

## 我国粮油质量安全防控技术研究与发展对策

李培武, 丁小霞

(中国农业科学院油料作物研究所, 农业部油料作物生物学重点开放实验室,  
农业部生物毒素检测重点实验室, 武汉 430062)

**摘要:**粮油质量安全事关国民健康和农业产业可持续发展。我国粮油质量安全主要问题是真菌毒素污染和食用植物油掺假使伪与非法添加,在对国外粮油质量安全研究进展、发展政策环境,以及典型案例研究的基础上,分析了我国粮油质量安全防控技术研究现状、存在主要问题、发展趋势和技术需求,并提出了我国粮油质量安全防控技术研究发展的对策建议。

**关键词:**粮油;质量安全;快速检测技术;防控技术;风险评估;植物油身份识别

doi:10.3969/j.issn.1008-0864.2011.05.09

中图分类号:TS201.6 文献标识码:A 文章编号:1008-0864(2011)05-0054-05

## Studies on Control Technology for Grain and Oil Quality and Safety in China and Development Countermeasure

LI Pei-wu, DING Xiao-xia

(Oil Crops Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Oil Crops Biology,  
Ministry of Agriculture, Key Laboratory of Biotoxins, Ministry of Agriculture, Wuhan 430062, China)

**Abstract:** Grain and oil quality and safety play an important role in maintaining citizen health and sustainable development in agriculture industry. Mycotoxin contamination and vegetable oil illegal-adding are the main problems affecting safe consumption. On the bases of reviewing the research progress, development policy and typical cases abroad, this paper analyzes the present status in studying prevention and control technology, existing major problems, development trends and technological demand and puts forward countermeasures and suggestions for development of grain and oil quality and safety prevention and control technology.

**Key words:** grain and oil; quality and safety; rapid detection technology; prevention and control technology; risk assessment; plant oil identity recognition

我国是世界上最大的粮油生产国和消费国,粮油消费量逐年攀升,其质量安全事关国民健康和国家农业产业可持续稳步发展<sup>[1,2]</sup>。然而,我国粮油产品生产链条长、环节多、主体分散,农业生态环境的恶化以及禁用物质的非法添加,粮油质量安全事件频繁曝光,严重影响了人们对粮油产品安全消费的信心和社会稳定。我国粮油质量安全问题(除稻米重金属外)主要表现在两个方面,一是粮油产品受黄曲霉毒素、呕吐毒素、脱氧雪腐镰刀菌烯醇等真菌毒素污染严重,据联合国粮农组织(FAO)统计,全球25%粮食受黄曲霉毒素等真菌毒素污染,霉变损失达总产量1.5%~

3.0%。我国是世界真菌毒素污染严重地区<sup>[3]</sup>,据统计每年粮食霉变损失1500~2000万t,合180~240亿元。二是食用植物油非法添加有毒有害物质,掺假、勾兑、以次充好以及有毒有害成分超标等问题严重。广东省工商局在2008年第四季度抽查的广州、韶关、梅州、惠州、江门、阳江和云浮等7地市流通领域47家商场、超市、批发市场、个体经营户经销的150批次食用植物油和动物油中,质量合格率仅为68.7%<sup>[4]</sup>。2010年,植物油中着色剂、消泡剂、抑晶剂、地沟油等不断曝光,严重打击了消费者安全消费的信心。加之,新型粮油加工工艺给粮油质量安全带来新的危害

收稿日期:2011-07-12;接受日期:2011-09-02

基金项目:农业行业科技专项(201203037),国家863计划项目(2007AA10Z427),农业部948项目(2010-G1,2011-G5)资助。

作者简介:李培武,研究员,博士生导师,主要从事农产品、食品质量安全标准与检测技术研究。E-mail: peiwuli@public.wh.hb.cn

因子,迫切需要建立粮油全程质量安全防控技术。然而我国粮油质量安全防控技术相对滞后,真菌毒素等风险评估技术研究刚刚起步,适合我国国情的粮油质量安全现场快速检测技术与产品仍然主要依赖国外,对我国农业产业发展构成了严重威胁。

## 1 国外粮油质量安全防控技术研究进展

### 1.1 国外粮油质量安全防控技术研究现状

目前国际上粮油质量安全防控技术发展主要集中在四个方面,即粮油真菌毒素快速检测技术、防控技术、风险评估技术和植物油身份识别技术。

**1.1.1 粮油真菌毒素快速检测技术** 免疫传感速测技术因其高通量、高特异性和高灵敏度的优点,以及检测装置不断向数字化、小型化、低能耗、低成本方向发展,正成为真菌毒素等风险因子快速检测技术研究的主流方向<sup>[5]</sup>。国际上粮油产品真菌毒素快速检测技术研究热点与前沿主要集中在两个方面:一是免疫速测传感技术配套核心试剂及其产业化技术研究,各类真菌毒素多克隆抗体正在逐渐被单克隆抗体取代,摆脱对动物依赖的分子重组抗体、人工模拟抗体技术仍在改进与探索中,抗体大批量制备技术仍不成熟。二是免疫速测传感技术的物化产品研发。美国、加拿大、英国、瑞士、德国等均研发出了系列免疫速测传感产品,如微阵列分析传感器(包括流式液相芯片仪)、免疫电极传感器、表面等离子共振仪、免疫层析速测装置、免疫亲和柱等,为粮油真菌毒素污染快速检测提供了关键技术支撑。

**1.1.2 粮油真菌毒素污染防控技术** 国际上防治黄曲霉及其毒素对农产品和食品污染的主要途径是遵守良好的农业生产操作规范,选择抗性品种,但由于黄曲霉毒素等真菌毒素是一种次级代谢产物,其产量受环境影响很大,所以田间的预防措施不能完全避免受污染;收获后储藏过程中需采取有效的防霉、抑菌措施,如化学防霉等,但防霉效果不够理想,化学防霉剂对人畜有诸多潜在危害<sup>[6,7]</sup>。Mishraetal 等致力于选育抗霉菌的作物品种,但迄今尚未研究得到对黄曲霉免疫的花生品种。FAO 和 WHO 均建议通过规范田间管理来控制霉菌及霉菌毒素的产生。Mishraetal<sup>[8]</sup>认为采取恰当的田间措施,是减少霉菌生长和霉菌毒

素产生最重要也是最有效的方式,但目前仍缺少安全有效的田间杀菌、抑菌或抑制产毒的制剂,生物解毒技术也在不断的深入研究中。

**1.1.3 粮油真菌毒素风险评估技术** 美国是世界上最主要的花生生产国和出口国之一,为了保障本国花生质量和稳定花生出口贸易走势,美国从 20 世纪 90 年代起就投入了大量的人力和财力开展花生生产中黄曲霉毒素预警模型的研究。Pinto<sup>[9]</sup>采用人工神经网络学方法建立了基于温度、湿度等条件参数的花生中黄曲霉毒素污染预测模型。Parmar 等<sup>[10]</sup>采用神经网络学方法对收获后花生中黄曲霉毒素的污染情况进行了估计。Henderson 和 Porter<sup>[11]</sup>结合蒙特卡洛模拟和遗传算法的反相神经网络方法建立了基于土壤温度、湿度、干旱持续时间、作物龄期、积温等参数的花生中黄曲霉毒素污染预测模型。Cotty 和 Jaime-Garcia<sup>[12]</sup>研究了作物生长发育期和成熟后气候变化对黄曲霉产毒和黄曲霉毒素污染水平的影响<sup>[12]</sup>,为使用地统计分析和多元回归的方法来识别影响黄曲霉毒素污染水平的关键环境因子,以及改善管理措施、有效的监控资源调配和全球气候变化带来的农艺措施的调整提供科学依据。

**1.1.4 食用植物油身份识别技术** 国外食用油身份识别技术主要是用于调和油成分鉴别。油脂的挥发物质是油脂特异性的表现,油脂中的香味物质测定是当前国外调和油成分鉴别的一项先进技术。油脂中挥发物质的指纹图谱依据植物油中挥发物质对植物油分等分级,是一种植物油掺假甄别和品质鉴定重要方法,也是近年来发展的一个新概念。电子鼻、气相色谱-火焰离子检测器都可用于油脂挥发物分析。电子鼻根据仿生学原理由传感器阵列和自动化模式识别系统所组成,分析、识别和检测复杂气味和大多数挥发性成分<sup>[13]</sup>,它与普通的化学分析仪器相比,不是对被测样品中某种或某几种成分的定性与定量分析,而是对样品中挥发物质的整体信息分析,也称“指纹”数据。电子鼻技术是当前国外调和油识别技术发展的新趋势。

### 1.2 国外相关研究与发展策略

欧、美、澳等发达国家把致病微生物和生物毒素当作当前乃至今后农产品及食品安全最重要的污染源,并十分重视粮油等农产品真菌毒素污染防控技术研究。美国健康研究所基金委自 2010

年起连续重点资助多项免疫速测核心试剂研制与应用技术研发。欧盟 2010 年启动了黄曲霉毒素全程防控体系研究联合攻关项目。

除美国较早的开展了黄曲霉毒素预警技术与预警模型研究外,欧盟近年来也组织专家并设立专项资金开展此项研究工作,实施基于风险评估的粮油质量安全管理与发展策略。2009 年 7 月,欧盟食品安全委员会(EFSA)在欧盟成员国内启动了因气候变化而引起的黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 风险变化的预警技术与预警模型研究项目,旨在研究不同气候条件下,花生、玉米、小麦等主要农作物受黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 污染的程度与范围的预警技术,为欧盟成员国由于气候变化而引起的食品中潜在的真菌毒素污染事件进行预警,从而为欧盟食品安全委员会采取相应的管理措施提供科学依据<sup>[14]</sup>。各项目承担者可以从欧盟食品安全委员会得到约 25 万欧元的资金支持,自从启动该项计划以来,已支持经费总额达 380 万欧元。

德国在调和油识别技术研究方面走在了世界的前端,他们将调和油识别技术用于食用油品质鉴定,为新兴功能型和高品质油脂这些未来油脂产业发展方向提供重要的技术支撑。同时还开展油脂与健康关系的研究,根据人体健康对不同脂肪酸的需要调配不同油脂,并针对煎炸、炒煮、凉拌等不同用途生产专用油<sup>[15]</sup>。

### 1.3 国外粮油质量安全研究进展

为有效解决农业生产中存在的黄曲霉毒素污染问题和降低农作物因遭受黄曲霉污染而导致的经济损失,美国一方面大力研究黄曲霉毒素等污染免疫传感快速检测技术,并开发了一系列快速检测产品,大幅度提高了美国黄曲霉毒素等污染成分检测通量和分析灵敏度。这些关键检测技术与产品在美国黄曲霉毒素全程防控体系中发挥了重要作用。

另一方面,美国农业部还成立了专门的风险管理机构,并在各州下设办事处,结合研究建立的预警模型,定期对气候变化引起的黄曲霉毒素的变化情况和可能造成的经济损失进行预警通报<sup>[16]</sup>。例如 2010 年 10 月美国农业部风险管理局俄克拉荷马地方办公厅根据该年气候数据输入预警模型,根据预测结果预警了该年玉米作物可能遭受黄曲霉毒素严重污染的预警通报。该预警通报产生的基本程序为:风险管理部门根据农作

物(玉米)收获后期的生长发育情况和环境条件,如种子成熟度、作物龄期、积温、土壤类型、土壤温湿度、地下害虫和病害的发生情况等,调整预警模型中的相应参数值,模拟黄曲霉毒素的发生情况,然后依据预测的黄曲霉毒素的发生程度,估计可能带来的经济损失,如产品价格打折或作物的完全损毁。美国政府为了保障农作物生产者的经济利益,依据黄曲霉毒素预警结果出台了相应的农作物保险政策,制定了相关的《理赔手册》。如根据当年发布的预警通报,在黄曲霉毒素污染地区和污染严重地区,生产者在农作物收获或放入仓库储藏前,预留出代表性的作物区域供专业的检测机构抽取样品检测,根据检测结果,估算保险赔偿额(但在作物储藏期间黄曲霉毒素污染造成的损失和检测完成前未能确定的那部分损失不在保险范围)。不仅可以保障农民的利益,农业主管部门也可以提前获得相关信息采取有效管理措施,提高资源利用率和劳动生产率<sup>[16]</sup>。

## 2 我国粮油质量安全防控技术研究进展与面临挑战

### 2.1 我国粮油质量安全防控技术研究现状

我国粮油质量安全技术近年取得一些重要进展,主要体现在以下四个方面:

**2.1.1 粮油质量安全检测技术** 研究建立了以粮油品质常规参数(如蛋白质、含油量、淀粉、氨基酸、水分、硫甙、亚油酸、亚麻酸、芥酸等)为对象,以液相色谱、气相色谱等为基础的粮油质量安全评价技术。研究建立了基于黄曲霉毒素、伏马毒素等真菌毒素多克隆抗体的 ELISA 快速筛查技术,启动了粮油真伪识别技术研究。

**2.1.2 粮油真菌毒素污染防控技术** 曾义等<sup>[17]</sup>根据炒制花生果商品流程,运用 HACCP 危害分析原理,提出了控制花生水分含量和去除霉变、受损伤、发育不良和异色花生粒等措施;在花生及制品黄曲霉毒素污染防控方面,提出了选择抗性品种、适时播种、加强田间管理、适时收获、快速干燥、严格控制储藏条件等措施。

**2.1.3 粮油真菌毒素污染风险评估技术** 我国在粮油真菌毒素风险评估与预警技术研究方面起步较晚,还未建立起规范的风险评估准则和技术体系,没有系统组织开展过全国范围内粮油产品

真菌毒素风险评估工作,尚未对粮油生产全程的真菌毒素污染风险及预警技术进行系统研究<sup>[18]</sup>。

#### 2.1.4 食用植物油质量安全相关的识别技术

我国虽然也有少量研究报道,但现有技术实用性较差,而新型先进的基于全二维气相色谱飞行时间质谱油脂掺伪检验和品质鉴定方法研究刚刚起步。

### 2.2 我国粮油质量安全防控技术与国外差距

与德国、美国、澳大利亚等国际先进的粮油质量安全全程防控技术体系相比,我国存在的问题主要表现为:①粮油质量安全关键监测技术自主创新性不足,检测产品对国外依赖度很大;②粮油质量安全防控缺乏生产过程控制与黄曲霉毒素等真菌毒素风险评估与预警技术研究,与美国等发达国家建立的完善的风险评估体系与技术相比,我国还存在很大差距;③我国粮油质量安全防控技术尚未构成有机整体,部分技术如真菌毒素控制技术仍很缺乏;④质量安全监控等相关技术产业(如快速检测产品产业)发展滞后。

### 2.3 我国粮油质量安全防控技术需求

**2.3.1 迫切需求粮油真菌毒素免疫传感快速检测技术及产品** 当前我国农业最大的国情仍然是小农户分散型的种植模式,依赖大型仪器设备的确证性检测技术检测成本高,远远不能满足现场速测的需求。新型粮油加工工艺的应用,给食用植物油带来了新的危害因子,而相应的监测技术还十分滞后。

#### 2.3.2 迫切需求粮油真菌毒素全程防控技术

鉴于我国是真菌毒素污染较重的国家以及真菌毒素污染危害的严重性,迫切需要研究建立控制产毒真菌流行、抑制产毒污染和真菌毒素降解绿色技术。

**2.3.3 粮油真菌毒素污染风险评估技术亟待研究建立** 目前我国迫切需要建立适合我国国情的花生、玉米等农产品黄曲霉毒素等真菌毒素风险评估与预警模型,特别需要重点研究建立收获花生、玉米等农产品黄曲霉毒素暴露评估技术,温度、降水量等气候因子对黄曲霉毒素等真菌毒素含量影响筛选与评价技术以及收获花生黄曲霉毒素风险预警模型。

**2.3.4 食用植物油真伪识别技术需求迫切** 针对食用植物油掺杂使假、以次充好、地沟油频现等

重大食用油质量安全问题,对食用植物油保真检测技术的需求迫切。

## 3 我国粮油质量安全防控技术研究与发展对策

粮油质量安全防控技术总体发展思路为以粮油质量安全全程防控技术为龙头,以粮油质量安全关键检测技术和粮油真菌毒素污染风险评估技术为两翼,以配套支撑技术产品为保障,构建我国粮油质量安全全程防控技术体系。

粮油质量安全防控技术发展对策如下:

①研究建立粮油真菌毒素数字化免疫传感快速检测技术,包括基于免疫亲和微柱的高效前处理技术和数码免疫传感技术等,并开发相应的快速检测产品,提高检测通量和分析灵敏度,满足我国粮油从生产到加工、消费的全程质量监测需求。

②研究建立我国粮油真菌毒素风险评估技术,重点围绕气候环境变化对收获花生、玉米等农产品黄曲霉毒素污染的影响及其对消费者的危害,提出黄曲霉毒素等粮油主要真菌毒素污染防治技术,为提高生产效益、保障出口贸易和国民消费安全提供技术支撑。

③研究建立粮油真菌毒素等污染物关键防控技术,包括生产过程农艺控制技术、粮油产毒真菌绿色杀菌或抑菌技术、抑制真菌产毒技术和脱毒去毒技术以及土壤修复技术,并开发配套产品,为我国粮油安全生产与消费保驾护航。

④研究建立食用植物油真伪识别技术,为维护我国食用植物油市场秩序和保护消费合法权益提供关键技术支撑。

### 参 考 文 献

- [1] 国家粮食安全中长期规划纲要(2008-2020)[EB/OL]. [http://www.gov.cn/jrzq/2008-11/13/content\\_1148414.htm](http://www.gov.cn/jrzq/2008-11/13/content_1148414.htm),2008-11-13.
- [2] 王汉中.我国油菜产业发展的历史回顾与展望[J].中国油料作物学报,2010,32(2):300-302.
- [3] Williams J H, Phillips T D, Jolly P E, et al. Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions[J]. Am. J. Clin. Nutr., 2004, 80:1106-1122.
- [4] 怀集县人民政府.省工商局发布广东省流通领域应节食品质量监测情况[EB/OL]. <http://www.huaiji.gov.cn/xzjg/ShowArticle.asp?ArticleID=13267>.2009-01-16.

- [5] Zheng M Z, Richard J L, Binder J. A review of rapid methods for the analysis of mycotoxins[J]. *Mycopathologia*, 2006,161: 261-273.
- [6] 潘 崑,庞广昌,章 昀. 黄曲霉毒素与食品安全[J]. *食品研究与开发*,2004,(2596):11-13.
- [7] Phillips T D, Clement B A, Kubena L, *et al.*. Detection and detoxification of aflatoxins: prevention of aflatoxicosis and aflatoxin residues with Hydrated sodium calcium aluminosilicate [J]. *Vet. Hum. Toxicol.*, 1990,32:15-19.
- [8] Mishra A K, Batra S, Mishra D. Antifungal efficacy of essential oil of *Cymbopogon martinii* (lemongrass) against *aspergilla* [J]. *Int. J. Crude Drug Res.*, 1988,26:73-76.
- [9] Pinto C S. Predicting of aflatoxin contamination in peanuts using artificial neural networks[D]. Georgia: The University of Georgia Master's Thesis, 1996.
- [10] Parmar V S, Jain S C, Bisht K S, *et al.*. Phytochemistry of the genus *Piper*[J]. *Phytochemistry*, 1997,46:597-673.
- [11] Henderson C E, Porter W D, McClendon R W, *et al.*. Predicting aflatoxin contamination in peanuts: a genetic algorithm/neural network approach[J]. *Appl. Intell.*, 2000, 12:183-192.
- [12] Cotty P J, Jaime-Garcia B. Influences of climate on aflatoxin producing fungi and aflatoxin contamination [J]. *Inter. J. Food Microbiol.*, 2007,119:109-115.
- [13] 吴守一,邹小波. 电子鼻在食品行业中的应用研究进展[J]. *江苏理工大学学报(自然科学版)*,2000,21(6):13-16.
- [14] EFSA launches project to predict the effect of climate change on aflatoxin B1 in cereals[EB/OL]. [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_1211902671501.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902671501.htm),2009-07-10.
- [15] Haumann B F. Structured lipids allow fat tailoring [J]. *INFORM*,1997,8:1004-1011.
- [16] Aflatoxin[EB/OL]. [http://www.rma.usda.gov/fields/ok\\_rso/2010/aflatoxin.pdf](http://www.rma.usda.gov/fields/ok_rso/2010/aflatoxin.pdf).
- [17] 曾 义,孙国防,茅 力. 运用 HACCP 原理分析花生黄曲霉毒素的预防和控制[J]. *南京医科大学学报(自然科学)*, 2007,4:402-406.
- [18] 孙 俐,贾 伟. 食品安全风险分析的发展与应用[J]. *质量安全*,2008,29(6):164-166.

## 第五届中国北京国际食品安全高峰论坛

作为中国食品安全行业年度高层次、高水平和高质量的重要学术盛会,中国北京国际食品安全高峰论坛迄今已连续成功举办了4届,参会人数和参展规模一直都在不断扩大,每年都会吸引越来越多来自国内外知名食品企业、科研机构和技术厂商出席,目前已发展成为中国领先的食品安全技术推广平台。

第五届中国北京国际食品安全高峰论坛将于2012年3月27~28日在北京中国国家会议中心(CNCC)举办。本次论坛将为食品行业及食品安全检测部门提供更加广泛的学习和交流机会,针对当前重要的食品安全热点难点问题展开深入探讨,发布最新的食品安全前端技术和应用解决方案。

### 一、会议组织:

主办单位:北京食品协会,北京食品学会

### 二、会议时间、地点:

2012年3月27~28日,北京

### 三、会议安排:

大会主要包括主论坛、产品展示会和专题研讨会三个组成部分。将邀请中国食品安全行业的政府官员、企业领导与科学技术领域的60多位知名专家登台发表权威演讲,1000多名食品行业代表共同参会研讨,展示面积较上届会议增加了83%,更进一步提升行业品牌活动的地位。

### 四、联系方式:

联系人:王 凡

电 话:010-63815398

传 真:010-63851905

E-mail: wf\_bj@hotmail.com