

穀物中黴菌毒素的管理

對黴菌毒素比其他家畜敏感，穀物發黴會造成飼料的衛生問題；偵測飼料中的黴菌毒素種類，可以判別飼料在田野或貯存中被何種黴菌病原污染。黴菌會產生多種的黴菌毒素，而且常相伴產生，測得一種黴菌毒素，表示另一種關係密切的毒素也可能存在，如小麥或玉米中常會發現嘔吐毒素(DON)和赤黴烯酮毒素(ZEA)並存。

環境的溫度與溼度（相對溼度、穀物表面水分和含水量）會影響黴菌感染、生長和擴散，以及毒素的產生速率。混合飼料原料時，會加大危險範圍，讓飼料容易受到不同黴菌毒素的污染，像大豆是易含黃麴毒素而小麥則是嘔吐毒素。兩種或多種毒素的毒性可產生加乘效應，而非單純的累加效果；嘔吐毒素和鐮刀菌酸(fusaric acid)的加乘影響可抑制小豬的生長，對可疑飼料建議要檢測這兩種毒素。

尚未收成的作物上，常寄生強黴菌株，其產生的毒素，如鐮刀菌產生的嘔吐毒素和赤黴烯酮毒素，會使小麥長斑及枯穗。弱寄生黴菌或腐生黴菌也會合成黴菌毒素，如寄生在倉儲小麥裡的疣孢青黴，會產生赭麴毒素A(OTA)。某些倉儲裡的黴菌，也會感染生長中的作物。

殺死黴菌無法解決問題，因其已產生的黴菌毒素仍會長期存在，要想減少毒性或終止反應，安全可靠的方式包括避免或預防污染；調節豬隻營養以支持身體代謝毒素，整合從作物至飼料、飼養的黴菌和毒素控管計畫。引入 HACCP(危害分析與重點管制)系統，藉物理和生物方法與物流模式降低黴菌滋生，並在供應鏈之特定階段，建立健全的污染危害點管理規範，能有效防止黴菌毒素污染。執行 HACCP 系統的關鍵是正確辨認管制重點，利用定量分析偵測黴菌毒素含量。

作物收成的狀況不佳(斷莖和伏倒)時，黴菌的威脅最大，入倉穀物若破損、碎屑含量多，較易受到黴菌毒素污染。適當地清潔穀粒，可以除去被污染的外殼，保持穀粒乾燥，才能安全儲存與運送，其含水率應維持於 11-12%。

等質含水率(EMC)超過 13%時，黴菌開始滋生；EMC 與溫度和相對溼度有關：以小麥為例，溫度/相對溼度分別為 25°C/50%時，EMC=13.6%、當 5°C/70%時 EMC=10.9%、當 25°C/90%時 EMC=19.7%；裝運穀物時，降溫會讓水氣凝結，潮濕了穀物也助長了黴菌。

穀物發黴和結塊，是明顯的黴菌生長與污染的現象，要確認危害的程度，只有定量測試一途。黴菌毒素並不是均勻分佈在穀物裡，而是聚集在有黴菌活動的危險潮濕之處。採樣過程和測試敏感度一樣重要，穀物在搬運、混合當時或隨後，立刻的採樣結果，最具代表性。

保存穀物時用丙酸(或丙酸鹽)可抑制大部份黴菌生長，但完全抑制需要高酸：酸度過低時，黴菌反會利用丙酸而增生。飼料輸送帶、

儲存桶、混合機等設備，都是黴菌生長與黴菌毒素污染的來源，注意經常保持這些機器設備乾淨。

飼料中添加的營養分和維生素，可能會增加黴菌毒素的效力，尤其是添加蛋白質與甲硫胺酸和半胱胺酸等含硫胺基酸；飼料添加抗氧化劑可以直接或間接避免營養分被氧化破壞。

加熱及使用氫氧化銨、亞硫酸氫鈉、過氧化物、臭氧和氯都有去毒的效果，但大多數的處理方法會傷害穀物和飼料成分、降低適口性與營養價值，以及危害操作人員和家畜的安全。因此，使用上述方法多少會受到限制。用微生物控制法可裂解黴菌毒素分子而去毒，此法更安全準確。某真菌種(Eubacterium)能去除新月毒素的毒性，另外，新酵母菌種(噬黴菌毒素絲孢酵母)可去除去赭麴毒素 A 和赤黴烯酮毒素的毒性。

飼料裡可添加黴菌毒素吸附劑，以結合黴菌毒素，並帶出消化道。吸附劑應具備小顆粒、大面積和吸收力強的特性，像皂土和矽藻土，以及鋁矽酸鈉的黏土礦物吸附劑，都可以使用。黏土分子在水分飽和後，容易與黴菌毒素分子結合，讓黴菌毒素在消化過程中被分解，免得被腸道吸收而中毒。

飼料中添加高劑量(4-10 公斤/噸)的吸附劑會稀釋營養分；含黏土的糞尿廢水會造成地面濕滑，危及豬隻和農場人員的安全，在廢水處理池內也不會被降解。此外，黏土吸附劑也能吸附維生素、礦物質和胺基酸，而且黏土之功能只侷限於吸附黃麴毒素。赤黴烯酮毒素(ZEA)和赭麴毒素 A 需要更有效的化學吸附劑；例如，以聚葡萄糖和甘露聚糖所合成之甘露寡糖(MOS)吸附劑，其能在 pH 值範圍較大的的狀況下作用，在腸道裡以緩慢的速度吸附多數黴菌毒素，特別是赤黴烯酮毒素。

(蔡依芸、游義德譯 Pig International, pp.30-31, May, 2006)