



2018年2月

REF. No.: WHO/NHM/FOS/RAM/18.3

食品安全和人畜共患疾病司

同时接触伏马菌素与黄曲霉毒素

现在担心同时接触这两种霉菌毒素会加大健康风险

伏马菌素和黄曲霉毒素是由分别属于镰刀菌属和曲霉菌属的真菌（通常称为霉菌）产生的有毒物质。虽然已知黄曲霉毒素会引起人类肝癌，但伏马菌素被认为可能是黄曲霉毒素致癌性的促进因素。有一些证据和担忧是，当同时存在这两种类型的霉菌毒素，会发生叠加或协同（即高于叠加）作用，从而可能会增加致癌性。

在多种类型的黄曲霉毒素中，有四种——黄曲霉毒素 B_1 （ AFB_1 ）、 B_2 、 G_1 和 G_2 ，对人类和动物特别危险。在已知的多种类型的伏马菌素中，伏马菌素 B_1 （ FB_1 ）、 B_2 和 B_3 是食物中发现的主要形式。

这两种霉菌毒素都是谷类的常见污染物

伏马菌素和黄曲霉毒素既是玉米的常见污染物，在较小程度上也是稻谷、高粱、小麦以及由这些商品制备的谷类食品的常见污染物。黄曲霉毒素（但不包括伏马菌素）也是地里生长的坚果（即花生）和树坚果（例如杏仁、开心果、巴西坚果）的常见污染物。世界各地都有这些毒素。在经常食用这些食物的地方都有可能接触这两种霉菌毒素。发生同时接触的原因既可以是同一种食物被这两种霉菌毒素污染，也可能是饮食/饭食中不同的食物分别受到一种或另一种毒素的污染。有许多方法可用于检测作物中的黄曲霉毒素和伏马菌素，包括各种类型的色谱、电泳技术和免疫吸附测定法。

同时出现黄曲霉毒素和伏马菌素的可能性受到多种因素的影响，包括商品种类、地区、采样时间、储存、食物制备和加工等。对供人类消费的食品中同时出现黄曲霉毒素和伏马菌素进行的近期评价（粮农组织/世卫组织食品添加剂联合专家委员会JECFA，2016年）发现，在2011年至2016年提交给GEMS/Food污染物数据库的约5000份样本中有1.7%同时出现这两种毒素。对于分类样本，玉米样本的5.5%、谷类和谷类产品的4.2%、面包及其它熟谷类制品的2.8%、高粱的1.4%以及婴幼儿食用的谷类食品的0.4%发现同时出现这两种毒素。

黄曲霉毒素与伏马菌素的相互作用在人类疾病中的作用尚不清楚

黄曲霉毒素是已知致癌和致突变（DNA损伤）作用最强的物质之一，并且还可引起免疫抑制和可能的发育迟缓，而高度污染也可以造成急性中毒，并可危及生命。伏马菌素与动物中广泛的健康影响有关，尤其是对肝脏和肾脏，但伏马菌素对人类健康影响的数据尚有限。

关于同时出现这两种毒素，健康方面关注的问题包括两种毒素之间可能的拮抗作用、叠加作用或协同作用。来自实验室动物和体外研究的证据表明，同时接触伏马菌素和黄曲霉毒素对癌前病变或肝癌的发展具有叠加或协同作用，但目前很少有数据支持把同时接触两种毒素作为人类疾病的一个推动因素。还没有研

究表明人类同时接触伏马菌素和黄曲霉毒素会导致癌症风险加大。然而，在动物中，与肝脏癌前病变（细胞凋亡、GST-P+病灶、再生性增生）相关的细胞数目发生改变，一般认为可能会促进由AFB₁引发DNA损伤的肿瘤形成潜力。此外，动物模型显示，在连续接触这两种霉菌毒素和其它已知的肝脏致癌物之后，肝癌或癌前病变的发生率会上升。

关注的其它问题包括儿童发育迟缓中黄曲霉毒素与伏马菌素之间可能的相互作用。数据很少。虽然分别接触黄曲霉毒素和伏马菌素均与儿童发育迟缓相关，但有两项前瞻性流行病学研究不支持这一假设。

因此，还没有关于黄曲霉毒素与伏马菌素相互作用的足够信息来帮助理解同时接触这两种毒素作为人类疾病推动因素的作用和程度。



Mycotoxin contaminated bread

迄今关于饮食中同时接触的报道很少

为了对人体接触霉菌毒素进行估计，越来越多地使用了尿分析法。虽然已有方法可以同时测量超过五种霉菌毒素生物标志物的浓度，但很少有研究提供关于同时出现两种毒素状态的任何信息。只有两个国家（危地马拉和坦桑尼亚联合共和国）使用FB₁和AFB₁尿液或血浆暴露生物标记物确认同时接触过这两种毒素。根据JECFA提供的国际估计，这些国家属于对AFB₁和FB₁都有很高膳食暴露量的两个GEMS/Food人群组（G05——主要是南美和中美洲，G13——主要是撒哈拉以南非洲国家）。

关于报道的婴儿同时接触这两种毒素的情况，坦桑尼亚的一项研究显示，人类母乳中可检测到一定浓度的FB₁。这表明母乳喂养的婴儿有可能同时接触黄曲霉毒素和伏马菌素。通过基本上以谷类为基础的婴儿配方食品，婴儿也可以同时接触黄曲霉毒素和伏马菌素。在此类婴儿食品中检测到AFB₁和FB₁。

收获前后都可控制同时出现这两种毒素的情况

现在已有控制措施供收获前后使用。收获前的控制需要更好的程序，但尤其对黄曲霉毒素，生物控制显示有希望；对于伏马菌素来说，各种收获前控制方法仍在开发中，包括转基因作物和多种生物学方法。

在储存中不太可能产生伏马菌素，而储存期间产生黄曲霉毒素对储藏欠佳的玉米是一个潜在的问题。为了在农作物储存期间进行控制，干预措施包括处理诸如水分、温度、机械或昆虫损害、通气等储存条件的措施，所有这些都影响曲霉菌的污染和毒素的产生。

世界卫生组织支持各国控制伏马菌素和黄曲霉毒素

世界卫生组织与粮农组织合作评价科学知识并开展风险评估，以确定安全的暴露水平。根据这些风险评估，建议了不同食物中伏马菌素和黄曲霉毒素的最高限量。这些限量是国家污染限制规定的基础。

自从1960年代首次注意到黄曲霉毒素以及1980年代首次注意到伏马菌素以来，这两种毒素曾多次成为粮农组织/世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会（JECFA）的毒理学评价和膳食暴露评估的主题。这些评价为食品法典委员会¹提供信息，该委员会自1963年以来一直致力于制定统一的国际食品安全标准，以保护消费者的健康并确保公平的贸易惯例。

法典标准规定了食品中的污染物以及伏马菌素和黄曲霉毒素等天然毒素的最高限量，是国际食品贸易的参考标准，使各地的消费者可以相信他们购买的食物，无论是在哪里生产的，都符合商定的安全和质量标准。为了预防和减少食品和饲料中伏马菌素和黄曲霉毒素的风险，法典还制定了描述预防措施的行为守则。

¹ 粮农组织和世界卫生组织的一个联合政府间机构，有187个成员国和一个成员组织（欧盟）：<http://www.codexalimentarius.org>

为了支持这项工作，世卫组织通过世卫组织全球环境监测系统的食品污染监测和评估规划（通常称为GEMS/Food²）从国家认可的机构收集食品污染数据。GEMS/Food污染物数据库向各国政府、食品法典委员会和其它相关机构以及公众通报食品污染物的水平和趋势。

GEMS/Food规划还开发了一个消费群饮食数据库，通过涵盖180多个国家的17种饮食模式（基于人口食物选择）提供了全世界食物消费模式的概览。这些估计值与报告的污染水平一起，可以评估人群可能接触食物中伏马菌素和黄曲霉毒素等污染物的情况。这些饮食消费基于粮农组织收集的“食物平衡表”(FBS)数据，并由国际风险评估机构作为常规使用。

国家当局正在制定限制污染的规定

需要保持尽可能低的伏马菌素和黄曲霉毒素暴露量以保护消费者。许多国家都有关于食品中伏马菌素和黄曲霉毒素的规定，而且大多数国家对于不同的食品都有最高允许量或推荐的限量。伏马菌素和黄曲霉毒素都会损害健康和商业机会，进口国正在实行越来越严格的规定。

消费者能做什么

由于伏马菌素和黄曲霉毒素不总是在相同的食物中出现，世卫组织就如何避免饮食中每种霉菌毒素制定了具体的建议。有关如何降低伏马菌素和黄曲霉毒素暴露风险以及饮食中或动物饲料中霉菌毒素的食物来源和影响的更详细信息，可以在关于黄曲霉毒素和伏马菌素的特定食品安全文摘中找到。

进一步的阅读（参考文献）

对食品中某些污染物的评价（粮农组织/世卫组织食品添加剂联合专家委员会第八十三份报告）。《世卫组织技术报告丛刊》，第1002期，2017年。

对某些食品添加剂和污染物的评价（粮农组织/世卫组织食品添加剂联合专家委员会第七十四份报告）。《世卫组织技术报告丛刊》，第966期，2011年。

对某些食品添加剂和污染物的评价（粮农组织/世卫组织食品添加剂联合专家委员会第六十八份报告）。《世卫组织技术报告丛刊》，第947期，2007年。

此外，“可从以下网站获得粮农组织/世卫组织食品添加剂联合专家委员会的报告和其它信息：
www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/en/

² http://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/gems-food/en/