

食品微生物风险及国内外安全控制策略分析

范蕊*, 卢彬, 王文文

(新疆维吾尔自治区分析测试研究院, 乌鲁木齐 830011)

摘要: 食品安全关乎人们的身体健康和生命安全, 一旦发生食品安全恶性事件, 不但对居民日常生活造成较大影响, 同时也对中国的经济发展、国际形象和信任度造成一定损失。近年来突发的食品安全事件当中, 由微生物引发导致产生的事件比例和危害程度逐年升高, 如何防范并控制好食品微生物风险, 帮助食品相关产业和政府有关部门提升处置能力与风控意识, 持续增强卫生和风险管理能力, 具有非常重要的现实意义。本文介绍了食品微生物风险的研究背景与意义, 概述了微生物风险的控制原则与管理框架, 并对国内外食品安全方面的控制策略进行了探讨和研究。

关键词: 食品安全; 微生物; 风险控制; 策略研究; 发展趋势

Research on food microbiological risks and safety control strategies at home and abroad

FAN Rui*, LU Bin, WANG Wen-Wen

(Xinjiang Academy of Analysis and Testing, Urumqi 830011, China)

ABSTRACT: Food safety is related to people's health and life safety. Once a food safety incident occurs, it will not only have a greater impact on the daily lives of residents, but also cause certain losses to China's economic development, international image and trust. Among the sudden food safety incidents in recent years, the proportion of incidents and the degree of harm caused by microorganisms have increased year by year. How to prevent and control food microbiological risks, and help food-related industries and relevant government departments improve their disposal capabilities and risk control awareness. Continuously enhancing health and risk management capabilities are of very important practical significance. This article introduced the research background and significance of food microbial risk, outlined the control principles and management framework of microbial risk, and the control strategies of food safety at home and abroad were discussed and studied.

KEY WORDS: food safety; microorganism; risk control; strategy research; development trend

0 引言

随着现代食品工业的发展及国内外对食品工业投资的不断增加, 食品供给日趋复杂化、全球化, 在给公众带来消费满足和便利的同时, 食品的生产、加工和流通也变得越发复杂和难以控制, 易造成各种食品安全隐患。食品

安全危害可能是微生物、化学残留物、环境污染、物理危害和虫害, 所有这些都可能对人类健康有害。食品安全风险的出现往往是复杂的, 其影响超出了特定的地理、社会和组织边界^[1]。

食品卫生安全监督管控体系包含的不安全因素多种多样, 有物理因素、化学因素、外部条件因素以及生物因

*通信作者: 范蕊, 硕士, 实验师, 主要研究方向为食品微生物检测。E-mail: ocean5678@126.com

*Corresponding author: FAN Rui, Master, Experimentalist, Xinjiang Academy of Analysis and Testing, No.374, Science second Street, Urban area, Urumqi 830011, China. E-mail: ocean5678@126.com

素等,其中引发安全问题占比最大的因素为微生物危害因素,占各类因素总量的将近半数。目前中国在食品安全方面已经出现过几次性质恶劣、影响重大、后果严重的事故,引发了一系列的安全隐患和社会连锁反应。因此,如何科学合理地分析评判食品的安全可靠性,降低食品安全风险,已成为食品相关行业从业者和政府监管单位必须认真面对的重大问题^[2]。

1 食品微生物风险评估的背景和意义

食品安全风险评估是对人类因暴露于食源性危害而对健康所带来的已知和潜在不良作用的科学评价。它提供了一个条理清晰的方法,用于评价和组织资料、信息以及方法来预测暴露于危害所产生损害的可能性和严重性。目前已知的食源性病原体主要包括:细菌、寄生虫、病毒以及朊病毒和真菌。根据2015年中国大陆地区食源性疾病爆发监测结果显示,微生物性因素所导致的发病率占51.5%,据美国国家疫情网数据显示,近几年食源性疾病爆发的主要病原体为诺如病毒、非伤寒沙门菌、产志贺毒素的大肠埃希菌(*shiga toxin-producing Escherichia coli*, STEC)、弯曲菌、产气荚膜梭菌、金黄色葡萄球菌及其肠毒素、副溶血性弧菌和志贺菌等。2018年,欧盟RASFF通报的涉及食品的风险共26类,其中微生物污染排名第一,高达936例^[3]。

微生物之所以比食品化学性因素具有更强的危害性,是因为微生物在外部环境以及宿主体内出现的增长和变异行为无法控制,感染者的体质、免疫力等身体状况千差万别。同时,微生物的发展状况具有复杂性和多样性,不同微生物株之间也存在一定的差异,微生物存在二次传播、三次传播、多次传播等不确定性,在运输和销售过程中,暴露后产生的变化也不尽相同,在进行时,微生物的敏感性普遍呈现出较低的状态,需要与其他种类菌群的生态系统进行动态对比,这就导致了食品微生物引发风险的不确定性增大,检测监管的难度较高。

因此,由微生物导致的食源性疾病是世界公认的主要食品安全问题之一,比消费者和媒体关注的假冒伪劣和制假掺假问题更为严峻。食品微生物风险评估是我国以及世界各国广泛应用的控制食源性疾病的重要科学手段,识别和管理食品安全问题必须考虑到全球食物链的全球化和相互关联以及信息的快速传递^[4]。

2 食品微生物风险控制原则与管理框架

在进行食品微生物风险评估时,要严格遵守评估原则,要以我国和国际食品安全的标准及法律法规作为依据。在明确了风险的危害程度和风险大小后,就需要把风险纳入相应的管理框架之中,准确描述可能引发食品卫生

安全问题的具体内容、危害因素、风险点和管理规定等因素。食品微生物风险框架中包含了危害因素辨识、具体情况描述、暴露风险评估以及风险情况描述4个环节^[4]。其中,危害因素辨识主要是对具有危害性的病原菌微生物所具有的特征和信息进行收集整理,以便于后续评估评价,一般情况下是与具体食品直接相关的。(1)在辨识过程中,需要对目标微生物的临床反映、数据变化以及曾发病例病理进行收集审查。(2)具体情况描述过程中,需要对导致发病的微生物被用户食用后所产生的影响及负面作用、导致结果的严重程度以及药物耐受程度进行详细描述,同时要对该消灭控制该微生物所需的药物剂量、药物反应等进行初步测定,其目的是评估判定所造成的不良影响的严重程度以及可持续的周期。(3)暴露风险评估环节中,重点要对暴露在致病微生物中可能发生或已经发生相对应的摄入量大小进行估算,需要对消费者食用情况进行收集整理。(3)暴露风险评估的过程中,致病微生物处于不停地繁衍生长和衰退死亡状态,因此导致了过程具有较高的复杂性,所以在评估时必须代入先期研究积累形成的固定模型。风险情况描述作为整体评估程序的最后一环,需要综合上述3个环节中的数据和资料,最终产生致病微生物对消费者产生不良影响和后果严重程度的范围预估。

3 国内外食品微生物风险控制研究现状

食品微生物风险控制是以真实有效的风险评估结果为依据和基础的,各国在风险控制方面采取的措施和管理虽然各不相同,但总体仍是按照源头把控、过程监督、结果追溯的方式进行的,因此,国内外微生物风险管控工作都将风险定量分析评估作为重点。

3.1 国外食品安全风险管理研究

近年来,微生物预测技术和数学模型研究得到了长足发展,微生物定量风险评估的方式方法和手段渠道都有了较大程度提升。国际上有学者研究微生物预测软件MicroHibro,该软件能够评估潜在病原体和腐败微生物沿食物链的演变,提供与食品相关的暴露水平和风险的估计。该应用程序建立在一个广泛的预测微生物模型数据库(PMDB)上,包括动力学过程,如生长、失活、转移以及剂量-响应模型^[5]。

美国、日本和欧洲等国家对烤鸡中的空肠弯曲杆菌,肉鸡和蛋类产品中的沙门菌,牡蛎中的副溶血性弧菌以及即食食品中的单核增生李斯特菌等进行了风险评估并制定了相应的风险控制后续管理规范。2000年以来,全球各个国家的政府和监督管理机构对食品安全及微生物致病菌的防范技术方面重视程度越来越高,越来越多的国家和地区致力于加强风险评估分析和管理监督体系的建设。根据国际食品安全法典委员会给出的标准,食品安全监管的前提

条件和重要依据是风险要素评估,微生物的风险评估需要对食源性致病菌微生物的毒性大小、毒素种类等方面重点关注。

目前具有公信力的国际食品安全风险评估与控制机构有世界卫生组织、欧洲食品安全局、美国食品和药品监督管理局、美国农业部、国际粮农组织等,这些具有国际公信力的组织和机构所发布的食品卫生安全风险评估报告和管理规范以及所涉及的科学技术等内容都公布在其官方网站之上^[6]。

3.2 我国食品微生物风险评估及控制研究

我国微生物风险评估起步较晚,投入较少且发展缓慢,需借鉴国外的先进技术和经验实现国内风险评估的良性发展^[7]。作为风险分析框架的一个组成部分,食品安全风险评估是在 2009 年《中华人民共和国食品安全法》颁布后,随着中国国家食品安全风险评估中心(China National Center for Food Safety Risk Assessment, CFSA)的成立而发展起来的。国内微生物风险评估工作主要由国家食品安全风险评估中心负责开展,承担“从农田到餐桌”全过程食品安全风险管理的技术支撑^[8]。国家食品安全风险评估中心(CFSA)于 2011 年启动了第一项全国性的食品微生物风险评估研究,零售生鸡肉中沙门菌污染对中国居民健康影响的初步定量风险评估。

近年来,食品微生物风险评估的研究工作发展迅速,在国内外学术期刊上发表的论文涉及有鸡蛋中沙门菌,猪肉中、生牛乳中金黄色葡萄球菌,散装熟肉制品、色拉中单核细胞增生李斯特菌,杂色哈、文蛤、生三文鱼、生牡蛎、梭子蟹中副溶血性弧菌,虾中创伤弧菌,冷鲜猪肉中气单胞菌,米饭、牛奶中蜡样芽胞杆菌,禽肉中弯曲菌等的食品微生物定量风险评估(Quantitative Microbial Risk Assessment, QMRA)研究,以及真菌毒素等的 QMRA 研究。同时还包括食品微生物定量流行病学研究、预测微生物学研究、QMRA 技术研究等。国内研究者提出了一种基于分层聚类-径向基函数(AHC-RBF)神经网络,结合层次分析法和熵权法(AHP-EW)的改进食品安全风险预警方法。通过 AHP-EW 对检测数据的不同风险值进行融合,得到风险融合值,即 AHC-RBF 的输出值。将检测数据设置为 AHC-RBF 的输入,建立预警模型^[9-11]。我们的科学家已经开始开发新的评估风险的方法:纳米技术、组学技术等。为了进一步加强我国食品安全风险评估的能力,还需要继续发展风险评估方法,为风险评估和风险管理提供更多更好的数据^[12]。

4 食品微生物风险评估与管控策略

4.1 微生物风险评估模型

微生物定量风险检测评估所采用的预测模型方式基

本可以分为 3 个不同等级^[13],第一个等级是按照每个基础计量单位中所具有的菌落数量以及吸光率来计算微生物总量;第二个等级是对第一等级模型的参数变化情况造成影响因素的具体体现,具体描述对象为影响微生物生长的各类变化反应;第三个等级是在第一等级与第二等级模型的基础之上建立的,是针对用户使用计算机或软件对各类微生物在不一样条件及环境中的对应变化而产生的模型。

4.2 微生物风险的评估、监督与危害控制

在食品微生物风险管控中,有一种适用于从食品产品从原材料到最终产品成型全产业链监督的体系 HACCP,该体系的执行必须以食品产业对人身健康所具有的危害和风险科学评价和预估作为基本支撑点。此外, HACCP 体系不但能够在食品安全方面起到预先评估防范作用,还能够帮助监督管理单位对食品加工情况和致病菌微生物检测方面起到监督作用,从而进一步促进食品安全在全球各国贸易往来中的地位。HACCP 体系能够得以成功运用和推广使用,其中的一个重要因素是必须有生产方和管理方的同时参加,同时还需要相关的科学评判与测定方法支持。因此,确保食品产品生产过程中的安全程度,严格控制食源性致病菌以及微生物所含毒素数量,使其始终保持在国家、国际标准和人体能够正常吸收范围之内,就一定要确保 3 个步骤得以实施^[14]。第一个步骤,是严格执行卫生安全防范规定和措施,阻隔微生物对食品的污染,其中包含了食品原材料的检测、生产环境的消杀、生产器具的清洁以及各类工具的消毒和人员自身卫生状况的检验。第二个步骤,是通过在加工过程之中添加有针对性的举措和方法,减少和控制微生物在食品产品中的增殖、生长以及毒素分泌情况。例如,冷冻、冷藏、紫外线杀菌等。第三个步骤,是通过食品加工工艺及程序的改变和优化,例如高温灭菌、加入符合食品安全标准的防腐剂等,对食品中所蕴含的未检测或未在前 2 个步骤中杀灭的致病菌微生物进行消除。

5 食品微生物风险防控的发展趋势

从当前全球各国和我国在食品卫生安全领域的发展状况以及新技术研发进度来看,建立微生物风险评估与控制国际通用方法与准则已势在必行。完善微生物危害因素辨别、暴露风险评估和风险描述指导,对评估信息和检测数据的获得途径与方式及准确性确定等方面提供真实的指导和帮助,并在剂量、效果以及评估模型和评估步骤上达成一致,使全球各国能够共享食品微生物风险评估经验和结果,共同开展风险评估的合作项目,通过介绍和分发微生物风险评估初步报告的方法开展合作,建立国际风险评估的综合数据库。

微生物风险评估在食品加工、流通和储藏中的广泛应

用已将成为必然。在过去的几十年里,数学模型和基于模型的模拟成为重要的元素,更多地关注有针对性和基于风险的检查,沿着供应链以及使用新技术可能是一个具有成本效益和可行的前进方向^[15]。为了有效的控制食品品质 and 安全性,根据我国现状合理地借鉴国外经验,整合已有数据和模型,建立适合国情的食品中微生物危害控制和风险评估体系,同时加强对食源性致病微生物的致病机理、耐药机制的研究,缩小与欧美发达国家在食源性致病菌方面研究水平的差距,在食品限量标准方面更快与国际接轨,更好地保护公众健康,保护食品贸易和经济效益。

参考文献

- [1] FARAI M. Emerging food safety risks [M]. *Encycl Food Chem*, 2019, 11: 690–698.
- [2] 柏旭, 张倩茹. 食品中微生物危害的风险评估及预防措施研究[J]. *现代食品*, 2016, 7: 26–27.
- BO X, ZHANG QR. Study on risk assessment and preventive measures of microbial hazards in food [J]. *Mod Food*, 2016, 7: 26–27.
- [3] 陶文靖, 胡素丽, 周琦, 等. 餐饮食品中致病菌的风险分析与控制[J]. *食品安全导刊*, 2020, 16: 36–40.
- TAO WJ, HU SL, ZHOU Q, *et al.* Risk analysis and control of pathogenic bacteria in food and beverage [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2020, 16: 36–40.
- [4] 朱江辉. 中国食品微生物风险评估进展与展望[J]. *中国食品卫生杂志*, 2016, 2(28): 139–143.
- ZHU JH. Progress and prospect of food microbiological risk assessment in China [J]. *Chin J Food Hygi*, 2016, 2(28): 139–143.
- [5] SALVADOR CG, ARICIA P, ELENA C, *et al.* MicroHibro: A software tool for predictive microbiology and microbial risk assessment in foods [J]. *Int J Food Microbiol*, 2019, 2(290): 226–236.
- [6] 王永, 赵新, 兰青阔, 等. 食品中微生物危害控制及风险评估研究[J]. *天津农业科学*, 2014, 20(5): 47–50.
- WANG Y, ZHAO X, LAN QK, *et al.* Study on control and risk assessment of microbial hazards in food [J]. *Tianjin Agric Sci*, 2014, 20(5): 47–50.
- [7] 陈历刚, 夏绪红, 陶小庆. 食品微生物风险评估问题探究[J]. *食品安全导刊*, 2016, 2: 24.
- CHEN LG, XIA XH, TAO XQ. Research on microbiological risk assessment of food [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2016, 2: 24.
- [8] 唐晓阳, 邱红玲, 巴乾, 等. 食品微生物风险评估概述[J]. *生命科学*, 2015, 3(27): 383–388.
- TANG XY, QIU HL, BA Q, *et al.* Overview of microbiological risk assessment of food [J]. *Chin Bull Life Sci*, 2015, 3(27): 383–388.
- [9] GENG ZQ, LIU FF, SHANG DR, *et al.* Early warning and control of food safety risk using an improved AHC-RBF neural network integrating AHP-EW [J]. *J Food Eng*, 2020, 7(20): 1–34.
- [10] 王琳, 赵建梅, 赵格, 等. 国内外食源性致病微生物风险预警开展现状与启示[J]. *中国动物检疫*, 2020, 37(4): 65–71.
- WANG L, ZHAO JM, ZHAO G, *et al.* Current situation and enlightenment of risk early warning of foodborne pathogenic microorganisms at home and abroad [J]. *Chin Anim Health Inspect*, 2020, 37(4): 65–71.
- [11] 薛泽凡, 侯晓明, 冯瑞, 等. 食品安全风险监测微生物的检验质控结果探讨[J]. *饮食科学*, 2019, 420(4): 14.
- XUE ZF, HOU XM, FENG R, *et al.* Discussion on quality control results of microbiological examination in food safety risk monitoring [J]. *Diet Sci*, 2019, 420(4): 14.
- [12] WU YN, LIU P, CHEN JS. Food safety risk assessment in China: Past, present and future [J]. *Food Control*, 2018, 90: 212–221.
- [13] 董庆利, 王海梅, 刘箭, 等. 我国食品微生物定量风险评估的研究进展[J]. *食品科学*, 2015, 11(36): 221–229.
- DONG QL, WANG HM, LIU Q, *et al.* Research progress of quantitative risk assessment of food microorganism in China [J]. *Food Sci*, 2015, 11(36): 221–229.
- [14] 李迪. 食品中微生物危害的分析和控制[J]. *现代食品*, 2018, 11: 77–79.
- LI D. Analysis and control of microbial hazards in food [J]. *Mod Food*, 2018, 11: 77–79.
- [15] BOJAN B, TRULS N, OLE A, *et al.* Drivers, opportunities, and challenges of the European risk-based meat safety assurance system [J]. *Food Control*, 2021, 1(124): 1–12.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



范蕊, 硕士, 实验师, 主要研究方向为食品微生物学检测。
E-mail: ocean5678@126.com