

二、黴菌毒素的個論^[營81]

重要的黴菌毒素有下列數種，多數都在人類歷史上造成大量死亡並引起廣泛注意：

(一)黃麴毒素^[88、96、98]：如前言所述，黃麴毒素開始被受到重視與英國發生火雞大量死亡有關，目前發現會產生黃麴毒素的菌株有 *Aspergillus flavus*^[82、87、93、94、99]與 *A. parasiticus*，所發現的毒素種類有 B₁（Blue）（可能被代謝成2,3-epoxyaflatoxin與DNA中Guanine結合後產生療症^[101]）、B₂、G₁（Green）、G₂、M₁（Milk）、M₂等，其中以 B₁ 毒性最強^[85、86、93、94]，經常會發生黃麴毒素的食物種類有花生^[93、95]、玉米^[96]、香辛料、高粱，葡萄乾^[101]與稻米^[84、89]耐高溫，需在280°C以上開始被分解^[87、88、90、93]。具有高度肝毒性^[92、96、98]，致突變性與致癌性。國際癌症研究中心（1987）列為人類致癌物第一類。衛生署食品中黃麴毒素限量標準（含B₁，B₂，G₁，G₂）：花生與玉米在15ppb以下^[86]，米、高粱、豆類、麥類與堅果類10ppb以下^[100]，食品油脂10ppb以下，鮮乳0.5ppb^[94]以下（以M₁計），乳粉5ppb以下（以M₁計），其他食品10ppb以下，而嬰兒食品則不得檢出。1985年與2002年自泰國進口玉米均被驗出有此毒素，2009年發生流浪狗大量暴斃的死因是其食用被黃麴毒素污染之物品所致。黃麴毒素是與肝癌發生率有直線關係。這些黴菌主要分布在熱帶與亞熱帶地區，但在相對溼度低於70%及含水率低於13%，則其生長會受到抑制^[營83]。

1. 防治措施有：降低水含量到13%以下^[100]；減少食物破損，或是適當加以包裝；控制儲存溫度或相對溼度在13%以下^[83、94]，但用於處理大宗穀物則顯得不切實際。
2. 台灣地區曾發生過幾次自泰國進口的毒玉米事件（2013.01.18一批39箱貨櫃共950公噸的泰國進口玉米，因被驗出黃麴毒素超出國家標準，遭高雄海關退運後轉運到新加坡後台中港企圖闖關進口攔下查獲），面對已污染黃麴毒素的食物素材的處置方法有：
 - (1) 取未污染的食物素材與這些污染原料加以混合，使其毒素含量降低至法定標準（15ppb），此法並不實際，因為大宗未污染之穀

物取得困難，難以保證可以充分混合，另外無法取信使用者與購買者。

(2)以氫氧化鈉或氨水[100]處理毒素。

(3)採取食用以外的用途，例如工業化用途有製紙漿業與水性漆或是採用堆肥方式處理。

(二)黃變米 (Yellow rice disease) [食91]黴菌毒素中毒 (Citreoviridin/Luteoskyrin) [82；高88、97]或橘黴毒素 (Citrinin) [93；食90]：
Penicillium citrum[89]會在儲存稻米中繁殖後產生黃色的變質米，分別在台灣地區、日本、泰國與埃及等地分離出，在動物試驗結果發現會產生循環障礙以及肝腎病變。橘黴毒素常污染紅麴粉、玉米、小麥、黑麥、乳製品。*Monascus purpureus*, *M.rubber*, *M.kaoliang*含有此毒素之基因體。毒素主要是對粒腺體的損害，抑制酵素與減少合成ATP，使代謝反應無法順利進行，其症狀有腹瀉、肝腎損傷與其腫脹壞死。衛生署於98年公告穀類與含紅麴之食品中麴黴素限量標準，紅麴色素在200ppb以下，原料用紅麴米在5ppm，紅麴原料所製得之食品要在2ppm以下。衛生署在2009年檢驗市售紅麴米後發現八件樣品均被驗出，且有5件超過10ppm，紅麴膠囊錠劑中1件（1/17）之橘黴素高於10ppm。消基會在2010年檢驗出台酒公司紅麴養生薄餅之橘黴素高於0.4ppm。

(三)麥角菌素 (Ergotoxin; Ergotism)：中世紀歐洲因為麥角菌造成大批孕婦流產與奪去數以萬計的生命，即使基督教聖徒聖安東尼也死於此病，當時相傳有惡魔作怪，稱此疾病為「聖安東尼之火（憤怒）」，後來才知道是裸麥被麥角菌寄生後而誤食下肚，而釀成醫學史上的世紀大災難。麥角菌屬 (*Claviceps purpurea*) [92]真菌是屬於麥角菌科，寄生裸麥的子房，並在上面形成堅硬菌殼，外觀似麥子長角，因而得名。菌核含有植物鹼，牲畜會產生壞疽與痙攣症狀。現今研究發現，麥角菌植物鹼可分成麥角胺 (Ergotamine)、麥角毒鹼 (Ergotoxine) 及麥角新鹼 (Ergometrine)。麥角胺及麥角毒鹼經加水分解生成麥角酸 (Lysergic acid)，即是現今迷幻藥LSD的前身，目前麥角新鹼在醫學上常被用做催產藥物。台灣因為不曾種植過小麥與裸麥，因此沒有出現相關病例報導，目前也只有日據時代日人澤田兼吉的三種麥

角菌屬菌的相關描述。據報導法國聖埃普里小鎮因美國CIA下毒在麵粉中導致3百多人發瘋。

- (四) 脫氧雪腐鐮刀菌烯醇（Deoxynivalenol, DON）：常污染玉米、小麥、大麥、稻米、燕麥等作物及其加工品。其慢性毒性症狀有厭食、體重減輕與消化力降低等，而急性毒性症狀則有腹痛、腹瀉、腸胃炎、出血性腹瀉與內毒血症。美國FDA規範小麥製品應低於1mg/kg，牛雞之穀物飼料應低於10mg/kg，豬與其他動物飼料則應在5mg/kg以下。我國衛生署則對此毒素未有規範。
- (五) 赭麴毒素（Ochratoxin）[97]：是*Aspergillus*[97]常出現在咖啡豆、可可粉與豆類作物中，其毒性有腎毒性[96]、致畸胎性、免疫毒性、生殖毒性、神經毒性、致癌性與遺傳毒性等。衛生署對此毒素要求米麥類應低於50ppb。
- (六) 棒麴黴素（Patulin）[86]：由*Penicillium*、*Aspergillus*與*Byssoschlamys*部分菌株經過二次代謝而產生的物質，以腐爛的蘋果[92、93、94、98]與以其製成的蘋果汁產生含量較高。此毒素之急性症狀有消化不良、抽搐、水腫、潰瘍與腸胃道損傷等，慢性症狀則有神經毒素性、免疫毒性、抑制免疫力、遺傳毒性、致畸胎性與致癌性。我國衛生署對此毒素規範要求蘋果汁與含蘋果汁之混合飲料應低於50ppb。
- (七) 鐮刀黴菌毒素（T-2 toxin）：常污染玉米、小麥、稻米、大麥、燕麥、高粱、黃豆等作物及其加工品。會造成皮膚水腫、皮膚壞死與皮膚炎等症狀，為強烈之致命毒素。其純化毒素被稱為黃雨（yellow rain）被當做生化武器使用在阿富汗與波斯灣戰爭中，可經由飛機噴灑成黃色雨霧狀，目前已被聯合國禁止生產與使用。聯合國FAO/WHO確定人類暴露之安全劑量為60ng/kg bw/day。我國衛生署則對此毒素未有規範。
- (八) 玉米赤黴烯酮（Zearalenone, ZEA）：常污染玉米、小麥、大麥、稻米、燕麥等作物及其加工品。中毒症狀有腹痛、腹瀉、嘔吐與頭疼等。歐盟訂定嬰兒與孩童食用之玉米粉之毒素含量應小於20ng/kg bw/day，推估人類暴露之安全劑量為50ng/kg bw/day。我國衛生署則對此毒素未有規範。
- (九) 青黴素酸（Penicillic acid）：*Penicillium puberulum*在低溫下會生長分