

食品有毒有害物质分析研究

孙玉凤[#], 张晶[#], 范蓓, 刘佳萌, 卢嘉, 李敏敏, 王凤忠^{*}

(中国农业科学院农产品加工研究所, 北京 100193)

摘要: 食品中有毒有害物质是存在于食品或食品原料中对人体有毒的或者具有潜在危害性的物质。食品中有毒有害物质严重危害食品安全, 可引起人体代谢紊乱, 进而导致疾病的产生。近年来由食品中有毒有害物质导致的食物中毒事件层出不穷, 引起各国政府、国际组织、学术机构和消费者的高度重视。本文对食品中有毒有害物质的种类、危害及污染现状及检测方法进行了综述, 并对食品中有毒有害物质的未来工作进行展望。尽管我国食品中有毒有害物质仍然影响我国食品安全, 但是随着我国检测水平、加工技术及监管力度的迅速提升, 食品中有毒有害物质将得到有效控制, 极大地提高我国食品安全水平。

关键词: 有毒有害物质; 食品安全

Analysis on toxic and harmful substances in food

SUN Yu-Feng[#], ZHANG Jing[#], FAN Bei, LIU Jia-Meng, LU Jia, LI Min-Min, WANG Feng-Zhong

(Institute of Food Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

ABSTRACT: Toxic and harmful substances existing in food and food materials are poisonous and potential harmful to human body. They threaten food safety seriously since they could lead to metabolic disorder and disease. Toxic and harmful substances in food lead to a lot of food poisoning incidents recent years, which had highly stressed by governments, international organizations, academic institutions and consumers. In this paper, the category, harmfulness, pollution status and detection methods of toxic and harmful substances in food were reviewed in detail. The future task was also forecasted. Despite toxic and harmful substances in food influence food safety in China, it will be controlled effectively with improvement of detection technology, processing technology and supervision level.

KEY WORDS: hazardous and noxious substances; food safety

1 引言

民以食为天, 食以安为先。“餐桌上的污染”是全球性

问题, 近年来, 国内外由于食品中有毒有害物质引发的食品安全事件层出不穷, 食品安全问题一再向人类敲响警钟。美国每年约 7200 万人发生食源性疾病, 占总人口的

基金项目: 国家农产品产地收贮运质量安全风险评估项目(GJFP2015012)

Fund: Supported by the Special Fund for Supervision of Quality and Safety of Agricultural Products (Risk Assessment) from the Chinese Ministry of Agriculture (GJFP2015012)

[#]共同第一作者

[#] These authors contributed equally to this work.

^{*}通讯作者: 王凤忠, 研究员, 主要研究方向为农产品内生毒素研究、食品质量安全风险评估。E-mail: wfengzhong@126.com

^{*}**Corresponding author:** WANG Feng-Zhong, Professor, Institute of Food Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China. E-mail: wfengzhong@126.com

30%, 造成 3500 亿美元损失, 食源性疾病发病率占所有疾病的 90% 以上^[1]。2013 年, 中国国家卫生计生委办公厅通报 152 起食物中毒事件, 中毒 5559 人, 死亡 109 人^[2]。食品安全问题越来越受到各国政府、国际组织、学术机构和消费者的高度重视。本文对食品有毒有害物质的种类、危害、污染现状及检测方法进行综述, 并对食品有毒有害物质的未来工作进行展望。

2 食品有毒有害物质种类及其检测方法

食品中有毒有害物质广泛存在, 种类繁多, 按照来源可分为内源性有毒有害成分、外源性有毒有害成分及微生物毒素。这些有毒有害物质也具有相应的检测方法。

2.1 食品中内源性有毒有害成分

2.1.1 内生毒素

经过长期进化演变, 植物、动物、微生物在不利环境因素胁迫下, 能够产生内生毒素, 从而防卫和抵御外界侵害。食品中内生毒素包括: (1) 植物源性农产品中的有毒蛋白质类、有毒氨基酸类、生物碱类、毒甙、酚类、木藜芦烷类等; (2) 动物源性农产品中的河豚毒素、贝类毒素、蜂毒素、蛇毒素、蝎毒素等。食品中内生毒素以天然组分形式存在, 与食品混为一体, 不容易被认识和确定, 食品中内生毒素通过食物链对人体的正常新陈代谢和器官造成影响, 成为人类健康的“隐形杀手”。我国每年全国各地发生多起相关食物中毒事件, 造成大量人员伤亡和财产损失。据 2014 年 8 月 1 日《农产品质量安全舆情快报》报道, 6 月份全国食物中毒事件中, 有毒动植物及毒蘑菇引起的食物中毒事件死亡人数最多, 占总死亡人数的 84.8%^[3]。食品中内生毒素种类众多, 因此检测方法复杂多样, 常见的内生毒素检测方法包括气相色谱、高效液相色谱、气相色谱—串联质谱法、液相色谱—串联质谱法、毛细管电泳法等。

2.1.2 加工过程中的有毒有害物质

食品在加热、灭菌、碱处理等加工过程中, 一些碳水化合物、蛋白质、脂肪、胆固醇等成分发生变化, 可能会产生有毒有害物质, 如多环芳族物质、丙烯酰胺、氧化产物、亚硝基化合物等^[4-7]。食品加工过程中的有毒有害物质存在着严重的安全性问题, 对人体健康产生很大的危害。例如, 我国胃癌和食管癌高发区的居民喜食烟熏、腌制等食品。多环芳族物质普遍存在于烟熏、烘烤食品中, 人体长期摄入多环芳族物质污染的烤肉、熏鱼等食品, 易引发食道癌等消化道癌症^[8]。常用的多环芳族物质检测方法包括高效液相色谱、气相色谱—串联质谱法。丙烯酰胺普遍存在于烘烤、油炸食品中^[9]。丙烯酰胺对人体具有神经毒性、遗传毒性和致癌性^[10-13]。已有报道利用气相色谱、高效液相色谱、气相色谱—串联质谱法、液相色谱—串联质谱法测定食品中的丙烯酰胺。食用油长时间高温加热会产生有

毒的氧化产物^[14], 绿叶蔬菜、水产品等在腌制过程可产生亚硝基化合物^[15], 这些有毒有害物质极易损伤人体消化系统, 甚至诱发癌变^[16-20]。常用的氧化产物检测方法为气相色谱—串联质谱法, 常用的亚硝基化合物检测方法有气相色谱、高效液相色谱、气相色谱—串联质谱法、液相色谱—串联质谱法。

2.2 食品中外源性有毒有害成分

食品中外源性有害成分来自外界环境, 在农产品种植、养殖、收获、贮藏以及加工过程中对食品造成污染。

2.2.1 农药

农药滥用甚至违禁使用导致农作物产生农药残留, 经过代谢循环到达植株各个部位, 尤其易在根、茎、叶、果实蓄积^[21,22]。常见农药种类包括有机磷类、有机氯类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类、新烟碱类、沙蚕毒素类、杂环类等。农产品农药残留超标严重危害人类健康, 对人体神经、生理、血液、免疫等造成不良影响, 诱发慢性疾病, 如心脑血管病、糖尿病、癌症等^[23-28]。同时, 农药残留可能会影响胎儿正常发育, 严重的可导致胎儿畸形, 甚至流产^[29,30]。当前我国农产品中的农药残留问题十分普遍, 且比较严重, 几乎遍及各地各类作物, 例如粮食、油料、蔬菜、水果、茶叶、中草药等作物品种, 都能普遍检出。农药的检测方法根据其具体结构, 可采用气相色谱、高效液相色谱、气相色谱—串联质谱法、液相色谱—串联质谱法等不同手段。

2.2.2 兽药

食用动物过量用药后, 动物产品中出现兽药残留, 严重时会影响产品质量, 甚至危害人体健康。目前污染严重的兽药主要包括抗菌药物、激素、兴奋剂^[31]。残留于畜禽水产品的抗菌药物经过加热不能完全消除, 有的可引起“三致”(致癌、致畸、致突变)。激素通过食物链进入人体, 可能会导致机体激素失衡, 引起电解质、脂肪等成分代谢紊乱, 甚至导致儿童性早熟^[32]。随着养殖业的迅速发展和兽药使用范围及用量的不断增加, 动物源性食品中的兽药残留普遍存在。常见的兽药检测方法包括气相色谱、高效液相色谱、气相色谱—串联质谱法、液相色谱—串联质谱法等。

2.2.3 重金属

随着世界工业发展, 重金属污染加剧。重金属参与土壤—大气—水体—生物系统的循环, 并通过食物链逐级富集进入生物体中。目前污染严重的重金属主要包括铅、砷、镉、汞、铬、锌、铜、镍, 这些重金属离子在体内蓄积, 达到一定剂量后引发中毒症状, 对人体健康与安全构成严重威胁^[33-39]。以铅为例, 铅会严重损坏人体神经系统、造血系统、循环系统和消化系统, 甚至引起动脉内膜炎、血管痉挛和小动脉硬化, 还可造成死胎、早产以及婴儿精神呆滞等病症^[40]。2000 年, 通过对全国 2.2 亿吨粮食调查发

现,粮食中重金属超标 10%^[41]。常见的重金属检测方法包括原子荧光光度法、电感耦合等离子体质谱法、电感耦合等离子发射光谱法、高效液相色谱法、酶分析法、免疫分析法等。

2.2.4 食品添加剂

为改善食品色香味等食用品质,以及达到防腐和加工工艺要求,降低生产成本,一些食品企业超剂量、超范围使用食品添加剂,甚至使用廉价非食品级化工原料,导致食品污染。我国《食品添加剂使用卫生标准》将食品添加剂分为 22 类,常见种类包括防腐剂、抗氧化剂、漂白剂、增稠剂、甜味剂、着色剂、增味剂等。长期摄入添加剂超标食品会影响人体健康。以防腐剂为例,食用过多防腐剂会引起腹泻、腹痛、心跳加快等症状,重则对肝脏、肾脏造成危害,增加患癌风险^[42-45]。对于允许使用的食品添加剂,国家标准中明确规定了使用范围和使用量,然而不按国家标准规定,擅自扩大使用范围和增加用量的现象时有发生。如上海超市“染色馒头”事件,在馒头中添加柠檬黄(馒头里不允许添加柠檬黄)违反了食品添加剂的使用规定^[46]。常见的食品添加剂检测方法包括高效液相色谱法、气相色谱法、离子色谱法、薄层色谱法、紫外分光光度法等。

2.2.5 包装材料污染

随着食品工业迅猛发展,食品包装材料种类和数量日益增加。食品包装材料与食品直接接触,对食品质量及安全有重要影响,直接关系到人体健康。食品包装材料污染主要包括油墨、粘合剂、荧光剂、聚乙烯、聚氯乙烯、双酚等,这些物质也可能危害人体健康。以双酚为例,它可引发人类心脏、肝脏等多种疾病,甚至导致婴儿产生荷尔蒙分泌异常和脑部发育障碍^[47-50]。目前,由于包装材料污染引起的食品安全事件时有发生,例如 2005 年兰州发生的某塑料彩印公司生产的“有毒食品袋”事件,以及日韩致癌聚氯乙烯(PVC)食品保鲜膜转道中国事件^[51]。常见的食品包装材料污染检测方法包括高效液相色谱法、荧光光谱法、气相色谱—串联质谱法、液相色谱—串联质谱法等。

2.3 食品中微生物毒素

食品在加工和贮藏过程易受微生物污染,某些致病微生物会产生毒素,对人体产生危害。食品中微生物毒素包括细菌毒素、真菌毒素。

2.3.1 细菌毒素

细菌毒素主要包括蓝细菌毒素和组胺。其中蓝细菌毒素在池塘浮渣上污染水产品,对食品安全危害较轻。组胺存在于组织坏死的鱼类及其制品、蔬菜等,在微生物作用下生成。组胺污染食品后,任何热处理、罐装和冷冻等工艺都无法降低其毒性,食用组胺食品可引起食用者组胺中毒,出现头痛、心慌、胸闷和呼吸困难等症状^[52]。在各类食源性食物中毒中,细菌毒素是最重要的病源之一。在我国,由细菌毒素引发的食物中毒是所有食物中毒中最普

遍、最具暴发性的。常见的细菌毒素检测方法包括凝胶法、光度测定法、高效液相色谱法等。

2.3.2 真菌毒素

真菌毒素主要有黄曲霉毒素、展青霉毒素、镰刀菌毒素、藤黄醌毒素等。真菌毒素污染不仅造成粮油品质下降,严重时危害人体健康^[53-59]。以黄曲霉毒素为例,它由黄曲霉等霉菌产生,包括黄曲霉毒素 B₁、B₂、G₁、G₂,易污染坚果、花生、玉米等。黄曲霉毒素是强致癌化合物,含黄曲霉毒素饲料饲养的动物所产的乳及畜产品对人类也是有害的^[60,61]。世界范围内 25% 粮油作物受到真菌毒素污染^[62]。常见的真菌毒素检测方法包括薄层层析法、高效液相色谱法、气相色谱法等。

3 对策及展望

为进一步提高我国食品安全水平,提升我国食品工业的国际竞争力,需要食品企业、研究部门、监管部门等共同努力。

(1)食品安全是生产出来的,食品企业应严格按照《食品安全法》要求,保证食品质量安全,保护消费者健康,切实履行食品安全第一责任人义务。食品企业应对原料、人员、生产环境、关键生产工序等要素进行严格控制。同时,食品企业应加大科技投入和管理力度,引进先进工艺和设备,提高食品技术水平、经营水平,保证食品安全。

(2)研究部门对食品安全技术具有支撑作用。研究部门应当鉴定食品中有毒有害物质的来源、污染水平、健康危害,提出预防措施,建立健全食品安全标准体系,加快完善食品安全标准,提高食品安全标准的科学性和实用性。建立食品安全风险评估评价制度和体系,开展食品中有毒有害物质的风险评估工作,创建统一的安全信息收集、整理、分析和风险预警平台,定期将食品安全动态、技术标准等信息及时提交相关部门。

(3)监管部门应当建立起“从农田到餐桌”的全程食品安全监督管理制度,明确监管责任,强化对食品中有毒有害物质的安全管理,建立食品质量安全监测网络,规范食品召回监督管理制度,保障食品安全。

目前,已知化学结构的食品中有毒有害物质有数千余种,然而由于食品中有毒有害物质的多样性和复杂性,仍有大量有毒有害物质尚未被发现,时至今日,食品中有毒有害物质中毒救治与公害防治仍然是世界性难题。因此积极开展食品中有毒有害物质的结构鉴定、毒理、代谢及预防控制研究,一方面对于降低食品中有毒有害物质中毒风险及提高中毒救治、公害防治具有重要意义,另一方面为生物学、化学、医药学等生命科学研究提供丰富的物质及理论基础。

我国是一个食品生产和消费大国,食品安全直接关系到人民群众身体健康和国家形象,我们应清楚认识食品中有毒有害物质,切实保障食品安全。

参考文献

- [1] 周倜. 中国食品安全的伦理学分析[D]. 南昌: 南昌大学, 2013.
Zhou L. Ethics analysis of food safety in China [D]. Nanchang: Nanchang University, 2013.
- [2] 国卫办应急发〔2014〕15号—国家卫生计生委办公厅关于2013年全国食物中毒事件情况的通报[Z]. 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 2014.
Office of Health Emergency (2014) NO.15 document—Office of the national health and family planning commission with respect to food poisoning incident notification in China in 2013 [Z]. The national health and family planning commission of the People's Republic of China, 2014.
- [3] 国卫办应急发〔2014〕41号—国家卫生计生委办公厅关于2014年第二季度全国食物中毒事件情况的通报[Z]. 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 2014.
Office of Health Emergency (2014) NO.41 document—Office of the national health and family planning commission with respect to food poisoning incident notification of the second quarter in 2014 in China [Z]. The national health and family planning commission of the People's Republic of China, 2014.
- [4] Birlouez A, Morales F, Fogliano V, *et al.* The health and technological implications of a better control of neoformed contaminants by the food industry [J]. *Pathol Biol*, 2010, 58(3): 232–238.
- [5] Friedman M, Levin CE. Review of methods for the reduction of dietary content and toxicity of acrylamide [J]. *J Agric Food Chem*, 2008, 56(15): 6113–6140.
- [6] Lagrain B, Thewissen BG, Brijs K, *et al.* Mechanism of gliadin-glutenin cross-linking during hydrothermal treatment [J]. *Food Chem*, 2008, 107(2): 753–760.
- [7] Cattaneo S, Masotti F, Pellegrino L. Liquid infant formulas: technological tools for limiting heat damage [J]. *J Agric Food Chem*, 2009, 57(22): 10689–10694.
- [8] 戴树桂. 环境化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997.
Dai SG. Environment chemistry [M]. Beijing: Higher Education Press, 1997.
- [9] Swedish National Food Administration. Acrylamide is formed during the preparation of food and occurs in many foodstuffs [EB/OL]. <http://www.slv.se/>.
- [10] Friedman M, Dulak L, Stedham M. A lifetime oncogenicity study in rats with acrylamide [J]. *Fundam Appl Toxicol*, 1995, 27(1): 95–105.
- [11] Deng H, He F, Zhang S, *et al.* Quantitative measurements of vibration threshold in healthy adults and acrylamide workers [J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 1993, 65(1): 53–56.
- [12] Bachmann M, Myers J, Bezuidenhout B. Acrylamide monomer and peripheral neuropathy in chemical workers [J]. *Am J Ind Med*, 1992, 21(2): 217–222.
- [13] Mucci LA, Dickman PW, Steineck G, *et al.* Dietary acrylamide and cancer of the large bowel, kidney, and bladder: absence of an association in a population-based study in Sweden [J]. *Brit J Cancer*, 2003, 88: 84–89.
- [14] 武汉医学院主编. 营养与食品卫生学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1981.
Wuhan medical college. Nutrition and food hygiene [M]. Beijing: People's Health Press, 1981.
- [15] Jakszyn P, Conzalez CA. Nitrosamine and related food intake and gastric and esophageal cancer risk: a systematic review of the epidemiological evidence [J]. *World J Gastroenterol*, 2006, 12(27): 4296–4303.
- [16] 曾瑶池, 胡敏予. 食物中的N-亚硝基化合物与肿瘤关系的研究进展[J]. *中国肿瘤防治杂志*, 2008, 15(2): 151–155.
Zeng YC, Hu MY. Progress in research of N-nitroso compounds in food and cancer [J]. *Chin J Cancer Prev Treat*, 2008, 15(2): 151–155.
- [17] Jakszyn P, Gonzalez CA. Nitrosamine and related food intake and gastric and oesophageal cancer risk: a systematic review of the epidemiological evidence [J]. *World J Gastroenterol*, 2006, 12(27): 4296–4303.
- [18] Luo RH, Zhao g X, Zhou XY, *et al.* Risk factors for primary liver carcinoma in Chinese population [J]. *World J Gastroenterol*, 2005, 11(28): 4431–4434.
- [19] Choi SY, Chung MJ, Lee SJ. N-nitrosamine inhibition by strawberry, garlic, kale, and the effects of nitrite-scavenging and N-nitrosamine formation by functional compounds in strawberry and garlic [J]. *Food Control*, 2007, 18(5): 485–491.
- [20] Stephanie YH, Bibiana M, Susan P, *et al.* The reaction of flavanols with nitrous acid protects against N-nitrosamine formation and leads to the formation of nitroso derivatives which inhibit cancer cell growth [J]. *Free Radical Biol Med*, 2006, 40(2): 323–334.
- [21] 陈彩虹, 刘佩, 刘向军. 食品中的化学污染[J]. *食品工程*, 2007, (4): 3–7.
Chen CH, Liu YH, Liu XJ. Chemical pollution in food [J]. *Food Eng*, 2007, (4): 3–7.
- [22] 刘嫦娥, 胡波, 吴敏, 等. 农产品农药残留的危害与预防[J]. *现代农业科技*, 2012, (14): 290.
Liu CE, Hu B, Wu M, *et al.* Harm and prevention of pesticide residue in food [J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2012, (14): 290.
- [23] Goldstein DA, Acquavella JF, Mannion RM, *et al.* An analysis of glyphosate data from the California environmental protection agency pesticide illness surveillance program [J]. *J Toxicol Clin Toxicol*, 2002, 40(7): 885–892.
- [24] Calvert GM, Mehler LN, Rosales R, *et al.* Acute pesticide-related illnesses among working youths [J]. *Am J Public Health*, 2003, 93(4): 605–610.
- [25] Kahn E. Pesticide related illness in California farm workers [J]. *J Occup Med*, 1976, 18(10): 693–696.
- [26] Blanc PD, Rempel D, Maizlish N, *et al.* Occupational illness: case detection by poison control surveillance [J]. *Ann Intern Med*, 1989, 111(3): 238–244.
- [27] Rettig BA, Klein DK, Sniezek JE. The incidence of hospitalizations and emergency room visits resulting from exposure to chemicals used in agriculture [J]. *Nebr Med J*, 1987, 72(7): 215–219.
- [28] Klein-Schwartz W, Smith GS. Agricultural and horticultural chemical poisonings: mortality and morbidity in the United States [J]. *Ann Emerg Med*, 1997, 29(2): 232–238.
- [29] 占绣萍. 浅谈农药残留与环境污染治理研究进展[J]. *世界农药*, 2013, 35(5): 39–41.
Zhan XP. Review on control of pesticide residue and environmental pollutants [J]. *World Pest*, 2013, 35(5): 39–41.

- [30] 兰新芝. 浅议农药残留的危害及其控制[J]. 农民致富之友, 2012, (20): 60.
- Lan XZ. Harm and control of pesticide residue [J]. Friend Farmer, 2012, (20): 60.
- [31] 贺家亮. 动物性食品中兽药残留现状及对策[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(6): 176-178.
- He JL. Current situation of animal medicine remainder in animal derived food and countermeasure [J]. Food Res Dev, 2006, 27(6): 176-178.
- [32] 李存. 畜禽生产中兽药残留的危害及其控制措施[J]. 中国家禽, 2003, 25(2): 4-6.
- Li C. Harm and control of veterinary drugs residues in animal production [J]. China Poul, 2003, 25(2): 4-6.
- [33] 刘洪莲, 李艳慧, 李恋卿, 等. 太湖地区某地农田土壤及农产品中重金属污染及风险评价[J]. 安全与环境学报, 2006, 6(5): 60-63.
- Liu HL, Li YH, Li LQ, *et al.* Pollution and risk evaluation of heavy metals in soil and agro-products from an area in the Taihu Lake region [J]. J Saf Environ, 2006, 6(5): 60-63.
- [34] 栾娜, 张莹. 北京市部分市售儿童小食品重金属污染分析[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 473-476.
- Luan N, Zhang Y. Analysis of heavy metal pollution in food for children sold around school in Beijing [J]. Food Sci, 2006, 27(10): 473-476.
- [35] Addya A, Chakravanti K, Basu A, *et al.* Effects of mercuric chloride on several scavenging enzymes in rat kidney and influence of vitamin E supplementation [J]. Acta Vitaminol Enzymol, 1984, 6(2): 103-107.
- [36] Avasti PS, Evan AP, Hay D. Glomerular endothelial cells in uranyl nitrate-induced acute renal failure in rats [J]. J Clin Invest, 1980, 65(1): 121-127.
- [37] Barfuss DW, Robinson MK, Zalups RK. Inorganic mercury transport in the proximal tubule of the rabbit [J]. J Am Soc Nephrol, 1990, 1(6): 910-917.
- [38] Bemdt WO, Baggett JM, Blacker A, *et al.* Renal glutathione and mercury uptake by kidney [J]. J Toxicol Sci, 1985, 5(5): 832-839.
- [39] Bigazzi PE. Lessons from animal models: the scope of mercury-induced autoimmunity [J]. Clin Immunol Immunopathol, 1992, 65(65): 81-84.
- [40] Bourjeily N, Suszkiw JB. Developmental cholinotoxicity of lead: loss of septal cholinergic neurons and long-term changes in cholinergic innervation of the hippocampus in prenatally lead-exposed rats [J]. Brain Res, 1997, 771(2): 319-328.
- [41] 卢声. 土壤因素对农作物重金属含量的影响分析[J]. 丹东纺专学报, 2004, 11 (3): 34-35.
- Lu S. Analysis of heavy metals concentrations in crops by influencing of soils factors [J]. J Dandong Tex College, 2004, 11 (3): 34-35.
- [42] Oishi S. Effects of propyl paraben on the male reproductive system [J]. Food Chem Toxicol, 2002, 40(12): 1807-1813.
- [43] Darbre PD, Byford JR, Shaw LE, *et al.* Oestrogenic activity of isobutylparaben *in vitro* and *in vivo* [J]. J Appl Toxicol, 2002, 22(4): 219-226.
- [44] Darbre PD, Byford JR, Shaw LE, *et al.* Oestrogenic activity of benzylparaben [J]. J Appl Toxicol, 2003, 23(1): 43-51.
- [45] Darbre PD, Aljarrah A, Miller WR, *et al.* Concentrations of parabens in human breast tumours [J]. J Appl Toxicol, 2004, 24(1): 5-13.
- [46] 孙金沅, 孙宝国. 我国食品添加剂与食品安全问题的思考[J]. 中国农业科技导报, 2013, 15(4): 1-7.
- Sun JY, Sun BG. Thoughts about China's food additive and food safety [J]. J Agric Sci Technol, 2013, 15(4): 1-7.
- [47] Awal MA, Kurohmaru M, Mizukami T, *et al.* Effect of bisphenol-A on the sertoli cell culture from prepubertal male wistar rats [J]. J Med Sci, 2002, 2(1): 19-23.
- [48] Matthews JB, Twomey K, Zacharewski TR. *In vitro* and *in vivo* interaction of bisphenol A and its metabolite, bisphenol aglucuronid, with estrogen receptors alpha and beta [J]. Chem Res Toxicol, 2001, 14(2): 149-157.
- [49] Oka T, Adati N, Shinkai T, *et al.* Bisphenol A induces apoptosis in central neural cells during early development of xenopus laevis [J]. Biochem Bioph Res Co, 2003, 312(4): 877-882.
- [50] Samuelsen M, Olsen C, Holme JA, *et al.* Estrogen-like properties of brominated analogs of bisphenol A in the MCF-7 human breast cancer cell line [J]. Cell Biol Toxicol, 2001, 17(3): 139-151.
- [51] 田素润. 熟料食品包装材料中多种紫外线吸收剂迁移量测定方法研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2013.
- Tian SR. Study on the determination method of UV absorbers migration in plastic food packaging materials [D]. Hefei: Anhui University, 2013.
- [52] Wu SF, Chen W. An outbreak of scombroid fish poisoning in a kindergarten [J]. Acta Paediatr Taiwan, 2003, 44(5): 297-299.
- [53] Crawford JM, Korman TP, Labonte JW, *et al.* Structural basis for biosynthetic programming of fungal aromatic polyketide cyclization. Nature, 2009, 461: 1139-1143.
- [54] Blanc M, Pittet A, Mufloz-Box R, *et al.* Behaviour of ochratoxin A during green coffee roasting and soluble coffee manufacture [J]. J Agr Food Chem, 1998, 46(2): 673-675.
- [55] D'Mello JPF, Macdonald AMC, Postel D, *et al.* Pesticide use and mycotoxin production in *Fusarium* and *Aspergillus* phytopathogens [J]. Eur J Plant Pathol, 1998, 104(8): 741-751.
- [56] MacDonald S, Wilson P, Barnes K, *et al.* Ochratoxin A in dried vine fruit: method development and survey [J]. Food Addit Contam, 1999, 16(6): 253-260.
- [57] Ueno Y, Iijima K, Wang SD, *et al.* Fumordisins as a possible contributory risk factor for primary liver cancer: a 3-year study of corn harvested in Haimen, China by HPLC and ELISA [J]. Food Chem Toxicol, 1997, 35(12): 1143-1150.
- [58] Wang DS, Liang YX, Iijima K, *et al.* Co-contamination of mycotoxins in corn harvested in Haimen, a high risk area of primary liver cancer in China [J]. Mycotoxins, 1995, 41: 67-70.
- [59] Wang LY, Hatch M, Chen CJ, *et al.* Aflatoxin exposure and risk of hepatocellular carcinoma in Taiwan [J]. Int J Cancer, 1996, 67: 620-625.
- [60] Zain ME. Impact of mycotoxins on humans and animals [J]. J Saudi Chem Soc, 2011, 15(2): 129-144.
- [61] Lewis L, Onsongo M, Njapan H, *et al.* Aflatoxin contamination of commercial maize products during an outbreak of acute aflatoxicosis in eastern and central Kenya [J]. Environ Health Perspect, 2005, 113(12): 1763-1767.
- [62] 曹慧英, 伍松陵, 沈晗, 等. 粮食中真菌毒素的控制策略[J]. 粮油食品科技, 2012, 20(6): 45-48.
- Cao HY, Wu SL, Shen H, *et al.* Control strategy against mycotoxins in grain [J]. Sci Technol Cereals, Oils Foods, 2012, 20 (6): 45-48.

(责任编辑: 金延秋)

作者简介



孙玉凤, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为农产品质量安全。
E-mail: yufengsuncaas@163.com



王凤忠, 博士, 研究员, 主要研究方向为农产品加工与安全。
E-mail: wfengzhong@126.com

“食品贮藏与保鲜研究与应用进展”专题征稿函

随着人们生活水平的提升, 消费者对食品的质量与安全性的要求也越来越高, 今天的消费者不仅要求食品新鲜, 而且要求食品保持原有的天然风味和营养结构, 因此如何再延长食品贮藏期的同时, 保持食品原有风味营养, 已成为人们研究的重点。

鉴于此, 本刊特别策划了“食品贮藏与保鲜研究与应用进展”专题, 由《食品安全质量检测学报》副主编、渤海大学食品科学研究院果蔬贮藏与加工研究所所长 **冯叙桥 教授** 担任专题主编, 主要围绕食品贮藏保鲜工艺研究、食品贮藏保鲜新技术进展(如栅栏技术、生物酶技术、可食性包装膜、超高压等)、食品贮藏保鲜机制分析等或您认为本领域有意义的问题进行论述, 计划在 2016 年 6 月份出版。

本刊编辑部和 **冯叙桥 教授** 欢迎各位专家为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 2016 年 5 月 15 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部