

## 尿液中農藥之酚類代謝產物分析

李國欽 李宏萍

臺灣省農業藥物毒物試驗所

(接受日期：民國 74 年 11 月 1 日)

### 摘 要

測定人體脂肪組織、人奶、人血及人尿中農藥及其代謝產物之含量是常用以估計人類吸收農藥量之指標。本研究主要目的即在建立一種由人尿液中偵測農藥酚類代謝產物之方法，並用以分析及比較臺灣地區不同職業人員尿液中農藥酚類代謝產物之含量。

本分析方法乃將尿液利用酸水解，然後利用溶劑將農藥之酚類產物萃取出，再將此等酚類化合物與 Pentafluorobenzyl bromide (PFB-Br) 反應形成 PFB-醚類衍生物，此衍生物經淨化管後可利用氣液層析儀附電子捕獲式檢出器分析。利用此分析法可分析尿液中 Pentachlorophenol (PCP), Para-Nitrophenol (PNP), 1-Naphthol, 3-keto-7-phenol Carbofuran, Phenol, m-Cresol 等農藥之酚類代謝產物。

利用上述方法分析未曾接觸農藥之 46 位公務員尿液中，35 位含有 PCP，3 位含 PNP，36 位含 1-Naphthol，30 位含 Phenol，46 位尿液樣品中均不含 3-keto-7-phenol Carbofuran，及 m-Cresol。

分析 37 位農民尿液中，27 位含 PCP，20 位含 PNP，28 位含 1-Naphthol，1 位含 3-keto-7-phenol Carbofuran，31 位含 Phenol，37 位尿液中均不含 m-Cresol。

分析 96 位農藥工廠工人及研究員尿液中，82 位含 PCP，20 位含 PNP，28 位含 1-Naphthol，5 位含 3-keto-7-phenol Carbofuran，72 位含 Phenol，96 位尿液中均不含 m-Cresol。

以酚類總含量看，農藥工廠工人含酚量佔 0.8283 ppm，農民佔 0.2725 ppm，公務員佔 0.1093 ppm，很明顯地農藥工廠工人因長時間接觸農藥，由尿液中代謝出的酚類化合物含量亦偏高。

由於尿液中之酚類化合物含量因食用其他醫用藥物而被干擾，比較三種不同職業之工作人員尿中四種酚類化合物之含量發現 PCP 及 PNP 在公務人員尿中最少，其次是農民，在農藥工廠工作人員尿中為最多，顯然 PCP 及 PNP 受其他藥物干擾最少，似乎可作為接觸農藥多少之指標。

(關鍵字：酚類化合物，尿液分析，農藥代謝物分析)

### ABSTRACT

Li, Gwo-Chen and Hung-ping Li (1984) Analysis of Phenolic Metabolites of Pesticides in the Urine. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.)

27:433~446 (Residue Control Department, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, R. O. C.)

Residue of pesticides or their metabolites in the human adipose tissue, blood and urine are the indicators for the prediction of the human exposure to the pesticides.

A method for the analysis of phenolic metabolites of pesticides in the urines of different occupations was developed in this study. The procedure includes the acid hydrolysis, extraction, derivatization, silica gel column chromatography and electron-capture gas chromatography. The method have been successfully used to analyze the residue of PCP, PNP, 1-Naphthol, 3-keto-7-phenol Carbofuran, Phenol, m-Cresol in urine.

To analyze the urine samples from 46 officers, 1-Naphthol was found in 36 samples, PCP was found in 35 samples, Phenol was found in 30 samples, PNP was found in 3 samples. The 3-keto-7-phenol Carbofuran and m-Cresol were not found in all samples.

To analyze the urine samples from 37 farmers, Phenol was found in 31 samples, 1-Naphthol was found in 28 samples, PCP was found in 27 samples, PNP was found in 20 samples, 3-keto-7-phenol Carbofuran was found in 1 sample. The m-Cresol was not found in all samples.

To analyze the urine samples from 96 workers of pesticides manufacturers and formulators, PCP was found in 82 samples, 1-Naphthol was found in 73 samples, Phenol was found in 72 samples, PNP was found in 33 samples, 3-keto-7-phenol Carbofuran was found 5 samples. The m-Cresol was not found in all samples.

Average of 0.8283 ppm of total phenolic compounds was found in the urine of the workers of the pesticide manufacturers and formulators, 0.2725 ppm was found in the urine of farmers, and 0.1093 ppm was found in the urine of officers.

Comparing the amount of PCP, PNP, 1-Naphthol and Phenol in urine between the three occupational categories, it seems to be that PCP and PNP were the good indicators of human exposure to the pesticides.

(Key words: urine, phenolic compounds, PCP, PNP, 1-naphthol, 3-keto-7-phenol carbofuran, phenol, m-cresol)

## 緒 言

爲了達到農業增產的目的，農藥施用於水稻田、菜圃等，似乎是不可或缺的事，因此取食物中多少都會有農藥殘留的現象發生。爲了解人體接觸農藥之情形，可由人體脂肪組織

、血液、尿液中偵測出農藥經人體代謝後之產物<sup>(4,10)</sup>，但由於人體脂肪組織、血液在採樣上受限制，故本實驗以取樣方便的尿液來測定其農藥代謝之含量。以預估接觸、吸食農藥之含量，進一步推測農藥在生活環境中在人體殘留之情形。

農藥在人體尿液中代謝物之型式可分為：酚類化合物 (phenolic Compounds)，苯氧酸類化合物 (Phenoxy Acids)，烷基磷酸類化合物 (Alkyl Phosphate)，苯胺類 (Anilines)，三氮吡系化合物 (Triazines) 及其它類化合物 (Others)<sup>(1)</sup>，而本實驗之主要目的即針對尿液中的酚類化合物，建立一敏感分析方法，並比較不同職業人尿液中農藥殘量，以適用於例行大量樣品分析之用。

所欲偵測之酚類化合物，包括由五氯酚 (鈉) 所代謝的 PCP (Pentachlorophenol)；一品松 (EPN)，甲基巴拉松 (Methyl Parathion)，乙基巴拉松 (Ethyl Parathion) 所代謝的 PNP (Para-Nitrophenol)；好年冬 (Carbofuran) 代謝的 3-keto-7-phenol Carbofuran；賽文 (Carbaryl) 代謝的 1-Naphthol；Chlorobenzene 類代謝的 Phenol；MTMC 代謝的 m-Cresol。由於此分析方法之建立，更可推廣至偵測其它含酚類結構之有機磷及氨基甲酸鹽類等農藥。以尿液中酚類化合物當作指標而可預估國民取食之農藥含量<sup>(1)</sup>，謀求改進農藥使用情形，以維護國人之健康。

## 材料與方法

### 一、試驗用試劑：

#### 1. 農藥代謝物標準劑：

Pentachlorophenol (poly Science Corporation)，Para-Nitrophenol (Merck, Chemical Co.)，1-Naphthol (Wako pure Chemical Industries, LTD.)，3-keto-7-phenol Carbofuran (FMC Corporation)，Phenol (Merck, Chemical Co.)，m-Cresol (Merck, Chemical Co.)。

#### 2. PFB-Br (Pentafluorobenzyl bromide reagent) 試劑：

取 2ml PFB-Br 試劑 (Pierce Chemical Co.) or  $\alpha$ -bromo-2,3,4,5,6-Pentafluorotoluene (Aldrich Chemical Co.) 於 100 ml 量瓶中，以丙酮定量之。

#### 3. 碳酸氫鈉溶液—5% (W/V)：

稱 5 g  $\text{NaHCO}_3$  (Merck) 於 100 ml 量瓶中，以蒸餾水溶解並定量之，再以 50 ml 二氯甲烷 (Methylene Chloride) 萃取兩次後棄二氯甲烷層，收集水層備用。

#### 4. 硫酸溶液—50% (V/V)：

將 100 ml 濃硫酸 (Merck) 慢慢倒入 100 ml 蒸餾水中，冷卻後以同量之苯 (Benzene) 萃取兩次，棄苯層，硫酸備用。

#### 5. 飽和食鹽水：

將蒸餾水加熱後，不斷加入  $\text{NaCl}$  (Merck)，直至不能溶解為止，冷卻後備用。

#### 6. 淨化管：

使用 1 g silica gel No. 923, 100/200 mesh (Davison Chemical Co.) 及玻璃棉 (經丙酮洗過烘乾)。

#### 7. 異辛烷 (Isooctane) (Merck Chemical Co.)，乙醚 (Ethyl Ether) (Wako pure Chemical Industries, LTD.)，二氯甲烷 (Methylene Chloride) (Acps Chemical Co.)。

## 二、衍生物 (Derivative) 之製備<sup>(7)</sup>：

### PNP-PFB 之製備：

稱 0.02 mole P-Nitrophenol (MW: 139.11 g/mole) 至 50 ml 圓底燒瓶中，加入 0.3 g 粉狀無水  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (Merck) 和 30 ml 丙酮 (蒸餾過) 將 PNP 溶解。取 0.021 mole PFB-Br 試劑加入圓底燒瓶中，再加入沸石，裝上冷凝管，在 100°C 熱水浴上迴流一小時，反應完待冷卻後，以 5 ml 丙酮由冷凝管洗下，並將沸石拿出，將丙酮濃縮乾，再加入 30 ml 乙醚轉移至 250 ml 分液漏斗中，以 10 ml 5%  $\text{NaOH}$  洗兩次 (除去未作用的 phenols)，再將乙醚層以 10 ml 蒸餾水洗兩次，棄水層，乙醚層用無水  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  脫水，將溶液以 Whatman 42 濾紙過濾至 100 ml 圓底燒瓶中，濃縮乾，加入正己烷 (n-Hexane) 熱過濾後再結晶出白色針狀結晶，如需要更純的衍生物可用 PLC 板 (Preparative layer Chromatography) 以 Acetone-n-Hexane (1:9) 為

展開液動相製備。

其它 1-Naphthol-PFB, PCP-PFB, 3-keto-7-phenol Carbofuran-PFB, Phenol-

PFB, m-Cresol-PFB 衍生物均可照上述方法製備。其製得之衍生物化學結構如表 1。

表 1. 農藥酚類代謝物之 PFB 衍生物

Table 1. Pesticides, metabolites and their PFB derivatives

Pesticide	Metabolites	Formula	PFB ether Derivative
PCP(Na)	PCP		
EPN Methyl Parathion Ethyl Parathion	PNP		
Carbofuran	3-keto-7-phenol Carbofuran		
Carbaryl	1-Naphthol		
Chlorobenze	Phenol		
MTMC	m-Cresol		

### 三、使用儀器及設備：

#### 1. 氣液層次分析儀

Varian-3700 氣液層次分析儀附電子捕獲式檢出器 (ECD)，分離管 (Column) 為  $6' \times \frac{1}{8}''$  id. 之玻璃管，內裝 3% OV-1，注入溫度為  $240^{\circ}\text{C}$ ，分離管溫度分別為  $190^{\circ}\text{C}$ ， $170^{\circ}\text{C}$ ， $150^{\circ}\text{C}$ ，檢出器溫度為  $250^{\circ}\text{C}$ 。

Tracor-220 氣液層次分析儀附電子捕獲式檢出器 (ECD)，分離管 (column) 為  $6' \times \frac{1}{8}''$  id. 之玻璃管，內裝 3% OV-17，注入溫度為  $230^{\circ}\text{C}$ ，分離管溫度為

$180^{\circ}\text{C}$ ，檢出器溫度為  $240^{\circ}\text{C}$ 。

#### 2. 小淨化管 (micro column) —

$7\text{ mm} \times 19\text{ cm}$ ，下面緊塞經處理過的玻璃棉，加入 1 克 silica gel，上面亦塞玻璃棉，使流速控制在  $0.5\text{ ml/min}$ 。

### 四、分析方法：

#### 1. 分析步驟：

##### (1). 水解反應 (Conjugate hydrolysis)

當農藥經人體代謝後由尿液排泄出時，通常會與糖類 (glucouronic acid) 共軛 (conjugate) 而形成配糖體 (Glycoside) 排泄出<sup>(8)</sup>，故必須先將此鍵結打斷，才能

偵測出農藥代謝物。取 5 ml 尿液樣品，加入 5 ml 純水，再加入 50% 硫酸 0.5 ml，裝上冷凝管在 100°C 水浴上迴流 30 分鐘即可。

(2). 萃取 (Extraction) :

水解反應完，即 pH 調至 1~2 之間，加入 1 ml 飽和食鹽水後，以 15 ml 乙醚或二氯甲烷萃取兩次，再以 5%  $\text{NaHCO}_3$  10 ml 洗有機層兩次，兩次洗有機層接觸時間以不超過 5 分鐘為宜。

(3). 衍生物反應 (Derivative Reaction) :

將萃取出的有機層流入 50 ml 圓底燒瓶中，加入 2 ml Isooctane 於瓶中，將有機溶劑減壓濃縮乾，以 5 ml 丙酮洗圓底瓶倒入 15 ml 刻度的離心管中，加入 25  $\mu\text{l}$  5%  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液及 175  $\mu\text{l}$  2% PFB-Br 試劑，振盪後，在 40°C 水浴上靜置 3 小時，待反應完全。

(4). 淨化 (Clean-up) :

在離心管中反應完後，加入 2 ml Isooctane 以氮氣吹至 1 ml 左右，再加入 2 ml Isooctane 以氮氣吹至 0.75 ml 備用。小淨化管中，先以 5 ml 正己烷洗，然後將 0.75 ml 試樣以滴管加入淨化管中，離心管中再以 0.75 ml 正己烷洗入淨化管中，以 (I) Benzene-n-Hexane (1:19) 6 ml 加入淨化管濾洗，收集後面 3.5 ml；(II) Benzene-n-Hexane (1:3) 8 ml 濾洗，全部收集；(III) Benzene-n-Hexane (3:1) 8 ml 濾洗，全部收集；(IV) 10 ml Benzene 濾洗，全部收集。最後將 (I) 定量至 1 ml；(II) 定量至 5 ml；(III) 定量至 10 ml；然後以 GLC-ECD 測之。

2. 回收率之試驗：

配製成 0.05 ppm PCP, 0.5 ppm PNP, 0.15 ppm 1-Naphthol, 0.5 ppm 3-Keto-7-phenol Carbofuran, 0.5 ppm Phenol, 0.5 ppm m-Cresol 之丙酮溶液，各取 1 ml 此溶液於 50 ml 圓底燒瓶中，以氮氣吹乾，加入 5 ml 尿液做整個前述步驟之回收。

3. 樣品之分析：

取未曾接觸農藥之 46 位公務員尿液，37 位接觸農藥之農民尿液，及 96 位農藥工廠之工作人員尿液，分別做問卷調查，記錄其接觸農藥之情形，及最近取食種類等。然後依上述分析步驟分析不同職業人尿液中農藥代謝之情形。

## 結果與討論

### 一、分析方法之建立：

1. 水解反應 (Conjugate hydrolysis) :

當農藥經人體代謝後由尿液排泄出時，通常會與糖類共軛而形成配醣體 (Glycoside) 排泄出<sup>(8)</sup>，故必須先將此鍵結打斷，才能偵測出農藥代謝物。以濃鹽酸或 50% 硫酸加入尿液中水解，以 50% 硫酸水解，較不易揮發，回收較好。

2. 萃取 (Extraction) :

溶劑萃取前加入一些鹽類，以防止乳化現象及增加鹽析之效果<sup>(9)</sup>，以不同溶劑萃取時，以乙醚之回收較佳，但 1-Naphthol 必須以二氯甲烷萃取回收較佳。(表 2)

大部份的酚類化合物 (Phenolic Compounds) 是屬於弱酸化合物，其  $K_a$  值為  $10^{-10}$  左右，而一般羧酸 (Carboxylic acids) 的  $K_a$  值在  $10^{-5}$  左右<sup>(9)</sup>，因此萃取酚類化合物時必須要注意其 pH 值。由水中萃取酚類化合物時在 pH=3-4 之間回收較佳<sup>(9)</sup>，但是酚 (phenol) 上如有拉電子基時增加酸性而使 pH 值降低，因此由尿液中萃取酚類化合物將 pH 值控制在 1~2 之間回收較佳。(表 3)

在尿液中含有許多羧酸 (carboxylic acids) 及酚酸 (phenolic acids)<sup>(9)</sup>，故僅以溶劑萃取後由儀器偵測，此時干擾很大，故必須以弱鹼性溶液洗有機層，以除去一些酸類。以 5%  $\text{NaHCO}_3$  溶液洗有機層，如接觸時間太長或量太多時均會造成回收欠佳。(表 4)

如依酚類之性質<sup>(8,9)</sup> 在 pH=1-2 之間有機溶劑萃取出酚類化合物，而後再以

0.2 N NaOH 15 ml 兩次萃取出 phenoxide ion, 再以 12 N HCl 酸化至 pH=1-2

之間, 以乙醚萃取, 此法可除去尿液中的大部份干擾物, 但只有 PCP, PNP 較適

表 2. 不同溶劑萃取 4 種酚類化合物之回收率

Table 2. Recovery of 4 different phenolic compounds by using different solvent

Compound	Solvent extract recovery (%)			
	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
PCP	98	0	67	0
PNP	85	0	0	90
1-Naphthol	0	86	23	18
3-keto-7-phenol Carbofuran	80	80	70	68

\* pH=1.5

表 3. 在不同 pH 值下 4 種酚類化合物之回收率

Table 3. Recovery of 4 phenolic compounds at different pH condition

Compound	Recovery (%) of pH		
	1	1-2	3-4
PCP	95	80	84
PNP	75	95	75
1-Naphthol	80	95	80
3-keto-7-phthol Carbofuran	72	82	80

表 4. 不同之 NaHCO<sub>3</sub> 洗有機層之回收率

Table 4. Recovery of phenolic compounds after the organic layer was washed with different volumes of 5% NaHCO<sub>3</sub>

Compound	Recovery (%) of	
	15 ml × 2	10 ml × 2
PCP	58	80
PNP	60	95
1-Naphthol	62	95
3-keto-7-phenol Carbofuran	70	82

\* pH=1.5

用。(表5)，與有拉電子基的酚類有關。

表 5. 利用酸/鹼萃取酚類化合物之回收率  
Table 5. Recovery of phenolic compounds after acid/base partition

Compound	Recovery (%)
PCP	80
PNP	80
3-keto-7-phenol Carbofuran	46

\* pH-1.5, ethyl ether extract.

3. 衍生物反應 (Derivative Reaction):

酚類化合物是屬於非電子捕獲的化合物

，由 GLC-ECD 無法偵測出，故必須形成衍生物後由儀器偵測出。形成衍生物之方式有許多種<sup>(1)</sup>，但以 PFB-Br (penta fluorobenzyl bromide) 當衍生物試劑時敏感度較高。(表 6)

4. 淨化 (clean-up):

小淨化管的主要功能在吸收色素，淨化及將各衍生物分離，為達到此目的，以低極性至高極性不同比例之溶劑沖洗淨化管，分段收集，而將化合物分離之。(表 7)

整個分析方法中，於濃縮或以氮氣吹至某一定量時，一定要加入 Isooctane 當做保護劑，防止其揮發，其整個步驟回收見

表 6. 不同酚類化合物之 PFB 衍生物之最低偵測量<sup>1)</sup>

Table 6. Detection limites of PFB derivatives of phenolic compounds from urine<sup>1)</sup>

Compound	Limit	of
	sensitivity ng	detection ppm
PCP-PFB	0.05	0.0002
PNE-PFB	0.05	0.0020
1-Naphthol-PFB	0.03	0.0007
3-keto-7-phenol Carbofuran-PFB	0.05	0.0030
PheEol-PFB	0.05	0.0026
m-Cresol-PFB	0.05	0.0023

1) Varian 3700, GLC-ECD 3% OV-1

表 7. 酚類化合物之 PFB 衍生物之滯留時間及自淨化管洗出之次序

Table 7. Retention time and eluting order of PFB derivatives of tested phenolic compounds

PFB ether deriv. of	R. T. (min) <sup>1)</sup>	Fraction <sup>2)</sup>
PCP	5.5	I
PNP	4.2	III
1-Naphthol	2.1	II
3-keto-7-phenol Carbofuran	3.5	IV
Phenol	1.1	II
m-Cresol	1.7	II

1) R. T. under Varian 3700, 3% OV-1, N<sub>2</sub>: 40 psig, Inj. T.: 240C, Det. T.: 250C, Col. T.: PCP, 1-Naphthol 190C; PNP, 3-keto-7-phenol Carbofuran 170C; Phenol, m-Cresol 150C.

2) 1g silca gel No. 923 100/200 mesh (Davison Chemical Co.)

表 8。

及農藥工廠工作人員96人。分析結果見表 9。

二、樣品分析：

其結果可以看出三類人員之尿液中都含有

利用此方法分析 179 人之尿液中酚類化合物之含量，其中包括公務員 46 人，農民 37 人

PCP, PNP, 1-Naphthol 以及 phenol。除了少數農藥工廠工作人員中含有 3-keto-7-phenol

表 8. 尿液中酚類化合物經整個分析步驟之回收率

Table 8. Recovery of phenolic compounds from urine through complete analytical procedure

Compound	Recovery (%) <sup>1)</sup>	Average Recovery (%)
PCP	80-98	94
PNP	85-95	91
1-Naphthol	86-95	93
3-keto-7-phenol Carbofuran	80-90	83
Phenol	70-80	77
m-Cresol	68-75	70

1) Data were obtained by 3 separated trials.

表 9. 不同職業人尿液中酚類化合物含量之調查

Table 9. The residue levels of phenolic compounds in the urine of different occupations<sup>1)</sup>

Metabolites	Occupations	No. of sample	Positive sample	% of positive sample	(ppm) Average	(ppm) Max. residue
PCP	W	96	82	85.4	0.3047	12.0300
	F	37	27	73.0	0.0014	0.0071
	O	46	35	76.1	0.0013	0.0120
PNP	W	96	33	34.4	0.3343	31.3390
	F	37	20	54.1	0.0341	0.1888
	O	46	3	6.5	0.0015	0.0452
1-Naphthol	W	96	73	76.0	0.0192	0.3376
	F	37	28	75.7	0.0078	0.0650
	O	46	36	78.3	0.0096	0.0524
3-keto-7-phenol carbofuran	W	96	5	5.2	0.0014	0.0620
	F	37	1	2.7	0.0003	0.0097
	O	46	0	0	ND	ND
Phenol	W	96	72	75.0	0.1687	4.0368
	F	37	31	83.8	0.2289	2.5659
	O	46	30	65.2	0.0961	1.5633
m-Cresol	W	96	0	0	ND	ND
	F	37	0	0	ND	ND
	O	46	0	0	ND	ND

1) ND: non-detectable

W: Workers of pesticide manufactory

F: Farmers

O: Officers

Carbofuran 之外，其它二類人員之尿液中幾乎都沒有發現 3-keto-7-phenol Carbofuran，三類人員之尿液中都沒有發現 m-Cresol。

由於 PCP, PNP, 1-Naphthol, 以及 phenol, 除了可能來自農藥之外，也可能來自

其它的藥物或食品添加物。為瞭解此四種化合物何者與農藥關係最大，乃將此四種化合物在農藥工廠工作人員，農民及公務員尿液中出現率及含量作一比較，結果如圖 1、圖 2、圖 3 及圖 4。由此四圖顯示 PCP 及 PNP 似乎受其他

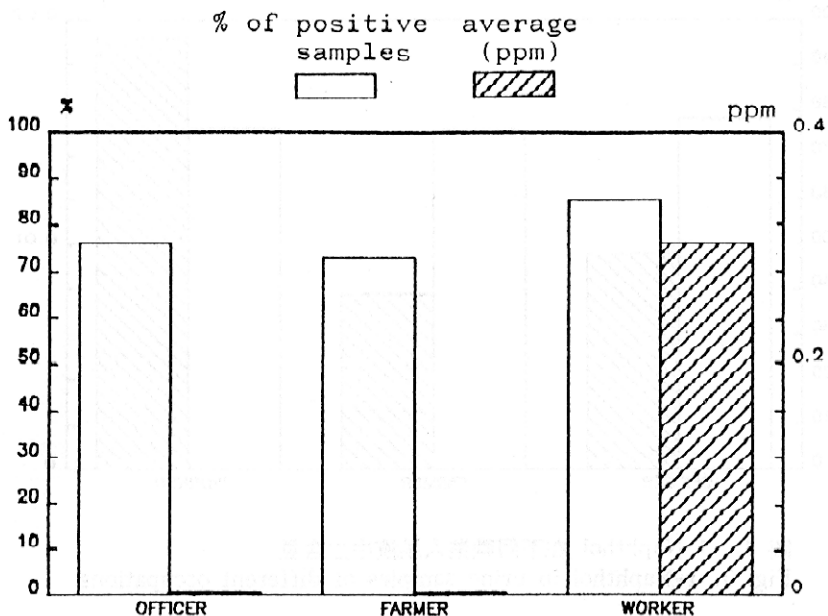


圖 1. PCP 在不同職業人尿液中之含量。  
Fig. 1. PCP in urine samples of different occupations.

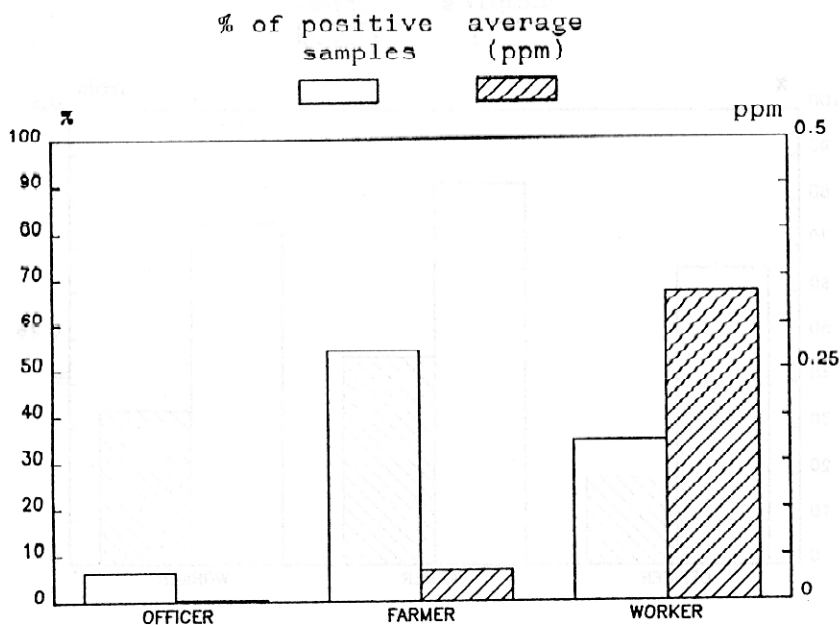


圖 2. PNP 在不同職業人尿液中之含量。  
Fig. 2. PNP in urine samples of different occupations.

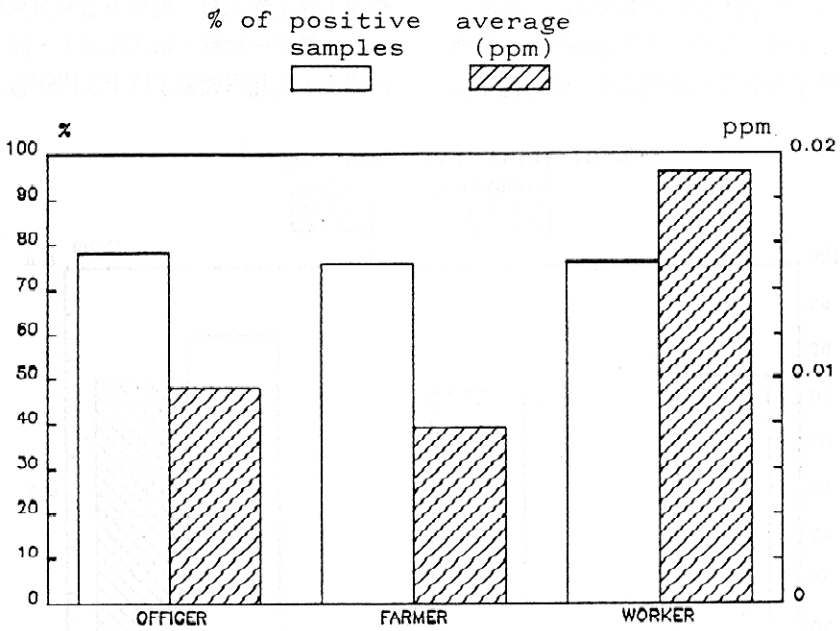


圖 3. 1-Naphthol 在不同職業人尿液中之含量。  
Fig. 3. 1-Naphthol in urine samples of different occupations.

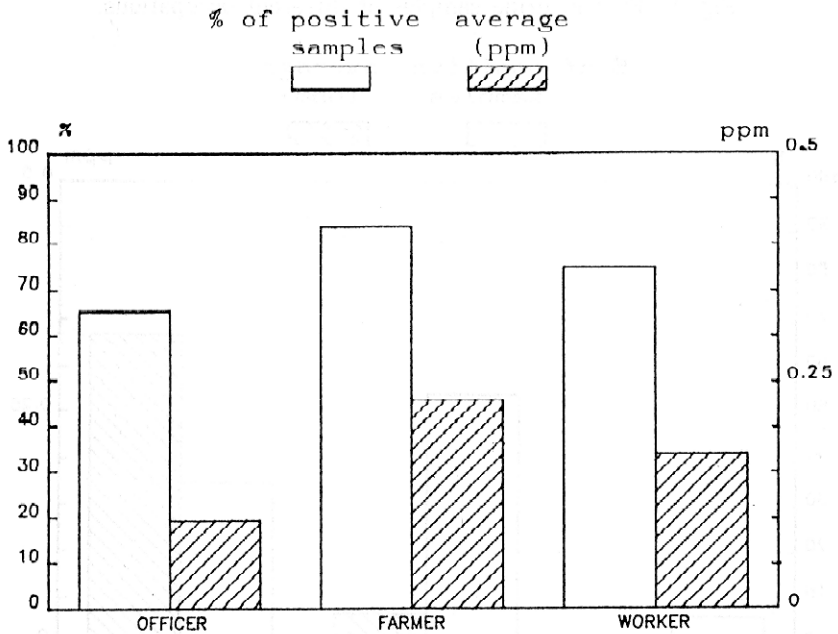


圖 4. Phenol 在不同職業人尿液中之含量。  
Fig. 4. Phenol in urine samples of different occupations.

藥物或食品添加物之干擾較少，1-Naphthol，其次，而 phenol 則受其它藥物或食品添加物之干擾極大，因為農藥工廠工作人員接受農藥之量遠高於農民，最少則為公務員，故若一

種尿中之分解產物在農民及公務員尿中高於農藥工廠工人則顯然是有其他因子干擾而非完全來自農藥。由圖 5 顯示，在不同職業人尿液中總酚含量之比較，發現農藥工廠工人及研究員

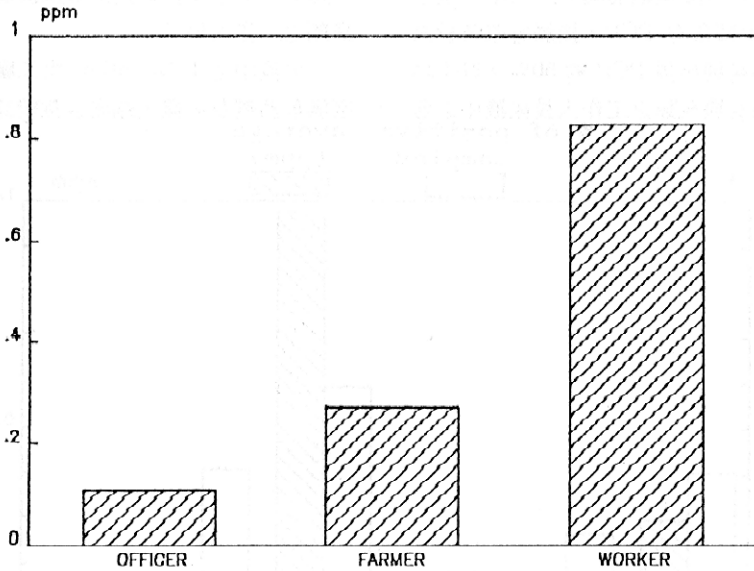
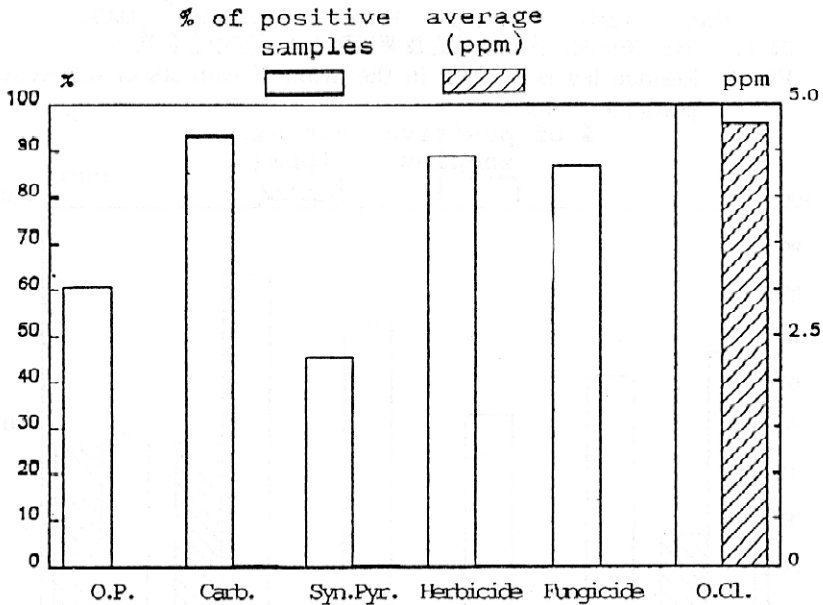


圖 5. 不同職業人尿液中酚類總含量之比較。

Fig. 5. Total phenolic compounds in urine samples of different occupations.



O.P.: Organophosphate insecticide  
Syn.Pyr.: Pyrethroids insecticide

Carb.: Carbamate insecticide

O.Cl.: Chlorinated hydrocarbon insecticide

圖 6. PCP 在接觸六大類農藥之農藥工廠工人尿液中之含量。

Fig. 6. Residue levels of PCP in the urine of workers of different pesticide factories.

因爲直接接觸農藥的緣故，普遍均比公務員及農民尿液中酚類化合物含量高。

分析接觸不同類農藥之工廠工作人員尿液中酚類化合物，發現接觸有機氯類、殺菌劑類、殺草劑、氨基甲酸鹽類農藥之工人中，幾乎100%之尿液中都含有PCP，接觸有機磷殺蟲劑及合成除蟲菊則出現PCP約50%。以平均含量來看接觸有機氯類之工作人員尿液中之含

量最高，比接觸其他農業者高達500倍以上。

(圖6)

尿液中含PNP之農藥工廠工作人員以接觸殺草劑之人員出然率最高，平均含量也最多(圖7)。平均含量其次者爲接觸有機磷劑殺蟲劑之工作人員。

尿液中含1-Naphthol之工廠工作人員以接觸殺菌劑及有機氯劑者含量較高(見圖8)

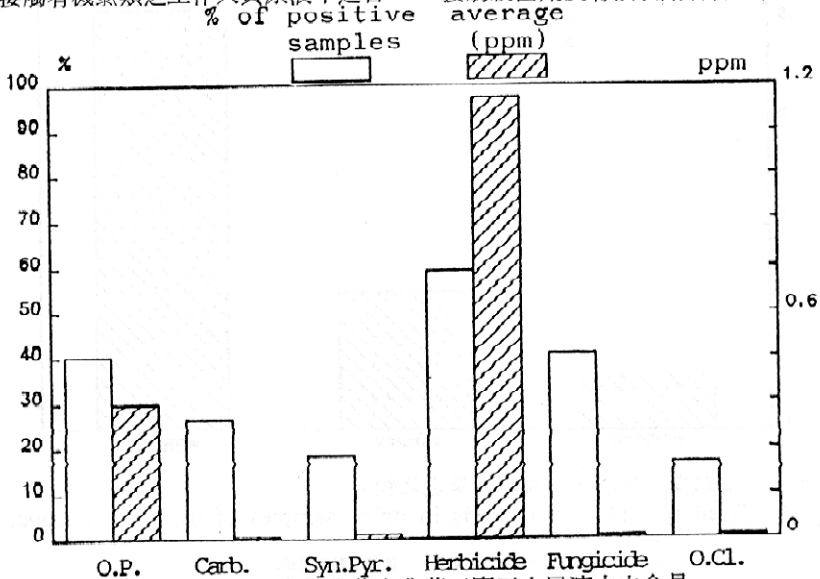


圖 7. PNP 在接觸六大類農藥之農藥工廠工人尿液中之含量。

Fig. 7. Residue levels of PNP in the urine of workers of different pesticide factories.

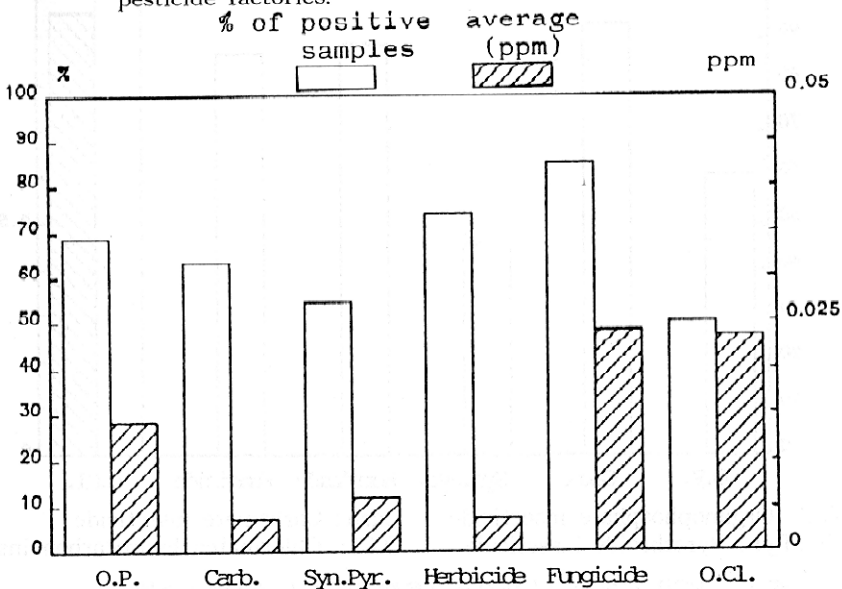


圖 8. 1-Naphthol 在接觸六大類農藥之農藥工廠工人尿液中之含量。

Fig. 8. Residue levels of 1-Naphthol in the urine of workers of different pesticide factories.

；Phenol 在尿液中之含量則以接觸殺草劑者為最多（見圖 9）。上述分析結果似乎顯示接觸有機氯類，殺草劑類，以及殺菌劑類農藥之工作人員尿液中有較高含量之酚類化合物，這

可能是由於此等農藥急毒性不高，故操作時疏於防範，抑或是尿液中之酚類代謝產物均由此三類農藥而來，則需更進一步之研究。

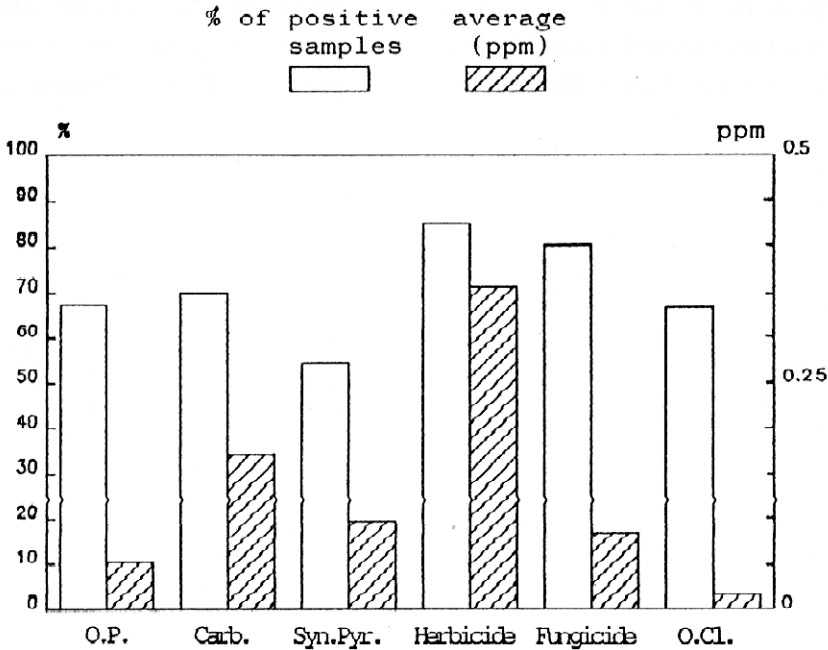


圖 9. Phenol 在接觸六大類農藥之農藥工廠工人尿液中之含量。  
Fig. 9. Residue levels of Phenol in the urine of workers of different pesticide factories.

引用文獻

1. 李國欽、李宏萍。1984。尿液中農藥及其代謝物之偵測方法，科學農業。32(1-2): 34-36.
2. Bakke, O. M. and R. R. Scheline 1969. Analysis of simple phenol of interest in metabolism. Anal. Biochem. 27:451-462.
3. Coburn, J. A., B. D. Ripley and A. S. Y. Chau. 1976. Analysis of pesticide residue by chemical derivatization. II N-methylcarbamates in natural water and soil. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 59(1):188-196.
4. Davies, J. E., V. H. Freed, H. F. Enos, A. Barquet, C. Morgade and J. X. Danauskas. 1980. Minimizing occupational exposure to pesticides: Epidemiological overview. Residue Reviews 75:7-20.
5. Draper, W. M. 1982. A multiresidue procedure for the determination and confirmation of acidic herbicide residue in human urine. J. Agric. Food Chem. 30(2):227-231.
6. Grupe, A. and G. Spittler. 1981. New polar metabolites in human urine. J. Chromatogr. 226:301-314.
7. Johnson, L. G. 1973. Formation of PFB derivatives for the identification and quantitation of acid and phenol pesticide residues. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 56(6):1503-1505.

8. Menzie, C. M. 1969. Metabolism of Pesticide. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife. Special Scientific Report -Wildlife No. 127. Wasihgton, D. C.

9. Morrison, R. T. and R. N. Boyd. 1973. Organic Chemistry 3rd. Edition. p. 790, Allyn and Bacon, Inc. Boston,

Mass.

10. Shafik, M. T. and D. E. Bradway. 1976. Worker reentry safty VIII. The determination of urinary metabolites-An index of human and animal exposure to nonpersistent pesticides. Residue Reviews 62:59-77.



Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.

Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.