

本月 特邀专家...



Swamy Haladi, 博士
奥特奇加拿大技术销售主管

引言

霉菌毒素为霉菌的次级代谢产物，这些次级代谢产物对家畜、家禽和人类都具有不同程度的毒性。1960年发生在英国的成千上万只火鸡死亡的事件就是由于黄曲霉毒素中毒而引起的。此次事件引起了人们对霉菌毒素广泛的科学研究。尽管自然界存在上百种霉菌毒素，但人们仅对其中的少数几种霉菌毒素展开了深入的研究。由于家禽用于霉菌毒素的研究比较简单，而且成本较低，大量有关霉菌毒素的试验研究是在家禽上进行的，这些研究结果对于我们进一步认识和理解霉菌毒素的特性大有帮助。

主要霉菌毒素对家禽的相对毒性

根据半致死量指标（LD50是指毒死50%试验动物所需的霉菌毒素的量），霉菌毒素的毒性严重程度由大到小依次排列为：赭曲霉毒素 > 蛇型菌素 > 呕吐毒素 > 串珠镰刀菌素 > 卵孢毒素 > 黄曲霉毒素 > HT-2毒素 > 新茄病镰刀菌烯醇 > 脱氧雪腐镰刀菌烯醇（表1, Leeson等, 1995）。黄曲霉毒素是在家禽上研究最多的霉菌毒素，但蛇型菌素和呕吐毒素的毒性比黄曲霉毒素的毒性要大得多。此外，虽然脱氧雪腐镰刀菌烯醇的毒性较低，但它非常重要，值得引起人们的重视，这是因为脱氧雪腐镰刀菌烯醇的存在非常普遍，而且含量比较高。另一方面需要重视的是，如我们在饲料或饲料原料中发现有脱氧雪腐镰刀菌烯醇和呕吐毒素的存在就表明同时有10多种镰刀单端孢菌毒素的存在（DeVries等, 2002）。

霉菌毒素	LD50 (mg/kg 体重)
赭曲霉毒素	2.14
蛇型菌素DAS	3.82
呕吐毒素	5.00
串珠镰刀菌素	5.4
卵孢毒素	6.12
黄曲霉毒素 B1	6.5
HT-2毒素	7.22
新茄病镰刀菌毒素	24.87
脱氧雪腐镰刀菌烯醇DON	140

表1 家禽饲料中常见霉菌毒素的半致死量指标（LD50）

霉菌毒素的相互作用

霉菌毒素在家禽饲料和饲料原料中不是单独出现的，上面所提到的霉菌毒素通常同时出现在饲料中。霉菌毒素的出现取决于多种因素，主要是地域环境、气候条件、农业生产方式和全球性的饲料原料贸易。多种霉菌毒素同时在饲料中出现



Supported by



使得霉菌毒素引起的有害影响更加复杂，这些霉菌毒素在家禽体内产生多种毒性的相互作用，这些相互作用可能是加性的、协同的或是颯颯的（表2）。

霉菌毒素	相互作用的类型	
黄曲霉毒素和赭曲霉毒素A	协同作用	Huff and Doerr (1981) Raju and Devegowda (2000)
黄曲霉毒素和蛇型菌素	协同作用	Kubena et al. (1993)
黄曲霉毒素和脱氧雪腐镰刀菌烯醇DON	加性作用	Huff et al. (1986)
黄曲霉毒素和呕吐毒素	协同作用	Huff et al. (1988)
赭曲霉毒素A和呕吐毒素	加性/协同/颯颯作用	Kubena et al. (1989a) Raju and Devegowda (2000)
赭曲霉毒素A和桔青霉素	颯颯作用	Manning et al. (1985)
脱氧雪腐镰刀菌烯醇DON和呕吐毒素	协同作用	Kubena et al. (1989b)
脱氧雪腐镰刀菌烯醇和赭曲霉毒素A	加性/颯颯作用	Kubena et al. (1988)
烟曲霉毒素B1和串珠镰刀菌素	加性作用	Javed et al. (1993)
烟曲霉毒素B1和呕吐毒素	加性作用	Kubena et al. (1995) Kubena et al. (1997)
烟曲霉毒素B1和脱氧雪腐镰刀菌烯醇DON	加性作用	Kubena et al. (1997)

当多种霉菌毒素同时存在时，我们所观察到的家禽霉菌毒素的毒性反应和临床症状就变得非常复杂和变化多样。霉菌毒素的相互作用可能会改变家禽的临床症状，导致一系列的不同于单个霉菌毒素累加起来的临床反应。这使得霉菌毒素中毒征病例在生产实践中的诊断非常困难，需要详细的霉菌毒素间互作的信息。另一方面，霉菌毒素间的互作也为制定统一的霉菌毒素中毒征预防措施带来困难。一种霉菌毒素的预防措施可有效地降低该霉菌毒素的毒性，但其他的霉菌毒素仍然可达到有害的水平，引起中毒。我们在研发霉菌毒素吸附剂产品时必须考虑这些因素。



Supported by



常见的家禽霉菌毒素中毒征症状

最大的挑战在于，家禽霉菌毒素中毒征的临床症状是非特异性的。这使得家禽生产者很难对霉菌毒素中毒征进行诊断并采取适当的措施。霉菌毒素中毒征的症状通常与管理不当、营养不良和疾病导致的症状非常相似。因此在商品化生产条件下，一般将养鸡场的临床症状与霉菌毒素饲喂家禽后产生的临床症状进行比较，以便确定霉菌毒素中毒征。表3是家禽常见的霉菌毒素中毒征临床症状。

表3 家禽常见的霉菌毒素中毒征临床症状

羽毛纷乱
腹泻
采食量下降
生长缓慢
产蛋量下降
饲料转换效率降低
繁殖力降低
蛋壳质量下降
孵化率降低
母鸡产雏鸡数减少
死亡率提高
抗体水平下降
血清来肝脏酶水平升高
肝脏、肾脏和素囊肿大、坏死
肌肉变白

评估家禽霉菌毒素中毒征的经济损失

家禽生产者最关心的问题之一就是霉菌毒素危害会给带来多大的经济损失。表3列出的霉菌毒素中毒征症状是描述性的，只有个别的一些中毒征症状可作为经济损失来估计。

体增重：家禽采食受霉菌毒素污染的饲料后，商品肉鸡体重最终通常会减少100克，甚至更多，这是非常普遍的现象。一些肉鸡生产者非常重视肉鸡的生长速度，追求肉鸡上市的时间越早越好。较快的生长速度意味着减少劳动力成本，增加每年上市的商品肉鸡数量。但以体重作为评估霉菌毒素所造成经济损失指标的不足之处在于没有考虑霉菌毒素对饲料利用效率的影响。例如，饲喂被霉菌毒素污染的饲料可能导致肉鸡消耗更多的饲料。

饲料转化效率：该指标是大多数肉鸡和蛋鸡养殖户用来评估霉菌毒素所造成的经济损失。该指标考虑到霉菌毒素对家禽采食量以及饲料转化为肉和蛋的效率。使用该指标的困难在于，在商品化生产条件下很难准确地计量家禽的采食量，因而难免出

现误差。家禽养殖户通常会根据家禽的体重及市场情况，在不同的日龄出售家禽，这就使得准确计量饲料转换率更加困难。在饲养过程中，家禽死亡率的变化也会影响饲料转换率指标。这是因为在商品化生产条件下记录和称重死鸡是非常困难的。准确的统计饲料转换效率对于计算霉菌毒素吸附剂的投入产出比（ROI）是至关重要的。

死亡率：在评估霉菌毒素对种鸡和蛋鸡影响时，死亡率是一个非常重要的经济指标，因为它们可长期暴露在低水平的霉菌毒素下。然而，当肉鸡暴露于高水平霉菌毒素时就有可能死亡。家禽死亡率通常被认为是评估霉菌毒素对家禽免疫系统影响的指标。然而，免疫机能低下也会导致家禽发病率上升（生长减慢，饲料转换率变差）。为了评估霉菌毒素对家禽生产的真正影响，记录鸡的死亡日期及死亡时的体重是非常重要的，这有助于计算家禽的饲养天数。

每只母鸡产雏鸡数：该指标表示霉菌毒素对种鸡产蛋量、受精率、蛋壳品质和孵化率的影响。

禽蛋等级：根据蛋壳质量，禽蛋可分为品质好的禽蛋、裂缝蛋和破壳蛋。即使蛋鸡的产蛋量和蛋重指标很好，如果蛋壳质量不佳，鸡蛋也不得不被丢弃。业已证明，许多霉菌毒素对蛋壳质量有不利影响。

欧洲生产效率指数（EPEF）：是否将该指标作为衡量肉鸡生产性能的最佳经济指标仍然存在争议，但将该指标用于评估霉菌毒素对肉鸡生产性能的影响，以及评估霉菌毒素吸附剂的效果正在日趋增加。它的优势在于该指标考虑了家禽死亡率变异和肉鸡上市日龄不同的因素，将这些因素形成一个指数来反映肉鸡增重的效率。仍然，该指标并没有直接反映霉菌毒素对肉鸡生产性能的负面影响所造成的经济损失。

投入产出比（ROI）：该指标表示因投入而获得回报的比例。回报越高ROI比值越高。可根据饲料转化效率（节省的饲料费用）和死亡率来计算ROI。ROI常常被用于评估霉菌毒素吸附剂的效力或用于比较不同霉菌毒素吸附剂的效果。国际上ROI和REO可以互用，但ROI和REO之间是存在区别的，需要分别进行分析。

结论

家禽对霉菌毒素比较敏感，但对于不同的霉菌毒素其敏感性是不同的。由于家禽饲料中同时存在多种霉菌毒素，以及不同霉菌毒素之间的相互作用，家禽的霉菌毒素中毒征是非常复杂的，而且没有特异性的症状。在评估霉菌毒素对家禽的不利影响，以及评估不同霉菌毒素吸附剂的效力时，使用正确的经济指标十分重要。

