

食 品 安 全

王 有 忠 編 著

華 香 園 出 版 社

食 品 安 全

王 有 忠 編 著

華香園出版社

食 品 安 全

版權所有
不准翻印

中華民國七十五年四月出版

編著者 王 有 忠

發行人 施 弘 國

發行所 華香園出版社 (761-1001)
763-3000)

地 址 台北市松山路287巷11號四樓

特 價 國內新台幣 300元

劃 撥 0111000-0 華香園出版社帳戶
(前後爲“0”，中間三個“1”三個“0”)

序

近年來國人飲食生活水準雖然隨經濟的發展而顯著的提高，但食品衛生安全方面的進步並未令人滿意。各種食品安全的問題經常成為茶餘飯後的熱門話題。

目前常被提起的食品安全有關的問題有：病原性細菌、食品添加物、殘留農藥、多氯聯苯、亞硝胺、黃麴毒素、有害性金屬、塑膠容器包裝材料、以及洗劑等，大體上都離不開添加物與污染物的範圍，但涉及的基礎科學却相當廣泛。因此多數資料與見解均分散發表於各種不同學門的書刊上，蒐集與整理頗為不容易。

作者因二十年來一直側身於食品衛生管理有關的工作上，接觸食品安全有關的問題與資料的機會較多，又因公餘在台北醫學院、實踐專校兼授食品衛生與安全的課程，深覺如能蒐集有關食品安全問題的資料加予整理成書，對食品有關科系學生及食品衛生實際工作者有所助益，乃不顧自己淺學菲才擇其要者，分章整理寫成本書，實在不敢說是著述，只是想拋磚引玉而已。

又為了儘可能納入最新的知識與見解，引用了前輩學者的研究成果、文獻與貴重的圖表，在此對原著者深表謝意。

本書在公餘倉促編寫，疏漏錯誤之處一定難免，尚冀前輩學者不吝指教，俾於再版時改正。

最後對施弘國先生協助本書之出版，郭鴻均先生、邱泰茂先生之辛勞校正，在此致最高的謝意。

行政院衛生署
作者誌於 食品衛生處

目 錄

第一章 緒論（毒性與安全性評估）	1
1. 毒物與毒性	1
2. 急性毒性	2
3. 慢性毒性	7
4. 致癌性	9
5. 劑量與反應關係	15
6. 代謝試驗	17
7. 突變原性	18
8. 畸胎性	21
8.1 畸胎性試驗的意義	21
8.2 對動物有胎兒毒性的主要化學物質	22
8.3 器官形成期給與試驗與多世代試驗	22
8.4 畸胎性試驗結果的解釋	25
9. 安全性的評估	26
第二章 食品的腐敗	32
1. 食品中的微生物	32
2. 食品的劣變	33
3. 食品的腐敗、發酵與變敗	35
4. 腐敗菌	37
5. 食品腐敗過程中的化學變化	39

2 食品安全

第三章 食物中毒與預防 ----- 42

1. 食物中毒 ----- 42
2. 引發食物中毒的因素 ----- 42
3. 易導致食物中毒的食品 ----- 44
4. 如何預防食物中毒 ----- 45

第四章 食物中毒病原菌與細菌性食物中毒 ----- 60

1. 食物中毒病原菌的分類 ----- 60
2. 腸炎弧菌 ----- 62
3. 沙門氏桿菌 ----- 63
4. 葡萄球菌 ----- 64
5. 肉毒桿菌 ----- 66
6. 魏氏桿菌（產氣莢膜桿菌） ----- 68
7. 病原性大腸桿菌 ----- 69
8. 臘狀（仙人掌）桿菌 ----- 71
9. 彎曲弧菌（曲狀桿菌） ----- 72

第五章 天然毒素 ----- 74

1. 植物性毒素 ----- 74
 - 1.1 類固醇生物鹼 ----- 74
 - 1.2 硫代配糖體 ----- 76
 - 1.3 異黃鹼素 ----- 79
 - 1.4 含氰配糖體 ----- 80
 - 1.5 蘇鐵素 ----- 82
 - 1.6 光過敏毒素 ----- 83
 - 1.7 麥角生物鹼 ----- 86
 - 1.8 菇類毒素 ----- 87

2. 動物性毒素 -----	89
2.1 河豚毒 -----	89
2.2 Ciguatoxin -----	91
2.3 卷貝毒素 -----	92
2.4 Saxitoxin -----	94
3. 食品中的天然致癌物 -----	95
4. 植物中的致畸胎物 -----	97
第六章 食品添加物及其安全性 -----	99
1. 食品添加物的定義與範圍 -----	99
2. 食品添加物的毒性與安全性 -----	101
3. 食品添加物的行政管理 -----	103
3.1 食品添加物的規格標準 -----	106
3.2 食品添加物的使用範圍及用量標準 -----	108
4. 食品添加物的分類 -----	110
5. 有害性食品添加物及其毒性 -----	111
5.1 Rongalit -----	111
5.2 硼砂 -----	112
5.3 有害性色素 -----	113
5.4 螢光增白劑 -----	114
5.5 對位乙氧苯脲 -----	114
第七章 有害性金屬 -----	116
1. 何謂有害性金屬？ -----	116
2. 金屬毒性的基本概論 -----	117
3. 金屬呈現毒性的生化學機構 -----	119
4. 金屬濃度與其生物學半減期 -----	120
5. 砷 -----	121

4 食品安全

6. 鉛	123
7. 汞	126
8. 鎘	128
9. 鋅	130
10. 錳	131
第八章 殘留農藥	144
1. 農藥進入（污染）食品的途徑	144
2. 過去產生污染問題的主要農藥	144
3. 各種農藥的毒性	148
4. 食品中的殘留農藥	152
第九章 多氯聯苯	159
1. 多氯聯苯的特性及用途	159
2. 多氯聯苯之毒性	161
3. 多氯聯苯對人體的危害性	162
4. 多氯聯苯之環境污染及污染途徑	163
5. 食品中的多氯聯苯含量	164
第十章 黴菌毒素	170
1. 黴菌毒素及其毒性	170
2. 黃麴毒素	171
2.1 產生黃麴毒素的黴菌	171
2.2 黃麴毒素的種類與其他化學構造	172
2.3 影響黃麴毒素產生之因素	173
2.4 黃麴毒素的毒性	174
2.5 黃麴毒素在動物組織內之殘留問題	178
3. 其他黴菌毒素	181

第十一章 亞硝酸及其有關化合物	188
1. 亞硝酸(鹽)	188
2. 硝酸(鹽)	190
3. 亞硝化合物	192
4. 亞硝胺與人的癌症	193
第十二章 食品的加工、調理、保存過程中生成的 有害物質	196
1. 油脂的過氧化物	196
1.1 油脂过氧化物的生成	196
1.2 二次氧化生成物	197
1.3 脂質过氧化物的毒性	198
2. 熱分解生成物	200
2.1 多環芳香族化合物	200
2.2 蛋白質熱分解物	201
第十三章 食品包裝容器的安全性	206
1. 食品包裝容器的衛生安全問題	206
2. 非塑膠製品的安全性	206
3. 塑膠製品的安全性	208
4. 聚合物單體的安全性	216
5. 塑膠添加物的安全性	224
6. 塑膠器具容器包裝的衛生管理	231
第十四章 洗劑的安全性	233
1. 何謂洗劑?	233
2. 洗劑的種類	234

6 食品安全

- 3. 洗劑的成分 -----237
- 4. 洗劑的硬性與軟性 -----238
- 5. 界面活性劑的毒性 -----240

附 錄

- 一 食品衛生管理法 -----246
- 二 食品衛生管理法施行細則-----253
- 三 食品業者製造、調配、加工、販賣、貯存
食品或食品添加物之場所及設施衛生標準-----267
- 四 食品中毒案件處理要點 -----274
- 五 食品衛生標準 -----280

- 參考書目 -----312

- 索 引 -----314

第一章

緒論 (Introduction)

(毒性與安全性評估)

1. 毒物與毒性 (Poison and Toxicity)

研究化學物質與生物系統相互作用的科學是毒物學 (toxicology)，毒物學的研究對象原先係以有毒物質對生物體的急性 (acute) 作用或是短期 (short-term) 飼養試驗中所呈現的作用為主。最近更進展到以低劑量的化學物質長期 (long-term) 飼養試驗動物，在長達其一生的時間內。觀察研究其作用與結果。動物的飼養試驗結果顯示，任何化學物質，如長期多量攝取時或多或少均會呈現毒性作用。例如氧氣或水對生物而言是必需的物質，但是過量的氧氣或是水，對生物仍然有危險性。健康的成人呼吸純氧可耐三小時以上而不產生任何不適徵狀。但是繼續在 1 大氣壓氧氣下呼吸，或是在 2 ~ 3 大氣壓氧氣下，短時間便對眼睛有害，例如產生瞳孔散大 (mydriasis)，視網膜血管收縮，中央視覺損害等傷害。並非任何化學物質的作用對生物體均有害，可逆性作用的有害性特別低。毒物學家最關心的是非可逆性作用產生的毒害，且因所有的化學物質均可能產生毒性作用，因此實用上常以可能產生顯著的有害性作用的攝取量 (劑量) 為基礎區別毒性化合物 (毒物) 與非毒性化合物。每一個人人都認為氰化鉀 (KCN) 是毒物，或是有毒物質 (poison)。食鹽 (NaCl) 對高血壓病人顯然是有害的，但很少人把它視為有毒物質。依據美國工業化學會的定義，每次以 50 mg/kg bw 採口服方式餵食體重為 200 ~ 300 g 的大白鼠 (rat) 10 隻以上，在 48 小時內能使其半數以上死亡的物質便是有毒物質。因為毒性作用的指標很難很客觀的設定，因

2 食品安全

此非以致死作用測定不可。統計學上最可信賴的致死量爲半數致死量（ LD_{50} ），最可信賴的致死濃度爲半數致死濃度（ LC_{50} ）。絕對毒性係指使動物致死的量或是使動物致死的濃度的絕對值的倒數，可用 $1/LD_{50}$ 或 $1/LC_{50}$ 表示之。

毒性試驗的主要項目包括下列四項：

- (1) 急性毒性試驗
- (2) 生化學試驗
- (3) 慢性（長期）毒性試驗
- (4) 特殊毒性試驗（包括繁殖試驗，畸胎性試驗，致癌性試驗，突變原性試驗，局部刺激試驗，過敏性試驗等）

2. 急性毒性 (Acute Toxicity)

急性毒性試驗係以測定動物一次攝取或注射檢試物後產生的作用爲主。毒物學的基礎在於用量（劑量）與作用（反應）的關係，如圖 1-1。由於這個用量與作用的關係曲線在 20%~80% 作用區域約爲直線，且因超出此區域時再現性較差，Revan 便提出 LD_{50} （半數致死量），亦即能使試驗動物的 50% 致死的劑量（用量）的概念，通常以 mg （化合物）/ kg （動物體重）的單位表示之。這一個數值受試驗動物種、攝取或進入體內的方式、性別以及動物的營養狀態等因素的影響，因此所得結果必須註明試驗時的詳細條件與因素。 LD_{50} 是定量性的，因此可以大略的比較已測定過的化合物的 LD_{50} 而判斷其急性毒性，且可做決定慢性毒性試驗時的劑量（用量）的依據以及臨床症狀的觀察指引。

毒性高的物質在此試驗階段便可刪除，當然這些物質不可能存在於食品添加物或食品中。

目前最常用的 LD_{50} 計算法，爲 van der Warden 檢討 Behrens-Kaerber 法改良的方法。

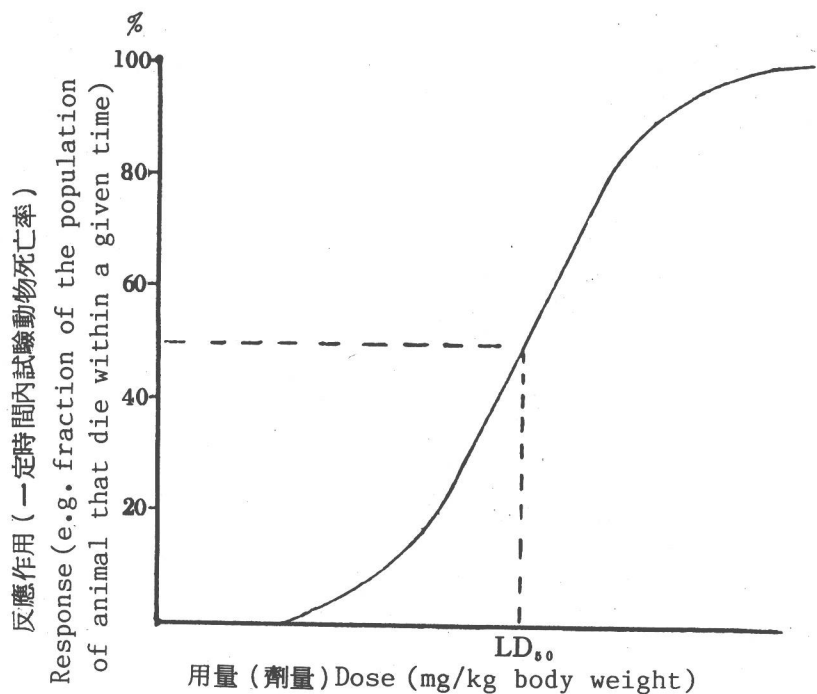


圖 1-1 劑量 (用量) 與反應 (作用) 關係

Fig. 1-1 Dose response relationship in toxicity studies.

試樣分級給與試驗動物群時，隨着給與量的增加，死亡率也增高，如以座標橫軸表示給與量，縱軸表示死亡率時，理論上兩者之關係應成為 S 字曲線。以對數表示給與量時曲線在死亡率 50 % 的位置向橫軸所劃垂直線把斜線部分成為二個對稱部分，且面積相等（如圖 1-3）。實際上曲線為如圖 1-2 的與給與量對應的折線，在橫軸上求垂直線與折線所圍成的二部分面積恰相等的點便求得 LD₅₀。

從科學的觀點而言，毒性始終是相對的數量，只有能與其他物質相互比較才有其意義。因此有必要把毒性分級分類，然而以毒性試驗的致死量為指標的急性毒性，也只有與差距較大的物質比較才有實用價值。

急性毒性以半數致死量 (LD₅₀) 分級如表 1-1。

4 食品安全

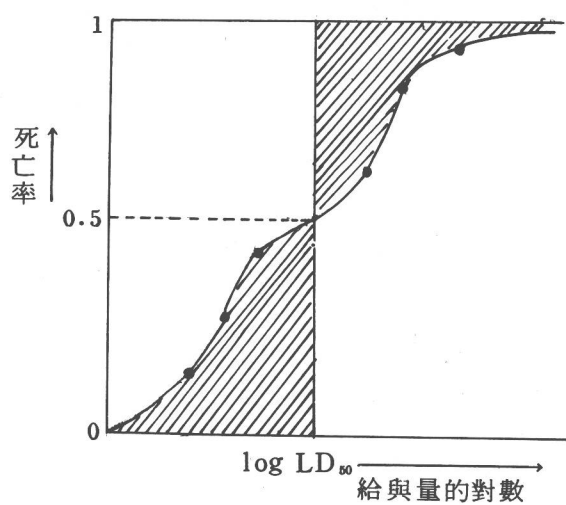


圖 1-2 LD_{50} 計算折線圖

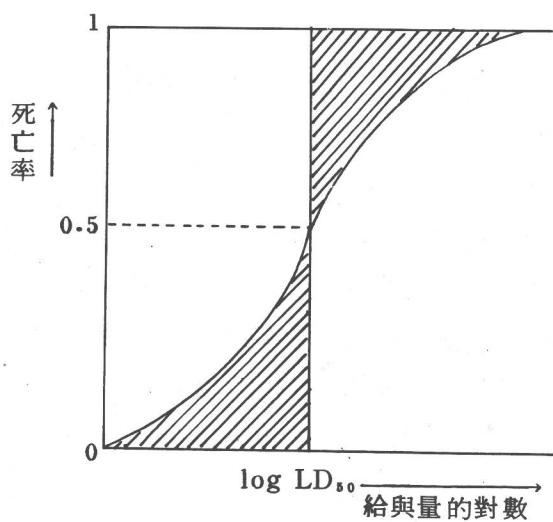


圖 1-3 LD_{50} 計算理論曲線圖

表 1-1 急性毒性分級表

毒性 級數	毒 性 敘述用詞	rat 每次口服的LD ₅₀ (mg/kg)	rat 吸入 4 小時的 致死濃度 (ppm) (2-4/6 隻)	rabbit 皮膚塗抹的LD ₅₀ (mg/kg)	推定的人的LD 值
1	猛 毒	< 1	1 ~ 10	< 5	1 grain (0.07 g)
2	劇 毒	1 ~ 50	10 ~ 100	5 ~ 43	4 ml
3	毒	50 ~ 500	100 ~ 1,000	44 ~ 340	1 ounce (30 g)
4	弱 毒	500 ~ 5,000	1,000 ~ 10,000	350 ~ 2,810	1 pint (0.47 ℓ)
5	實際上無毒	5,000 ~ 15,000	10,000 ~ 100,000	2,820 ~ 22,590	1 quart (0.95 ℓ)
6	無 毒	> 15,000	> 100,000	> 22,000	> 1 quart

6 食品安全

表 1-2 爲常見的化學品的急性毒性指數半數致死量 (LD_{50}) 的比較表。

表 1-3 爲依據半數致死量 (LD_{50}) 分類的危險性物質表。

表 1-2 常見化學品的半數致死量 (LD_{50})

化學品名 (Compound)		LD_{50} (mg/kg rat body weight)
氰化鉀	(Potassium cyanide)	10
二甲基亞硝胺	(Dimethylnitrosamine)	30
四乙基鉛	(Lead tetraethyl)	35
丙烯腈	(Acrylonitrile)	80-90
鉛	(Lead)	100
三氧化砷	(Arsenic trioxide)	140
滴滴涕	(DDT)	400
苯巴比妥	(Phenobarbital)	660
阿斯匹林	(Aspirin)	1,500
偏二氯乙烯	(Vinylidene chloride)	~ 1,500
食鹽	(Table salt)	3,000
苯乙烯	(Styrene)	~ 5,000

表 1-3 依據半數致死量 (LD_{50}) 的危險性物質分類

	半數致死量 大白鼠經口攝入 (LD_{50} Absorbed orally in rat) (mg/kg)	半數致死量 大白鼠或兔表皮吸入 (LD_{50} Percutaneous absorption in rat or rabbit) (mg/kg)	半數致死量 大白鼠呼吸吸入 (LD_{50} Absorbed by inhalation in rat) (mg/litre/4h)
劇毒 (Very toxic)	< 25	< 50	< 0.5
毒 (Toxic)	25-200	50-400	0.5-2
弱毒 (Harmful)	200-2,000	400-2,000	2-20

資料來源：The Official Journal of the European Economic Community, L 259, Vol. 22, 15 October, 1979.

半數致死量除了可做急性毒性的比較度量以外，亦可做進一步的毒性試驗如亞急性（短期）試驗、慢性（長期）試驗時決定劑量的參考依據。

3. 慢性毒性 (Chronic Toxicity)

以很少量的物質飼育某一種動物一生的時間中所產生的有害作用即慢性毒性，這些作用可能顯現在人類的條件狀況是大家所關心的。由於慢性毒性試驗所採用的是較低劑量的飼育試驗，自然比急性毒性試驗較難觀察得到其作用結果。Weil 與 McCollister 曾檢討過短期（short-term）與長期（long-term）飼育試驗的結果間的關係。他們以 90 日的試驗結果推估其二年的飼育試驗的結果。從 33 種物質的試驗結果予以定量性的比較，發現除了膽鹼酯酶抑制劑（cholinesterase-inhibitor）以外，其餘的物質均可以 90 日的短期試驗結果外插到二年，且其可信賴度也沒有問題。但即使有二年的飼育試驗結果，也需要有具有經驗的毒物學家來做一最後的判斷與安全性的評估。若動物的生存期間延長，自發性的腫瘍也隨着增加，因此在飼養 18～24 個月間發現的自發性腫瘍最多，如圖 1-4。

對某一劑量的反應，常以試驗組（test group）與對照組（control group）的腫瘍發生數的差異表示之。此一差異要使其在統計學上有意義，對照組與試驗組的動物數均要達到大數目才可，如此即試驗費用與實際困難便相對的增加。

同時爲了確定所呈現的結果爲被試物質所造成，對於被試物質的純度應有精確的瞭解，尤其是應避免有如金屬類、殺蟲劑、亞硝酸、多環碳氫化合物、黃麴毒素，以及藥品等污染物及不純物的存在以致影響其試驗結果。

雖然有時候確有必要以較接近實際狀況的市售品爲試驗對象，例如某些國家以塑膠粉爲試驗材料，而不以塑膠製品中的個別成分化合