

食品安全风险评估模型研究综述

聂文静, 李太平*

(南京农业大学经济管理学院, 南京 210095)

摘 要: 近年来, 食品安全事件的频发暴露了食品质量安全保障体系的脆弱性, 该体系构成之一的食品安全风险分析体系是分析食品潜在危害以及控制危害产生的有效管理模式, 而风险评估是整个体系的核心和基础, 风险评估方法的利用与改进引起学界和企业界的广泛关注。文章从数量统计方法和化学、生物及物理危害物评估技术这两大方面, 对有关食品安全风险评估模型的国内外文献进行梳理, 总结当前食品安全风险评估研究现状与不足, 以期提出有待进一步研究的方向。

关键词: 食品安全; 风险评估; 评价模型

Research review of food safety risk assessment model

NIE Wen-Jing, LI Tai-Ping*

(College of Economics & Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

ABSTRACT: In recent years, frequent occurrence of food incidents has revealed the weakness of food safety-protection system. Food safety risk-analysis system, as the component of safety-protection system, is an effective management pattern to analyze and control potential hazard. Risk-assessment is the center and base of entire risk-analysis system, application and improvement of which certainly attract academic and business circles' wide attention. In perspective of mathematical method and physical, chemical and biologic hazard risk assessment, this article focuses on sorting out papers about food safety risk-assessment model home and abroad, summarizing the status as well as weakness, and also presenting further trend of research.

KEY WORDS: food safety; risk assessment; evaluation model

1 引 言

不断频发的食品安全事件和国际贸易中日趋严苛的食品安全法规, 对食品质量安全监管提出了更高的要求。食品安全风险分析是食品安全科学管理的有效手段之一, 其不仅直接关系到公共的生命健康、政府的权威和公信力, 也被认为是食品安全管理最显著的新进展之一, 国际社会普遍遵循的规则之一。

作为风险分析体系重要构成要素之一的风险评估, 则是风险分析体系的核心, 而风险分析制度是食品安全科学监管的基础, 食品安全限量标准和相关法规的制定要以风险分析结果为依据^[1,2]。风险评估(或风险评价)系指利用现有的科学资料和科学手段, 就食品中对人体健康造成的危害因子进行识别、确认和定量分析。风险评估的基本模式按危害物性质分为化学危害物、生物危害物和物理危害物风险评估; 其

基金项目: 国家自然科学基金项目(71173114)

Fund: National Natural Science Foundation of China(71173114)

*通讯作者: 李太平, 教授, 主要研究方向为食品安全与农业标准化。E-mail:2012106020@njau.edu.cn

*Corresponding author: Li Tai-Ping, Professor, College of Economics and Management, Nanjing Agricultural University, No.1, Weigang Road, Nanjing 210095, China. E-mail:sylvanie623@126.com

过程按先后顺序分为危害识别、危害特征描述、暴露评估和风险描述四个阶段^[3-5]。张永建等^[6]认为食品的安全性评价就是评价食品中的危害成分或该危害物的毒性以及相应的风险程度,需要利用足够的毒理学资料确认这些成分及安全剂量限度。

2 食品安全风险评估模型的研究综述

食品安全风险评估起源于其他领域系统评估的发展,至20世纪90年代末才形成世界范围的评估体系,即国际食品法典委员会(CAC)倡导的食品安全风险分析。然而,该体系的应用在世界范围内并不平衡,发达国家不仅建立了从“农田到餐桌”供应链全过程的风险评估,还侧重于化学和生物危害物的评估。

再观国内,评价方法大多遵循以上路径:首先根据风险评价指标体系对风险因子赋权重,得出各因素发生的概率或风险指数,再运用统计分析方法评估风险水平,量化风险发生的可能性,最后根据各因素的发生提出制定相应政策建议。据此,本文将从国内外两类特征差异较大的风险评估状况对食品安全风险评估进行梳理。

2.1 评估体系和评估模型的统计方法综述

国内风险评估方法普遍倾向于模糊综合评价法,即定性定量相结合的多目标决策分析方法,是食品安全评价领域使用最广泛的一种分析方法。柳顺等^[7]总结了模糊综合评价方法的优点,其以模糊隶属度函数为桥梁将风险不确定性转化成确定性,对模糊性加以量化,以便利用传统的数学方法分析和处理。武力^[8]建立了食品供应链各环节的食品安全风险评估指标体系,将层次分析法与模糊综合评价方法结合起来,先对各指标权重进行权衡,再模糊处理指标信息,最后运用模糊综合运算评价结果。

指标打分法是建立在模糊综合评价和专家评价方法基础上的一种简单的风险评价方法。方法思想是依托相关领域专家对各风险指标的认识,赋予各指标一定分值,就每个指标分别打分进而累计总分,结合各风险指标的权重值运用模糊综合评价矩阵计算得出综合风险结果^[9]。

刘於勋^[10]建立层次分析与灰色关联分析法,构建食品安全综合评价指标体系模型,从系统内部发掘信息、利用信息、分层排序、进行建模,通过多因

素统计之灰色关联分析(GRA)确定主次因素以及对确定各因素间的强弱、大小和次序。

纵观三种方法,模糊综合评价方法通过量化决策者的经验判断,使模糊概念具体化,适用于解决结构复杂且缺乏数据的问题;指标打分法增强了可比性和精确性,量化指标明确,适合对评价结果精度要求不高的现场或临时评价环境;层次分析法概念直观,计算方便,容易理解。但是,这三种方法的固有缺陷是主观性过强,缺少科学依据。各专家受自身素质、能力、学识与价值观的影响对风险因素的认识程度并不相同,指标权重分配过程中,量化决策者的经验判断并不科学,评估分数带有随意性;再有,风险评价指标体系列出部分而非全部风险因素,使结果带有片面性。

较之以上方法,粗糙集模型善于处理具有偏好的多属性决策分析,发现分类问题给定偏好间的冗余及依赖,可由偏好属性决策表导出偏好决策规则^[11]。粗糙集理论是天然的数据挖掘或知识发现方法,与处理不确定性问题的方法相比,无需数据之外的先验知识,且与处理不确定性问题的理论(模糊理论)互补,是当前研究的热点。

2.2 物理、化学、生物性危害风险评估方法综述

国外关于食品安全评估方法的研究大都遵循四个步骤:危害识别、危害特征描述、摄入量(暴露)评估和风险特征描述,重点集中在特征描述与摄入量评估。危害识别系指确定某种物质的毒性,对其导致不良效果的固有性质进行鉴定;危害特征描述通过比对超标量大小和相应的剂量-反应关系标准,对危害进行定性分级评估;摄入量评估依据膳食调查和食品中有害物质暴露水平的调查数据,对生物性、化学性与物理性因子的定性或定量评估;风险特征描述指就暴露对健康产生危害的可能性进行估计。赵林度^[12]用结构图描述了食品安全风险评估的具体流程。接下来,本文重点分析物理、化学、生物性危害风险评估模型的国内外现状。

2.2.1 物理性危害风险评估

物理性危害可通过一般性措施进行控制,除了现有ISO和CAC等国际性标准与管理体系外,还有其他质量控制规则,如在农产品生产和加工企业中实施良好操作规范或良好生产规范(GMP)、良好生产实践指南(GGP)、卫生操作标准规范(SSOP);在农产

品销售企业中实施良好销售规范(GDP); 在农产品供应链企业中实施质量体系或质量标准(QS)、危害分析与关键点控制(HACCP)等。学者们还对这些规则的实施条件与效果进行了分析, Noelke 等^[13]关注了农产品供应链范围内的食品安全系统效率, 并分析强制性规则、准自愿或自愿规则在供应链中实施普遍的各自条件。研究表明, 自愿规则和过失责任规则能提供最高水平的食品安全。Fares 等^[14]在此基础上研究了规则如何实施的问题, 他认为农产品安全的重视使得公共当局和农产品经营者具有自愿实施农产品安全计划的动机。

相比于上述国际通用的食品质量安全控制方法, 韩杨等^[15]认为食品追溯体系(FTS)作为披露食品质量安全信息的工具, 其利用食品质量安全信号传递机制, 将食品供应链全程衔接起来, 增加各环节的透明度, 弥补了仅针对单一行为主体内部环节控制的缺陷, 有助于缓解食品市场上信息不完全和信息不对称的问题^[16,17]; 同时, 追溯体系根据跟踪的信息明确食品质量安全的责任人, 准确快速地找出问题根源并及时采取有效措施。

实质等同原则是 OECD 提出、经 CAC 同意用于转基因食品(GMO)和新食品的安全评估方法。基本思路是以传统食品为参照, 只要不是危害, 就认为新食品或 GMO 与传统食品至少同样安全, 要求在制作、利用和消费模式上三者差异不显著。如果存在参照物, 确定有“安全食用历史”参照食品的种类, 并尽可能获得化学成分、生产和利用方式、摄入模型、营养价值和目标人群等更多信息; 如果没有参照物, 需要找到其它评估程序。该方法不仅是与传统食品的一种比较评价, 而是基于食品毒理学的安全评价^[18]。

2.2.2 化学性危害风险评估

化学危害物风险评估的对象主要包括食品添加剂、农药残留和兽药残留、环境污染物和天然毒素, 一般可以人为控制, 其系一种化学危害的暴露途径的描述, 并估计其总摄入量。

Thomas^[19]的食品安全指数评估模型, 通过比较人体污染物实际摄入量(EDI)与安全摄入量(SI)来评价食品中某种化学残留对消费者健康影响。食品安全指数公式: $ISF_c = EDI_c \cdot f / SI_c \cdot bw$; $EDI_c = \sum (R_i \cdot F_i \cdot E_i \cdot P_i)$, 其中 c 为分析的化学物质; bw 为平均体重 60kg; EDI_c 为实际日摄入量估计值; SI_c 为安全摄入量; i 为不同的食品种类; R_i 、 F_i 、 E_i 和 P_i 分别

为化学物质 c 的残留水平、食品日消费估计量、可食用部分因子和加工处理因子, E_i 和 P_i 根据一般为 1。根据计算结果得出化学物质 c 对食品安全的影响程度: $ISF_c = 0$, 食品安全无风险; $ISF_c \leq 1$, 食品安全风险可接受; $ISF_c \geq 1$, 安全风险超过可接受限度, 进入风险管理程序。

剂量-反应关系的生物学模型是由生理学基础的药代动力学模型(PBPK)和药效动力学模型(PBPD)结合形成的。PBPK 可根据任何器官或组织内化学物质及其代谢物浓度的时间变化, 获得其在体内的分布数据, 并可模拟肝脏等代谢转化功能, 提供毒物在体内的生物转化数据。Sharma 等^[22]完成了由食物中摄入铅到体内血铅浓度的推导; 美国环保署(EPA)建立了有机磷农药毒作用的 BBDR 模型。

概率暴露评估模型利用数据分布, 与忽略了个体差异的点评估法和简单分布法不同, 将食品消费数据、化学物残留量或浓度数据当作变量而非常态值^[20]。此外, 针对输入的每种化学物分布, 都有与暴露过程匹配的数学模型, 可用随机生成数值模拟膳食暴露, 也可定性分析与暴露评估相关的不确定因素。概率暴露评估模型大多适用于根据危害因素暴露量、人均体重和每人每日允许摄入量的膳食暴露风险评估中^[21]。Sharma 等^[22]却认为该模型并不是评估食品中单一杀虫剂残留风险的普适方法。Yuan 等^[23]以中国浙江地区 2082 份蔬菜样品中毒死蜱和氯氰菊酯残留的监测数据为基础, 采用基于 Monte Carlo 算法的概率模型和 Latin Hypercube 抽样技术, 建立了蔬菜中毒死蜱和氯氰菊酯膳食暴露概率评估模型。丁小霞等^[24]根据全国 13 个花生主产区中黄曲霉毒素检测数据和中国居民营养与健康状况调查中有关花生膳食消费数据, 建立花生中黄曲霉毒素非参数膳食暴露风险评估模型。

相对潜力因素评估法(RPF)是一种用于膳食化合物、尤其是杀虫剂暴露量的风险评估方法。Sharma 等^[22]认为该方法可与暴露概率评估模型结合, 用于计算机理、清楚化合物的累积暴露量, 如有机磷酸酯、氨基甲酸酯等风险评估。但是该方法仅可用在模型中的化合物具有剂量累积作用时^[22]。

决策评估法是 WHO-FAO-JECFA 联合推荐的计算膳食化合物风险值的方法, 也是欧洲评估膳食化学物风险的常用方法, 尤其适用于单一杀虫剂。欧洲食品安全局(EFSA)^[25]分析了模型计算方法, 用中位

数取替平均值,确保有95%的置信度低风险估算暴露量,不仅易于理解,配有操作指南,有利于杀虫剂生产企业及相关管理部门的直接评估。然而近期研究指出决策评估法不适合整个人群的风险评估。

风险-收益评估法(Risk-benefit model)是一种可以同时风险及收益综合评定的方法,是基于食品成分能提供远超膳食利益、而不产生健康风险认识的一种将风险收益相结合的食品安全风险评估法,由欧洲食品安全局于2006年提出。该方法具体分三步进行:风险评估,收益评估和风险-收益比较。Constable^[26]认为模型应引进新元素,如通过健康寿命周期(HALE)、非调整生命年(DALYS)或质量调整生命年(QALYs)指标平衡潜在风险和利益。其中,健康状况用货币值表示,如愿意支付值(WTP)或愿意接受值(WAT)。该模型是食品安全管理的有效方法,食品管理者通过提供食物和膳食供应最小最大水平,自主决策,多应用于富含钙、维生素A及叶酸等营养强化食品的安全评估以及鱼类等水产品的安全评估,国内主要用于药品的安全评估。

2.2.3 生物性危害风险评估

食品中总是存在一定的生物性风险,包括细菌、病毒、寄生虫、原生动物、藻类及它们产生的毒素。杨丽等^[27]归纳了生物性危害物的影响因素,包括从种植、加工、贮藏到烹调全程、宿主差异(敏感性、抵抗力)、病原菌毒力差异、病原体数量的动态变化以及文化地域的差异等可能性。生物病原体的风险评估按照定性方式,依据风险大小分为低、中、高三类,以衡量危害对人类影响的大小^[28]。定性的风险评估取决于特定的食物品种、病原菌的生态学知识、流行病学数据,以及专家对生产、加工、贮存、烹调等过程有关危害的判断。

生物性危害自然存在且难以消灭,相对于化学危害物而言,尚缺乏足够的资料以建立衡量食源性病原体风险的可能性和严重性的数学模型,但是近些年,定量的微生物风险评估方法也逐年成熟起来。Sugita-Konishi等^[29]、Signorini等^[30]分别采用Monte Carlo数学概率模型和随机模拟模型,开展黄曲霉毒素暴露风险评估,克服了点评估方法不能定量评估结果变异度和不确定度的缺点。

3 国内外研究评述

国内评价方法的研究对象主要针对食品供应链

中的风险因素,基于评价指标体系和数量模型,集中于定性研究,未广泛采用危害性评估技术,对化学性和生物性危害的暴露评估和定量危害性评估研究较少^[31],少有的定量研究多偏向于模糊综合评判法或层析分析法等统计方式对风险因素进行评价,得出风险因素发生的概率或风险指数,从而评估风险水平,或是分析食品安全风险各因素的重要程度、相互关联度,从而有针对性的采取解决措施降低风险发生。少量的风险评估多集中在化学性危害风险评估中的膳食暴露评估^[32-35],对潜在的危害因素可能引起的生态环境风险、人群健康风险等方面开展的风险评估较少,尚未建立适合中国国情的风险评估制度和技术体系。

国外学者注重从农田到餐桌的整个过程风险评估,重点是化学性风险评估,重点探讨四步骤中的风险特征描述和暴露(摄入量)评估,把安全风险量化,但是现有研究成果大多集中于食品安全问题的某一方面或某一类食品的研究,局限于个别问题的解决。

4 小结与展望

尽管基于食品安全风险分析的评价方法和模型众多,不同国家采用不同的评价方法和模型会导致同一地区的食品安全状况存在差异,使消费者对政府产生不信任感,甚至影响社会和谐稳定以及国际贸易中的不利地位,因此,研究者应对现行方法和模型进行可比性分析,找到认同度高的方法,满足不同评价者和地区的需要,这是未来食品安全风险评估的重点研究方向。此外,数学方法与实验方法相结合也是值得考虑的问题。

最后,从法制层面上看,风险评估工作并没有法律保障,缺乏强制性,很难在企业生产和监管工作中贯彻落实^[36]。尽管风险评估方法的科学合理性日渐明显,但唯有上升为法律并在食品行业中贯彻施行,才能将食品监管从“田园到餐桌”各供应链环节的风险降至最低。

参考文献

- [1] 刘潇威,何英,赵玉杰,等.农产品中重金属风险评估的研究与进展[J].农业环境科学学报,2007,26(1):15-18.
Liu XW, He Y, Zhao YJ, et al. Risk assessments for heavy metals in Agri-foods [J]. J. Agro-environ Sci, 2007, 26(1): 15-18.
- [2] 宋卫国,赵志辉.农产品安全风险评估方法及应用探讨[J].中

- 国农学通报, 2008, 24(2): 101–105.
- Song WG, Zhao ZH. Discussion on methods of agricultural product risk assessment and its application [J]. Chin Agric Sci Bull, 2008, 24(2): 101–105.
- [3] 钱永忠, 李耘. 农产品质量安全风险评估-原理、方法和应用 [M]. 北京: 中国标准出版, 2007.
- Qian YZ, Li Y. Agricultural products quality and safety risk assessment-principles, methods and applications [M]. Beijing: China Standards Publishing Press, 2007.
- [4] Brown MH. Quantitative microbiological risk assessment: principles applied to determining the comparative risk of salmonellosis from chicken products [J]. Int Biodeterioration Biodegradation, 2002, 50(3-4): 155–160.
- [5] Gorris LGM. Risk analysis: risk assessment: principles, methods, and applications [J]. Encyclopedia Food Safe, 2014(1): 65–72.
- [6] 张永建, 刘宁, 杨建华. 建立和完善我国食品安全保障体系研究[J]. 中国工业经济, 2005(2): 14–20.
- Zhang YJ, Liu N, Yang JH. Study on building and promoting the system of china's food security [J]. China Ind Econ, 2005, (2): 14–20.
- [7] 柳顺, 杜树新. 基于数据包络分析的模糊综合评价方法[J]. 模糊系统与数学, 2010, 5(2): 93–98.
- Liu S, Du SX. Fuzzy comprehensive evaluation based on data envelopment analysis [J]. Fuzzy Systems Mathematics, 2010(2): 93–98.
- [8] 武力. “从农田到餐桌”的食品安全风险评价研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(9): 304–327.
- Wu L. Study on risk evaluation for food safety from farm to table [J]. Sci Technol Food Ind, 2010, 31(9): 304–327.
- [9] 段文仲. 模糊综合评价在检验检疫风险管理中的应用[J]. 检验检疫科学, 2006, 16(1): 16–18.
- Duan WZ. The application of fuzzy comprehensive evaluation in Inspection [J]. Inspect Quarant Sci, 2006, 16(1): 16–18.
- [10] 刘於勋. 食品安全综合评价指标体系的层次与灰色分析[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2007, 28(5): 53–57.
- Liu YX. Hierarchy and grey analysis of the comprehensive evaluation index system of food security [J]. J Henan Univ Technol (Nat Sci Ed), 2007, 28(5): 53–57.
- [11] 李为相, 程明, 李帮义. 粗集理论在食品安全综合评价中的应用[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(2): 152–156.
- Li WX, Cheng M, Li BY. Extended dominance rough set theory's application in food safety evaluation [J]. Food Res Dev, 2008, 29(2): 152–156.
- [12] 赵林度. 零售企业食品供应链管理[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006.
- Zhao LD. Retail firms' food supply chain management [M]. Beijing: China Light Industry Publishing Press, 2006.
- [13] Noelke CM, Caswell J. A model of the implementation of quality management systems for credence attributes [J]. The AAEE Annual Meeting, 2000: 28–37.
- [14] Fares M, Rouviere E. The implementation mechanisms of voluntary food safety systems [J]. Food Policy 2010, 35(5): 412–418.
- [15] 韩杨, 陈建先, 李成贵. 中国食品追溯体系纵向协作形式及影响因素分析——以蔬菜加工企业为例[J]. 中国农村经济, 2011(12): 54–67.
- Hang Y, Chen JX, Li CG. The analysis of cooperating pattern and influencing factors in Chinese food traceability system——take vegetables processing firms for example [J]. Chin Rural Eco, 2011(12): 54–67.
- [16] Caswell JA. Valuing the benefits and costs of improved food safety and nutrition [J]. Australian J Agric Res Eco, 1998, 42(4): 409–424.
- [17] Ristton C, Li WM. The Economics of Food Safety [J]. Nut Food Sci, 1998, 98(5): 253–259.
- [18] OECD. Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotechnology: Concepts and Principles [M]. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, 1993.
- [19] Ross T, Sumner J. A simple, spreadsheet-based, food safety risk assessment tool [J]. Int J Food Microbiol, 2002, 77(1-2): 39–53.
- [20] 王向未, 仇厚援, 张志恒, 等. 食品中膳食暴露评估模型研究进展[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(4): 733–738.
- Wang XW, Qiu HY, Zhang ZH, *et al.* Diet exposure assessment methods in food [J]. Acta Agric Zhejiangensis, 2012, 24(4): 733–738.
- [21] Park BJ, Son KA, Paik MK, *et al.* Monitoring of neonicotinoid pesticide residues in fruit vegetable and human exposure assessment [J]. Kor J Pestic Sci, 2010(14): 104–109.
- [22] Sharma M, Maheshwari M, Morisawa S. Dietary and inhalation intake of lead and estimation of blood lead levels in adult and children in Kanpur, India [J]. Risk Anal, 2005, 25(6): 1573–1588.
- [23] Yuan YW, Chen C, Zheng CM, *et al.* Residue of chlorpyrifos and cypermethrin in vegetables and probabilistic exposure assessment for consumers in Zhejiang Province, China [J]. Food Contr, 2014, 36(1): 63–68.
- [24] 丁小霞, 李培武, 白艺珍, 等. 中国花生黄曲霉毒素风险评估中膳食暴露非参数概率评估方法[J]. 中国油料作物学报, 2011, 33(4): 402–408.
- Ding XX, Li PW, Bai YZ, *et al.* Non-parametric probability assessment of risk evaluation on dietary exposure to Chinese peanut aflatoxins [J]. Chin J Oil Crop Sci, 2011, 33(4): 402–408.
- [25] EFSA. Opinion of the scientific panel on plant protection products and their residues on a request from the commission on

- acute dietary intake assessment of pesticide residues in fruit and vegetables [J]. *The EFSA J*, 2007, 538: 1–88.
- [26] Constable A, Jonas D, Cockburn A, *et al*. History of safe use as applied to safety assessment of novel foods and foods derived from genetically modified organisms [J]. *Food Chem Toxicol*, 2007, 45(12): 2513–2525.
- [27] 杨丽, 刘文. 食品安全微生物风险分析的原则和应用[J]. 世界标准信息, 2003, (11): 9–10.
- Yang L, Liu W. Principle and application of risk assessment in food safety microorganism [J]. *World Standards News*, 2003, (11): 9–10.
- [28] 周应恒, 彭晓佳. 风险分析体系在各国食品安全风险管理中的应用[J]. 世界农业, 2005, (3): 4–6.
- Zhou YH, Peng XJ. The application of risk analysis system in food safety risk management of each country [J]. *World Agric*, 2005, (3): 4–6.
- [29] Sugita-Konishi Y, Sato T, Saito S, *et al*. Exposure to aflatoxins in Japan: risk assessment for aflatoxin B1 [J]. *Food Add Contaminants Parts A-Chemistry Anal Contr Exposure Risk Assess*, 2010, 27(3): 365–372.
- [30] Signorini ML, Gaggiotti M, Molineri A, *et al*. Exposure assessment of mycotoxins in cow's milk in Argentina [J]. *Food Chem Toxicol*, 2012, 50(2): 250–257.
- [31] 平华, 马智宏, 王纪华, 等. 农产品质量安全风险评估研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(3): 674–680.
- Ping H, Ma ZH, Wang JH, *et al*. Advances in risk assessment of agricultural product quality and safety [J]. *J Food Safe Qual*, 2014, 5(3): 674–680.
- [32] 孙效乐, 张树秋, 谷晓红, 等. 农产品中有害微生物的风险评估研究进展[J]. 山东农业科学, 2014, 46(1): 1–64.
- Sun XL, Zhang SQ, Gu XH, *et al*. Research progress on risk assessment of pathogenic microorganism on agricultural products [J]. *Shandong Agric Sci*, 2014, 46(1): 1–64.
- [33] 李培武, 丁小霞, 白芝珍, 等. 农产品黄曲霉毒素风险评估研究进展[J]. 中国农业科学, 2013, 46(12): 2534–2542.
- Li PW, Ding XX, Bai YZ, *et al*. Advance in research on risk assessment of aflatoxin in agricultural products [J]. *Agric Sci China*, 2013, 36(12): 2534–2542.
- [34] 高仁君, 陈隆智, 张文吉. 农药残留急性膳食风险评估研究进展. 食品科学, 2007, 28(2): 363–367.
- Gao RJ, Chen LZ, Zhang WJ. Review on pesticide residues acute dietary risk assessment [J]. *Food Sci*, 2007, 28(2): 363–367.
- [35] 刘潇威, 陈春, 宇妍, 等. 农产品重金属风险评估体系的研究进展[J]. 北京工商大学学报(自然科学版), 2012, 30(5): 19–22.
- Liu XW, Chen C, Yu Y, *et al*. Research progress of risk assessment of heavy metals in agricultural products quality and safety [J]. *J Beijing Technol Bussiness Univ (Nat Sci)*, 2012, 30(5): 19–22.
- [36] 聂文静, 田侃. 供港食品安全监管模式的启迪与意义[J]. 南京医科大学学报(社会科学版), 2013(1): 31–35.
- Nie WJ, Tian K. Enlightenment and meaning of safe supervision mode of food supplied for Hongkong [J]. *Acta Univ Med Nanjing (Social Sci)*, 2013, (1): 31–35.

(责任编辑: 邓伟)

作者简介



聂文静, 博士研究生, 主要研究方向为食品安全与农业标准化。
E-mail: 2012106020@njau.edu.cn



李太平, 博士, 教授, 主要研究方向为食品安全与农业标准化。
E-mail: ltp@njau.edu.cn