

## 一．前言

液相層析質譜儀 (Liquid chromatography mass spectrometer, 簡稱 LC-MS) 應用在生物檢測之分析上已日益廣泛, 包括化合物之定性鑑定及微量定量分析, 它結合層析技術和質譜儀檢測功能, 可以解析化合物之分子量及分子結構。液相層析質譜儀之基本結構包括 3 大部分: 液相層析儀、質譜儀及數據處理器。就質譜儀本身又包括游離源、分析器及偵測器 3 大要件。液相層析質譜儀各部組件之主要功能如下: 液相層析儀係供樣品中化合物之分離、游離源係使化合物離子化為氣態及帶電分子、分析器係供帶電離子通過電場與磁場時依其質量和電荷比 (m/z) 進行分離、偵測器係供離子訊號強度之檢測、數據處理器係針對所測得之訊號數據等進行分析。

液相層析質譜儀一般操作時須考慮以下事項: (一) 樣品如何前處理; (二) 樣品之液相層析分離條件; (三) 須選擇何種質譜; (四) 收集那些必要數據。通常生物樣品是複雜的, 欲偵測其中某項藥物成分之微量殘留, 其分析過程不容易, 須考慮待測樣品之均質化程度、萃取溶媒之萃取率、雜質之淨化效果及儀器之檢測感度等要面面俱到, 如此方能得到令人滿意之分析結果。

## 二．液相層析質譜儀之檢測原理

以電子束撞擊或電漿噴灑游離化等方法, 使汽化之樣品產生正或負離子 (Positive

or Negative ion), 此等游離化之正 (負) 離子, 通過電場與磁場後依其質荷比 (m/z) 形成不同路徑之離子束, 而被質量分析器 (Mass analyzer) 所分離, 再由偵測器檢出其含量, 換言之, 質譜儀係利用化合物分子之質荷比 (mass to charge ratio) 來作分離的。質譜儀之核心為具有一超高真空室, 其真空度為  $10^{-5}$  -  $10^{-7}$  torr (mmHg)。而使樣品產生游離化之方法

一般有以下 4 種: (一) 電子束撞擊法; (二) 快速原子撞擊法; (三) 電漿噴灑游離化法 (ESI); (四) 基質輔助雷射脫附法 (MALDI)。

## 三．質譜分析樣品游離化常用方法

(一) 電噴灑游離法 (Electrospray Ionization; ESI): 適用於高極性、高分子量、蛋白質、胜類、核酸或小分子之天然

物分析。

(二) 大氣壓化學游離法 (Atmospheric Pressure Chemical Ionization; APCI): 適用於中低極性、小分子量藥物、製藥成分分析。

## 四．質譜儀之種類

質譜儀之種類可區分為以下 5 種:

(一) 離子阱式 (Ion Trap)。

(二) 四極桿式 (Quadrupole): 1 或 3 節型 (Single or Triple Quadrupole)。

(三) 磁扇形電場式 (Magnetic Sector)。

(四) 飛行時間式 (Time of flight; TOF)。

(五) 傅立葉轉換式 (Fourier Transformation; FT)。

# 應用 液相層析質 譜分析技術 於畜禽產品藥 物殘留檢驗

## 五．質譜儀之基本掃描模式

(一) 全掃描 (Full Scan)：由小到大進行全圖譜掃描。

(二) 選擇離子掃描 (Selected Ion Monitoring；SIM)：選擇特定離子進行掃描，用於定量分析。

(三) 2 次質譜全掃描 (MS/MS Full Scan)：選擇特定離子加以斷裂，以得到該離子之子代離子全圖譜掃描，可提供樣品之結構資訊。

(四) 特定子離子掃描 (Selected Reaction Monitoring；SRM)：選擇特定離子加以斷裂，得到該離子之子代離子後再選擇某特定子離子進行掃描，用於定量分析。

(五) 就不同質譜掃描模式之偵測感度比較如下：Full Scan < SIM < MS/MS Full Scan < SRM

## 六．LC-MS應用在動物用藥殘留之檢測項目及檢出感度

應用液相層析質譜儀 (LC-MS) 分析禽水產品中動物用藥殘留之檢測項目日益增多，茲列舉某些項目及檢測感度於下以供參考：

(一) 氯黴素類抗生素-氯黴素、甲磺氯黴素：0.1 - 0.5 ppb。

(二) 硝基呋喃劑代謝物-AOZ、AMOZ、SC、AH：0.2 - 1.0 ppb。

(三) 色素染料—孔雀石綠、還原型孔雀綠、甲烯藍：0.1 - 0.5 ppb。

(四) 合成抗菌劑類：

1. 磺胺劑類：1 - 5 ppb。

2. 奎諾酮及氟奎諾酮類：0.1 - 5 ppb。

3. 抗球蟲劑類：0.2 ppb。

(五) 賀爾蒙類：1.0 - 5.0 ppb。

(六) 頭孢菌素類：1.0 - 5.0 ppb。

(七) 乙型受體素類：0.5 - 5 ppb。

(八) 四環黴素類抗生素：1.0 - 5.0 ppb。

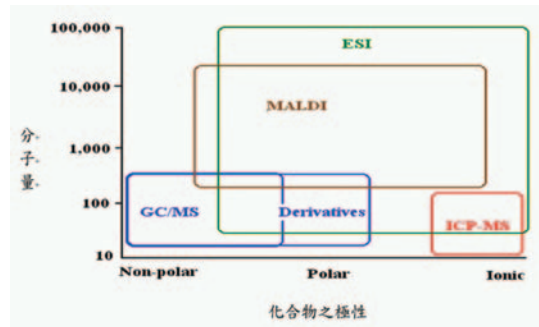
(九) 其他抗生素類：1.0 - 5.0 ppb。

(十) 農藥殘留分析：0.1 - 5 ppb。

## 七．GC-MS 和 LC-MS 在生物檢測分析應用上之差別點

(一) 氣相層析質譜儀 (GC-MS)：較適合於低分子量，無或低極性之化合物分析。

(二) 液相層析質譜儀 (LC-MS)：較適合於高分子量，具中或強極性之化合物分析。



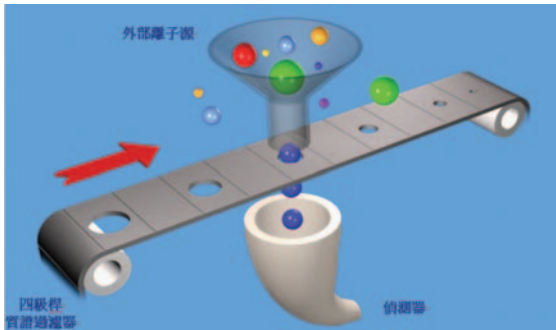
GC-MS 與 LC-MS 之區別

## 八．應用四極桿式質譜儀檢測畜禽動物用藥殘留之偵測模型

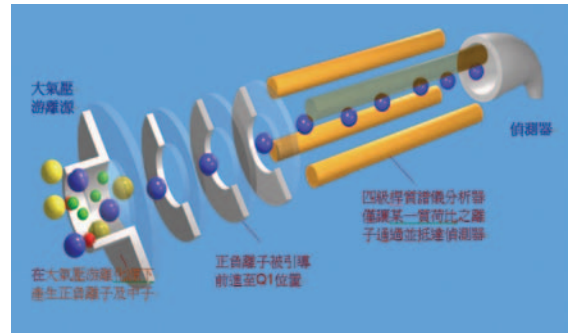
採用 ESI 離子源在正離子模式下進行  $m/z$  50 - 500 全質譜掃描，並找出各化合物之 SRM 之離子對及取得完整且具有特異性之總離子層析圖 (TIC 圖)。先從 1 次質譜 (MS) 之電子撞擊中選擇具特徵性之離子作為母離子，接著再找出適當之撞擊能量 (CE) 做第 2 次電子撞擊使再產生結構碎片，由各分子所形成之碎片質譜圖中去挑選其中 1 個較具分子結構、斷裂特異性及訊號較強者作為特徵性子離子，以供作定量分析用。

## 九．結論

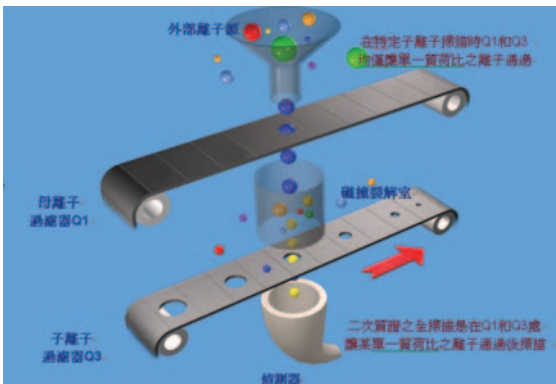
應用液相層析質譜儀來分析畜禽水產品中動物用藥殘留之技術，已日益受到分析實



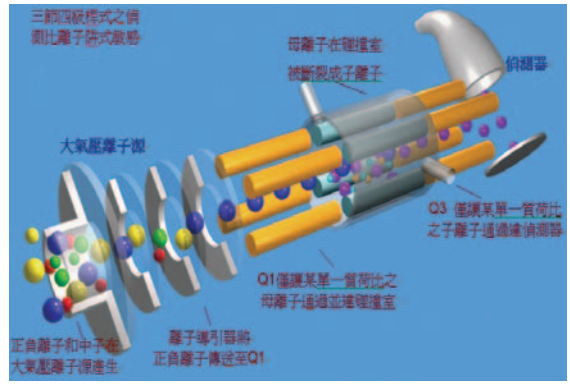
單一節四級桿式質譜儀 (Single Quadrupole Mass Spectrometer) 之偵測模型



單一節四級桿式 (Single Quadrupole) : 選擇離子掃描 (SIM) 之偵測模型



三節四級桿式質譜儀 (Triple Quadrupole Mass Spectrometer) 之偵測模型



三節四級桿式 (Triple Quadrupole) : 特定子離子掃描 (SRM) 之偵測模型

驗室之重視和使用，此乃由於質譜儀之偵測感度較佳，目前已非其他分析儀器所能及，它目前除供化合物可靠的定性分析外，尚可供微量殘留之定量分析和化合物之鑑定。歐盟國家、日本及美國等對於無殘留容許量標準之禁藥，更有賴此項儀器之分析結果做最

後判定。由於分析儀器之不斷研發與更新，都以追求更高之檢測敏感度為目標，故未來「液相層析質譜儀」將會成為藥物殘留分析不可或缺之主要儀器，對於心存僥倖而違規使用藥品者，將難以遁形。🌱

推動台灣  
獸醫畜產界  
發展的手

## 推動台灣 獸醫畜產界發展的手

定價：300元

四十五年畜牧生涯回顧(汪國恩)  
台灣養豬事業的昨日、今日與明日(余如桐)  
台灣養豬的回顧(謝祖澄)  
台灣獸醫畜產界一位傑出耆老(李崇道、林再春、朱瑞民)  
我的回憶(邱仕炎)  
家畜防疫與我(李太矜)  
台灣獸醫畜產業界之三大貢獻(林再春)  
訪總統府國策顧問黃崑虎先生(訪問撰文/陳秋麟·校稿/施義燦)  
李良玉教授(黃慶榮)  
訪台大獸醫學系名譽教授沈永紹博士(黃詠琳)

發行：財團法人獸醫畜產發展基金會  
郵撥：00059300財團法人豐年社(郵購另加掛號郵資60元)  
電話：02-23628148分機30或31  
傳真：02-83695591  
地址：台北市溫州街14號