

藥物食品簡訊 月刊
第 304 期
王金茂 題詞 日期：民國 95 年 4 月 20 日

發行人：陳樹功 出版者：行政院衛生署藥物食品檢驗局 地址：臺北市南港區昆陽街 161-2 號
電話：(02) 26531318 網址：http://www.nlfd.gov.tw



謝佩君

由於日本的氣候條件適合黴菌生長，自古以來即利用黴菌來生產味噌及醬油等製品。隨著進口食品的增加，以及黃麴毒素的發現，真菌毒素的問題逐漸為人們所重視。因此東京都衛生局食品保健課就食品衛生方面，為黴菌及真菌毒素可能引起的問題作一些介紹。

一、黴菌問與答

1. 黴菌是什麼？

生物可大致區分成動物、植物及原生生物。黴菌屬於真菌類，是原生生物的一種。黴菌只是一種俗稱，包括不完全菌、子囊菌和一部分的擔子菌，凡可以在食品等表面增生形成肉眼可見菌落的種類，一般都稱作黴菌。

2. 黴菌的形態為何？

黴菌是由絲狀的「菌絲」和「孢子」所組成。由許多分枝的菌絲集合而成的部分稱作「菌絲體」。「孢子」有球形、橢圓形、棒狀、鐮刀狀、螺旋狀等各種形狀，大小也因不同的種類而有很大的差異，但直徑大多介於 2-10 μm 。我們一般看到黴菌所顯現出來的顏色，幾乎都是其孢子的顏色。

3. 黴菌是如何增生的？

黴菌的孢子在適合增殖的條件下，2-3 日即形成肉眼可見的菌落，約一週的時間就會產生大量孢子散落在四周，再經由風、水、或是人帶到別的地方發育。黴菌就是以此方法不斷的增殖散佈。

黴菌特別喜歡生長在含有澱粉和糖類的食物上。除此之外，人的皮屑、油漆、塑膠等，可提供黴菌生長所需營養的地方亦可發現黴菌的菌落。和細菌相比，黴菌生長所需的濕度較低，因此有時乾燥食品也會有發黴的情形。另外，黴菌的生長需要氧氣，且多數的黴菌適合生長溫度介於 10-30°C 之間。由此可知，黴菌的生長發育受到營養源、水分、溫度和氧氣四個要素影響。

4. 黴菌有何危害？

黴菌除了可用來生產食品、製造醫藥品之外，同時在環境中也扮演著分解者的角色，因此黴菌對人類的生活可說是非常重要。但另一方面，黴菌不但會引起疾病和過敏，若是在食物上生長甚至產生真菌毒素，還會導致中毒。

從食品的生產到消費者購買回家的整個過程中，黴菌的發生，也造成大量食物被丟棄的問題。

二、對食品衛生造成問題的黴菌

1. 散囊菌 (*Eurotium*)

喜歡生長在乾燥的環境（水活性 0.70-0.85），例如和菓子（日式甜點）、洋菓子（西洋式甜點）、乾燥魚貝、果醬、佃煮（以醬油和砂糖煮過的魚介、海帶等，可長期保存）等糖或鹽濃度很高的食品，以及乾燥食品等經常有散囊菌生長。散囊菌分布廣泛，除了食物之外，相機鏡頭、底片以及精密儀器的零件也常有散囊菌的生長。散囊菌生長在食物上，會產生青綠色或黃色的菌落。至於散囊菌是否會產生毒性很強的真菌毒素？目前則尚未有這方面的研究報告。

2. *Wallemia*

喜歡乾燥的環境，除了經常在巧克力、海綿蛋糕、羊羹、乾柿等甜度高的食品中生長，也常在灰塵、毛毯、或榻榻米表面發現 *Wallemia*。*Wallemia* 會形成直徑 2-3 公厘的巧克力色菌落，但不會產生真菌毒素。

3. 麴菌 (*Aspergillus*)

麴菌是自然界最常見的一種黴菌。包括釀造時不可缺少的米麴 (*A. oryzae*)、用來製造有機酸的黑麴 (*A. niger*)、以及有致癌性的黃麴 (*A. flavus*) 等等，約有 150 種。除了麵包、饅頭、蛋糕、紅茶、花生等堅果類、玉米、各種穀類、穀粉等食品之外，灰塵、土壤中亦有麴菌的分布。菌落則依菌種不同，有綠色、土黃色、茶色、黑色、白色、青綠色等各種顏色。

4. 青黴菌 (*Penicillium*)

在日本，青黴菌與麴菌一樣，是食品中最常被檢出的黴菌。青黴菌會產生青綠色的菌落，約可分成 150 種。其中包括用來製造盤尼西林和乳酪的沙門柏乾酪青黴 (*P. camemberti*)、導致黃變米的橘青黴 (*P. citrinum*) 和島青

黴 (*P. islandicum*)、以及會產生赭曲毒素和青黴酸的疣孢青黴 (*P. verrucosum*) 等等。麻糬、柑橘類、蘋果、魚漿製品、汽水、意式醃香腸、乳製品中常常有青黴菌的產生。另外，穀類、穀粉等食品、灰塵、土壤等許多環境中也有青黴菌的分布。

5. 黑黴菌 (*Cladosporium*)

經常在浴室牆壁上發現的黑色黴菌。在饅頭、蛋糕、青菜等許多食物上，或是在衣服上，都可能發現黑黴菌所產生的暗綠色到黑色的菌落。在空氣中漂浮的黴菌之中，以黑黴菌最多，會引起氣喘等過敏的問題。

6. 鏈格菌 (*Alternaria*)

鏈格菌會造成梨子、柑橘、蘋果等食物腐敗，且容易生長於餛飩等水分多的食品。產生灰色到黑色的棉毛狀菌落。分布在土壤、空氣中、灰塵、植物、穀類上。由於鏈格菌是植物病原菌，且會引起人類過敏反應，因而受到重視。

7. 鐮刀菌 (*Fusarium*)

形成灰白到紅色的棉毛狀菌落。有在蕈類上生長的例子，但很少有市售加工食品有鐮刀菌的情況。鐮刀菌為植物病原菌，常會感染麥類等植物。分布在土壤、麥類植物、污水中。一部分的鐮刀菌會產生 trichothecene 毒素，此為一種刺激性很強的真菌毒素。

8. 毛黴 (*Mucor*)

生長快速，短時間之內即可在食品上生成很大的灰白色棉毛狀菌落。分布很廣泛，在土壤、果實、青菜、澱粉、腐敗物上都可生長，甚至長時間低溫保存的食品、生鮮蔬果等都常有毛黴發生的情況。

9. 短柄黴 (*Aureobasidium*)

生長初期形成白色菌落，之後變成黑色浸潤菌落。經常在醬油及汽水製造工廠週邊環境檢出短柄黴，汽水、洋菜膠、果凍等食品工廠的牆壁上也常常發現短柄黴的存在。

10. 漢遜酵母菌 (*Hansenula*)

漢遜酵母菌為代表性的產膜酵母菌，會在醃漬醬汁等液體表面生長成膜狀，在固體培養基和部分的固形食物則形成乳白色圓形或丘狀的菌落。於蛋糕、麵包、稻荷壽司等食物上生長會產生乙酸乙酯，而產生臭味。醃漬物、果汁、糖漿中可能檢出漢遜酵母菌。

三、真菌毒素問與答

1. 真菌毒素是什麼？

黴菌的代謝物中，對人類及動物有害之化學物質的通稱，目前已經確認的真菌毒素有 300 種以上。第二次世界大戰之後，在東南亞、埃及、西班牙

等國輸入日本的稻米中檢出黴菌，而這些黴菌會產生導致嚴重肝臟功能障礙的真菌毒素，即我們所謂的「黃變米」事件。自從「黃變米」事件，才使得日本國內真菌毒素的研究逐漸蓬勃發展。

另外，英國曾於 1960 年間，發生 10 萬隻以上的火雞在短短一個月的時間內因肝臟受損而死的事件，探究其原因，原來是火雞飼料被真菌毒素污染所致。

經過這一類的事件之後，人們得知黴菌不僅會使食物發酵或腐敗，黴菌產生真菌毒素的問題才逐漸浮出檯面受到重視。

2. 真菌毒素污染的分布情形為何？

就產生致癌性黃麴毒素的黃麴菌來說，日本的農產品幾乎沒有被污染的可能，其污染情形主要分布在熱帶和亞熱帶國家。因此，從這些國家輸入的農產品有可能受到黃麴毒素污染。另外一方面，溫帶和寒帶國家則有鐮刀菌污染的問題存在，在氣候條件合適時，會大量生長在麥類等作物上，曾有豬隻食用被污染的麥類之後流產的報告。

3. 真菌毒素的限量標準為何？

日本厚生省在 1971 年即訂出「含有花生製品的食品中，黃麴毒素 B₁ 不可超過 10 ppb」。之後，所有的食品皆適用 10 ppb 的限量標準。

4. 真菌毒素可以用烹調方法去除嗎？

(1) 真菌毒素具耐熱性

一般的烹調條件（溫度 100-210°C，時間 60 分鐘以內）無法將真菌毒素完全分解。

(2) 真菌毒素可以用家庭料理的方法去除嗎？

水煮、火炒、炊煮等一般家庭的烹調方法無法去除真菌毒素。舉例來說，以水煮的方法，食物中仍然殘留 50-80% 的真菌毒素，煮過的水中則有 10-15% 的真菌毒素。由此可知水煮幾乎無法將真菌毒素去除。同樣的，用火炒、或是米飯經過炊煮也無法去除真菌毒素。

烹調處理後真菌毒素殘存的情況 () 內為殘存率 (%)

食品	烹調方式	真菌毒素	真菌毒素濃度 (ppb)	
			烹調前	烹調後
蕎麥麵	水煮	黃麴毒素 B ₁	8.1	6.8 (84.0)
爆米花	火炒	嘔吐毒素 (deoxynivalenol)	233	184 (79.0)
薏苡	炊煮	赤黴烯酮 (zearalenone)	840	740 (88.1)
麥片	炊煮	嘔吐毒素	264	235 (89.0)

5. 真菌毒素可以在食品加工的過程中去除嗎？

食品加工的加熱和水洗等過程，和家庭烹調的處理情況差異不大。然而食品加工中，食品添加物的影響是如何呢？假設，作為食用油原料的玉米被真菌毒素污染。食用油的加工過程中，為了去除雜質，而有脫酸、脫色、脫臭等步驟。脫酸的步驟中使用鹼，可使大半的真菌毒素分解。接下來的精製步驟，可完全去除真菌毒素。

堅果類和穀類等若被真菌毒素污染，即使使用高溫也無法使毒素分解，但是已知蟲子啃食和變色的情況下，真菌毒素的污染率較高，因此可作為判別的依據，可以利用機械或人工挑選的方法來區分。利用人工挑選的結果如下表，可以看出惡質粒與正常粒之間的顯著差異。但由於人工挑選的效果和挑選者的熟練度有關，因此現今多用機械挑選的方法。

在食用花生等堅果類的時候，若發現有發黴的、有蟲咬痕跡的、吃起來苦苦的、或是未成熟的情況最好不要食用，以策安全。

	發黴粒	蟲咬粒	變色粒	正常粒
挑選顆粒數	100	100	80	500
真菌毒素污染顆粒數	22	12	2	0
污染粒混雜率(%)	22	12	2.5	0

四、產生食品安全問題的真菌毒素

1. 黃麴毒素

1960 年英國發生 10 萬隻以上的火雞死亡事件，因而發現了黃麴毒素。火雞死亡的原因，在於黃麴菌 (*Aspergillus flavus*) 產生的毒性物質 (toxin)，因此命名為黃麴毒素 (aflatoxin)。之後的研究發現，*Aspergillus parasiticus* 也會產生黃麴毒素。目前已知的黃麴毒素之種類有 B₁、B₂、G₁、G₂、M₁ 等等，其中黃麴毒素 B₁ 為天然物中毒性最強的物質。人類因黃麴毒素急性中毒的案例，有 1974 年在印度發生 106 人因黃麴毒素引起肝炎死亡的事件，以及肯亞的急性中毒事件等等。慢性中毒方面，在泰國、菲律賓、南非、肯亞等地有許多研究報告結果顯示，肝癌發生率和黃麴毒素攝取量之間有關聯性。

東京都的食品調查結果，花生及其加工品如花生醬，還有玉米、薏苡、蕎麥粉等穀類及其加工品，以及肉豆蔻、白胡椒等辛香料、開心果、製豆餡用的雜豆（除了黃豆和花生以外，其他豆類的總稱）、天然起士等，許多食品檢出含有黃麴毒素，但是檢出的量很低，不會直接對人體造成傷害。而且檢出的食品全都是國外進口的產品，日本國產品未檢出含有黃麴毒素。

2. 鐮刀菌產生的真菌毒素

鐮刀菌主要生長在土壤之中，經常使麥及玉米帶有真菌毒素。依據其化學結構得知，鐮刀菌產生的真菌毒素包括 trichothecene 毒素、赤黴烯酮

(zearalenone)、丁烯酸內酯 (butenolide) 以及串珠镰刀菌毒素 (moniliformin) 等許多種類。在日本、加拿大、美國、法國、英國等地，存在著麥類受到嘔吐毒素 (deoxynivalenol)、雪腐镰刀菌烯醇 (nivalenol) 及赤黴烯酮污染的問題。trichothecene 毒素的中毒症狀，主要有噁心、嘔吐、腹痛、下痢等，也有造血機能障礙、免疫機能下降的情況。另外、赤黴烯酮有類似女性荷爾蒙的作用，會引起家畜的不孕、流產及外陰部紅腫。人類中毒的案例，有日本戰後的紅黴中毒、舊蘇聯的食物中毒性白血球缺乏症 (ATA 症，alimentary toxic aleukia) 等。東京都的食品調查結果，小麥粉、麥片、薏苡等麥類，爆玉米花、粗玉米粉等玉米製品有檢出镰刀菌產生的真菌毒素。

3. 赭麴毒素 (ochratoxin)

已知赭麴菌 (*A. ochraceus*) 或純綠色青黴 (*P. viridicatum*) 會製造赭麴毒素 A 和 B。赭麴毒素 A 具有腎毒性及肝毒性，有研究報告指出小鼠餵食赭麴毒素後，罹患肝癌和腎癌。在北歐，曾發生多起因飼料受赭麴毒素污染，而造成豬隻腎臟功能異常的事件。在人類發病的案例方面，巴爾幹半島各國常發生的流行性腎臟病，也是赭麴毒素 A 所引起。赭麴毒素 A 的污染情形非常廣泛，咖啡豆、豆類、大麥、小麥、燕麥都曾有檢出報告。東京都的食品調查結果，薏苡、蕎麥粉、裸麥、製豆餡用的原料豆類都曾檢出赭麴毒素。

4. 紅麴毒素 (citrinin)

紅麴毒素是由橘青黴 (*P. citrinum*) 和純綠色青黴 (*P. viridicatum*) 等黴菌製造，會引起腎小管上皮細胞病變。東京都食品調查很少檢出紅麴毒素，曾經有薏苡、蕎麥粉、裸麥檢出少量紅麴毒素。

5. 其他真菌毒素

有可能造成食品污染的真菌毒素，尚有擴展青黴 (*P. expansum*) 等產生的棒麴毒素 (patulin)、雜色麴菌 (*A. versicolor*) 等產生的雜色麴毒素 (sterigmatocystin) 等等。東京都的食品調查結果未曾檢出這些真菌毒素，但在國外，有水果及其加工品檢出棒麴毒素，以及穀類受雜色麴毒素污染的報告。

以上資料來源為日本東京都「食品衛生之窗」網站，該網站提供了食品中毒、食品添加物、殘留農藥等等食品衛生相關資訊，其內容兼具生活應用性及學術性，輔以圖片、實物照片及表格，設計生動活潑，讓一般消費大眾能深入瞭解食品衛生方面的知識。反觀我國現有的相關資訊網，包含的內容似不夠廣泛及深入，未來可借鏡國外網頁內容，再配合國人吃的習慣及氣候環境等，編輯適合國人之食品衛生教育資料或網頁，以滿足消費大眾知的權益，並且達到教育社會大眾、增進我國人民健康的目的。

參考原文：

<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/shokuhin/kabi/kabif.html>

蔬果中農藥多重 殘留分析檢驗方 法之建立



曾素香 李蕙芳 林育如

為了保障消費者食用蔬菜水果的安全，農藥的使用、控制及殘留稽查，多年來一直是農政及衛生單位合作及努力的目標。行政院衛生署於民國 94 年 10 月增修約 308 種農藥於 20 種作物及個別作物之殘留容許量標準⁽¹⁾。而目前行政院衛生署公告之農藥多重殘留分析法係針對 79 種農藥⁽²⁾進行檢測，其蔬菜類及水果類之前處理分析流程不同，皆使用大量有機溶媒進行液/液分配萃取，且使用了具致癌性之二氯甲烷有機溶媒。為簡化操作流程、擴大分析方法之應用範圍、減少有機溶媒之使用量及避免使用具致癌性之有機溶媒，本研究希能開發另一更快速、環保、可同時適用於蔬菜類及水果類之農藥多重殘留分析方法，以應用於農藥多重殘留篩檢分析。除了目前市售蔬果農藥殘留監控計畫所偵測之農藥項目外，亦參考國內農藥使用情形及國內外相關研究文獻，新增偵測之農藥品目，選定之農藥項目計 135 種。

傳統之液/液分配萃取係以分液漏斗進行，激烈振盪下往往會有乳化問題而影響回收率，Iijima 等人⁽³⁾應用多孔性矽藻土管柱 (Macroporous Diatomaceous Earth Column, MDE column) 取代傳統之液/液分配萃取，進行農產品中農藥多重殘留分析，可縮短分析時間且無乳化問題，是一值得研究開發之方向。故本研究開發了以 MDE 管柱進行液/液分配萃取之蔬果農藥多重殘留分析方法，分析流程中不使用二氯甲烷溶媒。選擇近年來農藥殘留檢出率較高之作物類別進行回收率測試，以果菜類之番茄、小葉菜類之小白菜、小漿果類之葡萄及楊桃、柑桔類之橘子等 5 種作物為測試檢體，進行三重複農藥添加回收試驗，評估建立之方法應用於 135 種農藥之回收率、再現性及最低檢出限量，結果相當良好，可提供衛生及相關單位執行農藥多重殘留分析之方法依據。茲就研究成果，整理如下：

1. 適用範圍：本檢驗方法適用於包葉菜類、小葉菜類、根菜類、蕈菜類、果菜類、瓜菜類、豆菜類、瓜果類、大漿果類、小漿果類、核果類、梨果類、柑桔類等作物中 135 種農藥多重殘留分析。

2. 檢驗方法：氣相層析法(gas chromatography, GC) 及高效液相層析法(high performance liquid chromatography, HPLC)。

2.1. 裝置：

2.1.1. 氣相層析儀：

2.1.1.1. 檢出器：

2.1.1.1.1. 電子捕獲檢出器(electron capture detector, ECD)。

2.1.1.1.2. 火焰光度檢出器(flame photometric detector, FPD)，附有波長 526 nm 之磷選擇性濾光鏡。

2.1.1.2. 層析管：DB-608 毛細管，內膜厚度 0.83 μm ，內徑 0.53 mm \times 30 m，或同級品。

2.1.2. 高效液相層析儀：

2.1.2.1. 檢出器：

2.1.2.1.1. 螢光檢出器(fluorescence detector, FLD)：具有激發波長 340 nm 及發散波長 455 nm 之螢光檢出器。

2.1.2.1.2. 紫外光檢出器(UV detector)：具有 280 nm 波長之紫外光檢出器。

2.1.2.2. 層析管：

2.1.2.2.1. RP-Select B，5 μm ，內徑 4.6 mm \times 25 cm，或同級品。

2.1.2.2.2. Luna C18，5 μm ，內徑 4.6 mm \times 25 cm，或同級品。

2.1.2.3. 溶媒輸送系統：具有移動相溶液、氫氧化鈉溶液及鄰苯二甲醛溶液輸送系統。

2.1.2.4. 後置反應裝置(Post-column reactor)：

2.1.2.4.1. 恆溫槽：可加熱至 90 $^{\circ}\text{C}$ 。

2.1.2.4.2. 氫氧化鈉溶液反應圈：內徑 0.3 mm \times 10 m 之不銹鋼管。

2.1.2.4.3. 鄰苯二甲醛溶液反應圈：內徑 0.3 mm \times 5 m 之不銹鋼管。

2.1.3. 攪拌均質器(Blender)。

2.1.4. 振盪器(Shaker)。

2.1.5. 減壓濃縮裝置(Rotary evaporator)。

2.2. 試藥：丙酮採用殘量級，正己烷、乙酸乙酯、乙腈及甲醇採用液相層析級，氫氧化鈉、四硼酸鈉、醋酸、鄰苯二甲醛(*o*-phthalaldehyde, OPA) 及乙硫醇(2-mercaptoethanol)均採化學試藥特級。農藥對照用標準品有機氯劑包括阿特寧(aldrin)、 α -蟲必死(α -BHC)、 β -蟲必死(β -BHC)、必芬諾(bifenox)、四氯丹(captafol)、蓋普丹(captan)、 α -可氯丹(α -chlordan)、 β -可氯丹(β -chlordan)、克福隆(chlorfluazuron)、克氯蟎(chloropropylate)、四氯異苯腈(chlorothalonil)、克氯得(chlozolate)、大克爛(dicloran)、大克蟎(dicofol)、地特靈(diieldrin)、待克利(difenoconazole)、達克利(diniconazole)、安殺番(endosulfan)、安特靈(endrin)、芬莫瑞(fenarimol)、飛佈達(heptachlor)、環氧飛佈達(heptachlor epoxide)、菲克利(hexaconazole)、依普同(iprodione)、靈丹(lindane)、滅蟻樂(mirex)、邁克尼(myclobutanil)、平克座(penconazole)、滴滴易

(PP'-DDE)、滴滴涕(PP'-DDT)、普拉草(pretilachlor)、撲克拉(prochloraz)、撲滅寧(procymidone)、普克利(propiconazole)、畢達本(pyridaben)、比芬諾(pyfifenox)、得脫蟎(tetradifon)、三泰芬(triadimefon)及免克寧(vinclozolin)共 39 種。合成除蟲菊劑包括亞滅寧(alpha-cypermethrin)、畢芬寧(bifenthrin)、賽扶寧(cyfluthrin)、賽洛寧(cyhalothrin)、賽滅寧(cypermethrin)、第滅寧(deltamethrin)、益化利(esfenvalerate)、芬普寧(fenpropathrin)、芬化利(fenvalerate)、護賽寧(flucythrinate)、福化利(flualinate)及百滅寧(permethrin)共 12 種。有機磷劑包括歐殺松(acephate)、谷速松(azinphos-methyl)、乙基溴磷松(bromophos-ethyl)、甲基溴磷松(bromophos-methyl)、加芬松(carbophenothion)、陶斯松(chlorpyrifos)、甲基陶斯松(chlorpyrifos-methyl)、施力松(cyanofenphos)、滅賜松(demeton-S-methyl)、大利松(diazinon)、二氯松(dichlorvos)、大滅松(dimethoate)、二硫松(disulfoton)、普得松(ditalimfos)、一品松(EPN)、愛殺松(ethion)、普伏松(ethoprophos)、芬滅松(fenamiphos)、撲滅松(fenitrothion)、繁福松(fensulfothion)、芬殺松(fenthion)、大福松(fonofos)、福木松(formothion)、丙基喜樂松(iprobenfos)、加福松(isoxathion)、馬拉松(malathion)、美福松(mephosfolan)、methacrifos、達馬松(methamidophos)、滅大松(methidathion)、美文松(mevinphos)、亞素靈(monocrotophos)、歐滅松(omethoate)、巴拉松(parathion)、甲基巴拉松(parathion-methyl)、賽達松(phenthoate)、福瑞松(phorate)、裕必松(phosalone)、益滅松(phosmet)、福賜米松(phosphamidon)、乙基亞特松(pirimiphos-ethyl)、亞特松(pirimiphos-methyl)、佈飛松(profenofos)、普硫松(prothiophos)、白克松(pyraclofos)、白粉松(pyrazophos)、必芬松(pyridaphenthion)、拜裕松(quinalphos)、殺力松(salithion)、托福松(terbufos)、三落松(triazophos)、三氯松(trichlorfon)及繁米松(vamidothion)共 53 種。胺基甲酸鹽劑包括得滅克(aldicarb)、得滅克亞砜(aldicarb sulfoxide)、得滅克砜(aldicarb sulfone)、免敵克(bendiocarb)、佈嘉信(butocarboxim)、加保利(carbaryl)、加保利代謝物 1-萘酚(1-naphthol)、加保扶(carbofuran)、3-酮加保扶(3-keto carbofuran)、3-羥基加保扶(3-OH carbofuran)、丁基滅必蝨(fenobucarb)、滅必蝨(isoprocarb)、滅賜克(methiocarb)、納乃得(methomyl)、治滅蝨(metolcarb)、歐殺滅(oxamyl)、普滅克(promecarb)、安丹(propoxur)、硫敵克(thiodicarb)及滅克蝨(XMC)共 20 種。Benzimidazole 劑包括貝芬替(carbendazim)及腐絕(thiabendazole)共 2 種。二硝基苯胺(dinitoaniline)劑包括倍尼芬(benfluralin)、比達寧(butralin)、捷乃安(dinitramine)及三福林(trifluralin)共 4 種。聯苯(bridged diphenyl)劑新殺蟎(bromopropylate)、嘓啉(pyrimidine)劑布瑞莫(bupirimate)、Sulphamide 劑益發靈(dichlofluanid)、亞賜圃(isoprothiolane)、蟎離丹(chinomethionat)。

2.3. 器具及材料：

2.3.1. 抽氣瓶：500 mL。

- 2.3.2 布赫納式漏斗(Buchner funnel)：直徑 11 cm。
- 2.3.3. 液/液萃取匣 (Liquid/liquid extraction cartridge)：多孔性矽藻土，Varian Chem Elut cartridge，檢液負荷量 20 mL，或同級品。
- 2.3.4. 矽酸鎂固相萃取匣 (Florisil cartridge for solid phase extraction)：1000 mg，6 mL。
- 2.3.5. 濃縮瓶：100 mL、300 mL。
- 2.3.6. 濾膜：孔徑 0.45 μm ，nylon 材質。

2.4. 試劑之調製：

2.4.1. 0.05N 氫氧化鈉溶液：

稱取氫氧化鈉 2 g 以去離子水溶解使成 1000 mL，經濾膜過濾。

2.4.2. 0.05N 四硼酸鈉溶液：

稱取四硼酸鈉 19.1 g，加入去離子水中加熱溶解，待冷卻後加去離子水使成 1000 mL。

2.4.3. 鄰苯二甲醛溶液：

稱取鄰苯二甲醛 500 mg，以甲醇 10 mL 溶解，再以 0.05N 四硼酸鈉溶液稀釋至 1000 mL，並經濾膜過濾，再加入乙硫醇 1 mL。

註：未使用時須置入 4°C 冰箱冷藏，保存期限為一星期。

2.5. 標準溶液之配製：

2.5.1. 有機氯劑及合成除蟲菊劑等農藥：

2.5.1.1. 標準溶液 A：

取農藥標準品三泰芬、大克蟎、蟎離丹、畢芬寧、必芬松、百滅寧、賽扶寧、亞滅寧及益化利各約 5 mg，精確稱定，分別以正己烷溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以正己烷稀釋至 0.02 ~ 10.0 $\mu\text{g/mL}$ ，作為標準溶液 A。

2.5.1.2. 標準溶液 B：

取農藥標準品三福林、大克爛、四氯異苯腈、普拉草、佈飛松、克氯蟎、新殺蟎、賽滅寧及芬化利各約 5 mg，精確稱定，分別以正己烷溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以正己烷稀釋至 0.02 ~ 10.0 $\mu\text{g/mL}$ ，作為標準溶液 B。

2.5.1.3. 標準溶液 C：

取農藥標準品免克寧、平克座、撲滅寧、比芬諾、蓋普丹、安殺番、邁克尼、普克利、依普同、芬普寧、四氯丹、賽洛寧、護賽寧、福化利及第滅寧各約 5 mg，精確稱定，分別以正己烷溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以正己烷稀釋至 0.02 ~ 10.0 $\mu\text{g/mL}$ ，作為標準溶液 C。

2.5.1.4. 標準溶液 D：

取農藥標準品倍尼芬、撻乃安、比達寧、達克利、必芬諾、芬莫瑞、撲克拉及待克利各約 5 mg，精確稱定，分別以正己烷溶解並定容

至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以正己烷稀釋至 0.02 ~ 10.0 µg/mL，作為標準溶液 D。

2.5.1.5. 標準溶液 E：

取農藥標準品克福隆、益發靈、克氯得、菲克利、布瑞莫、亞賜圃、得脫蟎及畢達本各約 5 mg，精確稱定，分別以正己烷溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以正己烷稀釋至 0.02 ~ 10.0 µg/mL，作為標準溶液 E。

2.5.1.6. 標準溶液 F：

取農藥標準品 α -蟲必死、 β -蟲必死、飛佈達、 β -可氯丹、滴滴易、滴滴涕及滅蟻樂各約 5 mg，精確稱定，分別以正己烷溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以正己烷稀釋至 0.02 ~ 2.0 µg/mL，作為標準溶液 F。

2.5.1.7. 標準溶液 G：

取農藥標準品靈丹、阿特靈、環氧飛佈達、 α -可氯丹、地特靈及安特靈各約 5 mg，精確稱定，分別以正己烷溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以正己烷稀釋至 0.02 ~ 2.0 µg/mL，作為標準溶液 G。

2.5.2. 有機磷劑：

2.5.2.1. 標準溶液 H：

取農藥標準品達馬松、美文松、歐殺松、滅賜松、大福松、大滅松、陶斯松、巴拉松、乙基亞特松、溴磷松、拜裕松、普硫松、加福松、施利松、三落松、裕必松及白克松各約 5 mg，精確稱定，分別以丙酮溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以丙酮稀釋至 0.1 ~ 10.0 µg/mL，作為標準溶液 H。

2.5.2.2. 標準溶液 I：

取農藥標準品二氯松、三氯松、普伏松、福瑞松、歐滅松、托福松、大利松、二硫松、福賜米松、撲滅松、芬殺松、賽達松、滅大松、普得松、美福松、愛殺松、加芬松及益滅松各約 5 mg，精確稱定，分別以丙酮溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以丙酮稀釋至 0.1 ~ 10.0 µg/mL，作為標準溶液 I。

2.5.2.3. 標準溶液 J：

取農藥標準品亞素靈、甲基巴拉松、甲基亞特松、馬拉松及一品松各約 5 mg，精確稱定，分別以丙酮溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以丙酮稀釋至 0.1 ~ 10.0 µg/mL，作為標準溶液 J。

2.5.2.4. 標準溶液 K：

取農藥標準品 methacrifos、殺力松、丙基喜樂松、甲基陶斯松、福木松、乙基溴磷松、芬滅松、繁米松、繁福松、白粉松及谷速松各約 5 mg，精確稱定，分別以丙酮溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以丙酮稀釋至 0.1 ~ 10.0

µg/mL，作為標準溶液 K。

2.5.3. 胺基甲酸鹽劑：

2.5.3.1. 標準溶液 L：

取得滅克亞砒(aldicarb sulfoxide)、得滅克砒(aldicarb sulfone)、得滅克、納乃得、3-羥基加保扶、3-酮加保扶、加保扶、硫敵克、滅必蝨及丁基滅必蝨各約 5 mg，精確稱定，分別以甲醇溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以甲醇稀釋至 0.2 ~ 20.0 µg/mL，作為標準溶液 L。

2.5.3.2. 標準溶液 M：

歐殺滅、佈嘉信、安丹、免敵克、滅克蝨、治滅蝨、加保利、加保利代謝物 1-萘酚(1-naphthol)、滅賜克及普滅克各約 5 mg，精確稱定，分別以甲醇溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以甲醇稀釋至 0.2 ~ 20.0 µg/mL，作為標準溶液 M。

2.5.4. Benzimidazole 劑：

取農藥標準品貝芬替及腐絕各約 5 mg，精確稱定，分別以甲醇溶解並定容至 50 mL，作為標準原液，使用時取適量標準原液混合後，以 5% 醋酸：乙腈(9：1, v/v)溶液稀釋至 0.4 ~ 20.0 µg/mL，作為標準溶液 N。

2.6. 檢液之調製：

2.6.1. 萃取：

取均質後之檢體約 20 g，精確稱定，加入丙酮 70 mL，振搖萃取 3 分鐘，倒入附有濾紙之布赫納漏斗內，抽氣過濾入抽氣瓶，以丙酮 30 mL 洗容器及殘渣，合併濾液，於 35°C 以下水浴減壓濃縮至無有機溶媒。將濃縮液注入液/液萃取匣，靜置 10 分鐘，以乙酸乙酯 80 mL 分次清洗濃縮瓶，洗液注入液/液萃取匣進行沖提，收集沖提液，於 35°C 以下水浴減壓濃縮至乾，以丙酮溶解並定容至 5 mL，供作檢液(I)。取檢液(I) 1 mL 以氮氣吹乾，再以甲醇溶解並定容至 1 mL，供作檢液(II)。另取檢液(I) 1 mL 以氮氣吹乾，以 5% 醋酸：乙腈(9：1, v/v)溶液溶解並定容至 1 mL，供作檢液(III)。另取檢液(I) 1 mL 以氮氣吹乾，以正己烷 1 mL 溶解，供淨化用。

2.6.2. 淨化：

取 2.6.1 節供淨化用之溶液，注入預先以正己烷 10 mL 潤洗之矽酸鎂固相萃取匣，以丙酮：正己烷(3：7, v/v)溶液 20 mL 沖提，收集沖提液於濃縮瓶中，於 35°C 以下水浴減壓濃縮至乾，以正己烷溶解並定容至 1 mL，供作檢液(IV)。

2.7. 鑑別試驗及含量測定：

2.7.1. 精確量取檢液(I)及標準溶液 H、I、J、K 各 2 µL，分別注入氣相層析儀中，參照下列條件進行氣相層析，就檢液與標準溶液所得波峰之滯留時間比較鑑別之，並依下列計算式求出檢體中各農藥之含量(ppm)：

$$\text{檢體中各農藥之含量(ppm)} = \frac{C \times V}{M}$$

C：由各農藥標準曲線求得檢液中各農藥之濃度(μg/mL)

V：檢體最後經定容之體積(mL)

M：取樣分析檢體之重量

氣相層析測定條件：

檢出器：FPD，附有波長 526 nm 之磷選擇性濾光鏡

層析管：DB-608 毛細管，內膜厚度 0.83 μm，內徑 0.53 mm × 30 m
或同級品

層析管溫度：初溫：150°C，2 min

溫度上升速率：4°C/min

終溫：280°C，15 min

檢出器溫度：300°C

注入器溫度：250°C

移動相氣體氮氣流速：10 mL/min

燃燒用氣體氫氣流速：75 mL/min

燃燒用氣體空氣流速：100 mL/min

2.7.2. 精確量取檢液(II)及標準溶液 L、M 各 20 μL，分別注入高效液相層析儀中，參照下列條件進行液相層析，就檢液與標準溶液所得波峰之滯留時間比較鑑別之，並依下列計算式求出檢體中各農藥之含量(ppm)：

$$\text{檢體中各農藥之含量(ppm)} = \frac{C \times V \times 5}{M}$$

C：由各農藥標準曲線求得檢液中各農藥之濃度(μg/mL)

V：檢體最後經定容之體積(mL)

M：取樣分析檢體之重量

高效液相層析測定條件：

層析管柱：RP-Select B，5 μm，內徑 4.6 mm × 25 cm 或同級品

移動相溶液：乙腈與去離子水以 12:88 (v/v) 之比例混合，以梯度方式進行，逐漸改變乙腈與去離子水比例，30 分鐘後乙腈與去離子水的比例轉變為 70:30 (v/v)。

移動相溶液流速：1.5 mL/min

0.05N 氫氧化鈉溶液流速：0.5 mL/min

鄰苯二甲醛溶液流速：0.5 mL/min

螢光檢出器：激發波長 340 nm，發散波長 455 nm

後置反應槽溫度：90°C

2.7.3. 精確量取檢液(III)及標準溶液 N 各 20 μL，分別注入高效液相層析儀中，參照下列條件進行液相層析，就檢液與標準溶液所得波峰之滯留

時間比較鑑別之，並依下列計算式求出檢體中各農藥之含量(ppm)：

$$\text{檢體中各農藥之含量(ppm)} = \frac{C \times V \times 5}{M}$$

C：由各農藥標準曲線求得檢液中各農藥之濃度(μg/mL)

V：檢體最後經定容之體積(mL)

M：取樣分析檢體之重量

高效液相層析測定條件：

層析管柱：Luna C18，內徑 4.6 mm × 25 cm 或同級品

紫外光檢出器：波長 280 nm

移動相溶液：5%醋酸溶液與乙腈以 95：5 (v/v) 之比例混合，以梯度方式逐漸改變 5%醋酸溶液與乙腈比例，15 分鐘後 5%醋酸溶液與乙腈的比例轉變為 92：8 (v/v)。

移動相溶液流速：1.0 mL/min

- 2.7.4. 精確量取檢液(IV)及標準溶液 A、B、C、D、E、F、G 各 1 μL，分別注入氣相層析儀中，參照下列條件進行氣相層析，就檢液與標準溶液所得波峰之滯留時間比較鑑別之，並依下列計算式求出檢體中各農藥之含量(ppm)：

$$\text{檢體中各農藥之含量(ppm)} = \frac{C \times V \times 5}{M}$$

C：由各農藥標準曲線求得檢液中各農藥之濃度(μg/mL)

V：檢體最後經定容之體積(mL)

M：取樣分析檢體之重量

氣相層析測定條件：

檢出器：ECD

層析管：DB-608 毛細管，內膜厚度 0.83 μm，內徑 0.53 mm × 30 m 或同級品

層析管溫度：初溫：150°C，2 min

溫度上升速率：4°C/min

中溫：230°C，10 min

溫度上升速率：10°C/min

終溫：250°C，18 min

檢出器溫度：300°C

注入器溫度：250°C

移動相氣體氮氣流速：10 mL/min

輔助氣體氮氣流速：50 mL/min

- 附註：1. 本檢驗方法之最低檢出限量如附表。
2. 食品中若有影響檢驗結果之物質，應自行探討。

3. 以本方法檢出農藥時，應利用不同極性層析管柱、GC/MS 或 LC/MS 確認。

表一、以 GC/FPD/P 檢測農藥之最低檢出限量

農藥		最低檢出限量 (ppm)	農藥		最低檢出限量 (ppm)
英文名	中文名		英文名	中文名	
Acephate	歐殺松	0.1	Mephosfolan	美福松	0.02
Azinphos-methyl	谷速松	0.1	Methacrifos	---	0.02
Bromophos-ethyl	乙基溴磷松	0.03	Methamidophos	達馬松	0.02
Bromophos-methyl	甲基溴磷松	0.03	Methidathion	滅大松	0.02
Carbophenothion	加芬松	0.02	Mevinphos	美文松	0.02
Chlorpyrifos	陶斯松	0.005	Monocrotophos	亞素靈	0.05
Chlorpyrifos-methyl	甲基陶斯松	0.03	Omethoate	歐滅松	0.05
Cyanofenphos	施力松	0.02	Parathion-ethyl	巴拉松	0.01
Demeton-s-methyl	滅賜松	0.03	Parathion-methyl	甲基巴拉松	0.01
Diazinon	大利松	0.02	Phenthoate	賽達松	0.02
Dichlorvos	二氯松	0.01	Phorate	福瑞松	0.01
Dimethoate	大滅松	0.02	Phosalone	裕必松	0.03
Disulfoton	二硫松	0.01	Phosmet	益滅松	0.02
Ditalimfos	普得松	0.025	Phosphamidon	福賜米松	0.05
EPN	一品松	0.01	Pirimiphos-ethyl	乙基亞特松	0.01
Ethion	愛殺松	0.01	Pirimiphos-methyl	亞特松	0.01
Ethoprophos	普伏松	0.01	Prothiofos	普硫松	0.01
Fenamiphos	芬滅松	0.05	Pyraclufos	白克松	0.03
Fenitrothion	撲滅松	0.01	Pyrazophos	白粉松	0.1
Fensulfothion	繁福松	0.05	Quinalphos	拜裕松	0.02
Fenthion	芬殺松	0.02	Salithion	殺力松	0.02
Fonofos	大福松	0.02	Terbufos	托福松	0.01
Formothion	福木松	0.03	Triazophos	三落松	0.02
Iprobenfos	丙基喜樂松	0.03	Trichlorfon	三氯松	0.05
Isoxathin	加福松	0.02	Vamidothion	繁米松	0.1
Malathion	馬拉松	0.01			

表二、以 GC/ECD 檢測農藥之最低檢出限量

農藥		最低檢出限量 (ppm)	農藥		最低檢出限量 (ppm)
英文名	中文名		英文名	中文名	
α -BHC	α -蟲必死	0.003	Endrin	安特靈	0.005
α -chlordane	α -可氯丹	0.005	Esfenvalerate	益化利	0.02
β -BHC	β -蟲必死	0.01	Fenarimol	芬莫瑞	0.02
β -chlordane	β -可氯丹	0.003	Fenpropathrin	芬普寧	0.08
Aldrin	阿特靈	0.005	Fenvalerate	芬化利	0.03
Alpha-cypermethrin	亞滅寧	0.05	Flucythrinate	護賽寧	0.1
Benfluralin	倍尼芬	0.01	Fluvalinate	福化利	0.1
Bifenox	必芬諾	0.01	Heptachlor	飛佈達	0.003
Bifenthrin	畢芬寧	0.03	Heptachlor epoxide	環氧飛佈達	0.005
Bromopropylate	新殺蟻	0.02	Hexaconazole	菲克利	0.02

農藥		最低檢出限量 (ppm)	農藥		最低檢出限量 (ppm)
英文名	中文名		英文名	中文名	
Bupirimate	布瑞莫	0.03	Iprodione	依普同	0.05
Butralin	比達寧	0.05	Isoprothiolane	亞賜圃	0.02
Captafol	四氯丹	0.05	Lindane	靈丹	0.005
Captan	蓋普丹	0.005	Mirex	滅蟻樂	0.01
Chinomethionat	螞離丹	0.005	Myclobutanil	邁克尼	0.05
Chlorfluazuron	克福隆	0.03	Penconazole	平克座	0.02
Chloropropylate	克氯蟻	0.1	Permethrin	百滅寧	0.2
Chlorothalonil	四氯異苯腈	0.005	PP'-DDE	滴滴易	0.003
Chlozolate	克氯得	0.01	PP'-DDT	滴滴涕	0.01
Cyfluthrin	賽扶寧	0.05	Pretilachlor	普拉草	0.05
Cyhalothrin	賽洛寧	0.01	Prochloraz	撲克拉	0.03
Cypermethrin	賽滅寧	0.05	Procymidone	撲滅寧	0.05
Deltamethrin	第滅寧	0.02	Profenophos	佈飛松	0.02
Dichlofluanid	益發靈	0.01	Propiconazole	普克利	0.03
Dicloran	大克爛	0.01	Pyridaben	畢達本	0.05
Dicofol	大克蟻	0.02	Pyridaphenthion	必芬松	0.2
Dieldrin	地特靈	0.005	PyrifenoX	比芬諾	0.03
Difenoconazole	待克利	0.1	Tetradifon	得脫蟻	0.02
Diniconazole	達克利	0.025	Triadimefon	三泰芬	0.01
Dinitramine	達乃安	0.005	Trifluralin	三福林	0.01
Endosulfan	安殺番	0.01	Vinclozolin	免克寧	0.005

表三、以 HPLC/FLD 檢測農藥之最低檢出限量

農藥		最低檢出限量 (ppm)	農藥		最低檢出限量 (ppm)
英文名	中文名		英文名	中文名	
1-naphthol	加保利代謝物 1-萘酚	0.1	Fenobucarb	丁基滅必蝨	0.05
3-keto carbofuran	3-酮加保扶	0.1	Isoproc carb	滅必蝨	0.05
3-OH carbofuran	3-羥基加保扶	0.05	Methiocarb	滅賜克	0.05
Aldicarb	得滅克	0.1	Methomyl	納乃得	0.1
Aldicarb sulfone	得滅克砒	0.05	Metolcarb	治滅蝨	0.05
Aldicarb sulfoxide	得滅克亞砒	0.1	Oxamyl	歐殺滅	0.05
Bendiocarb	免敵克	0.03	Promecarb	普滅克	0.04
Butocarboxim	佈嘉信	0.2	Propoxur	安丹	0.03
Carbaryl	加保利	0.05	Thiodicarb	硫敵克	0.1
Carbofuran	加保扶	0.05	XMC	滅克蝨	0.05

表四、以 HPLC/UV 檢測農藥之最低檢出限量

農藥		最低檢出限量(ppm)	農藥		最低檢出限量(ppm)
英文名	中文名		英文名	中文名	
Carbendazim	貝芬替	0.2	Thiabendazole	腐絕	0.2

參考文獻：

1. 行政院衛生署。2005。殘留農藥安全容許量。94.10.3. 衛署食字第0940408028號公告修訂。
2. 沈孜徽、溫惠琴、李蕙芳、張碧秋、陳泰華、林阿洋、徐錦豐及周薰修。2004。市售蔬果殘留農藥監測。藥物食品檢驗局調查研究年報22: 129-144。
3. Iijima, K., Saka, M., Odanaka, Y. and Matano, O. 1997. Multiresidue analytical method of pesticides by GC-MS: application of macroporous diatomaceous earth column and silica gel cartridge. J. Pesticide Sci. 22:17-26.

