蟲之成蟲期過短如麥蛾成蟲約僅7天，而無法真正評估其害蟲之族群之變化，使評估產生部分偏差。在積穀害蟲中，以穀蠹及麥蛾為初級害蟲，為有效了解此兩

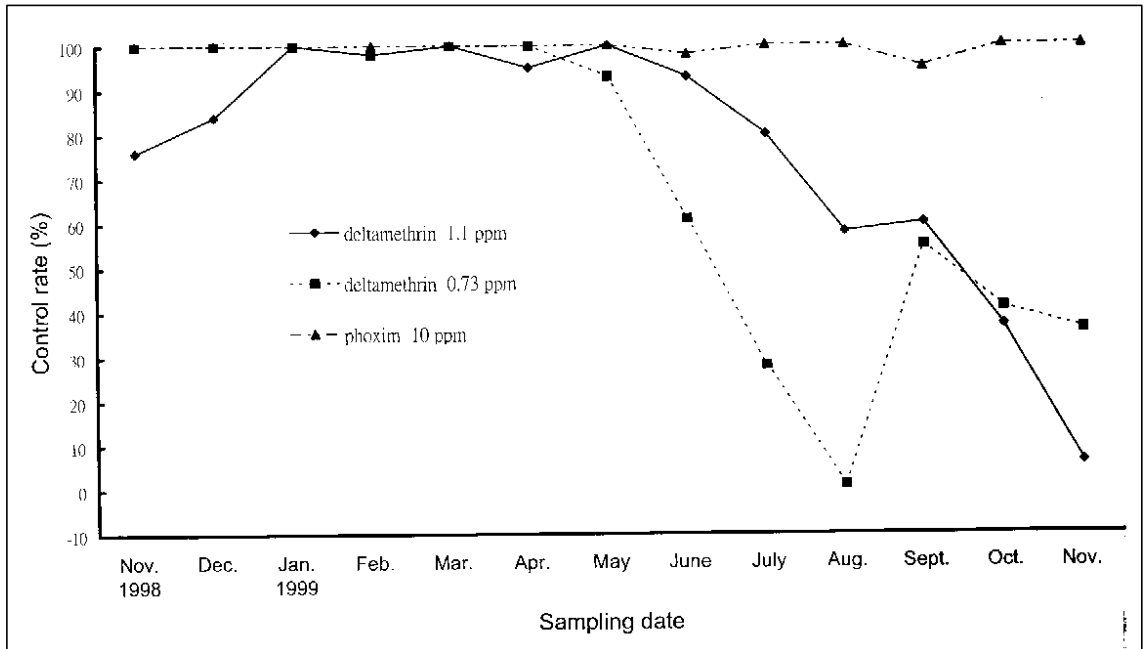


圖二 殺蟲劑與稻穀混拌處理在儲存期間對穀蠹之防治效果

Fig. 2. Control effect of phoxim and deltamethrin on *Rhyzopertha dominica* in rice grain stored for various periods.



圖三 殺蟲劑與稻穀混拌處理在儲存期間對麥蛾之防治效果
 Fig. 3. Control effect of phoxim and deltamethrin on *Sitotroga cerealella* in rice grain stored for various periods.



圖四 殺蟲劑與稻穀混拌處理在儲存期間對米象類之防治效果
 Fig. 4. Control effect of phoxim and deltamethrin for *Sitophilus* spp. in rice grain stored for various periods.

種害蟲之族群變化，因此再以其活蟲與死蟲合計為總蟲數進行比較，結果如表二。在無藥劑之對照組，穀蠹之族群由處理前僅32隻，至處理後第十二個月時，已增長至624隻。巴賽松處理組，亦有相似現象，由起初之75隻，最後則高達581隻。而第滅寧1.1 ppm 處理組之族群幾乎無成長，由處理前之123隻，至處理後第十二個月時，反下降至45隻。第滅寧0.73 ppm 處理組亦相似，族群幾乎無成長，由起初之58隻，最後則僅54隻。

麥蛾之族群，總蟲數遠較活蟲數高，無藥劑之對照組，處理前僅12隻，至處理後第八個月時，達到最高點有1671隻，數量甚至超過穀蠹，隨後有下降趨勢，至處理後十二月時則降為266隻。巴賽松處理組，亦相似最高達354隻。而第滅寧0.73及1.1 ppm 兩處理組之族群，在處理後第十個月之前，總蟲數遠較對照組與巴賽松處理組少。隨後族群才逐漸增加，最高分別為197及68隻。

藥劑處理對天敵之影響

在調查過程中亦紀錄積穀害蟲天敵之活

蟲數如表三，第一次調查時四種處理均只發現粗腿花椿象 (*Xylocoris flavipes* (Reuter))，在儲藏期間又發現直腹偽蠍 (*Chelifer nodosus* Schrank)，此兩種均為捕食性天敵。在無藥劑處理之對照組，幾乎都可發現到粗腿花椿象，而直腹偽蠍則偶而發現，其數量分別最高為27及13.4隻。巴賽松處理組，兩種天敵在儲藏期間均未發現。第滅寧1.1 ppm 處理組，在第九個月後持續發現到粗腿花椿象，最高達14.8隻，而直腹偽蠍均未發現。第滅寧0.73 ppm 處理組，零星可發現到粗腿花椿象，最高達5.9隻，而直腹偽蠍於第十一個月時曾發現過，但數量僅2.6隻。

討論

積穀害蟲族群及數量之調查，Yao and Lo (1992) 於穀倉之表層，拆開穀袋進行取樣，較難對下層之穀袋取樣。Peng (1984) 以捕蟲器來收集害蟲，雖可大量收集到趨光性或飛翔能力強的害蟲如長首穀盜或穀蠹，但對

表二 稻穀與殺蟲劑混拌處理後在儲存期間穀蠹及麥蛾族群總蟲數變化

Table 2. Number of all adults of *Rhyzopertha dominica* and *Sitotroga cerealella* after admixture treatment for various periods

Species and treatment	Mean no. of all adults/kg rough rice													
	0 mo	0.5 mo	1 mo	2 mo	3 mo	4 mo	5 mo	6 mo	7 mo	8 mo	9 mo	10 mo	11 mo	12 mo
<i>Rhyzopertha dominica</i>														
Control	32	65	59	42	165	42	50	174	162	302	199	447	486	624
phoxim 10 ppm	75	60	120	76	92	52	75	94	126	212	545	564	405	581
deltamethrin 1.1 ppm	123	28	34	40	101	82	34	82	95	100	73	76	28	45
deltamethrin 0.73 ppm	58	62	43	38	46	39	28	63	55	46	60	59	36	54
<i>Sitotroga cerealella</i>														
Control	12	5.9	11	5.2	0	57	105	216	596	1671	439	854	618	266
phoxim 10 ppm	14	4.6	3.1	1.4	1.1	1.1	2.4	14	38	26	150	350	354	301
deltamethrin 1.1 ppm	0	0.6	8	2.6	12	10	2.6	2.8	1.7	8.3	0.6	3.9	68	28
deltamethrin 0.73 ppm	0.3	3.4	4	10	9.3	2.1	0	3.8	0	1.4	0.4	2.2	6.6	197

表三 稻穀與殺蟲劑混拌處理後在儲存期間捕食性天敵粗腿花椿象與偽蠟之活蟲數變化

Table 3. Number of living predators, *Xylocoris flavipes* and *Chelifer nodosus*, stored for various periods in insecticide-treated rice grains

Treatment and species	Mean no. of living adults/kg rough rice													
	0 mo	0.5 mo	1 mo	2 mo	3 mo	4 mo	5 mo	6 mo	7 mo	8 mo	9 mo	10 mo	11 mo	12 mo
Control														
<i>Xylocoris flavipes</i>	5.4	1.6	4	5.5	5.4	20.6	0	18.7	27	18.2	24.7	24	11.4	12.1
<i>Chelifer nodosus</i>	0	0	0	0	11.1	1.7	0.6	0	0	0	0	0	13.4	10.7
Phoxim 10 ppm														
<i>Xylocoris flavipes</i>	7.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chelifer nodosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deltamethrin 1.1 ppm														
<i>Xylocoris flavipes</i>	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1.8	14.8	6.8
<i>Chelifer nodosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deltamethrin 0.73 ppm														
<i>Xylocoris flavipes</i>	7	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.6	0.5	5.9
<i>Chelifer nodosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	0

無這些習性的害蟲如米象類或暹邏穀盜等則不易收集。本試驗則改採以分格式取樣管取樣，不用拆開穀袋，且可深入穀袋約一公尺，收集各部分之稻穀樣品時，可輕易採樣且可彌補以往採集之困擾。

本試驗主要以每次調查之積穀害蟲活蟲數及總蟲數，進行害蟲族群變化及藥劑防治效果的評估。害蟲之活蟲數資料主要可了解害蟲之存活狀況，以評估藥劑對害蟲之防治效果外，並可呈現出害蟲當月之活動力。因此活蟲數之調查可彌補總蟲數在防治率及活動力評估上之不足。而針對成蟲期短的害蟲以活蟲數評估常造成困擾，如麥蛾成蟲期約僅有 7 天，且在取樣時容易造成成蟲傷害死亡，以活蟲數常無法呈現出實際害蟲發生狀況時，藉由總蟲數之變化進行評估則更完全。

針對積穀害蟲種類之比較，無藥劑處理之對照組，在一年內之調查共 10 種，以往調查 Hsieh *et al.* (1985) 時發現 7 種，Hung *et*

al. (1990) 時有 8 種，Yao and Lo (1992) 增為 13 種，主要種類極為相似，均以初級害蟲穀蠹及麥蛾之族群最高，若以活蟲數來評估，則穀蠹平均數量最多，且遠超過麥蛾。但以總蟲數來看，麥蛾的族群消長變化甚大，在處理後八個月，其總蟲數則高達 1671 隻，為穀蠹的 6.2 倍。在 Hsieh *et al.* (1985) 調查藥劑處理後十個月之害蟲數，其無藥劑對照組麥蛾數量為 1277 隻，為穀蠹數量之 5.6 倍。但 Hung *et al.* (1990) 調查處理後 8 個月之蟲數，對照組之麥蛾數量僅為個位數，遠低於穀蠹。

造成麥蛾之活蟲數與總蟲數相差懸殊的原因，可能與其害蟲族群發生期、成蟲期短的特性或取樣所造成的偏差等因素有關。在發生期之變化上，Peng (1984) 調查族群消長時，發現麥蛾族群在五月發生最嚴重，其次在 11 月，其他期間發生甚少。Yao and Lo (1998) 調查時亦有相似結果。而麥蛾大量發

生及消退，可能與堆疊方式有關，本試驗之穀袋均放置於棧板上，因稻穀堆疊不多，有許多表層可供麥蛾侵入，因此在對照組及巴賽松組之麥蛾的族群發展，與 Yao and Lo (1998) 在南投市農會之棧板堆疊處理的結果相似，可能因堆疊方式，提供麥蛾之侵入機會，致使麥蛾快速大量繁殖，甚至超過穀蠹族群。而麥蛾之總蟲數，於處理後第八個月達最高點 1671 隻，之後不增反明顯下降至 266 隻，相差 6.3 倍。可能的原因為麥蛾世代短，繁殖快，但為害部位僅於穀袋之表層部分，無法深入為害稻穀，因此其族群常大起大落。且麥蛾達高密度後可能導致其遷移，而麥蛾之死蟲屍體亦很容易被其他害蟲分解，而殘缺不全，這些原因可能導致麥蛾在為害後期總蟲數不增反減之現象。麥蛾之族群變化，極易受調查的季節、調查環境及調查時取樣部位之影響。若以單時間或單點調查，對麥蛾的調查常造成極大變異。因此藉由長期調查及多處調查，並以活蟲數、總蟲數交互評估，方能彌補取樣及族群特性所產生的偏差。

對照組中次級害蟲的發生，主要為米象類、暹邏穀盜、角胸粉扁蟲。其中暹邏穀盜、角胸粉扁蟲均隨時間愈久，族群有增長趨勢，甚至在試驗後十一個月，暹邏穀盜活蟲數超過穀蠹數量。顯示穀蠹的為害後，亦促使次級害蟲逐步增加。而米象類的發生，與稻穀穎殼破損程度有密切相關 (Hsieh and Hwang, 1978; Hung and Peng, 1985)，稻穀穎殼破損愈多發生愈高，本次處理後僅四個月，又處於冬季低溫期，其族群反而達到最高峰。隨溫度回升，族群量反而下降，此結果有些費解，是取樣上的變數或其他原因，尚待進一步了解。Hsieh *et al.* (1985) 調查時對照組之次級害蟲則以角胸粉扁蟲最多，擬穀盜次之，而米象類則微乎其微 Hung *et al.*

(1990) 調查時亦以角胸粉扁蟲及鋸胸粉扁蟲最多，而米象類亦甚少。

巴賽松 10 ppm 處理組，在處理後之六個月內其防治效果尚佳，各類害蟲之活蟲數均低於 5 隻，對穀蠹之防治率仍高達 75.8% 以上。但第七個月之後對穀蠹及麥蛾之防治效果則明顯衰退，兩種主要害蟲均急速增加，甚至超過對照組。但巴賽松對其他害蟲米象類、角胸粉扁蟲或暹邏穀盜等次級害蟲，仍保有極佳的防治效果，害蟲數均為個位數，遠低於對照組。Hsieh *et al.* (1985) 測試巴賽松 10 ppm 之防治效果，處理四個月後對穀蠹的防治效果即明顯下降，對麥蛾則仍可持續約八個月以上。次級害蟲上，種類及數量均較多，以角胸粉扁蟲最多，擬穀盜次之。而 Peng (1984) 以巴賽松防治積穀害蟲，經三次施藥才有效壓制害蟲族群，在處理期間長首穀盜及角胸粉扁蟲之數量均甚高。顯示巴賽松推薦不久，即可能逐漸有抗藥性發生，Yao and Lo (1994, 1995) 由各地所採集之穀蠹及麥蛾均明顯發現對巴賽松已產生抗藥性，最近幾年因防治效果不彰，且人工施藥費用高，許多積穀倉庫甚至完全不防治。因此巴賽松推薦至今已達二十一年，應是停止推薦的時機。

第滅寧 0.73 及 1.1 ppm 兩處理組，對穀蠹之防治效果可持續一年，包含活蟲數及總蟲數均甚低。對麥蛾之防治效果，亦可持續至施藥後第十個月，之後才逐漸消退。但對米象類則無法完全防治，約第七個月害蟲數即逐漸發生，對暹邏穀盜之防治亦相似，惟這些害蟲數量均不多。未來第滅寧使用後，應留意米象類或暹邏穀盜是否會取代穀蠹成為主要害蟲。Hsieh *et al.* (1985) 及 Hung *et al.* (1990) 之試驗結果，發現使用第滅寧防治各類積穀害蟲，至少可達八個月以上，害

蟲的發生均甚少。

以往倉庫之藥劑試驗，很少觀察或紀錄對天敵的影響，本試驗希望藉由天敵族群的調查，提供未來生物防治與化學防治互相配合的參考資料，以期建立完整的綜合防治體系。施用巴賽松，顯然對捕食性天敵粗腿花椿及直腹偽蠟有明顯殺傷力，因在試驗期間均未再發現此兩蟲的蹤跡。第滅寧對天敵的影響，似乎較巴賽松沒有殺傷力，因在處理末期逐漸可以發現粗腿花椿及直腹偽蠟的蹤跡，顯示第滅寧處理環境下，此兩種天敵還能繼續繁殖生存。

依對照組各種害蟲的活蟲數變化，在低溫期害蟲的數量發展較緩慢，於處理後第八個月約隔年六月後害蟲數明顯增加，正是夏季高溫期，持續約三個月後隨溫度下降害蟲數亦下降。由兩者的互動關係，顯示害蟲之活蟲數隨溫度變化而波動。因此未來若能於更多倉庫中，進行調查與比較，將可更明瞭害蟲之活動力與溫度之密切關係。

在調查過程，害蟲的活蟲數及總蟲數，甚至防治率，均只是參考值，很容易受調查的人、方法或場所影響而產生變異，如因此藉著試驗設計及多層面的評估方式，希望還原出試驗過程害蟲族群的真貌及實際的防治效果。再由天敵的調查，更可了解藥劑對其他昆蟲的影響。未來藥劑施用時，亦可藉此調查方式，了解害蟲族群變化，提供倉庫管理員評估再施藥或碾米清倉的依據。

第滅寧屬於除蟲菊類藥劑，對人體毒性低，且影響其他動物甚微，已有許多報告發表此類藥劑對積穀害蟲有極佳防治效果 (Ardley, 1976 ; Arthur, 1992 ; Daghli *et al.*, 1995)。且由本試驗之防治效果進行評估，極適合推薦於倉庫防治積穀害蟲。但任何一個藥劑長久使用後，造成藥效降低或抗藥性

現象，是無法避免的。因此若能在推薦之先就未雨綢繆，方能在問題發生後可有解決之道。藥效的降低可藉由添加協力劑，來提昇藥效。Yao and Lo (1997) 添加協力劑 PB 於第滅寧中，對穀蠹可提升 10 倍藥效，對麥蛾可提升 31 倍藥效，但終究非長久之計。而針對抗藥性現象，就必須了解抗藥性機制，尋求替代藥劑。另外若能研發其他有效防治方法，如 Yao and Lo (1999) 以礦物性殺蟲劑矽藻土來防治倉庫害蟲，亦是可行之道。

誌 謝

本研究於文成後，承本所應用動物系王清玲博士及陳健忠博士不吝撥冗斧正，試驗期中並承本系李錦霞小姐之協助，謹此一併致謝。

引用文獻

- Ardley, J. H.** 1976. Synergized bioresmethrin as a potential grain protectant. *J. Stored Prod. Res.* 12: 253-259.
- Arthur, F. H.** 1992. Control of lesser grain borer (Coleoptera: Bostrichidae) with chlorpyrifos-methyl, bioresmethrin, and resmethrin: effect of chlorpyrifos-methyl resistance and environmental degradation. *J. Econ. Entomol.* 85: 1471-1475.
- Daghli, G. J., M. Eelkema, and L. M. Harrison.** 1995. Chlorpyrifos plus either methoprene or synergized phonothrin for control of coleoptera in maize in Queensland, Australia. *J.*

Stored Prod. Res. 31: 235-241.

Hsieh F. K., and J. S. Hwang. 1978. Effects of husk perfectness of rough rice on the oviposition and reproduction of *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Plant Prot. Bull. 20: 291-301 (in Chinese).

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. 27: 359-370 (in Chinese).

Hsieh F. K., L. M. Hung, S. S. Kao, and S. L. Hsu. 1980. Estimates of losses of stored rice caused by insects. Plant Prot. Bull. 22: 385-395 (in Chinese).

Hung C. C., and W. K. Peng. 1985. The attractancy of rice kernels with different degrees of damage on husk to rice and maize weevil. Chinese J. Entomol. 5: 31-36 (in Chinese).

Hung C. C., F. K. Hsieh, and J. S. Hwang. 1990. Stored grain insects monitoring and their chemical control. Chinese J. Entomol. 10: 169-179 (in Chinese).

Kao, S. S., and C. C. Tzeng. 1992. A survey of the susceptibility of rice moth (*Corcyra cephalonica*) and angoumois moth (*Sitotroga cerealella*) to malathion and phoxim. Chinese J. Entomol. 12: 239-245 (in Chinese).

Peng W. K. 1984. Population changes of stored-product insects in warehouses of bagged rice and the effect of phoxim treatment on the population suppression. Phytopathol. & Entomol. NTU. 11: 105-114 (in Chinese).

Wang, S. C., F. Sun, and T. Y. Ku. 1982. Effect of insecticides on the resistance and the reproductive rate in maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). Plant Prot. Bull. 24: 143-151 (in Chinese).

Yao, M. C., and K. C. Lo. 1992. Insect species and population densities in stored japonica rice in Taiwan. Chinese J. Entomol. 12: 161-169 (in Chinese).

Yao, M. C., and K. C. Lo. 1994. Phoxim resistance in *Rhyzopertha dominica* Fabricius in Taiwan. Chinese J. Entomol. 14: 331-341 (in Chinese).

Yao, M. C., and K. C. Lo. 1995. Phoxim resistance in *Sitotroga cerealella* Olivier in Taiwan. J. Agric. Res. China 44: 166-173 (in Chinese).

Yao, M. C., and K. C. Lo. 1997. Synergistic effect of piperonyl butoxide on the toxicity of insecticides against *Rhyzopertha dominica* and *Sitotroga cerealella* in Taiwan. Chinese J. Entomol. 17: 1-10 (in Chinese).

Yao, M. C., and K. C. Lo. 1998. Insect populations in stored rice of different packing and storing methods In Taiwan. J. Agric. Res. China 47: 419-429 (in Chinese).

Yao, M. C., and K. C. Lo. 1999. Evaluation of several mineral insecticides for control of stored product insects. Chinese J. Entomol. 19: 365-376 (in Chinese).

收件日期 : 2000 年 8 月 27 日

接受日期 : 2000 年 9 月 30 日

Evaluation of Deltamethrin and Phoxim Dust Mixed with Bagged Rough Rice for Control of Storage Insects

Me-Chi Yao* and Kang-Chen Lo Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, 189 Chungcheng Road, Wufeng, Taichung 413, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Control effects of deltamethrin and phoxim on insect pests in stored rice were evaluated in concrete bins at Tunglo, central Taiwan. Deltamethrin applied at two concentrations (0.73 or 1.1 ppm) were found valid for control of *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) and *Sitotroga cerealella* (Olivier), respectively. The number of adults of these two insects decreased by > 96%. The control effect could last for 5 months for these two species of insects when phoxim was mixed rough rice at 10 ppm. Populations of these two insects increased rapidly thereafter. *R. dominica* and *S. cerealella* were the two dominant species of insects in grains with no insecticides. Totally two species of predatory insects and ten species of pest insects were found during the experimental period. Those two predators were found in deltamethrin-treated grains; however, no predator was found in phoxim-treated grains. Therefore it's recommended that deltamethrin be mixed with rough rice in bagged storage to control *R. dominica* and *S. cerealella*.

Key words: stored-product insects, deltamethrin, phoxim, *Rhyzopertha dominica*, *Sitotroga cerealella*.