



生百興業有限公司
Life Rainbow Biotech Co., Ltd
宜蘭市中山路五段 222 巷 39 弄 12 號
Tel: 03-9286168 Fax: 03-9288158
<http://www.liferainbow.com.tw>



全球黴菌毒素的當前思維

WORLD POULTRY-vol.25 No7. 2009

生百興業有限公司譯

黴菌毒素並不只是毒素。大約有 500 種以上的黴菌毒素被發現分佈在世界各地的各種飼料組成部分中，且各自有不同的毒性。辨識和分類它們可以更容易地採取適當的措施。

黴菌毒素是黴菌的二次代謝物，並且普遍存在於大自然中。全球主要產生黴菌毒素的四種黴菌屬包括黃麴菌屬(*Aspergillus*)、鐮刀菌屬(*Fusarium*)、青黴菌屬(*Penicillium*)、麥角菌屬(*Claviceps*)。近期阿根廷對於鏈格孢屬(*Alternaria*)毒素的調查，也使得鏈格孢屬歸類為第五種毒素。根據種種因素，一種或多種黴菌不但會於收割前寄生於作物，也會在非理想儲存條件下繁殖。

目前約有 500 種的黴菌毒素已經被鑑定出來。無疑地，將會有越來越多種類的黴菌出現。目前全世界的科學家所要挑戰的是未知黴菌毒素的種類和分析方法，並量化未知的影響。這篇文章分析了黴菌毒素的分布情形，同時證實關鍵性的黴菌毒素對於家禽健康和性能的影響。包括黃麴毒素(aflatoxins)、赭麴毒素(ochratoxins)、新月毒素群 A 型- 鐮刀菌屬黴菌毒素。新月毒素群 B 型-玉米赤烯酮(zearalenone)、伏馬鐮孢毒素(fumomisin)、串珠鐮孢菌毒素(moniliformin)和麥角生物鹼(ergot alkaloids)。

近年來，由於穀物與食物的貿易擴展與全球氣候情況的變化，使得黴菌毒素無法在地區作為歸類。無法預期的乾旱、降雨與洪水，使得黴菌毒素的取樣、分析變的更加複雜。不過大致上特殊菌屬其生長或流行的地區還是可以被歸納出來(如表一)。



表一：黴菌毒素全球分布

真菌種類	主要黴菌毒素	區域
鏈格孢菌屬(<i>Alternaria spp</i>)存在大麥	Alternariol, Alternariol-methyl, altertoxin-1, Altenuene	阿根廷
黃麴黴(<i>Aspergillus flavus</i>) 寄生麴黴(<i>Aspergillus parasiticus</i>)	黃麴毒素, cyclopiazonic acid (CPA)	亞洲, 拉丁, 美國, 非洲, 南美洲
赭曲黴(<i>Aspergillus ochraceus</i>)	赭曲毒素, 桔黴素(citrinin)	亞洲, 拉丁, 美國, 南美洲, 非洲
麥角菌屬(<i>Claviceps purpurea</i>)存在穀物和草	麥角生物鹼	非洲, 亞洲, 澳大利亞, 歐洲, 美國
麥角菌屬(<i>Claviceps Africana</i>)存在高粱	麥角生物鹼	南亞, 非洲, 澳大利亞, 美國
枝孢镰刀菌(<i>Fusarium sporotrichoides</i>) 梨孢镰刀菌(<i>Fusarium poae</i>)	T-2 毒素, HT-2 毒素, 蛇形菌素(DAS)	巴西, 加拿大, 美洲, 印度, 俄羅斯, 西伯利亞, 烏克蘭
禾穀镰刀菌(<i>Fusarium graminearum</i>)存在大麥, 小麥, 燕麥	嘔吐毒素, 玉米赤烯酮, 雪腐镰刀菌(nivalenol)	加拿大, 美國南部, 歐洲, 日本
禾穀镰刀菌(<i>Fusarium graminearum</i>) 黃色镰孢菌(<i>Fusarium mculmorum</i>)存在玉米	嘔吐毒素, 玉米赤烯酮, 雪腐镰刀菌	美國中西部, 加拿大, 歐洲, 紐西蘭, 日本, 阿根廷
串珠镰刀菌(<i>Fusarium moniliforme</i>) 層出镰刀菌(<i>Fusarium proliferatum</i>)	伏馬镰孢毒素, 串珠镰孢毒素	南美, 西歐, 亞洲, 非洲, 拉丁美洲
純綠青黴(<i>Penicillium viridicatum</i>)	赭曲毒素	加拿大, 歐洲

表 2：家禽的黴菌毒素半致死劑量的數值

黴菌毒素	半致死劑量(mg/kg BW)
赭曲毒素	2.14
DAS	3.82
T-2 毒素	5.00
镰刀球菌毒素	5.4
黃麴毒素 B1	6.5
HT-2 毒素	7.22
新茄病镰刀菌烯醇	24.87
DON	140

依據LD50(半致死劑量)，黴菌毒素毒性的順序為：赭曲毒素>蛇形菌素(diacetoxyscripenol, DAS)>T-2毒素>串珠镰孢毒素>黃麴毒素>HT-2毒素>新茄病镰刀菌烯醇(neosolaniol)>嘔吐毒素DON(如表二)。雖然在影響家禽的黴菌毒素上常常討論黃麴毒素，但是赭曲毒素、嘔吐毒素(DON)、T-2毒素的毒性遠比黃麴毒素強許多。



生百興業有限公司
Life Rainbow Biotech Co., Ltd
宜蘭市中山路五段 222 巷 39 弄 12 號
Tel: 03-9286168 Fax: 03-9288158
<http://www.liferainbow.com.tw>



黴菌毒素的毒性

黴菌毒素最大的挑戰是對家禽而言，因為不會有特定的症狀，這使得家禽飼主無法診斷並採取適當的保護措施。黴菌毒素的症狀可能和不當的管理、缺乏營養，與健康狀況不良出現的症狀相似。因此，常見藉由家禽飼料中黴菌毒素的含量來確認是否家禽患有黴菌毒素症的狀況。黴菌毒素的毒性一般根據黴菌毒素的劑量、來源和暴露的期間。在此討論幾種黴菌毒素的急性與慢性毒性。

1. 黃麴毒素：雖然有約18種的黃麴毒素被辨識，但僅有黃麴毒素B1、B2、G1、G2在飼料污染物中被偵測出。最小劑量在文獻資料與實際上導致家禽中毒的量不一致。主要是因為在研究中使用不同的黃麴毒素來源，大部分實驗研究用純化的AFB1或是經由黃麴黴菌培養的AFB1，與一般自然污染的飼料不一樣。在肉雞實驗研究中，黃麴毒素濃度在75ppb時，就會減少肉雞體重。蛋雞則會造成蛋產量和蛋重量降低，並會增加肝臟脂質含量。並會降低母雞孵化力與增加胚胎死亡率。而黃麴毒素最大的影響，是對於免疫的反應，像是淋巴細胞耗盡、與延遲性過敏、和改變雌激素生成。並且會降低抗病力與疫苗接種反應，黃麴毒素也會導致肉雞白化症。

2. 赭麴毒素：雖然赭麴毒素群包含7種化合物，但只有赭麴毒素A(OA)在天然污染的穀類植物中被發現。腎臟是赭麴毒素的主要攻擊目標。水分攝取、糞便濕度的增加、腎水腫、蒼白、二次內臟出血，是赭麴毒素的主要症狀。與黃麴毒素相似，赭麴毒素使攝食量、蛋產量與體重減少，對於飼料效率有負面影響。對蛋雞則會造成蛋殼汙染與汙點。OA也會損害雞隻對於飲食中胡蘿蔔素的利用，並且比黃麴毒素來的更嚴重。就研究實驗而言，赭麴毒素0.5ppm濃度是家禽的最大容忍量。

3. 新月毒素群A型-鐮刀菌屬黴菌毒素：

這類毒素的主要攻擊目標為連結腸道內的快速分裂的細胞，皮膚，淋巴與紅血球系統。雖然它們比新月毒素群黴菌毒素B型毒性更強，但發生率並不比B型來的普遍。只有在東歐發現有較高濃度的汙染，通常都與家禽急性毒性有關聯。新月毒素群黴菌毒素A型的特徵是在家禽嘴喙，硬顎黏膜，嘴角，舌頭產生黃色斑慢性毒性症狀則會造成口腔或食道的侵蝕與損傷。這些症狀都是依據濃度高低判斷的，並且可以做為診斷的徵兆。3周齡的小雞暴露在新月毒素群黴菌毒素A型下也會造成羽毛異常。並會導致腸道嚴重壞死與出血，進而阻礙營養吸收。飼料攝取量也會經由腦神經化學改變而降低。新月毒素群黴菌毒素A型也會導致免疫抑制，並影響免疫系統（發炎、體液、細胞調節反應）。另外，適當劑量的黴菌毒素濃度在細胞激素的調節有助於了解免疫細胞功能不同的改變。對小雞而言，感染沙門氏菌與球蟲菌，並暴露在T-2毒素下，會減少抗病力。另外，攝食T-2毒素(0.75~1.25mg/kg feed)對於小雞感染球蟲卵，會減低抗球蟲藥的效能。黴菌毒素約0.5ppm黴菌毒素濃度是家禽的最大容忍量。



生百興業有限公司
Life Rainbow Biotech Co., Ltd
宜蘭市中山路五段 222 巷 39 弄 12 號
Tel: 03-9286168 Fax: 03-9288158
<http://www.liferainbow.com.tw>



4. 新月毒素群B型-鐮刀菌屬黴菌毒素：

主要的黴菌毒素為DON。DON雖然對於家禽沒有毒性，但是這類型的黴菌毒素之所以重要，不只因它存在著高濃度，而是與其他黴菌毒素協同時的潛在危機。雞隻攝食含有這類型黴菌毒素污染的飼料時(尤其是DON)，與新月毒素群黴菌毒素A型相比，並不會有嚴重的拒食反應。結果雞隻持續攝食污染的飼料，造成不良的飼料效用與免疫抑制。相當多關於黴菌毒素污染穀物而對家禽影響的研究，發現黴菌毒素對於家禽的症狀有：嘴部菌斑、胃侵蝕、貧血、減少體內肝臟部分蛋白質合成、增加血液氮濃度與尿酸濃度、減少膽汁免疫球蛋白濃度、減少血液中B細胞與CD4+含量百分比、導致延遲性過敏、改變腦神經化學反應、減少腸道內絨毛面積、和細胞激素表現。在母雞繁殖方面，小雞在殼內死亡率增加，導致蛋黃蛋囊無法吸收和增加早期胚胎死亡率。家禽對於新月毒素群黴菌毒素B型的最大容忍量約為2ppm。

5. 伏馬鐮孢毒素：

目前為止，已發現6種不同的伏馬鐮孢毒素(A1, A2, B1, B2, B3, B4)，此毒素單一機制會破壞鞘脂合成，它們在家禽中毒素很低，但是飼料中有高毒素濃度(主要因玉米)，並且會隨其他毒素一起出現，所以必須多加注意。肉雞在伏馬鐮孢毒素B1濃度達到50ppm時會減少增重、新城雞疫抗體效價，並會增加相對心臟重量組織上的改變，包含液泡退化，和肝臟膽管的細胞增殖，腎臟腎小管的退化。伏馬鐮孢毒素對於家禽最大的威脅在於免疫系統上，但在這方面需要更多的研究。

6. 串珠鐮刀菌毒素：

對於雞隻而言，其毒性非常強，但是它的作用機制目前還不明確。攝取含有串珠鐮刀菌毒素和伏馬鐮孢毒素的肉雞隻死亡後並沒有觀察到有重大損害，串珠鐮刀菌毒素約在16-27ppm左右的含量會導致生長中肉雞死亡。這顯示串珠鐮刀菌毒素比伏馬鐮孢毒素更具有毒性，且它們互相有加乘的作用。

7. 麥角生物鹼毒素：

麥角中毒是由於腸道中含有麥角生物鹼菌核。在穀類中發現好幾種麥角生物鹼(高粱，小麥，大麥，燕麥，黑麥)。麥角毒素在藥理學中是活化的複合物。麥角毒素對於雞隻的安全含量約是體重的0.3%-0.8%左右。由於麥角毒素菌核的數量與質量變異很大所以很難判定安全濃度。除了生長抑制外，羽毛與肉垂也有囊泡與皮膚炎，雞腳，嘴，指，爪，也會有壞死的現象，這些都是麥角中毒的特定症狀。



生百興業有限公司
Life Rainbow Biotech Co., Ltd
宜蘭市中山路五段 222 巷 39 弄 12 號
Tel: 03-9286168 Fax: 03-9288158
<http://www.liferainbow.com.tw>



黴菌毒素的交互影響：

黴菌毒素鮮少在家禽飼料中單獨出現，通常都會一起發生，而前面提及的黴菌毒素只占一小部分，還包含桔黴素、環丙阿尼酸、鐮孢紅素酮、鐮刀菌酸、玉米赤烯酮等等。黴菌毒素的交叉汙染，會使得單一黴菌對毒素最小容忍量無效，因此，黴菌毒素交叉汙染的出現是一個極大的風險。在家禽體內，黴菌毒素的交互作用早已被證實。一般而言，黴菌毒素都有加乘作用，同時也有協同作用。要注意的是這些交互作用會隨著體重，血清化學作用等某些因素而改變。

結論：雖然很難去歸納全球黴菌毒素的分布情形，但還是可以依據調查和天候狀況區分。必須要注意的是全球飼料貿易會造成家禽飼料中出現無法預期的黴菌毒素。要綜述已知黴菌毒素的毒性，已經超出本文章的範圍，但是卻可以做為常見黴菌毒素的參考指標。