

## 风险评估

## 我国食品微生物定量风险分级模型初探与应用

朱江辉, 宋筱瑜, 王晔茹, 徐海滨

(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)

**摘要:**目的 构建我国食品微生物定量风险分级模型。方法 以食品消费量数据为基础, 利用专家启发法获得交叉污染和烹调行为相关参数, 以2010年我国某省食品中致病菌监测结果为例, 通过确定性风险分级模型和风险矩阵, 对多种致病菌对人群健康的影响进行分级。结果 通过分级模型, 发现该省的婴幼儿配方粉中阪崎肠杆菌污染、生畜肉、生禽肉和熟肉制品中的沙门菌污染存在高或较高的健康风险, 89.2%的食源性疾病病例由沙门菌引起, 87.0%的食源性病例的病因食品可以归因于生畜肉和生禽肉, 研究提出了生畜肉-沙门菌组合等应当优先开展风险评估的目录和以交叉污染为重点暴露途径的评估内容。结论 初步构建了食品微生物定量风险分级模型, 但仍需进一步验证和优化。

**关键词:** 风险分级; 风险评估; 定量; 食源性致病菌; 食品微生物; 污染; 模型

中图分类号: R155 文献标志码: A 文章编号: 1004-8456(2016)04-0516-07

DOI: 10.13590/j.cjfh.2016.04.023

### Preliminary investigation of quantitative food microbial risk ranking model and its applications

ZHU Jiang-hui, SONG Xiao-yu, WANG Ye-ru, XU Hai-bin

(Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment of Ministry of Health, China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China)

**Abstract: Objective** To develop the quantitative food microbial risk ranking model in China. **Methods** Based on the real consumption data, parameters for cross-contamination and cooking habits deriving from an expert elicitation, the food pathogen monitoring results from a province in 2010 was used as an example, a deterministic risk ranking model and matrix were used to prioritize the microbial hazards and food types combination. **Results** There was high health risk and relative high risks caused by *Cronobacter* in baby formula and *Salmonella* in raw meat and poultry. 89.2% illness was salmonellosis and 87.0% of the cases were attributed to the raw meat and poultry consumption. It also indicated that combinations like raw meat-*Salmonella* were the top priority for risk assessments and the cross-contamination should be a key factor. **Conclusion** A quantitative risk ranking model for food microbial contamination was preliminary developed and further validation was needed.

**Key words:** Risk ranking; risk assessment; quantitative; foodborne pathogens; food microbial; contamination; model

食品中致病菌污染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病例数为9 380万人, 死亡15.5万人, 其中有8 030万病例与食物有关<sup>[1]</sup>。我国每年因食源性沙门菌感染导致的急性胃肠炎病例数为903.5万人, 每年估计死亡792人<sup>[2]</sup>。

大多数致病菌可以污染多种食品, 并且在不同的食品基质中表现出不同的消长规律, 因此定量的食品

微生物风险评估是针对一种食品和致病菌的组合<sup>[3-6]</sup>, 评估过程需要利用复杂的数学模型, 分析过程耗时、费力且成本高。鉴于此, 采用快速和科学的风险分级方法来筛选重点食品、致病菌及其组合, 是国际上食品微生物危害监管和确定优先评估对象的基本思路<sup>[7]</sup>。本研究基于2002年中国居民营养与健康调查<sup>[8]</sup>和采用专家启发法收集的交叉污染和烹调行为参数, 构建我国食品微生物定量风险分级模型, 提出需重点监管的食源性致病菌、食品以及优先需要开展定量评估的食品-致病菌组合的目录。

收稿日期: 2015-12-11

基金项目: 基于电子溯源的食品安全风险评估关键技术研究与应用  
(2015BAK36B04)

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: zhujiahui@cfsa.net.cn

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

## 1 资料与方法

### 1.1 资料来源

食品消费量数据来自2002年中国居民营养与健康状况调查<sup>[8]</sup>, 对于不同食源性致病菌的危害分

级来自国际食品微生物标准委员会(ICMSF)对食源性致病菌或毒素的危害分级<sup>[9]</sup>。交叉污染与不完全烹调数据来自国家食品安全风险评估中心组织

的专家启发法调查结果,不同食品致病菌的最低感染剂量来自相关文献的报道<sup>[10]</sup>,数据来源详见图1。

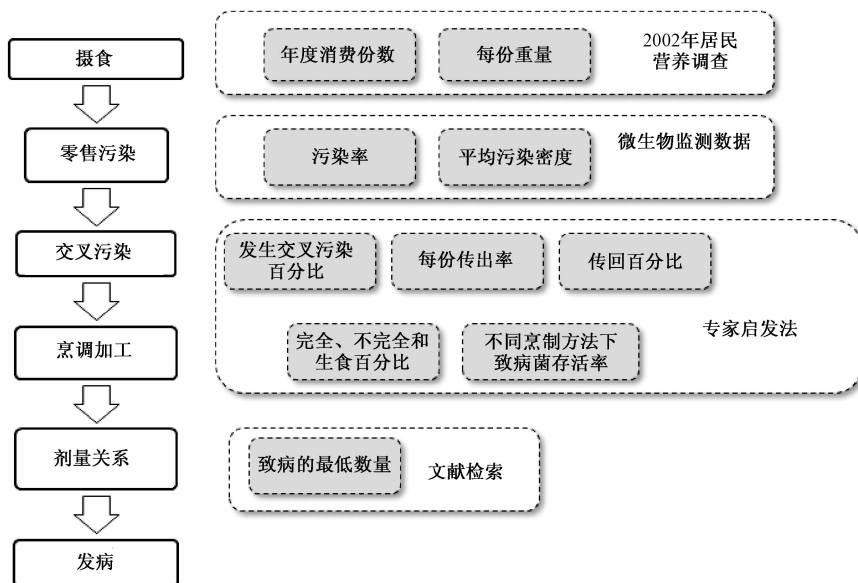


图1 计算发病可能性的流程及数据来源

Figure 1 Structure for calculating the probability of foodborne disease occurrence in the study and data resources

1.2 方法

1.2.1 风险矩阵

本研究参考周萍萍等<sup>[11]</sup>研制的化学物健康风险分级矩阵,对不同食品-致病菌组合对人体健康的影响进行风险分级(见图2),其中矩阵的列变量为不同食源性致病菌的危害等级,依据ICMSF定义的对普通人群极严重危害、对特定人群极严重危害、严重危害、中度危害和其他ICMSF未定义的致病菌的情形,本研究分别将危害等级定义为严重、高、中、轻和极轻,分别计分为5分、4分、3分、2分

可能性等级 (分值)	危害等级(分值)				
	极轻(1)	轻(2)	中(3)	高(4)	严重(5)
$\geq 1 \times 10^{-3}$ (5)	低(5)	中(10)	较高(15)	高(20)	高(25)
$1 \times 10^{-4} < 1 \times 10^{-3}$ (4)	低(4)	中(8)	较高(12)	较高(16)	高(20)
$1 \times 10^{-5} < 1 \times 10^{-4}$ (3)	极低(3)	低(6)	中(9)	较高(12)	较高(15)
$1 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$ (2)	极低(2)	低(4)	低(6)	中(8)	中(10)
$< 1 \times 10^{-6}$ (1)	极低(1)	极低(2)	极低(3)	低(4)	低(5)

图2 食品微生物风险分级矩阵

Figure 2 Risk matrix for commodity-microbial hazards combinations adopted in the study

和1分,危害分级的方法详见表1。

表1 食源性致病菌导致的健康损害的分级

Table 1 Hazard classification for different food microbial pathogens in the study

危害分类	解释	举例
极严重危害	危及生命或导致慢性严重后遗症,或病程持续时间长	对普通人群(5分): 如布鲁菌病(马尔他布,流产,猪),肉毒杆菌毒素中毒(肉毒杆菌,丁酸梭菌,巴氏梭菌),肠出血性大肠杆菌(如O157:H7,HUS),伤寒沙门菌,副伤寒沙门菌A、B和C型,I型志贺痢疾杆菌,椰毒伯克霍尔德菌,霍乱弧菌O1和O139,牛分枝杆菌(肺结核),黄曲霉和寄生曲霉产生的黄曲霉毒素,牛海绵状脑病等 对特定人群极严重危害(4分): 空肠弯曲菌O:19及其他可以导致格林巴利综合征的血清型,致病性、产毒性大肠杆菌,C型产气荚膜梭菌(肠炎,组织坏死),肉毒杆菌(A型和B型),阪崎肠杆菌,单核细胞增生李斯特菌,创伤弧菌,甲肝病毒,小球隐孢子虫
严重危害	丧失劳动力但不危及生命,后遗症少,持续时间中等	(3分) 肠炎沙门菌、鼠伤寒沙门菌和其他沙门菌、小肠结肠炎耶尔森菌(致病性)、假结核耶尔森菌(耶尔森鼠疫杆菌肠道病)、福氏志贺菌、鲍氏志贺菌、索氏志贺菌、单核细胞增生李斯特菌、甲肝病毒、布氏弓形菌和嗜低温弓形菌、小球隐孢子虫、卡曼环孢子球菌、单端孢霉烯毒素(特别是脱氧雪腐镰刀菌烯醇、雪腐镰孢烯醇以及禾谷镰孢及相关菌种产生的)、禾谷镰孢及相关菌株产生的玉米赤霉烯酮、伏马毒素、棕曲霉毒素A
中度危害	通常不危及生命,无后遗症,病程短,症状具有自限性,可能会感觉十分不适	(2分) 蜡样芽胞杆菌,A型产气荚膜杆菌,致病性、产毒性大肠杆菌,金黄色葡萄球菌及肠毒素,非O1和非O139型霍乱弧菌,副溶血性弧菌,小圆结构病毒包括诺如病毒,生物源性胺类(如组胺)

注:数据引自国际食品微生物标准委员会(ICMSF)食品微生物丛书《微生物检验与食品安全控制》<sup>[9]</sup>;本研究规定如果一种食品致病菌分属两个危害分类,按更高分类计分

风险矩阵的行变量为目标人群通过特定食品暴露于目标致病菌而发生疾病的可能性,例如根据2002年中国居民营养与健康状况调查的食物消费量数据,基于2013年市售生鸡肉中沙门菌的平均污染水平,在考虑不完全烹调和厨房内交叉污染发生的可能性条件下,推断目标人群每餐发生鸡源性沙门菌食物中毒的平均可能性。本研究假设每餐发病的可能性 $<1 \times 10^{-6}$ 为可忽略的风险,以一个数量级的改变为发病风险的显著性改变,规定 $<1 \times 10^{-6}$ 、 $1 \times 10^{-6} \sim <1 \times 10^{-5}$ 、 $1 \times 10^{-5} \sim <1 \times 10^{-4}$ 、 $1 \times 10^{-4} \sim <1 \times 10^{-3}$ 、和 $\geq 1 \times 10^{-3}$ ,分别计分为1分、2分、3分、4分和5分,风险矩阵详见图2。

风险大小的评分=矩阵列变量(危害等级)计分 $\times$ 矩阵行变量(发病可能性)计分,并规定,评分1~3、4~5、6~10、12~16和20~25分别为极低风险、低风险、中风险、较高风险和高风险。

### 1.2.2 分级模型

目标人群发病可能性的计算基于荷兰国家公共卫生与环境研究院(RIVM)2010年研发的食品微生物快速定量风险评估模型(sQMRA)<sup>[12-13]</sup>,详见图1。模型中的参数包括消费份数、每份重量、污染率、平均污染密度、污染食品中发生交叉污染所占的比例、交叉污染后平均每份污染食品中致病菌的传出率以及传回率、目标人群对于食品完全烹调、不完全烹调以及生食的百分比以及对应的食品中致病菌的存活率和不同致病菌的最低感染剂量等。

#### 1.2.2.1 消费量数据

本研究的消费量数据来源于2002年中国居民营养与健康状况调查。假设目标人群是2002年中国居民营养与健康状况调查中的所有调查者,共计68 959人,根据其消费量数据来估计目标人群的年度消费份数和每份食品的重量,其中每份食品的重量是目标食品的消费者平均每天摄入的克数,而目标食品的年度消费份数是68 959人中每天消费目标食品的消费者数乘以365天。

#### 1.2.2.2 定性数据的定量拟合

我国食品中致病菌的监测结果一般以污染率的定性形式表示,但是定量的风险分级模型需要污染密度等定量数据,本研究采用以下计算公式<sup>[14]</sup>将定性污染率数据转化为定量数据:

$$x = \frac{1}{M \times D} \times \ln\left(\frac{n_{\text{neg}}}{N}\right)$$

其中, $x$ 表示食品中致病菌的平均浓度(MPN), $M$ 表示检测样品的重量(g), $D$ 表示稀释倍数, $n_{\text{neg}}$ 表示阴性样品数量, $N$ 表示总样本量。

### 1.2.2.3 交叉污染和烹调系数

为了获得不同食品种类发生厨房内交叉污染的率以及我国居民对不同食品种类烹调情况的参数,本次研究采用专家启发法,从省级疾病预防控制中心和大专院校募集了21名从事食品微生物或食品安全的专家,这些专家具有正高职称和/或具有博士学位。专家对2002年中国居民营养与健康状况调查所涉及的食物种类,在厨房内发生交叉污染的可能性、污染的致病菌的传出率和传回率、我国居民消费不同食品的完全烹调、不完全烹调和生食的百分比,以及不完全烹调情况下致病菌的存活百分比进行主观评价。调查专家的参与度为100%,专家的权威系数为0.66,协调系数为22%,调查结果详见表2。

本研究假设:①每份被污染的食品,如果发生厨房内交叉污染,其传出率等于传回率;②如果目标食品种类被完全烹调,则烹调后食品中致病菌的存活率为0;③如果目标食品是被生食,则食品中致病菌的存活率为100%;④专家启发法调查以生鸡肉中沙门菌污染为例,如果不完全烹调,则鸡肉中沙门菌的平均存活率为54.82%,本研究假设其他食品类别不完全烹调,其污染的致病菌的存活率均为54.82%;⑤模型假设消费者感染食源性致病菌后的发病率均为10%。

### 1.3 数据整理和统计学分析

数据分析在Microsoft Excel 2003上计算完成,在一个Excel文件的不同电子表格中,分别构建食品中致病菌污染率和污染密度数据库、食物消费份数和消费量数据库、交叉污染数据库、食品烹调加工系数数据库、致病菌最低感染剂量数据库,利用Excel的vlookup函数引用参数,计算公式详见文献[12]和[13]。

## 2 案例分析

### 2.1 2010年我国某省食品中致病菌监测结果

某省2010年食源性致病菌监测<sup>[15]</sup>采集了13种食品类别,监测项目中包括沙门菌、单核细胞增生李斯特菌、金黄色葡萄球菌、副溶血性弧菌、阪崎肠杆菌等5种致病菌,监测结果见表3。

尽管监测结果认为“该省多种食品均存在食源性致病菌不同程度的污染”,但是不能回答每种污染所导致的健康损害程度、下一步需要重点监管的食品类别和致病菌以及如果要开展定量风险评估工作,应当优先对哪些食品-致病菌组合开展风险评估等评估和监管迫切关心的问题。

表2 专家启发法对不同食品类别厨房内交叉污染和烹调习惯的参数调查结果(均值)

Table 2 Average values of parameters for cross-contamination and cooking occurred in kitchen for different food types by experts elicitation

食品分类	食品说明及举例	发生交叉污染 百分比/%	每份传出 率/%	每份传回 率/%	目标食品完全 烹调百分比/%	目标食品不完 全烹调百分比/%	目标食品生 食百分比/%
生制面食	速冻后,如包子	22.68	19.42	19.42	97.68	2.00	0.32
熟制面食	如年糕	19.21	20.11	20.11	93.95	0.00	7.21
生豆类	如扁豆	84.74	39.05	39.05	97.42	2.58	0.00
干豆制品	如豆腐干、豆腐皮等	71.58	44.21	44.21	61.00	6.89	32.11
生食鲜豆	如绿豆芽	89.42	40.89	40.89	81.58	7.47	10.95
生食根茎类	如白萝卜、荸荠	94.16	43.32	43.32	63.05	6.58	30.37
生食叶苔花	如芹菜、小葱	94.32	42.21	42.21	58.79	6.47	34.74
生食瓜类	如黄瓜、西瓜	91.79	51.21	51.21	13.89	0.00	87.47
生食茄果	如番茄	90.74	50.79	50.79	47.58	0.00	64.89
咸菜	按生食分析	57.16	27.84	27.84	13.68	0.00	87.11
鲜果	如梨、苹果	90.95	43.16	43.16	3.58	1.37	95.05
干果	如苹果脯	37.42	19.95	19.95	3.16	0.26	96.58
熟制坚果	如炒花生仁	47.21	15.79	15.79	8.68	0.26	91.05
生坚果	如生花生	89.11	21.21	21.21	72.63	0.00	33.95
生畜肉	如生猪肉、生牛肉等	89.37	63.26	63.26	98.26	1.47	0.26
即食生畜肉	如风干肉片等	33.37	35.26	35.26	12.68	4.32	83.00
畜肉熟肉制品	如酱卤肉	55.16	49.26	49.26	18.74	0.00	83.53
生禽肉	如生鸡肉、生鸭肉	84.95	63.42	63.42	98.74	0.00	2.74
禽肉熟肉制品	如烤鸡、烤鸭等	65.53	49.37	49.37	21.95	0.00	85.26
乳粉	如全脂奶粉等	0.37	18.16	18.16	54.21	39.74	6.05
婴幼儿配方粉	按即食算	0.00	17.95	17.95	50.95	40.63	8.42
婴幼儿辅助食品	如豆奶粉	0.00	18.21	18.21	56.05	35.79	8.16
蛋	如生鸡蛋、生鸭蛋	82.42	43.68	43.68	91.79	3.42	4.79
生食鱼类	如三文鱼等	63.68	58.05	58.05	11.74	6.26	82.00
非生食鱼类	如鱼干片等	88.79	49.79	49.79	96.26	2.58	1.16
非贝类软体动物	鱿鱼、章鱼等软体动物	90.53	50.84	50.84	91.84	3.00	5.16
贝类软体动物	牡蛎、象牙蚌等贝类	93.16	51.74	51.74	75.68	9.05	15.26
虾蟹类	如对虾、龙虾等甲壳类	91.58	50.21	50.21	91.37	1.32	7.32
糕点及小吃	饼干、糕点、面包等	49.63	19.84	19.84	5.16	0.00	95.74
冰冻饮品	冰激凌、雪糕、冰棒	11.37	10.53	10.53	0.26	6.42	93.32
淀粉制品	粉皮、凉粉等	71.53	25.58	25.58	15.89	6.84	77.26

表3 某省2010年食品中食源性致病菌监测结果

Table 3 Distribution and detection rate of different pathogens in different food in a province of 2010

食品	检出率/(阳性数/样品数)				
	沙门菌	单增菌	金黄色葡萄球菌	副溶血性弧菌	阪崎肠杆菌
生畜肉	23.08(3/13)	34.48(30/87)	—	—	—
生禽肉	53.85(7/13)	39.08(34/87)	—	—	—
熟肉制品	15.38(2/13)	12.64(11/87)	21.74(5/23)	—	—
速冻熟制米面制品	0.00(0/13)	0.00(0/87)	0.00(0/23)	—	—
即食非发酵性豆制品	0.00(0/13)	0.00(0/87)	0.00(0/23)	—	—
鲜冻水产品	7.69(1/13)	—	—	—	—
生食水产品	0.00(0/13)	4.60(4/87)	—	32.00(8/25)	—
生食类蔬菜	0.00(0/13)	—	—	68.00(17/25)	—
婴幼儿配方粉	—	—	—	—	100.00(1/1)
冰激凌	0.00(0/13)	—	0.00(0/23)	—	—
中式凉拌菜	0.00(0/13)	—	34.78(8/23)	—	—
沙拉	0.00(0/13)	9.20(8/87)	17.39(4/23)	—	—
鲜榨果汁	0.00(0/13)	—	26.09(6/23)	—	—

注:—为未监测的食品-致病菌组合项目

## 2.2 定量风险分级结果

表4是采用本研究的定量风险分级模型,对2010年该省监测发现的食品中致病菌污染对人群健康影响的风险分级结果。具体结果包括:

(1)评估风险等级:该省2010年的食源性致病菌监测,发现1份婴幼儿配方粉中存在阪崎肠杆菌的污染,经过模型推算,估计目标人群每消费100餐这种婴幼儿配方粉,就会有0.95餐发生阪崎肠杆菌

表4 某省2010年食品微生物监测的风险分级结果

Table 4 Risk ranking of food pathogens contamination in a province of 2010

食品	致病菌	估计每餐风险	估计68 959人一年中 导致的病例数/例	风险级别	交叉污染造 成的比例/%	不完全烹调造 成的比例/%
婴幼儿配方粉	阪崎肠杆菌	$9.5 \times 10^{-3}$	361.6	高	0.0	100.0
生畜肉	沙门菌	$1.2 \times 10^{-3}$	6 346.9	较高	98.8	1.2
生禽肉	沙门菌	$4.6 \times 10^{-3}$	5 819.3	较高	96.8	3.2
熟肉制品	沙门菌	$6.2 \times 10^{-4}$	397.7	较高	18.7	81.3
生食水产品	沙门菌	$2.5 \times 10^{-4}$	432.0	较高	28.8	71.2
鲜冻水产品	沙门菌	$7.8 \times 10^{-5}$	136.1	中	94.0	6.0
生畜肉	单增菌	$2.7 \times 10^{-6}$	14.5	中	98.7	1.3
生禽肉	单增菌	$2.6 \times 10^{-6}$	3.2	中	96.5	3.5
鲜冻水产品	副溶血性弧菌	$1.3 \times 10^{-4}$	228.2	中	93.9	6.1
生食水产品	副溶血性弧菌	$4.2 \times 10^{-4}$	729.7	中	28.6	71.4
熟肉制品	金黄色葡萄球菌	$1.3 \times 10^{-5}$	8.1	低	18.4	81.6
中式凉拌菜	金黄色葡萄球菌	$1.7 \times 10^{-5}$	11.0	低	42.2	57.8
沙拉	金黄色葡萄球菌	$1.8 \times 10^{-5}$	139.7	低	42.2	57.8
熟肉制品	单增菌	$4.3 \times 10^{-7}$	0.3	低	18.4	81.6
速冻熟制米面制品	单增菌	0	0.0	低	0.0	0.0
即食非发酵豆制品	单增菌	0	0.0	低	0.0	0.0
生食水产品	单增菌	$9.3 \times 10^{-8}$	0.2	低	28.5	71.5
沙拉	单增菌	$5.0 \times 10^{-7}$	4.0	低	42.2	57.8
速冻熟制米面制品	沙门菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
即食非发酵豆制品	沙门菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
生食类蔬菜	沙门菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
冰激凌	沙门菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
中式凉拌菜	沙门菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
沙拉	沙门菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
鲜榨果汁	沙门菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
速冻熟制米面制品	金黄色葡萄球菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
即食非发酵豆制品	金黄色葡萄球菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
冰激凌	金黄色葡萄球菌	0	0.0	极低	0.0	0.0
鲜榨果汁	金黄色葡萄球菌	$1.7 \times 10^{-7}$	0.0	极低	0.1	99.9
合计	—	—	14 632.5	—	—	—

注:—为此处不统计

食物中毒,发病的可能性计5分,ICMSF将阪崎肠杆菌的健康危害等级评为对特定人群有极严重危害,计4分,则风险分级得分为 $5 \times 4 = 20$ 分,为高风险。此外,定量风险分级模型提示,所有因为食用婴幼儿配方粉导致阪崎肠杆菌食物中毒的病例,都是由于没有将致病菌充分加热杀灭所致。此外生畜肉、生禽肉、熟肉制品和生食水产品中沙门菌的污染可以导致较高的健康风险;

(2)估算疾病负担:sQMRA模型可以估算目标人群在一年时间内,通过摄食监测发现的被污染的食品而发生食源性疾病的人数,根据2010年该省监测结果,估计可以导致68 959人中,有14 632人次发生食源性疾病;

(3)发现高危致病菌:按照不同的食源性致病菌进行分类,发现89.2%的病例是沙门菌食物中毒,其次副溶血性弧菌食物中毒占了6.5%,阪崎肠杆菌、金黄色葡萄球菌和单核细胞增生李斯特菌各占了2.5%、1.1%和0.2%,因此从减少食源性疾病发病人数上,沙门菌是应当重点监管的食

源性致病菌;

(4)发现高危食品:同样按照不同食品类别分类,生畜肉导致的食源性疾病人数最多,占到所有病例的43.5%,其次为生禽肉(39.8%)、生食水产品(7.9%)、熟肉制品(2.8%)、鲜冻水产品和婴幼儿配方粉各占2.5%,因此生畜肉和生禽肉是应当重点监管的食品类别;

(5)提出应当优先评估的食品-致病菌组合:按照风险分级的大小,应当优先对高风险(婴幼儿配方粉-阪崎肠杆菌)和较高风险(生畜肉、生禽肉、熟肉制品和生食水产品与沙门菌组合)的食品-致病菌组合开展定量风险评估,发现污染来源和评估潜在的干预措施效果;

(6)确定风险评估的重点环节:2010年该省食源性致病菌监测的风险分级结果提示,87.0%的食源性疾病病例是由于交叉污染所致,而不完全烹调造成的占13.0%,因此交叉污染的成因以及潜在的干预措施是下一步风险评估的重点。

### 3 讨论

食品安全风险分析是全球解决食品安全问题的通行做法,其中食品安全风险评估是科学核心。经典的微生物定量风险评估(quantitative microbiological risk assessment, QMRA)已经对沙门菌<sup>[3]</sup>、单核细胞增生李斯特菌<sup>[4]</sup>、弯曲菌<sup>[5]</sup>、副溶血性弧菌<sup>[6]</sup>等致病菌从农场到餐桌的整个或者部分食物链过程中的动态变化进行了精确的模型研究,不仅评估了这些致病菌所导致的疾病负担,还对潜在的干预措施进行了评价。但是 QMRA 研究是针对一个食品与致病菌的组合,评估过程需要利用复杂的数学模型,分析过程耗时、费力和成本高,而许多致病菌可以污染多种食物载体,对每个食品-致病菌组合逐一开展 QMRA 研究显然是不适宜的,因此采用快速和科学的风险分级方法来筛选重点食品、致病菌以及组合,是国际上食品微生物监管和确定优先评估对象的基本思路<sup>[7]</sup>。但是目前国际上没有通用的风险分级方法<sup>[15]</sup>,而且已有的食品微生物风险分级研究多采用定性方法、分级模型,缺乏对交叉污染和不完全烹调以及人群消费量因素的全面考虑,分级结果不够精确<sup>[16-17]</sup>,因此开展食品微生物定量风险分级模型研究具有重要的应用意义。

定量的微生物风险分级模型依赖大量的监测数据,自 2009 年《食品安全法》<sup>[18]</sup>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,因此本研究利用食品微生物定性数据,考虑我国居民对不同食品的真实消费水平,通过专家启发法获得的交叉污染和烹调行为相关参数,创建适用于监管需求的食品微生物定量风险分级模型,计算不同食品感染不同致病菌所导致的疾病负担,获得需要重点监管的致病菌、食品及优先需要开展定量风险评估的组合目录。

本研究以某省 2010 年食品中致病菌监测结果为例,在发现多种食品中存在致病菌污染情形下,通过基于数据的、结构化、可重复的定量风险分级模型,筛选出潜在的对人群健康影响最大的食品致病菌污染,如婴幼儿配方粉中的阪崎肠杆菌污染、生畜肉中的沙门菌污染等,在此基础上,提出重点需要监管的致病菌(如沙门菌)和需要重点监管的食品类别(如生畜肉和生禽肉),进而提出为了降低沙门菌食物中毒和婴幼儿阪崎肠杆菌感染,应当对生畜肉-沙门菌、生禽肉-沙门菌、熟肉制品-沙门菌和婴幼儿配方粉-阪崎肠杆菌等组合优先开展定量

风险评估,而评估的重点内容是如何降低交叉污染的发生,这些结果与国内外食源性疾病监测的结果<sup>[19-22]</sup>和食品微生物定量风险评估的热点<sup>[3]</sup>具有一致性,因此本次研究提出的食品微生物定量风险分级模型具有一定的科学性。

但是本次研究提出的风险分级模型存在以下不确定性,首先是与食源性疾病监测结果的联系不紧密。本研究针对基于食源性疾病数据的风险分级方法存在数据漏报、食品归因不明确等缺点,基于一系列模型和假设,创建了从食品污染到疾病发生的定量风险分级方法。但是每个模型和假设都会引入一定的不确定性,因此模型输出结果的准确度需要食源性疾病监测数据的验证;其次消费量数据存在滞后性,本模型的消费量数据来源于 2002 年中国居民营养与健康状况调查,虽然是目前可获得的唯一完整的消费量数据,但是与现阶段居民的消费量和消费模式可能存在较大的差异;第三最低感染剂量数据来自国外相关研究公布的结果,对我国居民的适用性还有待进一步验证;最后需要说明的是,检测结果的科学性和代表性是风险分级结果准确与否的最大保证,只有采用统一科学的检测方法,最大程度的检测所有食品种类的全部致病菌的污染,才能最大程度上保证风险分级能够真正发现对健康影响最大的食品类别、致病菌以及真正需要优先开展定量风险评估的食品-致病菌的组合。

尽管如此,本研究提出的食品微生物定量风险分级模型充分利用食品微生物的定性数据,初步实现了发现需要重点监管的致病菌、食品以及需要优先开展评估的食品-致病菌组合的功能,基本规范了对多种食品类别中不同致病菌污染的风险等级的划分,为实现监测、评估和管理之间的有效衔接提出了一种模型思路。下一步的研究将利用现有模型输出的结果作为先验信息,根据我国食源性疾病的监测,尤其是病例监测和疾病负担调查结果,对模型及其参数进行后验的校正;开展更大范围的食物烹调习惯和交叉污染的专家启发法调查并修正参数,增加调查的权威度和协调性。

### 参考文献

- [1] Majowicz S E, Musto J, Scallan E, et al. The global burden of nontyphoidal *Salmonella* gastroenteritis [J]. *Clinical Infectious Diseases*, 2010, 50(6): 882-889.
- [2] 毛雪丹, 胡俊峰, 刘秀梅. 用文献综述法估计我国食源性非伤寒沙门氏菌病疾病负担 [J]. *中国疾病控制杂志*, 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. Microbiological risk assessment series 2 [R].

- Geneva:WHO,2002.
- [ 4 ] World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. Microbiological risk assessment series 4 [ R ]. Geneva:WHO,2004.
- [ 5 ] World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Risk assessment of *Campylobacter* spp. in broiler chickens. Microbiological risk assessment series 11 [ R ]. Geneva:WHO,2009.
- [ 6 ] World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Risk assessment of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood. Microbiological risk assessment series 16 [ R ]. Geneva:WHO,2011.
- [ 7 ] World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. 食品安全风险分析-国家食品安全管理机构应用指南[M]. 樊永祥,主译. 1版. 北京:人民卫生出版社,2008.
- [ 8 ] 杨晓光,孔灵芝,翟凤英,等. 中国居民营养与健康状况调查的总体方案[J]. 中华流行病学杂志,2005,26(7):471-474.
- [ 9 ] 国际食品微生物标准委员会(ICMSF). 微生物检验与食品安全控制[M]. 刘秀梅,陆苏彪,田静,等,译. 1版. 北京:中国轻工业出版社,2012.
- [ 10 ] FDA. Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins handbook [ EB/OL ]. ( 2012 ) [ 2015-09-01 ]. <http://www.fda.gov/food/foodborneillnesscontaminants/causesofillnessbadbugbook/default.htm>.
- [ 11 ] 周萍萍,刘兆平,张磊,等. 化学物健康风险分级模型研究及其初步应用[J]. 中国食品卫生杂志,2015,27(2):185-189.
- [ 12 ] Evers E G, Chardon J E. A swift quantitative microbiological risk assessment ( sQMRA ) tool [ J ]. Food Control, 2010, 21 ( 3 ) : 319-330.
- [ 13 ] 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.
- [ 14 ] Hurley M A, Roscoe M E. Automated statistical analysis of microbial enumeration by dilution series [ J ]. Journal of Applied Bacteriology, 1983, 55 ( 1 ) : 159-164.
- [ 15 ] 宋晓红,乔玫,刘晔. 2010年山西省食品中食源性致病菌监测分析[J]. 中国食品卫生杂志,2013,25(4):374-377.
- [ 16 ] EFSA Panel on Biological Hazards. Scientific opinion on the development of a risk ranking framework on biological hazards [ R ]. EFSA Journal, 2012, 10 ( 6 ) : 2724-2788.
- [ 17 ] 朱江辉,宋筱瑜,王晔茹,等. 食品微生物风险分级研究进展[J]. 中国食品卫生杂志,2015,27(3):322-329.
- [ 18 ] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国食品安全法[Z]. 2009.
- [ 19 ] Scallan E, Hoekstra R M, Angulo F J, et al. Foodborne illness acquired in the United States-major pathogens [ J ]. Emerging Infectious Diseases, 2011, 17 ( 1 ) : 7-12.
- [ 20 ] 张昕,高永军,冯子健,等. 2008年全国其他感染性腹泻报告病例信息分析[J]. 世界华人消化杂志,2009,17(32):3370-3375.
- [ 21 ] 马莉,高永军,王子军,等. 2009年全国其他感染性腹泻报告病例分析[J]. 中国微生态学杂志,2010,22(7):658-665.
- [ 22 ] 林焱华,冉陆,马莉,等. 2010年全国其他感染性腹泻报告病例信息分析[J]. 中国食品卫生杂志,2011,23(5):385-389.

## · 请示批复 ·

### 总局办公厅关于工业松香脱毛有关问题的复函

食药监办食监二函〔2016〕476号

陕西省食品药品监督管理局:

你局《关于工业松香脱毛有关问题的请示》(陕食药监字〔2016〕32号)收悉。经研究,现函复如下:

一、按照《食品安全国家标准食品添加剂标准(GB 2760—2014)》和《畜禽屠宰卫生检疫规范(NY 467—2001)》规定,松香甘油酯作为脱毛剂,可用于畜禽脱毛处理工艺,工业松香不可用于畜禽屠宰拔毛操作。

二、对于利用工业松香脱毛后的肉加工卤肉的行为,应属于《中华人民共和国食品安全法》第三十四条第(一)项“添加食品添加剂以外的化学物质和其他可能危害人体健康物质的食品”的行为,按照《中华人民共和国食品安全法》第一百二十三条进行处罚。

食品药品监管总局办公厅

二〇一六年六月三十日

(相关链接:<http://www.sda.gov.cn/WS01/CL1605/157582.html>)