



# 布芬淨及其混合劑對水生生物之毒性評估

孫斐 翁愷慎 李國欽

臺中縣霧峰鄉 臺灣省農業藥物毒物試驗所

(接受日期：民國87年2月10日)

## 摘 要

孫斐、翁愷慎、李國欽 1998 布芬淨及其混合劑對水生生物之毒性評估 植保會刊 40：63-71.

本研究利用鯉魚 (*Cyprinus carpio*) 及水蚤 (*Daphnia pulex*) 為指標生物，根據「農委會83年10月修正公佈之農藥對水生生物毒性分類及其審核管理規定」，評估本省水稻田常用之布芬淨 (buprofezin) 及其混合劑對水生生物的急毒性。六個供試原體級藥劑對供試生物均屬劇毒性，故成品對水生生物的毒性應再評估；十個商品級製劑中僅布芬淨40%水懸劑及布芬滅蟲25%可濕性粉劑對供試生物屬輕毒性。其餘8種藥劑：布芬淨25%可濕性粉劑 (兩家不同公司產品)、布芬第滅寧11.78%乳劑、布芬大利松5%粒劑及25%可濕性粉劑、布芬治蟲2.5%粉劑及25%可濕性粉劑和布芬丁滅蟲2.5%粉劑對供試生物毒性較高，在水稻田中推廣使用對水生生物具潛在危險性。根據藥劑在不同作用時間下對水蚤的毒性變化趨勢，推測含布芬淨之藥劑對水蚤的毒性作用與水蚤的蛻皮過程有密切關係。

(關鍵詞：農藥、鯉魚、水蚤、急毒性)

## 緒 言

布芬淨 (buprofezin, Applaud<sup>®</sup>) 為日本 Nihon Nohyaku 公司所開發之昆蟲生長調節劑 (insect growth regulator, IGR) 殺蟲劑，對危害水稻之同翅目 (homopterous) 害蟲如飛蝨類及葉蟬類等防治效果卓著，據前人研究報告指出即使對傳統型藥劑已產生抗藥

性的害蟲亦有很好的防治效果<sup>(14)</sup>。布芬淨對水稻害蟲之天敵的選擇特性，及對有益昆蟲的低毒性<sup>(5, 13, 17)</sup>，亦使得布芬淨在水稻蟲害綜合管理 (integrated pest management, IPM) 上深具潛力。前人研究指出布芬淨對魚類為低毒<sup>(14)</sup>，但對水生無脊椎動物毒性的研究卻付之闕如。

布芬淨的殺蟲機制，乃是藉著干擾昆

蟲的蛻皮類脂醇 (ecdysteroids) 之生物合成步驟，進而影響昆蟲的蛻皮 (molting) 過程達到殺蟲效果<sup>(1, 16)</sup>。淡水無脊椎動物中許多種類在發育過程中亦有蛻皮的階段，布芬淨是否會干擾這類水生生物的生長發育，有待進一步的研究。

布芬淨目前在我國陸續登記上市，除了布芬淨單劑外，尚有與他種殺蟲劑混合的混合劑，根據83年版植物保護手冊所載，含布芬淨成份之殺蟲劑共有10種，7種為混合劑，其中僅布芬益化利 (buprofezin 10% + esfenvalerate 1%) 11%可濕性粉劑是推薦用於芒果葉蟬防治，其餘9種推薦用於水稻田蟲害防治。早期我國對環境安全的警覺性較低，並未顧及這些混合劑對水生生物之安全，甚且農藥混合後其理化特性和作用機制，可能與單劑有所不同。布芬淨及其混合劑在我國水稻害蟲的防治上被廣為應用，是否會對水生生態系造成影響，有待評估。而我國向有養蝦王國之美譽，有必要進一步了解該類殺蟲劑對水生生物，尤其是淡水無脊椎動物的毒性。本研究的目的即在以鯉魚 (*Cyprinus carpio*) 及水蚤 (*Daphnia pulex*) 為指標生物，評估布芬淨及其混合劑，對水生生物之安全性，並探討該類混合藥劑，對水生生物的毒性影響。

## 材料與方法

### 供試藥劑

參考植物保護手冊<sup>(2)</sup>，選試主成份含布芬淨之藥劑，共包括18個布芬淨及其混合劑樣品 (7個原體、11個商品級製劑)，其名稱、有效成份含量、劑型及提供廠商如下：

- 第滅寧 (deltamethrin) 98%原體，台灣巴斯夫
- 益化利 (esfenvalerate) 99.9%原體，台灣

住友

大利松 (diazinon) 95.1%原體，省農會農化廠

滅必蝨 (MIPC) 95%原體，興農

治滅蝨 (MTMC) 95%原體，省農會農化廠

丁基滅必蝨 (BPMC) 95%原體，興農

布芬淨 (buprofezin) 85%原體，省農會農化廠；25%可濕性粉劑 (WP)，生力及佳農；40%水懸劑 (SC)，佳農

布芬第滅寧 (buprofezin 11.09% + delta methrin 0.69%) 11.78%乳劑 (EC)，台灣赫司特

布芬益化利 (buprofezin 10% esfenvalerate 1%) 11% WP，瑞豐

布芬大利松 (buprofezin 2% + diazinon 3%) 5%粒劑 (GR)，省農會農化廠

布芬大利松 (buprofezin 5% + diazinon 20%) 25%WP，省農會農化廠

布芬滅蝨 (buprofezin 5% + MIPC 20%) 25%WP，臺灣三笠

布芬治蝨 (buprofezin 0.5% + MTMC 2.0%) 2.5%粉劑 (DP)，省農會農化廠

布芬治蝨 (buprofezin 5% + MTMC 20%) 25%WP，佳農

布芬丁滅蝨 (buprofezin 0.5% + BPMC 2.0%) 2.5%DP，五豐

試驗藥劑先以蒸餾水配成適當濃度之貯存液，試驗前再加以稀釋，無法充份溶於水中的藥劑，每次使用前以磁石攪拌成均勻的懸浮液；水溶性低者，以超音波震盪方式助溶或以對魚貝類低毒性的丙酮或 DMSO (dimethyl sulfoxide) 為溶劑。但試驗時溶劑的使用量不超過測試溶液的0.1%<sup>(7,8)</sup>。

### 供試生物

幼鯉魚急毒性測試，試驗用魚苗取自臺灣省水產試驗所烏山頭淡水魚養殖示範中心，經於室內生長池中飼養觀察7日，

整批之死亡率小於5%時，供作試驗用魚苗。其規格為60-90日齡，體長2-4公分。觀察飼育期間，飼以幼鰻飼料及麵粉(4:6)，試驗前一日停止餵食<sup>(19)</sup>。

水蚤急毒性測試，試驗用水蚤採集自臺灣省水產試驗所竹北分所，並利用Edmondson (1959) 的檢索表，解剖鑑定品系，自民國81年3月起於本所實驗室內培育。試驗前1日取7-10日齡，生殖尖峰期水蚤單獨飼育，並飼以合成飼料(魚飼料+酵母粉)，隔日取初生水蚤(孵化12小時內)進行藥效試驗。

### 試驗方法

幼鯉魚及水蚤急毒性測試方法詳見孫(1987, 1995)<sup>(3,4)</sup>，幼鯉魚急毒性試驗觀察在96小時內供試魚苗對不同濃度之供試藥劑的反應情形，據此求出導致半數魚隻死亡濃度(LC<sub>50</sub>)<sup>(7, 8, 18)</sup>，以評估布芬淨及其混合劑對魚類的毒性影響；水蚤急毒性試驗則觀察記錄在48小時內供試水蚤對不同濃度之供試藥劑的反應情形，據此求出導致半數水蚤不活動的濃度(EC<sub>50</sub>)，以評估布芬淨及其混合劑對水蚤的毒性影響。在試驗結果分析時，因水生生物毒性試驗時供試濃度間有一定的間隔限制<sup>(18)</sup>，故參考ASTM (1980) 所推薦、本實驗中所有的結果均適用之 moving-average方法進行LC<sub>50</sub> 及EC<sub>50</sub> 值的估算<sup>(19, 29)</sup>，以利試驗結果之比較。

### 毒性評估

根據試驗結果，依行政院農業委員會83年10月修正公佈之「農藥對水生生物毒性分類及管理之規定」<sup>(1)</sup>，將上述農藥分為對水生生物具劇毒性(I，對淡水魚96小時LC<sub>50</sub>值或對淡水無脊椎動物48小時EC<sub>50</sub>值小於或等於1 mg/l)、中等毒性(II，對淡水魚96小時LC<sub>50</sub>值或對淡水無脊椎動物48小時EC<sub>50</sub>值大於1 mg/l 但小於或等於10 mg/l)、輕毒性(III，對淡水魚96小時LC<sub>50</sub>

值且對淡水無脊椎動物48小時EC<sub>50</sub>值均大於10 mg/l 但小於或等於100 mg/l) 或低毒性(IV，對淡水魚96小時LC<sub>50</sub>值且對淡水無脊椎動物48小時EC<sub>50</sub>值均大於100 mg/l) 四大類。

## 結果與討論

表一為布芬淨及其混合劑對鯉魚96小時及水蚤48小時的急毒性試驗結果及對水生生物之毒性分類，依農委會現行標準，屬劇毒或中等毒性之藥劑除應加註魚毒警告標示外，並應考慮禁用於水域。

由表一知，布芬淨原體(85%)對鯉魚的96小時半數致死濃度為2.4 mg/l (95%可信賴界限為1.8-3.5 mg/l) 屬中等毒性、對水蚤的48小時半數影響濃度為0.0047 mg/l (95%可信賴界限為0.00057-0.022 mg/l) 屬劇毒性，亦即布芬淨原體依農委會農藥對水生生物的毒性分類法應屬劇毒性，布芬淨在水域中對水生生物具潛在危險性。但布芬淨單劑成品對水生生物的毒性則顯示與原體有差異，尤其受製造廠商及劑型的影響，以25%的可濕性粉劑為例，生力化工的產品對鯉魚的毒性增加，96小時半數致死濃度為0.95 mg/l (95%可信賴界限為0.6-0.7 mg/l)，但佳農公司的產品則顯示對鯉魚的毒性降低，96小時半數致死濃度為7.9 mg/l (95%可信賴界限為6.3-9.5 mg/l)，毒性較原體降低3倍；兩家公司產品對水蚤的毒性均較原體為低，48小時內導致水蚤半數活動受到影響的濃度為原體的400-3000倍，濃度值分別為：2.0 mg/l (95%可信賴界限為0.79-5.0 mg/l) 及16 mg/l (95%可信賴界限為7.8-32 mg/l)。從對水生生物的毒性分類上來看，佳農公司的布芬淨25% WP屬中等毒性，生力化工的產品與原體相同屬劇毒性藥劑，顯示同一劑型由於不同廠商生產過程的不同，對水生生物的毒性不同。比較同一廠商所生產

表一、布芬淨及其混合劑對鯉魚96小時、水蚤48小時的急毒性及毒性分類及田間推薦濃度<sup>1) 2)</sup>  
 Table 1. The acute toxicity and toxicity level of buprofezin and its chemical mixture to *Cyprinus carpio* (96hrs, LC<sub>50</sub>) and *Daphnia pulex* (48hrs, EC<sub>50</sub>), and their applicable concentration in rice field<sup>1) 2)</sup>

Pesticides	<i>Cyprinus carpio</i> (mg/l)		Fish Toxicity level	<i>Daphnia pulex</i> (mg/l)		Invertebrate Toxicity level	Aquatic organisms Toxicity level		Applicable conc. (ppm)
	LC <sub>50</sub> (95% Confidence limits)	EC <sub>50</sub> (95% Confidence limits)		EC <sub>50</sub> (95% Confidence limits)	EC <sub>50</sub> (95% Confidence limits)				
buprofezin 85% TG	2.4 (1.8-3.5)	0.0047 (0.00057-0.022)	II			I	I		
buprofezin 25% WP <sup>3)</sup>	0.95 (0.6-1.7)	2.0 (0.79-5.0)	I			II	I		0.66
buprofezin 25% WP <sup>4)</sup>	7.9 (6.3-9.5)	16 (7.8-32)	II			III	II		0.66
buprofezin 40% SC	40 (35-47)	19 (3.6-99)	III			III	III		0.66
deltamethrin 98% TG	0.0014 (0.0034-0.00073)	0.0058 (0.0024-0.014)	I			I	I		
esfenvalerate 99.9% TG	< 0.0013	0.029 (0.0022-0.37)	I			I	I		
buprofezin 11.09% + deltamethrin 0.69% EC	0.0016 (0.0011-0.0023)	0.0068 (0.0013-0.0036)	I			I	I		0.30-0.47
buprofezin 10% + esfenvalerate 1% WP	0.0013 (0.0011-0.0015)	0.0052 (0.0013-0.022)	I			I	I		
diazinon 95.1% TG	>10	0.23 (0.015-0.069)	III			I	I		
buprofezin 2% + diazinon 3% GR	6.2 (5.2-7.4)	<0.0001	II			I	I		5.0
buprofezin 5% + diazinon 20% WP	2.3 (1.3-3.6)	<0.0001	II			I	I		1.33
MIPC 95% TG	31 (27-35)	<0.0001	III			I	I		
MTMC 95% TG	52 (40-66)	0.032 (0.015-0.069)	III			I	I		
BPMC 95% TG	1.4 (1.1-1.9)	0.04 (0.0073-0.22)	II			I	I		
buprofezin 5% + MIPC 20% WP	32 (22-60)	>100	III			IV	III		1.33
buprofezin 0.5% + MTMC 2.0% DP	26 (23-29)	0.019 (0.005-0.062)	III			I	I		1.33-2.5
buprofezin 5% + MTMC 20% WP	11 (7.8-22)	0.04 (0.025-0.063)	III			I	I		1.33
buprofezin 0.5% + BPMC 2.0% DP	7.1 (6.2-8.3)	3.2 (0.1-10)	II			II	II		2.5

1) Toxicity classified of pesticides to aquatic organisms:

Toxicity level	Acute toxicity of freshwater fish LC <sub>50</sub> (96hr)	Acute toxicity to fresh water invertebrate EC <sub>50</sub> (48hr)
highly toxic	≤ 1 mg/l	≤ 1 mg/l
moderately toxic	> 1 ~ ≤ 10 mg/l	> 1 ~ ≤ 10 mg/l
slightly toxic	> 10 ~ ≤ 100 mg/l	> 10 ~ ≤ 100 mg/l
practically non toxic	> 100 mg/l	> 100 mg/l

2) Depth of water in rice field = 3 cm.

3) Supplied by Shengli Trading Co., Ltd.

4) Supplied by Chanong Trading Co., Ltd.

的不同劑型產品—布芬淨25% WP及40% SC的毒性，試驗結果顯示，水懸劑型對鯉魚的毒性96小時半數致死濃度為40 mg/l (95%可信賴界限為35-47 mg/l) 較可濕性粉劑降低約7倍，兩種劑型對水蚤的毒性並無明顯的差異，但水懸劑型對水生生物的毒性在分類上則屬輕毒性。

綜合上述結果知，主成份相同之藥劑，受製造過程的影響及添加物的不同，對水生生物的毒性有顯著的差異。目前我國對不同廠商生產同劑型之登記申請要求僅限於有效成份檢驗及藥害試驗，站在水生物保護觀點，針對藥劑的毒性，除農藥原體及成品應該分開考量外，不同廠商生產之成品亦應考慮將水生生物毒性試驗列入申請登記之必要條件之一。

除蟲菊類藥劑對水生生物的毒性早經室內實驗證實<sup>(11, 13)</sup>，在本研究中亦指出兩合成除蟲菊藥劑第滅寧及益化利，無論是單劑原體或與布芬淨混合之成品（布芬第滅寧11.78% EC 及布芬益化利11% WP），對鯉魚的96小時半數致死濃度及對水蚤的48小時半數活動受到影響的濃度均小於1 mg/l（表一），同屬劇毒性藥劑。但亦有報告指出，在田間受環境因子、藥劑理化性質及用量的影響，除蟲菊類藥劑對水生生物的毒性並不如實驗室中預期的<sup>(15)</sup>。

有機磷劑大利松原體（95.1%）對鯉魚的96小時毒性為18 mg/l（95%可信賴界限為12-23 mg/l）屬輕毒性，但對水蚤的48小時毒性在0.23 mg/l（95%可信賴界限為0.015 - 0.069 mg/l），對水生物屬劇毒性藥劑。與布芬淨混合後的成品（布芬大利松5% G及25% WP），對鯉魚的毒性均增加屬中等毒性藥劑（表一），毒性較大利松原體約增加3-8倍；對水蚤的毒性，在分類上雖與大利松原體相同亦屬劇毒性藥劑，但混合劑對水蚤的毒性顯然較大利松及布芬淨原體毒性明顯增加，48小時半數活動影響的濃度已低於0.0001 mg/l；比較兩種不同劑型成

品對水生生物的毒性，並無明顯的差異。綜合上述結果，推測此兩種主成份的組合不利於水生生物。

三種氨基甲酸鹽類藥劑除了丁基滅必蝨95%原體對鯉魚的96小時毒性在10 mg/l以下屬中等毒性藥劑外，滅必蝨95%原體及治滅蝨95%原體對鯉魚的毒性低，在分類上屬輕毒性藥劑，但三種原體對水蚤的毒性均小於0.1 mg/l，對水生物屬劇毒性藥劑。滅必蝨與布芬淨混合後之成品布芬滅必蝨25%WP，對鯉魚的毒性雖與滅必蝨原體無明顯差異，96小時半數致死濃度為32 mg/l（95%可信賴界限為22-60 mg/l），但較布芬淨原體為低，毒性降低約10倍；對水蚤的48小時毒性 $> 100$  mg/l，毒性較兩種原體降低了 $1 \times 10^5$ 倍，顯示此兩種藥劑的混合使用或混合時的製劑方式可能有助於減低對水生環境的衝擊。治滅蝨與布芬淨混合後的成品，布芬治蝨2.5% DP及25% WP，對鯉魚96小時及水蚤48小時的毒性與治滅蝨原體類似，均較布芬淨原體毒性為低，可能與混合劑中布芬淨成份所佔比率較低有關，但在對水生物毒性分類上仍屬劇毒性藥劑。丁基滅必蝨和布芬淨的混合劑布芬丁滅蝨2.5% DP，對鯉魚96小時的毒性雖較兩種原體低，但在毒性分類上三者相同，屬中等毒性藥劑；對水蚤的48小時毒性為3.2 mg/l（95%可信賴界限為0.1-10 mg/l）較兩種原體降低約80-680倍，對水生物屬中等毒性藥劑。

綜合上述結果，各供試成品藥劑中僅布芬淨40%SC及布芬滅蝨25%WP對水生物屬輕毒性、布芬淨25%WP(佳農)及布芬丁滅蝨2.5%DP兩種藥劑對水生物屬中等毒性，其餘7種供試藥劑對水生物均具劇毒性。根據植保手冊所載，7種藥劑中除布芬益化利11%WP是推薦在芒果葉蟬的防治上非用於水域外，其餘6種藥劑均為水稻田推薦用藥。以水稻田中淹水深3公分計，預估各藥劑主成份在水稻田中出現的

最低推薦濃度見表一，均大於各藥劑對水蚤的48小時EC<sub>50</sub>值，以布芬大利松 5% GR 為例，水稻田中推薦用量為 5.0 ppm，試驗結果顯示該藥劑在 < 0.0001 mg/l 劑量下即會導致半數之供試水蚤的活動受到影響，故上述六種成品藥劑在水域中的推廣使用值得進一步商確。

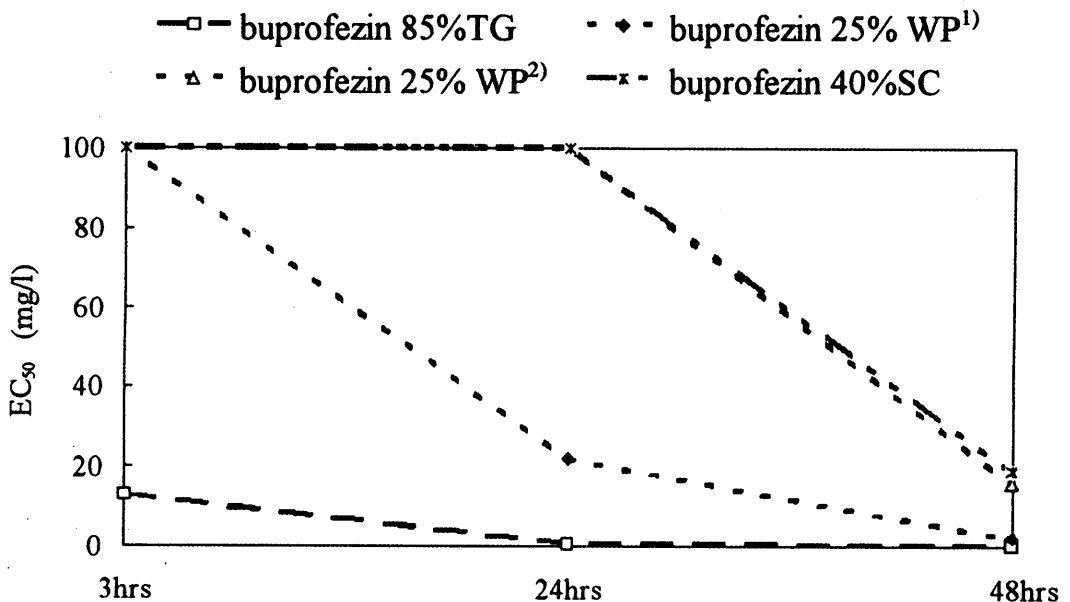
另以供試藥劑對水蚤的 3、24及48小時的毒性變化趨勢，探討昆蟲生長調節劑類殺蟲劑—布芬淨對淡水無脊椎動物毒性的特性。

圖一為布芬淨原體與三種單劑成品48小時內對水蚤毒性的變化，由圖知三種成品對水蚤的毒性在處理後3小時內與原體毒性顯著不同，但在處理後3小時至48小時之間存在某一因素促使水蚤對藥劑的感受性增加，亦即藥劑對水蚤的毒性增加，此一現象在暴露於布芬淨原體之水蚤上亦可見。蚤類的生理研究顯示水蚤自初生後正常情形下每隔24小時蛻皮乙次<sup>(1)</sup>，而據 Bodar *et al.* (1990) 的研究指出，蛻皮類脂

醇在 *Daphnia sp.* 的蛻皮和生殖上扮演著重要的角色，與布芬淨的殺蟲機制不謀而合。前述試驗結果顯示水蚤暴露在布芬淨原體與三種單劑成品中24及48小時的毒性值與3小時的毒性值有很大的變化，期間水蚤至少經歷一次蛻皮，推測布芬淨對水蚤的毒性作用機制可能亦是干擾水蚤的蛻皮作用，進而導致水蚤的活動力降低甚至死亡。而布芬淨成品對水蚤的毒性作用時間主要發生在藥劑處理後24小時，較原體延後，以及不同公司所生產之同一劑型成品（布芬淨 25% WP）對水蚤毒性變化的差異，顯示布芬淨經由不同之製劑方式可降低對水生物尤其是淡水無脊椎動物的危害潛能。

### 引用文獻

1. 未具名 1994 83年10月修訂版「農藥對水生物毒性分類及其審核管規定」。行政院農業委員會83年2月3日，83農



圖一、布芬淨原體及成品單劑對水蚤毒性比較<sup>1)</sup>生力公司提供；<sup>2)</sup>佳農公司提供。

Fig. 1. Comparison toxicity of technical and commercial grade buprofezin to *Daphnia pulex*.

(<sup>1)</sup>Supplied by Shengli Trading Co., Ltd.; (<sup>2)</sup> Supplied by Chanong Trading Co., Ltd.)

- 糧字第3020074A函。
2. 未具名 1994 植物保護手冊。行政院農業委員會農藥技術諮議委員會審定臺灣省政府農林廳編印 625頁。
  3. 孫斐 1987 利用鯉魚、大肚魚和水蚤偵測農藥對水生生物的急毒性。植保會刊 29: 385-396。
  4. 孫斐 1995 水生生物農藥毒性測試手冊。台灣省農業藥物毒物試驗所殘毒管制系技術專刊 10頁。
  5. 曾經洲、高穗生 1995 殺蟲劑對銀葉粉蝨之寄生蜂-東方蚜小蜂及淺黃恩蚜小蜂之毒性 植保會刊 37: 271-279。
  6. Asai, T., Fukada, M., Maekawa, S., Ikeda, K., and Kanno, H. 1983. Studies on the mode of action of buprofezin. I. Nymphicidal and ovicidal activities on the brown rice planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae). Appl. Ent. Zool. 18:550-564.
  7. ASTM 1980. Standard practice for conducting acute toxicity tests with fishes, macroinvertebrates amphibians. ASTM STANDARD E 729-780, p.272-296.
  8. ASTM 1985. Aquatic toxicology and hazard assessment. ASTM , STP 891, 1916 Race Street, Philadelphia, Pa. 19103.
  9. Bodar, C. W. M., Voogt, P. A., and Zandee, D. I. 1990. Ecdysteroids in *Daphnia magna*: their role in molting and reproduction and their levels upon exposure to cadmium. Aquatic Toxicol. 17: 339-350.
  10. Day, K. E. 1991. Effects of dissolved organic carbon on accumulation and acute toxicity of fenvalerate, deltamethrin and cyhalothrin to *Daphnia magna* (Straus). Environ. Toxicol. Chem. 10: 91-101.
  11. Edmondson, W. T. 1959. Ward and whipple's freshwater biology, 2nd ed. Wiley & Sons. Inc. New York.
  12. Fairchild, J. F., La-Point, T. W., Zajicek, J. L., Nelson, M. K., Dwyer, F. J., and Lovely, P. A. 1992. Population-community -and ecosystem-level responses of aquatic mesocosms to pulsed doses of a pyrethroid insecticides. Environ. Toxicol. Chem. 11: 115-129.
  13. Hassan, S. A., Bigler, F., Bogenschutz, H., Boller, E., Brun, J., Calls, J. N. M., Coremanspelseneer, J., Duso, C., Grove, A., Heimbach, U., Helyer, N., Hokkanen, H., Lewis, G. B., Mansour, F., Moreth, L., Polgar, L., Samsoe-Petersen, L., Sauphanor, B., Staubli, A., Sterk, G., Vainio, A., Veire, M. van de, Viggiani, G., and Vogt, H. 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/Working Group- Pesticides and Beneficial Organisms. Entomophaga 39: 107-119.
  14. Heinrichs, E. A., Basilio, R. P., and Valencia, S. L. 1984. Buprofezin, a selective insecticide for the management of rice planthoppers (Homoptera: Delphacidae) and leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). Environ. Entomol. 13: 515-521.
  15. Hill, I. R. 1989. Aquatic organisms and pyrethroids. Pestic. Sci. 27: 429-465.
  16. Izawa, Y., Uchida, M., Sugimoto, T., and Asai, T. 1985. Inhibition of chitin biosynthesis by buprofezin analogs in relation to their activity controlling *Nilaparvata lugens* Stal. Pestic. Biochem. Physiol. 24: 343-347.
  17. Kanaoka, A., Kodama, H., Yamaguchi, R., Konno, T., Kajihara, O., and Maekawa, S. 1994. Influence of buprofezin on natural enemies and non-target insects in the

- paddy field. *J. Pesticide. Sci.* 19: 309-312.
18. OECD 1981. *Daphnia* sp., 14-day reproduction test. pages 15 *In* OECD guidelines for testing of chemicals. Section 2: Effects on biotic systems. OECD Publication Office, 2, Rue Andre-Pascal, 75775, Paris Cedex 16, France.
19. Thompson, W. R. 1947. Use of moving averages and interpolation to estimation of error, and relation to other methods. *Bacter. Rev.* 11: 115-145.
20. Thompson, W. R., and Weil, C. S. 1952. On the construction of tables for moving-average interpolation. *Biomet.* 5:51-54.

## ABSTRACT

**Sun, F., Wong, S. S., and Li, G. C. 1998. Toxicity evaluation of buprofezin and its chemicals mixtures to aquatic organisms. Plant Prot. Bull. 40 : 63-71. (Residue Control Department, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.)**

Buprofezin and its chemical mixtures are extensively used for pest control in the rice fields of Taiwan. In this study, we evaluated the toxicity of these chemicals to the aquatic organism according to the criterion established by the Council of Agriculture of the Republic of China. Test chemicals consisted of ten commercial pesticides and technical active ingredients. The toxicities were assessed with *Cyprinus carpio* and *Daphnia pulex*. According to the test results, six technical chemicals were all highly toxic to the tested organisms; the aquatic toxicity of their commercial product had to be evaluated as well. Among the commercial pesticides, only buprofezin 40% SP and buprofezin + MIPC 25% WP exhibited a slight amount of toxicity to aquatic organisms, buprofezin 25% WP (from two manufacturers), buprofezin + BPMC 2.5% DP, buprofezin + diazinon 5% GR and 25% WP, buprofezin + deltamethrin 11.78% EC and buprofezin + MTMC 2.5% DP could pose a major threat to aquatic organisms in a rice field. In addition, the relationship between exposure time and chemical toxicity to water flea was also discussed. Based on the results presented herein, we can infer / conclude that the toxicity mechanisms of buprofezin and its chemical mixtures may be related to the molting processes of *Daphnia*.

(Key words: pesticides, *Cyprinus carpio*, *Daphnia pulex*, acute toxicity)