

风险治理视阈下食品安全风险预警 指标体系的构建

郭添荣^{1,2}, 韩世鹤^{1*}, 罗季阳¹, 杨洋¹, 高媛¹, 蔡雪静¹

(1. 中国检验检疫科学研究院, 北京 100176; 2. 成都市食品检验研究院, 成都 611130)

摘要: 目的 构建基于风险治理视阈下食品安全风险预警指标体系, 为提升食品安全风险防控能力提供量化依据。**方法** 首先, 引入风险预警相关理论, 遵循指标体系构建的基本原则, 通过文献分析法和头脑风暴法梳理指标池, 借助德尔菲法构建预警指标池, 再利用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)计算各指标在风险预测预警应用中的权重系数。**结果** 从风险治理角度出发, 综合考虑多方面影响因素的不同特点, 将定量与定性方法相结合, 成功构建了包含2个一级指标、6个二级指标和30个三级指标的三级评价因素食品安全风险预警指标体系。**结论** 该风险预警评价指标体系可行有效、科学合理, 具有较高的权威性和科学性, 可为政府监管部门对食品安全潜在风险的识别与靶向定位提供科学决策和客观依据。

关键词: 食品安全; 风险预警; 层次分析法; 指标体系

Establishment of food safety risk early-warning index system from the perspective of risk governance

GUO Tian-Rong^{1,2}, HAN Shi-He^{1*}, LUO Ji-Yang¹, YANG Yang¹, GAO Yuan¹, CAI Xue-Jing¹

(1. Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100176, China;
2. Chengdu Institute of Food Inspection, Chengdu 611130, China)

ABSTRACT: Objective To construct a food safety risk early-warning index system based on risk governance perspective, and provide quantitative basis for improving the ability of food safety risk prevention and control. **Methods** Firstly, the theory of risk early warning was introduced, the basic principles of index system construction were followed, the index pool was sorted out by literature analysis method and brainstorming method, the early warning index pool was constructed by Delphi method, and the weight coefficient of each index in the application of risk prediction and early warning was calculated by analytic hierarchy process (AHP). **Results** From the perspective of risk management, considering the different characteristics of various influencing factors, combining quantitative and qualitative methods, a three-level evaluation factor food safety risk early-warning index system was

基金项目: 国家市场监督管理总局委托研究项目、国家市场监督管理总局技术保障专项(2021YJ009)、四川省重点研发计划项目(22ZDYF0772)、四川省应用基础研究项目(21YYJC0962)、成都市技术创新研发项目(2021-YF05-00811-SN)

Fund: Supported by the Research Project Commissioned by the State Administration for Market Regulation, the Technical Support Special Project of State Administration for Market Regulation (2021YJ009), the Key Research and Development Program of Sichuan Province (22ZDYF0772), the Applied Basic Research Project of Sichuan Province (21YYJC0962), and the Chengdu Technology Innovation Research and Development Project (2021-YF05-00811-SN)

***通信作者:** 韩世鹤, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为食品安全风险预警交流与统计分析。E-mail: hanshihe@hotmail.com

***Corresponding author:** HAN Shi-He, Master, Assistant Professor, Chinese Academy of Inspection and Quarantine, No.11, Ronghua Nan Road, Yizhuang Economic and Technological Development Zone, Beijing 100176, China. E-mail: hanshihe@hotmail.com

constructed, which included 2 first-level indicators, 6 second-level indicators and 30 third-level indicators.

Conclusion The risk early warning evaluation index system is feasible, effective, scientific and reasonable, with high authority and science, it can provide scientific decision-making and objective basis for government regulatory departments to identify and target food safety potential risks.

KEY WORDS: food safety; risk warning; analytic hierarchy process; indicator system

0 引言

食品安全是我国食物链面临的重大和持续性挑战,当前,药物滥用、非食用物质违禁使用、环境污染造成的化学性污染以及食源性(突发型)疾病和食品生产经营中的不诚实行为等因素给食品安全带来了诸多不确定风险^[1-3]。食品安全具有历史性和系统性特征,即现阶段存在的暗藏式潜在风险,可能会在未来某一时期内演变成突发性问题^[4],且涉及到社会稳定、经济发展、科技进步等多个方面,故食品安全风险的预测预警已成为当前的研究热点。

食品安全风险预警是通过早期识别食品安全相关信息^[5-6],及时发现风险隐患并触发防控预警的一种方法^[7-8],目前受到全球许多国家重视,并在食品安全监管中发挥着重要作用。《中华人民共和国食品安全法》(2021最新修订版)中明确食品安全工作要实行以预防为主、风险管理、全程控制、社会共治的原则,要求食品安全监管部门应承担起对食品安全状况进行综合评价分析的职责,并及时向社会动态公布食品安全风险警示。在当前信息化浪潮中,如何将散乱化的食品安全信息有效整合^[9-10],并开展风险预警是现实难题^[11-13],而预警指标的设计是构建食品安全风险预警大平台的基础和关键^[14-15],目前国内外针对食品安全综合评价研究的报道较多,但从风险治理视阈角度出发,综合考虑多方面因素,开展食品安全风险预警指标体系的研究还少有报道。因此开展风险治理视阈下食品安全风险预警指标体系研究对食品安全监管工作具有重要意义。

本研究综合考虑风险预警相关理论,遵循指标体系构建的基本原则,通过文献分析法和头脑风暴法梳理指标池,再利用德尔菲法和层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)确定关键指标及其权重系数,拟建立一套食品安全风险预警指标体系,为推进食品安全风险识别与靶向定位风险预警系统的搭建提供借鉴和参考,早日实现我国监管模式从事后监管转变为事前预测预警。

1 材料与方法

1.1 成立研究小组

研究小组共9人,其中高级职称2人(从事食品安全研究相关工作10年以上),中级职称7人(从事食品安全研究相关工作5年以上)。主要职责:文献调研和头脑风暴研讨、归纳分析指标池、专家咨询问卷编订、专家遴选与邀请、

问卷发放与回收、统计分析与评价。

1.2 拟定专家咨询问卷

基于文献分析法和头脑风暴法建立指标体系指标池,编制咨询背景、指标解读文本和指标分析来源等,形成专家咨询表^[16]。

(1)文献分析法归纳评价要素。查阅风险预警相关政策及国内外食品安全指数和指标体系实践案例,同时以 Web of Science 数据库、中国知网、百度学术、万方数据和维普数据等为检索平台,检索时间从数据库建立至2021年6月20日,从中筛选出与食品安全风险预警相关文献30余篇,通过文献分析法,汇总、整理和归纳食品安全风险的评价要素^[17]。

(2)头脑风暴法形成指标池。遵循基本构建原则,结合工作实际,通过头脑风暴专题研讨会,初步形成食品安全风险预警指标池^[18]。

(3)拟定专家咨询问卷。通过编制研究背景、指标解读文本以及专家意见等在内的专家咨询表。

1.3 遴选咨询专家

按照指标体系构建原则和德尔菲法理论,纳入咨询专家的人选条件包括:

(1)各行业领域中从事食品安全相关工作,且熟悉或较为了解食品安全监管的专家学者;

(2)具有国民教育本科及以上学历或中级及以上职称,且具有5年以上食品安全相关工作或相关研究的经验。经项目组讨论筛选,最终从北京、上海、天津等17个省份中确定满足上述条件的专家50人。

1.4 开展德尔菲法专家咨询

2021年7月至2021年9月通过电子邮件方式进行2轮专家咨询,每轮专家咨询问卷的发放与收回时间控制在一周以内。第1轮咨询是根据专家建议确定关键指标;第2轮咨询是利用层次分析法构造判断矩阵来计算指标权重。再通过计算专家积极系数、权威度和协调系数等参数来对预警指标选取的科学性进行综合评价^[19]。

1.5 统计学处理

以 Microsoft Excel 2020 建立基础数据库,德尔菲法采用 SPSS 25.0 分析数据,包括对专家的基本统计情况、专家的积极系数、专家权威度、专家协调度以及专家意见集中程度。(1)专家的基本情况:采用描述性分析,描述所有专家的性别、年龄、学历、职务职称、工作年限和所在领

表 3 一级指标两轮专家咨询集中程度
Table 3 Level 1 index indicates the concentration of the 2 rounds of expert consultations

一级指标	均值±标准偏差		满分比		变异系数	
	第 1 轮	第 2 轮	第 1 轮	第 2 轮	第 1 轮	第 2 轮
抽检指标	4.72±0.45	4.80±0.40	0.72	0.80	0.10	0.08
关联指标	4.02±0.39	4.10±0.30	0.08	0.05	0.10	0.07

表 4 二级指标两轮专家咨询集中程度
Table 4 Level 2 index indicates the concentration of the 2 rounds of expert consultations

二级指标	均值±标准偏差		满分比		变异系数	
	第 1 轮	第 2 轮	第 1 轮	第 2 轮	第 1 轮	第 2 轮
抽检情况	4.68±0.61	4.78±0.54	0.76	0.84	0.13	0.11
评价参数	4.12±0.77	4.16±0.64	0.36	0.30	0.19	0.15
消费关注	3.60±0.80	3.74±0.84	0.12	0.20	0.22	0.21
安全监管	3.78±0.88	3.76±0.91	0.24	0.24	0.23	0.24
安全诚信	3.76±0.55	3.72±0.78	0.06	0.12	0.15	0.21
溯源相关	2.92±0.52	3.04±0.66	0.00	0.00	0.18	0.22

表 5 三级指标两轮专家咨询集中程度
Table 5 Level 3 index indicates the concentration of the 2 rounds of expert consultations

三级指标	均值±标准偏差		满分比		变异系数	
	第 1 轮	第 2 轮	第 1 轮	第 2 轮	第 1 轮	第 2 轮
大宗食品情况	4.18±0.89	4.42±0.72	0.44	0.56	0.21	0.16
“老少”食品情况	3.74±0.80	4.24±0.77	0.28	0.44	0.21	0.18
学校及学校周边情况	4.28±0.75	4.22±0.70	0.44	0.38	0.18	0.17
农村地区情况	4.10±0.78	4.26±0.69	0.32	0.40	0.19	0.16
外卖餐饮情况	4.66±0.55	4.60±0.57	0.70	0.64	0.12	0.12
网购食品情况	4.50±0.70	4.52±0.57	0.62	0.56	0.16	0.13
非食用物质检出情况	4.38±0.80	4.18±0.79	0.56	0.42	0.18	0.19
农兽药超标情况	4.32±0.65	4.24±0.65	0.42	0.36	0.15	0.15
抽检集中情况	3.64±0.66	3.82±0.71	0.06	0.12	0.18	0.19
计划完成率	3.74±0.72	3.80±0.77	0.08	0.18	0.19	0.20
数据质量问题率	4.24±0.88	4.06±0.78	0.42	0.36	0.21	0.17
核查处置情况	4.02±0.71	4.10±0.61	0.24	0.24	0.18	0.15
食品安全评价指数	4.02±0.81	4.08±0.80	0.30	0.32	0.20	0.20
食品安全舆情情况	4.18±0.84	4.06±0.97	0.42	0.44	0.20	0.24
你点我检类社会共治活动情况	3.54±0.73	3.76±0.74	0.06	0.12	0.21	0.20
食品安全知识公众认知情况	3.78±0.76	3.84±0.81	0.12	0.16	0.20	0.21
食品安全状况社会满意度情况	3.76±0.74	3.86±0.72	0.12	0.12	0.20	0.19
食物变态反应情况	3.56±0.70	3.72±0.63	0.04	0.06	0.20	0.17
食物中毒情况	3.74±0.69	3.66±0.86	0.12	0.16	0.18	0.23
其他食源性疾病情况	3.54±0.67	3.48±0.70	0.08	0.06	0.19	0.20
主要国家食品安全通报情况	3.50±0.73	3.44±0.61	0.08	0.04	0.21	0.18
食品安全政策与法规发布情况	3.64±0.77	3.42±0.80	0.12	0.10	0.21	0.23
日常监管动态情况	4.42±0.60	4.08±0.83	0.48	0.36	0.14	0.20

表 5(续)

三级指标	均值±标准偏差		满分比		变异系数	
	第 1 轮	第 2 轮	第 1 轮	第 2 轮	第 1 轮	第 2 轮
主要国家标准限值差异情况	3.42±0.49	3.10±0.64	0.00	0.04	0.14	0.21
食品企业信用信息情况	3.24±0.71	3.26±0.72	0.06	0.08	0.22	0.22
投诉举报情况	3.96±0.69	4.00±0.49	0.18	0.12	0.17	0.12
食品欺诈案件情况	3.78±0.76	3.92±0.77	0.14	0.18	0.20	0.20
行政处罚情况	3.96±0.77	3.90±0.73	0.24	0.22	0.19	0.19
环境因素情况	3.04±0.69	3.10±0.73	0.00	0.00	0.23	0.24
动物疾病情况	3.06±0.68	3.02±0.65	0.00	0.00	0.22	0.22

结果显示, 2 项一级指标专家评分均值均高于 3.00 分, 且变异系数均小于 0.25, 说明一级指标基本得到了专家的一致认可。6 项二级指标中, 除“溯源相关”指标外, 其他指标均值、满分比和变异系数均符合要求。考虑到产地环境污染对食品安全的影响^[32], 故保留溯源相关二级指标。30 项三级指标专家评分均值均大于 3.00 分, 且变异系数均小于 0.25, 说明 30 项三级指标均得到专家认可。在第 1 轮专家咨询中, 专家们对三级指标也提出宝贵建议: 一是国内外食品安全通报情况和各国标准限值差异情况设置条件太高, 可能存在难以操作的问题, 建议将“国内外”修改为“主要国家”; 二是企业社会信用信息修改为食品企业信用信息。

2.2 层次分析法指标权重结果

2.2.1 构建判断矩阵

按照层次分析法的程序和步骤构建层次模型, 选取 10 名咨询专家的 1~9 比较量表得分表, 得到具体运算判断

矩阵关系。下面以其中一位专家(A)为例, 对一、二级指标的评分结果构建判断矩阵, 如表 6~7 所示。

2.2.2 权重向量、最大特征根和检验一致性

根据以上专家 A 对一、二级指标判断矩阵表, 利用 yaahp V 11.0 软件分别求出各矩阵的权重向量以及最大特征根和检验一致性。层次单排序权重确定及一致性检验具体运算步骤及方法如下:

第一步, 简化矩阵表。将一级和二级指标矩阵表 A_1 和 A_2 简化为公式(4)~(5):

表 6 一级指标的判断矩阵 A_1

Table 6 Judgment matrix A_1 of the level 1 index

评价价值	抽检指标	关联指标
抽检指标	1/1	5/1
关联指标	1/5	1/1

表 7 二级指标的判断矩阵 A_2

Table 7 Judgment matrix A_2 of level 2 index

评价价值	抽检情况	评价参数	消费关注	安全监管	安全诚信	溯源相关
抽检情况	1/1	2/1	3/1	3/1	3/1	5/1
评价参数	1/2	1/1	2/1	2/1	2/1	4/1
消费关注	1/3	1/2	1/1	1/2	1/2	4/1
安全监管	1/3	1/2	2/1	1/1	2/1	4/1
安全诚信	1/3	1/2	2/1	1/2	1/1	4/1
溯源相关	1/5	1/4	1/4	1/4	1/4	1/1

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1/1 & 5/1 \\ 1/5 & 1/1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} 1/1 & 2/1 & 3/1 & 3/1 & 3/1 & 5/1 \\ 1/2 & 1/1 & 2/1 & 2/1 & 2/1 & 4/1 \\ 1/3 & 1/2 & 1/1 & 1/2 & 1/2 & 4/1 \\ 1/3 & 1/2 & 2/1 & 1/1 & 2/1 & 4/1 \\ 1/3 & 1/2 & 2/1 & 1/2 & 1/1 & 4/1 \\ 1/5 & 1/4 & 1/4 & 1/4 & 1/4 & 1/1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

第二步, 依据公式(6)~(8), 计算权重向量、最大特征根和检验一致性。公式如下:

$$A_1 W_{A1} = \lambda_{MAX} W_{A1} \quad (6)$$

$$A_2 W_{A2} = \lambda_{MAX} W_{A2} \quad (7)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{(\lambda_{MAX} - n)}{RI(n-1)} \quad (8)$$

式中: W_{A1} 、 W_{A2} 为权重向量; λ_{MAX} 为最大特征根; CI

(consistency index)为一致性指标; RI (random consistency index)为平均随机一致性指标; CR (consistency ratio)为一致性比率; n 为比较指标数。

当 $CR < 0.1$ 时, 表明通过一致性检验。同理计算三级指标 CR 值, 结果显示各层指标 CR 值均 < 0.1 , 说明通过了一致性检验, 表明各指标层级及权重关系符合实际研究要求。

按照上述方法, 分别计算出 10 位专家对一、二、三指标的权重及对应的算术平均值, 得到权重系数。一、二级指标最终计算结果如下:

$$W_{A1}=[0.769, 0.231], \lambda_{MAX}=2.000, CR=0.00$$

$$W_{A2}=[0.3488, 0.2178, 0.1018, 0.1617, 0.1283, 0.0416], \lambda_{MAX}=6.4609, CR=[0.0732]$$

组合权重=一级指标权重 $W_1 \times$ 二级指标权重 $W_2 \times$ 三级指标权重 W_3 。最终构建完成食品安全风险预警指标体系及权重分布, 见表 8。结果显示: 一级指标中, 抽检指标权重最高; 二级指标中, 抽检情况、抽检评价和安全监管权重较高, 而包括环境和动物疾病三级指标的溯源相关指标权重最低, 可能与环境和动物疾病给食品安全造成的风险较难察觉有关; 三级指标中, 外卖餐饮情况、学校及学校周边情况和核查处置情况权重较高。

表 8 食品安全风险预警指标体系及权重分布
Table 8 Food safety risk early warning index system and weight distribution

一级指标	单层权重	二级指标	单层权重	三级指标	单层权重	组合权重
抽检指标	0.7692	抽检情况	0.3488	大宗食品情况	0.1326	0.0356
				“老少”食品情况	0.1192	0.0320
				学校及学校周边情况	0.1517	0.0407
				农村地区情况	0.1217	0.0327
				外卖餐饮情况	0.1694	0.0454
				网购食品情况	0.1478	0.0397
				非食用物质检出情况	0.0751	0.0201
		抽检评价	0.2178	农兽药超标情况	0.0825	0.0221
				抽检集中情况	0.2054	0.0344
				计划完成率	0.1192	0.0200
				数据质量问题率	0.2201	0.0369
				核查处置情况	0.2421	0.0406
				食品安全评价指数	0.2132	0.0357
				食品安全舆情情况	0.1937	0.0046
关联指标	0.2308	消费关注	0.1018	社会共治活动情况	0.0789	0.0019
				食品安全知识公众认知情况	0.1233	0.0029
				食品安全状况社会满意度情况	0.0520	0.0012
				食物变态反应情况	0.1255	0.0029
				食物中毒情况	0.2148	0.0050
		安全监管	0.1617	其他食源性疾病情况	0.1351	0.0032
				主要国家食品安全通报情况	0.0767	0.0018
				食品安全政策与法规发布情况	0.0321	0.0012
				日常监管动态情况	0.4862	0.0181
				主要国家标准限值差异情况	0.0756	0.0028
安全诚信	0.1283	溯源相关	0.0416	食品企业信用信息情况	0.4061	0.0152
				投诉举报情况	0.3652	0.0108
				食品欺诈情况	0.3209	0.0095
				行政处罚情况	0.3139	0.0093
				环境因素情况	0.3439	0.0033
				动物疾病情况	0.6561	0.0063

2.3 运用 AHP 量化评价结果

在食品安全风险预测预警评价过程中,根据风险预警评价指标对实际食品安全状况进行逐项打分,得到每项分值,然后与该指标所占权重相乘得到单项指标分值,汇总全部评价指标的分值,得到风险预警评价指数值 M ,最终得到食品安全风险预警的等级划分,见表 9。评价指数 M 越低,代表食品安全风险越高,反之,则代表风险越低。风险预警状态分别用绿色、浅黄色、黄色和红色 4 种信号灯来对应标识。

2.4 风险预警应用实例

以某市食品安全风险预警为例,基于食品安全抽检

大数据和当地食品安全关联信息,按照文中风险预警评价体系进行风险评估实证,见表 10。计算结果显示该市食品安全评价指数值 M 为 2.542,查询表 9 可知,该市域内食品安全预警信号灯颜色为绿色,即表示处于较高安全状态,风险较低。

表 9 食品安全风险预警等级划分
Table 9 Classification of food safety risk early warning levels

区间值	$M < 1.08$	$1.08 < M \leq 1.60$	$1.60 < M \leq 2.15$	$M > 2.15$
信号灯	红色	黄色	浅黄色	绿色
预警状态	重度预警	中度预警	轻度预警	无预警

表 10 某市食品安全风险预警应用实例
Table 10 Classification of food safety risk early warning levels

评价指标	评分	权重	实际得分	评价指标	评分	权重	实际得分
大宗食品情况	5	0.0356	0.1780	食品安全知识公众认知情况	4	0.0029	0.0116
“老少”食品情况	5	0.0320	0.1600	食品安全状况社会满意度情况	4	0.0012	0.0048
学校及学校周边情况	5	0.0407	0.2035	食物变态反应情况	5	0.0029	0.0145
农村地区情况	5	0.0327	0.1635	食物中毒情况	5	0.0050	0.0250
外卖餐饮情况	4	0.0454	0.1816	其他食源性疾病情况	5	0.0032	0.0160
网购食品情况	4	0.0397	0.1588	主要国家食品安全通报情况	4	0.0018	0.0072
非食用物质检出情况	5	0.0201	0.1005	食品安全政策与法规发布情况	4	0.0012	0.0048
农兽药超标情况	5	0.0221	0.1105	日常监管动态情况	5	0.0181	0.0905
抽检集中情况	5	0.0344	0.1720	主要国家标准限值差异情况	4	0.0028	0.0112
计划完成率	5	0.0200	0.1000	食品企业信用信息情况	5	0.0152	0.0760
数据质量问题率	5	0.0369	0.1845	投诉举报情况	5	0.0108	0.0540
核查处置情况	4	0.0406	0.1624	食品欺诈情况	5	0.0095	0.0475
食品安全评价指数	5	0.0357	0.1785	行政处罚情况	5	0.0093	0.0465
食品安全舆情情况	5	0.0046	0.0230	环境因素情况	5	0.0033	0.0165
社会共治活动情况	4	0.0019	0.0076	动物疾病情况	5	0.0063	0.0315

评价指数值 $M=2.542$

3 结论与讨论

本研究通过文献调研与回顾法、研究小组头脑风暴法、德尔菲专家咨询法以及层次分析法,综合考虑多方面影响因素,从食品安全抽检指标和关联指标两个方面对食品安全风险状态进行分析,构建出 6 个二级指标和 30 个三级指标的食品安全风险预警指标体系,并采取定性与定量相结合的方式,进行多目标决策分析模式综合评价。相较于以往类似研究,该套指标体系具有较高的权威性和科学性,能够更加全面、准确地反映出食品安全风险程度,在为食

品安全潜在风险的识别与靶向定位提供科学决策和客观依据方面具有明显优势,所构建的指标体系符合中国国情、操作灵活、通用性较强,有利于大规模使用,具有良好的应用价值。

参考文献

- [1] MA B, HAN YM, CUI SY, *et al.* Risk early warning and control of food safety based on an improved analytic hierarchy process integrating quality control analysis method [J]. *Food Control*, 2020, 108: 106824.
- [2] XIONG YF, LI W, LIU TZ. Risk early warning of food quality safety in meat processing industry [J]. *Int J Env Res Public Health*, 2020. DOI:

- 10.3390/ijerph17186579.
- [3] 罗云波, 吴广枫, 张宁. 建立和完善中国食品安全保障体系的研究与思考[J]. 中国食品学报, 2019, 19(12): 6–13.
LUO YB, WU GF, ZHANG N. Research and consideration on the establishment and improvement of food safety guarantee system in China [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2019, 19(12): 6–13.
- [4] 黄晓娟, 刘北林. 食品安全风险预警指标体系设计研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2008, (5): 621–623, 629.
HUANG XJ, LIU BL. Design of food safety risk early-warning index system [J]. *J Harbin Univ Commer (Nat Sci Ed)*, 2008, (5): 621–623, 629.
- [5] 吴广枫, 陈思, 郭丽霞, 等. 我国食品安全综合评价及食品安全指数研究[J]. 中国食品学报, 2014, 14(9): 1–6.
WU GF, CHEN S, GUO LX, *et al.* Comprehensive evaluation of food safety and food safety index in China [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2014, 14(9): 1–6.
- [6] 王莹. 食品安全预警系统关键技术研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2013.
WANG Y. Research on key technology of food safety early warning system [D]. Wuhan: Wuhan University, 2013.
- [7] 阎红巧, 陈怡玥, 田琨, 等. 企业安全生产关键指标体系与风险评价模型[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(9): 21–28.
YAN HQ, CHEN YY, TIAN K, *et al.* Key index system and risk assessment model of enterprise safety production [J]. *China Saf Sci J*, 2021, 31(9): 21–28.
- [8] 张靖宇, 生吉萍. 基于全面质量管理的食品安全企业数据库指标体系构建研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(14): 4880–4885.
ZHANG JY, SHENG JP. Research on index system construction of food safety enterprise database based on total quality management [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(14): 4880–4885.
- [9] 金佳雯. 基于生命周期理论的大型活动食品安全风险预警体系研究[D]. 北京: 中国人民公安大学, 2021.
JIN JW. Research on food safety risk early warning system of large-scale events based on life cycle theory [D]. Beijing: People's Public Security University of China, 2021.
- [10] 崔昞, 何涛, 陈艳, 等. 北京“十三五”时期食品安全风险评估与预警应急科技支撑工程[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(3): 1062–1065.
CUI Y, HE T, CHEN Y, *et al.* Food safety risk assessment and early-warning emergency science and technology support project during the 13th five-year plan period in Beijing [J]. *J Food Saf Qual*, 2017, 8(3): 1062–1065.
- [11] 承海, 邢家溧, 郑睿行, 等. 基于熵权-模糊分析法的农产品农药残留安全风险综合评价[J]. 中国食品学报, 2021, 21(5): 331–339.
CHENG H, XING JL, ZHENG RX, *et al.* Comprehensive risk assessment of pesticide residues in agricultural products based on entropy-fuzzy analysis [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2021, 21(5): 331–339.
- [12] 周萍萍, 张磊, 焦阳, 等. 应用德尔菲法建立进口食品中化学性危害物质风险分级指标体系[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(5): 2114–2119.
ZHOU PP, ZHANG L, JIAO Y, *et al.* Establishment of risk classification index system of chemical hazardous substances in imported food by delphi method [J]. *J Food Saf Qual*, 2016, 7(5): 2114–2119.
- [13] WANG J, YUE HL, ZHOU ZA. An improved traceability system for food quality assurance and evaluation based on fuzzy classification and neural network [J]. *Food Control*, 2017, 79: 363–370.
- [14] 贝君, 孔祥贞, 杨洋, 等. 2019年欧盟食品饲料快速预警系统通报中国输欧食品情况与风险分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(23): 8994–9000.
BEI J, KONG XZ, YANG Y, *et al.* Situation and risk analysis of food exported from China to Europe notified by rapid warning system for food and feed in 2019 [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(23): 8994–9000.
- [15] SAVELLI CJ, MATEUS C. A mixed-method exploration into the experience of members of the FAO/WHO International Food Safety Authorities Network (INFOSAN): Study protocol [J]. *BMJ Open*, 2019, 9(5): 27091.
- [16] 郑培, 吴功才, 王海明, 等. 食品安全综合评价指数与监测预警系统研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2010, 20(7): 1795–1796, 1800.
ZHENG P, WU GC, WANG HM, *et al.* Research on comprehensive evaluation index and monitoring and warning system of food safety [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2010, 20(7): 1795–1796, 1800.
- [17] 王冀宁, 孙翠翠, 王磊, 等. 中国食品安全指数指标体系的构建[J]. 中国调味品, 2017, 42(3): 146–151.
WANG JN, SUN CC, WANG L, *et al.* Construction of food safety index system in China [J]. *China Cond*, 2017, 42(3): 146–151.
- [18] WU D, DING H, CHEN J, *et al.* A delphi approach to develop an evaluation indicator system for the national food safety standards of China [J]. *Food Control*, 2021, 121: 107591.
- [19] 范兆军. 疫情背景下食品安全监测技术数据分析及应用——评《食品安全风险监测数据综合分析方法及应用》[J]. 中国安全科学学报, 2020, 30(11): 190.
FAN ZJ. Data analysis and application of food safety monitoring technology in the context of epidemic-Comment on comprehensive analysis method and application of food safety risk monitoring data [J]. *Chin Saf Sci J*, 2020, 30(11): 190.
- [20] 孙振球, 王乐三. 综合评价方法及其医学应用[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.
SUN ZQ, WANG LS. Comprehensive evaluation method and its application in medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2014.
- [21] 王雅士, 侯震, 任国峰. Delphi法构建食品生产企业食品安全管理能力评价体系[J]. 中南大学学报(医学版), 2019, 44(4): 437–443.
WANG YS, HOU Z, REN GF. Construction of food safety management ability evaluation system of food production enterprises by delphi method [J]. *J Central South Univ (Med Sci)*, 2019, 44(4): 437–443.
- [22] 陈永法, 王毓丰, 伍琳. “四品一械”检查员岗位胜任力评价指标体系构建研究[J]. 中国现代应用药学, 2019, 36(18): 2338–2343.
CHEN YF, WANG YF, WU L. Research on construction of competency evaluation index system of “four products and one instrument” inspector [J]. *Chin J Mod Appl Pharm*, 2019, 36(18): 2338–2343.
- [23] 杨星, 孔越. 贵阳市健康城市建设评价指标体系构建及实证应用[J]. 中国卫生资源, 2019, 129(5): 386–390, 396.
YANG X, KONG Y. Construction and empirical application of evaluation index system of Guiyang healthy city construction [J]. *China Health Resour*, 2019, 129(5): 386–390, 396.
- [24] 冯旅帆, 彭颖, 金春林. 健康发展力评价指标体系构建[J]. 中国卫生资源, 2021, 138(2): 139–142.
FENG LF, PENG Y, JIN CL. Construction of health development ability evaluation index system [J]. *China Health Resour*, 2021, 138(2): 139–142.

- [25] 叶林森, 张策, 曹焯. 基于德尔菲法进行药物临床试验受试者日记卡使用现状调研问卷的构建[J]. 中国医院药学杂志, 2019, 39(12): 1306-1310.
YE LM, ZHANG C, CAO Y. Construction of questionnaire based on delphi method to investigate the current situation of participants' diary card use in drug clinical trial [J]. Chin J Hosp Pharm, 2019, 39(12): 1306-1310.
- [26] 宋明顺, 朱婷婷, 周涵婷. 质量治理: 治理结构及其成员的影响力研究——基于中国的实证[J]. 宏观质量研究, 2019, 24(1): 96-109.
SONG MS, ZHU TT, ZHOU HT. Quality governance: The influence of governance structure and its members: An empirical study based on China [J]. J Qual Res, 2019, 24(1): 96-109.
- [27] 张晓玄, 文婧, 麻慧娟, 等. 中国学龄前儿童营养素养核心条目的建立[J]. 中华预防医学杂志, 2020, 10(10): 1093-1097.
ZHANG XX, WEN J, MA HJ, *et al.* The establishment of key items of nutrition literacy in preschool children in China [J]. Chin J Prev Med, 2020, 10(10): 1093-1097.
- [28] 袁琳, 邱正庆, 李融融, 等. 基于最佳实践证据1型糖原累积症患儿饮食管理方案的制定[J]. 护理学报, 2021, 419(16): 52-57.
YUAN L, QIU ZQ, LI RR, *et al.* Dietary management in children with type I glycogen accumulation based on best practice evidence [J]. J Nursing, 2021, 419(16): 52-57.
- [29] 刘蕤, 陈紫雯, 华桂丰, 等. 基于层次分析法(AHP)的保健食品原料评价体系构建及分析[J]. 中草药, 2020, 677(18): 4829-4836.
LIU R, CHEN ZW, HUA GF, *et al.* Construction and analysis of health food raw material evaluation system based on AHP [J]. Chin Herb Med, 2020, 677(18): 4829-4836.
- [30] 李慧敏, 郑淘, 曾艺琼, 等. AHP-CRITIC 权重分析法综合优选玉竹全粉改性工艺[J]. 食品与发酵工业, 2021, 425(5): 138-146.
LI HM, ZHENG T, ZENG YQ, *et al.* Comprehensive optimization of the modification process of whole powder of jade bamboo by AHP-CRITIC weight analysis method [J]. Food Ferment Ind, 2021, 425(5): 138-146.
- [31] 陈长珍, 李宇阳, 毛丹. 食品安全公众满意度测评指标体系及方法研究进展[J]. 中国公共卫生管理, 2016, 32(6): 820-823.
CHEN CZ, LI YY, MAO D. Research progress of food safety public satisfaction evaluation index system and method [J]. Chin J Pub Health Man, 2016, 32(6): 820-823.
- [32] 彭海玮. 我国食品安全问题中的环境规制研究[J]. 环境保护, 2017, 610(8): 63-65.
PENG HW. Research on environmental regulation of food safety in China [J]. Environ Protect, 2017, 610(8): 63-65.

(责任编辑: 郑丽于梦娇)

作者简介



郭添荣, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全质量检测与风险预警研究。
E-mail: 842146754@qq.com



韩世鹤, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为食品安全风险预警交流与统计分析。
E-mail: hanshihe@hotmail.com