



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Survey of Insect Pests in Imported Bulk Grain in Taiwan 【Research report】

台灣地區進口大宗穀物之害蟲發生調查【研究報告】

Me-Chi Yao, and Chi-Yang Lee*

姚美吉、李啟陽*

*通訊作者E-mail: cylee@tari.gov.tw

Received: 2012/11/25 Accepted: 2013/12/23 Available online: 2014/02/01

Abstract

Between 2003 and 2012, each year approximately nine million tons of bulk grain were imported into Taiwan to meet the demand. Quarantining this grain is extremely important in order to prevent an invasion of the insects that come with the grain. A survey of pests in imported bulk grain was conducted in Taichung Harbor starting in 2003, and in Kaohsiung harbor since 2007. The results indicated that live insects were found in 22.6% of the 1,086 samples of bulk grain, but none of them were quarantine pests. Twenty-two insect species were identified, of which *Sitophilus oryzae* was the most dominant one. Imported bulk grain consisted of five main crops. The insect containing rate for corn samples was the highest at 33.2%. These crops came from twenty-one different countries, with those from India having the highest insect containing rate at 56.8%. Because *Trogoderma granarium* is native to India, the invasion probability of this quarantine pest is increased through grain imports. It is therefore recommended that surveillance and preventive measures for this pest are increased so as to prevent its invasion through imported grains.

摘要

在2003~2012年間，台灣每年從國外進口約900萬噸之大宗穀物，以供應民生及農業需求。針對進口穀物害蟲之檢疫，並防範檢疫害蟲隨貨品入侵，就極為重要。本調查自2003年起先針對台中港進口之大宗穀物進行害蟲發生調查，在2007年起對高雄港進口之大宗穀物也一併調查。由兩港口在十年間之調查結果顯示，自2003~2012年共調查1,086件樣品，含害蟲率達22.6%，均未發現檢疫害蟲。總共檢出22種害蟲，其中以米象 (*Sitophilus oryzae*) 發現率最高。五種主要進口大宗穀物中，以玉米之樣品含蟲率最高，達33.2%。穀物進口來源包含21國，其中從印度進口之樣品含蟲率最高，達56.8%。由於印度為重要檢疫害蟲小紅鯉節蟲 (*Trogoderma granarium*) 疫區，因此由印度進口穀物導致檢疫害蟲入侵之機率將明顯提升。未來針對檢疫害蟲發生疫區之進口穀物，建議應加強害蟲之檢疫調查及防範，以杜絕檢疫害蟲之入侵。

Key words: imported bulk grain, quarantine, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Trogoderma granarium*

關鍵詞: 進口大宗穀物、檢疫害蟲、米象、玉米象、小紅鯉節蟲。

Full Text:  [PDF \(0.53 MB\)](#)

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

台灣地區進口大宗穀物之害蟲發生調查

姚美吉、李啟陽*

行政院農業委員會農業試驗所應用動物組 41362 台中市霧峰區中正路 189 號

摘 要

在 2003~2012 年間，台灣每年從國外進口約 900 萬噸之大宗穀物，以供應民生及農業需求。針對進口穀物害蟲之檢疫，並防範檢疫害蟲隨貨品入侵，就極為重要。本調查自 2003 年起先針對台中港進口之大宗穀物進行害蟲發生調查，在 2007 年起對高雄港進口之大宗穀物也一併調查。由兩港口在十年間之調查結果顯示，自 2003~2012 年共調查 1,086 件樣品，含害蟲率達 22.6%，均未發現檢疫害蟲。總共檢出 22 種害蟲，其中以米象 (*Sitophilus oryzae*) 發現率最高。五種主要進口大宗穀物中，以玉米之樣品含蟲率最高，達 33.2%。穀物進口來源包含 21 國，其中從印度進口之樣品含蟲率最高，達 56.8%。由於印度為重要檢疫害蟲小紅鯉節蟲 (*Trogoderma granarium*) 疫區，因此由印度進口穀物導致檢疫害蟲入侵之機率將明顯提升。未來針對檢疫害蟲發生疫區之進口穀物，建議應加強害蟲之檢疫調查及防範，以杜絕檢疫害蟲之入侵。

關鍵詞：進口大宗穀物、檢疫害蟲、米象、玉米象、小紅鯉節蟲。

前 言

積穀害蟲常伴隨世界性的大宗穀物買賣，而遍佈世界各地，因此如常見害蟲穀蠹 (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius))、米象 (*Sitophilus oryzae* (L.))、麥蛾 (*Sitotroga cerealella* (Olivier)) 均為全世界穀倉共通性害蟲。除這些共通性害蟲外，尚有部分害蟲如

小紅鯉節蟲 (*Trogoderma granarium* Everts)、大穀蠹 (*Prostephanus truncatus* (Horn)) 等，因這些害蟲能耐高溫或抗乾旱等為特殊害習性，常造成穀物嚴重損失 (Banks, 1977)，導致各國均將其列名為檢疫害蟲。在大宗穀物買賣時，會特別針對此類檢疫害蟲加強調查，以避免這些檢疫害蟲入侵後，造成本土穀物嚴重危害。

*論文聯繫人
Corresponding email: cylee@tari.gov.tw

台灣糧食作物以稻米為主，在 1966 年生產約 238 萬噸，而進口之大宗穀物僅 51.6 萬噸。但因應糧食作物栽培制度的調整、民眾飲食習慣改變，及農畜產業與民生需求，在 2001 年時，稻米產量已降至 140 萬噸，而進口大宗穀物已高達 890 萬噸。在 2002 年我國加入 WTO 後，更增加糙米之進口，從 2002 年迄今每年進口量穩定維持在 750~892 萬噸之間 (Anonymous, 2013)，其中以玉米進口量最高，每年高達 427~508 萬噸，約為本土稻米生產量之 3 倍以上。每年大量穀物進口，正意味積穀害蟲伴隨入侵之機會也相形大幅增加，因此在大宗穀物卸貨港口之害蟲檢疫形極為重要，扮演檢疫害蟲重要之攔截機制。

在以往大宗穀物進口上，曾發現重要檢疫害蟲小紅鯉節蟲於 1970 年伴隨進口穀物，在部分進口穀倉中發生之紀錄 (Lin, 1971)，到 1982 年已逐漸在中南部地區穀倉蔓延危害 (Lin and Li, 1983; Wu, 1999)，但往後之多次調查稻穀倉或糙米倉之害蟲相調查，卻都未發現此蟲 (Hung and Hwang, 1992; Yao and Lo, 1992)，故我國仍將其列為檢疫害蟲。而在 2002 年加入 WTO 後，Yao *et al.* (2009) 為了解進口糙米之害蟲發生狀況，曾針對進口糙米逐批調查，亦發現積穀害蟲伴隨穀物入侵之現象，雖仍未發現任何檢疫害蟲，但樣品中含活蟲之比例卻高達 12%。而糙米的進口約僅佔大宗穀物進口之 1.6%，顯示積穀害蟲透過其他大宗穀物如玉米、黃豆等之大量進口，伴隨入侵之風險極大，須特別留意。因主要進口國如美國及澳大利亞，均曾經發生過檢疫害蟲小紅鯉節蟲入侵立足記錄，而印度是台灣玉米原料第二大進口國，更是小紅鯉節蟲嚴重發生之疫區 (Banks, 1977)，加強這類地區之害蟲檢疫，更是當務之急。

台中港及高雄港是台灣進口大宗穀物主

要卸貨港，為了解進口大宗穀物之害蟲發生狀況，本調查先針對台中港所卸貨之穀物，自 2003 年起由動植物防疫檢局 (以下簡稱防檢局) 檢疫人員進行穀物取樣，並將樣品後送農業試驗所 (以下簡稱本所)，進行檢疫害蟲調查。樣品並於繼續貯藏 1 個月再調查一次，以了解在穀物內為害之卵、幼蟲期或蛹期可能存在比率。在 2007 年後高雄港所卸貨之穀物，也一併納入調查。本報告彙整近十年之調查資料，分析害蟲發生狀況及探討入侵之可能性，藉由此結果提供防檢局，在未來檢疫措施改善之參考依據，以杜絕檢疫害蟲之入侵。

材料與方法

進口大宗穀物之檢疫害蟲取樣

進口大宗穀物進口時，由防檢局檢疫人員於港口 (台中港、高雄港) 船上或貨櫃進行隨機取樣約 3 kg。記錄穀物之出口地點、品種等資料，再將取樣之樣品寄送至農試所進行檢疫害蟲之調查。台中港調查時間自 2003 年 12 月~2012 年 12 月。高雄港調查時間自 2007 年 11 月~2012 年 12 月。

進口大宗穀物之害蟲調查

檢疫樣品收到後，立即進行害蟲調查，分別記錄害蟲種類及活蟲數，並確認是否有檢疫害蟲如小紅鯉節蟲等，若有則先回報防檢局進行後續處理。若無則移除檢驗所得之害蟲，做成標本保存標本盒，置於農業試驗所之積穀害蟲研究室。將同批調查樣品再置於恆溫箱中 ($30 \pm 2^\circ\text{C}$, $\text{RH } 75 \pm 10\%$)，繼續飼養。經一個月後再次調查樣品內之害蟲種類及數量，以了解隱藏之卵、幼蟲期或蛹期發生狀況。若第一次調查及隔月調查均發現活蟲，則僅視為一件含蟲樣品。

表一 進口大宗穀物自 2003 年至 2012 年間樣品之害蟲調查
Table 1. Survey of insect pests in bulk grains imported during 2003-2012

Years	No. of inspections	Rate of pest occurrence (%)		
		Same month	After 1 month	Total
2003	6	16.7	0.0	16.7
2004	97	10.3	10.3	20.6
2005	98	24.5	6.1	30.6
2006	72	13.9	6.9	20.8
2007	93	9.7	6.5	16.1
2008	254	11.0	5.1	16.1
2009	139	18.7	15.8	34.5
2010	87	9.2	4.6	13.8
2011	94	30.9	11.7	42.6
2012	144	6.9	7.6	14.6

統計分析

各害蟲發現率、進口穀物種類、進口國含蟲率之差異性，係以最小顯著差異法 (Fisher's Least Significant Difference, LSD) 進行統計分析，顯著水準為 5%。

結 果

主要進口港之大宗穀物含蟲率調查

自 2003 年起先調查台中港所卸貨之大宗穀物之害蟲發生狀況，在 2007 年後高雄港進口之穀物，也一併納入調查，近十年之害蟲調查資料彙整如表一。在台中港所採樣之樣品數共 664 件，高雄港為 420 件，合計 1,084 件。收件後當月調查之樣品含蟲率平均為 15.2%，隔月再調查含蟲率為 7.5%，兩次之含蟲率平均值合計為總含蟲率，達 22.6%。

大宗穀物之害蟲相

調查所有進口大宗穀物之樣品，共發現害蟲種類 22 種，均未發現檢疫害蟲。依昆蟲之分類即發生頻率整理如表二，其中以鞘翅目最多，有 17 種，其次為鱗翅目 4 種，以及嚙目

1 種。整理所有害蟲之前五名之發現率如表三，分別為米象、角胸粉扁蟲 (*Cryptolestes pusillus* Schonherr)、玉米象 (*Sitophilus zeamais*)、擬穀盜 (*Tribolium castaneum* (Herbst)) 及粉斑螟蛾 (*Cadra cautella* (Walker))。其中以米象最高，達 9.5%。其次為角胸粉扁蟲及玉米象，發現率分別為 7.6% 及 7.3%。此三種害蟲與其他 19 種害蟲在發現率上，經分析有顯著性差異。

不同大宗穀物之含蟲率分析

大宗穀物主要進口種類共 5 種，分別為玉米、黃豆、小麥、大麥及高粱。依穀物逐年寄送樣品之含蟲率整理如表四。由結果顯示玉米之送件樣品數最多，達 584 件，其年平均含蟲率亦最高，達 33.2%，含蟲率經分析與其他穀物有顯著性差異，害蟲種類所發現之頻率以角胸粉扁蟲最高，玉米象次之。其次為小麥有 277 件，年平均含蟲率為 15.9%，以米象最高，玉米象次之。黃豆有 198 件，年平均含蟲率為 13.6%，以米象最高，角胸粉扁蟲次之。大麥有 16 件，年平均含蟲率為 4.8%，以米象最高，玉米象次之。高粱 3 件，並無害蟲發現。

表二 進口大宗穀物檢查所發現之害蟲名錄及頻率

Table 2. Species list and frequency of insect pests in imported bulk grains surveyed

Order	Species	frequency surveyed ¹⁾	
Coleoptera	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)	**	
	<i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer)	*	
	<i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius)	*	
	<i>Carpophilus dimidiatus</i> Fabricius	*	
	<i>Cryptolestes pusillus</i> (Stephens)	***	
	<i>Gnathocerus cornutus</i> (Fabricius)	*	
	<i>Latheticus oryzae</i> (Waterhouse)	*	
	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)	*	
	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	**	
	<i>Palorus ratzeburgi</i> (Wissmann)	*	
	<i>Palembus dermestoides</i> (Fairmaire)	*	
	<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius)	**	
	<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	***	
	<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky	***	
	<i>Thaneroclerus buquet</i> (Lefebvre)	*	
	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	**	
	<i>Typhaea stercorea</i> L.	*	
	Lepidoptera	<i>Cadra cautella</i> (Walker)	**
		<i>Corcyra cephalonica</i> (Stainton)	*
<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)		*	
<i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier)		*	
Corrodentia	<i>Liposcelis divinatorius</i> Müller	*	

¹⁾ ***: No. of sample occurrence over 30;

** : 30 > No. of sample occurrence > 10;

* : 10 > No. of sample occurrence

表三 進口大宗穀物自 2004 年至 2012 年間主要害蟲之發現率

Table 3. Rate of pest occurrence of five major pests in bulk grains imported during 2004-2012

Years	Rate of pest occurrence (%)				
	<i>S. oryzae</i>	<i>S. zeamais</i>	<i>C. pusillus</i>	<i>T. castaneum</i>	<i>C. cautella</i>
2004	4.1	8.2	3.1	5.2	0.0
2005	5.0	14.9	6.9	1.0	1.0
2006	7.2	10.1	0.0	0.0	0.0
2007	10.8	2.2	5.4	0.0	0.0
2008	9.1	5.1	5.5	2.8	1.6
2009	11.5	9.4	19.4	2.9	2.2
2010	2.3	6.9	10.3	0.0	1.1
2011	28.7	7.4	13.8	5.3	6.4
2012	6.9	1.4	3.5	1.4	4.2
Mean	9.5 a ¹⁾	7.3 a	7.6 a	2.1 b	1.8 b

¹⁾ Means within a row followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test.

表四 進口大宗穀物自 2004 年至 2012 年間主要作物之害蟲發現率

Table 4. Rate of pest occurrence of five major crops in bulk grains imported during 2004-2012

Years	Corn		Soybeans		Wheat		Barley		Sorghum	
	No. ¹⁾	Rate ²⁾	No.	Rate	No.	Rate	No.	Rate	No.	Rate
2004	39	28.2	11	27.3	44	9.1	3	33.3	--	--
2005	43	51.2	17	17.6	33	12.1	5	0	--	--
2006	27	22.2	13	7.7	30	10.0	2	0	--	--
2007	41	19.5	19	5.3	33	24.2	--	--	--	--
2008	178	24.2	57	10.5	18	16.7	1	0	--	--
2009	79	54.4	21	4.8	38	15.8	1	0	--	--
2010	49	24.5	15	6.7	23	13.0	--	--	--	--
2011	47	53.2	21	47.6	24	37.5	1	0	1	0
2012	81	21.0	24	8.3	34	20.6	3	33.3	2	0
Mean		33.2 a ³⁾		15.1 b		17.7 b		4.8 b		

¹⁾ No. of inspections

²⁾ Rate of pest occurrence

³⁾ Means within a row followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test.

主要進口穀物國之樣品含蟲率分析

穀物進口來源包含 21 國，包含美洲國家有美國、加拿大、巴西、阿根廷、巴拉圭等；亞洲國家有中國、新加坡、柬埔寨、泰國、馬來西亞、印尼、印度、斯里蘭卡、緬甸等；歐洲國家有英國、保加利亞、羅馬尼亞、烏克蘭等；非洲國家有南非、摩洛哥；大洋洲有澳大利亞。因大部國家寄送樣品僅個位數，故選擇歷年寄送樣品合計超過 30 件以上之國家，進行含蟲率分析，結果如表五。其中印度之樣品數為 89 件，年平均含蟲率最高，達 56.8%，害蟲種類所發現之頻率以米象最高，玉米象次之；巴西之樣品數為 66 件，年平均含蟲率為 48.7%，以米象最高，角胸粉扁蟲次之；美國之樣品數為 911 件，年平均含蟲率為 22.2%，以角胸粉扁蟲最高，米象次之；澳大利亞之樣品數為 31 件，年平均含蟲率為 11.7%，以米象最高，玉米象次之。其中印度及巴西之樣品年平均含蟲率經分析與其他國家有顯著性差異。

討 論

依台灣地理特色，因四面環海成為天然屏障，本可阻隔外來生物之入侵。但隨著國際間之貿易互動，並台灣加入 WTO 後，大宗穀物買賣已日益頻繁，要避免外來有害生物之入侵，亟需透過港口之檢疫工作建構第一道防止外來生物入侵之關卡。由歷年大宗穀物之害蟲調查結果，顯示樣品含蟲率高達 22.6%。而自 2002 年因加入 WTO 後，開始固定額度進口之糙米，其含蟲率亦達 12% (Yao *et al.*, 2009)。雖未發現檢疫害蟲，但高比例之含蟲率，意味這些穀物從原產地夾帶害蟲，透過穀物貿易而伴隨入侵之機會甚高。若穀物原產地為檢疫害蟲之疫區，相對檢疫害蟲入侵的風險將明顯提升，在港口針對此地區進口之穀物需特別加強檢疫。

積穀害蟲列名在我國檢疫害蟲名單中，歸類在甲類檢疫害蟲者共 2 種，分別為柯羅拉多金花蟲 (*Leptinotarsa decemlineata* (Say))

表五 進口大宗穀物自 2004 年至 2012 年間主進口國之害蟲發現率

Table 5. Rate of pest occurrence of four major imported nations in bulk grains imported during 2004-2012

Years	America		Australia		Brasil		India	
	No. ¹⁾	Rate ²⁾	No.	Rate	No.	Rate	No.	Rate
2004	73	24.7	6	16.7	4	25.0	3	100.0
2005	77	31.2	10	0.0	3	66.7	2	100.0
2006	64	21.9	4	25.0	3	33.3	--	--
2007	91	18.7	--	--	--	--	--	--
2008	239	11.7	1	0.0	3	33.3	26	61.5
2009	121	33.9	3	0.0	9	44.4	8	62.5
2010	76	15.8	--	--	8	50.0	1	0.0
2011	47	36.2	--	--	22	72.7	13	53.8
2012	118	7.6	7	28.6	14	64.3	35	20.0
Mean		22.4 a ³⁾		11.7 a		48.7 b		56.8 b

¹⁾ No. of inspections

²⁾ Rate of pest occurrence

³⁾ Means within a row followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test.

及馬鈴薯蠹蛾 (*Phthorimaea operculella* (Zeller))。而乙類檢疫害蟲者共 12 種，分別為小紅鯉節蟲、大穀蠹、穀象 (*Sitophilus granarius* L.)、澳洲紅鈴蟲 (*Pectinophora scutigera* (Holdaway))、墨西哥棉鈴象 (*Anthonomus grandis* Boheman)、菜豆象 (*Callosobruchus phaseoli* (Gyllenhal))、豌豆象 (*Bruchus pisorum* (L.))、蠶豆象 (*Bruchus rufimanus* Boheman)、眉豆象 (*Callosobruchus analis* (Fabricius))、豆象 (*Callosobruchus phaseoli* (Gyllenhal)) 及咖啡果小蠹 (*Hypothenemus hampei* (Ferrari)) 等；其中柯羅拉多金花蟲、馬鈴薯蠹蛾及咖啡果小蠹主要於田間危害，但在作物貯藏期均能造成危害。而小紅鯉節蟲就曾在 1970 年間，透過穀物貿易方式從國外入侵之記錄 (Lin, 1971)，並在 1982 年則逐漸在中部地區稻穀倉蔓延危害 (Lin and Li, 1983)。但在往後二十多年，多次稻穀倉或糙米倉之害蟲相調查，卻都未發現此蟲 (Hung and Hwang, 1992;

Yao and Lo, 1992)。可能因在這段期間，積穀害蟲之推薦藥劑已 2 次更替，從 1979 年之前之馬拉松 (malathion) 更換為巴賽松 (phoxim)。在 2002 年又更換為第滅寧 (deltamethrin)，是否因藥劑的更替，而造成小紅鯉節蟲之滅絕。另所調查之穀倉均為本土性穀倉，彼此間有區隔未有穀物交流，而進口穀物倉是否有被入侵，則尚待進一步調查。近年來另外檢疫害蟲咖啡果小蠹，亦因從此蟲疫區購買咖啡種子進口，導致此蟲伴隨種子入侵，甚至最後在台灣南部立足的紀錄 (Lin *et al.*, 2010)。顯示檢疫害蟲確實會隨穀物進口而被夾帶入侵，且於本土環境下逐漸立足，甚至成為常態性之害蟲。

歷年穀物進口來源包含國家及地區甚廣，其中美國及澳大利亞曾被小紅鯉節蟲入侵立足紀錄 (Banks, 1977; Emery *et al.*, 2010)，而澳大利亞更是澳洲紅鈴蟲疫區 (Rothschild, 1975)。而印度、馬來西亞、緬甸均為小紅鯉節蟲主要嚴重發生地區 (Jood,

1996; Rupesh *et al.*, 2013)。由本次調查中顯示印度之樣品含蟲率高達 56.8%，且在穀物害蟲檢查過程中，從印度進口之樣品主要為玉米，品質屬次級品，可能供作飼料之原料用。此類穀物進口後，常再貯藏約 3~6 個月，因此若穀物含有檢疫害蟲時，將導致檢疫害蟲之入侵且立足之風險明顯提升。建議應針對這些檢疫害蟲主要疫區如印度、馬來西亞、緬甸等地區，列為穀物進口加強檢疫調查之對象，以降低檢疫害蟲入侵之機會。

進口穀物在運送過程常利用磷化氫燻蒸劑 (phosphine) 進行害蟲防治，由此次害蟲調查顯示，防治效果似乎不彰。可能因害蟲對此類燻蒸劑已逐漸產生抗藥性 (Park *et al.*, 2008)，另燻蒸時磷化氫會受穀物阻礙影響擴散速率而降低燻蒸效果 (Peng *et al.*, 1999)。在進口糙米之害蟲調查上，曾發現進口糙米之貨櫃有破損導致發霉現象，防蟲效果不彰亦可能為燻蒸處理不夠徹底，如藥劑量不足或施用方法錯誤所造成。且以往許多研究曾指出小紅鯉節蟲對磷化氫燻蒸劑，已產生嚴重抗藥性 (Hole *et al.*, 1976; Bell *et al.*, 1984; Bell and Wilson, 1995)，因此若穀物含有小紅鯉節蟲時，即使以燻蒸劑處理穀物，亦無法完全殺死小紅鯉節蟲。因此在檢疫中更應留意對此蟲之檢查，以嚴防此蟲之侵入。

大宗穀物主要發現之害蟲為玉米象、米象、擬穀盜、角胸粉扁蟲及粉斑螟蛾，與進口糙米所發現之蟲相極為類似。其中玉米象與米象外形極為類似，主要以雌雄性器特徵差異進行鑑別 (Kuschel, 1961)。害蟲種類中以米象發現頻率最高，因米象之成蟲以口器在穀物上蛀食後，將卵包埋於穀粒內，減低燻蒸藥劑之藥效，而導致燻蒸劑無法有效防治此蟲。且近年來亦陸續有許多研究指出，米象、穀蠹等積穀害蟲對磷化氫產生抗藥性 (Beckett *et al.*,

2010; Wang *et al.*, 2010; Kaur *et al.*, 2012)，因此未來研發其他替代磷化氫之防治方法，亦是重要研發方向。

除進出口之檢疫調查外，第二道防線就是入侵有害生物之偵測。透過偵測即時發現可能入侵穀倉之害蟲，發揮預警機制，並由農政單位啟動緊急防治作業，限制害蟲之擴散並且予以撲滅。與台灣同緯度主要常發生之檢疫害蟲，以小紅鯉節蟲入侵之機率最高。在許多國家已普遍使用小紅鯉節蟲之性費洛蒙誘引器 (Burkholder and Ma, 1985; Barak, 1989; Phillips and Throne, 2010)，作為此檢疫害蟲之調查工具。未來在兩主要卸貨港口之貯藏倉及相關下游進口穀物貯藏倉，利用小紅鯉節蟲性費洛蒙誘引器，建立檢疫害蟲誘引之偵查點，定期回送誘得害蟲鑑定，將能更有效防範檢疫害蟲之入侵，完全杜絕檢疫害蟲之發生。

誌 謝

本研究進行期間承蒙動植物防疫檢疫局台中港及高雄港檢疫人員協助取樣，以及本組李錦霞小姐協助害蟲調查；文成後，復承本所應用動物組陳健忠博士不吝撥冗斧正，謹此一併致謝。本研究蒙動植物防疫檢疫局自 93 年度起「加入世貿組織強化植物有害生物防範措施」之計畫經費及農業試驗所計畫 (96 農科-11.3.2-農-C1、97 農科-11.3.2-農-C1、98 農科-8.6.3-農 C1) 研提經費之補助執行。

引用文獻

- Anonymous. 2013. Taiwan food statistics book 2012. Council of Agriculture, Taiwan ROC. (in Chinese)
- Beckett SJ, Darby JA, Forrester RI. 2010.

- The effect of diurnally interrupted doses of phosphine over four days on egg mortality of susceptible and resistant strains of *Sitophilus oryzae* (L.). *J Stored Prod Res* 46: 59-65.
- Banks HJ.** 1977. Distribution and establishment of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae); climatic and other influences. *J Stored Prod Res* 13: 183-202.
- Barak AV.** 1989. Development of a new trap to detect and monitor khapra beetle (Coleoptera: Dermestidae). *J Econ Entomol* 82: 1470-1477.
- Bell CH, Wilson SM, Banks HJ.** 1984. Studies on the toxicity of phosphine to tolerant stages of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *J Stored Prod Res* 20: 111-117.
- Bell CH, Wilson SM.** 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *J Stored Prod Res* 31: 199-205.
- Burkholder WE, Ma M.** 1985. Pheromones for Monitoring and Control of Stored-Product Insects. *Ann Rev Entomol* 30: 257-272.
- Emery RE, Chami M, Garel N, Kostas E, Hardie DC.** 2010. The use of hand-held computers (PDAs) to audit and validate eradication of a post-border detection of Khapra Beetle, *Trogoderma granarium*, in Western Australia. *Julius-Kühn-Archiv*, 425: 1031-1037.
- Hole BD, Bell CH, Mills KA, Goodship G.** 1976. The toxicity of phosphine to all developmental stages of thirteen species of stored product beetles. *J Stored Prod Res* 12: 235-244.
- Hung CC, Hwang JS.** 1992. Insect pests in rough rice, brown rice and chaff stored in different kinds of bin in Taiwan. *Chinese J Entomol* 12: 269-276. (in Chinese)
- Jood S, Kapoor AC, Singh R.** 1996. Evaluation of some plant products against *Trogoderma granarium* Everts in sorghum and their effects on nutritional composition and organoleptic characteristics. *J Stored Prod Res* 32: 345-352.
- Lin CK.** 1971. Pest of stored grain and grain products in Taiwan (I): studies on the biology of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Plant Prot Bull* 13: 18-24. (in Chinese)
- Lin MY, Wu YF, Chen SK.** 2010. Monitoring survey of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, and its control in the field. *Res Bull Tainan District Agricultural Improvement Station* 56: 35-44. (in Chinese)
- Lin T, Li CH.** 1983. Studies on ecology of khapra beetle, *Trogoderma granarium* E. *J Agric Res China* 32: 383-389. (in Chinese)
- Kaur R, Schlipalius DI, Collins PJ, Swain AJ, Ebert PR.** 2012. Inheritance and relative dominance, expressed as toxicity response and delayed development, of

- phosphine resistance in immature stages of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *J Stored Prod Res* 51: 74-80.
- Kuschel G.** 1961. On the problems of synonymy in the *Sitophilus oryzae* Complex. *Annu Mag Nat Hist* 13: 241-244.
- Park BS, Lee BH, Kima TW, Renc YL, Lee SE.** 2008. Proteomic evaluation of adults of *Rhyzopertha dominica* resistant to phosphine. *Environ Toxicol Pharmacol* 25: 121-126.
- Peng WK, Yang CC, Lee TK.** 1999. Horizontal diffusion of phosphine through grain. *Chinese J Entomol* 19: 201-207. (in Chinese)
- Phillips TW, Throne JE.** 2010. Biorational approaches to managing stored-product insects. *Annu Rev Entomol* 55: 375-397.
- Rothschild GHL.** 1975. Attractants for monitoring *Pectinophora scutigera* and related species in Australia. *Environ Entomol* 4: 983-985.
- Rupesh S, Renu D, Sharma RK, Maan S.** 2013. Incidence and extent of damage due to insect pests of stored chickpea *Cicer arietinum* (L.) in Haryana State, India. *Legume Res* 36: 142-146.
- Wang DX, Ma XH, Bian K.** 2010. Mortality time of immature stages of susceptible and resistant strains of *Sitophilus oryzae* (L.) exposed to different phosphine concentrations. In: Carvalho MO, Fields PG, Adler CS, Arthur FH, Athanassiou CG, Campbell JF, Fleurat-Lessard F, Flinn PW, Hodges RJ, Isikber AA, Navarro S, Noyes RT, Riudavets J, Sinha KK, Thorpe GR, Timlick BH, Trematerra P, White NDG (eds). *Julius-Kühn-Archiv*. Quedlinburg; Germany, Julius Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen.
- Wu WH.** 1999. A survey of stored-product insects on Kaohsiung Harbor in Taiwan. *Magazine World Agrochem* 185: 86-89. (in Chinese)
- Yao MC, Lo KC.** 1992. Insect species and population densities in stored japonica rice in Taiwan. *Chinese J Entomol* 12:161-169. (in Chinese)
- Yao MC, Lee CY, Lu KH.** 2009. Survey and monitoring of insect and mite pests in imported rice. *J Taiwan Agric Res* 58: 17-30. (in Chinese)

收件日期：2013年11月25日

接受日期：2013年12月23日

Survey of Insect Pests in Imported Bulk Grain in Taiwan

Me-Chi Yao, and Chi-Yang Lee*

Applied Zoology Division, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung City, Taiwan

ABSTRACT

Between 2003 and 2012, each year approximately nine million tons of bulk grain were imported into Taiwan to meet the demand. Quarantining this grain is extremely important in order to prevent an invasion of the insects that come with the grain. A survey of pests in imported bulk grain was conducted in Taichung Harbor starting in 2003, and in Kaohsiung harbor since 2007. The results indicated that live insects were found in 22.6% of the 1,086 samples of bulk grain, but none of them were quarantine pests. Twenty-two insect species were identified, of which *Sitophilus oryzae* was the most dominant one. Imported bulk grain consisted of five main crops. The insect containing rate for corn samples was the highest at 33.2%. These crops came from twenty-one different countries, with those from India having the highest insect containing rate at 56.8%. Because *Trogoderma granarium* is native to India, the invasion probability of this quarantine pest is increased through grain imports. It is therefore recommended that surveillance and preventive measures for this pest are increased so as to prevent its invasion through imported grains.

Key words: imported bulk grain, quarantine, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Trogoderma granarium*