

# 蜂蜜掺假的脆弱性评估技术研究

张星联<sup>1\*</sup>, 张慧媛<sup>2</sup>, 宋华欣<sup>3</sup>, 陆柏益<sup>3</sup>

(1. 中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 农业农村部农产品质量标准研究中心, 北京 100081;  
2. 太原市迎泽区市场监督管理局, 太原 030000; 3. 浙江大学生物系统工程与食品科学学院,  
农业农村部农产品贮藏保鲜质量安全风险评估实验室, 杭州 310058)

**摘要: 目的** 探究脆弱性评估技术在蜂蜜掺假问题上的应用。**方法** 借鉴国际上脆弱性评估的经验做法, 结合我国蜂产品供应链的实际情况, 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, 并采用熵权法对层次分析法进行修正确权, 避免单一确权方法的局限性。**结果** 经济驱动力的脆弱度最高, 其中, 蜂蜜产业的经济健康状况是影响蜂蜜掺假的主要原因。**结论** 该方法为脆弱性评估技术在食品和农产品掺假领域的应用提供了重要的参考依据。

**关键词:** 蜂蜜; 掺假; 脆弱性评估; 模型; 权重确定

## Vulnerability assessment of honey adulteration

ZHANG Xing-Lian<sup>1\*</sup>, ZHANG Hui-Yuan<sup>2</sup>, SONG Hua-Xin<sup>3</sup>, LU Bai-Yi<sup>3</sup>

(1. *Institute of Quality Standard and Testing Technology for Agro-Products of CAAS, Quality Standard Research Center of Agro-Products, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081, China*; 2. *Market Supervision Administration, Yingze District, Taiyuan 030000, China*; 3. *College of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Laboratory for Quality and Safety Risk Assessment of Storage and Preservation of Agricultural Products, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Hangzhou 310058, China*)

**ABSTRACT: Objective** To explore the application of vulnerability assessment technology in honey adulteration. **Methods** By referring to the experience of international vulnerability assessment and the actual situation of bee products supply chain in China, a vulnerability assessment model of honey products was constructed from the three aspects of opportunity, driving force and control measures, and the entropy weight method was adopted to correct the analytic hierarchy process so as to avoid the limitations of the single weight determination method. **Results** The economic driving force was the most vulnerable, among which the economic condition of honey industry was the main reason affecting the honey adulteration. **Conclusion** This study provides an important reference for the application of vulnerability assessment technology in the field of food and agricultural products adulteration.

**KEY WORDS:** honey; adulteration; vulnerability assessment; model; weight determination

基金项目: “十三五”国家重点研发计划专项(2017YFC1601701)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Program of China (2017YFC1601701)

\*通讯作者: 张星联, 博士, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全风险评估预警。E-mail: zxlcaas@163.com

\*Corresponding author: ZHANG Xing-Lian, Ph.D, Associate Professor, Institute of Quality Standard and Testing Technology for Agro-Products of CAAS, Beijing 100081, China. E-mail: zxlcaas@163.com

## 1 引言

蜂蜜极具保健作用和营养价值,是深受消费者青睐的保健品<sup>[1]</sup>。近年来,国内外对蜂蜜需求量不断增加,2018年,我国的蜂蜜市场规模已达到 51.5 万吨,而蜂蜜产量受蜂群总数所限,增速缓慢<sup>[2]</sup>。另外工业化生产背景下,蜂蜜掺假成分价格低廉,掺假蜂蜜成本与真蜂蜜相差较远,导致蜂蜜掺假情况越来越严重,如麦卢卡蜂蜜等<sup>[3]</sup>,严重损害了蜂农及正规蜂蜜生产企业的利益,打击了消费者的消费信心。在目前的调研和文献情况中,蜂蜜中常见的掺假手段主要有有人造蜂蜜(用糖浆和香精勾兑)、混掺蜂蜜(对天然蜂蜜中掺入 C4 植物糖)、蜜源掺假、产地和标签作假及喂食蜂蜜糖水等<sup>[4-6]</sup>。常用的掺假鉴别方法包括:高效液相色谱法<sup>[7,8]</sup>、气相色谱-质谱法<sup>[9]</sup>、近红外光谱法、荧光光谱法<sup>[10]</sup>、稳定性碳同位素比率法、指纹图谱技术法、差示扫描量热法、感官鉴别法及理化指标鉴别法等。不同的检测方法具有不同的适用范围,但目前没有一种方法可以完全保证对蜂蜜真伪鉴别结果的准确性<sup>[11]</sup>。加之掺假技术的不可预见性,检测手段滞后于掺假手段,传统的风险防控体系已无法从根本上解决食品欺诈和食品掺假问题,而脆弱性评估作为一种基于社会多方面脆弱因子的评价方法,逐步成为近年来国际上解决食品掺假问题的研究热点<sup>[12]</sup>。

为了解决食品掺假问题,国际上已将食品科学和技术的研究扩展到社会科学、商业决策等方面,并从“风险”“缓解”逐步向“脆弱性”和“预防”转变<sup>[13]</sup>。自 20 世纪 90 年代起,研究人员开始将脆弱性概念应用于食品和农产品粮食安全和饥荒的评估中<sup>[14]</sup>。Spink 等<sup>[15]</sup>认为食品欺诈和食品掺假是脆弱性评估研究的一个重要方向。Marvin 等<sup>[16]</sup>认为脆弱性评估应当侧重于食品供应链上各潜在的脆弱点,是危害分析与关键控制点(hazard analysis and critical control point, HACCP)的延伸;Svensson<sup>[17]</sup>将农产品供应链脆弱性定义为“由供应链内部风险和外部风险影响而使供应链所暴露的严重功能障碍和扰动”。近年来,多数研究集中在系统的脆弱性<sup>[18]</sup>,即:由于某要素或相关系统的变化所引起的系统受影响的程度,判断脆弱性的元素逐渐由“暴露、损伤、风险”向着“敏感性、应对力、恢复力”演变,脆弱性评估也逐渐由定性评价转变为半定量或者定量评价<sup>[19]</sup>。目前,实践应用比较广泛的脆弱性评估工具主要有美国药典委员会(The United States Pharmacopieial Convention, USP)提出的《食品欺诈控制指南》,以及全球食品安全倡议<sup>[20]</sup>(global food safety initiative, GFSI)与荷兰瓦赫宁根大学研究中心、阿姆斯特丹自由大学共同研发的食品欺诈脆弱性评估工具(safe supply of affordable food everywhere food fraud vulnerability assessment, SSAFF FFA)。其中,《食品欺诈控制指南》主要用于协助制造商和监管机构识别供应链中最脆弱的环节<sup>[4]</sup>;SSAFF FFA

则主要通过评估成分、产品、品牌、机构等对于造假的弱点预测未来的食品掺假事件。本研究借鉴国际的做法,结合中国蜂蜜产业的实际,探究蜂蜜掺假的脆弱性评估技术,主要从机会、驱动力及控制措施 3 个方面构建蜂蜜脆弱性评估指标体系,并结合层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)与熵权法(entropy weight method, EWM)获得脆弱性评估指标的综合权重<sup>[21]</sup>,建立蜂蜜产品的脆弱性评估模型,以期为脆弱性评估技术在食品和农产品掺假方面的实际应用提供重要参考。

## 2 材料与方法

### 2.1 脆弱性评估指标体系

基于蜂蜜产品整个供应链,分析影响蜂蜜掺假脆弱性的因素,分别从技术机会、时间空间机会、经济驱动力、文化行为驱动力、技术控制措施和监管控制措施 6 个方面筛选脆弱性指标,建立递阶层次结构,通过多轮德尔菲(Delphi Method)专家问卷调查法,调整修正脆弱性指标,建立蜂蜜掺假的脆弱性评估指标体系。

### 2.2 权重的确定与修正

基于单一指标确权方法存在一定的局限性,本研究采用层次分析法和熵权法确定脆弱性评估指标的权重。

#### 2.2.1 AHP 法确权

构建指标矩阵表格,按照横向指标相对于纵向指标的重要程度打分(9 分标度法);采用和行归一法和最大特征值法计算权重,获得最大特征值;通过对判断矩阵进行一致性检验和随机性检验,保证权值的合理性。

若判断矩阵的随机一致性比率(consistency ratio, CR)=CI/RI<0.1,说明判断矩阵符合一致性检验,反之,则需要调整。

其中,(consistency index, CI)表示判断矩阵的一致性指标,CI=( $\lambda_{\max} - n$ )/(n-1);是判断矩阵的平均随机一致性指标(random index, RI)(见表 1)。

表 1 平均随机一致性指标值  
Table 1 Average random consistency index value

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

#### 2.2.2 EWM 法确权

熵权法是根据指标变异性大小确定客观权重。若某个指标熵值越小,表明指标变异程度越大,提供的信息量越多,在脆弱性评估体系中起到的作用越大,即权重值大,反之权重较小。根据熵权法的基本模型,对蜂蜜产品掺假脆弱性评估指标权重进行如下计算:

首先, 对指标数据进行标准化处理。将非数据指标值转化为相对量数据, 以解决各项不同质指标值的同质化问题。 $k$  个评价数列  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , 根据每个评价指标的  $n$  个评价值, 构建矩阵  $X_i$  对各指标数据标准化后的值为  $Y_1, Y_2, \dots, Y_k$ , 则  $Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_i)}{\max(X_i) - \min(X_i)}$ 。

其次, 根据信息论中信息熵的定义,  $k$  个评价数列,  $n$  个脆弱性评估指标, 评估指标的熵值  $E_j = -\ln(n)^{-1} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, k; j=1, 2, \dots, n$ )。其中

$p_{ij} = Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij}$ 。

根据信息熵的计算公式, 计算出各个指标的信息熵为  $E_1, E_2, \dots, E_k$ 。通过信息熵计算各指标的权重:

$$W_i = \frac{1 - E_i}{k - \sum E_i} (i=1, 2, \dots, k)。$$

最后, 对 AHP 确权进行修正。将主观权重与客观权重合理地结合起来, 引入熵值变量, 则最终的权重值为  $W_j = W_j^1 E_j + W_j^2 (1 - E_j)^{[22]}$ , 其中,  $W_j^1$  为 AHP 法所确定的权重

值;  $W_j^2$  为熵权法所确定的权重值;  $E_j$  为评价指标熵值。最终得到权重  $W_j$ , 以确定蜂蜜掺假的脆弱性评估模型。

### 3 结果与分析

#### 3.1 脆弱性评估指标体系的构建

本文结合专家咨询及实地调研结果, 基于全面性、系统性、客观性、可操作性、独立性等原则, 构建了蜂蜜产品脆弱性评估指标体系。该指标体系主要由 6 个一级指标及 36 个二级指标构成(表 2)。

#### 3.2 脆弱性评估指标权重的确定

##### 3.2.1 基于 AHP 的指标权重确定

通过对 6 个准则层指标进行相对重要性评价, 构建指标矩阵表格, 准则层相对重要性判断矩阵见下表 3。采用和行归一法和最大特征值法计算权重, 得到最大特征值  $\lambda_{max}$  为 6.383。

通过对判断矩阵的一致性检验和随机性检验结果, 得到准则层相对于目标层随机一致性比率  $CR$  计算结果为  $0.062 < 0.1$ , 通过一致性检验。同理, 指标层相对于准则层的判断矩阵和一致性检验结果如表 4。

表 2 蜂蜜产品脆弱性评估指标体系  
Table 2 Evaluation index system of honey product vulnerability

目标	一级指标	二级指标
蜂蜜欺诈脆弱性	技术机会(opportunity, $O_1$ )	蜂蜜掺假的难易程度( $O_{11}$ )
		蜂蜜掺假知识技术的可获得性( $O_{12}$ )
		蜂蜜掺假的检测能力( $O_{13}$ )
		蜂蜜掺假的历史证据( $O_{14}$ )
		供应链的受干扰程度( $O_{21}$ )
		供应网络透明度( $O_{22}$ )
	时间空间机会( $O_2$ )	上下游供应关系的可靠度( $O_{23}$ )
		蜂蜜供应链的复杂程度( $O_{24}$ )
		供应的稳定性( $M_{11}$ )
		特殊价值成分或属性( $M_{12}$ )
		蜂蜜产业的经济健康情况( $M_{13}$ )
		企业的经济健康情况( $M_{14}$ )
	经济驱动力( $M_1$ )	产业人员的经济健康情况( $M_{15}$ )
		各环节蜂蜜企业承受供应压力( $M_{16}$ )
		蜂蜜市场的竞争压力( $M_{17}$ )
		价格的不对称性( $M_{18}$ )
		从业人员的诚信意识和道德水平( $M_{21}$ )
		地区的文化/道德诚信水平( $M_{22}$ )
文化行为驱动力( $M_2$ )	蜂蜜产业人员的违规行为史( $M_{23}$ )	
	国家及所在地区对蜂产业的支持程度( $M_{24}$ )	
	从业人员的掺假受害经历( $M_{25}$ )	
	地区的贪污和有组织犯罪行为情况( $M_{26}$ )	

续表 2

目标	一级指标	二级指标
		企业是否有对原料及产品的掺假检测计划及管理程序(C <sub>11</sub> )
	技术控制(C <sub>1</sub> )	企业内部物料质量平衡控制信息系统的特异性和准确性及定期核查(C <sub>12</sub> )
		供应链追踪追溯系统的广泛性和准确性(C <sub>13</sub> )
		蜂农的技术培训水平(C <sub>14</sub> )
		企业内部员工诚信筛选、培训工作(C <sub>21</sub> )
		企业合作合同对掺假的限制(C <sub>22</sub> )
		企业欺诈预防和控制措施(C <sub>23</sub> )
		产业欺诈预防和控制指南的完善程度(C <sub>24</sub> )
	监管控制(C <sub>2</sub> )	产业行为自律工具及产业内部行为监管信息的沟通(C <sub>25</sub> )
		当地欺诈执法实践的力度(C <sub>26</sub> )
		国家欺诈相关政策和法律法规的完善程度(C <sub>27</sub> )
		蜂蜜产品的标准的完善程度(C <sub>28</sub> )
		欺诈事件的社会关注程度(C <sub>29</sub> )
		国家检举系统的完善程度(C <sub>210</sub> )

表 3 准则层对于目标层判断矩阵  
Table 3 Judgment matrix of criteria layer for target layer

		O <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Wi
技术机会	O <sub>1</sub>	1/3	1/6	3	1/4	1/5	0.052
时间空间机会	O <sub>2</sub>	1	1/4	5	1/2	1/3	0.110
经济驱动力	M <sub>1</sub>	4	1	7	3	2	0.380
文化行为驱动力	M <sub>2</sub>	1/5	1/7	1	1/6	1/7	0.028
技术控制措施	C <sub>1</sub>	2	1/3	6	1	1/2	0.170
监管控制措施	C <sub>2</sub>	3	1/2	7	2	1	0.260

表 4 准则层各判断矩阵及一致性检验结果  
Table 4 Criteria layer of each judgment matrix and consistency test results

判断矩阵	特征向量	最大特征值	一致性指标 (CI)	随机一致性指标 (RI)	一致性比率 (CR)
O <sub>1</sub> -O <sub>1n</sub>	(O <sub>1</sub> W) <sub>i</sub> =(0.493, 0.124, 0.307, 0.077)	4.067	0.0223	0.9000	0.0248
O <sub>2</sub> -O <sub>2n</sub>	(O <sub>2</sub> W) <sub>i</sub> =(0.072, 0.169, 0.286, 0.474)	4.074	0.0246	0.9000	0.0274
M <sub>1</sub> -M <sub>1n</sub>	(M <sub>1</sub> W) <sub>i</sub> =(0.097, 0.156, 0.344, 0.033, 0.023, 0.263, 0.065, 0.018)	8.841	0.120	1.45	0.083
M <sub>2</sub> -M <sub>2n</sub>	(M <sub>2</sub> W) <sub>i</sub> =(0.392, 0.080, 0.265, 0.176, 0.052, 0.035)	6.503	0.101	1.24	0.081
C <sub>1</sub> -C <sub>1n</sub>	(C <sub>1</sub> W) <sub>i</sub> =(0.548, 0.136, 0.233, 0.083)	4.066	0.022	0.9	0.024
C <sub>2</sub> -C <sub>2n</sub>	(C <sub>2</sub> W) <sub>i</sub> =(0.015, 0.060, 0.021, 0.069, 0.129, 0.258, 0.202, 0.177, 0.041, 0.028)	10.747	0.083	1.49	0.056

指标层相对于目标层重要性的权重总排序, 是递阶层次结构由上而下求出所有指标相对于目标层 A 的重要性权重。由此可以算出各个指标对于蜂蜜掺假脆弱性评估的权重向量为 W=(0.026, 0.006, 0.016, 0.004, 0.008, 0.019, 0.031, 0.052, 0.037, 0.059, 0.131, 0.013, 0.009, 0.100, 0.025, 0.007, 0.011, 0.002, 0.008, 0.005, 0.001, 0.001, 0.093, 0.023, 0.039, 0.014, 0.004, 0.016, 0.005, 0.018, 0.034, 0.067, 0.052,

0.046, 0.011, 0.007)。总排序的一致性检验结果为 CR=0.045<0.1, 通过一致性检验。

### 3.2.2 熵权法对 AHP 权重的修正

根据上述方法, 将主观权重与客观权重合理地结合, 引入熵值变量, 则最终的权重值为 W<sub>j</sub>(表 5), 处于 W<sub>j</sub><sup>1</sup> 和 W<sub>j</sub><sup>2</sup> 之间。

表 5 基于 AHP-EWM 法的权重值  
Table 5 Weight value based on AHP-EWM method

指标	AHP 权重	EWM 权重	AHP-EWM	权重归一化
蜂蜜掺假的难易程度	0.026	0.000	0.026	0.025
蜂蜜掺假知识技术的可获得性	0.006	0.029	0.023	0.023
蜂蜜掺假的检测能力	0.016	0.000	0.016	0.016
蜂蜜掺假的历史证据	0.004	0.015	0.008	0.008
供应链的受干扰程度	0.008	0.032	0.028	0.027
供应网络透明度	0.019	0.033	0.031	0.030
上下游供应关系的可靠度	0.031	0.028	0.029	0.028
蜂蜜供应链的复杂程度	0.052	0.034	0.036	0.035
供应的稳定性	0.037	0.033	0.034	0.033
特殊价值成分或属性	0.059	0.023	0.037	0.036
蜂蜜产业的经济健康情况	0.131	0.032	0.048	0.047
企业的经济健康情况	0.013	0.031	0.028	0.027
产业人员的经济健康情况	0.009	0.031	0.027	0.026
各环节蜂蜜企业承受供应压力	0.1	0.033	0.042	0.041
蜂蜜市场的竞争压力	0.025	0.032	0.031	0.031
价格的不对称性	0.007	0.023	0.016	0.016
从业人员的诚信意识和道德水平	0.011	0.032	0.029	0.029
地区的文化/道德诚信水平	0.002	0.032	0.027	0.027
蜂蜜产业人员的违规行为史	0.008	0.034	0.031	0.031
国家及所在地区对蜂产业的支持程度	0.005	0.032	0.027	0.027
从业人员的掺假受害经历	0.001	0.022	0.014	0.013
地区的贪污和有组织犯罪行为情况	0.001	0.022	0.013	0.013
企业是否有对原料及产品的掺假检测计划及管理程序	0.093	0.029	0.044	0.043
企业内部物料质量平衡控制信息系统的具体性和准确性及定期核查	0.023	0.032	0.031	0.030
供应链追踪追溯系统的广泛性和准确性	0.039	0.033	0.034	0.033
蜂农的技术培训水平	0.014	0.032	0.029	0.028
企业内部员工诚信筛选、培训工作	0.004	0.000	0.004	0.004
企业合作合同对掺假的限制	0.016	0.032	0.030	0.029
企业欺诈预防和控制措施	0.005	0.032	0.027	0.027
产业欺诈预防和控制指南的完善程度	0.018	0.033	0.031	0.030
产业行为自律工具及产业内部行为监管信息的沟通	0.034	0.033	0.033	0.032
当地欺诈执法实践的力度	0.067	0.034	0.037	0.037
国家欺诈相关政策和法律法规的完善程度	0.052	0.034	0.036	0.035
蜂蜜产品的标准的完善程度	0.046	0.033	0.035	0.034
欺诈事件的社会关注程度	0.011	0.033	0.029	0.029
国家检举系统的完善程度	0.007	0.027	0.021	0.021

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

蜂蜜产品脆弱性评估指标体系中,脆弱度最高的是蜂蜜产业的经济健康状况,主要原因是经济状况的好坏决定着蜂蜜掺假驱动力的大小,而经济驱动力是食品掺假的主要原因。按照上述权重分配,得到蜂蜜掺假脆弱性评估模型为:

$$V=0.025O_{11}+0.023O_{12}+0.016O_{13}+0.008O_{14}+0.027O_{21}+0.030O_{22}+0.028O_{23}+0.035O_{24}+0.033M_{11}+0.036M_{12}+0.047M_{13}+0.027M_{14}+0.026M_{15}+0.041M_{16}+0.031M_{17}+0.016M_{18}+0.029M_{21}+0.027M_{22}+0.031M_{23}+0.027M_{24}+0.013M_{25}+0.013M_{26}+0.043C_{11}+0.030C_{12}+0.033C_{13}+0.028C_{14}+0.004C_{21}+0.029C_{22}+0.027C_{23}+0.030C_{24}+0.032C_{25}+0.037C_{26}+0.035C_{27}+0.034C_{28}+0.029C_{29}+0.021C_{210}$$

为了对蜂蜜产品掺假的脆弱性进行正确、有效的综合评估,可利用 Likert 五点尺度量表法,将蜂蜜掺假脆弱性分为高、较高、一般、较低、低,相应的等级为 A、B、C、D、E,并分别赋值为 5、4、3、2、1。脆弱性等级与脆弱度划分如表 6。此后,根据上述方法,对蜂蜜产品掺假的脆弱性评估体系中的 36 个指标进行脆弱度评分,再将各指标的评分值和权重代入上述函数模型,由此可以得出蜂蜜掺假脆弱性评分及相应的等级,脆弱性等级越低,蜂蜜掺假的可能性越低;脆弱性等级越高,则掺假的可能性越大。

表 6 蜂蜜掺假脆弱性评估示例  
Table 6 Example of vulnerability assessment of honey adulteration

脆弱性	高	较高	一般	较低	低
等级	A	B	C	D	E
脆弱度	(4,5]	(3,4]	(2,3]	(1,2]	(0,1]

### 4.2 讨论

关于蜂蜜掺假,已有较多文献致力于蜂蜜掺假的技术手段和方法研究,脆弱性评估作为一种综合考虑了社会、历史、环境等多方面因素的方法,为蜂蜜产品掺假的风险管理提供了一种新方法。本研究提出的蜂蜜产品脆弱性评估指标体系在实际应用过程中,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。为我国其他食品和农产品的掺假防控和风险管理提供技术支撑和方法参考。

### 参考文献

[1] 张晓华. 蜂蜜掺假鉴别方法分析探讨[J]. 食品工业, 2018, 39(12): 234-238.

Zhang XH. Analysis and discussion on the identification method of honey adulteration [J]. Food Ind, 2018, 39(12): 234-238.

- [2] 陈银. 2018 年中国蜂蜜市场产量、需求量及蜜蜂养殖现状分析, 蜂蜜需求前景广阔 [DB/OL]. [2019-05-16]. <https://www.huanon.com/story/428349>
- Chen Y. Analysis of China's honey market output, demand and current situation of bee breeding in 2018 [DB/OL]. [2019-05-16]. <https://www.huanon.com/story/428349>
- [3] 李方. 新西兰有机蜂蜜: 重塑"国宝"麦卢卡 [DB/OL]. [2013-09-07]. [http://www.ce.cn/cyssc/sp/info/201309/07/t20130907\\_1331629.shtml](http://www.ce.cn/cyssc/sp/info/201309/07/t20130907_1331629.shtml)
- Li F. New Zealand organic honey: Reshaping "national treasure" manuka [DB/OL]. [2013-09-07]. [http://www.ce.cn/cyssc/sp/info/201309/07/t20130907\\_1331629.shtml](http://www.ce.cn/cyssc/sp/info/201309/07/t20130907_1331629.shtml)
- [4] 赵立夫, 姜宇懋, 张清清, 等. 掺假蜂蜜识别技术的研究进展[J]. 经济动物学报, 2012, 16(2): 115-118.
- Zhao LF, Jiang YM, Zhang QQ, et al. Progress in identification techniques for adulteration in honey [J]. J Economic Anim, 2012, 16(2): 115-118.
- [5] 胡方园, 杨方, 黄诚, 等. 蜂蜜掺假检测技术研究进展[J]. 轻工科技, 2014, (2): 3-5.
- HU FY, Yang F, Huang C, et al. The Progress of honey adulteration detection technology [J]. Guangxi J Light Ind, 2014, (2): 3-5.
- [6] 杜宗绪. 蜂蜜掺假鉴别检测方法研究进展[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(5): 67-71.
- Du ZX. Research progress on detection methods of honey adulteration [J]. Storage Proc, 2015, 15(5): 67-71.
- [7] Salas A, Carracedo A. Studies of association in complex diseases: Statistical problems related to the analysis of genetic polymorphisms [J]. Food Chem, 2003, 115(3): 1141-1149.
- [8] Wang SQ, Guo QL, Wang LL, et al. Detection of honey adulteration with starch syrup by high performance liquid chromatography [J]. Food Chem, 2015, 172(1): 669-674.
- [9] 陈晓明, 初叶心, 乔江涛, 等. 蜂蜜品种识别和掺假鉴别的研究进展[J]. 食品工业, 2020, 41(2): 225-229.
- Chen XM, Chu YX, Qiao JT, et al. Research progress on variety identification and adulteration identification of honey [J]. Food Ind, 2020, 41(2): 225-229.
- [10] Ruoff K, Luginbühl W, Künzli R, et al. Authentication of the botanical and geographical origin of honey by mid-infrared spectroscopy [J]. J Agric Food Chem, 2006, 54(18): 6873-6880.
- [11] 袁玉伟, 张志恒, 叶雪珠, 等. 蜂蜜掺假鉴别技术的研究进展与对策建议[J]. 食品科学, 2010, 31(9): 318-322.
- Yuan YW, Zhang ZH, Ye XZ, et al. Research progress in the detection of honey adulteration [J]. Food Sci, 2010, 31(9): 318-322.
- [12] 宋华欣, 张星联, 陆柏益. 脆弱性评价及其在食品欺诈中的应用研究进展[J]. 食品科学, 2020, 41(7): 300-305.
- Song HX, Zhang XL, Lu BY. Vulnerability assessment and its applications in food fraud: A Review [J]. Food Sci, 2020, 41(7): 300-305.
- [13] Spink J, Ortega DL, Chen C, et al. Food fraud prevention shifts the food risk focus to vulnerability [J]. Trends Food Sci Technol, 2017, 62: 215-220.
- [14] 李莉, 王晓婷, 王辉. 脆弱性内涵、评价与研究趋势综述[J]. 中国渔业经济, 2010, 28(3): 161-169.
- LI L, Wang XT, Wang H. Review of content, evaluation and research

trends of vulnerability [J]. *Chin Fish Economics*, 2010, 28(3): 161–169.

[15] 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): 102–107.

[16] 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.

[17] Svensson G. A conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains [J]. *Int J Physical Distrib Logistics Manage*, 2000, 30(9): 731–750.

[18] Abedi A, Gaudard L, Romerio F. Review of major approaches to analyze vulnerability in power system [J]. *Reliab Eng System Saf*, 2019, 183: 153–172.

[19] 楼甜甜. 典型果蔬“三剂”风险评估及基于脆弱性评价模型的预警初探 [D]. 杭州: 浙江大学, 2017.

Lou TT. Risk Assessment of typical fruits and vegetables “three agents” and early warning based on vulnerability assessment model [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2017.

[20] 李丹, 王守伟, 臧明伍, 等. 美国应对经济利益驱动型掺假和食品欺诈的经验及对我国的启示 [J]. *食品科学*, 2016, 37(7): 259–263.

Li D, Wang SW, Zang MW, *et al.* The United States’ experience in dealing

with economically motivated adulteration and food fraud and its enlightenments to China [J]. *Food Sci*, 2016, 37(7): 259–263.

[21] 梁文文. 食品造假漏洞评估及应对 [J]. *食品安全导刊*, 2017, (28): 62–63.

Liang WW. Assessment and countermeasures of food counterfeiting loopholes [J]. *China Food Saf Magaz*, 2017, (28): 62–63.

[22] 刘大海, 宫伟, 邢文秀, 等. 基于 AHP-熵权法的海岛海岸带脆弱性评价指标权重综合确定方法 [J]. *海洋环境科学*, 2015, 34(3): 462–467.

Liu DH, Gong W, Xing WX, *et al.* Comprehensive method for determining the weights of vulnerability assessment indexes on islands and the coastal zone based on the AHP weight method and entropy weight method [J]. *Marine Environ Sci*, 2015, 34(3): 462–467.

(责任编辑: 王 欣)

### 作者简介



张星联, 博士, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全风险评估预警。

E-mail: zxicaas@163.com



## 食品加工工艺优化及应用研究

随之人类对自身健康的关注及生活水平的提高, 加工食品因保持其原色、原味及食品营养成分的优越性备受关注。越来越多的新工艺新方法应用于食品加工工业, 尤其是多种工艺的综合利用, 对食品行业的发展起到了巨大的推动作用。

鉴于此, 本刊特别策划“食品加工工艺优化及应用研究”专题, 主要围绕加工工艺优化(提取工艺优化、配方优化、纯化优化、制备优化、响应面法优化等)、食品加工的综合利用及评价等问题展开讨论, 计划在 2021 年 2/3 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编国家食品安全风险评估中心 吴永宁 研究员特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力, 综述及研究论文均可。请在 2021 年 1 月 30 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题食品加工工艺优化及应用研究):

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者

登录-注册投稿-投稿栏目选择“2020 专题: 食品加工工艺优化及应用研究”)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsqa@126.com(备注: 食品加工工艺优化及应用研究专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部