

空氣中胺基甲酸鹽類農藥同時檢測方法之建立

李宏萍^{1,3} 翁愷慎¹ 陳成裕² 李國欽¹

¹行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

²行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

³國立中興大學化學系

摘要

本研究建立九種胺基甲酸鹽類農藥：加保利 (Carbaryl)、加保扶 (Carbofuran)、納乃得 (Methomyl)、安丹 (Propoxur)、歐殺滅 (Oxamyl)、治滅蝨 (Metolcarb)、硫敵克 (Thiodicarb)、滅必蝨 (Isoprocarb) 及滅賜克 (Methiocarb)，於 OVS-2 空氣採樣管為空氣採樣介質，以乙腈為萃取溶劑，並以高效液態層析儀附後反應器及螢光檢測器 (HPLC-post column-Flu.) 測定之分析方法，應用於農藥工廠作業環境監測之用。九種胺基甲酸鹽類農藥添加於採樣管上連續抽氣 4 小時，結果之回收率皆大於 81.36%，其變異係數亦小於 5.00%。將農藥添加於 OVS-2 空氣吸附管上進行 28 天貯存試驗，冷藏貯存試驗時，加保扶、滅必蝨、納乃得、治滅蝨、硫敵克穩定性較好，貯存穩定度達二十八天；加保利、歐殺滅貯存穩定度達十四天；滅賜克、安丹貯存穩定度僅達七天。測定空氣中多種農藥含量其偵測極限相當於 1/1500~1/30 倍之公告容許濃度標準 (PEL)。本分析方法可適用於九種胺基甲酸鹽類農藥作為實際農藥工廠作業環境測定及呼吸暴露量之評估用。

關鍵詞：胺基甲酸鹽類農藥、空氣中農藥分析方法、OVS-2 空氣採樣管

緒言

本研究主要針對目前國內已有作業環境空氣中農藥容許濃度標準資料之藥劑[1]。以胺基甲酸鹽類藥劑為主，選定環境列管之胺基甲酸鹽類藥劑及使用量大之農藥共九種[2]：加保利、加保扶、納乃得、安丹、歐殺滅、治滅蝨、硫敵克、滅必蝨、滅賜克。九種胺基甲酸鹽類農藥之特性資料簡述見表 1 [3]，除滅必蝨微溶於水外，其餘藥劑水中溶解度均大於 27mg/L，在鹼中易快速分解為其特性。在空氣中容許濃度：加保利為 5 mg/m³ (OSHA, NIOSH, ACGIH 及我國)，加保扶為 0.1 mg/m³ (NIOSH, ACGIH 及我國)，納乃得為 2.5 mg/m³ (NIOSH 及 ACGIH)，安丹為 0.5

mg/m³ (NIOSH 及 ACGIH)[1,4-6]。

國外有關空氣中農藥分析方法，NIOSH 方法中有 18 種[4]，OSHA 方法中有 9 種[5,6]，其中有關於胺基甲酸鹽類藥劑之分析方法有 NIOSH 5006、5601[4]；OSHA 63[5]等三篇已推廣使用於空氣採樣之分析方法，其採樣介質包括玻璃纖維濾紙及 OSHA OVS-2 空氣吸附管 (內含 XAD-2) 兩種。分析方法則依其農藥化學性質不同而有不同之檢測方法包括高效液態層析儀附紫外光檢測器及螢光檢測器兩種。

NIOSH 5601 的方法中，胺基甲酸鹽類藥劑是以高效液態層析儀附紫外光檢測器分析之，以含有 2% 1-propanol 之 TEA (Triethylamine) 磷酸緩衝溶液及乙腈作為移動相溶液，紫外光檢測器之

民國 90 年 1 月 29 日收稿，90 年 11 月 28 日修訂，民國 91 年 3 月 21 日接受

通訊地址：李宏萍，行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所，413 台中縣霧峰鄉舊正村光明路 11 號

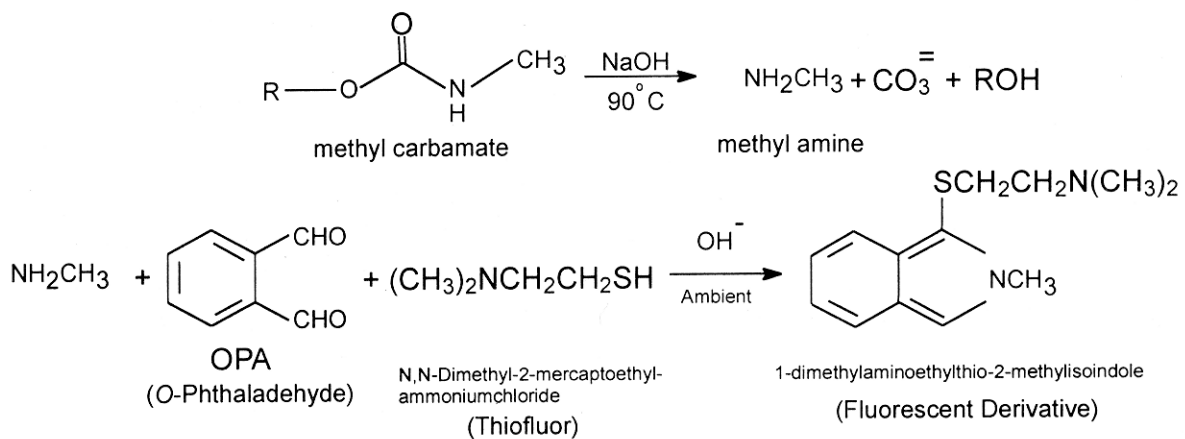
表 1 九種胺基甲酸鹽類農藥之特性

農藥英文名稱	中文名稱	分子量	熔點(°C)	蒸氣壓 (mPa, 20°C)	安定性	水溶性(20°C)
Carbaryl	加保利	201	142	<5.3(25°C)	酸及中性溶液中穩定，鹼中水解	40 mg/L (30°C)
Carbofuran	加保扶	221	153-154	2.7(33°C)	酸及中性溶液中穩定，鹼中則否	320 mg/L (25°C)
Isoprocarb	滅必蝨	193	88-93	0.38 μPa	鹼中不穩定	微溶於水
Methiocarb	滅賜克	225	119	0.015	鹼中快速水解	27 mg/L
Methomyl	納乃得	162	78-79	6.65(25°C)	暴露於高溫、光照、空氣及鹼性溶液中易分解	57.9 g/L (25°C)
Metolcarb	治滅蝨	165	76-77	145	-	2.6 g/L (30°C)
Oxamyl	歐殺滅	219	100-102	31(25°C)	鹼中、紫外光照射及高溫下易分解	280 g/L (25°C)
Propoxur	安丹	209	84-87	1.3 Pa (120°C)	強鹼中水解	2 g/L
Thiodicarb	硫敵克	354	173-174	5.1	酸鹼中水解，水溶液中光分解	35 mg/L (25°C)

波長則為 200 及 225 nm。

本研究胺基甲酸鹽類之分析擬以選擇性高之高效液態層析儀附後反應器，並以螢光檢測器測定之，由於胺基甲酸鹽類水溶性強，在鹼中易快速分解成胺類，再以螢光反應劑衍生成螢光衍生物，反應成衍生物之化學式如下[7,8]：

依據 OSHA 63 方法中以乙腈為萃取溶劑。本研究胺基甲酸鹽類藥劑分析方法主要以液相層析儀附後反應器及螢光檢測器測定之，與 NIOSH 5601 之儀器檢測條件比較，並比較以 OVS-2 空氣採樣管附玻璃纖維濾紙或石英濾紙為採集介質，建立一精密準確可使用於作業環境測定之分析方法。



試驗材料及方法

1. 藥品及器材

- (1) 試驗用農藥標準劑：加保利 (Carbaryl)，99.0% R.D.H.；加保扶 (Carbofuran)，99.9% R.D.H.；滅必蝨 (Isoprocarb)，99.0% R.D.H.；滅賜克 (Methiocarb)，99.0% R.D.H.；納乃得 (Methomyl)，99.77% 杜邦；治滅蝨 (Metolcarb)，99.0% R.D.H.；歐殺滅 (Oxamyl)，99.0% 杜邦；安丹 (Propoxur)，99.7% Dr. Ehrenstorfer；硫敵克 (Thiodicarb)，99.9% Phone-Poulenc。
- (2) 試藥：乙腈，氫氧化鈉，鄰苯二甲醛 (o-phthalaldehyde)，商品化 Thiofluor (N,N-二甲醛-2-硫醇乙銨氯化物，N,N-Dimethyl-2-mercaptoethyl ammonium-chloride) (Pickering Laboratories Cat. 3700-2000)，1-丙醇 (1-propanol)，三乙胺 (triethylamine)。
- (3) 器材：超音波振盪器 (Branson 3200)，微量滴管 (10-100、100-1000 μ L Eppendorf)。
- (4) 採樣材料：OSHA OVS-2 (13-mm 玻璃纖維濾紙；XAD-2 270mg/140mg-SKC 226-30-16)，OSHA OVS-2 (13-mm 石英濾紙；XAD-2 270mg/140mg-SKC 226-58)。
- (5) 分析材料：過濾膜 (13mm, 47mm, 0.45 μ m, Nylon, Lida)。

2. 試驗儀器

以高效液相層析儀附後反應器及螢光檢測器：使用儀器為 HP-1050，使用層析管為 Hypersil BDS C18，5 μ m，內徑 4.6 mm \times 25 cm。移動相溶液先以乙腈與去離子水以 30:70 (v/v) 之比例混合，而後以梯度方式進行，逐漸改變乙腈與去離子水的比例，13 分鐘後乙腈與去離子水之比例轉變為 35:65 (v/v)，17 分鐘後轉變為 70:30 (v/v)，維持 8 分鐘，移動相溶液流速：1.2 mL/min。氫氧化鈉溶液流速：0.3 mL/min。鄰苯二甲醛溶液流速：0.3 mL/min。螢光檢測器：激發波長 340nm，發散波長 455nm。後置反應槽溫度：90 $^{\circ}$ C。

3. 標準劑之配製

(1) 偵測之最低、最高濃度配製方法如下：

最低濃度為 1/30 倍容許濃度標準 (Permissible Exposure Limit, PEL) 乘以採樣體積 (240 L) 除以萃取之溶劑體積 (2 mL)，最高濃度為 3 倍容許濃度標準 (PEL) 乘以採樣體積 (240 L) 除以萃取之溶劑體積 (2 mL)。加保利、加保扶、納乃得、安丹為國內外已訂定 PEL 量，其餘則以 0.1mg/m³ 為容許濃度標準 (PEL)，納乃得檢量線範圍為其 PEL 之 1/750~3/25 倍、安丹 1/150~3/5 倍、加保利 1/1500~3/50 倍，其餘待測物質檢量線之範圍則各為其 PEL 之 1/30 至 3 倍。

(2) 試劑之調製：

A. 0.05N 氫氧化鈉溶液：

直接取用商品化層析級水解反應劑 [Pickering Lab. Hydrolysis Reagent CB130 950mL-pH=13、H₂O 99%、NaOH 0.2%、C47 <0.1%(可防止反應劑中礦物質沉澱)]。

B. 反應溶液配製：

取原廠緩衝液 (Pickering Lab. o-Phthalaldehyde Diluent CB910 pH=9.1、H₂O 99%、NaOH 0.09%、硼酸 0.3%) 950mL 倒入配製瓶中，以每分鐘 3L 之快速 N₂ 吹約 10 分鐘，取一小燒杯，精稱 0.1g 鄰苯二甲醛反應劑 (Cat. No. 0120) 加入 10mL 甲醇搖勻後倒入配製瓶中，加入精稱之 2g Thiofluor (Cat. No. 3700-2000) 搖勻後即可使用。

(註：於室溫下使用期限一個月，最好未使用時通氮氣以防止其氧化變性)。

4. 分析步驟

將空氣採樣管 (OVS-2 tube: 13-mm 玻璃纖維濾紙或石英濾紙；XAD-2 270mg/140mg-SKC 226-30-16) 兩端之軟蓋及 PTFE 環除去，以方法建議之採樣體積 (240L) 乘以 3 倍，2 倍，1 倍，1/3 倍，1/10 倍，1/30 倍 PEL 所得之量 (μ g)，將此量添加於吸附管前段之玻璃纖維濾紙或石英濾紙後，於空氣採樣器上連續抽氣四小時，將兩端之軟蓋蓋回並以石臘膜封口，置於 4 $^{\circ}$ C 冷藏貯存隔夜；第二天取出回溫，將兩端之軟蓋除去，取出玻璃纖維濾紙及前段 XAD-2，置於 5 mL 褐色瓶，另將後段 XAD-2 及較短之泡棉，取出

置於另一 5 mL 褐色瓶中，各加入 2 mL 乙腈溶劑，置於內附碎冰塊之超音波水浴槽中振盪 30 分鐘，接著以過濾膜(13mm, 0.45 μ m, Nylon filter, Lida) 過濾，取 1mL 置於樣品自動注入瓶中，取 20 μ L 以高效液態層析儀附後反應器附螢光檢測器 (HPLC-post Column-Flu.) 分析之。

5. 貯存穩定性測試

以採樣管進行貯存穩定性測試，穩定性測試時間以 28 天為原則，配製當天分析六個樣品，以後每隔七天（一週）分別分析室溫遮光保存及冷藏保存之樣品各三個，直到第二十八天，總計至少需 36 個樣品。將每組每次測試所得之平均值相對於第一天之測試值，取其歸一化 (normalize) 之相對值，對測試時間作圖。取測試值為開始偏離 90% 或 110% 時之對應天數為樣品可穩定儲存之天數，若長於 28 天，則以 28 天為最長之可穩定儲存天數。

結果與討論

1. 九種胺基甲酸鹽類農藥檢量線

九種胺基甲酸鹽類農藥以 3 倍, 2 倍, 1 倍, 1/3 倍, 1/10 倍, 1/30 倍 PEL 乘上採樣體積除以定量體積，為檢量線範圍 (mg/L) 見表 2。九種

胺基甲酸鹽類農藥以高效液態層析後反應衍生反應後以螢光偵測之，圖譜及滯留時間見圖 1。如依 NIOSH 5601 之萃取及檢測條件以高效液態層析附 225nm 之紫外光檢測器，其圖譜及滯留時間見圖 2。

2. 九種胺基甲酸鹽類農藥回收率之結果

九種胺基甲酸鹽類農藥於空氣採樣管之回收率：九種胺基甲酸鹽類農藥以方法建議之採樣體積乘以 3 倍、2 倍、1 倍、1/3 倍、1/10 倍、1/30 倍 PEL 所得之量 (μ g)，將此量添加於吸附管前段之玻璃纖維濾紙上於空氣採樣器上連續抽氣四小時，再以超音波振盪 30 分鐘，回收試驗結果見表 3、4。再以方法建議之採樣體積乘以 1 倍 PEL 所得之量 (μ g)，將此量添加於吸附管前段之石英濾紙上於空氣採樣器上連續抽氣四小時，再以超音波振盪 30 分鐘，回收試驗結果見表 5。

3. 貯存試驗結果

九種胺基甲酸鹽類農藥於 OVS-2 玻璃纖維空氣採樣管貯存於室溫及 4 $^{\circ}$ C 冷藏 28 天穩定性測試結果見圖 3、4。

表 2 九種胺基甲酸鹽類農藥檢量線範圍

農藥英文名稱	中文名稱	容許濃度 mg/m ³	檢量線範圍** (mg/L)	偵測極限 (μ g/m ³)	檢量線r ²	檢量線方程式
Oxamyl	歐殺滅	0.1	0.4 ~ 36.0	3	0.9998	Y=29.71X+5.79
Methomyl*	納乃得	2.5	0.4 ~ 36.0	3	0.9994	Y=38.98X+11.79
Metolcarb	治滅蝨	0.1	0.4 ~ 36.0	3	0.9979	Y=40.63X+19.15
Propoxur*	安丹	0.5	0.4 ~ 36.0	3	0.9993	Y=31.38X+12.95
Carbofuran*	加保扶	0.1	0.4 ~ 36.0	3	0.9999	Y=37.93X+5.98
Thiodicarb	硫敵克	0.1	0.4 ~ 36.0	3	0.9993	Y=29.27X+8.93
Carbaryl*	加保利	5	0.4 ~ 36.0	3	0.9997	Y=48.27X+10.57
Isoprocarb	滅必蝨	0.1	0.4 ~ 36.0	3	0.9994	Y=37.02X+10.80
Methiocarb	滅賜克	0.1	0.4 ~ 36.0	3	0.9933	Y=28.37X+22.18

* 國內外已訂定 PEL 量，其餘則以 0.1mg/m³ 為容許量納乃得檢量線範圍為 1/750~3/25 倍之 PEL 量、安丹為 1/150~3/5 倍加保利為 1/1500~3/50 倍

**偵測極限為檢量線最低點濃度添加所得方法之偵測極限值

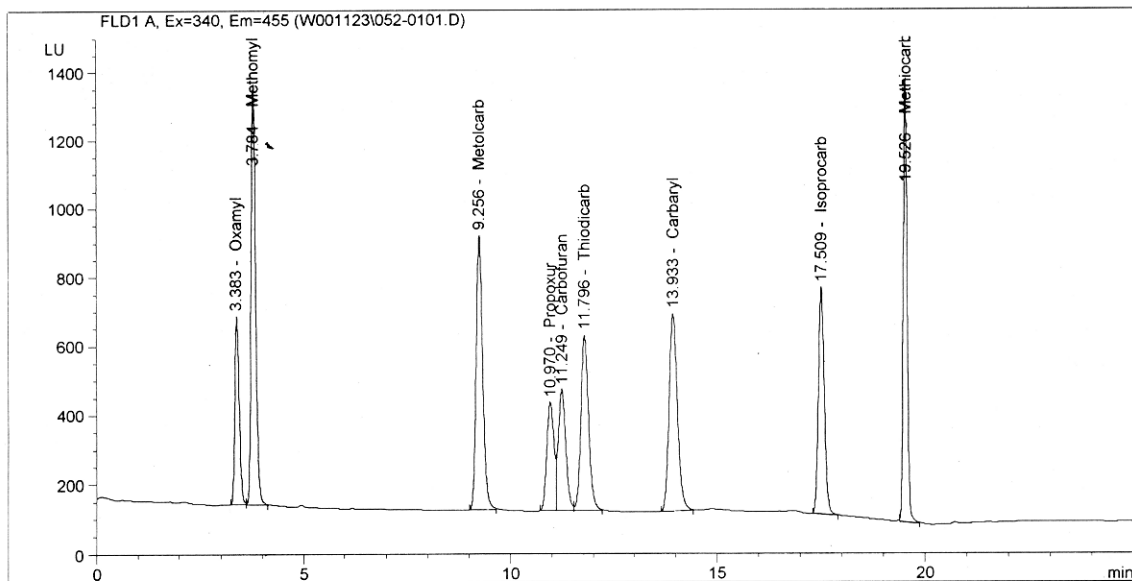


圖 1 九種胺基甲酸鹽類農藥以高效液態層析後反應衍生反應後以螢光偵測之圖譜

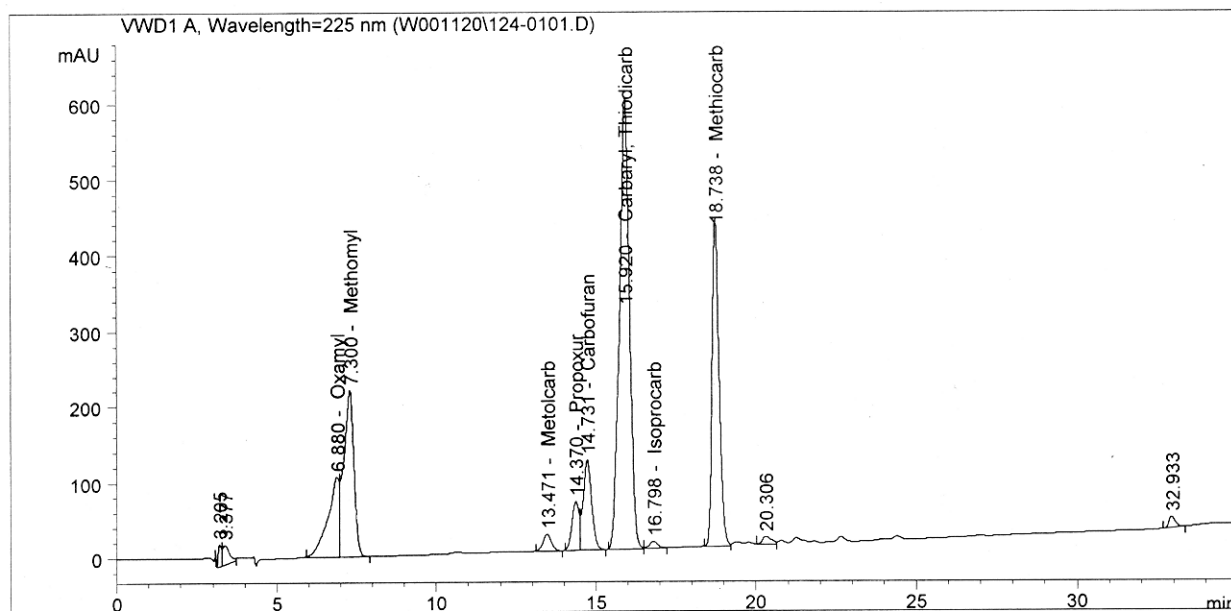


圖 2 九種胺基甲酸鹽類農藥以高效液態層析附紫外光檢測器檢測之圖譜

4. 結論

(1) 九種胺基甲酸鹽類農藥在儀器上之偵測極限為 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，依不同藥劑可在 1/1500 至 1/30 倍 PEL 之可偵測之範圍，其檢量線之 r^2 均大於 0.995，其變異係數皆小於 15%。胺基甲酸鹽類在空氣中之分析是模擬

NIOSH 5601 及 OSHA 63 之前處理，但所採用之檢測器為經衍生反應後由螢光檢測器測定，此檢測器選擇性較高，較易排除以紫外光檢測時低波長偵測 200、225nm 之干擾，且感度提高。以 NIOSH 5601 方法檢測條件檢測 9 種胺基甲酸鹽類後，其分離效果

表 3 九種胺基甲酸鹽類農藥於 OVS-2 玻璃纖維空氣採樣管之回收率結果

農藥英文名稱	3 倍 PEL		2 倍 PEL		1 倍 PEL	
	回收率(%)	變異係數 ^a (CV%)	回收率(%)	變異係數 ^a (CV%)	回收率(%)	變異係數 ^a (CV%)
Oxamyl	89.35	1.36	88.16	0.88	86.44	2.86
Methomyl*	95.62	0.55	96.20	0.90	105.84	0.97
Metolcarb	93.81	0.30	95.98	0.81	101.25	0.95
Propoxur*	95.75	0.45	90.10	0.97	89.98	2.29
Carbofuran	96.33	0.87	94.31	0.40	99.56	0.89
Thiodicarb	92.18	0.61	95.53	1.29	100.59	1.07
Carbaryl*	96.82	0.92	94.95	0.21	97.68	0.59
Isoprocarb	98.77	1.20	97.47	0.58	100.68	0.31
Methiocarb	97.25	0.57	98.13	0.66	95.82	0.52

a : n=6

* 納乃得添加量為 PEL 值之 3/25、2/25、及 1/25 倍；安丹添加量為 PEL 值之 3/5、2/5 及 1/5 倍；加保利添加量為 PEL 值之 3/50、1/25 及 1/50 倍

表 4 九種胺基甲酸鹽類農藥於 OVS-2 玻璃纖維空氣採樣管之回收率結果

農藥英文名稱	1/3 倍 PEL		1/10 倍 PEL		1/30 倍 PEL	
	回收率(%)	變異係數 ^a (CV%)	回收率(%)	變異係數 ^a (CV%)	回收率(%)	變異係數 ^a (CV%)
Oxamyl	89.65	3.29	85.66	1.39	81.36	2.95
Methomyl*	95.24	1.04	98.70	1.55	101.02	1.36
Metolcarb	97.41	1.67	95.72	1.05	94.78	1.06
Propoxur*	99.45	0.33	96.38	0.34	96.99	1.23
Carbofuran	95.10	0.98	98.49	0.99	97.42	1.35
Thiodicarb	100.70	1.32	101.24	1.53	95.36	1.86
Carbaryl*	99.68	1.55	102.62	0.73	97.07	1.28
Isoprocarb	102.54	1.04	100.56	1.82	99.20	1.42
Methiocarb	101.99	1.69	100.19	1.46	98.76	1.31

a : n=6

* 納乃得添加量為 PEL 值之 1/75、1/250 及 1/750 倍；安丹添加量為 PEL 值之 1/15、1/50 及 1/150 倍；加保利添加量為 PEL 值之 1/150、1/500 及 1/1500 倍

表 5 九種胺基甲酸鹽類農藥於石英濾紙空氣採樣管上連續抽氣四小時回收試驗結果 (1 倍 PEL)

農藥英文名稱	添加量 (µg)	OVS 前段		OVS 後段	
		Recovery(%)	CV% ^a	Recovery(%)	CV% ^a
Oxamyl	24	76.10	3.10	ND	
Methomyl*	24	103.94	2.00	ND	
Metolcarb	24	93.63	1.51	ND	
Propoxur*	24	83.68	2.60	ND	
Carbofuran	24	95.97	0.99	ND	
Thiodicarb	24	90.23	2.69	ND	
Carbaryl*	24	86.67	1.86	ND	
Isoprocarb	24	92.97	1.83	ND	
Methiocarb	24	81.85	1.86	ND	

a : n=6

* 納乃得添加量為 PEL 值之 1/25 倍；安丹添加量為 PEL 值之 1/5 倍；加保利添加量為 PEL 值之 1/50 倍

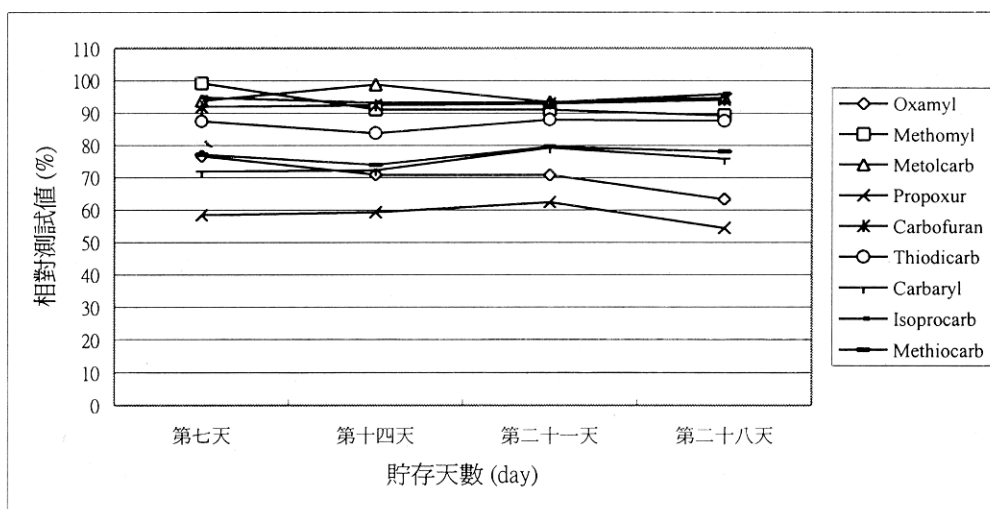


圖 3 九種胺基甲酸鹽類農藥於 OVS-2 玻璃纖維空氣採樣管之貯存穩定性測試結果 (室溫)

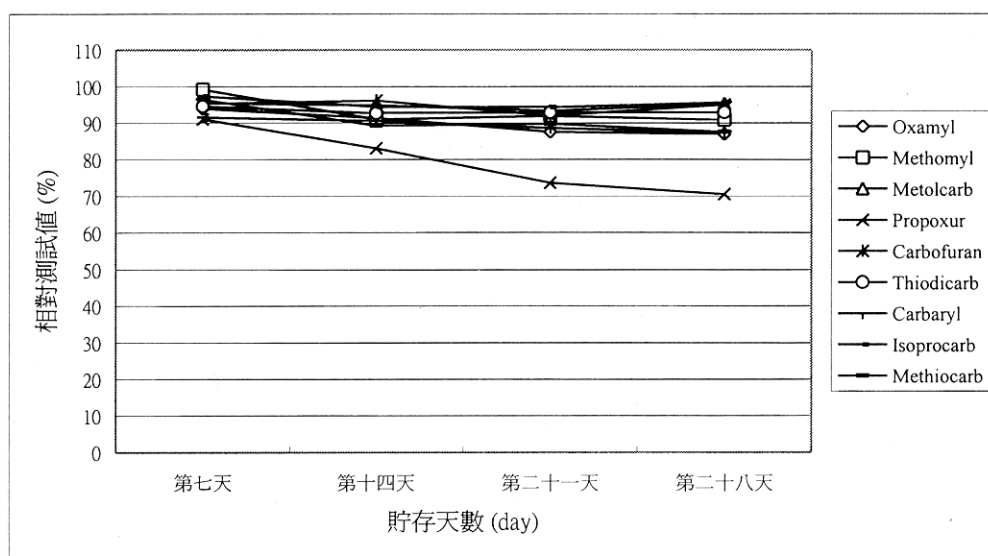


圖 4 九種胺基甲酸鹽類農藥於 OVS-2 玻璃纖維空氣採樣管之貯存穩定性測試結果 (冷藏)

較差且感度亦較差。故建議以後反應衍生反應後螢光檢測較佳。

(2) 九種胺基甲酸鹽類農藥在採樣管上連續抽氣四小時之回收率試驗中，分別以 0.8-72 μg 六種不同量添加，其回收率在 81.36-105.84% (OVS-2) 之間，其變異係數在 0.21-3.29% 之間，均小於 7%。石英濾紙附 XAD-2 空氣採樣管上連續抽氣四小時回收試驗之回收率分布情形，其回收率在

76.10-103.94 % 範圍內；變異係數在 0.99-3.10 % 之間。兩者之回收率相近均可適用於空氣之採樣介質，但石英濾紙附 XAD-2 空氣採樣管價格較玻璃纖維濾紙附 XAD-2 空氣採樣管貴，故建議採用價格較便宜之玻璃纖維濾紙附 XAD-2 空氣採樣管。

(3) 貯存試驗之結果：採樣管農藥貯存 28 天之試驗時，室溫時僅治滅蝨 (Metolcarb)、滅必蝨 (Isoprocarb) 穩定性較好，貯存穩定度達二十八天；冷藏貯存試驗時，加保扶

(Carbofuran)、滅必蝨 (Isoprocarb)、納乃得 (Methomyl)、治滅蝨 (Metolcarb)、硫敵克 (Thiodicarb) 五種藥劑穩定性較好，貯存穩定度達二十八天；歐殺滅 (Oxamyl)、加保利 (Carbaryl) 貯存穩定度達十四天；滅賜克 (Methiocarb)、安丹 (Propoxur) 貯存穩定度達七天。建議實際工廠採樣時樣品應在一星期內分析。

matography-Mass-Selective Detection and Liquid Chromatograph with Fluorescence Detection," J. of AOAC International, 78(5): 1252-1265.

誌 謝

本研究感謝行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所八十九年度研究計畫編號 IOSH 89-A106 之經費補助，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1] 行政院勞工委員會，1995；“勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準”。
- [2] 台灣區農藥工業同業工會，1999；“農藥產銷統計”。
- [3] Kidd, H., & James, D.R., 1991; “The Agrochemicals Handbook 3rd,” The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road Cambridge CB4 4WF England.
- [4] NIOSH, 1994; “NIOSH Manual of Analytical Methods,” U.S. Department of Health and Human Services.
- [5] Eller, P.M., 1984; “NIOSH Manual of Analytical Methods,” U.S. Department of Health and Human Services.
- [6] OSHA, 1985; “OSHA Analytical Methods Manual,” OSHA Analytical Laboratory, Salt Lake City.
- [7] Page, M.J., French, M., 1992; “Determination of N-Methylcarbamate Insecticide in Vegetables, Fruits and Feeds Using Solid-phase Extraction Cleanup in the Normal Phase,” J. of AOAC International, 75(6):1073-1083.
- [8] Fillion, J., Hindle, R., Lacroix, M., & Selwyn, J., 1995; “Multiresidue Determination of Pesticides in Fruit and Vegetables by Gas Chro-

An Analytical Method for Carbamate Pesticides in Air Samples

Hong-Ping Li^{1,3}, Sue-Sun Wong¹, Chang-Yuh Chen², Gow-Chen Li¹

¹ Residue Control Department, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture (TACTRI/COA)

² Institute of Occupational Safety and Health, Council of Labor Affairs, Executive Yuan

³ Department of Chemistry, National Chung-Hsing University

Abstract

A sampling and analytical method for 9 carbamate pesticides using glass fiber filter, combined filter/XAD-2 with High Performance Liquid Chromatograph - post column reaction with fluorescence detector (HPLC-post column-Flu.) was developed. The method was evaluated for 9 carbamate pesticides suitable for environmental monitoring of pesticides manufacturing. The recovery of acetronitril extraction is very good. Using glass fiber filter and combined filter/XAD-2 sampler fitted with 9 pesticides. Additional experiments addressed long-term sample stability such as 28-day storage test fitted with Carbofuran, Isoprocarb, Methomyl, Metolcarb and Thiodicarb; 14-day storage test fitted with Carbaryl and Oxamyl. 7-day storage test fitted with Methiocarb and Prproxur. Limits of detection, and concentration levels down to 1/1500 to 1/30 times a permission exposure limits (PEL) value were also studied. Based on this research, all 9 compounds studied can be successfully determined simultaneously using one method.

Keywords: Carbamate pesticides, Pesticide analysis, OVS-2 sampler tube

Accepted 21 March 2002

* Correspondence : Hong Ping Li, Residue Control Department, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Institute, Council of Agriculture (TACTRI/COA), 11, Kuang-Ming Rd. Wu-Feng. Taichung Hsien Taiwan, 41301 R.O.C. E-mail: hplee@tactri.gov.tw