

國立臺東大學生命科學研究所  
碩士論文

指導教授：魏百祿 博士

賴嘉祥 博士



十種農藥的消費者風險評估

研究生：陳美君 撰

中華民國九十七年一月

國立台東大學

學位論文考試委員審定書

系所別：生命科學研究所

本班 陳美君 君

所提之論文 十種農藥的消費者風險評估

業經本委員會通過合於

碩士學位論文 條件  
博士學位論文

論文學位考試委員會：

賴嘉祥

(學位考試委員會主席)

胡輝淳

魏石錄

(指導教授)

論文學位考試日期：97年1月14日

國立台東大學

附註：1. 本表一式二份經學位考試委員會簽後，送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。

2. 本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

# 博碩士論文授權書

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 生命科學 所

九十六 學年度第 一 學期取得 碩 士學位之論文。

論文名稱：十種農藥的消費者風險評估

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予下列單位：

同意	不同意	單位
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	國家圖書館
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	本人畢業學校圖書館

得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或其他各種數位化方式重製後散布發行或上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

## 公開時程

立即公開	一年後公開	二年後公開	三年後公開
			<input checked="" type="checkbox"/>

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未鈎選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：魏百祿

研究生簽名：陳美君

學 號：9300811

日 期：中華民國 九十六 年 一 月 十五 日

## 謝 誌

本論文的完成，由衷感謝恩師：魏百祿博士，在研究期間給我充分的指導，逐步引導資質駑鈍的我學習，並架構了嚴謹的研究以及學習態度，謹在此致上最高的敬意與謝意。

另一位論文指導老師：賴嘉祥博士，也給予本人相當細心的論文寫作指導，提點我完善的論文架構以及資料的整理，謹在此致上由衷的感謝。

在資料蒐集時，曾不揣冒昧的請教植物研究的前輩：李國欽博士，承蒙李博士不吝指導我這個後生小輩，泱泱之學者風範令人感佩，謹在此致上由衷的謝忱。

本所所長李炎副教授，以及本所劉炯錫教授、彭仁君副教授，自教系的林家慶副教授、林綉美副教授、楊義清副教授、胡焯淳助理教授、廖尉岑助理教授，國立中國醫藥研究所陳建志博士、邱文慧博士、蔡維人博士，諸位師長在研究期間給予指導和鼓勵；本所的助理張惠嵐小姐給予最貼心的協助，以及同學和學弟妹們的友情支持，一併在此致上最深的謝忱。

謹以本論文獻給去年底辭世的父親，仍然辛勤持家的母親，鼓勵我的大姐以及親愛的老公和女兒，致上我最誠摯的感謝。

# 十種農藥的消費者風險分析

作者：陳美君

國立臺東大學生命科學研究所

## 摘要

本論文主要研究十種台灣常用於農作物的農藥拉草(Alachlor)、布瑞莫(Bupirimate)、丁基拉草(Butachlor)、嘉磷塞(Glyphosate)、馬拉松(Malathion)、莫多草(Metolachlor)、施得圃(Pendimethalin)、福瑞松(Phorate)、腐絕(Thiabendazole)及三福林(Trifluralin)，針對十種農藥於食品上的農藥殘留量對於消費者日常持續食用之危害指數及致癌風險分別進行評估。

上述十種農藥中，其中三福林(Trifluralin)於IRIS被定義為也許是人類致癌物，致癌斜率為 $7.70E-03$ ，故需推估其致癌風險值，其餘九種農藥不具有致癌性，則風險以危害指標值(HI)推估。

結果顯示，除三福林外，其餘九種農藥在以容許濃度為計算基礎之危害指標值(HI)為 $4.54E-01 \sim 2.24E-05$ ，以 $1/2$ 偵測極限(LOD)為計算基礎之危害指標(HI)為 $1.50E-02 \sim 5.59E-07$ 。三福林於各項蔬果之致癌風險分別為 $8.45E-07 \sim 4.40E-10$ ，於八種蔬果之致癌風險合計為

2.90E-06，已有致癌風險之虞，建議相關單位調降三福林(Trifluralin)施用於農作物之容許濃度，以免對人體健康產生危害。其餘方面消費者持續攝取蔬果作物之危害指數以及致癌風險大致均在安全範圍內，未達傷害人體健康之程度。亦即表示，若依此原則施用農藥，則農藥殘留於蔬果食品的量在安全值內，消費者可以安心食用。

**關鍵詞：**農藥殘留、消費者風險評估。



# The Study of Consumer Risk Analysis for Ten Pesticides

Mei-Jiun Chen

## Abstract

This paper analyzes the ten pesticides in Taiwan namely Alachlor, Bupirimate, Butachlor, Glyphosate, Malathion, Metolachlor, Pendimethalin, Phorate, Thiabendazole and Trifluralin respectively for crops. The effect of pesticide residue in daily food is examined by assessing its *hazard index* (HI) and cancer risk.

Among the ten pesticides, Trifluralin is defined as the carcinogenic by IRIS due to the reason that its slope factor is  $7.70E-03$ . Therefore, the ratio of cancer risk of Trifluralin must be estimation. However, the risk of the rest nine pesticides with no carcinogenic are estimated by HI.

The results show that on the basis of the admissible concentration, the HI of the nine pesticides is between  $4.54E-01$  to  $2.24E-05$ . On the basis of  $1/2$  *limit of detection* (LOD), the HI is between the range of  $1.50E-02$  to  $5.59E-07$ . For Trifluralin, the cancer risk is between  $8.45E-07$  and  $4.40E-10$ , the cancer risk equals in 8 kinds vegetables is  $2.90E-06$ , it results in risk of cancer probably. Suggests the related unit debases the admissible

concentration of Trifluralin, avoids having the harm to the health. It indicates that the *hazard index* (HI) and cancer risk of the crops are in the range of safety. In short, this study suggests that the use of the pesticides for the crops should be limited in the safety ranges.

**Keywords: pesticide residue, Consumer risk assessment**



目 錄

中文摘要	i
英文摘要	iii
目錄	v
表目錄	vii
第一章 前言	1
第二章 背景資料與文獻回顧	4
一、物理及化學特性	4
二、用途	14
三、毒理資料	19
第三章 材料與方法	37
一、相關資料	37
(一) 總膳食計畫	37
(二) 食品國民平均取食量	38
(三) 國民平均體重	38
(四) 農作物之分類	39
(五) 農藥每人每日容許攝入量	40
(六) 農藥殘留的檢驗方法	42
(七) 農藥殘留容許量	45
二、消費者風險評估	50
(一) 風險評估	50
(二) 消費者風險評估	56
(三) 致癌風險評估與非致癌風險評估	58

第四章 結果與討論.....	63
第五章 結論與建議.....	88
第六章 參考文獻.....	97



## 表 目 錄

表 2.1.1 拉草的理化性質	4
表 2.1.2 布瑞莫的理化性質	5
表 2.1.3 丁基拉草的理化性質	6
表 2.1.4 嘉磷塞的理化性質	7
表 2.1.5 馬拉松的理化性質	8
表 2.1.6 莫多草的理化性質	9
表 2.1.7 施得圃的理化性質	10
表 2.1.8 福瑞松的理化性質	11
表 2.1.9 腐絕的理化性質	12
表 2.1.10 三福林的理化性質	12
表 2.3.1 動物實驗常用之毒理學名詞	19
表 2.3.2 拉草毒理資料	20
表 2.3.3 拉草口服的 $R_fD$ 摘要	21
表 2.3.4 布瑞莫毒理資料	22
表 2.3.5 丁基拉草毒理資料	23
表 2.3.6 嘉磷塞毒理資料	24
表 2.3.7 嘉磷塞口服的 $R_fD$ 摘要	25
表 2.3.8 馬拉松毒理資料	26
表 2.3.9 馬拉松口服的 $R_fD$ 摘要	29
表 2.3.10 莫多草毒理資料	30
表 2.3.11 莫多草口服的 $R_fD$ 摘要	31
表 2.3.12 施得圃毒理資料	32
表 2.3.13 施得圃口服的 $R_fD$ 摘要	32

表 2.3.14 福瑞松毒理資料	33
表 2.3.15 腐絕毒理資料	34
表 2.3.16 三福林毒理資料	35
表 2.3.17 三福林口服的 $R_{fD}$ 摘要	36
表 3.1.1 殘留農藥安全容許量表 中農作物之分類表	39
表 3.1.2 十種農藥之 ADI 值	41
表 3.1.3 實驗室分析方法標準操作手冊 TTDS-AA 系列分析法摘要表	43
表 3.1.4 農藥殘留檢驗方法摘要表	44
表 3.1.5 農藥殘留檢驗方法名詞釋義	45
表 3.1.6 殘留農藥安全容許量表	46
表 3.2.1 毒性物質毒性等級分類標準	52
表 3.2.2 常用風險名詞之單位	53
表 3.2.3 暴露風險評估推估之參數	57
表 3.2.4 農藥之致癌風險分類	60
表 3.2.5 美國環保署(EPA,IRIS)致癌風險分類	61
表 3.2.6 國際癌症研究機構(IARC)人類致癌因子分類表	61
表 3.2.7 世界衛生組織(WHO)農藥成份風險分類表	62
表 4.1.1 農藥之 ADI 值與 LOD 值	64
表 4.1.2 以容許濃度為基礎計算 Alachlor 之 HI 結果	65
表 4.1.3 以 1/2LOD 為基礎計算 Alachlor 之 HI 結果	66
表 4.1.4 以容許濃度為基礎計算 Bupirimater 之 HI 結果	67
表 4.1.5 以 1/2LOD 為基礎計算 Bupirimate 之 HI 結果	68
表 4.1.6 以容許濃度為基礎計算 Butachlor 之 HI 結果	69
表 4.1.7 以 1/2LOD 為基礎計算 Butachlor 之 HI 結果	70

表 4.1.8 以容許濃度為基礎計算 Glyphosate 之 HI 結果·····	71
表 4.1.9 以 1/2LOD 為基礎計算 Glyphosate 之 HI 結果·····	72
表 4.1.10 以容許濃度為基礎計算 Malathion 之 HI 結果·····	74
表 4.1.11 以 1/2LOD 為基礎計算 Malathion 之 HI 結果·····	75
表 4.1.12 以容許濃度為基礎計算 Metolachlor 之 HI 結果·····	76
表 4.1.13 以 1/2LOD 為基礎計算 Metolachlor 之 HI 結果·····	77
表 4.1.14 以容許濃度為基礎計算 Pendimethalin 之 HI 結果·····	78
表 4.1.15 以 1/2LOD 為基礎計算 Pendimethalin 之 HI 結果·····	79
表 4.1.16 以容許濃度為基礎計算 Phorate 之 HI 結果·····	80
表 4.1.17 以 1/2LOD 為基礎計算 Phorate 之 HI 結果·····	82
表 4.1.18 以容許濃度為基礎計算 Thiabendazole 之 HI 結果·····	83
表 4.1.19 以 1/2LOD 為基礎計算 Thiabendazole 之 HI 結果·····	85
表 4.1.20 以容許濃度為基礎計算 Trifluralin 之致癌風險·····	86
表 4.1.21 以 1/2LOD 為基礎計算 Trifluralin 之致癌風險·····	87
表 5.1 農藥之危害指標值·····	88
表 5.2 以容許濃度為基礎總計各類食物之 HI 結果·····	90
表 5.3 以 1/2LOD 為基礎總計各類食物之 HI 結果·····	93

# 第一章 前言

台中市又驚傳鴨子吃高麗菜暴斃的事件，檢驗結果發現，鴨子吃的高麗菜外葉檢驗出 3 種殺蟲劑、1 種殺菌劑為不得檢出之農藥或超過安全容許量，高麗菜農藥殘留衝擊人心，導致菜價下跌，農民也因而損失不貲。

其實農藥殘留的事件屢見不鮮，近年來就有如：40 萬噸毒蔬果流入市場，市售有機蔬果 2 成農藥過量，北市營養午餐學童集體中毒，市售花椰菜農藥殘留高達 90%，市售玫瑰情人看毒、洗農藥浴及美國進口小麥馬拉松農藥殘留等等較重大的新聞事件。行政院衛生署藥物食品檢驗局例行的蔬果殘留農藥檢驗結果也經常檢驗出不合規定之農藥殘留，農藥的使用對於維持台灣的農業生產有其不可忽視之處，然而農藥殘留於食品如果造成過分的汙染，將使消費者身體健康受到影響。站在消費者的立場當然為之擔憂，蔬果殘留農藥的狀況是否真的如此嚴重？

首先探討的是，什麼是農藥：美國早期將農藥稱之為「economic poison」，歐洲則稱之為「agrochemicals」，現在多數國家將其稱之為「Pesticides」。農藥(Pesticides)係指用於防除農林作物或其產物之病蟲鼠害、雜草者，或用於調節農林作物生長或影響其生理作用者，或用於調節有益昆蟲生長者。國際上依農藥之防治對象分類為殺菌劑、殺蟲劑、除草劑、殺蟎劑、殺鼠劑、殺線蟲劑、植物生長調節劑、除螺劑、除藻劑等。國內農藥分類與國際相同，大部分農藥由於其作用為殺蟲、殺菌或除草等特性，或多或少對人體、動物或環境會造成某種程度的風險或危害。但同樣的農藥可防治有害病、蟲或雜草，使用農藥可提高農作之生產。考慮農藥之毒性及其有效成分，大略分為生物性農藥(biological pesticides, biopesticides)及傳

統化學農藥。化學農藥目前仍屬農藥之大宗，依其化學結構可分為有機磷劑(organic phosphate)、有機氮及雜環化合物(organic nitrogen and heterocyclic compounds)、氨基甲酸鹽劑(carbamates)、合成除蟲菊精類(pyrethroid)、尿素系(Urea)、三唑系(triazole)、三氮井系(atrazine)、苯氧酸系(benzoic acid)、二硫代氨基甲酸鹽類等(dithiocarbamate)。(行政院農業委員會動植物防疫檢疫局-農藥資訊服務網，2007)

農藥是一種用來殺死病蟲害物之藥物，就如同其他毒性化學物質，農藥因對生物具有傷害之潛能，故屬危險物質(hazardous)。自然界中存在許多毒性物質，如肉毒桿菌毒素(botulinum toxin)及戴奧辛(dioxin)，毒性強的毒性物質或農藥對人體及環境有較高的傷害風險，因此，在處理與使用這些高毒性藥劑時，必須作適當預防措施。農藥之所以高風險，亦與其暴露方式進入生物體途徑有關，一般主要經由口服、皮膚或眼睛吸收，或由呼吸進入肺臟，但亦可經由皮膚注射進入靜脈、動脈或組織中。(廖俊旺、黃振聲，2004)

農藥殘留正確的觀念是農藥依政府認可的使用方法使用後殘留下來的量，殘留不一定是殘毒或污染。殘留物在毒理上有其重要性，並有實際的暴露量，才構成農藥殘留之意義。因意外或不當使用造成之異常殘留就可能是污染。也因此在此評定農藥殘留時，定性與定量的觀念非常重要。

農藥的種類很多，結構不同，性質不同，和殘留最有關的是它的水溶性、脂溶性及移行性。農藥為發揮效果常依使用需要製成不同劑型，像作成乳劑、粉劑、粒劑、片劑等。大部分的農藥都在田間使用，部分用於溫室網室內，也有用於倉儲處理或採收後才使用的。除了農藥本身特性、劑型、使用方法會造成殘留量的不同外，環境因子如光、熱、水、微生物及作物代謝能力，都會影響農藥殘留。(翁愷慎，2001)

因此，如何適當的選擇農藥以及使用農藥避免造成殘留，實為非常複雜之事；管制農藥殘留治本方法是使用者的安全用藥教育，我國的行政院衛生署藥物食品檢驗局也為農藥殘留的問題把關，每年都有例行的蔬果殘留農藥檢驗，然而檢出不符規定之農藥殘留仍無時無之，未能完全消除違法之使用。所以今後農藥研究的走向仍應該朝向「對使用之作物有高度效應，對非目標之生物以及環境而言是安全」的目標努力，農委會由 86 年度即開始執行包括病害防治用微生物與天然製劑之開發應用計畫，並將所建立技術移轉產業界商品化應用，我們也期望研究有成，早日解除人們生活之恐懼。

本研究僅基於消費者之立場，以行政院衛生署 2006 年 9 月公告之殘留農藥安全容許量以及 1/2 檢測極限(Limit of Detection，簡稱 LOD)為基礎，以及「九十二年度食品污染物國人總膳食調查計畫(Taiwan Total Diet Study 2003/2004，簡稱 TTDS 2003/2004)」所檢驗出農藥殘留之數值為依據，再以每人每日容許攝入量值(ADI)作為消費者風險評估之依據，以期能作為農藥使用上參考之用。

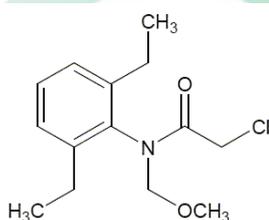
## 第二章 背景資料與文獻回顧

### 一、物理及化學特性

#### (一) 拉草(Alachlor)

1. 化學名稱：  
2-chloro-2',6'-diethyl-N-methoxymethylacetanilide  
2-氯-2',6'-二乙基-N-甲氧甲基乙醯苯胺

2. 化學結構：



3. 理化性質：見表 2.1.1。

表 2.1.1 拉草的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>14</sub> H <sub>20</sub> ClNO <sub>2</sub>
分子量	269.8
外觀	黃白到紫紅，無味固體狀（室溫下）；黃色到紅色液體（>40℃）。
熔點	39.5-41.5℃
沸點	100℃ (2.67Pa)和 135℃(40Pa)
蒸氣壓	293.3×10 <sup>-5</sup> Pa（24℃）
密度	1.06（25℃）
閃火點	39.4℃

表 2.1.1(續) 拉草的理化性質

項目	特性
溶解度(水)	約為 242 mg/l (25°C)
溶解度(其他溶劑)	能溶於乙醚、丙酮、苯、氯仿、乙醇等有機溶劑。
穩定性	在強酸強鹼條件下可水解，但對紫外線輻射分解的相對抗性較高，在 105°C 時分解。在低於 0°C 條件下會出現結晶，已結晶的拉草在 15~20°C 下可重新溶解，對藥效無影響。
凝固點	137°C (密閉空間)；160°C (開放空間)。

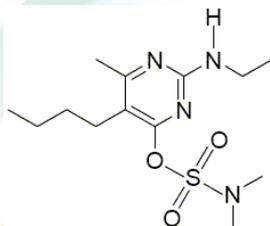
## (二) 布瑞莫(Bupirimate)

### 1. 化學名稱：

5-butyl-2-ethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl dimethylsulfamate

5-丁基-2-乙氨基-6-甲基嘧啶-4-基 二甲基氨基磺酸酯

### 2. 化學結構：



### 3. 理化性質：見表 2.1.2。

表 2.1.2 布瑞莫的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>13</sub> H <sub>24</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub> S
分子量	316.4
外觀	淡褐色蠟狀固體
熔點	50~51 °C，原體約 40~45 °C
蒸氣壓	0.1 mPa (25°C)
閃火點	> 50 °C
溶解度(水)	在水中溶解度 22mg/l (pH 5.2, 25 °C)
溶解度(其他溶劑)	除石蠟油外，溶於大多數有機溶劑
穩定性	在稀鹼中安定，在稀酸中迅速水解，水溶液中光分解迅速，37 °C 以上貯存不安定。

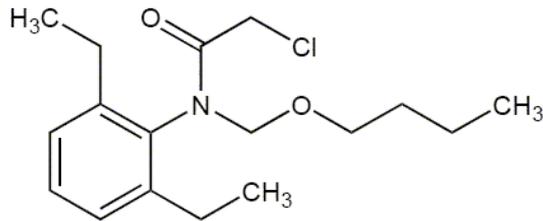
### (三) 丁基拉草(Butachlor)

1. 化學名稱：

N-butoxymethyl-2-chloro-2',6'-diethylacetanilide

N-丁氧甲基-2-氯-2',6'-二乙基乙醯苯胺

2. 化學結構：



3. 理化性質：見表 2.1.3。

表 2.1.3 丁基拉草的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> ClNO <sub>2</sub>
分子量	311.9
外觀	淺黃帶紫的油狀液體，聞起來有甜味。
熔點	-2.8°C 至 1.7°C
沸點	156 °C (0.5 mmHg)
蒸氣壓	2.4×10 <sup>-1</sup> mPa (25°C)
密度	1.07~1.059(25°C)
閃火點	> 135°C
溶解度(水)	20mg/l (20°C)
溶解度(其他溶劑)	室溫下能溶於乙醚、丙酮、苯、乙醇、乙酸乙酯和己烷等多種有機溶劑。
穩定性	> 165°C 會分解，在紫外光中穩定，≤45°C 不穩定。土壤中持留時間42~70天，損失主要是微生物所致。對鋼和鐵有腐蝕性。
凝固點	< -5°C
黏性	37 cP (25°C)

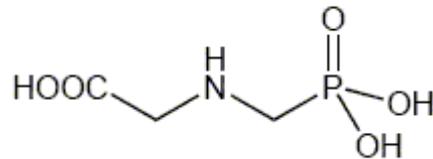
#### (四) 嘉磷塞(Glyphosate)

1. 化學名稱：

N-(Phosphonomethyl)glycine

氮-(二氧磷基甲基)胺基乙酸

2. 化學結構：



3. 理化性質：見表 2.1.4。

表 2.1.4 嘉磷塞的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> NO <sub>5</sub> P
分子量	169.1
外觀	無味無色晶體
熔點	200°C
密度	1.74
溶解度(水)	在水中溶解度大，約為 12 g/l (25°C)
溶解度(其他溶劑)	不易溶於一般有機溶劑，如：丙酮、乙醇、酮類。
穩定性	分解溫度：230°C，對光安定，易與鹼金屬或胺類化合物形成水溶性鹽。

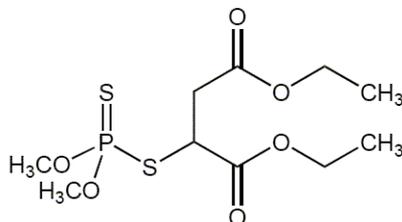
#### (五) 馬拉松(Malathion)

1. 化學名稱：

S-1,2-bis(ethoxycarbonyl)ethyl O,O-dimethyl phosphorodithioate

二硫代磷酸 O,O-二甲基-S-(1,2-二乙酯基乙基)酯

2. 化學結構：



3. 理化性質：見表 2.1.5。

表 2.1.5 馬拉松的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>10</sub> H <sub>19</sub> O <sub>6</sub> PS <sub>2</sub>
分子量	330.36
外觀	清澈有蒜臭味之液體，工業品是黃褐色油狀液體。
熔點	2.85 °C
沸點	156~157 °C (50 Pa)
蒸氣壓	5.3 mPa(30°C)
密度	1.23(25°C)
閃火點	> 163°C
溶解度(水)	145mg/l(25°C)
溶解度(其他溶劑)	易溶於大多數有機溶劑中，例如：醇類，酯類，酮類，醚類及芳香族，微溶於石油醚中，其分佈係數(正辛烷/水)為 560。
穩定性	在中性和酸性介質中水解很慢，偏鹼性時，水解就顯著加快。在有銅、鐵、錫、鋁等存在時更能促使分解。

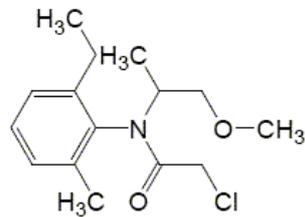
## (六) 莫多草(Metolachlor)

1. 化學名稱：

2-chloro-N-(6-ethyl-o-tolyl)-N-[(1RS)-2-methoxy-1-methylethyl]acetamide

2-氯-N-(1-甲基-2-甲氧乙基)-N-(2-乙基-6-甲基苯基)乙醯胺

2. 化學結構：



3. 理化性質：見表 2.1.6。

表 2.1.6 莫多草的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> ClNO <sub>2</sub>
分子量	283.8
外觀	無色至淡褐色液體
熔點	-62.1℃
沸點	100℃ (0.001 mmHg)
蒸氣壓	4.2 mPa (25℃)
密度	1.12 (20℃)
閃火點	190℃ (101.325 kPa)
溶解度(水)	488 mg/l (25℃)
溶解度(其他溶劑)	可與苯、甲苯、乙醇、丙酮、二甲苯、正己烷、二甲基甲醯胺、二氯乙烷、環己酮、甲醇、辛醇，和二氯甲烷互溶，而不溶於乙二醇、丙二醇、石油醚。
穩定性	至275 °C仍可穩定，可在強鹼和強礦酸(mineral acids)下進行水解。

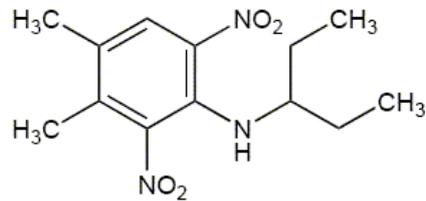
(七) 施得圃(Pendimethalin)

1. 化學名稱：

N-(1-ethylpropyl)2,6-dinitro-3,4-xylidine

N-(1-乙基丙基)-2，6-二硝基-3，4-二甲基苯胺

2. 化學結構：



3. 理化性質：見表 2.1.7。

表 2.1.7 施得圃的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>13</sub> H <sub>19</sub> N <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
分子量	281.31
外觀	橘黃色固體
熔點	54-58 °C
沸點	330°C
蒸氣壓	< 4 mPa(25 °C)
密度	1.19(25 °C)
溶解度(水)	0.3mg/l(20°C)
溶解度(其他溶劑)	在丙酮溶解度700g/l、二甲苯628g/l、庚烷138g/l、異丙醇77 g/l(以上均為20°C)。可溶於丙酮、玉米油、二甲苯、庚烷、苯、甲苯、氯仿、二氯甲烷；微溶於石油醚。
穩定性	蒸餾會分解

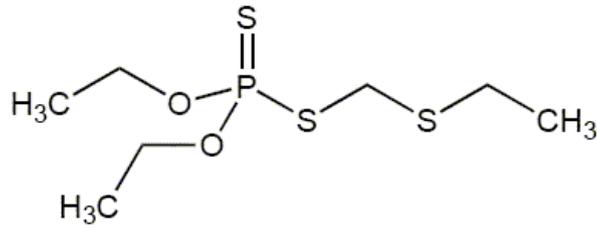
(八) 福瑞松(Phorate)

1. 化學名稱：

O,O-diethyl S-ethylthiomethyl phosphorodithioate

氧,氧-二乙基-S-乙硫基甲基 二硫化磷酸酯

2. 化學結構：



3. 理化性質：見表 2.1.8。

表 2.1.8 福瑞松的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>7</sub> H <sub>17</sub> O <sub>2</sub> PS <sub>3</sub>
分子量	260.4
外觀	無色液體
熔點	< -15 °C
沸點	118~120°C (0.8 mmHg)
蒸氣壓	85 mPa (25°C)
密度	1.167 (25°C)
閃火點	> 110°C
溶解度(水)	50mg/l (25°C)
溶解度(其他溶劑)	易溶於一般有機溶劑，如酮類、醇類、酯類、醚類、脂肪族、芳香族及氯化物等。
穩定性	製劑為粒劑，正常儲存條件下可以存放至少2年，其水溶液易被光分解。

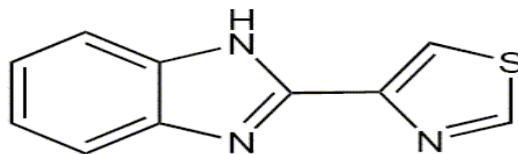
(九) 腐絕(Thiabendazole)

1. 化學名稱：

2-(1,3-thiazol-4-yl)benzimidazole

2-(1,3-噻唑-4-基) 苯并咪唑

2. 化學結構：



3. 理化性質：見表 2.1.9。

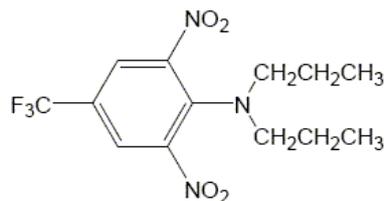
表 2.1.9 腐絕的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>10</sub> H <sub>7</sub> N <sub>3</sub> S
分子量	201.2
外觀	無味的灰白色粉末
熔點	304~305°C
沸點	310°C (昇華)
溶解度(水)	10g/l(25°C, pH 2)
溶解度(其他溶劑)	在二甲亞砜中溶解度 80g/l、二甲基甲醯胺 39 g/l、氯仿 0.08 g/l、甲醇 9.3 g/l。
穩定性	對光、熱安定，在酸性及水溶液介質中安定。

#### (十) 三福林(Trifluralin)

1. 化學名稱：  
 $\alpha, \alpha, \alpha$ -trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine  
 1,1,1-三氟-2,6-二硝基-N,N-二丙基-對甲苯胺

2. 化學結構：



3. 理化性質：見表 2.1.10。

表 2.1.10 三福林的理化性質

項目	特性
分子式	C <sub>13</sub> H <sub>16</sub> FN <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
分子量	335.3
外觀	黃色晶體

表 2.1.10(續) 三福林的理化性質

項目	特性
熔點	48.5-49°C
沸點	96-97°C (24 Pa)
蒸氣壓	6.1mPa(25°C)
密度	1.36 (22°C)
溶解度(水)	0.221mg/l (25°C)
溶解度(其他溶劑)	在丙酮、氯仿、乙腈、甲苯、乙酸乙酯中溶解度 >1000 g/l，甲醇33-40 g/l，己烷50-67g/l。
穩定性	在52°C穩定(高的溫度儲存測試)。在pH 3、6和9 (52°C)穩定。可被紫外線分解。



## 二、用途

### (一) Alachlor 拉草

類別：醃胺類除草劑。

劑型：乳劑(EC)，粒劑(GR)，水分散性粒劑(ME)，微乳劑(WG)。

作用：除草劑，選擇系統性的除草劑(herbicide)。主要靠發芽的幼苗來吸收，但是根部也會吸收，之後可以轉移到植物全部，不過主要累積在營養器官會比生殖器官多。此化合物的作用主要是干擾植物合成蛋白質的能力及根部的延長作用。

使用範圍：拉草是一種具選擇性的除草劑，通常會被幼芽及植物根部吸收。使用在控制棉花田、芸苔屬、玉米田、油菜籽田、花生田、蘿蔔田、大豆田、甘蔗田，萌前的一年生草本植物及一些闊葉雜草的生長。其劑量為 1.68- 4.48kg/ha。

### (二) Bupirimate 布瑞莫

類別：有機氮及雜環化合物。

劑型：乳劑(EC)。

作用：殺菌劑。化學結構上帶有-S-的部分是致黴菌毒素，抑制細胞內帶有-SH 根的氨基酸及酵素的合成。因對黴菌的毒性並無專一性，為預防及治療劑。然也有實驗發現布瑞莫對蟲生真菌白殭菌分離株(*Beauveria bassiana*)呈中度抑制作用，但不會抑制黑殭菌(*Metarhizium anisopliae*)。

使用範圍：控制胡瓜、冬瓜等瓜菜瓜果類、蘋果等梨果類和芒果等果類的白粉病。草莓白粉病夏季時發生較嚴重，發病初期開始施藥，布瑞莫乳劑每隔 7 天施藥一次，連續二次。但須於採收前 3 天停止施藥，而且具呼吸中等毒。

### (三) Butachlor 丁基拉草

類別：醃胺類除草劑。

劑型：乳劑(EC)，粒劑(GR)。

作用：水稻除草劑。是一種選擇性的除草劑，主要被發芽的幼芽吸收，其次為根部，透過移位佈滿整株植物，比起繁殖的部份，植物的部分有較高的濃度。

使用範圍：使用於控制稻田中萌前一年生的雜草以及某些闊葉雜草。對大麥、棉花、花生、甜菜、小麥、及數種芸苔屬植物具有選擇性。有效的劑量範圍為 1.0-4.5 kg/ha。活性取決於水的利用情形，例如使用後的降雨、高架的灌溉或是水稻田中的靜水均會影響其活性。

藥害：對米、棉花、大麥、小麥、花生、甜菜、及某些芸苔屬植物沒有藥害。

### (四) Glyphosate 嘉磷塞

類別：有機磷系化合物。

劑型：溶液(SL)，水溶性粒劑(SG)。

作用：非選擇除草劑，其作用機制為和植物體競爭抑制合成活性芳香族胺基酸(aromatic amino acids)必需之酵素 EPSPS，影響合成蛋白質和木質素、花青素、酚類等二次代謝物，使植物無法進行生長導致死亡，進而達成清除雜草的目的。具系統性，葉部施用可移行至根部，多用於果園及早地使用。但本藥劑無選擇性，不僅可能會造成栽培作物的傷害，更會影響農民收益的損失。

使用範圍：對多年生深根雜草的地下組織破壞力很強，能達到一般農業機械無法達到的深度。最早用於柑橘園之雜草防除，後來擴大範圍，用於整地前水田、蔗園、茶園、大部分的果園、非耕地及水生雜草布袋蓮之除草。通常藥劑噴施後約 4-7 日，葉片上葉脈附近之葉肉組織，及生長點部位會先顯現黃白化之異常徵狀，其後植株生長停滯，最後導致組織潰爛褐化枯死，藥效完全發揮則需約 2-3 週；但高溫及強日照環境下，會加速嘉磷塞對植物的作用。

## (五) Malathion 馬拉松

類別：有機磷系化合物。

劑型：可濕性粉劑(WP)，乳劑(EC)，粉劑(DP)。

作用：是一種系統性殺蟲劑及殺蟎劑。經由接觸或胃的作用和神經系統中重要的酵素乙酸膽酯酶結合，而使得神經間隙中及腺體附近傳導訊號的乙酸膽酯不斷累積，造成隨意肌急遽的痙攣，終至麻痺。

使用範圍：用於防治蟎類、蚜蟲、介殼蟲、葉跳蟲和牲畜體外寄生蟲等，具有觸殺作用；但在人體內很快被代謝成一無毒之代謝物，人畜毒性很低。使用範圍很廣，穀倉、棉花、蔬菜、十字花科蔬菜、番茄、洋菇、木瓜、柑桔園、玫瑰、甘蔗、菸草、蘇鐵、水稻等均可用於除蟲。

也可用作非農業用之殺蟲劑，如：用在水中、家畜家禽身上、家庭庭園中、草皮上、家庭環境、工廠環境等，是一廣效性之殺蟲劑。當蟑螂對有機氯農藥產生抗性時，噴灑 1-2% 之馬拉松是一有效之取代物。

## (六) Metolachlor 莫多草

類別：醃胺類除草劑。

劑型：乳劑 (EC)，粒劑(GR)，水懸劑(SC)。

作用：萌前除草劑。作用在幼苗的胚軸區域，主要被胚和芽所吸收而抑制其發芽，也會抑制根部的生長，其作用機制為抑制酵素的合成及氧化磷酸化反應，對一年生禾本科和闊葉性剛發芽的雜草有效。屬選擇性土壤除草劑。

使用範圍：控制在玉米、高粱、棉花、甜菜、甜菜渣、甘蔗、馬鈴薯、花生、黃豆、紅花、向日葵、及多種蔬菜水果、堅果樹和觀賞植物等作物旁的一年生雜草和闊葉雜草。可應用於萌前處理或較早期的萌後處理，而濃度為 1.0-2.5 kg/ha。並且常和闊葉除草劑一起使用，可增加其活性作用範圍。

藥害：在大部分的闊葉穀類、玉米、高粱均有很好的抵抗力。

## (七) Pendimethalin 施得圃

類別：二硝基苯胺系。

劑型：粒劑(GR)，乳劑(EC)。

作用：萌前除草劑。作用在抑制雜草的根部微導管(microtubule)傳輸，抑制根部的生長；其作用機制為抑制酵素的合成及氧化磷酸化反應，對一年生禾本科和闊葉性剛發芽的雜草有效。屬旱田選擇性除草劑。系統性藥劑一般親水性較強，其與作物接觸後能在短時間內滲透進入植物組織中而移行至植物體各部位。此類藥劑在植物體上不會造成局部性之高殘留量，但卻常維持很長的殘留時期，且其分解代謝的過也較複雜。施得圃施於洋蔥田後 120 天採收之洋蔥根莖中尚殘留 1.58ppm。

使用範圍：用於棉花、玉米、大豆、花生、水稻、蒜、蘿蔔、甘藷、菸草、豌豆、番茄、洋蔥等作物，防除大多數禾本科雜草及闊葉雜草，用量為 0.6~1.5kg/ha。

## (八) Phorate 福瑞松

類別：有機磷系化合物。

劑型：粒劑(GR)。

作用：殺蟲劑，殺蟎劑。經由接觸或胃的作用和神經系統中重要的酵素乙酸膽酯酶結合，而使得神經間隙中傳導訊號的乙酸膽酯不斷累積，造成隨意肌急遽的痙攣，終至麻痺。是一種系統性殺蟲劑及殺蟎劑。

使用範圍：在 0.66-3.5lb/a.作用下可應用於控制在青花菜、甜菜、胡蘿蔔、大麥、圓白菜、芹菜、玉蜀黍、高粱、小麥、馬鈴薯、番茄、啤酒花、大豆、葵花、甘蔗、苜蓿芽菜、棉花、咖啡、米、花生，以及一些觀賞植物的上潛蠅科、粉蝨科、蚜科、金花蟲科、夜蛾科、螟蛾科、葉蟎科，以及一些植物線蟲。

藥害：對蘋果及香煙有藥害。如果耕種時種子直接接觸，藥害有可能發生在甜菜根、胡蘿蔔、豆子、玉蜀黍以及番茄。不同施藥方式常影響作物對農藥的吸收量，如殺線蟲劑福瑞松分別以葉面噴灑及土壤處理，施藥後 1 天，作物中之殘留前者為後者之 9 倍，而經 32 天後兩種施藥方法在作物中之殘留量則趨於相似。

## (九) Thiabendazole 腐絕

類別：有機氮及雜環化合物。

劑型：可濕性粉劑(WP)，水懸劑(SC)。

作用：殺菌劑。為系統性藥劑，其作用機制為抑制真菌線粒體的呼吸作用和細胞增殖之有絲分裂，具治療功效。具有內吸傳導作用，根部施藥能向頂傳導，但不能向基部傳導。抗菌活性限於囊菌、擔子菌，而對卵菌和接合菌無活性。

使用範圍：防治的病害範圍很廣，包括水稻稻熱病、紋枯病及各種果樹病害，可用於種子、土壤及莖葉處理，並可以果實及苗木根部浸漬。可防治水稻、蘆筍、洋菇、香蕉、山藥、落花生、菸草的莢、莖、葉部的病害和根腐病，也用於柑橘、香蕉等水果貯藏期病害防治，延長保鮮期，也可用於洋菇的菇舍消毒、水稻的稻種消毒。

## (十) Trifluralin 三福林

類別：二硝基苯胺類。

劑型：乳劑 (EC)、油懸劑 (GR)。

作用：萌前除草劑。作用在幼苗的胚軸區域，也會抑制根部的生長，其作用機制為抑制酵素的合成及氧化磷酸化反應，對一年生禾本科和闊葉性剛發芽的雜草有效。屬選擇性土壤除草劑。

使用範圍：控制芸苔屬植物、豆類、胡蘿蔔、歐洲防風草、萵苣、辣椒、番茄、朝鮮薊、洋蔥、大蒜、葡萄樹、草莓、覆盆子、柑類的水果、油菜子、花生、黃豆、向日葵、紅花、棉花、甜菜、甘蔗和林地之一年生野草或寬葉草的萌前生長。與 linuron 或 isoproturon 合併使用可控制一年生野草或寬葉草在冬季穀類植物的生長。一般在 0.5-1.0kg/ha 劑量下應用於種植前的土壤，但在某些作物亦適用於種植過後的土壤。

### 三、毒理資料

以下所用到毒理學中動物實驗之常用名詞釋義見表 2.3.1。

表 2.3.1 動物實驗常用之毒理學名詞

名詞	名詞釋義
LDLo	Lowest published Lethal Dose 最低致死劑量
TDL0	Lowest published Toxic Dose 最小毒性劑量
LCLo	Lowest published Lethal Concentration 最低致死濃度
LD <sub>50</sub>	Median Lethal Dose 半數致死劑量
LC <sub>50</sub>	Median Lethal Concentration 半數致死濃度
NOEL	Non-Observed Effect Level 無明顯效應之劑量
LEL	Lowest Effect Level 最低效應之劑量
Experimental Dose	暴露劑量
Normalized Dose	標準劑量
R <sub>f</sub> D	Reference Dose 非致癌效應參考劑量
Oral	口服
Skin	皮膚吸收
Inhalation	吸入
Subcutaneous	皮下注射
Intraperitoneal	腹腔注射
Intravenous	靜脈注射
Intraarterial	動脈注射
MF	Modified Factor 修正因子
UF	Uncertainty Factor 不確定因子

#### (一) Alachlor 拉草

在兩個大鼠的研究中發現，高劑量的拉草已經清楚的被證實會在胃、甲狀腺及鼻甲部(nasal turbinate)形成腫瘤。在小鼠的試驗中，餵食

26-260mg/kg/day 的劑量 18 個月後，結果發現，雌鼠在高劑量餵食下會增加肺部腫瘤，但在雄鼠中並無影響。然而，這些發現並未廣泛的被接受。拉草對小鼠的致癌潛能目前仍然有一些爭議。拉草早期被美國環保署（EPA）訂為可能的人類致癌劑（Group B2），但是對於人類癌症風險方面的資料並不完整，所以已取消其分類。Alachlor 早先由於它對大鼠有致癌力，在 WHO 被分類為 Ia 農藥。但研究發現對於人類癌症風險方面的資料並無確實相關，所以被改分為 III 類。儘管拉草導致人類致癌的資料並不完整，EPA 要求要在產品的標籤上標上「危險」的標誌，因為拉草具有導致大鼠產生腫瘤的潛能。

口服：口服急性毒性 LD<sub>50</sub> 在哺乳類動物為 3 gm/kg，小鼠為 462mg/kg，兔子為 1740mg/kg，大鼠為 930mg/kg。

皮膚：皮膚急性毒性 LD<sub>50</sub> 在兔子為 3500mg/kg，大鼠為 1200mg/kg。

吸入：急性吸入毒性 LC<sub>50</sub> 在兔子為 > 5100mg/m<sup>3</sup>，大鼠為 > 23400mg/m<sup>3</sup>/6hr。

腹腔注射：腹腔注射毒性 LDLo 在大鼠為 600mg/kg

無顯著作用劑量：在狗的一年餵食試驗中，NOEL ≤ 1mg/kg-day，並有可能引發血鐵質沉著症、溶血貧血症。

其他：致癌基因發生在大鼠上，但不發生在小鼠。由致癌機轉的研究指出，人類可預期的暴露劑量不會導致癌症發生。

詳細的實驗數值見表 2.3.2 及表 2.3.3。

表 2.3.2 拉草毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
Mammal (species unspecified)	LD <sub>50</sub>	oral	3gm/kg (3000mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	462mg/kg (462mg/kg)	
rabbit	LC <sub>50</sub>	inhalation	> 5100mg/m <sup>3</sup> (5100mg/m <sup>3</sup> )	
rabbit	LD <sub>50</sub>	oral	1740mg/kg (1740mg/kg)	
rabbit	LD <sub>50</sub>	skin	3500mg/kg (3500mg/kg)	

表 2.3.2(續) 拉草毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
rat	LC <sub>50</sub>	inhalation	> 23400mg/m <sup>3</sup> /6hr (23400mg/m <sup>3</sup> )	
rat	LD <sub>50</sub>	oral	930mg/kg (930mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	skin	1200mg/kg (1200mg/kg)	
rat	LDLo	intraperitoneal	600mg/kg (600mg/kg)	Liver: other changes

資料來源：NLM(National Library of Medicine,美國國家醫學圖書館)

表 2.3.3 拉草口服的 R<sub>f</sub>D 摘要

Critical Effect	Experimental Doses*	UF	MF	R <sub>f</sub> D
Hemosiderosis, hemolytic anemia	NOEL: 1 mg/kg-day  LEL: 3 mg/kg-day	100	1	1.00E-02 mg/kg-day
1-Year Dog Feeding Study				
Monsanto Co., 1984a				

\*Conversion Factors and Assumptions — Actual dose tested

資料來源：IRIS(EPA Integrated Risk Info. System)

## (二) Bupirimate 布瑞莫

口服：口服急性毒性 LD<sub>50</sub> 在馴養的鳥為 10gm/kg，天竺鼠為 4gm/kg，小鼠為 4gm/kg，鴿子為 2700mg/kg，鵪鶉為 5200mg/kg，兔子為 2gm/kg，大鼠為 4gm/kg。

皮膚：皮膚急性毒性 LD<sub>50</sub> 在哺乳類動物為 > 4ml/kg，大鼠為 500mg/kg。詳細的實驗數值見表 2.3.4。

布瑞莫中毒的情形，最常見是皮膚接觸時，會產生皮膚過敏紅腫、發炎現象，不慎吸入會造成肺傷害，肺細胞壞死。當過量暴露時可能引

起肺傷害的中毒。其中以蓄意或意外誤食的情形最嚴重。

布瑞莫進入環境中非常安定，會長時間存留於環境中，49 天仍有存在 78% 活性。造成環境毒害，長期對於水的生態環境的破壞，尤其對於水生動物有毒性。建議使用後的廢棄物應以不活性物質如砂石等混合，以減少對環境的衝擊與損害。

表 2.3.4 布瑞莫毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)
bird - domestic	LD <sub>50</sub>	oral	10gm/kg (10000mg/kg)
guinea pig	LD <sub>50</sub>	oral	4gm/kg (4000mg/kg)
Mammal (species unspecified)	LD <sub>50</sub>	skin	> 4ml/kg (4ml/kg)
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	4gm/kg (4000mg/kg)
pigeon	LD <sub>50</sub>	oral	2700mg/kg (2700mg/kg)
quail	LD <sub>50</sub>	oral	5200mg/kg (5200mg/kg)
rabbit	LD <sub>50</sub>	oral	2gm/kg (2000mg/kg)
rat	LD <sub>50</sub>	oral	4gm/kg (4000mg/kg)
rat	LD <sub>50</sub>	skin	500mg/kg (500mg/kg)

資料來源：NLM

### (三) Butachlor 丁基拉草

口服：口服急性毒性 LD<sub>50</sub> 在鴨子為 >4640mg/kg，小鼠為 4140mg/kg，大鼠為 1740mg/kg。

皮膚：皮膚急性毒性 LD<sub>50</sub> 在兔子為 3470mg/kg，

吸入：急性吸入毒性 LC<sub>50</sub> 在大鼠為 > 5300mg/kg。

腹腔注射：腹腔注射毒性 LDLo 在小鼠為 1gm/kg。

詳細的實驗數值見表 2.3.5。

表 2.3.5 丁基拉草毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
duck	LD <sub>50</sub>	oral	> 4640mg/kg (4640mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	4140mg/kg (4140mg/kg)	
mouse	LDLo	intraperitoneal	1gm/kg (1000mg/kg)	Brain and coverings: recordings from specific areas of cns
				Behavioral: changes in motor activity (specific assay)
				Behavioral: muscle contraction or spasticity)
rabbit	LD <sub>50</sub>	skin	3470mg/kg (3470mg/kg)	
rat	LC <sub>50</sub>	inhalation	> 5300mg/kg (5300mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	oral	1740mg/kg (1740mg/kg)	

資料來源：NLM

#### (四) Glyphosate 嘉磷塞

口服：口服急性毒性 LD<sub>50</sub> 在小鼠為 1568mg/kg，鸚鵡為 >4640mg/kg，兔子為 3800mg/kg，大鼠為 4873mg/kg；口服急性毒性 LDLo 在男人為 2143mg/kg，女人為 4gm/kg；口服急性毒性 TDLo 在男人為 1214mg/kg。

皮膚：皮膚急性毒性 LD<sub>50</sub> 在兔子為 7940mg/kg。

吸入：急性吸入毒性 LC<sub>50</sub> 在大鼠為 12200mg/m<sup>3</sup>/4hr。

腹腔注射：腹腔注射毒性 LD<sub>50</sub> 在小鼠為 130mg/kg，大鼠為 235mg/kg。

無顯著作用劑量：在大鼠三個世代繁殖的餵食試驗中，NOEL 為 10 mg/kg/day，而在第三代子代中可能會使得腎小管擴張的發生率增加。詳細的實驗數值見表 2.3.6 及表 2.3.7。

表 2.3.6 嘉磷塞毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
man	LDLo	oral	2143mg/kg (2143mg/kg)	Vascular: bp lowering not characterized in autonomic section
				Lungs, thorax, or respiration: fibrosis (interstitial)
				Lungs, thorax, or respiration: fibrosing alveolitis
man	TDLo	oral	1214mg/kg (1214mg/kg)	Cardiac: change in rate
				Vascular: bp lowering not characterized in autonomic section
				Gastrointestinal: "hypermotility, diarrhea"
women	LDLo	oral	4gm/kg (4000mg/kg)	Cardiac: arrhythmias (including changes in conduction)
				Vascular: bp lowering not characterized in autonomic section
				Lungs, thorax, or respiration: respiratory depression
mouse	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	130mg/kg (130mg/kg)	Behavioral: convulsions or effect on seizure threshold
				Lungs, thorax, or respiration: respiratory stimulation
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	1568mg/kg (1568mg/kg)	Behavioral: convulsions or effect on seizure threshold
				Lungs, thorax, or respiration: respiratory stimulation
quail	LD <sub>50</sub>	oral	> 4640mg/kg (4640mg/kg)	
rabbit	LD <sub>50</sub>	oral	3800mg/kg (3800mg/kg)	

表 2.3.6(續) 嘉磷塞毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
rabbit	LD <sub>50</sub>	skin	7940mg/kg (7940mg/kg)	
rat	LC <sub>50</sub>	inhalation	12200mg/m <sup>3</sup> /4hr (12200mg/m <sup>3</sup> )	
rat	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	235mg/kg (235mg/kg)	Behavioral: convulsions or effect on seizure threshold Lungs, thorax, or respiration: respiratory stimulation
rat	LD <sub>50</sub>	oral	4873mg/kg (4873mg/kg)	Behavioral: convulsions or effect on seizure threshold Lungs, thorax, or respiration: respiratory stimulation

資料來源：NLM

表 2.3.7 嘉磷塞口服的 *R<sub>f</sub>D* 摘要

Critical Effect	Experimental Doses*	UF	MF	<i>R<sub>f</sub>D</i>
Increased incidence of renal tubular dilation in F3b offspring.	NOEL: 10 mg/kg/day LEL: 30 mg/kg/day	100	1	1.00E-01 mg/kg/day
3-Generation Rat Reproduction Study				

\*Conversion Factors: Actual dose tested

資料來源：IRIS

### (五) Malathion 馬拉松

暴露途徑：職業上暴露之主要途徑為皮膚接觸及由肺吸入，一般民眾是因吃了含馬拉松之食物而暴露。另外，亦有極少數人因喝了受馬拉松污染之水而暴露。

口服：口服急性毒性 LD<sub>50</sub> 在野鳥為 400mg/kg，牛為 53mg/kg，小雞為

600mg/kg，馴養的羊為 500mg/kg，鴨子為 1485ug/kg，天竺鼠為 570mg/kg，小鼠為 190mg/kg，大鼠為 290mg/kg；口服急性毒性 LDLo 在兔子為 1200mg/kg，男人為 471mg/kg，在女人為 8ml/kg 以及 246 mg/kg；口服急性毒性 TDLo 在女人為 200~300ul/kg。

皮膚：皮膚急性毒性 LD<sub>50</sub> 在大鼠為 > 4444mg/kg，兔子為 4100mg/kg，小鼠為 2300mg/kg，天竺鼠為 6700mg/kg。

吸入：急性吸入毒性 LC<sub>50</sub> 在大鼠為 43790ug/m<sup>3</sup>/4hr；急性吸入毒性 LCLo 在貓為 10mg/m<sup>3</sup>/4hr。

腹腔注射：腹腔注射毒性 LD<sub>50</sub> 在狗為 1857mg/kg，天竺鼠為 271mg/kg，倉鼠為 2400mg/kg，小鼠為 193mg/kg，大鼠為 250mg/kg。

皮下注射：皮下注射毒性 LD<sub>50</sub> 在大鼠為 400mg/kg，小鼠為 221mg/kg，兔子為 280mg/kg，天竺鼠為 450mg/kg。

靜脈注射：靜脈注射毒性 LD<sub>50</sub> 在小鼠為 184mg/kg，大鼠為 50mg/kg；靜脈注射毒性 TDLo 在男人為 14ul/kg。

動脈注射：動脈注射毒性 LDLo 在貓為 1820ug/kg。

無顯著作用劑量：在亞慢性人類食入的試驗中(Subchronic Human Feeding Study)，NOEL 為 16 mg/day，且有可能會引起 RBC 紅血球的膽鹼脂酶(ChE)下降。

詳細的實驗數值見表 2.3.8 及表 2.3.9。

表 2.3.8 馬拉松毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
bird - wild	LD <sub>50</sub>	oral	400mg/kg (400mg/kg)	
cat	LCLo	inhalation	10mg/m <sup>3</sup> /4hr (10mg/m <sup>3</sup> )	
cat	LDLo	intraarterial	1820ug/kg (1.82mg/kg)	
cattle	LD <sub>50</sub>	oral	53mg/kg (53mg/kg)	Peripheral nerve and sensation: fasciculations
				Behavioral: convulsions or effect on seizure threshold
				Behavioral: rigidity
chicken	LD <sub>50</sub>	oral	600mg/kg (600mg/kg)	Behavioral: food intake (animal)

表 2.3.8(續 1) 馬拉松毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
dog	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	1857mg/kg (1857mg/kg)	
domestic animals - goat/sheep	LD <sub>50</sub>	oral	500mg/kg (500mg/kg)	
duck	LD <sub>50</sub>	oral	1485ug/kg (1.485mg/kg)	
guinea pig	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	271mg/kg (271mg/kg)	
guinea pig	LD <sub>50</sub>	oral	570mg/kg (570mg/kg)	
guinea pig	LD <sub>50</sub>	skin	6700mg/kg (6700mg/kg)	
guinea pig	LD <sub>50</sub>	subcutaneous	450mg/kg (450mg/kg)	Sense organs and special senses: lacrimation: eye Behavioral: muscle contraction or spasticity)
hamster	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	2400mg/kg (2400mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	193mg/kg (193mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	intravenous	184mg/kg (184mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	190mg/kg (190mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	skin	2330mg/kg (2330mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	subcutaneous	221mg/kg (221mg/kg)	
rabbit	LD <sub>50</sub>	skin	4100mg/kg (4100mg/kg)	
rabbit	LDLo	oral	1200mg/kg (1200mg/kg)	Lungs, thorax, or respiration: respiratory stimulation

表 2.3.8(續 2) 馬拉松毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
rabbit	LD <sub>50</sub>	subcutaneous	280mg/kg (280mg/kg)	Sense organs and special senses: lacrimation: eye
				Behavioral: muscle contraction or spasticity)
rat	LC <sub>50</sub>	inhalation	43790ug/m <sup>3</sup> /4hr (43.79mg/m <sup>3</sup> )	
rat	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	250mg/kg (250mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	intravenous	50mg/kg (50mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	oral	290mg/kg (290mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	skin	> 4444mg/kg (4444mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	subcutaneous	400mg/kg (400mg/kg)	Sense organs and special senses: lacrimation: eye
				Behavioral: muscle contraction or spasticity)
man	LDLo	oral	471mg/kg (471mg/kg)	Behavioral: coma
				Vascular: bp lowering not characterized in autonomic section
				Lungs, thorax, or respiration: dyspnea
man	TDLo	intravenous	14ul/kg (0.014ml/kg)	Vascular: other changes
				Skin and appendages (skin): "dermatitis, other: after systemic exposure"
women	LDLo	oral	8ml/kg (8ml/kg)	Lungs, thorax, or respiration: acute pulmonary edema
				Lungs, thorax, or respiration: other changes
				Gastrointestinal: other changes

表 2.3.8(續 3) 馬拉松毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
women	LDLo	oral	246mg/kg (246mg/kg)	Vascular: bp lowering not characterized in autonomic section
				Lungs, thorax, or respiration: chronic pulmonary edema
				Skin and appendages (skin): "dermatitis, other: after systemic exposure"
women	TDLo	oral	200ul/kg (0.2ml/kg)	Behavioral: coma
				Gastrointestinal: changes in structure or function of endocrine pancreas
				Lungs, thorax, or respiration: respiratory depression
women	TDLo	oral	300ul/kg (0.3ml/kg)	Behavioral: coma
				Lungs, thorax, or respiration: structural or functional change in trachea or bronchi
				Lungs, thorax, or respiration: cyanosis

資料來源：NLM

表 2.3.9 馬拉松口服的  $R_fD$  摘要

Critical Effect	Experimental Doses*	UF	MF	$R_fD$
RBC ChE depression	NOEL: 16 mg/day (0.23 mg/kg/day)	10	1	2.00E-02 mg/kg/day
Subchronic Human Feeding Study	LEL: 24 mg/day (0.34 mg/kg/day)			
Moeller and Rider, 1962				

\*Conversion Factors and Assumptions — Adult human male body weight = 70kg

資料來源：IRIS

## (六) Metolachlor 莫多草

口服：口服急性毒性 LD<sub>50</sub> 在鴨子為 > 2510mg/kg，小鼠為 1150mg/kg，大鼠為 2200mg/kg。

皮膚：皮膚急性毒性 LD<sub>50</sub> 在兔子為 > 10gm/kg，大鼠為 3170mg/kg。

吸入：急性吸入毒性 LC<sub>50</sub> 在大鼠為 > 1750mg/m<sup>3</sup>/4hr。

腹腔注射：腹腔注射毒性 LD<sub>50</sub> 在小鼠為 410mg/kg，大鼠為 620mg/kg。

皮下注射：皮下注射毒性 LD<sub>50</sub> 在小鼠為 2400mg/kg，大鼠為 > 9gm/kg。

無顯著作用劑量：在二年大鼠的餵食試驗中，NOEL 為 300 ppm，而且會導致體重減少；在大鼠二個世代繁殖的餵食試驗中，NOEL 為 300 ppm，而且會導致子代在斷奶前產生體重下降的現象。

詳細的實驗數值見表 2.3.10 及表 2.3.11。

表 2.3.10 莫多草毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)
duck	LD <sub>50</sub>	oral	> 2510mg/kg (2510mg/kg)
mouse	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	410mg/kg (410mg/kg)
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	1150mg/kg (1150mg/kg)
mouse	LD <sub>50</sub>	subcutaneous	2400mg/kg (2400mg/kg)
rabbit	LD <sub>50</sub>	skin	> 10gm/kg (10000mg/kg)
rat	LC <sub>50</sub>	inhalation	> 1750mg/m <sup>3</sup> /4hr (1750mg/m <sup>3</sup> )
rat	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	620mg/kg (620mg/kg)
rat	LD <sub>50</sub>	oral	2200mg/kg (2200mg/kg)
rat	LD <sub>50</sub>	skin	3170mg/kg (3170mg/kg)
rat	LD <sub>50</sub>	subcutaneous	> 9gm/kg (9000mg/kg)
rat	LD <sub>50</sub>	unreported	3170mg/kg (3170mg/kg)

資料來源：NLM

表 2.3.11 莫多草口服的  $R_fD$  摘要

Critical Effect	Experimental Doses*	UF	MF	$R_fD$
Decreased body weight gain	NOEL: 300 ppm	100	1	1.50E-01
2-Year Rat Feeding Study	(15 mg/kg/day)			mg/kg/day
Ciba-Geigy, 1983	LEL: 3000 ppm (150 mg/kg/day)			
Reduced pup weights and parental food consumption	NOEL: 300 ppm			
2-Generation Rat Reproduction Study	(15 mg/kg/day)			
Ciba-Geigy, 1981	LEL: 1000 ppm (50 mg/kg/day)			

\* Conversion Factors: 1 ppm = 0.05 mg/kg/day (assumed rat food consumption)

資料來源：IRIS

### (七) Pendimethalin 施得圃

食入：1.食入施得圃可能會造成腸胃道不適，假如食入太大量，會傷害腸胃道。2.施得圃的代謝物會與血紅蛋白結合以抑制其攜帶氧的功能。這個現象就是「methaemoglobinemia」，這是一種缺氧的現象，症狀有發紺(皮膚和黏膜有藍色的情況發生)和呼吸困難。在暴露後的幾個小時內症狀不會太明顯。

口服：口服急性毒性  $LD_{50}$  在為狗 > 5gm /kg，小鼠為 1340mg/kg，大鼠為 1050mg/kg。

皮膚：皮膚急性毒性  $LD_{50}$  在兔子為 2260mg/kg。

腹腔注射：腹腔注射毒性  $LD_{50}$  在小鼠為 220mg/kg，大鼠為 500mg/kg。

無顯著作用劑量：在二年狗的餵食試驗中，NOEL 為 12.5 mg/kg/day，而且會造成血清中的鹼性磷酸酶比例增加、肝臟重量增加，並引起肝臟的紅斑性狼瘡。

詳細的實驗數值見表 2.3.12 及表 2.3.13。

表 2.3.12 施得圍毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
dog	LD <sub>50</sub>	oral	> 5gm/kg (5000mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	220mg/kg (220mg/kg)	Behavioral: somnolence (general depressed activity)
				Behavioral: changes in motor activity (specific assay)
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	1340mg/kg (1340mg/kg)	
rabbit	LD <sub>50</sub>	skin	2260mg/kg (2260mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	500mg/kg (500mg/kg)	Behavioral: somnolence (general depressed activity)
				Behavioral: changes in motor activity (specific assay)
rat	LD <sub>50</sub>	oral	1050mg/kg (1050mg/kg)	

資料來源：NLM

表 2.3.13 施得圍口服的 *R<sub>f</sub>D* 摘要

Critical Effect	Experimental Doses*	UF	MF	<i>R<sub>f</sub>D</i>
Increase in serum alkaline phosphatase and liver weight, and hepatic lesions	NOEL: 12.5 mg/kg/day LEL: 50 mg/kg/day	300	1	4.00E-02 mg/kg/day
2-Year Dog Feeding Study				
American Cyanamid, 1979				

\*Conversion Factors and Assumptions — none

資料來源：IRIS

(八) Phorate 福瑞松

口服：口服急性毒性 LD<sub>50</sub> 在野鳥為 1mg/kg，鴨子為 600ug/kg，小鼠為 2250ug/kg，鵝鶉為 7mg/kg，大鼠為 1mg/kg。

皮膚：皮膚急性毒性 LD<sub>50</sub> 在鴨子為 203mg/kg，天竺鼠為 20mg/kg，兔子為 99mg/kg，大鼠為 2500ug/kg。

吸入：急性吸入毒性 LC<sub>50</sub> 在大鼠為 11mg/m<sup>3</sup>/1hr。

腹腔注射：腹腔注射毒性 LD<sub>50</sub> 在沙鼠為 1866ug/kg，小鼠為 2100ug/kg，大鼠為 1980ug/kg。

靜脈注射：靜脈注射毒性 LD<sub>50</sub> 在大鼠為 1200ug/kg。

詳細的實驗數值見表 2.3.14。

表 2.3.14 福瑞松毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
bird - wild	LD <sub>50</sub>	oral	1mg/kg (1mg/kg)	
duck	LD <sub>50</sub>	oral	600ug/kg (0.6mg/kg)	
duck	LD <sub>50</sub>	skin	203mg/kg (203mg/kg)	
gerbil	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	1866ug/kg (1.866mg/kg)	Behavioral: convulsions or effect on seizure threshold
				Lungs, thorax, or respiration: bronchiolar constriction
				Gastrointestinal: "hypermotility, diarrhea"
guinea pig	LD <sub>50</sub>	skin	20mg/kg (20mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	2100ug/kg (2.1mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	2250ug/kg (2.25mg/kg)	
rabbit	LD <sub>50</sub>	skin	99mg/kg (99mg/kg)	

表 2.3.14(續) 福瑞松毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
quail	LD <sub>50</sub>	oral	7mg/kg (7mg/kg)	Behavioral: convulsions or effect on seizure threshold
				Lungs, thorax, or respiration: dyspnea
				Behavioral: ataxia
rat	LC <sub>50</sub>	inhalation	11mg/m <sup>3</sup> /1hr (11mg/m <sup>3</sup> )	
rat	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	1980ug/kg (1.98mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	intravenous	1200ug/kg (1.2mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	oral	1mg/kg (1mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	skin	2500ug/kg (2.5mg/kg)	Behavioral: tremor
				Behavioral: convulsions or effect on seizure threshold
				Behavioral: excitement

資料來源：NLM

### (九) Thiabendazole 腐絕

口服：口服急性毒性 LD<sub>50</sub> 在小雞為 4g/kg，馴養的羊為 400mg/kg，小鼠為 1300mg/kg，兔子為 3850mg/kg，大鼠為 2080mg/kg。；口服急性毒性 TDLo 在男人為 47619ug/kg/1D。詳細的實驗數值見表 2.3.15。

表 2.3.15 腐絕毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
chicken	LD <sub>50</sub>	oral	4gm/kg (4000mg/kg)	

表 2.3.15(續) 腐絕毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
domestic animals - goat/sheep	LD <sub>50</sub>	oral	400mg/kg (400mg/kg)	
man	TDL <sub>0</sub>	oral	47619ug/kg/1D (47.619mg/kg)	Behavioral: convulsions or effect on seizure threshold
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	1300mg/kg (1300mg/kg)	
rabbit	LD <sub>50</sub>	oral	3850mg/kg (3850mg/kg)	
rat	LD <sub>50</sub>	oral	2080mg/kg (2080mg/kg)	Behavioral: somnolence (general depressed activity)
				Behavioral: ataxia

資料來源：NLM

#### (十) Trifluralin 三福林

口服：口服急性毒性 LD<sub>50</sub> 在小雞為 > 2gm/kg，狗為 > 10gm/kg，哺乳類動物為 3700mg/kg，小鼠為 3197mg/kg，兔子為 > 2gm/kg，大鼠為 1930mg/kg。

皮膚：皮膚急性毒性 LD<sub>50</sub> 在大鼠為 > 5gm/kg。

吸入：急性吸入毒性 LC<sub>50</sub> 在大鼠為 2800mg/m<sup>3</sup>/1hr。

腹腔注射：腹腔注射毒性 LD<sub>50</sub> 在小鼠為 4600mg/kg。

無明顯效應劑量：在狗的一年餵食試驗當中，NOEL 為 30 ppm，而且會造成肝臟重量和氧血紅素(methemoglobin)的增加。

詳細的實驗數值見表 2.3.16 及表 2.3.17。

表 2.3.16 三福林毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
chicken	LD <sub>50</sub>	oral	> 2gm/kg (2000mg/kg)	
dog	LD <sub>50</sub>	oral	> 10gm/kg (10000mg/kg)	Gastrointestinal: "hypermotility, diarrhea"

表 2.3.16(續) 三福林毒理資料

Organism	Test Type	Route	Reported Dose (Normalized Dose)	Effect
mammal (species unspecified)	LD <sub>50</sub>	oral	3700mg/kg (3700mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	intraperitoneal	4600mg/kg (4600mg/kg)	
mouse	LD <sub>50</sub>	oral	3197mg/kg (3197mg/kg)	
rabbit	LD <sub>50</sub>	oral	> 2gm/kg (2000mg/kg)	
rat	LC <sub>50</sub>	inhalation	2800mg/m <sup>3</sup> /1hr (2800mg/m <sup>3</sup> )	
rat	LD <sub>50</sub>	oral	1930mg/kg (1930mg/kg)	Sense organs and special senses: mydriasis (pupillary dilation): eye Behavioral: somnolence (general depressed activity) Skin and appendages (skin): hair: other
rat	LD <sub>50</sub>	skin	> 5gm/kg (5000mg/kg)	

資料來源：NLM

表 2.3.17 三福林口服的 *R<sub>f</sub>D* 摘要

Critical Effect	Experimental Doses*	UF	MF	<i>R<sub>f</sub>D</i>
Increased liver weights; increase in methemoglobin	NOEL: 30 ppm (0.75 mg/kg/day)	100	1	7.50E-03 mg/kg/day
12-Month Dog Feeding Study	LEL: 150 ppm (3.75 mg/kg/day)			
Hoechst Aktiengesellschaft, 1984a				

\*Conversion Factors -- 1 ppm = 0.025 mg/kg/day (assumed dog food consumption)

資料來源：IRIS

# 第三章 材料與方法

## 一、 相關資料之蒐集

### (一) 總膳食計畫

總膳食計畫(Total Diet Study)在世界上許多國家已經實施多年，如美國於 1961 年實施迄今、加拿大自 1969 年執行數階段之研究調查計畫，以評估透過食物供應可以對消費者造成有害影響的健康風險威脅程度。由監測和監督程序分析食物中之污染物和其他化學品，以檢查它是否在各級食品和膳食攝入量的污染物和其他化學品都符合國家和國際準則。

而我國行政院衛生署食品處由民國 91 年起主辦「2003-2004 食品污染物國人總膳食調查計畫(Taiwan Total Diet Study 2003/2004，簡稱 TTDS 2003/2004)」，推動本國首次之總膳食計畫。用以建立完備之國人總膳食調查及食品安全管制模式，作為往後之食品污染風險管理之依據。此研究由行政院農委會農業藥物毒物試驗所規劃執行。

本研究則取其結果報告當中對特定取食類型之殘留農藥的農藥殘留監測之

部分數據為計算之基礎，包括參考其每人每日容許攝入量值(Acceptable Daily Intakes，簡稱 ADI)及檢測極限(Limit of Detection，簡稱 LOD)，再以每人每日容許攝入量值(ADI)及 1/2 之偵測極限(1/2 LOD)為推估風險評估之依據。

## (二) 食品國民平均取食量

每類作物之國民平均取食量之數值因各國取食習慣及作物種類不同，各國必須建立本國之作物國民平均取食量。國內目前引用之評估數值為行政院農委會農業藥物毒物試驗所依作物之取食部位、生長方式及農藥消退形態將作物分為 20 類，再以 83 年至 88 年中央研究院進行之國民營養調查問卷資料計算不同年齡及性別之各類農作物取食量，計有 14 組資料。目前該項標準已成為我國食品安全之評估標準。

另外參考由行政院農委會所製作之 95 年糧食供需年報，該表係利用國內市場各種糧食作物供需及進出口等資料，按年計算國內各類糧食供給量，進而推估平均每位國民每日各種食物之平均每人每日攝食量，用於消費者風險推估之依據。

國內供給量＝國內生產量＋進口量－出口量(單位：千公噸)

純糧食供給量＝國內供給量－損耗量(損耗量＝1/10 國內供給量)

每人純糧食供給量＝純糧食供給量 ÷ (年中人口數×全年總日數)

## (三) 國民平均體重

體重為健康風險評估之重要之參考資料，大多數實行健康風險評估之國家都有各年齡層之各類飲食及體重等基本資料，如美國藥檢局於 1992 年之殘留農藥取食評估就已區分六個不同年齡層之取食量估算並與 ADI 值進行比較(朱方倩，2006)。

我國雖然自 1993 年起即執行國民營養調查計畫，迄今多年，卻因總膳食調查計畫起步較晚而尚未完成全面性的資料規劃與設計，所以國內現有資料雖有個別年齡層之平均體重及飲食特性的調查，仍缺乏可相互搭配之膳食農藥殘留量資料。因此國民平均體重參考行政院衛生署「國民營養健康狀況變遷調查(1993-1996)」計畫中調查國人體重百分位值成年男性與女性(19~64 歲，50%之中數)平均之體重資料約為 59.9 公斤，所以本研究之農藥消費者風險評估則採用國人平均體重 60 公斤。

#### (四) 農作物之分類

依據行政院衛生署 95.09.12.衛署食字第 0 九五 0 四 0 七五八九號令修正的「殘留農藥安全容許量表」內之「殘留農藥安全容許量表中農作物之分類表」，將農作物概分為二十大類，詳細分類列表於 3.1.1。

表 3.1.1 殘留農藥安全容許量表中農作物之分類表

類別	農作物
1. 米類	水稻、旱稻等。
2. 麥類	大麥、小麥、燕麥等。
3. 雜糧類	玉米、高粱、甘藷等。

表 3.1.1(續) 殘留農藥安全容許量表中農作物之分類表

類別	農作物
4. 乾豆類	黃豆、花生、綠豆、紅豆、紅花子等。
5. 包葉菜類	甘藍、花椰菜、包心白菜、青花菜、結球萵苣、半結球白菜、球莖甘藍、包心芥菜、大心芥菜等。
6. 小葉菜類	白菜、油菜、青江菜、芥藍、芹菜、蕓菜、菠菜、萵苣、茼蒿、萵菜、大蒜、蔥、韭菜、韭菜花、甘藍菜苗、嫩莖萵苣等。
7. 根菜類	蘿蔔、胡蘿蔔、薑、洋蔥、馬鈴薯、竹筍、蘆筍、茭白筍、芋頭等。
8. 蕈菜類	香菇、洋菇、草菇、金菇、木耳等。
9. 果菜類	番茄、茄子、甜椒、辣椒、金針等。
10. 瓜菜類	胡瓜、花胡瓜、苦瓜、絲瓜、冬瓜、南瓜、葫瓜、隼人瓜等。
11. 豆菜類	菜豆、豌豆、毛豆、肉豆、豇豆、粉豆等。
12. 瓜果類	西瓜、香瓜、哈密瓜等。
13. 大漿果類	香蕉、木瓜、鳳梨、奇異果、番荔枝、鱷梨、火龍果、百香果、山竹、榴槤、紅毛丹等。
14. 小漿果類	葡萄、草莓、楊桃、蓮霧、番石榴等。
15. 核果類	芒果、龍眼、荔枝、枇杷、楊梅等。
16. 梨果類	蘋果、梨、桃、李、梅、櫻桃、棗、柿子等。
17. 柑桔類	柑桔、檸檬、柚子、葡萄柚等。
18. 茶類	茶葉等。
19. 甘蔗類	甘蔗等。
20. 堅果類	椰子、杏仁、胡桃等。

#### (五) 農藥每人每日容許攝入量

農藥每人每日容許攝入量值 (Acceptable Daily Intake, 簡稱 ADI 值) 之訂

定標準是每人每日如果依循此訂定標準之容許攝入量攝取該項農藥，則終其一生都不至於有不良影響。

試驗動物經農藥長期餵食後不會產生任何病變之劑量即為無無明顯效應劑量 (No Observed Effect Level, 簡稱 NOEL 值)。農藥對試驗動物之二年餵食慢毒試驗、致變異性試驗、致腫瘤性試驗、致畸胎性試驗等結果均可以無毒害劑量作代表。

以二年餵食試驗所得之 NOEL 值除上安全係數，(一般為 1/100，1/10 代表動物與人之差異，另 1/10 為人與人之間之差異。) 而得到每人每日容許攝入量值 (ADI 值)。其單位為 mg/kg body weight/day，即每公斤體重的人終身接觸而不會有任何病變的劑量。

表 3.1.2 十種農藥之 ADI 值

農藥名稱	ADI <sup>a</sup> (mg/kg/day)	ADI <sup>b</sup> (mg/kg/day)
拉草 (Alachlor)	0.01	0.0005
布瑞莫 (Bupirimate)	0.12	0.05
丁基拉草 (Butachlor)	0.037	0.005
嘉磷塞 (Glyphosate)	-----	0.3
馬拉松 (Malathion)	0.3	0.3
莫多草 (Metolachlor)	0.1	0.08
施得圃 (Pendimethalin)	0.04	0.1
福瑞松 (Phorate)	0.0005	0.0005
腐絕 (Thiabendazole)	0.1	0.3
三福林 (Trifluralin)	0.0075	0.02

a) 2003/2004 TTDS 檢驗農藥 ADI 值

b) 2006 年之 ADI LIST，由 Australian Department of Health and Ageing Office of Chemical Safety 出版

因動物毒性試驗有其標準實驗室操作準則，所以求得之 NOEL 及 ADI 值國際間可通用。如聯合國食品安全委員會（CAC）及美國環保署（USEPA）所製備之 ADI 值即常為各國所引用。但各國所訂定之農藥每人每日容許攝入量略有不同，本研究則依循 2003/2004 TTDS 檢驗農藥 ADI 值為主，並參考由 Australian Department of Health and Ageing Office of Chemical Safety 於 2006 年出版之 ADI LIST。

#### (六) 農藥殘留的檢驗方法

由於世界各國經常進行農產品間的國際貿易，所以一個國家的農藥安全容許量管制範圍也涵蓋了進出口的農產品。進口國依其實際需要可向我國申請進口農產品之進口容許量（Import Tolerance）。申請進口容許量必須檢附農藥在進口國之登記使用情形及該國之容許量、建議容許量、田間殘留消退試驗資料、植物代謝資料等，經國內列入安全評估計算後確定不影響國人健康始予以接受。某些國家利用農產品中容許量之差別來作為限制農產品自由貿易之手段，即所謂非關貿障礙，我國外銷美、日、歐之農產品也常遭到因農藥殘留容許量不同而無法出口之困境。為減少此類障礙，聯合國食品法典委員會（Codex）下設農藥殘留標準委員會（Codex Commission of Pesticide Residues, 簡稱 CCPR），製訂各種農藥在農產品中之最高殘留限量，並在烏拉圭回合談判中作成決議，要求各國以 Codex 之最高殘留限量作為農產品貿易中農藥殘留標準之參考。

正確的檢測出食物上殘留的農藥，不僅有助於訂定容許量，而且當殘留量低於容許量時，亦可推算出殘留農藥的攝入量。目前農藥殘留主要依據標準檢

驗局公告方法 CNS13570-1~3 予以修正以符合烹煮後食物之分析，表 3.1.3 為彙整之實驗室分析方法標準操作手冊 TTDS-AA 系列分析法摘要表(九十二年國人總膳食調查計畫)。(翁愷慎，2005)

表 3.1.3 實驗室分析方法標準操作手冊 TTDS-AA 系列分析法摘要表

文件編號	適用範圍	分析食品代碼
TTDS-AA-01	水果	051-078
TTDS-AA-02	米、麵類	001-014
TTDS-AA-03	奶製品(起司除外)	095-101
TTDS-AA-04	肉、魚及蛋	079-094, 103-110
TTDS-AA-05	儀器條件	001-130
TTDS-AA-06	ETU	055、073、074
TTDS-AA-07	EBDC's	023-078
TTDS-AA-08	其他海產	111-114
TTDS-AA-09	酒	115-122
TTDS-AA-10	植物性油脂	123、124、126
TTDS-AA-11	動物性油脂	125
TTDS-AA-12	飲料	127-130
TTDS-AA-13	蔬菜	023-050

透過國科會之科技資訊網路檢索國內 22 個相關文獻資料庫以及台灣學者發表在國際期刊上資期刊資料庫，包括 Medline、SDOS、美國 ECOTOX、HSDB

與 ECTOXNET 資料庫及美國 WHO 的 IPCS (The International Programme on Chemical Safety) 及 Jointing FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues(JMPR) 等網站資料，篩選有關於農作物及蔬果殘留濃度及容許量，及有關之農藥毒理試驗資料、每日容許攝取量(Acceptable Daily Intake) 等，此外由於國民生活水準日益提高，對農作物、蔬菜、水果等農藥殘留的問題也越加重視。

目前農委會藥物毒物試驗所已建立完整之農藥殘留檢測體系（如該所殘毒管制室下蔬菜農藥殘留防止工作站），執行田間、集貨場及觀光果園之農藥殘留抽樣檢驗工作，負責執行國產蔬果上市前農藥殘留之檢測，而經濟部藥物食品檢驗局對進口及市面上農作物、蔬菜、水果等農藥殘留也都有持續性的監視，如「89、90、91 三年園特產及蔬菜農藥殘留監測與管制計畫」。

本研究並未實際檢驗田間之農藥殘留，僅將相關農藥之殘留檢驗方法列於表 3.1.4 以及表 3.1.5。

表 3.1.4 農藥殘留檢驗方法摘要表

農藥名稱	檢測方法
拉草 (Alachlor)	GC/ECD、GC/FID
丁基拉草 (Butachlor)	GC/ECD
馬拉松 (Malathion)	GC/FPD/P
莫多草 (Metolachlor)	GC/FID
福瑞松 (Phorate)	GC/FPD/P
腐絕 (Thiabendazole)	HPLC/UV
三福林 (Trifluralin)	GC/ECD

資料來源：94.8 署授食字第 0949424750 號公告「食品中殘留農藥檢驗方法—多重殘留分析方法(三)」；周薰修等，2005。

表 3.1.5 農藥殘留檢驗方法名詞釋義

名詞	名詞釋義
GC	Gas Chromatography 氣相層析法
HPLC	High Performance Liquid Chromatography 高效液相層析法
ECD	Electron Capture Detector 電子捕獲檢出器
FPD	Flame Photometric Detector 火焰光度檢出器
UV	UV detector 紫外光檢出器
P	Post-column reactor 後置反應裝置
FID	Flame Ionization Detector 火焰離子檢測器

資料來源：94.8 署授食字第 0949424750 號公告「食品中殘留農藥檢驗方法—多重殘留分析方法(三)」

### (七) 農藥殘留容許量

農藥使用後對食品之安全性，其評估準則為農藥安全容許量 (Tolerance)，其定義為農藥在符合農藥使用原則下所殘留在食品或農產品中之最高殘留限量 (Maximum Residue Limits，簡稱 MRLs)，而此限量為國人長期接觸對其健康不會造成任何影響者。因此農產品中農藥殘留容許量是和農藥使用及國人之取食量有絕對的關係。

農產品中農藥殘留安全容許量之製備必須具備 3 項基本資料：

1. 每人每日容許攝入量值 (Acceptable Daily Intake，簡稱 ADI 值)。
2. 每類作物之國民平均取食量。
3. 農藥在作物中之實際殘留量。

此數值也由各國不同之施藥方式及其在作物中之殘留值而必須引用當地之資料。本數據由國內農藥登記時所進行之作物殘留量消退資料，即依農藥推薦使用方法施用於作物上，不同時間採樣進行殘留量分析，得到在接近安全採收

期時之殘留量值。容許量即依此 3 項數值計算所得。(翁愷慎，2005)

農產品之農藥安全容許量有以下二點特性：

1. 必須為國內登記使用之農藥及施用之食用作物，才有足夠之資料及法源依據研訂容許量。

2. 農藥安全容許量依據殘留消退資料及國人取食量研訂，因此同一農藥在各類農產品中之容許量不一定相同，其高低間無相關關係。

表 3.1.6 即為 95.09.12.衛署食字第 O 九五 O 四 O 七五八九號令修正之「殘留農藥安全容許量表」內所列之拉草(Alachlor)、布瑞莫(Bupirimate)、丁基拉草(Butachlor)、嘉磷塞(Glyphosate)、馬拉松(Malathion)、莫多草(Metolachlor)、施得圃(Pendimethalin)、福瑞松(Phorate)、腐絕(Thiabendazole)及三福林(Trifluralin)等十種農藥之相關數值，亦為本研究引用之數值。

表 3.1.6 殘留農藥安全容許量表

國際普通名稱	普通名稱	作物類別	容許量(ppm)	備註
Alachlor	拉草	包葉菜類	0.2	殺草劑
Alachlor	拉草	甘蔗類	0.1	殺草劑
Alachlor	拉草	果菜類	0.2	殺草劑
Alachlor	拉草	乾豆類	0.1	殺草劑
Bupirimate	布瑞莫	瓜菜類	2	殺菌劑
Bupirimate	布瑞莫	核果類	2	殺菌劑
Bupirimate	布瑞莫	梨果類	2	殺菌劑

表 3.1.6(續 1) 殘留農藥安全容許量表

國際普通名稱	普通名稱	作物類別	容許量(ppm)	備註
Butachlor	丁基拉草	小葉菜類	0.5	殺草劑
Butachlor	丁基拉草	米類	0.5	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	大豆	10	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	大漿果類	0.2	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	小麥	5	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	小漿果類	0.2	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	玉米	1	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	甘蔗類	0.1	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	米類	0.1	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	柑桔類	0.1	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	核果類	0.2	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	馬鈴薯	0.2	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	梨果類	0.2	殺草劑
Malathion	馬拉松	大漿果類	1	殺蟲劑
Malathion	馬拉松	小葉菜類	2	殺蟲劑
Malathion	馬拉松	包葉菜類	2	殺蟲劑
Malathion	馬拉松	瓜菜類	1	殺蟲劑
Malathion	馬拉松	甘蔗類	0.5	殺蟲劑
Malathion	馬拉松	米類	0.1	殺蟲劑
Malathion	馬拉松	豆菜類	2	殺蟲劑
Malathion	馬拉松	果菜類	1	殺蟲劑

表 3.1.6(續 2) 殘留農藥安全容許量表

國際普通名稱	普通名稱	作物類別	容許量(ppm)	備註
Malathion	馬拉松	柑桔類	2	殺蟲劑
Malathion	馬拉松	乾豆類	0.5	殺蟲劑
Malathion	馬拉松	蕈菜類	2	殺蟲劑
Metolachlor	莫多草	甘蔗類	0.1	殺草劑
Metolachlor	莫多草	乾豆類	0.1	殺草劑
Metolachlor	莫多草	雜糧類	0.1	殺草劑
Pendimethalin	施得圃	小葉菜類	0.1	殺草劑
Pendimethalin	施得圃	包葉菜類	0.1	殺草劑
Pendimethalin	施得圃	瓜菜類	0.1	殺草劑
Pendimethalin	施得圃	米類	0.1	殺草劑
Pendimethalin	施得圃	豆菜類	0.1	殺草劑
Pendimethalin	施得圃	根菜類	0.1	殺草劑
Pendimethalin	施得圃	乾豆類	0.1	殺草劑
Pendimethalin	施得圃	雜糧類	0.1	殺草劑
Phorate	福瑞松	大漿果類	0.05	殺蟲劑
Phorate	福瑞松	小葉菜類	0.05	殺蟲劑
Phorate	福瑞松	小漿果類	0.05	殺蟲劑
Phorate	福瑞松	包葉菜類	0.05	殺蟲劑
Phorate	福瑞松	瓜菜類	0.05	殺蟲劑
Phorate	福瑞松	甘蔗類	0.05	殺蟲劑
Phorate	福瑞松	豆菜類	0.05	殺蟲劑
Phorate	福瑞松	果菜類	0.05	殺蟲劑

表 3.1.6(續 3) 殘留農藥安全容許量表

國際普通名稱	普通名稱	作物類別	容許量(ppm)	備註
Phorate	福瑞松	根菜類	0.05	殺蟲劑
Phorate	福瑞松	乾豆類	0.05	殺蟲劑
Thiabendazole	腐絕	大漿果類	5	殺菌劑
Thiabendazole	腐絕	小漿果類	5	殺菌劑
Thiabendazole	腐絕	瓜果類	5	殺菌劑
Thiabendazole	腐絕	米類	2	殺菌劑
Thiabendazole	腐絕	柑桔類	10	殺菌劑
Thiabendazole	腐絕	核果類	5	殺菌劑
Thiabendazole	腐絕	根菜類	3	殺菌劑
Thiabendazole	腐絕	梨果類	5	殺菌劑
Thiabendazole	腐絕	落花生	0.1	殺菌劑
Thiabendazole	腐絕	蕈菜類	5	殺菌劑
Trifluralin	三福林	小葉菜類	0.05	殺草劑
Trifluralin	三福林	包葉菜類	0.05	殺草劑
Trifluralin	三福林	甘蔗類	0.05	殺草劑
Trifluralin	三福林	米類	0.05	殺草劑
Trifluralin	三福林	豆菜類	0.05	殺草劑
Trifluralin	三福林	果菜類	0.05	殺草劑
Trifluralin	三福林	柑桔類	0.05	殺草劑
Trifluralin	三福林	乾豆類	0.05	殺草劑

95.09.12.衛署食字第 0 九五 0 四 0 七五八九號令修正

## 二、消費者風險評估

### (一) 風險評估 (Risk Assessment)

世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 在 2002 年十一月發行的「2002 年世界衛生年報」序言中指出：「降低風險及健康促進為未來健康為重點」，「風險評估指引的應用，將是未來世代中，增進延長人類壽命，促進健康，增進生活品質的重要依據。而如能經由健康風險評估，以系統化的評估，在現今有限的資源下，尋求最適化的管理與控制，減少人民的風險並延長健康的生活，健康的行為變為社會的指引，降低全體人民的風險，而微小的風險變化，也會轉變為巨大的公眾效益」。

風險評估 (Risk Assessment) 就是估計特定狀況的風險。在紅皮書中 (美國國家研究委員會 NRC, 1983) 對於風險評估的定義為：「人類暴露到環境危害之潛在不良健康效應的特性描述。風險評估包括幾個要素：基於流行病學、臨床、毒理學及環境研究之結果的評估，來描述潛在不良健康效應；從這些結果外推 (extrapolation) 來預測及估計在某種暴露狀況下人體健康效應的種類及程度；判斷暴露在不同強度、時間的人群數目及特性；以及歸納總結出公共衛生問題的存在與整體程度」。

風險評估的主要目的，是瞭解可能帶來的危害，預防並降低危害的程度，而依其定義，風險評估具有下列四個步驟：(詹長權，2007)

- 1 危害辨識 (Hazard Identification)
- 2 劑量反應評估 (Dose Response Assessment)
- 3 暴露評估 (Exposure Assessment)
- 4 風險特徵描述 (Risk Characterization)

茲將此四個步驟分述於後。

#### 1. 危害辨識 (Hazard Identification)

危害辨識定義為「決定某一物質是否會增加某種健康狀態（如癌症、先天缺陷等）之發生率的過程」（美國國家科學院 NAS, 1983）。因此，危害辨識主要是針對毒性化學物質的毒性作確認，並了解其導致之健康問題，包括癌症、呼吸系統、神經系統、心臟血管、肺部、腸胃肝膽、腎臟皮膚等問題和生殖缺陷等。一般很少有人體資料，因此污染物質是否對人體健康造成傷害，經常必須以動物實驗來研究。在毒理學中常以動物實驗的 LD<sub>50</sub> (Median Lethal Dose)、LC<sub>50</sub> (Median Lethal Concentration) 或器官傷害等反應來判定毒性物質的毒性大小。

毒性化學物質對人體危害的種類可能是物理性、化學性，或生物性的，當累積的暴露量到達一定值時，會對人體造成傷害、疾病甚至是死亡，這即被稱為為健康危害。主要參考國際癌症研究機構(International Agency for Research on Cancer, IARC) 與美國環保署(EPA Integrated Risk Info. System, IRIS) 之規範，將污染物質分類為致癌及非致癌之毒性危害。表 3.2.1 列出毒性物質對於動物以及人類的毒性等級分類標準。

表3.2.1 毒性物質毒性等級分類標準

毒性等級	單一餵食劑量 LD <sub>50</sub> (大鼠)	暴露氣體4-hr 死亡 率2/6-4/6 (大鼠)	皮膚LD <sub>50</sub> (兔子)	可能死亡劑量 (人類)
1.極毒性	≤1 mg/kg	<10 ppm	≤5 mg/kg	淺嚐
2.高毒性	1-50 mg	10-100 ppm	5-43 mg/kg	4 cc
3.中等毒性	50-500 mg	100-1000 ppm	44-340 mg/kg	30 g
4.輕微毒性	0.5-5 mg	1000-10,000 ppm	0.35-2.81 g/kg	250 g
5.幾乎無毒性	5-15 mg	10000-100,000 ppm	2.82-22.59 g/kg	1000 g
6.比較無害	>15 g	> 100,000 ppm	>22.6 g/kg	> 946cc

資料來源：Toxicology and Risk Assessment: Principle, Methods, and Applications  
,IRIS

## 2. 劑量反應評估 (Dose Response Assessment)

劑量反應評估的定義為「一種物質給予或接受的劑量與在暴露族群中某種有關健康效應之發生率的關係之特性描述，並且以人類暴露到此物質的函數來估計此效應的發生率之過程。」(NRC, 1983)。而在劑量反應評估時應將暴露強度、暴露者的年齡及其他所有會影響健康的相關因子等列入考量，經由動物實驗或流行病學資料蒐集，判斷物質是否有具有閾值效應，如具有閾值，則推估參考劑量  $RfD$  (Reference Dose) 或參考濃度  $RfC$  (Reference Concentration)，如不具閾值，則經資料庫查詢得到其斜率因子 (Slope Factor) 作為致癌風險 (Cancer Risk) 計算的基礎。也就是說，如為致癌物，則由其分類及斜率因子來計算其風險，如為非致癌物質，則計算其容許暴露量。上述常用風險名詞之單位表列於表 3.2.2。

表3.2.2 常用風險名詞之單位

常用風險名詞	單位
參考劑量 $RfD$ (Reference Dose)	mg/kg/day
參考濃度 $RfC$ (Reference Concentration)	mg/l/day (水中), mg/m <sup>3</sup> /day (空氣), mg/kg/day (土壤)
斜率因子 (Slope Factor)	(mg/kg/day) <sup>-1</sup>
危害指數 (Hazard index)	無單位, 如果危害指數小於1, 預期將不會造成損害, 因為暴露低於會產生不良反應的閾值。如果危害指數大於1, 會超過此閾值而且可能產生毒性。
致癌風險 (Cancer Risk)	無單位, 一般可接受是介於10 <sup>-6</sup> ~10 <sup>-4</sup> 。

### 3. 暴露評估 (Exposure Assessment)

降低健康風險的最有效途徑就是減少暴露, 暴露評估是和劑量反應平行的步驟, 為計算物質經由不同之暴露途徑進入人體的劑量, 如: 吸入、食入及皮膚接觸及注射等, 其中主要的途徑通常為吸入空氣或食入食物。暴露的毒性物質經過人體代謝過程而進入人體的量稱為劑量(Dose), 由暴露劑量可計算人體總暴露量, 進而評估其對人體造成之危害風險程度。進行暴露評估時, 必須考慮每一種暴露途徑所接收劑量的總和, 即全部吸收劑量 (Total Absorbed Dose) 作為評估之依據。

毒性物質的作用常常和暴露的途徑有關, 例如皮膚吸收通常比經由消化道

或呼吸系統的吸收量少，所以同樣的暴露量常是經由皮膚接觸吸收的毒性較小。然而在日常生活中，人類最可能直接受到的污染來自於飲用水，或食入受污染的農作物，如水果、蔬菜、穀物等。

但無論毒性物質的毒性危害程度如何，假如沒有暴露就不會有風險，因此暴露評估必須涵括毒性物質的濃度、其暴露途徑及其被人體吸收的方式等，且必須包括受危害群體的分布、大小、時間等特性。我們將各種暴露途徑均考慮在內之危害商數的總和稱為危害指數 (Hazard Index)。如果危害指數小於 1，預期不會有顯著損害，因為暴露量低於會產生不良反應的閾值。如果危害指數大於 1，則表示暴露量超過閾值而有可能對人體產生危害。

對於非致癌效應，假定具有閾值的機制，有閾值的劑量換算原則為：非致癌反應動物暴露→動物劑量 ( $\div 10$ ) →人體劑量→人體暴露不確定係數，常用 10 來表示在藥物動力學的差異，也可推導出非致癌效應參考劑量 (Reference Dose,  $R_fD$ ) 或是參考濃度 (Reference Concentration,  $R_fC$ )。參考劑量 ( $R_fD$ ) 的定義是「估計人類族群的每日暴露量，而此暴露量終其一生無可觀察不良效應的風險」，與飲食中的每日可接受攝入量 (Acceptable Daily Intake, ADI) 類同。一般而言，危害指標(HI)是用於非致癌症風險的指標。

至於致癌效應方面的致癌強度則是以斜率因子 (Slope Factor) 表示，斜率因子指一生平均的攝取量與癌症增加的風險之間的相關性常數，單位是 ( $\text{mg/kg/day}$ )<sup>-1</sup>。在不具有閾值效應 (Nonthreshold Effect，亦即沒有絕對安全暴露的劑量) 之假設下，致癌效應可表示為因暴露某個潛在致癌物而使個人一生中發生癌症所增加的機率或風險。

美國食品藥物管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 試圖找出一致的毒物殘留測量標準，所以主張使用「敏感度方法」，讓各相關機構自行訂定風險的標準，且試驗必須可測量出多於癌症風險無顯著意義範圍內的殘留物。敏感度方法適用於動物用藥、食物污染及添加物上，但亦有其缺點，如果沒有足夠的實驗數據，很難確定其風險標準為可接受的。

終身平均每日劑量 (Lifetime Average Daily Dose, LADD) 之計算如下：

$$LADD = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

LADD：終身平均每日劑量 (mg/kg/day)

C：濃度 (mg/kg)

CR：攝取速率 (kg/day)

EF：接觸頻率 (day/year)

ED：暴露時間 (year)

BW：體重 (kg)

AT：終身時間 (year)

#### 4. 風險特徵描述 (Risk Characterization)

風險特徵描述 (Risk Characterization) 為整合前述三步驟 (危害辨識、劑量反應評估、暴露評估) 所得之結果，做一整合性之評估。主要估計各種暴露狀況下對人體健康可能產生之危害性，並提出預測的數值，以了解毒性物質對人民健康風險影響之程度。風險特徵描述分為兩大類，分別為致癌物(終身暴露導致癌症發生的風險評估)，與非致癌物(危害指數，Intake/RfD 計算其相對的風險

效應，大於 1 表示有害的)。一般而言，致癌反應的定量評估需要用到數學模式，致癌風險在低劑量呈線性關係之假設下，這個保守的模式可推估出癌症風險的可信上限估計 (Plausible Upper-Bound Estimate)，一般公認致癌風險之可接受範圍 (Acceptable Range of Cancer Risk) 是介於  $10^{-6}$ ~ $10^{-4}$  ((詹長權，2007)。

## (二) 消費者風險評估

目前我國行政院農委會農業藥物毒物試驗所下的殘毒管制室對國人常食用之農作物、蔬菜、水果等都有定期性的檢測也分別訂有殘留量及容許量。因此，將蒐集這兩部分資料配合行政院農委會糧食供需年報中的每人每年(日)糧食供給量之數據，及由世界衛生組織或歐美各國所引用之安全評估值如農藥之每日容許攝取量(Acceptable Daily Intakes，簡稱 ADI)，估算國人飲食中農藥之食入劑量。

對攝食可能有農藥殘留的食物之消費者，欲知道食物殘留農藥對身體健康危害的程度，因此須訂定危害指標 (Hazard Index, HI) 作為造成危害的科學性評估使用，其計算公式如下：

$$\text{危害指標 (Hazard index)} = \frac{LADD}{R_f C \text{ or } R_f D}$$

$$R_f C \text{ or } R_f D = \frac{NOEL}{UF}$$

$$LADD = \frac{\sum (C \times IR \times AF \times ED)}{BW \times AT}$$

LADD：終生平均每日暴露劑量(mg/kg/day)

C：農藥濃度值(ppm)

IR：攝入率，各種蔬果攝入量(g/person/day)

ED：暴露期間，以年為單位

AT：平均壽命，以年為單位

AF：吸收率，假設 100%

BW：體重(body weight)，單位為 kg

利用蒐集之國人體重分佈資料、相關農產品攝取量的分佈情況及可能暴露於農藥殘留的現況等資料，配合公告之現有管制標準，估算年齡調整後的國人一生(七十七年)中可能的暴露劑量。此後，再依據國人實際暴露劑量分佈，估算年齡調整後國人一生(七十七年)中可能暴露的實際劑量。表 3.2.3 列出一般常用的暴露風險評估推估之參數。

表 3.2.3 暴露風險評估推估之參數

參數	假設值	說明
暴露濃度(C)	ND，以 1/2DOL 值估算	
攝入率(IR)	糧食供需年報各項蔬果攝食量	實際估算
吸收率(AF)	100% (食入性暴露)	JMPR, HSDB 毒理資料
暴露時間(ED)	假設居住 77 年	同平均壽命
體重(WT)	成年人平均體重 60 公斤	衛生署統計資料
平均壽命(AT)	成年人平均壽命 77 年	依據主計處平均壽命資料

### (三) 致癌風險評估與非致癌風險評估

致癌風險評估是針對某一物質的致癌效應進行風險評估，化學物的致癌強度，即一生平均的攝取量與癌症增加的風險之間的相關性常數，以斜率因子 (Slope Factor) 表示。因為動物實驗所給相對的高劑量，必須使用模式以推估在環境中相對的低劑量之風險。根據美國環保署所採用之線性多階段模式 (Linearized MultiStage model, LMS)，可推估出致癌風險是因終生持續暴露於每個單位致癌物濃度，所增加的癌症發生風險可以下式表示：

致癌風險 = 個人發生癌症的機率 (沒有單位)

致癌風險 = 長期每日攝取量 (Chronic Daily Intake) × 斜率因子 (Slope Factor)

致癌風險亦可用實際人體暴露劑量與劑量反應模式所發展之單位劑量的風險 (即斜率因子) 之相互乘積來表示，如下：

個體終生致癌風險度

= 終生平均暴露日劑量 (LADD) × 致癌斜率 (Slope Factor)

= 單位風險度 (Unit Risk) × 暴露濃度

非致癌風險度引用非致癌效應參考劑量 (Reference Dose,  $R_fD$ ) 或是參考濃度 (Reference Concentration,  $R_fC$ )。參考劑量 ( $R_fD$ ) 的定義是「估計人類族群的每日暴露量，而此暴露量終其一生無可觀察不良效應的風險」，與飲食中的每日可接受攝入量 (Acceptable Daily Intake, ADI) 類同。一般而言，危害指數 (HI) 是用於非致癌風險的指標。

非致癌性風險度評估如下：

$$MOS = \frac{NOEL}{Exposure\ Dose}$$

$$MOE = \frac{RfD}{Exposure\ Dose}$$

$$RfD = \frac{NOEL}{UF}$$

MOS：安全限值（Margin of Safety）

MOE：暴露限值（Margin of Exposure）

Exposure Dose：暴露劑量

UF：不確定係數（Uncertainty Factor）

NOEL：未觀察到明顯效應之劑量（Non-Observed Effect Level）

綜合各種暴露途徑危害商數的總和後，可求得危害指數（Hazard Index, HI），如下：

$$HI = \sum HQ$$

$$HI = \frac{Exposure\ Dose}{RfD} = \frac{Exposure\ Dose}{ADI}$$

HQ：危害商數（Hazard Quotient）。

HI：危害指標（Hazard Index），美國環保署建立之指標

ADI：每人每日可接受攝入量值（Acceptable Daily Intake）

本研究對於致癌風險與非致癌風險評估方面，綜合參考表 3.2.4 所列之三個單位農藥之風險分類：美國環保署致癌風險分類(EPA Integrated Risk Info. System ,IRIS)、國際癌症研究機構致癌力總體評估（International Agency for Research on Cancer, IARC）、世界衛生組織（World Health Organization, WHO）

農藥活性成分風險分類，詳細分類說明則分別列於表 3.2.5、表 3.2.6 以及表 3.2.7。

其中三福林 (Trifluralin) 於 IRIS、IARC 之分級均較可能具有致癌疑慮，且於 IRIS 查到三福林 (Trifluralin) 之致癌斜率為 7.70E-03，故本研究於推估農藥之消費者風險值方面，三福林 (Trifluralin) 以具有致癌風險作推估，計算其致癌風險值，餘九種農藥則以不具有致癌風險值作推估，計算其危害指數值 (HI)。

表3.2.4 農藥之致癌風險分類

農藥名稱	IRIS 致癌風險分類 <sup>a</sup>	IARC 致癌力總體評估 <sup>b</sup>	WHO 農藥活性成分風險分類 <sup>c</sup>
拉草 (Alachlor)	--	--	III
布瑞莫 (Bupirimate)	--	--	U
丁基拉草 (Butachlor)	--	--	U
嘉磷塞 (Glyphosate)	D	--	U
馬拉松 (Malathion)	--	Group3	III
莫多草 (Metolachlor)	C	--	III
施得圃 (Pendimethalin)	--	--	III
福瑞松 (Phorate)	--	--	IA
腐絕 (Thiabendazole)	--	--	U
三福林 (Trifluralin)	C	Group3	U

a)Carcinogenicity Assessment for Lifetime Exposure(IRIS,EPA Integrated Risk Info. System)

b)Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans(IARC,International Agency for Research on Cancer)

c) 2004. Classification of Active Pesticide Ingredients,The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification

表 3.2.5 美國環保署(EPA,IRIS)致癌風險分類

分 類	描 述
A	人類致癌物 (Human carcinogen)
B	人類可能致癌物 (Probable human carcinogen) B1：表示人體研究資料不足 B2：表示動物試驗資料充分，但人體研究資料不足或缺乏。
C	也許是人類致癌物 (Possible human carcinogen)
D	無法分類 (Not classifiable as to human carcinogenicity)
E	證據顯示非致癌物 (Evidence of noncarcinogenicity)

資料來源：美國環保署(EPA Integrated Risk Info. System ,IRIS)

表 3.2.6 國際癌症研究機構(IARC)人類致癌因子分類表

歸 類 級 別	歸 類 說 明
Group 1 確定為致癌因子 The agent is carcinogenic to humans.	流行病學證據充分。
Group 2A 極有可能為致癌因子 The agent is probably carcinogenic to humans.	流行病學證據有限或不足，但動物實驗證據充分。
Group 2B 可能為致癌因子 The agent is possibly carcinogenic to humans.	流行病學證據有限，且動物實驗證據有限或不足。
Group 3 無法歸類為致癌因子 The agent is not classifiable as to its carcinogenicity to humans.	流行病學證據不足，且動物實驗證據亦不足或無法歸入其他類別。
Group 4 極有可能為非致癌因子 The agent is probably not carcinogenic to humans.	人類及動物均欠缺致癌性或流行病學證據不足，且動物致癌性欠缺。

資料來源：國際癌症研究機構(IARC)

表 3.2.7 世界衛生組織（WHO）農藥成份風險分類表

分 類	描 述
IA	極端有害的 Extremely hazardous
IB	高度有害的 Highly hazardous
II	輕微有害的 Moderately hazardous
III	普通有害的 Slightly hazardous
U	在正常使用狀況不太可能有急性危險 Unlikely to present acute hazard in normal use
FM	燻蒸劑，沒被分類 Fumigant, not classified
O	淘汰的農藥，沒被分類 Obsolete as pesticide, not classified

資料來源：世界衛生組織（World Health Organization, WHO）, Classification of Active Pesticide Ingredients

## 第四章 結果與討論

為探討這十種農藥對消費者食用的風險，以風險危害指標值(Hazard Index，簡稱 HI)及致癌風險進行評估，首先針對消費者風險評估所要使用的各項參數進行整理，在殘留農藥安全容許量部分，依據行政院衛生署 95.09.12.衛署食字第 O 九五 O 四 O 七五八九號令修正的「殘留農藥安全容許量表」內所列之拉草(Alachlor)、布瑞莫(Bupirimate)、丁基拉草(Butachlor)、嘉磷塞(Glyphosate)、馬拉松(Malathion)、莫多草(Metolachlor)、施得圃(Pendimethalin)、福瑞松(Phorate)、腐絕(Thiabendazole)及三福林(Trifluralin)等十種農藥之相關數值為參考。此外，行政院衛生署「九十一年度食品污染物國人總膳食調查計畫」及「九十二年度食品污染物國人總膳食調查計畫(Taiwan Total Diet Study 2003/2004，簡稱 TTDS 2003/2004)」亦進行 190 項農藥檢測，本研究將參考其檢測極限(Limit of detection，簡稱 LOD)，以及農藥之每人每日容許攝取量(Acceptable Daily Intakes，簡稱 ADI)之數值為依據(TTDS 2003/2004 未列出嘉磷塞 Glyphosate 之 ADI 值則參考 Australian Department of Health and Ageing Office of Chemical Safety 所出版之 2006 年 ADI LIST)，再以每人每日容許攝入量值(ADI)及 1/2 之偵測極限值(1/2 LOD)為計算風險評估之依據，詳細數值見表 4.1.1。

至於消費者風險評估推估之參數，吸收率部份參考 JMPR，HSDB 毒理資料，假設 100%。至於國人平均體重及平均壽命則參考 95 年衛生署及主計處資料，分別假設為 60 公斤及 77 年。糧食之取食量則參考行政院農委會糧食供需年報中華民國 95 年糧食平衡表所列出之每人純糧食供給量。

表 4.1.1 農藥之 ADI 值與 LOD 值

農藥名稱	ADI <sup>a</sup> (mg/kg/day)	LOD <sup>b</sup> (ppm)
拉草 (Alachlor)	0.01	0.0003
布瑞莫 (Bupirimate)	0.12	0.011
丁基拉草 (Butachlor)	0.037	0.014
嘉磷塞 (Glyphosate)	0.3 <sup>c</sup>	0.02
馬拉松 (Malathion)	0.3	0.007
莫多草 (Metolachlor)	0.1	0.022
施得圃 (Pendimethalin)	0.04	0.002
福瑞松 (Phorate)	0.0005	0.006
腐絕 (Thiabendazole)	0.1	0.005
三福林 (Trifluralin)	0.0075	0.001

a)2003/2004 TTDS 檢驗農藥 ADI 值

b)2003/2004 TTDS 檢驗農藥 LOD 值

c) 2006 年 由 Australian Department of Health and Ageing Office of Chemical Safety 出版之 ADI LIST 值

消費者風險評估以平均值 (mean) 為計算基準，即以各食品樣品分析之結果之平均值乘以該食品之平均取食量，除以平均體重，即為該農藥或重金屬由該食品可能之攝入值，總合所有之樣品結果與安全評估值 (如農藥之 ADI 值) 作比較。本方法之優點為簡單易於分析，缺點為未能反應不確定因子 (Uncertainty Factors)。

本研究以農藥每人每日之攝取量，除以 ADI 值(表 4-1-1)，即可估算攝取各食

物之危害指標(HI)。

對於致癌風險與非致癌風險評估方面，綜合參考表 3.2.4 所列之農藥風險分類，其中三福林 (Trifluralin) 於 IRIS 查到之致癌斜率為 7.70E-03，故本研究於推估農藥之消費者風險值方面，三福林 (Trifluralin) 以具有致癌風險作推估，計算其致癌風險值，餘九種農藥則以不具有致癌風險值作推估，計算其危害指數值(HI)。

### 一、拉草 Alachlor

表 4.1.2 為拉草(Alachlor)以容許濃度為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。

表 4.1.2 以容許濃度為基礎計算 Alachlor 之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
包葉菜類	2.00E-01	6.81E-02	2.27E-04	2.27E-02
甘蔗類	1.00E-01	6.85E-03	1.14E-05	1.14E-03
果菜類	2.00E-01	2.74E-02	9.14E-05	9.14E-03
乾豆類	1.00E-01	7.52E-02	1.25E-04	1.25E-02
合計				4.55E-02

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.HI=攝取量÷ADI。

在食用蔬菜(包葉菜類、果菜類及乾豆類)與甘蔗因拉草殘留而所獲致之攝取量，在包葉菜類為 2.27E-04 mg/kg/day、果菜類為 9.14E-05 mg/kg/day、乾豆類為 1.25E-04 mg/kg/day 及甘蔗為 1.14E-05 mg/kg/day，而在各食物之危害指標(HI)中以包葉菜類之 2.27E-02 為最高，其次為乾豆類之 1.25E-02，再其次為果菜類及甘蔗分別為 9.14E-03 及 1.14E-03，四種食物之 HI 合計為 4.55E-02。可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.3 以 1/2LOD 為基礎計算 Alachlor 之 HI 結果

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
包葉菜類	1.50E-03	6.81E-02	1.70E-06	1.70E-04
甘蔗類	1.50E-03	6.85E-03	1.71E-07	1.71E-05
果菜類	1.50E-03	2.74E-02	6.86E-07	6.86E-05
乾豆類	1.50E-03	7.52E-02	1.88E-06	1.88E-04
合計				4.44E-04

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.HI=攝取量÷ADI。

另外，表 4.1.3 為拉草(Alachlor)以 1/2 偵測極限(LOD)為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在食用蔬菜(包葉菜類、果菜類及乾豆類)與甘蔗因拉草殘留而所獲致之攝取量，在包葉菜類為 1.70E-06 mg/kg/day、果菜類為 6.86E-07 mg/kg/day、乾豆類為 1.88E-06 mg/kg/day 及甘蔗為 1.71E-07 mg/kg/day，而在各食物之危害指標(HI)中以乾豆類之 1.88E-04 為最高，其次為包葉菜類之 1.70E-04，再其次為果菜

類及甘蔗分別為 6.86E-05 及 1.71E-05，且四種食物之 HI 合計為 4.44E-04。其值較以容許濃度為計算基礎低了許多，其值也皆小於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

在致癌風險評估方面，雖然拉草(Alachlor)原本被認為可能是致癌物，但無明顯之實驗數據支持其說法，國際癌症研究中心 (IARC) 最新之致癌性分類亦未將列入致癌物，因此為無致癌風險(IARC,1998;IPCS,2006)。

## 二、 布瑞莫 Bupirimate

表 4.1.4 為布瑞莫 (Bupirimate)以容許濃度為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。

表 4.1.4 以容許濃度為基礎計算 Bupirimate 之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
瓜菜類	2.00E+00	1.71E-02	5.71E-04	4.76E-03
核果類	2.00E+00	4.24E-02	1.41E-03	1.18E-02
梨果類	2.00E+00	5.54E-02	1.85E-03	1.54E-02
合計				3.19E-02

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.HI=攝取量÷ADI。

在兩類水果因布瑞莫殘留而所獲致之攝取量，在梨果類為  $1.85E-03$  mg/kg/day、核果類為  $1.41E-03$  mg/kg/day 及瓜菜為  $5.71E-04$  mg/kg/day，而在各食物之危害指標(HI)中以梨果類之  $1.54E-02$  為最高，其次為核果類之  $1.18E-02$ ，再其次為瓜菜之  $4.76E-03$ ，三種食物之 HI 合計為  $3.19E-02$ 。可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

另外，表 4.1.5 為布瑞莫 (Bupirimate)以 1/2 偵測極限(LOD)為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在兩類水果因布瑞莫殘留而所獲致之攝取量，在梨果類為  $5.08E-06$  mg/kg/day、核果類為  $3.88E-06$  mg/kg/day 及瓜菜為  $1.57E-06$  mg/kg/day，而在各食物之危害指標(HI)中以梨果類之  $4.24E-05$  為最高，其次為核果類之  $3.24E-05$ ，再其次為瓜菜之  $1.31E-05$ ，三種食物之 HI 合計為  $8.78E-05$ 。其值較以容許濃度為計算基礎低了許多，其值也皆小於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.5 以 1/2LOD 為基礎計算 Bupirimate 之 HI 結果

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
瓜菜類	$5.50E-03$	$1.71E-02$	$1.57E-06$	$1.31E-05$
核果類	$5.50E-03$	$4.24E-02$	$3.88E-06$	$3.24E-05$
梨果類	$5.50E-03$	$5.54E-02$	$5.08E-06$	$4.24E-05$
合計				$8.78E-05$

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.HI=攝取量÷ADI。

### 三、 丁基拉草 Butachlor

表 4.1.6 為丁基拉草(Butachlor)以容許濃度為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在食用蔬菜小葉菜類與米因丁基拉草殘留而所獲致之攝取量，在小葉菜類為 5.26E-04 mg/kg/day 及米類為 1.10E-03 mg/kg/day，而在各食物之危害指標(HI)中以米類之 2.96E-02 為最高，其次為小葉菜類之 1.42E-02，兩種食物之 HI 合計為 4.38E-02。可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.6 以容許濃度為基礎計算 Butachlor 之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
小葉菜類	5.00E-01	6.31E-02	5.26E-04	1.42E-02
米類	5.00E-01	1.32E-01	1.10E-03	2.96E-02
合計				4.38E-02

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.HI=攝取量÷ADI。

另外，表 4.1.7 為丁基拉草(Butachlor)以 1/2 偵測極限(LOD)為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在食用蔬菜小葉菜類與米因丁基拉草殘留而所獲致之攝取量，在小葉菜類為 7.36E-06 mg/kg/day 及米類為 1.54E-05 mg/kg/day，而在各食物之危害指標(HI)中以米類之 4.15E-04 為最高，其次為小葉菜類之 1.99E-04，兩種食物之 HI 合計為 6.14E-04。其值較以容許濃度為計算基礎低了許多，其值也皆小

於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.7 以 1/2LOD 為基礎計算 Butachlor 之 HI 結果

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
小葉菜類	7.00E-03	6.31E-02	7.36E-06	1.99E-04
米類	7.00E-03	1.32E-01	1.54E-05	4.15E-04
合計				6.14E-04

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.HI=攝取量÷ADI。

#### 四、 嘉磷塞 Glyphosate

表 4.1.8 為嘉磷塞(Glyphosate)以容許濃度為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在水果(大漿果類、柑桔類、梨果類、小漿果類、核果類及甘蔗)與米糧類(米類、小麥及玉米)及大豆、馬鈴薯因嘉磷塞殘留而所獲致之攝取量，在水果的大漿果類為 3.42E-04 mg/kg/day、柑桔類為 1.09E-04 mg/kg/day、梨果類為 1.85E-04 mg/kg/day、小漿果類為 1.51E-04 mg/kg/day、核果類為 1.41E-04 mg/kg/day 及甘蔗為 1.14E-05 mg/kg/day，在米糧類的米類為 2.19E-04 mg/kg/day、小麥為 8.40E-03 mg/kg/day 及玉米為 1.99E-04 mg/kg/day，以及大豆為 9.02E-03 mg/kg/day、馬鈴薯為 1.06E-04 mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI) 則依序為大豆的 3.01E-02、小

麥的 2.80E-02、大漿果類的 1.14E-03、米類的 7.31E-04、玉米的 6.64E-04、梨果類的 6.16E-04、小漿果類的 5.02E-04、核果類的 4.71E-04、柑桔類的 3.62E-04、馬鈴薯的 3.53E-04 以及最低的甘蔗類 3.81E-05，十一種食物之 HI 合計為 6.29E-02。可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.8 以容許濃度為基礎計算 Glyphosate 之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
大豆	1.00E+01	5.41E-02	9.02E-03	3.01E-02
大漿果類	2.00E-01	1.03E-01	3.42E-04	1.14E-03
小麥	5.00E+00	1.01E-01	8.40E-03	2.80E-02
小漿果類	2.00E-01	4.52E-02	1.51E-04	5.02E-04
玉米	1.00E+00	1.20E-02	1.99E-04	6.64E-04
甘蔗類	1.00E-01	6.85E-03	1.14E-05	3.81E-05
米類	1.00E-01	1.32E-01	2.19E-04	7.31E-04
柑桔類	1.00E-01	6.52E-02	1.09E-04	3.62E-04
核果類	2.00E-01	4.24E-02	1.41E-04	4.71E-04
馬鈴薯	2.00E-01	3.18E-02	1.06E-04	3.53E-04
梨果類	2.00E-01	5.54E-02	1.85E-04	6.16E-04
合計				6.29E-02

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.HI=攝取量÷ADI。

另外，表 4.1.9 為嘉磷塞(Glyphosate)以 1/2 偵測極限(LOD)為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。

表 4.1.9 以 1/2LOD 為基礎計算 Glyphosate 之 HI 結果

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
大豆	1.00E-02	5.41E-02	9.02E-06	3.01E-05
大漿果類	1.00E-02	1.03E-01	1.71E-05	5.70E-05
小麥	1.00E-02	1.01E-01	1.68E-05	5.60E-05
小漿果類	1.00E-02	4.52E-02	7.53E-06	2.51E-05
玉米	1.00E-02	1.20E-02	1.99E-06	6.64E-06
甘蔗類	1.00E-02	6.85E-03	1.14E-06	3.81E-06
米類	1.00E-02	1.32E-01	2.19E-05	7.31E-05
柑桔類	1.00E-02	6.52E-02	1.09E-05	3.62E-05
核果類	1.00E-02	4.24E-02	7.06E-06	2.35E-05
馬鈴薯	1.00E-02	3.18E-02	5.30E-06	1.77E-05
梨果類	1.00E-02	5.54E-02	9.24E-06	3.08E-05
合計				3.60E-04

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.HI=攝取量÷ADI。

在水果(大漿果類、柑桔類、梨果類、小漿果類、核果類及甘蔗)與米糧類(米類、小麥及玉米)及大豆、馬鈴薯因嘉磷塞殘留而所獲致之攝取量，在水果的大漿果類為 1.71E-05 mg/kg/day、柑桔類為 1.09E-05 mg/kg/day、梨果類為 9.24E-06 mg/kg/day、小漿果類為 7.53E-06 mg/kg/day、核果類為 7.06E-06 mg/kg/day 及甘蔗為 1.14E-06 mg/kg/day，在米糧類的米類為 2.19E-05 mg/kg/day、小麥為 1.68E-05

mg/kg/day 及玉米為  $1.99E-06$  mg/kg/day，以及大豆為  $9.02E-06$  mg/kg/day、馬鈴薯為  $5.30E-06$  mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI) 則依序為米類的  $7.31E-05$ 、大漿果類的  $5.70E-05$ 、小麥的  $5.60E-05$ 、柑桔類的  $3.62E-05$ 、梨果類的  $3.08E-05$ 、大豆的  $3.01E-05$ 、小漿果類的  $2.51E-05$  核果類的  $2.35E-05$ 、馬鈴薯的  $1.77E-05$ 、玉米的  $6.64E-06$  以及最低的甘蔗類  $3.81E-06$ ，十一種食物之 HI 合計為  $3.60E-04$ 。其值較以容許濃度為計算基礎低了許多，其值也皆小於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

## 五、 馬拉松 Malathion

表 4.1.10 為馬拉松(Malathion)以容許濃度為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在食用蔬菜(包葉菜類、小葉菜類、乾豆類、豆菜類、果菜類、瓜菜類及蕈菜類)及水果(柑桔類、大漿果類及甘蔗)與米類因馬拉松殘留而所獲致之攝取量，在食用蔬菜的包葉菜類為  $2.27E-03$  mg/kg/day、小葉菜類為  $1.51E-03$  mg/kg/day、乾豆類為  $6.27E-04$  mg/kg/day、豆菜類為  $4.77E-04$  mg/kg/day、果菜類為  $4.57E-04$  mg/kg/day、瓜菜類為  $2.85E-04$  mg/kg/day 及蕈菜類為  $1.68E-04$  mg/kg/day，在水果的柑桔類為  $2.17E-03$  mg/kg/day、大漿果類為  $1.71E-03$  mg/kg/day 及甘蔗類為  $5.71E-05$  mg/kg/day，還有米類為  $2.19E-04$  mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI) 則依序為包葉菜類的  $7.57E-03$ 、柑桔類的  $7.24E-03$ 、大漿果類的  $5.70E-03$ 、小葉菜類的  $5.02E-03$ 、乾豆類的  $2.09E-03$ 、豆菜類的  $1.59E-03$ 、果菜類的  $1.52E-03$ 、瓜菜類的  $9.51E-04$ 、米類的  $7.31E-04$ 、蕈菜類的  $5.61E-04$  以及最低甘蔗類的  $1.90E-04$ ，十一種食物之 HI 合計為  $3.32E-02$ 。可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.10 以容許濃度為基礎計算 Malathion 之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
大漿果類	1.00E+00	1.03E-01	1.71E-03	5.70E-03
小葉菜類	2.00E+00	4.52E-02	1.51E-03	5.02E-03
包葉菜類	2.00E+00	6.81E-02	2.27E-03	7.57E-03
瓜菜類	1.00E+00	1.71E-02	2.85E-04	9.51E-04
甘蔗類	5.00E-01	6.85E-03	5.71E-05	1.90E-04
米類	1.00E-01	1.32E-01	2.19E-04	7.31E-04
豆菜類	2.00E+00	1.43E-02	4.77E-04	1.59E-03
果菜類	1.00E+00	2.74E-02	4.57E-04	1.52E-03
柑桔類	2.00E+00	6.52E-02	2.17E-03	7.24E-03
乾豆類	5.00E-01	7.52E-02	6.27E-04	2.09E-03
蕈菜類	2.00E+00	5.05E-03	1.68E-04	5.61E-04
合計				3.32E-02

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.HI=攝取量÷ADI。

另外，表 4.1.11 為馬拉松(Malathion)以 1/2 偵測極限(LOD)為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在食用蔬菜(包葉菜類、小葉菜類、乾豆類、豆菜類、果菜類、瓜菜類及蕈菜類)及水果(柑桔類、大漿果類及甘蔗)與米類因馬拉松殘留而所獲致之攝取量，在食用蔬菜的包葉菜類為 3.97E-06 mg/kg/day、小葉菜類為 2.64E-06 mg/kg/day、乾豆類為 4.39E-06 mg/kg/day、豆菜類為 8.34E-07 mg/kg/day、果菜類為 1.60E-06 mg/kg/day、瓜菜類為 9.99E-07 mg/kg/day 及蕈菜類為 2.95E-07 mg/kg/day，在水果的柑桔類為 3.80E-06 mg/kg/day、大漿果類為 5.98E-06 mg/kg/day

及甘蔗類為 4.00E-07 mg/kg/day，還有米類為 7.68E-06 mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI)則依序為米類的 2.56E-05、大漿果類的 1.99E-05、乾豆類的 1.46E-05、包葉菜類的 1.32E-05、柑桔類的 1.27E-05、小葉菜類的 8.79E-06、果菜類的 5.33E-06、瓜菜類的 3.33E-06、豆菜類的 2.78E-06、甘蔗類的 1.33E-06、以及最低葷菜類的 9.82E-07，十一種食物之 HI 合計為 1.09E-04。其值較以容許濃度為計算基礎低了許多，其值也皆小於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.11 以 1/2LOD 為基礎計算 Malathion 之 HI 結果

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
大漿果類	3.50E-03	1.03E-01	5.98E-06	1.99E-05
小葉菜類	3.50E-03	4.52E-02	2.64E-06	8.79E-06
包葉菜類	3.50E-03	6.81E-02	3.97E-06	1.32E-05
瓜菜類	3.50E-03	1.71E-02	9.99E-07	3.33E-06
甘蔗類	3.50E-03	6.85E-03	4.00E-07	1.33E-06
米類	3.50E-03	1.32E-01	7.68E-06	2.56E-05
豆菜類	3.50E-03	1.43E-02	8.34E-07	2.78E-06
果菜類	3.50E-03	2.74E-02	1.60E-06	5.33E-06
柑桔類	3.50E-03	6.52E-02	3.80E-06	1.27E-05
乾豆類	3.50E-03	7.52E-02	4.39E-06	1.46E-05
葷菜類	3.50E-03	5.05E-03	2.95E-07	9.82E-07
合計				1.09E-04

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.HI=攝取量÷ADI。

## 六、 莫多草 Metolachlor

表 4.1.12 為莫多草(Metolachlor)以容許濃度為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在水果類(核果類及梨果類)與瓜菜類因莫多草殘留而所獲致之攝取量，在核果類為 1.25E-04 mg/kg/day、梨果類為 1.99E-05 mg/kg/day 及瓜菜類為 1.99E-05 mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI)中以核果類之 1.25E-03 為最高，其次為梨果類之 1.99E-04，再其次為瓜菜類 1.14E-04，三種食物之 HI 合計為 1.57E-03。可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.12 以容許濃度為基礎計算 Metolachlor 之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
瓜菜類	1.00E-01	6.85E-03	1.14E-05	1.14E-04
核果類	1.00E-01	7.52E-02	1.25E-04	1.25E-03
梨果類	1.00E-01	1.20E-02	1.99E-05	1.99E-04
合計				1.57E-03

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.HI=攝取量÷ADI。

另外，表 4.1.13 為莫多草(Metolachlor)以 1/2 偵測極限(LOD)為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在水果類(核果類及梨果類)與瓜菜類因莫多草殘留而所獲致之攝取量，在核果類為 1.38E-05 mg/kg/day、梨果類為 2.19E-06 mg/kg/day 及瓜菜類為 1.26E-06 mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI)中以核果類之 1.38E-04 為

最高，其次為梨果類之 2.19E-05，再其次為瓜菜類 1.26E-05，三種食物之 HI 合計為 1.72E-04。其值較以容許濃度為計算基礎低了許多，其值也皆小於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.13 以 1/2LOD 為基礎計算 Metolachlor 之 HI 結果

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
瓜菜類	1.10E-02	6.85E-03	1.26E-06	1.26E-05
核果類	1.10E-02	7.52E-02	1.38E-05	1.38E-04
梨果類	1.10E-02	1.20E-02	2.19E-06	2.19E-05
合計				1.72E-04

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.HI=攝取量÷ADI。

## 七、 施得圃 Pendimethalin

表 4.1.14 為施得圃(Pendimethalin)以容許濃度為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在食用蔬菜(根菜類、乾豆類、包葉菜類、小葉菜類、瓜菜類及豆菜類)與米類、雜糧類因施得圃殘留而所獲致之攝取量，在根菜類為 2.50E-04 mg/kg/day、乾豆類為 1.25E-04 mg/kg/day、包葉菜類為 1.14E-04 mg/kg/day、小葉菜類為 1.05E-04 mg/kg/day、瓜菜類為 2.85E-05 mg/kg/day、豆菜類為 2.38E-05 mg/kg/day、

米類為 2.19E-04 mg/kg/day 及雜糧類為 1.90E-04 mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI)則依序為根菜類的 6.26E-03、米類的 5.48E-03、雜糧類的 4.76E-03、乾豆類的 3.13E-03、包葉菜類的 2.84E-03、小葉菜類的 2.63E-03、瓜菜類的 7.14E-04 以及最低豆菜類的 5.96E-04，八種食物之 HI 合計為 2.64E-02。可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.14 以容許濃度為基礎計算 Pendimethalin 之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
小葉菜類	1.00E-01	6.31E-02	1.05E-04	2.63E-03
包葉菜類	1.00E-01	6.81E-02	1.14E-04	2.84E-03
瓜菜類	1.00E-01	1.71E-02	2.85E-05	7.14E-04
米類	1.00E-01	1.32E-01	2.19E-04	5.48E-03
豆菜類	1.00E-01	1.43E-02	2.38E-05	5.96E-04
根菜類	1.00E-01	1.50E-01	2.50E-04	6.26E-03
乾豆類	1.00E-01	7.52E-02	1.25E-04	3.13E-03
雜糧類	1.00E-01	1.14E-01	1.90E-04	4.76E-03
合計				2.64E-02

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.HI=攝取量÷ADI。

另外，表 4.1.15 為施得圃(Pendimethalin)以 1/2 偵測極限(LOD)為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在食用蔬菜(根菜類、乾豆類、包葉菜類、小葉菜類、瓜菜類及豆菜類)與米類、雜糧類因施得圃殘留而所獲致之攝取量，在根菜類為 2.50E-06 mg/kg/day、乾豆類為 1.25E-06 mg/kg/day、包葉菜類為 1.14E-06

mg/kg/day、小葉菜類為 1.05E-06 mg/kg/day、瓜菜類為 2.85E-07 mg/kg/day、豆菜類為 2.38E-07 mg/kg/day、米類為 2.19E-06 mg/kg/day 及雜糧類為 1.90E-06 mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI)中則依序為根菜類的 6.26E-05、米類的 5.48E-05、雜糧類的 4.76E-05、乾豆類的 3.13E-05、包葉菜類的 2.84E-05、小葉菜類的 2.63E-05、瓜菜類的 7.14E-06 以及最低豆菜類的 5.96E-06，且八種食物之 HI 合計為 2.64E-04。其值較以容許濃度為計算基礎低了許多，其值也皆小於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.15 以 1/2LOD 為基礎計算 Pendimethalin 之 HI 結果

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
小葉菜類	1.00E-03	6.31E-02	1.05E-06	2.63E-05
包葉菜類	1.00E-03	6.81E-02	1.14E-06	2.84E-05
瓜菜類	1.00E-03	1.71E-02	2.85E-07	7.14E-06
米類	1.00E-03	1.32E-01	2.19E-06	5.48E-05
豆菜類	1.00E-03	1.43E-02	2.38E-07	5.96E-06
根菜類	1.00E-03	1.50E-01	2.50E-06	6.26E-05
乾豆類	1.00E-03	7.52E-02	1.25E-06	3.13E-05
雜糧類	1.00E-03	1.14E-01	1.90E-06	4.76E-05
合計				2.64E-04

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.HI=攝取量÷ADI。

## 八、 福瑞松 Phorate

表 4.1.16 為福瑞松(Phorate)以容許濃度為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。

表 4.1.16 以容許濃度為基礎計算 Phorate 之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
大漿果類	5.00E-02	1.03E-01	8.55E-05	1.71E-01
小葉菜類	5.00E-02	6.31E-02	5.26E-05	1.05E-01
小漿果類	5.00E-02	4.52E-02	3.77E-05	7.53E-02
包葉菜類	5.00E-02	6.81E-02	5.68E-05	1.14E-01
瓜菜類	5.00E-02	1.71E-02	1.43E-05	2.85E-02
甘蔗類	5.00E-02	6.85E-03	5.71E-06	1.14E-02
豆菜類	5.00E-02	1.43E-02	1.19E-05	2.38E-02
果菜類	5.00E-02	2.74E-02	2.29E-05	4.57E-02
根菜類	5.00E-02	1.50E-01	1.25E-04	2.50E-01
乾豆類	5.00E-02	7.52E-02	6.27E-05	1.25E-01
合計				9.50E-01

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.HI=攝取量÷ADI。

在食用蔬菜(根菜類、乾豆類、包葉菜類、小葉菜類、果菜類、瓜菜類及豆菜類)及水果類(大漿果類、小漿果類及甘蔗)因福瑞松殘留而所獲致之攝取量，在根菜類為  $1.25E-04$  mg/kg/day、乾豆類為  $6.27E-05$  mg/kg/day、包葉菜類為  $5.68E-05$  mg/kg/day、小葉菜類為  $5.26E-05$  mg/kg/day、果菜類為  $2.29E-05$  mg/kg/day、瓜菜類為  $1.43E-05$  mg/kg/day、豆菜類為  $1.19E-05$  mg/kg/day、大漿果類為  $8.55E-05$  mg/kg/day、小漿果類為  $3.77E-05$  mg/kg/day 及甘蔗類為  $5.71E-06$  mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI)則依序為根菜類的  $2.50E-01$ 、大漿果類的  $1.71E-01$ 、乾豆類的  $1.25E-01$ 、包葉菜類的  $1.14E-01$ 、小葉菜類的  $1.05E-01$ 、小漿果類的  $7.53E-02$ 、果菜類的  $4.57E-02$ 、瓜菜類的  $2.85E-02$ 、豆菜類的  $2.38E-02$  以及最低甘蔗類的  $1.14E-02$ ，十種食物之 HI 合計為  $9.50E-01$ 。可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。但值得注意的是十種食物之 HI 合計為  $9.50E-01$ ，已經非常接近 1，有可能對人體產生健康之危害，顯示其容許濃度仍有其值得重新考量之處。

另外，表 4.1.17 為福瑞松(Phorate)以 1/2 偵測極限(LOD)為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在食用蔬菜(根菜類、乾豆類、包葉菜類、小葉菜類、果菜類、瓜菜類及豆菜類)及水果類(大漿果類、小漿果類及甘蔗)因福瑞松殘留而所獲致之攝取量，在根菜類為  $7.51E-06$  mg/kg/day、乾豆類為  $3.76E-06$  mg/kg/day、包葉菜類為  $3.41E-06$  mg/kg/day、小葉菜類為  $3.15E-06$  mg/kg/day、果菜類為  $1.37E-06$  mg/kg/day、瓜菜類為  $8.56E-07$  mg/kg/day、豆菜類為  $7.15E-07$  mg/kg/day、大漿果類為  $5.13E-06$  mg/kg/day、小漿果類為  $2.26E-06$  mg/kg/day 及甘蔗類為  $3.43E-07$  mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI)則依序為根菜類的  $1.50E-02$ 、大漿果類的  $1.03E-02$ 、乾豆類的  $7.52E-03$ 、包葉菜類的  $6.81E-03$ 、小葉菜類的  $6.31E-03$ 、小漿果類的  $4.52E-03$ 、果菜類的  $2.74E-03$ 、瓜菜類的  $1.71E-03$ 、豆菜類的  $1.43E-03$  以及最低甘蔗類的  $6.85E-04$ ，十種食物之 HI 合計為  $5.70E-02$ 。其值較以容許濃度

為計算基礎低了許多，其值也皆小於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.17 以 1/2LOD 為基礎計算 Phorate 之 HI 結果

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
大漿果類	3.00E-03	1.03E-01	5.13E-06	1.03E-02
小葉菜類	3.00E-03	6.31E-02	3.15E-06	6.31E-03
小漿果類	3.00E-03	4.52E-02	2.26E-06	4.52E-03
包葉菜類	3.00E-03	6.81E-02	3.41E-06	6.81E-03
瓜菜類	3.00E-03	1.71E-02	8.56E-07	1.71E-03
甘蔗類	3.00E-03	6.85E-03	3.43E-07	6.85E-04
豆菜類	3.00E-03	1.43E-02	7.15E-07	1.43E-03
果菜類	3.00E-03	2.74E-02	1.37E-06	2.74E-03
根菜類	3.00E-03	1.50E-01	7.51E-06	1.50E-02
乾豆類	3.00E-03	7.52E-02	3.76E-06	7.52E-03
合計				5.70E-02

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.HI=攝取量÷ADI。

## 九、 腐絕 Thiabendazole

表 4.1.18 為腐絕(Thiabendazole)以容許濃度為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。

表 4.1.18 以容許濃度為基礎計算 Thiabendazole 之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
大漿果類	5.00E+00	1.03E-01	8.55E-03	8.55E-02
小漿果類	5.00E+00	4.52E-02	3.77E-03	3.77E-02
瓜果類	5.00E+00	3.85E-02	3.21E-03	3.21E-02
米類	2.00E+00	1.32E-01	4.39E-03	4.39E-02
柑桔類	1.00E+01	6.52E-02	1.09E-02	1.09E-01
核果類	5.00E+00	4.24E-02	3.53E-03	3.53E-02
根菜類	3.00E+00	1.50E-01	7.51E-03	7.51E-02
梨果類	5.00E+00	5.54E-02	4.62E-03	4.62E-02
落花生	1.00E-01	4.03E-03	6.71E-06	6.71E-05
萵菜類	5.00E+00	5.05E-03	4.21E-04	4.21E-03
合計				4.69E-01

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.HI=攝取量÷ADI。

在食用蔬菜(根菜類及萵菜類)及水果類(柑桔類、大漿果類、梨果類、小漿果

類、核果類及瓜果類)與米類、落花生因腐絕殘留而所獲致之攝取量，根菜類為  $7.51E-03$  mg/kg/day、蕈菜類為  $4.21E-04$  mg/kg/day、柑桔類為  $1.09E-02$  mg/kg/day、大漿果類為  $8.55E-03$  mg/kg/day、梨果類為  $4.62E-03$  mg/kg/day、小漿果類為  $3.77E-03$  mg/kg/day、核果類為  $3.53E-03$  mg/kg/day、瓜果類為  $3.21E-03$  mg/kg/day、米類為  $4.39E-03$  mg/kg/day 及落花生為  $6.71E-06$  mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI)則依序為柑桔類的  $1.09E-01$ 、大漿果類的  $8.55E-02$ 、根菜類的  $7.51E-02$ 、梨果類的  $4.62E-02$ 、米類的  $4.39E-02$ 、小漿果類的  $3.77E-02$ 、核果類的  $3.53E-02$ 、瓜果類的  $3.21E-02$ 、蕈菜類的  $4.21E-03$  以及最低落花生的  $6.71E-05$ ，十種食物之 HI 合計為  $4.69E-01$ 。可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

另外，表 4.1.19 為腐絕(Thiabendazole)以 1/2 偵測極限(LOD)為計算基礎之暴露量及危害風險指標值。在食用蔬菜(根菜類及蕈菜類)及水果類(柑桔類、大漿果類、梨果類、小漿果類、核果類及瓜果類)與米類、落花生因腐絕殘留而所獲致之攝取量，根菜類為  $6.26E-06$  mg/kg/day、蕈菜類為  $2.11E-07$  mg/kg/day、柑桔類為  $2.71E-06$  mg/kg/day、大漿果類為  $4.27E-06$  mg/kg/day、梨果類為  $2.31E-06$  mg/kg/day、小漿果類為  $1.88E-06$  mg/kg/day、核果類為  $1.76E-06$  mg/kg/day、瓜果類為  $1.60E-06$  mg/kg/day、米類為  $5.48E-06$  mg/kg/day 及落花生為  $1.68E-07$  mg/kg/day。而在各食物之危害指標(HI)則依序為根菜類的  $6.26E-05$ 、米類的  $5.48E-05$ 、大漿果類的  $4.27E-05$ 、柑桔類的  $2.71E-05$ 、梨果類的  $2.31E-05$ 、小漿果類的  $1.88E-05$ 、核果類的  $1.76E-05$ 、瓜果類的  $1.60E-05$ 、蕈菜類的  $2.11E-06$  以及最低落花生的  $1.68E-06$ ，十種食物之 HI 合計為  $2.67E-04$ 。其值較以容許濃度為計算基礎低了許多，其值也皆小於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

表 4.1.19 以 1/2LOD 為基礎計算 Thiabendazole 之 HI 結果

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	取食量 (kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI
大漿果類	2.50E-03	1.03E-01	4.27E-06	4.27E-05
小漿果類	2.50E-03	4.52E-02	1.88E-06	1.88E-05
瓜果類	2.50E-03	3.85E-02	1.60E-06	1.60E-05
米類	2.50E-03	1.32E-01	5.48E-06	5.48E-05
柑桔類	2.50E-03	6.52E-02	2.71E-06	2.71E-05
核果類	2.50E-03	4.24E-02	1.76E-06	1.76E-05
根菜類	2.50E-03	1.50E-01	6.26E-06	6.26E-05
梨果類	2.50E-03	5.54E-02	2.31E-06	2.31E-05
落花生	2.50E-03	4.03E-03	1.68E-07	1.68E-06
蕈菜類	2.50E-03	5.05E-03	2.11E-07	2.11E-06
合計				2.67E-04

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.HI=攝取量÷ADI。

## 十、三福林 Trifluralin

在致癌風險評估方面，一般在  $10^{-4}$ ~ $10^{-6}$  之間為無明顯風險，超過  $10^{-4}$  則不可接受，表 4.1.20 為以容許濃度為基礎計算三福林(Trifluralin)之致癌風險，在食用

蔬菜(乾豆類、包葉菜類、小葉菜類、果菜類及豆菜類)及水果類(柑桔類及甘蔗類)與米類因三福林殘留而所獲致之致癌風險依序排列如後：小葉菜類為 4.05E-07、包葉菜類為 4.37E-07、甘蔗類為 4.40E-08、米類為 8.45E-07、豆菜類為 9.17E-08、果菜類為 1.76E-07、柑桔類為 4.18E-07 及乾豆類為 4.83E-07，除米類之 8.45E-07 相當接近 1.00E-06 之外，餘推估無明顯之致癌風險；八種食物之致癌風險合計為 2.90E-06，推估有致癌風險之虞。

表 4.1.20 以容許濃度為基礎計算 Trifluralin 之致癌風險

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	攝取量 (mg/kg/day)	致癌風險
小葉菜類	5.00E-02	5.26E-05	4.05E-07
包葉菜類	5.00E-02	5.68E-05	4.37E-07
甘蔗類	5.00E-02	5.71E-06	4.40E-08
米類	5.00E-02	1.10E-04	8.45E-07
豆菜類	5.00E-02	1.19E-05	9.17E-08
果菜類	5.00E-02	2.29E-05	1.76E-07
柑桔類	5.00E-02	5.43E-05	4.18E-07
乾豆類	5.00E-02	6.27E-05	4.83E-07
合計			2.90E-06

註：1.攝取量(mg/kg/day)=容許濃度×取食量÷60 公斤體重。2.致癌風險=攝取量×致癌斜率。3.Trifluralin 之致癌斜率=7.70E-03。

另外，表 4.1.21 則為以 1/2LOD 為基礎計算三福林(Trifluralin)之致癌風險，食用蔬菜(乾豆類、包葉菜類、小葉菜類、果菜類及豆菜類)及水果類(柑桔類及甘

蔗類)與米類因三福林殘留而所獲致之致癌風險依序排列如後：小葉菜類為 4.05E-09、包葉菜類為 4.37E-09、甘蔗類為 4.40E-10、米類為 8.45E-09、豆菜類為 9.17E-10、果菜類為 1.76E-09、柑桔類為 4.18E-09 及乾豆類為 4.83E-09，八種食物之致癌風險合計為 2.90E-08，所以推估無明顯之致癌風險。

表 4.1.21 以 1/2LOD 為基礎計算 Trifluralin 之致癌風險

食物類別	1/2LOD (mg/kg/day)	攝取量(mg/kg/day)	致癌風險
小葉菜類	5.00E-04	5.26E-07	4.05E-09
包葉菜類	5.00E-04	5.68E-07	4.37E-09
甘蔗類	5.00E-04	5.71E-08	4.40E-10
米類	5.00E-04	1.10E-06	8.45E-09
豆菜類	5.00E-04	1.19E-07	9.17E-10
果菜類	5.00E-04	2.29E-07	1.76E-09
柑桔類	5.00E-04	5.43E-07	4.18E-09
乾豆類	5.00E-04	6.27E-07	4.83E-09
合計			2.90E-08

註：1.LOD=偵測極限。2.攝取量(mg/kg/day)=1/2LOD×取食量÷60 公斤體重。3.致癌風險=攝取量×致癌斜率。4.Trifluralin 之致癌斜率=7.70E-03。

## 第五章 結論與建議

本研究之十種農藥中，僅三福林 (Trifluralin) 於 IRIS 查到之致癌斜率為  $7.70E-03$ ，故本研究於推估農藥之消費者風險值方面，三福林 (Trifluralin) 以具有致癌風險作推估，計算其致癌風險值，餘九種農藥則以不具有致癌風險值作推估，計算其危害指數值(HI)，十種農藥之推估值綜述如下。

### 一、危害指數值

表 5.1 農藥之危害指標值

農藥名稱	危害指標(HI)	
	以容許濃度為計算基礎	以 1/2 偵測極限為計算基礎
拉草 (Alachlor)	$4.54E-01 \sim 2.28E-02$	$3.76E-03 \sim 3.43E-04$
布瑞莫 (Bupirimate)	$3.70E-02 \sim 1.14E-02$	$1.02E-04 \sim 3.14E-05$
丁基拉草 (Butachlor)	$2.19E-01$ 、 $1.05E-01$	$3.07E-03$ 、 $1.47E-03$
嘉磷塞 (Glyphosate)	$3.01E-02 \sim 3.81E-05$	$7.31E-05 \sim 3.81E-06$
馬拉松 (Malathion)	$7.57E-03 \sim 1.90E-04$	$2.56E-05 \sim 9.82E-07$
莫多草 (Metolachlor)	$1.57E-03 \sim 1.43E-04$	$1.72E-04 \sim 1.57E-05$
施得圃 (Pendimethalin)	$2.50E-03 \sim 2.38E-04$	$2.50E-05 \sim 2.38E-06$
福瑞松 (Phorate)	$2.50E-01 \sim 1.14E-02$	$1.50E-02 \sim 6.85E-04$
腐絕 (Thiabendazole)	$3.62E-02 \sim 2.24E-05$	$2.09E-05 \sim 5.59E-07$

由上表可看出其危害指標(HI)值皆小於 1，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。然而福瑞松(Phorate)以容許濃度為計算基礎之危害指標(HI)十種食物之

HI 合計為 9.50E-01，雖不致對身體造成危害，但值得注意的是十種食物之 HI 合計為 9.50E-01，已經非常接近 1，有可能對人體產生健康之危害，顯示其容許濃度仍有其值得重新考量之處，建議調低福瑞松使用之容許濃度，以避免農民使用過多之福瑞松而產生不必要之殘留。

## 二、致癌風險值

在致癌風險評估方面，一般在  $10^{-4}$ ~ $10^{-6}$  之間為無明顯風險，超過  $10^{-4}$  則不可接受。以容許濃度為基礎計算三福林(Trifluralin)之致癌風險，除最高米類之  $8.45E-07$  相當接近  $1.00E-06$ ，其致癌風險值得關注之外，餘為  $4.83E-07$ ~ $4.40E-08$ ，推估無明顯之致癌風險。然而八種食物之致癌風險合計為  $2.90E-06$ ，已有致癌風險之虞，因國人有可能在一天當中同時攝取此八種蔬果(小葉菜類、包葉菜類、甘蔗類、米類、豆菜類、果菜類、柑桔類、乾豆類)，所以建議相關單位調降三福林(Trifluralin)施用於農作物之容許濃度，以免對人體健康產生危害。以 1/2LOD 為基礎計算三福林(Trifluralin)之致癌風險為  $8.45E-09$ ~ $4.40E-10$ ，八種食物之致癌風險合計為  $2.90E-08$ ，所以推估無明顯之致癌風險。

在拉草(Alachlor)致癌風險評估方面，由於世界衛生組織(WHO)於 2004 年最新之標準已將改列為等級 III，表示為普通有害的(Slightly Hazardous)，國際癌症研究中心 (IARC) 之致癌性分類也未將列入，因此判定為無致癌風險。

### 三、危害指數(HI)合計

表 5.2 為以容許濃度為基礎總計各類食物之 HI 結果。若以容許濃度為計算基礎，將九種農藥在各食物之危害指數(HI)合計，結果以根菜類的 3.32E-01 為最高，其餘依次為大漿果類的 2.63E-01、包葉菜類的 1.47E-01、乾豆類的 1.43E-01、小葉菜類的 1.27E-01、柑桔類的 1.16E-01、小漿果類的 1.14E-01、米類的 8.05E-02、果菜類的 5.64E-02、核果類的 4.88E-02、瓜菜類的 3.51E-02、瓜果類的 3.21E-02、大豆的 3.01E-02、小麥的 2.80E-02、豆菜類的 2.60E-02、梨果類的 1.62E-02、甘蔗的 1.28E-02、蕁菜類的 4.77E-03、雜糧類的 4.76E-03、玉米的 6.64E-04、馬鈴薯的 3.53E-04、以及最低落花生的 6.71E-05，可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

若以容許濃度為基礎將九種農藥在此二十二種食物之 HI 總計，則為 1.66E+00，很明顯的危害指數大於 1，表示暴露量超過閾值，有可能對人體產生危害；但若是依照一般的飲食習慣估算，則幾乎不可能出現一天之中同一人對此二十二種蔬果、米糧同時攝取食用之狀況，所以可不必過於擔心其食用之風險。但除了食用蔬果、米糧有農藥施用的情形之外，水產以及禽畜類食物也有藥物施用的情形，若是於國人總膳食調查之時合併統計食物攝取之種類，將一日攝取之食物種類及數量合計，進行 HI 之計算評估，將可做更精確且具參考價值之消費者風險評估。

表 5.2 以容許濃度為基礎總計各類食物之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	攝取量 (mg/kg/day)	HI	Pesticides	HI 合計
大豆	1.00E+01	9.02E-03	3.01E-02	Glyphosate	3.01E-02

表 5.2(續 1) 以容許濃度為基礎總計各類食物之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	攝取量 (mg/kg/day)	HI	Pesticides	HI 合計
小麥	5.00E+00	8.40E-03	2.80E-02	Glyphosate	2.80E-02
小葉菜類	5.00E-01	5.26E-04	1.42E-02	Butachlor	1.27E-01
小葉菜類	2.00E+00	1.51E-03	5.02E-03	Malathion	
小葉菜類	1.00E-01	1.05E-04	2.63E-03	Pendimethalin	
小葉菜類	5.00E-02	5.26E-05	1.05E-01	Phorate	
大漿果類	2.00E-01	3.42E-04	1.14E-03	Glyphosate	2.63E-01
大漿果類	1.00E+00	1.71E-03	5.70E-03	Malathion	
大漿果類	5.00E-02	8.55E-05	1.71E-01	Phorate	
大漿果類	5.00E+00	8.55E-03	8.55E-02	Thiabendazole	
小漿果類	2.00E-01	1.51E-04	5.02E-04	Glyphosate	1.14E-01
小漿果類	5.00E-02	3.77E-05	7.53E-02	Phorate	
小漿果類	5.00E+00	3.77E-03	3.77E-02	Thiabendazole	
包葉菜類	2.00E-01	2.27E-04	2.27E-02	Alachlor	1.47E-01
包葉菜類	2.00E+00	2.27E-03	7.57E-03	Malathion	
包葉菜類	1.00E-01	1.14E-04	2.84E-03	Pendimethalin	
包葉菜類	5.00E-02	5.68E-05	1.14E-01	Phorate	
玉米	1.00E+00	1.99E-04	6.64E-04	Glyphosate	6.64E-04
瓜果類	5.00E+00	3.21E-03	3.21E-02	Thiabendazole	3.21E-02
瓜菜類	2.00E+00	5.71E-04	4.76E-03	Bupirimate	3.51E-02
瓜菜類	1.00E+00	2.85E-04	9.51E-04	Malathion	
瓜菜類	1.00E-01	1.14E-05	1.14E-04	Metolachlor	
瓜菜類	1.00E-01	2.85E-05	7.14E-04	Pendimethalin	
瓜菜類	5.00E-02	1.43E-05	2.85E-02	Phorate	
甘蔗類	1.00E-01	1.14E-05	1.14E-03	Alachlor	1.28E-02
甘蔗類	1.00E-01	1.14E-05	3.81E-05	Glyphosate	
甘蔗類	5.00E-01	5.71E-05	1.90E-04	Malathion	
甘蔗類	5.00E-02	5.71E-06	1.14E-02	Phorate	
米類	5.00E-01	1.10E-03	2.96E-02	Butachlor	8.05E-02
米類	1.00E-01	2.19E-04	7.31E-04	Glyphosate	
米類	1.00E-01	2.19E-04	7.31E-04	Malathion	
米類	1.00E-01	2.19E-04	5.48E-03	Pendimethalin	
米類	2.00E+00	4.39E-03	4.39E-02	Thiabendazole	

表 5.2(續 2) 以容許濃度為基礎總計各類食物之 HI 結果

食物類別	容許濃度 (ppm=mg/kg)	攝取量 (mg/kg/day)	HI	Pesticides	HI 合計
豆菜類	2.00E+00	4.77E-04	1.59E-03	Malathion	2.60E-02
豆菜類	1.00E-01	2.38E-05	5.96E-04	Pendimethalin	
豆菜類	5.00E-02	1.19E-05	2.38E-02	Phorate	
果菜類	2.00E-01	9.14E-05	9.14E-03	Alachlor	5.64E-02
果菜類	1.00E+00	4.57E-04	1.52E-03	Malathion	
果菜類	5.00E-02	2.29E-05	4.57E-02	Phorate	
柑桔類	1.00E-01	1.09E-04	3.62E-04	Glyphosate	1.16E-01
柑桔類	2.00E+00	2.17E-03	7.24E-03	Malathion	
柑桔類	1.00E+01	1.09E-02	1.09E-01	Thiabendazole	
核果類	2.00E+00	1.41E-03	1.18E-02	Bupirimate	4.88E-02
核果類	2.00E-01	1.41E-04	4.71E-04	Glyphosate	
核果類	1.00E-01	1.25E-04	1.25E-03	Metolachlor	
核果類	5.00E+00	3.53E-03	3.53E-02	Thiabendazole	
根菜類	1.00E-01	2.50E-04	6.26E-03	Pendimethalin	3.32E-01
根菜類	5.00E-02	1.25E-04	2.50E-01	Phorate	
根菜類	3.00E+00	7.51E-03	7.51E-02	Thiabendazole	
馬鈴薯	2.00E-01	1.06E-04	3.53E-04	Glyphosate	3.53E-04
乾豆類	1.00E-01	1.25E-04	1.25E-02	Alachlor	1.43E-01
乾豆類	5.00E-01	6.27E-04	2.09E-03	Malathion	
乾豆類	1.00E-01	1.25E-04	3.13E-03	Pendimethalin	
乾豆類	5.00E-02	6.27E-05	1.25E-01	Phorate	
梨果類	2.00E+00	1.85E-03	1.54E-02	Bupirimate	6.24E-02
梨果類	2.00E-01	1.85E-04	6.16E-04	Glyphosate	
梨果類	1.00E-01	1.99E-05	1.99E-04	Metolachlor	
梨果類	5.00E+00	4.62E-03	4.62E-02	Thiabendazole	
落花生	1.00E-01	6.71E-06	6.71E-05	Thiabendazole	6.71E-05
蕈菜類	2.00E+00	1.68E-04	5.61E-04	Malathion	4.77E-03
蕈菜類	5.00E+00	4.21E-04	4.21E-03	Thiabendazole	
雜糧類	1.00E-01	1.90E-04	4.76E-03	Pendimethalin	4.76E-03
總計					1.66E+00

表 5.3 為以 1/2LOD 為基礎總計各類食物之 HI 結果。若以 1/2LOD 為計算基礎，將九種農藥在各食物之危害指標(HI)合計，結果以根菜類的 1.51E-02 為最高，其餘依次為大漿果類的 1.04E-02、乾豆類的 7.75E-03、包葉菜類的 7.02E-03、小葉菜類的 6.54E-03、小漿果類的 4.56E-03、果菜類的 2.82E-03、瓜菜類的 1.75E-03、豆菜類的 1.44E-03、甘蔗的 7.08E-04、米類的 6.23E-04、核果類的 2.11E-04、梨果類的 9.51E-05、柑桔類的 7.60E-05、小麥的 5.60E-05、雜糧類的 4.76E-05、大豆的 3.01E-05、馬鈴薯的 1.77E-05、瓜果類的 1.60E-05、玉米的 6.64E-06、蕈菜類的 3.09E-06、以及最低落花生的 1.68E-06，可看出其值皆小於一，表示均在安全範圍內，不致對身體造成危害。

若以 1/2LOD 為基礎總計將九種農藥在此二十二種食物之 HI 總計，則為 6.07E-02，其值小於一，表示在安全範圍內，亦不致對身體造成危害。

表 5.3 以 1/2LOD 為基礎總計各類食物之 HI 結果

食物類別	1/2DOL (mg/kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI	Pesticides	HI 合計
大豆	1.00E-02	9.02E-06	3.01E-05	Glyphosate	3.01E-05
小麥	1.00E-02	1.68E-05	5.60E-05	Glyphosate	5.60E-05
小葉菜類	7.00E-03	7.36E-06	1.99E-04	Butachlor	6.54E-03
小葉菜類	3.50E-03	2.64E-06	8.79E-06	Malathion	
小葉菜類	1.00E-03	1.05E-06	2.63E-05	Pendimethalin	
小葉菜類	3.00E-03	3.15E-06	6.31E-03	Phorate	
大漿果類	1.00E-02	1.71E-05	5.70E-05	Glyphosate	1.04E-02
大漿果類	3.50E-03	5.98E-06	1.99E-05	Malathion	
大漿果類	3.00E-03	5.13E-06	1.03E-02	Phorate	
大漿果類	2.50E-03	4.27E-06	4.27E-05	Thiabendazole	
小漿果類	1.00E-02	7.53E-06	2.51E-05	Glyphosate	4.56E-03
小漿果類	3.00E-03	2.26E-06	4.52E-03	Phorate	
小漿果類	2.50E-03	1.88E-06	1.88E-05	Thiabendazole	

表 5.3(續 1) 以 1/2LOD 為基礎總計各類食物之 HI 結果

食物類別	1/2DOL (mg/kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI	Pesticides	HI 合計
包葉菜類	1.50E-03	1.70E-06	1.70E-04	Alachlor	7.02E-03
包葉菜類	3.50E-03	3.97E-06	1.32E-05	Malathion	
包葉菜類	1.00E-03	1.14E-06	2.84E-05	Pendimethalin	
包葉菜類	3.00E-03	3.41E-06	6.81E-03	Phorate	
玉米	1.00E-02	1.99E-06	6.64E-06	Glyphosate	6.64E-06
瓜果類	2.50E-03	1.60E-06	1.60E-05	Thiabendazole	1.60E-05
瓜菜類	5.50E-03	1.57E-06	1.31E-05	Bupirimate	1.85E-03
瓜菜類	3.50E-03	9.99E-07	3.33E-06	Malathion	
瓜菜類	1.00E-01	1.14E-05	1.14E-04	Metolachlor	
瓜菜類	1.00E-03	2.85E-07	7.14E-06	Pendimethalin	
瓜菜類	3.00E-03	8.56E-07	1.71E-03	Phorate	
甘蔗類	1.50E-03	1.71E-07	1.71E-05	Alachlor	7.08E-04
甘蔗類	1.00E-02	1.14E-06	3.81E-06	Glyphosate	
甘蔗類	3.50E-03	4.00E-07	1.33E-06	Malathion	
甘蔗類	3.00E-03	3.43E-07	6.85E-04	Phorate	
米類	7.00E-03	1.54E-05	4.15E-04	Butachlor	6.23E-04
米類	1.00E-02	2.19E-05	7.31E-05	Glyphosate	
米類	3.50E-03	7.68E-06	2.56E-05	Malathion	
米類	1.00E-03	2.19E-06	5.48E-05	Pendimethalin	
米類	2.50E-03	5.48E-06	5.48E-05	Thiabendazole	
豆菜類	3.50E-03	8.34E-07	2.78E-06	Malathion	1.44E-03
豆菜類	1.00E-03	2.38E-07	5.96E-06	Pendimethalin	
豆菜類	3.00E-03	7.15E-07	1.43E-03	Phorate	
果菜類	1.50E-03	6.86E-07	6.86E-05	Alachlor	2.82E-03
果菜類	3.50E-03	1.60E-06	5.33E-06	Malathion	
果菜類	3.00E-03	1.37E-06	2.74E-03	Phorate	
柑桔類	1.00E-02	1.09E-05	3.62E-05	Glyphosate	7.60E-05
柑桔類	3.50E-03	3.80E-06	1.27E-05	Malathion	
柑桔類	2.50E-03	2.71E-06	2.71E-05	Thiabendazole	
核果類	5.50E-03	3.88E-06	3.24E-05	Bupirimate	1.33E-03
核果類	1.00E-02	7.06E-06	2.35E-05	Glyphosate	
核果類	1.00E-01	1.25E-04	1.25E-03	Metolachlor	
核果類	2.50E-03	1.76E-06	1.76E-05	Thiabendazole	

表 5.3(續 2) 以 1/2LOD 為基礎總計各類食物之 HI 結果

食物類別	1/2DOL (mg/kg/day)	攝取量 (mg/kg/day)	HI	Pesticides	HI 合計
根菜類	1.00E-03	2.50E-06	6.26E-05	Pendimethalin	1.51E-02
根菜類	3.00E-03	7.51E-06	1.50E-02	Phorate	
根菜類	2.50E-03	6.26E-06	6.26E-05	Thiabendazole	
馬鈴薯	1.00E-02	5.30E-06	1.77E-05	Glyphosate	1.77E-05
乾豆類	1.50E-03	1.88E-06	1.88E-04	Alachlor	7.75E-03
乾豆類	3.50E-03	4.39E-06	1.46E-05	Malathion	
乾豆類	1.00E-03	1.25E-06	3.13E-05	Pendimethalin	
乾豆類	3.00E-03	3.76E-06	7.52E-03	Phorate	
梨果類	5.50E-03	5.08E-06	4.24E-05	Bupirimate	2.95E-04
梨果類	1.00E-02	9.24E-06	3.08E-05	Glyphosate	
梨果類	1.00E-01	1.99E-05	1.99E-04	Metolachlor	
梨果類	2.50E-03	2.31E-06	2.31E-05	Thiabendazole	
落花生	2.50E-03	1.68E-07	1.68E-06	Thiabendazole	1.68E-06
蕈菜類	3.50E-03	2.95E-07	9.82E-07	Malathion	3.09E-06
蕈菜類	2.50E-03	2.11E-07	2.11E-06	Thiabendazole	
雜糧類	1.00E-03	1.90E-06	4.76E-05	Pendimethalin	4.76E-05
總計					6.07E-02

#### 四、綜合建議

綜合十種農藥消費者風險值之估算所得，發現農民若是遵循行政院衛生署所規定之「殘留農藥安全容許量」施用農藥，則蔬果殘留農藥的狀況對消費者而言為長期接觸亦不會構成健康風險之疑慮。而國內農產品農藥殘留管制及農民安全用藥輔導等亦由負責業務之單位持續進行，消費者可留意行政院衛生署藥檢局發布之蔬果殘留農藥檢驗結果，以作為食用蔬果安全之依據。雖然偶有不符規定之農藥殘留檢測結果出現，大致而言，在政府單位嚴格的把關之下，國內農產品農

藥殘留的情形仍不致需要消費者過度的擔心。

然而本研究中福瑞松、莫多草、丁基拉草此三項農藥，赫然出現於 2003 年 12 月 31 日之歐盟農藥新禁令中(農藥一路發網站，2004)，期望國內相關單位也能儘速對此三項農藥之使用提出合宜的因應措施，以解除農民與消費者之疑慮。

現今科技日益精進，無論是科學檢測之儀器、或是各項分析之技術不斷的改良進展，農藥殘留之偵測極限亦會隨之益趨精密，我們也希望相關政府單位或是研究機構能基於降低消費者健康風險疑慮之前提，使用更精密的儀器與技術持續進行農藥殘留相關之研究，並依研究結果隨時修正農藥殘留之容許濃度、偵測極限等檢測數值，以期使消費者能夠安心無慮的食用蔬果。



## 第六章 參考文獻

食品中殘留農藥檢驗方法—多重殘留分析方法(三)。(民國 94 年 8 月署授食字第 0949424750 號公告)

殘留農藥安全容許量。(民國 95 年 09 月 12 日，衛署食字第 O 九五 O 四 O 七五八 九號令修正)

行政院農業委員會(2007)。民國 95 年糧食平衡表[公告]。2007 年 11 月 23 日，取自：[http://www.coa.gov.tw/htmlarea\\_file/web\\_articles/8911/1.10.pdf](http://www.coa.gov.tw/htmlarea_file/web_articles/8911/1.10.pdf)

行政院農業委員會動植物防疫檢疫局(2006 年 1 月 5 日)。農藥使用範圍明細報表[公告]。2007 年 11 月 18 日，取自：  
<http://pesticide.baphiq.gov.tw/files/PR13B0R1-1.DOC>。

行政院衛生署(2007)。平均餘命—衛生統計資訊網-衛生統計指標[公告]。2007 年 11 月 23 日，取自：<http://www.doh.gov.tw/statistic/data/衛生統計重要指標/95/1.xls>

周薰修、張碧秋、曾素香、林育如(2005 年 9 月 6 日)。蔬果中農藥多重殘留分析檢驗方法之建立。2007 年 11 月 30 日，取自：  
[http://www.nlfd.gov.tw/doc\\_click.aspx?mtab=PLAN&id=1848&fname=DOH93-FD-2031.pdf](http://www.nlfd.gov.tw/doc_click.aspx?mtab=PLAN&id=1848&fname=DOH93-FD-2031.pdf)

翁愷慎(1996)。農藥與生活。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。

翁愷慎(2002)。九十一年度食品污染物國人總膳食調查計畫。行政院衛生署(報告編號：DOH91-FS0032)。

翁愷慎(2003/2004)。食品污染物國人總膳食調查計畫(二)。行政院衛生署(報告編號：DOH92-FS-011)。

翁愷慎(2006)。農產品農藥殘留容許量—台灣農家要覽增修訂三版。行政院農業委員會。

翁愷慎(無日期)。農業藥劑學特論篇。2007年12月6日，取自：  
<http://www.tactri.gov.tw/htdocs/notes/gapweb/pdf/i3.pdf>

高美丁、曾明淑、葉文婷、張瑛韶、潘文涵。國民營養狀況變遷調查—1993-1996 台灣地區居民體位及肥胖狀況。行政院衛生署食品衛生處(無編號)。

農藥一路發網站(2004)。歐盟農藥禁令名單。2007年11月21日，取自：  
<http://www.ag168.com/news/news/news20171.htm>。

詹長權(2004)。健康風險評估指引。國立台灣大學公共衛生學院。

廖俊旺、黃振聲(2004)。農藥之毒性與危害。藥毒所專題報導，No.73。

魏百祿(2005)。拉草及丁基拉草整體風險評估。行政院農業委員會(報告編號：93農科-1.2.1-檢-B2)。

IARC Internal Report.(1998). *Report of An Ad-Hoc IARC Monographs Advisory Group on Priorities for Future Evaluations*. International Agency for Research on Cancer.

IARC. (2007). Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans, List of all agents, mixtures and exposures evaluated to date. Retrieved November 18,2007, from the World Wide Web: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/crthall.php>

National Research Council (NRC).(1983). *Risk Assessment in the Federal Government:Managing the Process*. National Academy Press. Washington, D.C.

Therapeutic Goods Administration(TGA).(2006). *ADILIST—Acceptable Daily Intakes for Agricultural and Veterinary Chemical*. Australian Government Department of Health and Ageing Office of Chemical Safety.

U.S. EPA.(2005). *Guidelines for Carcinogen Risk Assessment*. Risk Assessment Forum  
U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC.

- U.S. EPA.(2007).*Technical Appendix A.Listing of All Toxicity Weights for TRI Chemicals and Chemical Categories*.Retrieved November 27,2007, from the World Wide Web: [http://www.epa.gov/oppt/rsei/pubs/tech\\_app\\_a\\_v212.pdf](http://www.epa.gov/oppt/rsei/pubs/tech_app_a_v212.pdf)
- W.H.O.(1997). *Guidelines for predicting dietary intake of pesticide residues (revised)*. Food Safety and Food Aid World Health Organization.
- W.H.O.(2006). *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2004*(corrigenda published on 28 June 2006 incorporate). International Programme on Chemical Safety(IPCS).

### 農藥之物化性質、用途、毒理綜合參考以下之資料及資料庫

- 王慶裕(2007)。台灣農地常見除草劑－除草劑類別及特性。2007年12月16日，取自：[http://web.nchu.edu.tw/~wangcylab/Herbicide%20in%20Taiwan\(0916\).pdf](http://web.nchu.edu.tw/~wangcylab/Herbicide%20in%20Taiwan(0916).pdf)
- 化工引擎。Chem YQ。2007年11月28日，取自：<http://www.chemyq.com/xz.htm>
- 中國安徽企業網。2007年11月28日，取自：<http://www.anhui.net.cn/>
- 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所(無日期)。農藥劑型種類及代碼中英文對照表。2007年11月16日，取自：<http://www.tactri.gov.tw/htdocs/regist/pestcode.pdf>
- 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局(無日期)。毒理資料庫。2007年11月26日，取自：<http://pesticide.baphiq.gov.tw/poison.aspx>
- 百度百科。噻菌靈。2007年11月28日，取自：[baike.baidu.com/view/143522.html](http://baike.baidu.com/view/143522.html)
- 江蘇省激素研究所有限公司。噻菌靈(腐絕)。2007年11月28日，取自：[http://www.jsmone.com/template/pro3\\_5.htm](http://www.jsmone.com/template/pro3_5.htm)
- 陳家鐘(2006)。除草劑劑型簡介。中華民國雜草學會會刊，第二十六卷，第二期。

Alan Wood's Web Site. (2007). Compendium of Pesticide Common Names. Retrieved November 18,2007, from the database on the World Wide Web:  
<http://www.alanwood.net/pesticides/index.html>

CCHOS. (2007).IPCS INCHEM, Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations. Retrieved November 16,2007, from the database on the World Wide Web: <http://www.inchem.org/>

EXTOXNET. (2007). Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles. Retrieved December 5,2007, from the database on the World Wide Web:  
<http://extoxnet.orst.edu/>

PAN Pesticide Database. (2007). Pesticide Action Network North America. Retrieved November 17,2007, from the database on the World Wide Web:  
<http://www.pesticideinfo.org/>

U.S.EPA. (2007). Ecotox Database,U.S. Environment Protection Agency. Retrieved November 17,2007, from database (Ecotox Database) on the World Wide Web:  
<http://www.epa.gov/ecotox>

U.S.EPA. (2007). Integrated Risk Information System (IRIS). Retrieved November 17,2007, from database (Chemical Abstracts) on the World Wide Web:  
<http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/>

U.S. National Library of Medicine. (2007). TOXNET - Databases on toxicology, hazardous chemicals, environmental health, and toxic releases. Retrieved November 18,2007, from database (TOXNET) on the World Wide Web:  
<http://toxnet.nlm.nih.gov/>