

基于抽检数据的重大活动中供应食品的安全风险评估分级研究

刘明^{1,2}, 张静², 陈楠楠², 李斌², 郭新光², 李春雷³, 徐进^{1*},
张建中⁴, 李凤琴¹

- (1. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100021; 2. 中国食品发酵工业研究院有限公司, 北京 100015;
3. 中国人民公安大学食品药品与环境犯罪研究中心, 北京 100038;
4. 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所, 北京 102206)

摘要: 目的 针对重大活动中供应食品分级抽检缺乏理论和数据依据的问题, 评估粮食、油脂、肉类、乳品、蔬菜、水产及其制品共6类主要供应食品中49项风险因子级别, 指导构建重大活动中供应食品的科学监测防控体系。**方法** 整理分析2015—2019年国家市场监督管理总局(原国家食品药品监督管理局)和各地方监管部门(食药监部门)的监督抽检数据, 根据食品类别和指标项目不合格比例评价风险发生可能性, 通过风险因子的致病性和潜伏期评价风险结局的严重性, 参考澳大利亚和新西兰风险评估方法标准评估供应食品安全风险级别。**结果** 综合评估结果发现, 水产及其制品的整体风险水平较高, 特别是孔雀石绿和镉处于极严重风险水平(E级); 其次是蔬菜及其制品中农药残留指标风险较高, 极为严重风险水平(E级)的指标有腐霉利、克百威、氧乐果、甲拌磷; 乳制品和肉制品的微生物, 以及油脂制品和粮食制品污染物指标风险较高(H级), 也需要在重大活动中重点关注。**结论** 根据澳大利亚和新西兰风险管理标准, 可以定量评价筛选重大活动中重点关注食品和风险因子等级和类别, 进一步采用分级检测有助于科学指导重大活动中食品安全保障工作。

关键词: 重大活动; 抽检数据; 食品安全; 风险评估; 风险分级

Study on safety risk assessment and classification of food supplied in major events based on sampling data

LIU Ming^{1,2}, ZHANG Jing², CHEN Nan-Nan², LI Bin², GUO Xin-Guang², LI Chun-Lei³,
XU Jin^{1*}, ZHANG Jian-Zhong⁴, LI Feng-Qin¹

- (1. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100021, China; 2. China National Research Institute of Food & Fermentation Industries Co., Ltd., Beijing 100015, China; 3. People's Public Security University of China, Food, Drug and Environmental Crime Research Center, Beijing 100038, China; 4. National Institute for Communicable Disease Control and Prevention Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the level of 49 risk factors in 6 categories of main food supply, namely grain, oil, meat, dairy products, vegetables and aquatic and its derivative products, and provide guidance for constructing a

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC1602701)、北京市自然科学基金项目(7212145)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Program of China (2018YFC1602701), and the Beijing Natural Science Foundation (7212145)

*通信作者: 徐进, 博士, 研究员, 主要研究方向为食品微生物。E-mail: xujin@cfssa.net.cn

*Corresponding author: XU Jin, Ph.D, Professor, China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100021, China. E-mail: xujin@cfssa.net.cn

scientific supervision, control and prevention system of supplied food on important occasions, aiming at the lack of theoretical and data basis in sampling inspection of food supply classification in major events. **Methods** With the supervision and sampling data from the State Administration for Market Regulation (National Food and Drug Administration) and local regulatory departments (Food and Drug Administration) from 2015 to 2019, the food risk possibility was evaluated according to food categories and their unqualified proportion, and the severity of food risk was estimated by the pathogenicity and latent period of risk factors, and the safety risk level of supplied foods were evaluated by referring to the standards of Australia and New Zealand in food risk assessment. **Results** The comprehensive assessment results found that the overall risk level of aquatic products and their products was relatively high, especially malachite green and cadmium were at a very serious risk level (level E); followed by the high risk of pesticide residue indicators in vegetables and their products, which was extremely serious, the risk level (level E) indicators included procymidone, carbofuran, omethoate, phorate. The microbes of dairy products and meat products, as well as the risk of pollutants in oil products and food products were higher (level H), also needed to be focused on at major events. **Conclusion** According to the Australia and New Zealand risk management standards, it is possible to quantitatively evaluate and screen the grades and categories of foods and risk factors that are focused on at major events. The further use of hierarchical testing will help scientifically guide food safety assurance work in major events.

KEY WORDS: major events; sampling data; food safety; risk assessment; risk rating

0 引言

近年来我国综合国力逐步提升,参与全球治理和构建国家治理体系的步伐加快,主办、参与全国或国际范围内重大活动的数量和类别不断增多,级别不断提高^[1]。在给举办地带来各种商机和社会效应的同时,也可能带来多种公共卫生风险^[2]。根据调研,重大活动中食品安全风险主要来自供应食品的质量安全、加工过程的食源性疾病以及各环节的人为投毒 3 个方面。其中,为了确保作为源头和基础的供应食品的质量安全,举办方和检测机构往往需投入大量的人力、物力进行全面检验。因此,通过开展重大活动供应食品安全的风险评估,对制定重大活动供应食品的分级抽检指导原则显得尤为重要^[3]。

传统经典食品安全风险评估遵循危害识别、危害特征描述、暴露评估和风险特征描述的结构化程序开展,评估注重慢性毒性和长期膳食暴露;而重大活动食品安全风险评估与传统风险评估不同,膳食摄入量对发生影响权重较小,更关注风险因子发生的可能性和风险结局的严重性^[4]。2008 年北京奥运会首次将风险管理理念引入重大活动的公共卫生安全保障和北京市城市公共管理领域,庞星火等^[5]应用风险矩阵法初步建立了北京市公共卫生风险管理理论框架、技术路线,为奥运会乃至其他大型公共活动的公共卫生管理引入了新思路。赵宇翔等^[6]通过回顾性研究和专家访谈评分,采用矩阵法对 2010 年上海世博会食品安全风险进行评估和分级。谈立峰等^[7]以 2010 年江苏省第 17 届运动会为研究对象,应用风险矩阵法评价餐饮食品安全事件、公共场所健康危害事件、生活饮用水安全事件、传染病疫情事件和病媒生

物引起的公共卫生突发事件的风险水平。

虽然重大活动中食品安全案例较少且难以获取,但由于活动中使用的食品同样来自企业生产和市场采购^[8],因而市场流通食品长期抽检数据对重大活动中的风险评估具有重要参考价值。因此本研究将根据市场抽检分析数据,结合重大活动中供应的主要食品,筛选危害能力强、发生速率快、发生频率高的风险因子,以指导重大活动中供应食品质量安全的科学监测与防控。

1 材料与方法

1.1 数据来源

研究数据来自国家市场监督管理总局(原国家食品药品监督管理局)和各省、自治区、直辖市市场监管部门(原食药监部门)公布的 2015 年 1 月—2019 年 12 月每期监督抽检公告。主要包括重大活动中主要采购的粮食及其制品、食用油脂及其制品、肉及肉制品、乳及乳制品、蔬菜及其制品、水产及其制品 6 类主要食品不合格数据。

1.2 风险发生可能性

分别按照食品种类和不合格指标统计抽检不合格率,按照不合格率分布区间评价食品类别和指标的风险等级,具体风险等级及分级标准见表 1。

1.3 风险结局严重性

分别从危害特征的毒力危害程度和潜伏期 2 个维度对重大活动中供应食品的风险结局严重性进行分级评价,并根据不同等级进行赋值,具体见表 2。

表 1 食品类别和指标项目发生风险的分级标准

Table 1 Classification criteria for the occurrence risk of food categories and index items

指标项目	不合格率占比(X)/%	风险等级	表示方式	赋值
指标项目	$X \geq 10$	极高	●●●●●	5
	$3 \leq X < 10$	高度	●●●●	4
	$1 \leq X < 3$	中度	●●●	3
	$0.1 \leq X < 1$	低度	●●	2
	$X < 0.1$	极低	●	1
食品类别	$X \geq 10$	极高	★ ★ ★ ★ ★	5
	$3 \leq X < 10$	高度	★ ★ ★ ★	4
	$1 \leq X < 3$	中度	★ ★ ★	3
	$0.1 \leq X < 1$	低度	★ ★	2
	$X < 0.1$	极低	★	1

1.4 风险评估的方法

参考庞星火《2008年北京奥运会重大公共卫生事件风险评价方法的研究》中提出的食品安全风险严重性分级,采用澳大利亚和新西兰标准风险分析矩阵法(AS/NZS4360:2004)对食品安全进行风险分析^[9]。在风险分析矩阵中,风险发生的可能性分为5级(从高到低依次为a、b、c、d、e),以

指标项目和食品类别风险等级赋值的平均值为判断依据。风险结局的严重性分为5级(从高到低依次为水平5、水平4、水平3、水平2、水平1),具体见表3。以风险因子致病性和潜伏期赋值的平均值为判断依据。通过发生可能性和严重性对应确定风险水平,风险水平分为极严重风险(E级)、高危险度风险(H级)、中等危险度风险(M级)和低危险度风险(L级),具体见表4。

表 2 风险因子致病性和潜伏期的分级标准

Table 2 Classification criteria for pathogenicity and incubation period of risk factors

维度	风险因子特征描述	危害等级	表示方式	赋值
致病性	严重至死亡	极高	▲▲▲▲▲	5
	多器官损伤,需住院	高度	▲▲▲▲	4
	急性腹泻,个别住院	中度	▲▲▲	3
	腹泻呕吐,无需住院	低度	▲▲	2
	身体不适	极低	▲	1
潜伏期	几个小时以内	极短	◆◆◆◆◆	5
	一天以内	较短	◆◆◆◆	4
	数天	中度	◆◆◆	3
	数月	较长	◆◆	2
	数年	极长	◆	1

表 3 风险发生可能性和结局严重性的评价标准

Table 3 Evaluation criteria of risk occurrence probability and severity

评价项目	赋值的平均值	描述词	水平
风险发生可能性 (基于食品类别和安全指标)	>4	几乎肯定发生	a
	>3	很可能发生	b
	>2	可能发生	c
	>1	不太可能发生	d
	≤1	几乎不可能发生	e
风险结局严重性 (基于致病性和潜伏期)	>4	灾难性的	水平 5
	>3	较大的	水平 4
	>2	中等的	水平 3
	>1	较小的	水平 2
	≤1	可忽略	水平 1

表 4 食品安全风险评估指数表

Table 4 Index table of food safety risk assessment

可能性分类	严重性分类				
	水平 1(可忽略的)	水平 2(较小的)	水平 3(中等的)	水平 4(较大的)	水平 5(灾难性的)
a(几乎确定)	H	H	E	E	E
b(很可能)	M	H	H	E	E
c(可能)	L	M	H	E	E
d(不太可能)	L	L	M	H	E
e(罕见)	L	L	M	H	H

注: 风险评价水平: E—极严重风险; H—高危险度风险; M—中等危险度风险; L—低危险度风险。

2 结果与分析

2.1 风险发生可能性分析

2015—2019年全国6类食品低度风险以上的不合格指标项目数据详见表5。

粮食及其制品共抽检212762批次,其中不合格1535批次。不合格率0.72%,整体风险较低,不合格指标主要为真菌毒素超标以及添加剂指标方面,其中真菌毒素脱氧雪腐镰刀菌烯醇和添加剂铝的不合格率高,风险发生可能性为b级。其余指标为c级或d级。

食用油脂及其制品共抽检97808批次,其中不合格2295批次。不合格率为2.35%,为中等风险。主要不合格指标为污染物指标,集中在黄曲霉毒素和苯并[a]芘,综合

分析风险发生可能性为 b 级。其余指标均为 c 级。

肉及其肉制品共抽检 333489 批次, 其中不合格的数量达 4382 件, 不合格率为 1.31%, 处于风险较低水平。不合格指标集中在微生物, 添加剂指标及兽药残留指标超标, 综合分析, 山梨酸及其钾盐、磺胺类(总量)、氯霉素、恩诺沙星、大肠菌群、克伦特罗和菌落总数的风险发生可能性为 b 级。金黄色葡萄球菌、苯甲酸及其钠盐、胭脂红及其铝色淀、呋喃唑酮代谢物、氧氟沙星、土霉素、五氯酚酸钠、莱克多巴胺的风险发生可能性为 c 级。

乳及乳制品的 70607 批次, 其中不合格 283 批次。整体不合格率仅为 0.39%, 风险等级较低, 整体乳制品质量把控较好。不合格指标项目多为微生物指标, 以大肠菌群和酵母菌超标为主, 其风险发生可能性为 b 级; 苯甲酸及其钠盐、纳他霉素、金黄色葡萄球菌、菌落总数和霉菌的风险发生可能性为 c 级; 脱氢乙酸及其钠盐和糖精钠的风险发生可能性为 d 级。

蔬菜及其制品共抽检 193763 批次, 其中不合格 5546 批次, 整体不合格率达到 2.86%, 风险处于中等水平。结合指标检测不合格率, 污染物镉, 添加剂二氧化硫残留、苯甲酸及其钠盐和防腐剂超标率较高, 风险发生可能性为 b 级。农药残留指标超标问题也较为严重, 其中毒死蜱、腐霉利、4-氯苯氧乙酸钠、克百威、氧乐果, 发生可能性为 b 级; 其余指标如微生物、铅及少数添加剂和农残不合格发生可能性较低, 均为 c 级别。

水产及其制品的 132088 批次中, 不合格产品 4529 批次, 不合格率达到 3.43%, 属于高风险。主要问题集中在重金属(镉)、污染物指标超标(N-二甲基亚硝胺)、防腐剂超标(亚硫酸盐、苯甲酸及其钠盐)和着色剂(胭脂虫红、日落黄及其铝色淀)超标、兽药残留(孔雀石绿、恩诺沙星)超标、微生物(菌落总数、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌)超标。其中孔雀石绿和镉的风险发生可能性为 a 级, 除金黄色葡萄球菌的风险发生可能性较低为 c 级, 其余为 b 级。

从风险发生可能性分级结果可以看出, 6 大食品类别中各项指标的风险发生可能性多数处于 b 级(很可能发生)和 c 级(可能发生), 占比达到 91.1%(b 级 43.0%、c 级 48.1%); 水产及其制品的孔雀石绿和镉 2 项风险发生可能性均为 a 级(几乎确定发生); 乳及乳制品中的脱氢乙酸及其钠盐、糖精钠, 粮食及粮食制品的赭曲霉毒素 A 和玉米赤霉烯酮风险发生可能性为 d 级(不太可能发生)。

2.2 风险结局严重性分析

食品安全风险结局的严重性主要通过微生物、真菌毒素、污染物、农药兽药残留等安全指标的致病性和潜伏期特点进行评价, 详见表 5。大肠菌群、酵母菌、金黄色葡萄球菌、菌落总数和霉菌等微生物指标一般具有潜伏期快的特点^[10], 致病性一般为低度或中度, 整体评价其风险结

局严重性为水平 3。如大肠菌群是国内外通用的食品污染常用指示菌之一^[11]。食品中检出大肠菌群, 提示被致病菌(如沙门氏菌、志贺氏菌、致病性大肠杆菌)污染的可能性较大^[12]。大肠菌群超标, 会引起腹泻、肠胃感染等, 且往往一天之内出现症状^[13]。

脱氧雪腐镰刀菌烯醇、黄曲霉毒素、赭曲霉毒素 A、玉米赤霉烯酮、黄曲霉毒素等真菌毒素具有致病性高^[14]的特点, 在食品中一般污染浓度下, 表现为慢性毒性潜伏期长^[15], 综合评价其风险结局严重性为水平 3。

镉、铅、总砷等重金属污染物具有蓄积性^[16], 摄入重金属含量超标的食品过多或长期食用会对人体健康造成巨大损害^[17], 镉和铅潜伏期较长, 总砷潜伏期为中度, 评估其风险结局严重性均为水平 3。化学类污染物苯并[a]芘超标主要由于加工机械设备落后、加工过程温度控制不当^[18]、溶剂或包装材料不合格等, 具有致病性高和潜伏期较长的特点^[19], 评估其风险结局严重性为水平 3。另外污染物指标中的邻苯二甲酸二丁酯(dibutyl phthalate, DBP)的致病性和潜伏期极长^[20], 评估其风险结局严重性为水平 1。N-二甲基亚硝胺具有中度致病性和极长潜伏期, 评估其风险结局严重性为水平 2。

兽药残留中恩诺沙星、氧氟沙星等兽药能够治疗肠炎等疾病^[21], 非法或不合理使用会造成兽药在肉制品和水产品中残留超标^[22]。呋喃唑酮代谢物、氯霉素、呋喃西林代谢物、氧氟沙星、恩诺沙星等兽药的致病性较弱和潜伏期较长^[23], 食品安全风险结局的严重性为水平 2; 克伦特罗、五氯酚酸钠、莱克多巴胺、地西洋的致病性为中度, 综合评价其食品安全风险结局的严重性为水平 3, 孔雀石绿具有高度致病性^[24], 潜伏期为中度, 其食品安全风险结局的严重性亦为水平 3。

农药残留中 4-氯苯氧乙酸钠作为常见的植物生长调节剂和除草剂, 多用于豆芽等蔬菜的种植过程中^[25]。对人体有一定积累毒性, 其致病性和潜伏期均属于极低水平, 评估其风险结局严重性为水平 1; 毒死蜱和氟虫腈的致病性为中度, 潜伏期较短, 评估其风险结局严重性为水平 3; 腐霉利、克百威、氧乐果、甲拌磷的致病性高, 潜伏期短, 评估其风险结局严重性为水平 4。

我国批准使用的食品添加剂均通过了科学的安全评估, 在一定范围或超量使用情况下一般不会带来食品安全风险^[26]。目前主要是含铝添加剂、防腐剂及着色剂超标问题突出。在多数情况下, 添加剂的致病性极低和潜伏期极长, 因此风险结局严重性为水平 1。如苯甲酸及其钠盐是食品工业中常见的一种防腐保鲜剂, 对霉菌、酵母和细菌有较好的抑制作用^[27]。少量苯甲酸对人体无毒害, 可随尿液排出体外, 在人体内不会蓄积。过量摄入苯甲酸会引起流口水、腹泻、肚痛、心跳快等症状^[28], 长期使用可能导致皮肤过敏。

表 5 风险因子特征分级描述
Table 5 Hierarchical description of risk factor characteristics

指标 大类	指标小类及频率	粮食及其制品 ★★	食用油脂 及其制品 ★★★	肉及肉制品 ★★★	乳及乳制品 ★★	蔬菜及其制品 ★★★	水产及其 制品 ★★★★	致病性	潜伏期
微生物	菌落总数	●●●●		●●●●●	●●●●		●●●●	▲▲	◆◆◆
	大肠菌群	●●●●		●●●●	●●●●●	●●●	●●●●	▲▲▲▲	◆◆◆◆
	金黄色葡萄球菌			●●	●●●	●●	●	▲▲▲▲	◆◆◆◆
	酵母菌				●●●●●			▲▲	◆◆◆
	霉菌				●●●●			▲▲	◆◆◆
	脱氧雪腐 镰刀菌烯醇	●●●●●						▲▲▲▲▲ ▲	◆◆
	真菌 毒素							▲▲▲▲▲ ▲	◆◆
	黄曲霉毒素	●●●	●●●●●				▲	◆◆	
	赭曲霉毒素 A	●●					▲▲▲▲▲ ▲	◆◆	
	玉米赤霉烯酮	●●					▲▲▲▲▲ ▲	◆◆	
污染物	苯并[a]芘		●●●●●					▲▲▲▲▲ ▲	◆
	镉	●●●				●●●●	●●●●●	▲▲▲▲▲	◆
	铅	●●●	●●			●●●		▲▲▲▲▲	◆
	总砷		●●					▲▲▲▲▲	◆◆◆
	N-二甲基亚硝胺						●●●	▲▲▲▲	◆
	邻苯二甲酸 二丁酯(DBP)		●●					▲	◆
	莱克多巴胺			●●●				▲▲▲▲▲	◆◆◆
	孔雀石绿						●●●●●	▲▲▲▲▲	◆◆◆
	克伦特罗			●●●●				▲▲▲▲	◆◆
	五氯酚酸钠			●●●				▲▲▲▲	◆◆
兽残	磺胺类(总量)			●●●●				▲▲	◆◆
	氯霉素			●●●●			●●●●	▲▲	◆◆
	恩诺沙星			●●●●			●●●●●	▲▲	◆◆
	呋喃唑酮代谢物			●●●			●●●●	▲▲	◆◆
	氧氟沙星			●●●			●●●●	▲▲	◆◆
	呋喃西林代谢物						●●●●	▲▲	◆◆
	地西洋						●●●	▲▲	◆◆◆
	土霉素			●●●				▲▲	◆◆
	毒死蜱					●●●●		▲▲▲▲	◆◆◆◆
	腐霉利					●●●●		▲▲▲▲▲	◆◆◆◆
农残	克百威					●●●●		▲▲▲▲▲	◆◆◆◆
	氧乐果					●●●		▲▲▲▲▲	◆◆◆◆
	氟虫腈					●●●		▲▲▲▲	◆◆◆◆
	甲拌磷					●●●		▲▲▲▲▲	◆◆◆◆
	4-氯苯氧乙酸钠					●●●●		▲	◆
	铝	●●●●●						▲	◆
	防腐剂之和			●●●		●●●●		▲	◆
添加剂	脱氢乙酸及其钠盐	●●●●			●●			▲	◆
	山梨酸及其钾盐	●●●●		●●●●		●●●	●●●	▲	◆
	二氧化硫残留量	●●●				●●●●●	●●●	▲	◆
	亚硫酸盐						●●●●	▲	◆
	苯甲酸及其钠盐	●●●		●●●	●●●	●●●●●	●●●●	▲	◆
	纳他霉素				●●●			▲	◆
	甜蜜素	●●●●				●●●		▲	◆
糖精钠	●●●			●●	●●●		▲	◆	

表 5(续)

指标大类	指标小类及频率	粮食及其制品 ★★	食用油脂及其制品 ★★★	肉及肉制品 ★★★	乳及乳制品 ★★	蔬菜及其制品 ★★★	水产及其制品 ★★★★	致病性	潜伏期
添加剂	日落黄及其铝色淀						●●●	▲	◆
	胭脂红及其铝色淀			●●●			●●●	▲	◆
	柠檬黄及其铝色淀	●●●						▲	◆
	二氧化钛	●●●						▲	◆
	过氧化苯甲酰	●●●						▲	◆

2.3 风险评估分级

根据 2.1 总结的风险发生的可能性和 2.2 风险结局的严重性的评估结果, 采用风险分析矩阵法对 6 大食品类别 49 项风险指标进行风险综合评价, 具体见表 6。79 个风险因子的风险等级基本集中在 H、M、L 三级, 占比分别为 46.84%、20.25%和 25.32%, 综合评价风险级别中等。极严重风险(E 级)6 项, 占比 7.59%, 分别为水产及其制品 2 项(孔雀石绿和镉)以及蔬菜及其制品的 4 项农药残留(腐霉利、克百威、氧乐果、甲拌磷)。

从食品类别来看, 粮食及其制品中无极严重风险(E 级)指标, 达到高危险度风险(H 级)的指标有菌落总数、大肠菌群、脱氧雪腐镰刀菌烯醇、黄曲霉毒素、镉和铅。赭曲霉毒素 A、玉米赤霉烯酮和铝为中等危险度风险(M 级); 其余所有添加剂指标均为低风险度(L 级)。食用油脂及其制品中黄曲霉毒素、苯并[a]芘、铅和总砷为高危险度风险(H 级), 仅有邻苯二甲酸二丁酯(dibutyl phthalate, DBP)为低风险度(L 级)。肉及肉制品中菌落总数、大肠菌群, 以及所列大部分兽残指标均为高危险度风险(H 级); 氧氟沙星、土霉素、金黄色葡萄球菌、山梨酸及其钾盐为中等危险度风险(M 级), 其余均为低风险度(L 级)。乳及乳制品中 5 项微生物指标均为高危险度风险(H 级), 4 项添加剂指标均为 L 级。蔬菜及其制品中微生物和污染物指标风险均为高危险度风险(H 级),

添加剂除二氧化硫残留量、苯甲酸及其钠盐、防腐剂为中等危险度风险(M 级)外, 均为低风险度(L 级), 农药残留方面除 4-氯苯氧乙酸钠为中等危险度风险(M 级)外, 其余均为 H 或 E 级。水产及其制品中微生物和污染物指标中除镉为 E 级外, 其余指标风险为高危险度风险(H 级), 兽药残留中除孔雀石绿为极严重风险(E 级)外, 其余指标处于高危险度风险(H 级), 添加剂指标整体处于中等危险度风险(M 级)。

综上所述, 以上 6 类食品类别的食品安全风险由高到低分别为水产及其制品、蔬菜及其制品、食用油脂及其制品、肉及肉制品、乳及乳制品、粮食及其制品。

3 讨 论

本研究主要基于 2015—2019 年间我国通报的 6 类食品中不合格原因的统计数据, 参考澳大利亚和新西兰风险管理标准(AS/NZS4360:2004)之风险分析矩阵法, 以此来进一步评估重大活动中各食品安全风险级别。综合评估结果表明, 水产及其制品的风险级别整体较高, 风险等级基本集中在 E、H、M 三级; 其次是蔬菜及其制品, 整体风险级别也主要集中在 E、H、M 三级, 其中添加剂指标处于低风险度风险(L 级); 乳制品、肉制品、油脂制品、粮食制品中的微生物指标、污染物指标均处于高危险度风险(H 级)。真菌毒素、兽药残留、农药残留指标主要处于 E、H 级别状态。

表 6 重大活动中供应食品安全风险评估整体结果及分析
Table 6 Overall results and analysis of food safety risk assessment in major events

食品大类	指标大类	指标小类	风险发生可能性	风险结局严重性	综合评价
粮食及其制品	微生物指标	菌落总数	c	水平 3	H
		大肠菌群	c	水平 3	H
		脱氧雪腐镰刀菌烯醇	b	水平 3	H
	真菌毒素指标	黄曲霉毒素	c	水平 3	H
		赭曲霉毒素 A	d	水平 3	M
		玉米赤霉烯酮	d	水平 3	M
		镉	c	水平 3	H
	污染物指标	铅	c	水平 3	H
		铝	b	水平 1	M
		脱氢乙酸及其钠盐	c	水平 1	L
添加剂指标	山梨酸及其钾盐	c	水平 1	L	
	甜蜜素	c	水平 1	L	
	二氧化硫残留量	c	水平 1	L	
	二氧化钛	c	水平 1	L	

表6(续)

食品大类	指标大类	指标小类	风险发生可能性	风险结局严重性	综合评价
粮食及其制品	添加剂指标	苯甲酸及其钠盐	c	水平1	L
		柠檬黄及其铝色淀	c	水平1	L
		糖精钠	c	水平1	L
	真菌毒素指标	过氧化苯甲酰	c	水平1	L
		黄曲霉毒素	c	水平3	H
苯并[a]芘		b	水平3	H	
邻苯二甲酸二丁酯(DBP)		c	水平1	L	
食用油脂及其制品	污染物指标	铅	c	水平3	H
		总砷	c	水平3	H
		菌落总数	b	水平3	H
	微生物指标	大肠菌群	b	水平3	H
		金黄色葡萄球菌	c	水平2	M
	添加剂指标	山梨酸及其钾盐	b	水平1	M
		防腐剂之和	c	水平1	L
		苯甲酸及其钠盐	c	水平1	L
		胭脂红及其铝色淀	c	水平1	L
		克伦特罗	b	水平3	H
肉及肉制品	兽残	磺胺类(总量)	b	水平2	H
		氯霉素	b	水平2	H
		恩诺沙星	b	水平2	H
		呋喃唑酮代谢物	c	水平2	H
		五氯酚酸钠	c	水平3	H
	微生物指标	氧氟沙星	c	水平2	M
		莱克多巴胺	c	水平3	H
		土霉素	c	水平2	M
		大肠菌群	b	水平3	H
		酵母菌	b	水平3	H
乳及乳制品	微生物指标	菌落总数	c	水平3	H
		霉菌	c	水平3	H
		金黄色葡萄球菌	c	水平3	H
	添加剂指标	苯甲酸及其钠盐	c	水平1	L
		纳他霉素	c	水平1	L
		脱氢乙酸及其钠盐	d	水平1	L
		糖精钠	d	水平1	L
	污染物指标	大肠菌群	c	水平3	H
		金黄色葡萄球菌	c	水平3	H
	蔬菜及其制品	添加剂指标	镉	b	水平3
铅			c	水平3	H
农残		二氧化硫残留量	b	水平1	M
		苯甲酸及其钠盐	b	水平1	M
		防腐剂	b	水平1	M
		甜蜜素	c	水平1	L
		糖精钠	c	水平1	L
		山梨酸及其钾盐	c	水平1	L
		毒死蜱	b	水平3	H
		腐霉利	b	水平4	E
4-氯苯氧乙酸钠	b	水平1	M		
农残	克百威	b	水平4	E	
	氧乐果	b	水平4	E	
	氟虫腈	c	水平3	H	
	甲拌磷	c	水平4	E	

表 6(续)

食品大类	指标大类	指标小类	风险发生可能性	风险结局严重性	综合评价
水产及其制品	微生物指标	菌落总数	b	水平 3	H
		大肠菌群	b	水平 3	H
		金黄色葡萄球菌	c	水平 3	H
	污染物指标	镉	a	水平 3	E
		N-二甲基亚硝胺	b	水平 2	H
		亚硫酸盐	b	水平 1	M
		苯甲酸及其钠盐	b	水平 1	M
	添加剂指标	二氧化硫残留量	b	水平 1	M
		胭脂红及其铝色淀	b	水平 1	M
		日落黄及其铝色淀	b	水平 1	M
		孔雀石绿	a	水平 3	E
		呋喃唑酮代谢物	b	水平 2	H
	兽残	氯霉素	b	水平 2	H
		呋喃西林代谢物	b	水平 2	H
		氧氟沙星	b	水平 2	H
		地西洋	b	水平 3	H
		恩诺沙星	b	水平 2	H

注: 风险评价水平: E—极严重风险; H—高危险度风险; M—中等危险度风险; L—低危险度风险。

根据上述风险评估结果可知, 菌落总数以及大肠菌群等指示菌代表的微生物污染, 以及农药残留以及兽药残留指标超标, 是重大活动中供应食品安全保障的重中之重。关键是从源头对食品原料进行控制和检测^[29], 应把企业是否实施 HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP)管理体系做为首要条件^[30]。从正规途径采购符合食品质量安全要求的原材料, 同时有针对性地建立食品安全检测指导方案, 与有关检测机构加强合作, 建立健全食品污染物监测网络^[31]。对极严重风险(E 级)和高危险度风险(H 级)的因素应纳入优先管理的重点, 通过重点防控策略降低事件发生的可能性, 为重大活动中的风险管理提供依据。

参考文献

[1] 李丽华, 鲁晶晶. 重大活动食品安全风险控制理论与体系研究[J]. 公安学研究, 2021, 4(1): 45-66,123-124.
LI LH, LU JJ. Study on the theory and system of food safety risk prevention and control in major events [J]. J Public Secur Sci, 2021, 4(1): 45-66, 123-124.

[2] 孙晓冬, 郭翔, 董晨. 建立大型活动公共卫生风险评估指标体系初探[J]. 环境与职业医学, 2012, 29(11): 714-718.
SUN XD, GUO X, DONG C. Establishment of public health risk assessment index system for large-scale activities [J]. J Occup Environ Med, 2012, 29(11): 714-718.

[3] 王建新, 王雅冬, 闫利叶, 等. 基于规则库引擎构建食品安全风险评估及预警系统[J]. 中国食品卫生杂志, 2021, 33(1): 1-7.
WANG JX, WANG YD, YAN LY, et al. Construction of food safety risk assessment and early warning system based on rule base engine [J]. Chin J Food Hyg, 2021, 33(1): 1-7.

[4] 陈彬, 管彬彬. 我国食品安全风险评估与风险监测现状研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(15): 5111-5114.

CHEN B, GUAN BB. Research on current situation of food safety risk assessment and monitoring in China [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(15): 5111-5114.

[5] 庞星火, 刘秀颖, 高婷, 等. 2008 年北京奥运会重大公共卫生事件风险评估方法的研究[J]. 首都公共卫生, 2009, 3(2): 52-58.
PANG XH, LIU XY, GAO T, et al. Study on risk assessment method of major public health events in 2008 Beijing Olympic Games [J]. Cap J Publ Health, 2009, 3(2): 52-58.

[6] 赵宇翔, 郑雷军, 田明胜, 等. 2010 年上海世博会食品安全风险识别与评估[J]. 上海食品药品监管情报研究, 2011, (1): 46-49.
ZHAO YX, ZHENG LJ, TIAN MS, et al. Risk identification and assessment of food safety in Shanghai World Expo 2010 [J]. Shanghai Food Drug Inform Res, 2011, (1): 46-49.

[7] 谈立峰, 郝东平, 孙榭陵, 等. 综合应用风险矩阵法与 Borda 序值法评价区域性大型活动公共卫生突发事件风险[J]. 环境与职业医学, 2012, 29(9): 556-560.
TAN LF, HAO DP, SUN XL, et al. Comprehensive application of risk matrix method and Borda sequence method to evaluate the risk of public health emergencies in regional large-scale activities [J]. J Occup Environ Med, 2012, 29(9): 556-560.

[8] 边红彪, 王菁, 杨洋. 食品安全监管源头控制的主要措施及操作规范可行性分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(5): 2018-2025.
BIAN HB, WANG J, YANG Y. Feasibility analysis of main measures and operation standards for source control of food safety supervision [J]. J Food Saf Qual, 2021, 12(5): 2018-2025.

[9] AS/NZS 4360: 2004. Standards Australia Catalogue of Publication: Australia/New Zealand Standard, OB-007 Risk Management [Z].

[10] 白莉, 王晔茹, 王彝白纳, 等. 我国食品微生物风险评估的进展和挑战[J]. 中国食品卫生杂志, 2020, 32(6): 598-603.
BAI L, WANG YR, WANG YBN, et al. Progress and challenge of food microbial risk assessment in China [J]. Chin J Food Hyg, 2020, 32(6): 598-603.

[11] 于伟伟, 乔军, 孟庆玲, 等. 奶牛乳房炎大肠杆菌新疆分离株系统分群及其耐药特性与毒力因子分布研究[J]. 中国奶牛, 2017, (10): 30-35.
YU WW, QIAO J, MENG QL, et al. Phylogenetic grouping, antimicrobial

- resistance and virulence factors of *Escherichia coli* isolated from bovine mastitis in Xinjiang [J]. *China Dairy Cattle*, 2017, (10): 30–35.
- [12] 赵娅柔, 张秀宇, 左敏, 等. 2016—2019 年前三季度我国乳制品监督抽检结果分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2021, 12(3): 1184–1191.
ZHAO YR, ZHANG XY, ZUO M, *et al.* Analysis of supervision and sampling inspection results of dairy products in China during the first three quarters of 2016 to 2019 [J]. *J Food Saf Qual*, 2021, 12(3): 1184–1191.
- [13] 陶庆会, 杨雪, 宋玉洁, 等. 2017—2019 年全国食品安全抽检情况分析[J]. *食品工业科技*, 2021, 42(7): 9.
TAO QH, YANG X, SONG YJ, *et al.* Analysis of sampling inspection of food safety in China from 2017 to 2019 [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2021, 42(7): 9.
- [14] 张维蔚, 何洁仪, 李迎月, 等. 2009–2013 年广州市市售粮油食品黄曲霉毒素 B₁ 调查[J]. *中国食品卫生杂志*, 2015, 27(3): 291–294.
ZHANG WW, HE JY, LI YY, *et al.* Analysis on contamination of aflatoxin B₁ in food and oil in Guangzhou from 2009 to 2013 [J]. *Chin J Food Hyg*, 2015, 27(3): 291–294.
- [15] 胡文敏, 董海燕, 宁忻, 等. 云南省部分食品黄曲霉毒素 B₁ 膳食暴露风险评估[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(15): 5215–5219.
HU WM, DONG HY, NING X, *et al.* Risk assessment of dietary exposure to aflatoxin B₁ in some foods in Yunnan Province [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(15): 5215–5219.
- [16] 孙清斌, 尹春芹, 邓金锋, 等. 大冶矿区土壤-蔬菜重金属污染特征及健康风险评估[J]. *环境化学*, 2013, 32(4): 671–677.
SUN QB, YIN CQ, DENG JF, *et al.* Characteristics of soil-vegetable pollution of heavy metals and health risk assessment in Daye mining area [J]. *Environ Chem*, 2013, 32(4): 671–677.
- [17] 王慧, 毛伟峰, 蒋定国, 等. 中国居民水产品中四种常见重金属暴露评估[J]. *中国食品卫生杂志*, 2019, 31(5): 470–475.
WANG H, MAO WF, JIANG DG, *et al.* Exposure assessment of four common heavy metals in aquatic products of Chinese residents [J]. *Chin J Food Hyg*, 2019, 31(5): 470–475.
- [18] 张秀宇, 王超, 何涛, 等. 2016—2019 年国家粮食加工品监督抽检结果分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(4): 1315–1322.
ZHANG XY, WANG C, HE T, *et al.* Analysis on the results of national supervision and sampling inspection of grain processed products from 2016 to 2019 [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(4): 1315–1322.
- [19] 杨永坛, 陈刚, 杨悠悠, 等. 花生油质量安全问题与控制技术[J]. *食品科学技术学报*, 2015, 33(2): 11–18.
YANG YT, CHEN G, YANG YY, *et al.* Quality and safety problems and control technology of peanut oil [J]. *J Food Sci Technol*, 2015, 33(2): 11–18.
- [20] ZIA AI, SYAIFUDIN ARM, MUKHOPADHYAY SC, *et al.* Electrochemical impedance spectroscopy based MEMS sensors for phthalates detection in water and juices [J]. *J Phys Confer Ser*, 2013, 439: 12026.
- [21] 罗钦, 吴建衍, 潘葳. 3 种养殖淡水鱼重金属含量测定及健康风险评估[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(18): 6568–6574.
LUO Q, WU JY, PAN W. Determination of heavy metal content and health risk assessment of three kinds of farmed freshwater fish [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(18): 6568–6574.
- [22] MATHIEU V, MARIE-HÉLÈNE B, LOUIS R, *et al.* Human health risk assessment on the consumption of fruits and vegetables containing residual pesticides: A cancer and non-cancer risk/benefit perspective [J]. *Environ Int*, 2017, 108(108): 63–74.
- [23] 吴海洋. 肉制品质量监管与控制研究[J]. *食品安全导刊*, 2017, (18): 48.
WU HY. Study on meat product quality supervision and control [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2017, (18): 48.
- [24] 张旭晟, 宇盛好, 李亦奇, 等. 上海市市售 3 种鱼类中孔雀石绿和硝基呋喃化合物监测结果及膳食暴露评估[J]. *中国食品卫生杂志*, 2020, 32(1): 88–92.
ZHANG XS, YU SH, LI YQ, *et al.* Monitoring results and dietary exposure assessment of malachite green and nitrofurans compounds in three kinds of fish sold in Shanghai [J]. *Chin J Food Hyg*, 2020, 32(1): 88–92.
- [25] 兰珊珊, 林昕, 沙凌杰, 等. 植物生长调节剂对番茄产量和品质的影响及膳食摄入风险评估[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(23): 8004–8011.
LAN SS, LIN X, SHA LJ, *et al.* Effects of plant growth regulator on yield and quality of tomato and the dietary intake risk assessment [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(23): 8004–8011.
- [26] 徐亚南, 张志强, 于军, 等. 我国餐饮业食品添加剂使用现状与对策研究[J]. *中国食品卫生杂志*, 2009, (3): 215–220.
XU YN, ZHANG ZQ, YU J, *et al.* Research on current status and countermeasures of uses of food additives in catering trade of China [J]. *Chin J Food Hyg*, 2009, (3): 215–220.
- [27] SHU Y, YU B, HE J, *et al.* Excess of dietary benzoic acid supplementation leads to growth retardation, hematological abnormality and organ injury of piglets [J]. *Livest Sci*, 2016, 190: 94–103.
- [28] 徐桂连, 庄子瑜, 贾瑞波. 2013—2014 年辽宁省动物性水产干制品中山梨酸及苯甲酸的风险监测结果分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2017, 8(6): 2350–2353.
XU GL, ZHUANG ZY, JIA RB. Analysis of risk monitoring results of sorbic acid and benzoic acid in dried aquatic products of animal origin of Liaoning Province from 2013 to 2014 [J]. *J Food Saf Qual*, 2017, 8(6): 2350–2353.
- [29] 徐慧馨, 生吉萍, 徐红. 基于供应链风险管理的食品流通数据库研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(18): 6475–6481.
XU HX, SHENG JP, XU H. Research on food circulation database based on supply chain risk management [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(18): 6475–6481.
- [30] 黄秋婷, 尹玮璐, 宋安华, 等. 基于 HACCP 和 6S 管理方法的食品检验检测机构质量控制研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(11): 3678–3682.
HUANG QT, YIN WL, SONG AH, *et al.* Research on quality control of food inspection institutions based on HACCP and 6S management methods [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(11): 3678–3682.
- [31] 任鹏程, 苏亮, 陈思, 等. 基于电子溯源建立食品安全风险评估决策系统[J]. *中国食品卫生杂志*, 2020, 32(2): 206–211.
REN PC, SU L, CHEN S, *et al.* Establishment of food safety risk assessment and decision-making system based on electronic traceability [J]. *Chin J Food Hyg*, 2020, 32(2): 206–211.

(责任编辑: 韩晓红 于梦娇)

作者简介



刘明, 博士, 教授级高级工程师, 主要研究方向为食品微生物。
E-mail: lm_bob@163.com



徐进, 博士, 研究员, 主要研究方向为食品微生物。
E-mail: xujin@cfsanet.cn