

真菌毒素检测与防控技术研究动态

王 蒙

(北京农业质量标准与检测技术研究中心, 农业部农产品质量安全风险评估实验室(北京), 北京 100097)

Research trends on the detection and control of mycotoxins

WANG Meng

(Beijing Research Center for Agricultural Standards and Testing (BRCAT), Risk Assessment Lab for Agro-products (Beijing), Ministry of Agriculture, Beijing 100097, China)

农产品在生长、采收、贮运、销售等过程中, 极易受到各种病原菌的侵染而发生腐烂, 进而造成巨大的经济损失。不仅如此, 在适宜的条件下产毒真菌会在腐烂部位产生并积累大量的真菌毒素, 主要有黄曲霉毒素 (aflatoxin, AFT)、呕吐毒素 (deoxynivalenol, DON)、玉米赤霉烯酮 (zearalenone, ZEN)、伏马毒素 (fumonisin, FB)、赭曲霉毒素 (ochratoxin, OT)、展青霉素 (patulin, PAT) 以及交链孢毒素 (*Alternaria* toxins, ATs) 等, 进而对人类和动物健康造成潜在的威胁, 主要表现在它能对人体产生长期的影响, 尤其是会引起免疫机能的伤害和潜在的致癌性、致畸性和生殖毒性。因此, 研究建立新型准确、高灵敏、低成本的真菌毒素检测技术, 探寻防控或降解毒素的作用机制, 是目前的研究热点。

1 真菌毒素的检测技术研究现状

真菌毒素是继农药残留、重金属污染后, 影响农产品质量安全的又一类关键风险因子。准确、高效、快速、稳定的真菌毒素检测技术是保证农产品安全生产、安全监管和安全消费的重要手段。目前针对真菌毒素检测技术研究主要有确证检测技术和快速检测技术。其中, 确证检测技术研究主要是基于大型仪器的液相色谱-质谱联用检测技术得到了快速发展, 但通常需要复杂的样品前处理。前处理方法根据原理不同主要分为三类: 一类是基于特异性识别真菌毒素的亲净化富集技术, 包括基于抗原抗体的免疫亲和技术、基于适配体的功能核酸亲和技术以及以分子印迹聚合物为选择性吸附剂的固相萃取(SPE)技术。其优点是专一性强, 如市售的免疫亲和柱中载有的一种抗体只能吸附一种或一类毒素(黄曲霉毒素), 且净化效果较好, 可实现 HPLC 的精准定量。但由于抗体的批间重复性差, 净化效果比其他识别元件更易受样品基质、pH、溶剂、盐浓度等因素的影响, 因此, 基于适配体或分子印迹聚合物的

富集技术将成为新的研究热点。此外, 为实现同步多组分特异识别净化富集技术的前处理技术也是重要的研究方向。另一类是基于反向净化原理的多功能净化柱技术, 用于吸附样品提取液中杂质而不保留目标物的 SPE。相比之下, 多功能净化技术的前处理方法可实现高通量, 但特异性较差, 存在一定的基质效应。第三类是基于 QuEChERS 原理的高效提取净化技术。但由于真菌毒素大多痕量存在, 且极性相差较大, 传统的常规 QuEChERS 净化填料不能满足高灵敏、高通量的检测多毒素的需求, 因此, 根据真菌毒素和样品基质的理化特性, 以磁性纳米材料或碳基纳米材料为主, 开发多种真菌毒素同时净化 QuEChERS 或磁固相萃取技术正逐渐成为研究热点。

目前, 用于真菌毒素的主要快速检测技术主要包括有两种方法: 一是以抗体为研究基础的免疫化学检测技术, 主要包括酶联免疫吸附法、免疫层析检测技术、荧光免疫分析法、新型化学发光免疫分析法等; 另一种为以功能核酸为研究基础的生物传感检测技术。快速检测技术不需要昂贵的大型仪器, 对操作人员要求相对简单, 为传统检测技术提供了有益的完善和补充。由于真菌毒素作为小分子物质, 无免疫原性, 抗体制备比较复杂、耗时, 且抗体的结构稳定性比较容易受到外界环境的影响; 因此, 适配体作为可替代抗体的新型毒素快检方法随之发展起来。适配体可体外合成、批间重复性好且易于修饰, 可与各种纳米材料如纳米金、量子点等进行信号放大, 进而使得生物传感检测方法的灵敏度及应用范围得到了较大的提升。然而针对真菌毒素的有效适配体数量有限, 适配体的筛选过程存在小分子靶标准难以固定, 亲和力较低等问题, 如何真正突破筛选瓶颈, 获得更多高效、稳定的真菌毒素适配体, 是目前亟待解决的问题。此外, 针对多种真菌毒素的高通量、稳定、灵敏的快检技术及产品开发仍是检测领域的需求和发展方向之一。

2 真菌毒素的防控技术研究现状

由于农产品中真菌侵染的普遍性和真菌毒素污染的高发性,我国受种植方式和气候等因素影响,是世界真菌毒素污染比较严重的地区,毒素污染严重威胁我国的食用农产品安全和国际贸易。因此,毒素污染的风险控制至关重要。真菌毒素污染风险的控制包括两个层面,一是产毒真菌的防控,产毒真菌的防控能有效地限制和降低农产品带菌的可能性,进而减少真菌毒素的污染。目前控制食用农产品中产毒真菌生长的方法包括利用抗病品种、化学药剂、贮藏温湿度控制、植物源抑菌剂、生物防治等。同时在真菌产毒机理方面,已建立了主要粮油作物的产毒真菌及毒素种类基础数据库,基本探明了主要真菌毒素的生物合成路径及外界环境因素如温度、水分等对毒素累积的影响,为进一步开展调控机制研究奠定了基础。另一方面是真菌毒素污染的消减或脱毒技术,特别是对于已污染真菌毒素的食用农产品,如何去除毒素,进而增加其食用安全性已成为研究热点。通常采用物理、化学或生物学的方法来降解毒素。物理方法主要包括剔除霉粒法、物理吸附法、电磁波处理法等,其中物理吸附是较常用的一种去除技术。但目前商品化的吸附剂对真菌毒素的专一性较差,会对产品中的微量元素或营养成分产生一定的吸附作用,从而影响产品的风味和品质,且吸附效果仍有待加强。因纳米材料具有较大的比表面积和离子交换能力,易修饰,甚至有些材料还具有光催化性能,因此,研制出特异性吸附或光催化降解真菌毒素的纳米材料将成为毒素消减技术的发展方向之一。化学法主要包括碱解法、氧化法、亚硫酸钠法等,其中氧化法一般采用强氧化剂如臭氧、双氧水等,以破坏毒素的结构。尽管能达到很好的消减毒素的效果,但可能会对食用农产品的营养价值和风味产生影响。与物理和化学脱毒方法相比,生物脱毒具有专一性、环境友好、处理条件温和、易于产业化等特点,是食用农产品中真菌毒素脱毒的发展方向。生物脱毒包括微生物吸附和微生物酶制剂降解毒素。生物酶法脱毒是从微生物中发掘降解毒素的关键基因,利用基因重组技术构建生物酶的高效表达工程菌,分离获得纯酶以进行食用农产品中真菌毒素的脱除。与微生物吸附法相比,酶法脱毒具有更好的重复性、

特异性和操作简单等特点,且不影响食用农产品的营养价值,进而受到了广泛关注。无论是物理的、化学的还是生物的脱毒方式,都必须对降解产物进行安全性评价,即确保真菌毒素降解产物安全无毒。未来农产品真菌毒素污染控制研究应更加注重毒素累积的关键点和过程控制,有针对性的建立绿色、安全、高效、高选择性的真菌毒素全程管控技术规范,并进行应用示范。

3 国内真菌毒素研究动态

按照《食品安全质量检测学报》的创新性、科学性、实用性标准进行筛选,本期共收录了研究水平相对较高的12篇优秀学术论文,分别从真菌毒素的检测技术、毒理学评价技术、质量控制技术等方面进行研究和综述。

本专题收录的6篇研究论文中,3篇关于真菌毒素污染控制,2篇关于检测方法,1篇关于真菌毒素迁移规律。长期以来,由于果品在食用过程中会去除腐烂部位,果品中真菌毒素污染未引起足够的重视。但真菌毒素会由腐烂部位向周围的健康组织迁移;而且由于毒素热稳定性高,在果品加工过程中,冲洗、过滤及杀菌等工艺不能将毒素去除干净,进而增加了果品及其制品的安全隐患。本专题收录的1篇研究论文,证实了毒素确实会向果品健康组织迁移,但其迁移的规律尚不明确。交链孢毒素作为一种新兴真菌毒素,已成为国内外的研究热点,然其控制技术研究较少。本期收录的2篇研究性论文,分别利用诱抗剂或植物精油来抑制产毒交链孢菌的生长和毒素累积,提出了安全、绿色、有效的控制技术措施,取得了良好的研究结果。由于多种真菌毒素常常污染同一种农产品,本期收录的2篇研究性论文,分别采用以同位素稀释原理或 QuEChERS 为基础的前处理技术,建立了饲料或食药同源产品中18种以上主要真菌毒素同时测定的检测技术,其中同位素稀释法已作为粮食行业标准应用于粮食中真菌毒素的测定。此外,本期收录的6篇综述涵盖了真菌毒素研究的大部分方向,反映了国内外研究动态,值得大家阅读参考。

希望本期专题的出版能够增进农产品真菌毒素检测与防控领域相关技术的交流,提升食用农产品质量与安全领域科技支撑能力,保障农产品和食品安全。



王蒙,副研究员,美国加州大学河滨分校博士后,现任北京农业质量标准与检测技术研究中心质量与标准室主任,北京农产品质量安全学会理事。2013年8月被北京市农林科学院北京农业质量标准与检测技术研究中心人才引进。主要研究领域为农产品质量安全与标准,一是重点围绕农产品中真菌毒素污染的快速检测及风险评估技术开展研究,研发了一系列基于新型纳米材料的高通量、快速前处理产品及其配套精准检测技术与市场化应用,并形成方法标准;二是重点围绕农产品真菌毒素合成调控、防控和去毒机制及其应用开展研究,研发出多种抑制交链孢菌及镰刀菌生长及其产毒的植物源抑菌剂,以及毒素的生物降解制剂,并基于代谢组学与毒理学揭示降解产物的安全性,为有效预防和降低毒素污染提供重要技术支撑。主持承担国家自然科学基金、北京市自然科学基金、国家重点研发计划、国家风险评估重大专项、北京市留学人员择优资助等课题10余项。近年来发表

SCI/EI 论文 20 余篇,收录期刊 Food Chemistry, Journal of Chromatography A, Toxins, Journal of Agriculture and Food Chemistry 等;授权发明专利 2 项,其中 1 项实现专利实施许可转让;副主编和参编著作共 6 部,制定标准 4 项。