

综述

食品微生物风险分级研究进展

朱江辉¹, 宋筱瑜¹, 王晔茹¹, 徐海滨¹, 宫丹阳², 贺复生², 梁亮², 王金龙², 闫连富²

(1. 国家食品安全风险评估中心 卫生部食品安全风险评估重点实验室, 北京 100022;

2. 北京华宇软件股份有限公司, 北京 100086)

摘要:通过开展食品中微生物危害的风险分级研究, 筛选高危食品和微生物危害进行重点监管是国际上控制食品微生物危害的通行策略, 但是目前尚无国际通用的食品微生物风险分级模型。本研究对国际上已经开展食品微生物风险分级研究进行回顾, 指出了存在的问题, 并提出了基于风险监测的定量风险分级模型的构想。

关键词: 食源性疾病; 微生物危害; 风险分级; 风险分析

中图分类号: R155; TS201.3 文献标志码: A 文章编号: 1004-8456(2015)03-0322-08

DOI: 10.13590/j.cjfh.2015.03.024

Progress of risk ranking for food microbiological hazards

ZHU Jiang-hui, SONG Xiao-yu, WANG Ye-ru, XU Hai-bin, GONG Dan-yang, HE Fu-sheng,
LIANG liang, WANG Jin-long, YAN Lian-fu(Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment of Ministry of Health, China National Center for
Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China)

Abstract: It is widely accepted in the world to prioritize the food, microbiological hazards and its combinations using risk ranking techniques before food safety supervisions and quantitative microbiological risk assessments were performed, however there is no universal methodology available for risk ranking. The present study reviewed the published risk ranking framework for food microbiological hazards, figured out their disadvantages and put forward an opinion to build a quantitative risk ranking model for microbiological hazards based on risk surveillance data.

Key words: Foodborne illness; microbiological hazards; risk ranking; risk analysis

食品中微生物危害所导致的食源性疾病是全球性的公共卫生问题。以沙门菌食物中毒为例, 全球每年罹患沙门菌胃肠炎为 9 380 万人, 死亡 15.5 万人, 其中有 8 030 万与食品有关^[1]。我国每年因食源性沙门菌感染导致急性胃肠炎有 903.5 万人, 每年估计死亡 792 人^[2]。

食品安全风险分析是国际上解决食品安全问题的通行做法, 其中风险评估是科学基础。经典的微生物定量风险评估 (quantitative microbiological risk assessment, QMRA) 已经对非伤寒沙门菌^[3]、单增李斯特菌^[4]、弯曲菌^[5]、副溶血性弧菌^[6]等微生物

危害从农场到餐桌的整个或者部分过程中的动态变化进行了较为精确的模型研究, 不仅评估了这些微生物危害所导致的疾病负担, 还对潜在的干预措施进行了评价。但是 QMRA 研究主要是针对一个食品与微生物危害的组合, 评估过程往往需要利用复杂的数学模型, 分析过程耗时、费力、成本高, 而许多微生物危害可以污染多种食品载体, 而对每个食品-微生物危害组合逐一开展 QMRA 研究显然是不适宜的, 因此采用快速、科学的风险分级方法来筛选需要重点监管的食品和微生物危害以及需要优先开展 QMRA 研究的组合, 是国际上食品微生物控制的基本思路。我国与欧美发达国家居民的食品消费和烹调习惯存在较大差别, 而且食品微生物风险评估的专业人员匮乏、数据基础薄弱。因此在有限的评估资源下, 需要筛选出对我国居民健康影响最大的食品-微生物危害组合, 提出优先评估对象, 开展精确的 QMRA 研究, 评价和发现重要干预措施, 最大程度地降低食品微生物危害所导致的食源性疾病发生率。

收稿日期: 2014-11-20

基金项目: 食品安全科技监管追溯体系的构建及示范应用 (D131100004813002)

作者简介: 朱江辉 男 副研究员 研究方向为微生物风险评估
E-mail: zhujianghui@cfsa.net.cn

通讯作者: 徐海滨 男 研究员 研究方向为卫生毒理学
E-mail: hbxu1231602@cfsa.net.cn

闫连富 男 总工程师 研究方向为计算机应用与维护
E-mail: yanlf@hangyx.com

联合国粮农组织 (FAO) 和世界卫生组织 (WHO) 制定的风险管理一般框架中包含了风险分级, 并且将其作为风险监测和评估的前提之一^[7]。欧美等国家已经针对含肉混合食品^[8]、禽畜肉^[9-10] 和蔬菜水果^[11] 等食品中的多种微生物危害开展了风险分级研究, 但是目前没有通用的风险分级方法^[12]。欧盟食品安全局 (EFSA) 生物性危害专家组 (BIOHAZ) 对欧盟开展的 14 项食品微生物风险分级研究进行评价后, 推荐了一个包括 9 个步骤的风险分级框架 (见图 1), 本研究拟以此框架为基础, 对现有的食品微生物风险分级研究进行综述, 指出其存在的问题并提出构建基于我国风险监测的食品微生物定量风险分级模型的构想。

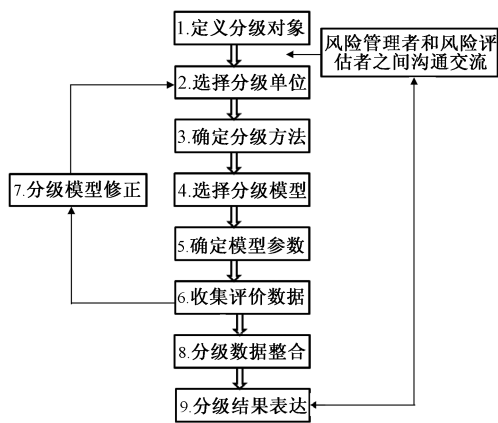


图 1 EFSA BIOHAZ 推荐的微生物危害风险分级框架 9 个步骤

Figure 1 Recommended 9 steps by EFSA BIOHAZ for establishment of risk ranking framework for biological hazards

1 已有风险分级研究

本研究从分级对象、分级单位、分级方法、分级模型、模型参数、收集评价数据、模型修正、数据整合和结果表述等 9 个方面, 对 15 项欧盟和美国开展的食物微生物风险分级研究进行综述, 详见表 1。

1.1 分级对象

定义分级对象需要明确是对食品分级 (来自多种食品的单个危害物)、对危害物分级 (来自于一种食品的多个危害物) 和对食品和危害物的联合分级 (来自于多种食品的危害物)。对食品分级重点分析不同食品的消费水平, 对危害物分级重点分析危害物的污染水平及其健康损害的严重程度。

如 EFSA BIOHAZ 2011 年^[10] 对欧盟猪肉抽检结果进行风险分级时, 定义的分级对象是猪肉中的多种危害, 如弯曲菌、布氏杆菌、肉毒梭菌和蜡样芽胞杆菌等十余种致病微生物和寄生虫, 这是对来自于一种食品载体的多种危害物进行分级, 而欧盟兽药管理科学委员会 2003 年^[13] 对污染产毒性大肠杆菌 (*Verotoxigenic E. coli*, VETC) 的食品类别进行分级

时, 是对 VETC 的多种高危食品载体进行分级, 包括生牛肉或未煮熟的牛肉、其他反刍动物肉、切碎和/或发酵牛肉及其产品等, 这是对污染同一种致病菌的多种食品载体进行分级。

1.2 分级单位

描述风险分级大小的度量单位包括不良健康效应发生人数 (如发病人数、住院人数和死亡人数等)、健康调整寿命年 and 经济学风险度量单位等, 其中不良健康效应发生人数是描述风险分级大小的最简单的度量单位, 适用于对源于多种食品载体的一种微生物危害对公众健康的影响进行分级, 例如美国食品药品监督管理局 (FDA)/美国农业部食品安全监管局 (FSIS) 2003 年^[14] 对特定即食食品中单增李斯特菌污染的风险分级, 结果就是以每餐或每年估计的单增李斯特菌发病人数表示。健康调整寿命年是在对多种微生物危害进行分级时, 对不同的健康效应进行描述的度量单位, 其中最常用的指标是质量调整寿命年 (quality-adjusted life years, QALYs) 和伤残调整寿命年 (disability adjusted life years, DALYs)。

1.3 分级方法

风险分级方法可以分为基于食源性疾病预防的分级方法和基于预测微生物技术的分级方法, 其中基于食源性疾病预防的分级方法是根据流行病学调查, 例如疾病报告和暴发系统获得的数据对特定食品、危害物或者组合的相对风险进行评价, 例如欧盟兽药管理科学委员会 2003 年^[13] 对感染 VETC 的食品类别进行风险分级时, 采用的就是基于食源性疾病预防的风险分级方法, 主要采用人群发病率和严重程度以及猪肉对发病的归因等指标。但是由于大多数流行病学数据的不完善, 不能将健康损害指向特定的食品供应链的污染环节。

基于预测微生物技术的分级方法通过追踪描述某种微生物危害在食品生产链过程的变化, 来预测这种危害相对于其他微生物危害和/或食品组合对人群健康的相对风险, 例如荷兰^[15] 在对新发食源性人畜共患病的风险分级研究中, 对人畜共患病进口到荷兰、在动物宿主之间、以及人-畜和人-人之间的传播的可能性进行了估计。这种方法是需要基于大量的研究结果、专家判断和复杂的模型, 工作量大, 主观性强。

1.4 分级模型

风险分级模型根据利用数据的方式, 可以分为定性、半定量和定量模型。采用定性风险模型得到的风险分级结果通常是描述性的或者分类性质的, 并且不会直接得到一个精确的对风险的定量分级结果。EFSA BIOHAZ 2012 年报告^[12] 认为, 在以下

表1 本研究讨论的食品微生物风险分级研究

Table 1 Characteristics of reviewed projects for foodborne microbiological hazards risk ranking in the present study

研究或方法	分级对象	分级单位	分级方法	分级模型	模型参数	收集和评价数据	数据整合	参考文献
含肉混合食品中微生物危害的健康影响的科学建议	多种食品中的多种危害物	每年/每餐发病的概率	基于食源性疾病监测数据/基于预测微生物技术	半定量表格/定性模型	1. 暴发数据; 2. 污染率数据; 3. 欧盟 RASFF 预警报告; 4. 加工效果、生长可能、烹调效果、感染力、产生孢子的能力和产毒能力	1. 欧盟的报告; 2. 文献资料; 3. 已有的模型	推理建议; 决策树	[8]
禽肉中多种微生物危害的风险分级	一种食品中的多种危害物(禽肉来源的危害物)	禽肉中的危害物从禽肉传递到人群的可能性	基于食源性疾病监测数据	定性表格	1. 人群发病率; 2. 病死率; 3. 禽肉中的污染率; 4. 禽肉对食源性疾病的归因	1. 文献综述; 2. EFSA/ECDC 报告; 3. 欧盟/EFSA 基础研究	决策树	[9]
猪肉中多种危害物(包括化学物)的风险分级	一种食品中的多种危害物(猪肉来源的危害物)	猪肉中的危害物从猪肉传递到人群的可能性	基于食源性疾病监测数据	定性表格	1. 人群发病率; 2. 病死率; 3. 猪肉中的污染率; 4. 猪肉对食源性疾病的归因	1. 文献综述; 2. EFSA/ECDC 人畜共患病报告; 3. 欧盟/EFSA 基础研究	决策树	[10]
来自美国 FDA 的新鲜农产品风险分级工具	多种食品中的多种危害物; 致病菌/新鲜农产品分类	致病菌/食品组合的数字评分	基于预测微生物技术	半定量	1. 流行病学关联; 2. 疾病乘数; 3. 住院和死亡率; 4. 易感人群; 5. 污染率; 6. 相对易感性; 7. 消费频率; 8. 货架期/生长可能	食源性疾病暴发数据(流行病学)	表格式	[11]
关于对食品中产毒性大肠杆菌(VETC)对公共卫生影响的科学建议	多种食品中的一种危害; 高危食品分类	导致每餐发生产毒性大肠杆菌食物中毒风险更高的食品	基于食源性疾病监测和基于预测微生物技术	定性	1. 人群直接或间接暴露于啮齿动物因素; 2. 摄入被啮齿动物或人类污染的粪便污染的食品, 暴露于 HP-VETC 的风险因素	文献综述	专家意见	[13]
美国 FDA/FSIS 关于即食食品中单增李斯特菌评估	23 种即食食品中的单增李斯特菌污染	每餐/每年的发病风险	基于预测微生物技术	定量	1. 即食食品中单增李斯特菌污染率和污染密度; 2. 储存方式、温度及时间 3. 消费量	1. 文献检索; 2. 多种来源的污染数据; 3. 预测微生物学	定量模型	[14]
由荷兰 EmZoo 工作组分级工具	多种食品中的多种危害物; 新发食源性人畜共患病	与新发人畜共患病有关的正常化评分	基于预测微生物技术	定量(随机多因素模型)	1. 进口到荷兰的可能性; 2. 在动物宿主之间传递情况; 3. 对动物宿主造成的经济损失; 4. 人-畜之间传播情况; 5. 人-人之间传播情况; 6. 发病率(伤残加权); 7. 死亡率(病死率)	1. 文献检索; 2. 公共卫生和兽医机构的网络信息; 3. 专家意见	正常化评分	[15]
关于水产品中寄生虫污染的风险评估的科学意见	多种食品中的多种危害物; 水产品中具有重要公共卫生意义的寄生虫	具有公共卫生意义的寄生虫污染水产品的可能性	基于预测微生物技术	定性表格	水产品生产和操作规范	1. 专家建议; 2. 文献数据	表格式	[16]

续表 1

研究或方法	分级对象	分级单位	分级方法	分级模型	模型参数	收集和评价数据	数据整合	参考文献
在肉鸡中设定不同的降低沙门菌污染水平目标影响的评估	一种食品中的一种危害物(临床病例的沙门菌血清型与特定鸡群的显著关联)	临床病例的特定沙门菌血清型与暴露于禽制品(例如鸡蛋、鸡肉)的关联强度	基于食源性疾病监测数据	定性模型	1. 人群、动物及其制品中沙门菌污染率; 2. 不同沙门菌血清型的毒力; 3. 对抗生素治疗的耐药性	1. EFSA/ECDC 人畜共患病报告; 2. 欧盟/EFSA 基线报告; 3. 文献综述	专家意见	[17]
对肉鸡/火鸡中设定不同的降低沙门菌污染水平的目标对公众健康影响的定量估计	多种食品中的多种危害物(沙门菌血清型)	1. 不同血清型的传递率; 2. 每种血清型沙门菌所导致的真实病例数	基于食源性疾病监测数据	定量模型	输出结果:食品/动物来源中每种血清型所导致的人类病例数。 输入变量: 1. 在 k 国家由 i 沙门菌血清型导致的报告病例数; 2. k 国家的漏报率; 3. k 国家的暴发因子; 4. 在所有假定的食品载体中沙门菌 i 的污染率; 5. 在 k 国家消费的食品载体 j 的量(市场消费); 6. 关于病原体和食品载体的特定参数	1. EFSA/ECDC 人畜共患病报告; 2. 欧盟/EFSA 基线报告; 3. 欧盟共同体统计署(EUROSTAT)	贝叶斯推断	[17]
关于对欧盟地区鸡肉和人弯曲菌病的定量风险的科学意见	单个食品中的单个危害物;一种危害物的多种暴露途径	通过不同途径传递的危害物的百分率	基于食源性疾病监测	对多个模型的回顾;	1. 暴发事件数; 2. 归因百分比; 3. 不同宿主中分离的多位点序列分型	1. 欧盟系统性综述; 2. 文献回顾	推理建议	[18]
关于对某种生物性危害存在食源性抗生素耐药的科学意见	多种食品中的多种危害物;某种食品作为抗生素耐药的致病菌的来源的风险	某种食品被抗生素耐药的致病菌污染的风险	基于预测微生物技术	半定量	1. 零售阶段食品中致病菌的污染率; 2. 致病菌对一类抗生素耐药的可能性	已有数据或专家意见	表格式	[19]
对于地理性疯牛病风险评估(GBR)方法修订的科学建议	单个食品中的单个危害物;在某个国家出现疯牛病的可能性	在某个国家存在疯牛病的可能性	基于预测微生物技术	半定量	1. 外部风险(输入肉牛或MBM); 2. 内部风险	政府的报告	表格式	[20]
关于采用兽药对食品中沙门菌污染对人群健康影响的科学建议	多种食品中的一种危害物;高危食品分类	每餐发生沙门菌病的风险	基于食源性疾病监测和基于预测微生物技术	定性	1. 报告的沙门菌的污染率; 2. 人群沙门菌病患率; 3. 食品烹调加工的方法和技术	1. 文献资料; 2. 人畜共患病报告	专家意见	[21]
食源性致病菌疾病负担	多种食品中的多种危害物;荷兰食源性致病菌	DALY	基于食源性疾病监测和基于预测微生物技术	定量	1. 急性疾病的发生率和病程长短; 2. 后遗症的发生率和病程长短; 3. 伤残权重; 4. 病死率; 5. 理想的寿命预期; 6. 对不同传播途径的归因情况(食品、环境、人-人传播、动物-人传播和旅行)	1. 监测数据; 2. 从国际文献检索的荷兰人群队列研究; 3. 专家意见	DALYs 的定量水平	[22]

情况下适于采用定性分级模型,即认识到定性模型更容易和快速完成分级工作;或者定性的风险分级方法更容易被风险管理者和政策制定者所理解和向第三方解释;或者风险评估者认为数据缺乏的程度不能采用定量模型;或者缺乏定量模型所需的数学或计算机技术和人员条件,同时现有条件不能引入替代方法或外部专家资源。

目前的食品微生物风险分级研究仍以定性模型为主,采用表格化或矩阵法将风险分为低风险、中度风险、高风险和极高风险。例如 EFSA BIOHAZ 关于含肉混合食品中微生物危害^[8]、禽肉中微生物危害^[9]、猪肉中多种危害^[10]等风险分级研究中,均全部或部分采用定性表格,结果以专家判断的可能性表示。

定量模型是采用数字形式对风险发生的概率及其严重程度联合进行描述,其需要以构建数学模型的形式对影响风险的因素进行描述,根据输出的结果可以分为确定性模型(点估计模型)和概率模型。确定性模型采用单个数值(平均值、众数、第95百分位数等)来描述模型中的参数(食品中的浓度、加工效果、储存过程中的增长、一餐消费量等)的平均数值或者“最坏情景”。概率模型是通过引入参数的概率分布或者不确定的模型参数来描述结果的随机性,通常采用 Monte Carlo 拟合。概率模型的输出结果在估计风险的同时,可以准确地反映模型所采用的数据的不确定性和变异性。

半定量模型介于定性模型和定量模型之间,通过采用一个计分系统或分类标签,将模型参数简单的描述为“非常低”“低”“中度”“高”和“非常高”,或者量化为0~5之间的整数。例如美国 FDA 针对新鲜农产品中的微生物危害的风险分级^[11]就是采用半定量风险分级模型,这个模型综合考虑了流行病学关联、乘数、住院率和死亡率等11个参数,所有参数通过简单的相加得到最终的分级度量结果。半定量模型需要一个不重叠的数字分类定义并且被认真记录下来。

1.5 模型参数

风险分级模型中的参数是风险管理者决策中需要考虑的重要因素,通常包括流行病学变量、疾病严重程度和其他特征变量(如剂量-反应关系等),其中流行病学变量是关于目标疾病(或其他不良健康效应)的范围和程度,通常采用全国或者特定地区的病例报告数,例如 EFSA BIOHAZ 2011年^[10]对欧盟水平猪肉抽检结果的风险分级研究采用的就是 EFSA/欧盟疾病预防控制中心(ECDC)人兽共患病报告系统的人群发病率信息,但是在利用

病例报告系统的数据计算疾病负担时需要考虑漏报的程度和估计不同的食品来源或者其他来源,如水和动物接触在总的疾病负担中所占的比例。

疾病严重程度变量通常采用一些简单的结局变量,例如住院率、住院时间和死亡率等,此外目标人群的疾病负担,如 DALYs 也被用于描述疾病的严重程度。

暴露变量包括食品微生物危害的污染率和污染密度、加工变量、加工后变量和消费变量。污染率和污染密度可以来自食品生产供应链的任意一个阶段,分级过程需要考虑检出限、定量限、样本(品)量、检测方法敏感度和特异度的信息。加工过程杀灭微生物危害的程度和再污染的情况需要参考加工时间、加工措施的效果和实施条件。加工后变量是指储存、流通、零售、餐厅和家庭操作行为对微生物危害生存、增长和灭活的影响,要考虑的因素包括存储条件(温度和包装情况)、存储时间(货架期)、产品规格(pH值、水活度、抗生素成分浓度)、微生物危害的生理条件、其他细菌污染状况、交叉污染、进食前处理方法(清洗和清洁)、腐败和烹调(方法、时间和温度)等。消费变量是食品消费频率和消费量之间的函数。食品消费量以全人群或消费人群的人均消费量表示,前者是将食品的总量除以总人数,后者是将食品消费量除以实际消费的人数。

1.6 收集评价数据

用于进行风险分级的数据主要为3类,分别是文献资料、预测微生物学和专家意见。此外一些国际组织的具有代表性的数据可以用于风险分级,例如欧洲食品安全局的食物消费量数据库。

文献资料是风险分级数据的主要来源。根据 EFSA 关于“用于决策的食品和饲料风险评估系统性综述研究方法应用”的指南文件要求^[23],文献数据收集和评价的过程应当包括8个关键步骤,分别是综述准备(构建综述程序,包括明确综述涉及的问题和标准以及综述的逻辑)、文献检索、文献入选和排除、从入选文献中收集数据和建立表格、对入选文献的方法进行评价、合并入选文献的数据(meta-analysis)、数据和结果表述、对结果进行解释和得出结论。

当风险分级模型需要考虑到微生物危害的行为(在食品载体中的生存、生长和灭活)时,需要采用预测微生物学数据,如美国 FDA/FSIS 在对即食食品中单增李斯特菌的风险评估中^[14],为了描述不同储存温度和储存时间下即食食品中单增李斯特菌的增长情况,采用了单增李斯特菌的增长模型。

当现有文献和其他资源不能准确描述模型参数时,可以采用专家意见。专家意见的获得需要通过程序化的步骤和详细的记录过程来避免可能的偏移,如欧盟对于水产品中寄生虫污染的风险评估的科学建议中^[16],采用的就是专家意见。理想情况下收集专家意见的过程应当详细记录每个专家的意见以及使得专家达成一致意见的方法和途径。

1.7 模型修正

理想情况下,所有影响风险的参数都应当进入到风险分级模型中,但是当描述特定参数的数据有限,甚至根本不存在的时候,有必要根据现有数据情况重新构建模型、重新选择适宜的度量单位、分级方法、模型类型和参数。但是无论因为何种原因重新构建模型,都应当充分考虑风险分级的目标,并且避免重要的因素被忽略或者出现错误结果。

1.8 数据整合

数据整合的过程是合并以前步骤收集的信息,得到规定的风险度量单位的输出结果,不同的分级单位和分级方法,数据整合可以采取不同的形式。

对于定性风险分级,可以通过推理建议或决策树的形式,综合一系列相关逻辑关系得到最终结果,例如 EFSA BIOHAZ 关于禽肉中微生物危害^[9]和猪肉中多种危害^[10]等风险分级研究中采用的就是决策树的整合形式。决策树的每个分支表示一个可能的决策或事件,以简单易懂的形式表示不同的事件或决策之间的关系。对于定性分级来说,决策过程的透明和可重复性是至关重要的。

对于半定量风险分级模型,如美国 FDA 对新鲜农产品中的微生物危害构建的半定量风险分级模型^[11],是针对不同的情景假设给予不同的评分,采用适宜的权重系数,最后以简单的相加或相乘的模型关系来得到对最终风险的估计。

定量的分级与定量风险评估相似,是通过一个模型等式将参数和其他模型因素整合后得到风险的估计,其中不确定性和变异性是必须要考虑的重要因素。

1.9 结果表述

在表述风险分级的结果中应当尽可能详细记录决定最终风险分级结果的所有过程以及在不同的阶段采取不同的选择的原因。应当向风险管理者告知本次风险分级的优点和缺点。表述风险分级的过程应当客观,所有的研究假设及其对结果的影响应当充分说明。在表述风险分级的结果时,应当尽可能将变异性 and 不确定性的来源分开表述,最后要说明进一步说明改进结果所需要的其他数据情况。

风险评估者、风险管理者以及其他利益相关方

应在开展风险分级研究前共同明确风险分级的目的、说明研究假设、确定分级方法以及结果的表述方式,并以文件形式记录下来。

2 现有风险分级模型的缺陷

目前的食品微生物风险分级方法主要存在3个缺陷:首先是分级结果精确度不高,尽管欧盟和美国在食品微生物风险分级中均应用到了污染物数据和食源性疾病数据,但是多以定性或半定量的方法进行应用,例如欧盟在对禽肉制品中多种微生物危害的风险进行分级时,认为弯曲菌和沙门菌的风险级别都是“风险高”,但是2012年欧盟报告的弯曲菌病例数为21.4万,而沙门菌病例数仅为9.1万^[24],巨大的差距说明定性模型的精确度有待提高;其次是变量之间逻辑关系不明确,绝大多数风险分级模型是将污染物数据和食源性疾病数据并列独立进行分析,对于交叉污染和不完全烹制这两个导致食源性疾病发生的因素不进行考虑,从食品污染到发病之间的因果关系不清楚,因此分级结果不易沟通和交流;再次是对目标人群针对性不强,绝大多数风险分级模型未考虑不同地区居民食品消费量和烹调习惯的差异,因此一个地区的风险分级结果很难适用于另一地区。本研究认为,在解决上述3个缺陷的基础上,可以构建一个通用的食品微生物危害风险分级模型,而解决3个缺陷的方法是开展定量风险分级模型的研究。

近年来美国和欧盟已经开始尝试定量的风险分级模型,美国 FDA 针对新鲜农产品中的微生物危害构建了一个半定量风险分级模型^[11],这个模型综合考虑了流行病学关联、乘数、住院率和死亡率等11个参数,但是每个参数根据其严重程度被人为给予1~4分的赋值,因此模型精确度仍然不高。荷兰对 QMRA 模型进行了简化,提出了 sQMRA 模型^[25-26],这个模型考虑了食品消费量、污染率和密度、交叉污染等11个参数,是开展风险分级的良好模型框架基础,但是该模型仅仅限于理论,还未见实际应用的报道,也未提出交叉污染和不完全烹制的参数原则。而且上述两个模型均未将污染物数据和食源性疾病数据关联考虑,因此模型中的参数赋值不能被验证和修正。

3 基于风险监测的我国食品微生物危害风险分级精准模型的设想

定量的微生物风险分级模型依赖大量的监测数据,从2009年《食品安全法》颁布以来,我国启动了食品安全风险监测工作,微生物监测积累了大量

定性或定量污染数据,而食源性疾病报告系统上报事件和病例数逐步趋于稳定,但是单个污染物监测不能与健康结局直接关联,而食源性疾病监测不可避免的会受到漏报的影响。因此,进一步的研究可以食品微生物监测(定性和定量)数据为基础,通过确定性模型描述真实的消费水平下,居民通过不同食品感染不同微生物的疾病负担,以专家启发法获得的交叉污染和烹调行为相关参数以及漏报率为先验信息,用食源性疾病报告数据进行贝叶斯统计的修正,创建适用于监管需求的食品微生物定量风险分级模型,获得基于风险监测的我国需要重点监管的食源性微生物危害、食品,及需要优先开展定量风险评估的组合目录。其次,进一步的研究应当对国际和国内一些食品安全风险分级的专业软件和工具,如 iRisk、RiskRanger 和 sQMRA 的分析原理和应用情况进行综述和比较,在此基础上创建和推广适用于我国风险监测数据的食品微生物风险分级的软件和工具。最后,食品微生物风险分级工作仍需建立在统一的检测方法所获得的监测数据之上,故分级工作开展前,需要对监测数据进行评价。

参考文献

- [1] Majowicz S E, Musto J, Scallan E, et al. International collaboration on enteric disease' burden of illness' studies: the global burden of nontyphoidal *Salmonella* gastroenteritis [J]. *Clinical Infectious Diseases*, 2010, 50 (6) : 882-889.
- [2] MAO X, HU J, LIU X. Estimation on disease burden of foodborne non-typhoid salmonellosis in China using literature review method [J]. *Chinese Journal of Disease Control & Prevention*, 2011, 15 (7) : 622-625.
- [3] World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens [R] // Microbiological Risk Assessment Series 2. WHO/FAO, 2002.
- [4] World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods [R] // Microbiological Risk Assessment Series 4. WHO/FAO, 2004.
- [5] World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Risk assessment of *Campylobacter* spp. in broiler chickens [R] // Microbiological Risk Assessment Series 11. WHO/FAO, 2009.
- [6] World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Risk assessment of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood [R] // Microbiological Risk Assessment Series 16. WHO/FAO, 2011.
- [7] World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Food and Nutrition Paper No. 87 Food safety risk analysis-a guide for national food safety authorities 2006 (食品安全风险分析-国家食品安全管理机构应用指南 2006) [M]. 陈君石, 主审. 樊永祥, 主译. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [8] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion on public health risks represented by certain composite products containing food of animal origin [J]. *EFSA Journal*, 2012, 10 (5) : 2662-2794.
- [9] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat from poultry [J]. *EFSA Journal*, 2012.
- [10] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (swine) [J]. *EFSA Journal*, 2011, 9 (10) : 2351-2549.
- [11] U. S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition. RTI Number 0211460. 001 Fresh produce risk ranking tool summary: identification of priority pathogen-commodity combinations for quantitative microbial risk assessment [R]. FDA, 2009.
- [12] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion on the development of a risk ranking framework on biological hazards [J]. *EFSA journal*, 2012, 10 (6) : 2724-2812.
- [13] Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to Public Health. Opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on *Verotoxigenic E. coli* (VTEC) in foodstuffs [R]. SCVMPH, 2003 (14) : 1-65.
- [14] Center for Food Safety and Applied Nutrition and Food Safety Inspection Service. Quantitative assessment of the relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods [R]. FDA, 2003.
- [15] Havelaar A H, van Rosse F, Bucura C, et al. Prioritizing emerging zoonoses in the Netherlands [J]. *PLoS One*, 2010, 5 (11) : e13965.
- [16] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion on risk assessment of parasites in fishery products [J]. *EFSA Journal*, 2010, 8 (4) : 1543-1634.
- [17] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion of the panel on biological hazards on a request from European Commission on quantitative estimation of the impact of setting a new target for the reduction of *Salmonella* in breeding hens of *Gallus gallus* [J]. *EFSA Journal*, 2009, 7 : 1036-1104.
- [18] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion on quantification of the risk posed by broiler meat to human campylobacteriosis in the EU [J]. *EFSA Journal*, 2010, 8 (1) : 1437-1526.
- [19] EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion of the Panel on Biological Hazards on foodborne antimicrobial resistance as a biological hazard [J]. *EFSA Journal*, 2008, 7 (765) : 1-87.
- [20] EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion of the Panel on Biological Hazards on the revision of the Geographical BSE risk assessment (GBR) methodology [J]. *EFSA Journal*, 2007, 6 (463) : 1-35.
- [21] SCVMPH (Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to Public Health). Opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on *Salmonella* in foodstuffs [J]. 2003 (14) : 1-65.
- [22] Havelaar A H, Haagsma J A, Mangen M J, et al. Disease burden of foodborne pathogens in the Netherlands, 2009 [J]. *Int J Food Microbiol*, 2012, 156 (3) : 231-238.

- [23] EFSA (European Food Safety Authority). Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making[J]. EFSA Journal, 2010, 8(6):1637-1727.
- [24] EFSA (European Food Safety Authority), ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2012 [J]. EFSA Journal, 2014, 12(2):3547-3859.
- [25] Evers E G, Chardon J E. A swift quantitative microbiological risk assessment (sQMRA) tool [J]. Food Control, 2010, 21(3):319-330.
- [26] 朱江辉, 李凤琴. sQMRA 在微生物定量风险评估中的应用 [J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(1):46-49.

综述

风险-受益评估技术在食物及其成分方面的应用和研究进展

曹佩^{1,2}, 马宁², 刘兆平², 徐海滨²

(1. 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京 100021; 2. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100022)

摘要:随着食物种类的多样化发展,食物给人类提供营养的同时也随之带来了风险,对食物和食物成分进行风险-受益评估是食品安全领域的一个新的发展方向。近年来,国际上有关风险-受益评估的研究主要应用于临床、微生物、环境及生态等研究领域,而基于食物和食物中某种成分的风险-受益评估研究则起步较晚。本文就国际上现有的食物及其成分的风险-受益评估技术和研究进展进行综述,并对我国风险-受益评估技术的应用进行了展望。

关键词: 风险-受益评估; 食品; 研究进展

中图分类号: R155; R18 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-8456(2015)03-0329-04

DOI: 10.13590/j.cjfh.2015.03.025

Research and application of risk-benefit assessment in food and food ingredients

CAO Pei, MA Ning, LIU Zhao-ping, XU Hai-bin

(National Institute For Nutrition And Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China)

Abstract: With the diversification of food, the benefit of food is nutrition, while it also brings risk. Risk-benefit assessment in food and food ingredients is a new area in food safety. In recent years, risk-benefit assessment were used in clinical, microbiological, environmental and ecological research, but undeveloped in food area. In this review, the existing international risk-benefit assessment is reviewed, and the application in China is prospected.

Key words: Risk-benefit assessment; food; research progress

食物是人类生存的基本需求,为人类提供有益和必需的营养物质的同时,也可能潜在包含污染物、重金属、抗营养成分等有害健康的因素。例如鱼类是一种营养丰富的食物,但其除含有丰富的多不饱和脂肪酸外还含有甲基汞、二噁英等有害物质^[1];又如某些营养素由于安全剂量和营养需要剂量的区间很窄,摄入水平的不同将会引起不同的健

康效应(如叶酸、维生素 D 等)^[2-3]。食物资源的多样性以及来源的复杂性,不断向人类饮食健康提出挑战,因此对食物或食物成分进行风险-受益评估——一项食品安全领域的新技术——已成为未来发展的方向之一^[4]。从公共卫生的角度来讲,风险-受益评估的目的并不是确定评估对象是否安全,而是描述摄入量的范围和可能的健康效应^[5]。如何将食品的风险降到最低的同时实现受益最大化,是食品领域开展风险-受益评估的最终目标^[6]。

历史上,风险评估和受益评估是两个独立的评估过程,并且有关受益评估的研究远少于风险评估^[4]。此外,近年来国际上有关风险-受益评估的研究主要应用于临床、微生物、环境及生态等研究领域,而基于食物和食物中某种成分的风险-受益评估

收稿日期:2014-12-20

基金项目:首都卫生科研发展专项(首发 2011-1013-02);北京市预防研究中心行业定额(2012-BJCDC-12)

作者简介:曹佩 女 助理研究员 研究方向为卫生毒理学

E-mail: apple_caopei@126.com

通讯作者:徐海滨 男 研究员 研究方向为食品安全

E-mail: hbxu1231602@cfsa.net.cn