

食品企业开展原料脆弱性评估的工具介绍及应用

韩晓旭, 张 祁, 郑艳琴, 尹睿杰, 裴晓燕, 黄小平*

(内蒙古伊利实业集团股份有限公司, 呼和浩特 010110)

摘 要: 近年来国内外媒体报道的食品欺诈事件复杂多样。全球食品供应链日益复杂, 商业竞争日趋激烈, 食品欺诈是食品质量安全管理需解决的主要问题之一, 为解决欺诈发生的根本原因, 控制食品欺诈需要从缓解向预防转变。对于食品企业, 原料均来自于合作的供应商, 因此, 提前识别原料食品欺诈发生的可能性, 制定有效管控措施, 对产品质量安全的保障尤为重要。本文简述了食品欺诈和脆弱性评估的定义及法律规范, 重点介绍了食品欺诈脆弱性评估工具和预警模型在食品行业中的应用情况, 提出食品企业防控原料欺诈的建议, 指出食品企业建立科学合理的原料脆弱性评估方法和企业内部食品欺诈数据库的必要性, 以最大化的降低因食品欺诈带来的食品安全风险。

关键词: 脆弱性评估; 食品欺诈; 控制; 食品安全

Introduction and application of tools for evaluating raw material vulnerability in food enterprises

HAN Xiao-Xu, ZHANG Qi, ZHENG Yan-Qin, YIN Rui-Jie, PEI Xiao-Yan, HUANG Xiao-Ping*

(Inner Mongolia Yili Industrial Group Co., Ltd., Hohhot 010110, China)

ABSTRACT: In recent years, the food frauds reported by domestic and foreign media are complex and diverse. The global food supply chain is becoming more and more complex and the business competition is becoming more and more fierce. Food fraud is one of the main problems to be solved of food quality and safety management. In order to solve the root causes of fraud, the control of food fraud needs to shift from mitigation to prevention. For food enterprises, the raw materials are all from cooperative suppliers. Therefore, it is particularly important to identify the possibility of raw material food fraud in advance and develop effective control measures to ensure product quality and safety. This paper briefly introduced the definition, legal norm of food fraud and vulnerability assessment at present, focused on the application of food fraud vulnerability assessment tools and early warning model in the food enterprise, and put forward some suggestions on preventing and controlling raw material fraud in food enterprise, pointed out the reasonable raw material vulnerability assessment method and internal food fraud database in food enterprises, so as to maximize the reduction of food fraud caused by food safety risks.

KEY WORDS: vulnerability assessment; food fraud; control; food safety

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFE0110800)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Program of China(2017YFE0110800)

*通信作者: 黄小平, 高级工程师, 主要研究方向为食品质量与安全风险评估。E-mail: huangxiaoping@yili.com

*Corresponding author: HUANG Xiao-Ping, Senior Engineer, Inner Mongolia Yili Industrial Group Co., Ltd., No. 1, Jinshan Development Zone, Hohhot 010110, China. E-mail: huangxiaoping@yili.com

0 引言

近年来,随着食品供应链的复杂化和全球化,食品供应链不断延长,食品欺诈已成为世界各国的共性问题。国内外消费者对食品安全的关注度显著提高,安徽阜阳劣质奶粉引发的大头娃娃事件^[1]、欧洲马肉风波^[2]、新西兰麦卢卡蜂蜜掺假^[3]等重大食品欺诈事件,严重危害消费者的健康和安全,降低消费者对政府和食品行业的信任度,影响食品企业的品牌和信誉,给食品行业带来了较大挑战,因此,食品欺诈问题受到世界各国的重视,是国内外学者研究的热点领域。

为降低食品欺诈问题,预防性方法之一是开展脆弱性评估。目前对于食品原料的脆弱性评估开展的研究较少,如何科学开展食品原料脆弱性评估、管控原料欺诈风险,是保障食品质量安全的重点研究内容。食品生产企业的原料绝大部分来源于合作的供应商,如何开展所有原料的脆弱性评估是食品生产企业面临的难点。本文从食品生产企业的角度,研究和讨论食品原料脆弱性评估的工具、应用情况和防控食品欺诈等方面,以期为企业开展食品原料脆弱性评估和防控欺诈提供重要思路,降低食品欺诈风险。

1 食品欺诈定义和法律法规

食品欺诈,包括以经济利益为驱动的食品掺假(economically motivated adulteration, EMA)(简称食品掺假)^[4]。2016年美国食品药品监督管理局在全球食品安全倡议(global food safety initiative, GFSI)中正式提出食品欺诈定义^[5],即为获得经济利益使用食品、食品原料和食品包装欺骗消费者的行为,包含替代、未经批准的增强、冒牌、假冒等。《中国食品安全现状、问题及对策战略研究(第二辑)》^[6]中总结了食品欺诈掺假的代表性问题,包括食用油掺假、果蔬汁及饮料掺假、乳品掺假和功能食品掺假等。

2008年以来,我国发布6批《食品中可能违法添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂名单》,包括非食用物质48种(64个),易滥用食品添加剂条目共22条^[7-8]。2015年,我国《食品安全法》规定禁止生产经营掺杂掺假食品和食品添加剂的行为。美国^[9]和欧盟^[10]也制定了保护食品免受蓄意掺假的相关措施。

食品欺诈型式复杂多变,给国家监管机构和企业的食品安全风险管控带来了挑战。虽然国内外均已规定食品欺诈的法律法规,但仍有食品欺诈事件发生,因此,预防食品欺诈是食品安全的重要保障,需要食品企业内部开展该内容的研究。近年来,国外应用较多的预防食品欺诈的方法是开展原料脆弱性评估,提前识别可能发生的食品欺诈事件,制定管控措施。

2 食品欺诈脆弱性评估定义及相关规范

脆弱性概念涉及自然灾害^[11]等很多领域。近年来,已扩展到食品领域的应用,全球食品安全倡议机构(global food safety initiative, GFSI)认为食品欺诈脆弱性是指:使暴露于食品欺诈风险的缺陷或漏洞^[12]。对于脆弱性评估, MARVIN 等^[13]认为脆弱性评估强调食品供应链上各个潜在的脆弱点,重点关注对于未来危害和风险的可见性。

针对脆弱性评估,国内外也发布了相关的指导规范。2014年, GFSI 提出脆弱性评估和关键控制点体系(vulnerability assessment and critical control point system, VACCP)^[12],在指导手册中增加了企业如何最大限度减少食品欺诈和掺假原材料风险的内容^[14-15],明确需持续开展食品防御和食品欺诈预防研究^[16]。

2018年,国家认监委发布《危害分析与关键控制点(HACCP体系)认证补充要求1.0》^[17],其中提到,企业应建立并保持文件化的食品欺诈脆弱性评估程序。文件中并未指出具体脆弱性评估方法,企业需要借鉴国外经验开展脆弱性评估工作,以实现在前端识别原料欺诈发生的可能性。

3 预防食品欺诈的有效途径

3.1 常用脆弱性评估工具介绍及应用情况

3.1.1 美国药典委员会(the United States Pharmacopeia, USP)《食品欺诈缓解指南》

美国 USP 专家组在食品化学法典《Food Chemicals Codex》中增加了新的附录《食品欺诈缓解指南》(Food Fraud Mitigation Guidance)。《食品欺诈缓解指南》基本内容包括预筛选、脆弱性影响因素评估、影响程度评估、综合评价和缓解计划制定^[18]。(1)预筛选:依据食品欺诈历史事件情况和原产地等信息,制定高风险原料筛选原则,确定高风险原料,优先开展高风险原料脆弱性评估。(2)脆弱性影响因素评估:对脆弱性影响因素开展评估,即识别可能存在欺诈行为的脆弱性环节。一般通过以下9个方面进行评估,包括供应链、供应商关系、供应商质量和安全问题,检测方法、检测频次、审计策略,政治地理、欺诈历史、经济异常等因素,进行脆弱性等级划分,对每个因素提供了5项描述,反映五个风险水平(低、中低、中等、中高、高)。(3)影响程度评估:依据前述的食品欺诈脆弱性特征整体描述内容,对潜在的食品安全和经济方面产生的影响程度进行评估。(4)综合评价:结合脆弱性影响因素评估结果和食品欺诈事件的影响程度评估结果,综合判定食品欺诈对公众健康和经济的影响,依据风险矩阵,输出管控优先级。(5)缓解计划制定:依据管控优先级分别制定缓解计划。《食品欺诈缓解指南》涉及的评估因素集中在原料供应链情况、历史欺诈事件等方面,并评估各个因素带来的

影响程度的大小,属于综合性的脆弱性评估方法。食品企业可参考该指南,结合企业实际情况制定内部的评估指南,以更好的开展脆弱性评估工作。

3.1.2 食品造假漏洞评估工具(food fraud vulnerability assessment)

2015年,该工具由非营利性组织SSAFE(Safe Supply of Affordable Food Everywhere)与荷兰瓦赫宁根大学(Wageningen University)研究中心和阿姆斯特丹自由大学(VU Amsterdam)共同合作开发。SSAFE同时也与普华永道合作开发了食品造假漏洞评估工具^[19]的电子版,包括中文、英文和法文等11种语言,可以免费下载电子版使用,为食品企业识别潜在食品欺诈风险提供工具,以减轻食品造假对组织内和跨供应链所造成的风险。该工具中所指食品造假仅限于为了经济利益而故意掺假食品(即稀释、替换、隐瞒、未经批准的强化、错误标签)和假冒。

食品造假漏洞评估工具包括7个部分内容:(1)关于公司信息和在工具中填写信息小组的一般信息工作表。(2)帮助用户决定将工具应用在何处的决策树图表。(3)50个评估问题。主要是产业链中可能影响脆弱性的机会、驱动力、控制措施和公司及外部环境等具体指标,在实际应用可进行调整。(4)提供调查结果总体概览的主要网状图。(5)提供调查结果深入洞察的详细网状图。(6)让用户能针对已识别的漏洞准备潜在缓解策略和技术的输出表。(7)总结评估结果的最终报告。食品企业通过分析最终的评估报告,针对其中的薄弱点制定相应管控措施。该原料脆弱性评估工具简洁便利,线上即可开展评估,食品企业可考虑利用该工具开展脆弱性评估工作,但通过描述条款可知,涉及的评估因素较多,需要专业人员参与,且多部门人员协同开展该工作。

3.1.3 食品欺诈脆弱性评估工具的应用情况

楼甜甜等^[20]建立了由“目标层、系统层、指标层”构成的评价体系,利用多目标线性加权函数法建立函数模型,实现了对双孢蘑菇质量安全及脆弱性的综合评价。张星联等^[21]从机会、驱动力及控制措施3个方面构建蜂蜜产品的脆弱性评估模型,发现蜂蜜产业的经济健康状况是影响蜂蜜掺假的主要原因。该模型可通过蜂蜜产品供应链的不同环节进行脆弱性表征分析,明确可能出现掺假行为的脆弱点,并确定脆弱程度,进而采取针对性、动态的风险管理措施。从上述研究可知,国内高校学者已经开始研究食品开展脆弱性评估的可行性,这些研究成果可以为企业开展原料的脆弱性评估工作提供技术支撑。

YANG等^[22]在荷兰牛奶供应链脆弱性的评估中,调查对象为奶户、牛奶加工商及零售商,并对有机和非有机2种生产模式进行了对比研究,结果显示牛奶供应链为中低脆弱度,且有机模式脆弱度低于非有机模式。YANG等^[23]利用SSAFE食品欺诈脆弱性评估工具,对90个中国奶

户和14家牛奶加工商开展脆弱性评估。总体而言,研究认为牛奶供应链为中低脆弱度,该研究结果同荷兰的奶户和牛奶加工商的脆弱性研究结果基本一致,说明近些年以来,我国乳制品行业的产品质量整体状况良好。

VAN-RUTH等^[24]使用SSAFE工具对鱼类、肉类、牛奶、橄榄油、有机香蕉和香料的供应链进行了食品欺诈脆弱性评估,结果显示欺诈脆弱度最高的是香料供应链,其次是橄榄油、肉类、鱼、牛奶和有机香蕉的供应链,其中,对于批发商/贸易商的脆弱度更高,其次是零售商和加工商。SILVIS等^[25]使用SSAFE工具进行了香料供应链脆弱性评估,研究人员采用问卷调查法设计了50个问题,包括机会、驱动力、控制措施3大因素,结果显示香料供应链为中等脆弱程度;YAN等^[26]对28家橄榄油生产商、制造商等开展脆弱性评估,结果显示橄榄油供应链为高脆弱程度。

SOON等^[27]调查了不同类型的反欺诈工具在英国19家食品企业的应用情况,其中有超过半数企业使用了食品欺诈脆弱性评估工具。一份对1997—2017年在欧盟食品和饲料快速预警系统和HorizonScan中发布的相关食品通报事件的研究显示^[28],假冒是牛肉行业最常见的欺诈形式,占有所有报告的42.9%,研究结论认为,假冒产品是牛肉供应链的最大威胁,其最脆弱的环节是初级加工。

综上,国外针对牛奶、肉制品、橄榄油和香料等已开始应用脆弱性评估工具,国内关于食品领域的脆弱性评估技术的应用相对较少,目前文献搜索到的研究仅限于蜂蜜和双孢蘑菇的脆弱性评估。鉴于各食品企业涉及的原料范围非常广泛,为减少食品欺诈发生机会,企业需借鉴已有的食品欺诈脆弱性评估工具,探索一套适用于企业的脆弱性评估方法,合理设置脆弱性评估指标体系,科学描述评估结果,以加强国内食品欺诈脆弱性评估研究工作。

3.2 食品掺假预警模型相关研究

除了以上开展原料脆弱性评估的案例之外,国外有学者开展了食品掺假预警模型的研究。SPINK等^[29]运用企业风险管理(enterprise risk management, ERM)的方法,创建了食品欺诈初步筛选模型(food fraud initial screening model, FFIS),该模型能简单、快速地评估食品欺诈风险,通过分析企业内部已知事件、媒体报道、产品召回信息数据库和食品欺诈数据库中的食品欺诈事件,确定食品掺假的评估指标及其对健康的危害,评估食品掺假问题在企业发生的可能性和影响大小,并将这些风险纳入到企业风险管理系统中。BOUZEMBRAK等^[30]基于2000—2013年RASSF数据库中涉及食品欺诈的749个通报数据,创建了贝叶斯网络模型,可对RASSF数据库中食品掺假通报进行预警。我国目前还没有专门针对食品掺假的预警系统,为更有效的防控食品掺假问题,建议国内学者开展掺假事件特征的分析研究,并将研究成果转化。

3.3 建立食品欺诈数据库

食品原料脆弱性评估方法的重要评估依据之一是通过食品欺诈数据库查询原料的历史欺诈事件。美国已经建立 2 个食品欺诈数据库, 明尼苏达大学食品保护与防御国家中心(National Center for Food Protection and Defense, NCFPD)创建了 EMA 数据库。NCFPD-EMA 数据库是通过搜索 1980 年以来食品领域 EMA 事件相关学术文献和媒体报道编制而成, 资料来源包括 LexisNexis、PubMed、Google、FDA 消费者报告、FDA 召回报告等, 目前允许注册用户免费访问近 5 年的食品欺诈信息^[31]; 美国药典委员会建立了食品欺诈数据库(food fraud database, FFD), FFD 数据库中包含食品成分造假报告和相关分析检测的方法^[32], 现该数据库为 Decernis 公司所有^[33]。欧盟没有专门针对食品欺诈的数据库, 但欧盟的食品和饲料类快速预警系统(rapid alert system for food and feed, RASFF)^[34]中包含了食品欺诈事件的统计。

2019 年, 蔡昊栋等^[35]对 1980—2018 年 NCFPD-EMA 数据库数据作统计分析, 并运用浙江大学学术地图发布平台软件技术进行可视化呈现, 提出借鉴 NCFPD-EMA 信息和大数据技术建立“中国食品掺假数据库”很有必要。

2020 年, 李荷丽等^[36]搜集 2001—2019 年我国发生的食品欺诈行为, 初步建立基于中国国情的食品欺诈数据库。对数据库中 454 条欺诈数据的分析结果显示, 媒体报道数据占食品欺诈信息总数的 71.6%; 食用农产品、酒类、乳制品、肉制品等 11 类产品是欺诈事件发生较多的食品类别; 产品欺诈(72.2%)高居食品欺诈类型的首位。该数据库目前暂不能在网络获取相关信息。

截至目前我国还没有专门的食品欺诈数据库, 近两年有关于建立食品欺诈数据库的相关探索和研究。为系统、全面的收集并分析我国历史发生的食品掺假等相关事件, 获取关键信息, 使风险前置, 建立食品欺诈数据库对企业的食品欺诈预防十分必要。

3.4 食品欺诈检测技术

原料脆弱性评估开展过程中, 涉及原料掺假成分的检测能力问题, 其直接关系到脆弱性评估结果。因此, 企业需要提升原料掺假方面的检测能力, 了解相关的掺假检测技术。国内外学者开展了很多掺假鉴别方法相关研究, 目前常用的食品掺假检测技术包括光谱法、色谱法和质谱法等理化分析技术, 以及 PCR、DNA 指纹图谱等分子生物学技术^[37-39]。检索发现, 目前食品掺假鉴别方法研究主要集中在蜂蜜、肉制品、食用植物油、牛奶、水产品、果汁及饮料、酒类等食品^[40-42], 以及燕窝等高附加值食品^[43]。例如, 利用高效液相色谱-二极管阵列-串联质谱法^[44]、纳米液相色谱-质谱法^[45]、多重实时荧光 PCR 检测法^[46]鉴定不同种类奶混合掺假问题, 如羊奶中掺入牛奶粉、牛奶、

乳清蛋白掺假^[47]等。利用液相色谱-质谱联用技术鉴定蜂蜜掺假^[48-49], 如地理来源改变和糖浆掺假等。利用超高效液相色谱-串联质谱法^[50]鉴定植物油掺假工业合成染料。可见, 关于掺假鉴别方法已经有很多研究, 但随着不法份子不断变换掺假手段, 应着重加强高通量快速鉴别技术的开发, 为企业预防食品欺诈提供技术支撑。

4 结束语

综上所述, 国内对原料的脆弱性评估研究较少, 也未查询到国内企业开展相关工作, 说明国内食品企业尚缺乏成熟的脆弱性评估方法, 因此, 本文建议:

- (1) 建立企业内部食品欺诈数据库;
- (2) 分析食品欺诈特点, 建立合理的脆弱性评估指标和方法;
- (3) 利用食品掺假检测技术, 鉴别食品掺假风险。

从国家层面, 建议有关监管部门推动我国食品欺诈数据库的建立; 制定专门应对食品欺诈脆弱性评估的指导手册, 指导食品企业在生产经营中识别容易受到掺假的环节并制定应对措施; 同时, 应加快高通量掺假鉴别技术的推广和应用。

参考文献

- [1] 新浪财经. 阜阳“空壳奶粉”之祸众婴儿成劣质奶粉受害者[S/OL]. [2004-04-16]. <http://finance.sina.com.cn/x/20040416/0222720713.shtml>[2021-02-10].
Sina Finance. Because of "inferior milk powder", many babies are victims of inferior milk powder in Fuyang [S/OL]. [2004-04-16]. <http://finance.sina.com.cn/x/20040416/0222720713.shtml>[2021-02-10].
- [2] RASFF. Portal-Europa [DB/OL]. [2013-02-08]. https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=notificationDetail&NOTIF_REFERENCE=2013.0166 [2021-02-21].
- [3] MPI media team, Fines totalling \$372, 500 imposed in landmark mānuka honey fraud case, 28 Jun 2019 [S/OL]. [2019-06-28]. <https://www.mpi.govt.nz/news/media-releases/fines-totalling-372500-imposed-in-landmark-manuka-honey-fraud-case/>[2021-02-21].
- [4] SPINK J, MOYER DC, PARK H, *et al.* Introducing food fraud including translation and interpretation to Russian, Korean, and Chinese languages [J]. *Food Chem*, 2015, 189(15): 102-107.
- [5] Food and Drug Administration. Discover U.S. government information [DB/OL]. [2009-04-06] <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2021-02-21/>.
- [6] 庞国芳, 孙宝国, 陈君石, 等. 中国食品安全现状、问题及对策策略研究(第二辑)[M]. 北京: 科学出版社, 2020.
PANG GF, SUN BG, CHEN JS, *et al.* Research on the current situation, problems and countermeasures of food safety in China (Part II) [M]. Beijing: Science Press, 2020.
- [7] 食品中可能违法添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂名单(第 1-5

- 批汇总[EB/OL]. [2011-04-19]. <http://www.nhc.gov.cn/sps/s7892/201406/38e5c8a53615486888d93ed05ac9731a.shtml>[2021-02-10].
- List of non-edible substances that may be illegally added to food and food additives liable to abuse in food (Batches 1-5 Summary) [EB/OL]. [2011-04-19]. <http://www.nhc.gov.cn/sps/s7892/201406/38e5c8a53615486888d93ed05ac9731a.shtml> [2021-02-10].
- [8] 关于公布食品中可能违法添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂名单(第六批)的公告(卫生部公告 2011 年第 16 号)[EB/OL]. [2011-06-01]. <http://www.nhc.gov.cn/sps/s7892/201406/3d82efba36ad4dea736a7a59c26f865.shtml> [2021-02-10].
- National Health Commission of the People's Republic of China. List of Non-edible Substances that may be illegally added to food and Food Additives liable to Abuse in Food (Batche 6 List)(Ministry of Health Announcement No. 16, 2011) [EB/OL]. [2011-06-01]. <http://www.nhc.gov.cn/sps/s7892/201406/3d82efba36ad4dea736a7a59c26f865.shtml> [2021-02-10].
- [9] Food and Drug Administration. FSMA final rule for mitigation strategies to protect food against intentional adulteration [EB/OL]. [2020-10-21]. <https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/f-sma-final-rule-mitigation-strategies-protect-food-against-intentional-adulteration> [2021-02-10].
- [10] Regulation (eu) 2017/625 of the Europeanparliament and of the councilof 15march 2017. [EB/OL]. [2017-03-15]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R0625> [2021-02-21].
- [11] 薛莹莹, 贺山峰, 吴绍洪. 四川省自然灾害社会脆弱性评价研究[J]. 华北地震科学, 2018, 36(4): 33-40.
- XUE YY, HE SF, WU SH. Assessment of social vulnerability to natural disasters in Sichuan province [J]. North China Earthquake Sci, 2018, 36(4): 33-40.
- [12] SPINK J. GFSI direction on food fraud and vulnerability assessment (VACCP) [EB/OL]. [2014-05-08]. <https://spartanideas.msu.edu/2014/05/08/gfsi-direction-on-food-fraud-and-vulnerability-assessment-vaccp/> [2021-02-10].
- [13] MARVIN HJP, KLETER GA, FREWER LJ, *et al.* A working procedure for identifying emerging food safety issues at an early stage: Implications for European and international risk management practices [J]. Food Control, 2009, 20(4): 345-356.
- [14] Global Food Safety Initiative. GFSI position on mitigating the public health risk of food fraud [S/OL]. [2014-07-14]. <https://mygfsi.com/wp-content/uploads/2019/09/Food-Fraud-GFSI-Position-Paper.pdf> [2021-02-10].
- [15] BRCGS. Global standard for food safety-issue 7 [S/OL]. https://www.brcgs.com/media/63844/brc_fsma_voluntary-module_and_guidance-7_jun2018_lr.pdf [2021-02-21].
- [16] BRCGS. Global standard for foodsafety-issue8 [S/OL]. [2018-08-01]. https://cdn.scsglobalservices.com/files/program_documents/brc_food_standard_8.pdf [2021-02-10].
- [17] 国家认证认可监督管理委员会公告. 国家认监委关于更新《危害分析与关键控制点(HACCP 体系)认证依据》的公告 [EB/OL]. [2018-05-18]. http://www.cnca.gov.cn/zw/gg/gg2018/202007/t20200714_59642.shtml[2021-02-21].
- Certification and Accreditation Administration of the P. R. C. CNCA on the update of the "hazard analysis and critical control point (HACCP system) certification basis" announcement [EB/OL]. [2018-05-18]. http://www.cnca.gov.cn/zw/gg/gg2018/202007/t20200714_59642.shtml [2021-02-21].
- [18] Food fraud mitigation guidance [S/OL]. <https://www.usp.org/sites/default/files/usp/document/our-work/Foods/food-fraud-mitigation-guidance> [2021-02-21].
- [19] SSAFE [S/OL]. <https://www.ssaf-food.org/our-projects/>[2021-02-21].
- [20] 楼甜甜, 陆柏益, 张星联. 基于 AHP 法的双孢蘑菇质量安全脆弱性评价模型的建立[J]. 农产品质量与安全, 2016, (4): 28-34.
- LOU TT, LU BY, ZHANG XL. Establishment of Agaricusbisporus quality safety vulnerability evaluation model based on AHP method [J]. Qual Saf Agro-Prod, 2016, (4): 28-34.
- [21] 张星联, 张慧媛, 宋华欣, 等. 蜂蜜掺假的脆弱性评估技术研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(24): 121-127.
- ZHANG XL, ZHANG HY, SONG HX, *et al.* Vulnerability assessment of honey adulteration [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(24): 121-127.
- [22] YANG Y, HUISMAN W, HETTINGA K A, *et al.* Fraud vulnerability in the Dutch milk supply chain: Assessments of farmers, processors and retailers [J]. Food Control, 2019, 95: 308-317.
- [23] YANG YZ, HUISMAN W, HETTINGA KA, *et al.* The Chinese milk supply chain: A fraud perspective [J]. Food Control, 2020, 113: 107211.
- [24] VAN-RUTH SM, LUNING PA, SILVIS ICJ, *et al.* Differences in fraud vulnerability in various food supply chains and their tiers [J]. Food Control, 2018, 84: 375-381.
- [25] SILVIS ICJ, VAN RUTH SM, VAN DER FELLS-KLERX HJ, *et al.* Assessment of food fraud vulnerability in the spices chain: An explorative study [J]. Food Control, 2017, 81: 80-87.
- [26] YAN J, ERASMUS SW, TORO MA, *et al.* Food fraud: Assessing fraud vulnerability in the extra virgin olive oil supply chain [J]. Food Control, 2019, 111: 107081.
- [27] SOON JM, KRZYZANIAK SC, SHUTTLEWOOD Z, *et al.* Food fraud vulnerability assessment tools used in food industry [J]. Food Control, 2019, 101: 225-232.
- [28] ROBSON K, DEAN M, BROOKS S, *et al.* A 20-year analysis of reported food fraud in the global beef supply chain [J]. Food Control, 2020, 116: 107310.
- [29] SPINK J, MOYER DC, SPEIER-PERO C. Introducing the food fraud initial screening model (FFIS) [J]. Food Control, 2016, 69: 306-314.
- [30] BOUZEMBRAK Y, MARVIN HJP. Prediction of food fraud type using data from rapid alert system for food and feed(RASFF)and bayesian network modeling [J]. Food Control, 2016, 61: 180-187.
- [31] Food protection and defense institute. Food adulteration incidents registry (FAIR) [S/OL]. <https://incidents.foodprotection.io/search> [2021-02-21].
- [32] 孙颖. 食品欺诈的概念、类型与多元规制[J]. 中国市场监管研究, 2017, (11): 19-24.
- SUN Y. The concept, type and multiple regulation of food fraud [J]. Res China Market Regul, 2017, (11): 19-24.
- [33] USP. Decernis acquires food fraud database from USP [S/OL]. [2018-06-25]. <https://www.usp.org/news/decernis-acquires-ffd-from-usp> [2021-02-21].
- [34] Rapid alert system for food and feed [S/OL]. [2017-08-10]. https://ec.europa.eu/food/safety/rasff_en [2021-02-21].
- [35] 蔡昊栋, 王文强, 文豪, 等. 美国明尼苏达大学食品保护与防御中心经

- 济利益驱动型掺假数据库分析及学术地图可视化呈现[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(24): 8548–8555.
- CAI HD, WANG WQ, WEN H, *et al.* Analysis and visualization of academic maps on economically motivated adulteration database of the center for food protection and defense, university of Minnesota, USA [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(24): 8548–8555.
- [36] 李荷丽, 罗季阳, 李立, 等. 基于网络数据统计的食品欺诈研究分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(7): 312–318.
- LI HL, LUO JY, LI L, *et al.* Research and analysis of food fraud based on network data statistics [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(7): 312–318.
- [37] 李丹, 王守伟, 臧明伍, 等. 国内外经济利益驱动型食品掺假防控体系研究进展[J]. 食品科学, 2018, 39(1): 327–332.
- LI D, WANG SW, ZANG MW, *et al.* Progress in prevention and control systems against economically motivated food adulteration prevention and control system of food in China and abroad [J]. *Food Sci*, 2018, 39(1): 327–332.
- [38] 王文强, 文豪, 张文众, 等. 基于美国药典委 EMA 数据库的全球经济利益驱动型掺假和食品欺诈的分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(3): 804–810.
- WANG WQ, WEN H, ZHANG WZ, *et al.* Analysis of global economically motivated adulteration and food fraud based on the EMA database of the United States pharmacopoeia [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(3): 804–810.
- [39] 陈颖, 张九凯, 葛毅强. 基于文献计量的食品真实性鉴别研究态势分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(24): 8183–8194.
- CHEN Y, ZHANG JK, GE YQ. A bibliometric analysis on technology innovation of food authentication [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(24): 8183–8194.
- [40] 郑越男, 郭亚辉, 曹进, 等. 液相色谱质谱技术在食品掺假中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(23): 7953–7958.
- ZHENG YN, GUO YH, CAO J, *et al.* Application of liquid chromatography–mass spectrometry in food adulteration [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(23): 7953–7958.
- [41] 孟佳, 钮冰, 古淑青, 等. 基于液相色谱–质谱的蛋白质组学技术在食品鉴别中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(4): 998–1003.
- MENG J, NIU B, GU SQ, *et al.* Application of proteomics technology based on liquid chromatography–mass spectrometry in food identification [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(4): 998–1003.
- [42] 牛灿杰, 张慧, 陈小珍. 果汁掺假鉴别检测技术研究进展[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 292–294.
- NIU CJ, ZHANG H, CHEN XZ. Research progress on detection of fruit juice adulteration [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2015, 43(6): 292–294.
- [43] 马雪婷, 张九凯, 陈颖, 等. 燕窝真伪鉴别研究发展趋势剖析与展望[J]. 食品科学, 2019, 40(7): 304–311.
- MA XT, ZHANG JK, CHEN Y, *et al.* Analysis and prospect of the research on the authenticity of bird's nest [J]. *Food Sci*, 2019, 40(7): 304–311.
- [44] ROCCHI S, CARETTI F, GENTILI A, *et al.* Quantitative profiling of retinyl esters in milk from different ruminant species by using high performance liquid chromatography–diode array detection–tandem mass spectrometry [J]. *Food Chem*, 2016, (211): 455–464.
- [45] ANAGNOSTOPOULOS AK, KATSAFADOU AI, PIERROS V, *et al.* Milk of greek sheep and goat breeds; characterization by means of proteomics [J]. *J Proteom*, 2016, (147): 76–84.
- [46] 陈筱婷, 柯振华. 羊乳制品中动植物源性成分多重 RT-PCR 方法研究[J]. 食品研究与开发, 2017, (15): 156–162.
- CHEN XT, KE ZH. Research on multiplex RT-PCR detection method of animal and plant derived ingredients in goat milk [J]. *Food Res Dev*, 2017, (15): 156–162.
- [47] GARRIDO BC, SOUZA GH, LOURENCO DC, *et al.* Proteomics in quality control: Whey protein-based supplements [J]. *J Proteom*, 2016, (147): 48–55.
- [48] DU B, WU L, XUE X, *et al.* Rapid screening of multiclass syrup adulterants in honey by ultra high-performance liquid chromatography/quadrupole time of flight mass spectrometry [J]. *J Agric Food Chem*, 2015, (63): 6614–6623.
- [49] 费晓庆, 吴斌, 沈崇钰, 等. 液相色谱/元素分析-同位素比值质谱联用法鉴定蜂蜜掺假[J]. 色谱, 2011, 29(1): 15–19.
- FEI XQ, WU B, SHEN CY, *et al.* Identification of adulterated honey by liquid chromatography/elemental analysis-isotope ratio mass spectrometry [J]. *Chin J Chromatogr*, 2011, 29(1): 15–19.
- [50] 赵得娟, 张晓芝, 罗杰鸿. 高效液相串联质谱法检测辣椒油中的罗丹明 B[J]. 食品安全导刊, 2018, (14): 81.
- ZHAO DJ, ZHANG XZ, LUO JH. Detection of rhodamine B in capsicum oil by high performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2018, (14): 81.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



韩晓旭, 副高级工程师, 主要研究方向为食品欺诈脆弱性评估、食品化学物的风险评估。

E-mail: hanxiaoxu@yili.com



黄小平, 高级工程师, 主要研究方向为食品质量与安全风险评估。

E-mail: huangxiaoping@yili.com