

食品中化学污染物风险评估研究进展

周妍, 闻胜*, 刘潇, 毛燕妮, 罗苹, 李永刚, 陈明, 史廷明

(湖北省疾病预防控制中心 应用毒理湖北省重点实验室, 武汉 430079)

摘要: 化学污染物是影响全球食品安全和危害人体健康的主要因素之一。对食品中化学污染物进行风险评估是保障食品安全、促进食品贸易和健全食品安全体系的重要手段。本文简要介绍了化学污染物风险评估的内容和基本方法, 对国外化学污染物风险评估开展情况进行了概述, 重点对国内开展食品中化学污染物风险评估的研究进展进行综述, 包括重金属、有机污染物、农药残留、黄曲霉毒素等, 并对国内开展食品中化学污染物风险评估的方法进行了分析比较。重金属、农药残留和黄曲霉毒素方面的评估结果均表明: 儿童的膳食暴露量偏高, 需引起重视。此外提出目前我国食品中化学污染物风险评估中存在的主要问题和建议, 为进一步开展化学污染物风险评估提供借鉴。

关键词: 风险评估; 化学污染物; 食品安全

Review on the risk assessment for chemical contaminants in food

ZHOU Yan, WEN Sheng*, LIU Xiao, MAO Yan-Ni, LUO Ping, LI Yong-Gang,
CHEN Ming, SHI Ting-Ming

(Hubei Provincial Key Laboratory for Applied Toxicology, Hubei Provincial Center for Disease Control and Prevention, Wuhan 430079, China)

ABSTRACT: Chemical contaminants are of immediate and serious concern to food safety and human health. Risk assessment for chemical contaminants in food not only protects food safety and human health, but also enhances consumer protection and facilitates international trade. Conceptions, classification and methods application on chemical risk assessment were introduced in this paper. The risk assessment of chemical contaminants in foreign countries was summarized, and progress in research of chemical contaminants risk assessment in food at home was reviewed in detail, including heavy metals, organic pollutants, pesticides, and aflatoxin etc. The methods of these risk assessment were analyzed and compared. The assessment results of heavy metal, pesticide residues and aflatoxin showed that: children's dietary exposure is high. Main problems in chemical risk assessment in China at present were pointed out and advices were given on further complete chemical risk assessment.

KEY WORDS: risk assessment; chemical contaminants; food safety

近年来, 食品安全问题受到全球重视和关注, 食品中污染物是引发食品安全事件的直接因素^[1]。食品安全风险

评估是针对食品生产供应过程中所涉及的各种危害对人体健康不良影响的科学评估, 是世贸组织和国际食品法典委

基金项目: 湖北省卫生厅青年人才项目(QJX2010-36, QJX2010-33)

Fund: Supported by the Special Foundation for Young Scientists of Department of Health of Hubei Province (QJX2010-36, QJX2010-33)

*通讯作者: 闻胜, 副研究员, 主要研究方向为食品安全。E-mail: wenshenggy@aliyun.com

*Corresponding author: WEN Sheng, Associate Professor, Hubei Provincial Center for Disease Control and Prevention, Zhuodaoquan North Road 6, Wuhan, 430079, China. E-mail: wenshenggy@aliyun.com

员会强调的用于食品安全控制措施的必要技术手段,也是政府制定食品安全法规、制定、修订食品安全标准和对食品安全实施监督管理的科学依据。近年来,我国发生的重大食品安全事件如“苏丹红”、“三聚氰胺”、“瘦肉精”等大多与化学污染物有关,化学污染物的风险评估包括农药残留、兽药残留、天然毒素、重金属、环境污染物以及食品加工过程形成的有害物质等的风险评估^[2]。多年的监测数据表明,农药残留、兽药残留、重金属污染、添加剂滥用等化学性污染所造成的急性(如中毒、死亡)、慢性(如癌症、痴呆)疾病,不仅严重影响人类的生活质量,也给家庭和社会带来沉重的经济负担。因此,进行化学污染物评估是保障食品安全的重要手段,也是当前食品安全领域研究的重点和热点。

1 化学污染物风险评估基本内容和方法

1.1 化学污染物风险评估的基本内容

食品安全风险评估,指对食品、食品添加剂中生物性、化学性和物理性危害对人体健康可能造成的不良影响所进行的科学评估^[3]。化学污染物风险评估是利用毒理数据、污染物残留数据、统计方法、暴露量评估等相关数据和模型,对因食品中某些化学因素的暴露对人体健康产生的不良后果进行识别、确认以及定性和(或)定量,并最终做出风险特征描述的过程。根据评估的结果估计出该种风险因子对食品和人体的危害性,从而制定科学的限量标准,保障食品安全,保护人体健康,促进食品公平贸易。

1.2 食品中化学污染物风险评估的基本方法

化学污染物风险评估的方法可以分为定性风险评估和定量风险评估,评估者可以根据不同的需求及对数据资料的掌握程度来选择不同的方法。定性风险评估是最简单、最快速的方法,它类似于危害分析与关键点控制(HACCP),主要是从食品的“安全性”角度考虑,需要确认危害的性质和关键点^[4]。定量风险评估是根据食品中化学污染物浓度、食品摄入量,结合其它相关毒理学资料和暴露评估模型,确定化学污染物的摄入量及其对人体产生不良作用的概率。定量风险评估可以是简单的确定性,如点估计评估结果;也可以是复杂的随机性,如通过概率分布评估产生的范围性数值结果^[5]。

1.2.1 食品中化学污染物风险评估步骤

食品安全风险评估包含危害识别、危害特征描述、暴露评估、风险特征描述四个步骤^[6],危害识别是指识别可能对人体健康造成不良作用的、可能存在于某种或某一类特定食品中的化学因子的过程。危害特征描述是对食品中可能存在的化学因素造成的健康不良效果定性和定量评价,其核心是剂量-反应关系的评估。暴露评估是指对于通过食品的可能摄入和其他有关途径暴露的化学因素的定性和

/或定量评价。暴露评估是食品安全风险评估的核心步骤,它主要根据膳食调查和各种食品中化学物质暴露水平计算人体对该种化学物质的暴露量。暴露评估分为短期急性暴露和长期慢性暴露。风险特征描述是对人体因摄入化学污染物造成的已知或潜在健康不良效果的发生可能性和严重程度进行定性和/或定量的估计,其中包括伴随的不确定性,它是危害识别、危害特征描述和暴露评估的综合分析。

1.2.2 食品中化学污染物风险评估中暴露模型

(1)点评估模型

点评估模型是将食品消费量(如平均的或较高的消费量数据)和固定的残留物质含量或浓度(通常是平均残留量水平或耐受或法规允许值的上限)这两个量相乘^[7]。点评估一般采用食品高消费量和污染物高残留量进行计算,体现了保护大部分人群的原则。农药的急性暴露估计一般采用点评估模型。点估计法操作简单、便于理解,易于推广,因此点评估模型经常被用于筛选食品中风险较高的化学污染物。

(2)简单分布模型

简单分布模型采用食品摄入量的分布,通常使用消费量调查的数据库系统,结合食品中化学物残留量(使用一个固定参数值)来计算,点评估和简单分布的方法趋向于使用“最坏情况”的假设,而不考虑化学物在食品中存在的概率,这一保守特征使其在制定化学物摄入量上限值时具有独特的优势^[8]。

(3)概率评估模型

由于个体间食物消费量和食物间化学物浓度均存在着差异,因此个体间的化学物暴露水平也存在着很大的变异^[9]。概率评估将食品中某化学物的浓度与实际含有该物质的食品消费量结合起来进行模拟,从而提供了一个真实暴露评价的基础。与点评估和简单分布相比,概率暴露评估模型是对人群潜在暴露更为真实的估计,而不是简单的“最差”估计。它可用于描述食品化学物的暴露风险分布,如对某一特定的健康影响发生的概率;它也可用于描述最终可能用于概率风险评估的暴露分布^[10]。

2 国内外开展化学污染物风险评估的研究进展

2.1 国外化学污染物风险评估开展概况

食品安全风险评估是目前国际通行的食品安全防范方式,被认为是继食品卫生质量管理体系和危害分析关键控制点(HACCP)技术后的在食品安全管理上掀起的第三次高潮^[11],它重点对人类健康的直接危害以及整个食物链进行分析,在美国、欧盟、日本等国家和地区食品安全管理中得到广泛应用。

联合国粮农组织(WHO)和世界卫生组织(FAO)设立了食品添加剂联合专家委员会(JECFA)、农药残留联席会议(JMPR)及微生物风险评估专家会议(JEMRA),前者负责食

品添加剂、化学、天然毒素、兽药残留的风险评估,农药的风险评估。后者负责微生物的风险评估。食品法典委员会(CAC)在食品中理化性质的危险性评估、食品中微生物的危险性评估和转基因食品的危险性评估等方面已做出卓越成绩。JECFA1956年成立至今,已对1300多种食品添加剂的安全性、25种食品中的污染物和自然产生的有毒物质以及约100种兽药残留物进行了评价,同时还为食品中化学物质的安全性评估制定了若干原则^[12]。

为应对欧盟食品安全问题,提高政府的监管、控制能力,欧盟于2002年成立欧洲食品安全局(EFSA),主要目的是提供独立整合的科学意见,让欧盟决策单位面对食物链直接与间接相关问题及潜在风险能做出适当的决定,并向公众提供风险评估结果和信息^[13]。它实施的“欧洲食品安全-食品和膳食中化学物质的风险评估”项目,为化学物质风险定性定量评估方法奠定了科学基础^[14]。

德国于2002年成立联邦风险评估研究所(BfR),其中中心任务是在国际认可的评价标准基础上,通过风险评估和风险交流,独立于政府开展消费者健康保护和食品安全评估工作。近10年来,BfR先后对食品中塑化剂、双酚A、多环芳烃、二噁英、激素类、农药等化学污染物进行了风险评估^[15-17]。

美国负责食品安全及相关风险评估工作主要有食品药品监督管理局(FDA)、食品安全检查局(FSIS)、环境保护署(EPA)以及疾病预防控制中心(CDC),作为世界上食品安全水平最高的国家之一,美国对多种化学物危害,如药品、杀虫剂等危害都有着成熟的评估技术和全面的法律规范^[18]。近年来,美国化学污染物评估在特定人群(职业人群和敏感人群等)评估^[19]和累积暴露评估方面^[20]也做了大量的工作。

日本于2003年成立了食品安全委员会,从事日本食品安全风险评估和风险交流工作。该委员会分别对化学物质、生物材料和新食品(转基因食品、新开发食品等)进行风险评估。日本食品安全委员会自2003年以来接收到风险评估提议470项,业已完成大部分的评估项目,食品风险评估内容涉及国内水产品、转基因食品、抗药菌、肉禽类食品,以及外国所生产的食品等^[21]。

2.2 国内化学污染物风险评估研究进展

《中华人民共和国食品安全法》^[3]于2009年6月1日起正式实施,着重加强中国食品风险评估体系建设。2011年国家食品安全风险评估中心和第一届国家食品安全风险评估专家委员会的成立,为开展全面、科学的食品安全风险评估奠定了基础。国家卫生计划生育委员会(原卫生部)和农业部等部门在全国开展的中国居民营养与健康调查和总膳食研究初步积累了我国居民膳食消费基础数据,全国食品污染物监测、食源性疾病预防和农产品安全检测工作的开展,初步掌握了我国食品中重要污染物和有害因

素的污染状况。这些数据积累为我国已开展的食品安全风险评估报告和研究提供重要技术依据。此外,我国目前已经有一些食品安全标准的制定如食品中镉、铅限量标准的制定是在开展风险评估的基础上进行^[22]。

李筱薇等^[23-25]利用2007年中国总膳食研究获得的全中国12个区的代表性膳食样品以及膳食调查数据,测定样品中重金属含量,分别计算居民膳食镉、汞和铅摄入量。结果表明,我国人群膳食中总砷和无机砷摄入量是安全的;我国总膳食汞摄入量全国平均水平为740 ng/(kg·d);中国居民铅的摄入量为48.7~116.7 μg/d,2~7岁以及8~12岁组儿童少年的铅暴露情况最不容乐观。刘弘等^[26]对上海市市售食品中铅、镉含量进行监测,并结合上海市居民膳食营养素摄入量调查,应用点评估方法,对上海市居民膳食中铅、镉暴露水平进行评估。结果显示上海市居民平均每周膳食中铅、镉暴露量分别为0.0062、0.0025 mg/kg-BW,占暂定PTWI的24.77%、35.06%。高端消费人群(食物消费量第90百分位数)每周膳食中铅、镉暴露量分别为0.0123和0.0048 mg/kg-BW,占PTWI的49.08%、68.09%。黄李春等^[27]按照中国总膳食研究方法和要求,于2009~2010年在浙江省对常住居民进行膳食调查,测定膳食样品的铅、镉含量,进行膳食铅、镉的暴露量评价,结果表明浙江省3个地区居民膳食铅、镉摄入总体处于安全水平。刘桂华等^[28]采用点评估的方式,计算居民各类食品中铅、镉含量的实际摄入量水平,结果表明2007年和2008年深圳市居民食品中铅每人每天的摄入量分别为63.3和84.2 μg,占PTDI的29.5%和39.3%。2007和2008年深圳市居民食品中镉每人每天的摄入量分别为46.4和68.0 μg,分别占PTDI的77.4%和113.3%。

肖贵勇等^[29]以各类食品中镉含量的中位数值结合2010年丰台区居民膳食营养与健康状况调查数据进行膳食暴露估计,再结合PTMI值对居民膳食镉暴露风险进行点评估,结果表明该地区居民膳食镉暴露水平总体上安全。梁高道等^[30]对武汉市市售食品进行镉含量测定,结合居民膳食调查数据,用EPA的健康风险评价模型对武汉市总膳食中的镉所带来的健康风险进行定量评价,武汉市总膳食中镉所带来的平均健康风险总体上处于可接受水平。梁鹏等^[31]对广东省沿海地区居民的膳食结构进行问卷调查,结合水产品汞检测数据,估算其每日摄入的汞含量平均水平为25.32 ng/(kg·d),与欧美等国家相比,广东省居民食用水产品摄入的汞处于较低水平。宋晓昀等^[32]通过整合2002年江苏地区3~12岁儿童24 h膳食回顾资料和2001~2006年江苏省农产品铅污染监测数据,计算出江苏不同年龄组儿童每周膳食铅暴露量中位数范围为9.0~11.7 μg/kg。谭铭雄等^[33]对广州市城区和郊区的儿童少年进行总膳食研究调查,获得其膳食重金属含量和摄入量,研究结果表明广州市儿童膳食中重金属暴露量低于WHO推荐的

PTWI 值,但在城区部分的年龄段儿童膳食食物铅、镉的 PTWI 值接近或超过 WHO 推荐的 PTWI 值。

孙金芳等^[34]根据 2002 年中国居民营养与健康状况调查中江苏省居民膳食消费量数据和 2001~2006 年江苏省食品污染物监测网中的铅监测数据,采用非参数概率评估模型,通过 Monte Carlo 模拟获得人群膳食铅暴露量。结果表明分布江苏省居民膳食铅暴露量中位数、 P_{99} 估计值分别为 1.02、9.29 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$,全省 6.38% 的人群暴露量超过耐受摄入量;农村居民暴露量普遍高于城市;儿童及高端暴露人群铅摄入量较高。宋晓昀等^[35]分别采用点评估和简单分布评估方法计算镉的膳食暴露量,对不同年龄组镉的膳食暴露量进行比较,点评估结果显示,江苏省居民每天镉的膳食平均暴露量为 5.7~8.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$;简单分布评估结果显示,江苏省居民每天镉的膳食平均暴露量为 0.2~0.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$,简单分布评估得到的江苏居民镉的膳食暴露平均水平位于安全限值以下,且远低于点估计得到的暴露值。宋雯等^[36]检测南方 6 省的稻米样品,结合中国居民膳食调查数据,采用非参数概率方法对稻米中总汞的膳食暴露量进行了评估。结果表明我国居民食用这 6 省稻米产生的汞暴露风险较小,但 2~4 岁儿童和 4~7 岁男童的摄入量占 PTWI 的 60% 以上,潜在风险较大。张德新等^[37]应用蒙特卡洛法模拟对武汉市居民大米途径摄入的镉进行健康风险评估,市售大米中镉污染对于普通人群所带来的健康风险总体上处于可接受水平,但对于 8.89% 的高暴露人群需加强风险管理。陈志军等^[38]检测中国花生镉含量,结合中国居民膳食调查数据,采用非参数概率方法对花生中镉的暴露量进行了评估。结果表明花生镉的膳食暴露风险总体轻微。一般消费水平下,人群的暴露量远低于 PTMI 值;高消费水平下,人群中有 5% 的个体暴露量接近或超过 PTMI 值,有一定潜在风险。

我国食品中重金属方面的风险评估开展相对较多,从已有的重金属膳食评估结果来看,食品中铅、镉、汞和砷的摄入量总体上低于威胁居民健康的水平,但是儿童膳食重金属摄入量偏高,儿童是重金属的敏感人群,重金属摄入的健康风险需引起重视。

在有机污染物膳食暴露评估方面,Zhang 等^[39]通过分析动物性食品和植物性食品中二噁英类物质含量,结合膳食消费量获得了最新的我国居民二噁英类物质膳食摄入量数据,并对高暴露人群的摄入水平进行了评价。结果显示不同性别、年龄组居民膳食摄入量均值在每个月 15.4~38.7 $\text{pg TEQ}/\text{kg}$,高暴露人群(97.5% 分位数)的摄入量在每个月 68.5~226.1 $\text{pg TEQ}/\text{kg}$ 。沈海涛等^[40]的研究结果显示杭州居民的每日二噁英类物质膳食摄入量最高可能达到 233.1 pg TEQ ,杭州居民二噁英类物质摄入量及其潜在健康风险不容忽视。Zhang 等^[41]通过分析第 4 次中国总膳食样品结合膳食消费量首次获得了我国一般人群多溴联苯醚的膳食摄入水平。结果表明不同性别年龄组人群膳食暴露

均值在 0.7~1.5 ng/kg 。高暴露人群在 2.0~4.2 ng/kg 。王向勇等^[42]对持久性有机污染物膳食摄入的研究进展进行了详细综述,认为总体上该类化合物的膳食摄入还不足以对人们的健康造成明显的影响。从不同的研究来看,都是选择了当地具有代表性的食物,一般只能用于初步的风险评估,在以后的研究中应该更加全面的了解持久性有机污染物的膳食暴露水平。

在农药残留方面,Zhou 等^[43]通过检测 2007 年全国总膳食研究样品中有机氯农药污染水平,对我国居民有机氯农药膳食暴露水平进行了评估,发现有机氯农药的膳食暴露平均水平与过去相比明显下降,我国居民膳食摄入水平目前低于威胁人类健康的水平。赵敏娴等^[44]整合江苏居民营养与健康状况调查数据与全国农产品污染物监测数据,以毒死蜱作为指示农药,运用美国 EPA 推荐的相对强度系数法,采用简单分布评估模型,计算江苏居民有机磷农药膳食累积暴露量,并与急性参考剂量比较,进行评估。结果显示江苏居民的平均暴露水平处于安全范围,少数高端暴露儿童存在急性中毒风险;对青菜和韭菜等高贡献度食物需加强监控。尚静等^[45]对稻米中的三唑磷残留含量结合膳食调查数据,对不同年份不同年龄段的人群进行膳食暴露及风险评估,结果表明,2~5 岁儿童摄入量偏高,存在一定安全风险。上述研究表明食品中农药残留的摄入量总体上处于安全水平,但是儿童膳食摄入量偏高。

在其它有机污染物方面,国家风险评估中心^[46]2012 年采用简单分布模型方法,计算全国不同地区居民的反式脂肪酸摄入水平,以及北京、广州城市不同年龄组的反式脂肪酸摄入水平,评估反式脂肪酸的潜在健康风险,结果表明大城市居民平均摄入水平高于其他类型地区居民的摄入水平,我国居民膳食中反式脂肪酸的健康风险很低。Xia 等^[47]对中国太原食品中多环芳烃进行检测,计算了当地居民多环芳烃的膳食暴露水平并进行了健康风险评估,结果显示当地居民多环芳烃具有高潜在致癌风险,且各年龄段的男性的膳食暴露水平均高于女性。陈莉莉等^[48]通过大学生的塑料瓶装饮料摄入情况问卷调查,结合市售塑料瓶装饮料中 DBP 及 DEHP 的检测数据,运用蒙特卡洛概率模型拟合大学生群体 DBP 和 DEHP 每日暴露情况,结果表明大学生经塑料瓶装饮料 DBP 和 DEHP 的暴露值均低于其每日允许摄入量,安全限值均小于 1,大学生经塑料瓶装饮料摄入 DEHP 的暴露量尚不存在健康风险。

在黄曲霉毒素方面,王君等^[49]通过食品中黄曲霉毒素的污染水平和人群食物摄入量计算人群黄曲霉毒素的膳食暴露量,结果表明我国成人、2~6 岁儿童、城市人群、农村人群的平均黄曲霉毒素膳食暴露量分别为 665.43、415.39、487.64、749.14 $\text{ng}(\text{人}\cdot\text{d})$,农村人群和 2~6 岁儿童、玉米和大米在控制我国人群黄曲霉毒素膳食暴露量、降低肝癌患病率中是不可忽视的重点人群和重点食品。郭耀东等^[50]对我国不同人群通过玉米食品对黄曲霉毒素 B_1 的膳

食暴露情况进行非参数概率评估,结果表明 2~6 岁儿童、标准人、城市标准人、农村标准人中玉米食品高消费人群对黄曲霉毒素 B_1 摄入量的高百分位数 P_{99} 分别为 29.98(19.03~68.59)、10.18(6.46~23.30)、5.46(3.47~12.49)、13.37(8.49~30.60) $ng/(kg \cdot d)$,我国玉米食品中黄曲霉毒素 B_1 对我国总体肝癌发病率贡献较小。丁晓霞^[51]采用非参数概率评估方法评估了中国人群产后花生黄曲霉毒素膳食暴露量,结果表明儿童属于产后花生黄曲霉毒素高暴露人群,45 岁以上中老年人产后花生黄曲霉毒素膳食摄入风险较大。白芝珍等^[52]应用暴露限值法评估黄曲霉毒素暴露风险,评估结果显示:城市和农村人群膳食摄入黄曲霉毒素致癌风险无显著差异,儿童属于高风险人群。上述研究均提示儿童是黄曲霉毒素的高暴露人群。

国内食品中化学污染物风险评估中暴露模型以前多采用点评估方法,近 5 年,逐步采用简单分布评估和概率评估方法;风险特征描述大多是用暴露量与 WHO 推荐的参考剂量如 PTWI、PTDI、PTMI、ARfD 等进行比较,也有部分采用 EPA 的健康风险评价模型^[30, 44],还有将应用暴露限值法(MOE)法应用于遗传毒性致癌物如黄曲霉毒素^[52]风险描述上。这种由定性到定量,由对人群单一评估到个体分布,由全人群到不同年龄组人群评估,不仅反映了我国在暴露评估方法学上的进展,也将提升我国化学污染物风险评估水平,从而提供更为可靠和精细的评估结果。

3 我国化学污染物风险评估中存在的问题

由于以前我国实施食品安全风险管理较晚,食品安全风险评估运行机制还不够完善。虽然近年来化学污染物风险评估工作有一些进展,但与一些发达国家之间还存在一定的差距,还存在着一些不足之处。

3.1 毒理学资料缺乏

食品毒理学是食品安全风险评估基础,我国在食品毒理学研究方面起步晚,研究基础薄弱。由于缺乏全面系统的食品毒理学研究资料,我国在食品安全风险评估中大多借用国外的毒理数据,很多食品安全限量标准的制定参考国外的毒理学资料。此外,某些中国自己特色的化学物如只在我国使用的农药和兽药还没有相关数据,需要开展相关毒理学研究,积累毒理学资料。

3.2 膳食暴露数据缺乏

暴露评估技术是食品安全风险评估中最关键的技术环节。暴露评估需要大量的食物污染物残留量数据和膳食消费量数据^[53]。国外这方面数据比较全面,但是由于不同国家人群特点、膳食结构、污染物本底值,农药和兽药使用等情况不同,我们要获得结合我国的实际情况,需建立起我国完善的数据库,才能更详细准确地反应我国的食物安全状况。前面提到的中国居民营养调查相关资料虽积累

了较为丰富的膳食和营养数据,但膳食以大类来调查统计,如水产品、新鲜蔬菜、新鲜水果等,具体食品如鳕鱼、大白菜、苹果、茶叶等的详细消费量数据还不完善;全面的膳食调查 5 年一次,缺乏样本的连续抽样跟踪调查,很多膳食变化的演变不太清楚。我国通过食品安全监测等项目的实施,对食品中主要污染物的情况有了初步的了解,但是食品中的许多污染情况仍然“家底不清”。食品中新增农药和兽药残留、生物毒素及其他持久性化学物的污染状况缺乏系统的监测资料^[54]。目前现有监测网络的覆盖面、项目指标、监测数据等方面与开展科学评估的资料需求还有一定差距。

3.3 开展的食品安全风险评估不够

食品安全风险评估涉及到食品、微生物、化学、流行病学、药理学、毒理学、统计学等多方面知识,我国这方面的跨学科人才比较缺乏^[54],开展食品安全风险评估研究工作的单位和人员有限,因此,相对国外形式多样,种类良多的食品安全风险评估报告,我国的风险评估报告数量还不够。因缺乏暴露评估准则和定性定量风险分析模型的标准,质量也参差不齐。此外,专门为婴幼儿、孕妇、老年人等敏感人群和污染物水平较高、膳食摄入量较大等特殊地域做的评估报告较少。

4 对我国化学污染物风险评估的建议

4.1 加强风险评估技术研究

加强食品中新的危害物质的系统毒理学安全性评价研究,将风险评估建立在自主性的危害识别科学研究基础上。尽快发布风险评估规范性文件,加强评估所用模型和软件的开发。

4.2 加强风险评估基础数据的采集和信息平台的建设

科学、合理地开展中国居民膳食调查,加快总膳食调查的步伐,获得全面的人口统计学和膳食摄入量数据。加强我国不同地区不同类别食品中各类污染物水平监测,建立高质量的食物污染物数据库。

4.3 逐步有序开展食品中化学污染物风险评估

根据我国食品安全监管重点和国际关注热点,制定国家食品安全风险评估规划,提出优先风险评估计划,并对食品中化学污染物开展有序评估,评估结果作为制定食品安全标准和食品安全风险管理的依据。

4.4 加强食品安全风险评估宣传和交流

一方面,动员、引导、支持公众参与食品安全风险评估活动、参与食品风险的监督管理^[55],并保证公众对影响自己健康利益的食品风险事项,有知情权、参与权、监督权;另一方面,通过交流和宣传食品安全风险评估,引导公众和媒体正确认识风险,增进其对于风险评估结果的支

持和接受。

4.5 加强国家与地区、国家与国家间的交流合作

WHO/FAO 等国际组织和美国等国家在化学污染物毒理学、污染水平和评估方法等方面已积累了大量的数据和资料,进行我国食品中化学污染物风险分析时,可选择地采用,以避免类似工作的重复。另外不仅仅要参考他们的评估结果,而且要研究、吃透他们的方法学^[56]。同时,我们要积极参与国际组织,与国际接轨,在食品安全风险评估工作中尽可能采用国际通用的方法如食品分类系统,国际通用检测方法和食物消费量调查方法等,以便我们的数据得到国际认同,提高食品安全方面的国际话语权和影响力。

5 结 语

我国已在化学污染物风险评估方面开展了一定的研究,但在评估数量和质量上与发达国家均存在着一定的差距,因此,我国需要借鉴国际先进风险评估理念和方法,建立完善的我国居民化学污染物暴露数据库,建立符合我国国情的食品安全风险评估的技术和方法学体系,对食品中化学污染物风险进行更多有效的评估,有选择性对特定人群开展专项评估,为我国食品安全标准的制定提供科学依据,提供食品中化学污染物安全预警信息,保障我国居民的食品安全。

参考文献

- [1] 陈君石. 危险性评估与食品安全[J]. 中国食品卫生杂志, 2003, 15(1): 3-6.
Chen JS. Risk assessment and food safety [J]. Chin J Food Hyd, 2003, 15(1): 3-6.
- [2] 联合国粮农组织, 世界卫生组织著. 刘兆平, 李凤琴, 贾旭东译. 食品中化学物的风险评估原则和方法[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012.
FAO and WHO. Liu ZP, Li FQ, Jia XD translation. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2012.
- [3] 中华人民共和国食品安全法[Z]. 2009-02-28.
The food safety law of the people's Republic of China [Z]. 2009-02-28.
- [4] Coleman ME, Marks HM. Qualitative and quantitative risk assessment [J]. Food Control, 1999 (10): 289-297.
- [5] Zwietering MH. Quantitative risk assessment: Is more complex always better? Simple is not stupid and complex is not always more correct [J]. Int J Food Microbiol, 2009, 134: 57-62.
- [6] WHO/FAO. Food safety risk analysis: A guide for national food safety authorities [M]. FAO Food and Nutrition Paper. Rome, 2006.
- [7] 石阶平, 王硕, 陈福生. 食品安全风险评估[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2010.
Shi JP, Wang S, Chen FS. Food safety risk assessment [M]. Beijing, China Agriculture University Press, 2010.
- [8] 刘沛, 吴永宁. 构建中国膳食暴露评估模型提升我国食品安全风险评估水平[J]. 中华预防医学杂志, 2010, 44(3): 181-183.
Liu P, Wu YN. Development of Chinese dietary exposure evaluation model and enhance food safety assessment of China[J]. Chin J Prev Med, 2010, 44(3): 181-183.
- [9] 张磊, 李凤琴, 刘兆平. 食品中化学物累积风险评估方法及应用[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(1): 378-382.
Zhang L, Li FQ, Liu ZP. Cumulative risk assessment of chemicals in food [J]. Chin J Food Hyg, 2011, 23(1): 378-382.
- [10] 王李伟, 刘弘. 食品中化学污染物的风险评估及应用[J]. 上海预防医学杂志, 2008, 20(1): 26-28.
Wang LW, Liu H. Application and risk assessment of chemicals in food[J]. Shanghai J Prev Med, 2008, 20(1): 26-28.
- [11] 杨明亮, 刘进, 彭莹. 食品安全管理的三次浪潮[J]. 湖北预防医学杂志, 2003, 14(3): 5-7.
Yang ML, Liu J, Peng Y. Three waves of Food safety [J]. Hubei J Prev Med, 2003, 14(3): 5-7.
- [12] WHO. Reliable Evaluation of Low-Level Contamination of Food[R]. 1995, http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/lowlevel_may1995/en/index.html.
- [13] European UNION. White Paper on Food Safety [R]. 2000, http://ec.europa.eu/food/food/intro/white_paper_en.html.
- [14] International Life Sciences Institute, Europe. Food Safety in Europe: Risk Assessment of Chemicals in the Food and Diet [J]. Food Chem Toxicol, 2002, 40(7): 137.
- [15] Federal Institute for risk assessment. Dioxin and PCB contents in game meat do not pose a health risk [R]. 2011, <http://www.bfr.bund.de/cm/343/dioxin-und-pcb-gehalte-in-wild-stellen-keine-gesundheitsgefahrdar.pdf>.
- [16] Federal Institute for risk assessment. 10th Anniversary of the Federal Institute for Risk Assessment [R]. 2012, http://www.bfr.bund.de/en/publication/brochures_and_leaflets-61045.html.
- [17] Federal Institute for risk assessment. Measured residues of the pesticide Fenamiphos on cucumbers pose a health risk for children [R]. 2011, http://www.bfr.bund.de/en/publication/bfr_opinions_2011-127797.html.
- [18] 周建民, 刘娟娟, 徐晟航, 等. 发达国家食品质量风险评估现状及对我国的启示[J]. 中国农机化, 2011(1): 95-98.
Zhou JM, Liu JJ, Xu SH, *et al*. Foods' risk assessment of developed countries and the revelations for China [J]. Chin Agric Mechanization, 2011(1): 95-98.
- [19] United States Environmental Protection Agency. Opportunities to Improve Data Quality and Children's Health through the Food Quality Protection Act [R]. 2006, <http://www.epa.gov/oig/reports/2006/20060110-2006-P-00009.pdf>.
- [20] United States Environmental Protection Agency. Changes Needed to Improve Public Confidence in EPA's Implementation of the Food Quality Protection Act [R]. 2005, <http://www.epa.gov/oig/reports/2006/20051019-2006-P-00003.pdf>.
- [21] 滕月. 发达国家食品安全规制风险分析及对我国的启示[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2008, 102(5): 55-57.
Teng Y. The enlightenment of the risk analysis-based food safety regulation in developed countries [J]. J Harbin Commerce Univ (Soc Sci), 2008, 102(5): 55-57.

- [22] 李宁, 严卫星. 国内外食品安全风险评估在风险管理中的应用概况[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(1): 13-17.
- Li N, Yan WX. National and international food safety assessment overview [J]. Chin J Food Hyg, 2011, 23(1): 13-17.
- [23] 李筱薇, 高俊全, 王永芳, 等. 2000 年中国总膳食研究—膳食砷摄入量[J]. 卫生研究, 2006, 35(1): 63-66.
- Li XW, Gao JQ, Wang YF, *et al.* 2000 Chinese total dietary study-the dietary arsenic intakes[J]. Hyg Res, 2006, 35(1): 63-66.
- [24] 李筱薇, 刘卿, 刘丽萍, 等. 应用中国总膳食研究评估中国人膳食铅暴露分布状况[J]. 卫生研究, 2012, 41(3): 379-384.
- Li XW, Liu Q, Liu LP, *et al.* Application of the data from Chinese total dietary study to assessment the distribution of lead exposure in different age-gender population groups [J]. Hyg Res, 2012, 41(3): 379-384.
- [25] 李筱薇, 高俊全, 陈君石. 2000 年中国总膳食研究—膳食汞摄入量[J]. 卫生研究, 2006, 35(3): 323-325.
- Li XW, Gao JQ, Chen JS, *et al.* 2000 Chinese total dietary study-the dietary mercury intakes [J]. Hyg Res, 2006, 35(3): 323-325.
- [26] 刘弘, 吴春峰, 陆屹, 等. 上海市居民膳食中铅镉暴露水平评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(3): 218-223.
- Liu H, Wu CF, Lu Y, *et al.* Assessment on the dietary exposure of lead and cadmium in Shanghai residents [J]. Chin J Food Hyg, 2011, 23(3): 218-223.
- [27] 黄李春, 汤璠, 章荣华, 等. 2009-2010 年浙江省三个地区居民膳食铅和镉暴露评估[J]. 中华预防医学杂志, 2012, 46(1): 42-45.
- Huang LC, Tang J, Zhang RH, *et al.* Exposure assessment on dietary lead and cadmium of residents in three areas of Zhejiang province from 2009 to 2010 [J]. Chin J Prev Med, 2012, 46(1): 42-45.
- [28] 刘桂华, 张慧敏, 姜杰, 等. 深圳市居民食品中铅、镉的膳食暴露量评估[J]. 华南预防医学, 2009, 35(6): 28-31.
- Liu GH, Zhang HM, Jiang J, *et al.* Dietary exposure assessment of lead and cadmium in Shenzhen [J]. South China J Prev Med, 2009, 35(6): 28-31.
- [29] 肖贵勇, 王佳佳, 安军静, 等. 北京市丰台区居民主要膳食镉暴露评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2014, 26(1): 88-91.
- Xiao GW, Wang JJ, An JJ, *et al.* Assessment on the dietary exposure of cadmium in Fengtai district residents [J]. Chin J Food Hyg, 2014, 26(1): 88-91.
- [30] 梁高道, 革丽亚, 谭慧, 等. 武汉市城市成人居民总膳食中镉的健康风险评估[J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(12): 2715-2716.
- Liang GD, Ge LY, Tan H, *et al.* Health risk assessment of cadmium via diet for adults in Wuhan [J]. Chin J Health Lab Technol, 2008, 18(12): 2715-2716.
- [31] 梁鹏. 广东省市售水产品中汞含量分布及人体摄入量评估[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- Liang P. Mercury in Consumer aquatic production and human exposure of mercury via aquatic production consumption in Guangdong province [D]. Chongqing: Southwest University, 2008.
- [32] 宋晓昀, 袁宝君, 刘沛, 等. 江苏省不同年龄儿童膳食铅摄入量[J]. 环境与健康杂志, 2009, 26(8): 726-726.
- Song XJ, Yuan BJ, Liu P, *et al.* Dietary lead intake of children of different ages in Jiangsu [J]. J Environ Health, 2009, 26(8): 726-726.
- [33] 谭铭雄, 刘兆敏, 何洁仪, 等. 广州市儿童总膳食化学污染物暴露危险性评估[J]. 中国热带医学, 2008, 8(2): 327-329.
- Tan MX, Liu ZM, He JY, *et al.* Assessment of risk exposure of children to chemical pollutants in total diet in Guangzhou City [J]. China Trop Med, 2008, 8(2): 327-329.
- [34] 孙金芳, 王灿楠, 袁宝君, 等. 江苏居民膳食铅暴露概率评估及年龄别百分位数曲线[J]. 中华预防医学杂志, 2011, 45(10): 924-928.
- Sun JF, Wang CN, Yuan BJ, *et al.* Probabilistic evaluation of dietary exposure to lead and age-related exposure cenfile for residents in Jiangsu [J]. Chin J Prev Med, 2011, 45(10): 924-928.
- [35] 宋晓昀, 王锋, 袁宝君, 等. 江苏省居民镉的膳食暴露评估[J]. 中华预防医学杂志, 2010, 44(4): 340-344.
- Song XJ, Wang F, Yuan BJ, *et al.* Resident dietary exposure of cadmium in Jiangsu province [J]. Chin J Prev Med, 2010, 44(4): 340-344.
- [36] 宋雯, 陈志军, 朱智伟, 等. 南方 6 省稻米总汞含量调查及其膳食暴露评估[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(5): 817-823.
- Song W, Chen ZJ, Zhu ZW, *et al.* Survey and Dietary Exposure Assessment of Total Mercury in Milled Rice Farmed in 6 Provinces of Southern China [J]. J Agro-Environ Sci, 2011, 30(5): 817-823.
- [37] 张德新, 马红梅, 何振宇. 基于 Monte Carlo 模拟法对大米途径摄入镉的风险评估[J]. 环境卫生学杂志, 2013, 3(1): 40-44.
- Zhang DX, Ma HM, He ZY. Risk assessment of cadmium exposure from rice by Monte Carlo simulation method [J]. J Environ Hyg, 2013, 3(1): 40-44.
- [38] 陈志军, 宋雯, 李培武, 等. 中国花生中镉含量调查与膳食风险评估[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(2): 237-244.
- Chen ZJ, Song W, Li PW, *et al.* Survey and dietary risk assessment of cadmium in peanut products in China [J]. J Agro-Envir Sci, 2012, 31(2): 237-244.
- [39] Zhang L, Li JG, Liu X, *et al.* Dietary intake of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs from the Chinese total diet study in 2007 [J]. Chemosphere, 2013, 90: 1625-1630.
- [40] 沈海涛, 韩见龙, 任一平. 农产品中二噁英类似物含量及人体摄入量的初步评估[J]. 环境化学, 2007, 26: 269-270.
- Shen HT, Han JL, Ren YP. The assessment about dioxin-like compounds level in agriculture foods and the human dietary intake [J]. Environ Chem, 2007, 26: 269-270.
- [41] Zhang L, Li JG, Zhao YF, *et al.* Polybrominated diphenyl ethers (pbdes) and indicator polychlorinated biphenyls (PCBs) in Foods from China: Levels, Dietary Intake, and Risk Assessment [J]. J Agric Food Chem, 2013, 61: 6544-6551.
- [42] 王向勇, 张磊, 李敬光. 持久性有机污染物膳食摄入的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(2): 437-446.
- Wang XY, Zhang L, Li JG. Research progress of persistent organic pollutants in dietary intake [J]. J Food Saf Qual, 2014, 5(2): 437-446.
- [43] Zhou PP, Zhao YF, Li JG, *et al.* Dietary exposure to persistent organochlorine pesticides in 2007 Chinese total diet study [J]. Environ Int, 2012, 42: 152-159.
- [44] 赵敏娴, 王灿楠, 李亭亭, 等. 江苏居民有机磷农药膳食累积暴露急性风险评估[J]. 卫生研究, 2013, 42(5): 1000-8020.
- Zhao MX, Wang CN, Li TT, *et al.* Acute risk assessment of cumulative di-

- etary exposure to organophosphorus pesticide among people in Jiangsu province [J]. Hyg Res, 2013, 42(5): 1000–8020.
- [45] 尚静, 吴莉宇, 王强, 等. 三唑磷在稻米中的膳食暴露及其风险评估[J]. 浙江农业科学, 2010, (1): 607–610.
- Shang J, Wu LY, Wang Q, *et al.* Dietary exposure and risk assessment of Triazophos in rice [J]. J Zhejiang Agric Sci, 2010, (1): 607–610.
- [46] 国家食品安全风险评估中心风险评估报告[R]. 2013, http://www.cfsa.net.cn/Article/News_List.aspx?channelcode=0BF7C4EABE99AB17785E8C097FEFB9C0C989A3242E08B589&code=3F1AA0AB6804A345B83F96387C1D3CBC892D87915AC3A61F.
- The risk assessment report of China national center for food safety risk assessment [R]. 2013, http://www.cfsa.net.cn/Article/News_List.aspx?channelcode=0BF7C4EABE99AB17785E8C097FEFB9C0C989A3242E08B589&code=3F1AA0AB6804A345B83F96387C1D3CBC892D87915AC3A61F.
- [47] Xia ZH, Duan XL, Qiu WX, *et al.* Health risk assessment on dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Taiyuan, China [J]. Sci Total Environ, 2010, 408: 5331–5337.
- [48] 陈莉莉, 李荔群, 张励倩, 等. 塑料瓶装饮料中邻苯二甲酸二丁酯和邻苯二甲酸-(2-乙基己基)酯含量及其对大学生的潜在暴露风险[J]. 环境与职业医学, 2012, 29(9): 543–547.
- Chen LL, Li LQ, Zhang LQ, *et al.* Dibutyl Phthalate and Di(2-ethylhexyl)phthalate Contents in Plastic Packaged Beverages and Potential Exposure Risk to College Students [J]. J Environ Occup Med, 2012, 29(9): 543–547.
- [49] 王君, 刘秀梅. 中国人群黄曲霉毒素膳食暴露量评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2007, 19(3): 238–240.
- Wang J, Liu XM. Assessment of dietary aflatoxins exposure in Chinese residents [J]. Chin J Food Hyg, 2007, 19(3): 238–240.
- [50] 郭耀东, 陈璐, 袁亚宏, 等. 基于概率分析的玉米食品中黄曲霉毒素B₁膳食暴露及风险评估[J]. 食品科学, 2013, 34(11): 24–27.
- Guo YD, Chen L, Yuan YH, *et al.* Dietary Exposure and risk assessment of aflatoxin B₁ in corn-based foods in China using probabilistic approach [J]. Food Sci, 2013, 34(11): 24–27.
- [51] 丁小霞. 中国产后花生黄曲霉毒素污染与风险评估方法研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- Ding XX. Study on post-harvest peanut aflatoxins contamination and risk assessment in China [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011.
- [52] 白艺珍, 丁小霞, 李培武, 等. 应用暴露限值法评估中国花生黄曲霉毒素风险[J]. 中国油料作物学报, 2013, 35(2): 211–216.
- Bai YZ, Ding XX, Li PW, *et al.* Risk assessment of peanut aflatoxins exposure by margin of exposure in China [J]. Chin J Oil Crop Sci, 2013, 35(2): 211–216.
- [53] 隋海霞, 贾旭东, 刘兆平, 等. 食品中化学物膳食暴露评估数据的来源、选择原则及不确定性分析[J]. 卫生研究, 2011, 40(6): 791–794.
- Sui HX, Jia XD, Liu ZP, *et al.* Data sources, selection principle and evaluation uncertainty of chemicals exposure assessment in food diet [J]. J Hyg Res, 2011, 40(6): 791–794.
- [54] 张睿梅, 彭亚拉, 杜波. 对我国食品安全风险评估的思考[C]. 2009年第二届国际食品安全高峰论坛论文集, 2011: 146–149.
- Zhang RM, Peng YL, Du B. Think on the food safety risk assessment in China [C]. Symposium of the Second(2009) International Food Safety Forum, 2011: 146–149.
- [55] 戚建刚. 食品危害的多重属性与风险评估制度的重构[J]. 当代法学, 2012, (2): 49–56.
- Qi JG. The multiple attributes of food hazards and reconstruction of risk assessment system [J]. Contemp Law Rev, 2012, (2): 49–56.
- [56] 陈君石. 风险评估在食品安全监管中的作用[J]. 农业质量标准, 2009, (3): 4–8.
- Chen JS. The role of risk assessment in food safety inspection [J]. Agric Quality Standard, 2009, (3): 4–8.

(责任编辑: 张宏梁)

作者简介



周妍, 博士, 主管技师, 主要研究方向为食品安全与理化检验。
E-mail: zy_hbcdc@163.com



闻胜, 博士, 副研究员, 副所长, 主要研究方向为食品安全。
E-mail: wenshenggy@aliyun.com