

风险评估

零售生鸡肉中沙门菌污染对居民健康影响的暴露评估

闫军¹, 遇晓杰¹, 王开利¹, 宋筱瑜², 薛成玉¹, 郑晓华¹, 毕宇涵¹, 谢平会¹

(1. 黑龙江省疾病预防控制中心, 黑龙江 哈尔滨 150030;

2. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100022)

摘要:目的 评估零售生鸡肉中沙门菌污染的健康风险及其潜在的干预措施。方法 利用零售生鸡肉中沙门菌定量监测数据以及零售和家庭生鸡肉储存加工专项调查结果, 采用 Monte Carlo 概率评估方法, 估计我国居民通过厨房内交叉污染发生鸡源性沙门菌食物中毒的风险, 并评价潜在的干预措施效果。结果 本研究构建了从零售到餐桌的生鸡肉-沙门菌交叉污染模型, 模型估计生鸡肉经过零售储存、抵达居民家里和经过家庭储存后其沙门菌浓度(Ig MPN/g)从零售前的 -0.017, 分别增长到 2.163、2.241 和 3.028, 估计我国居民每餐发生鸡源性沙门菌食物中毒的风险为 0.171(95% 置信区间: 0.000~0.767), 其中零售阶段生鸡肉的储存方式是影响发病风险的最重要因素(回归系数=0.72), 情景分析提示, 如果零售阶段采用冷冻或者冷藏储存, 我国居民每餐发病风险可以降为 0.031(95% 置信区间: 0.000~0.522)。结论 我国居民鸡源性沙门菌食物中毒的风险较高, 应当加强零售环节生鸡肉的冷链管理。

关键词:沙门菌; 交叉污染; 模型; 暴露评估; 生鸡肉; 零售; 风险评估; 黑龙江

中图分类号: R155 文献标志码: A 文章编号: 1004-8456(2016)05-0671-06

DOI: 10.13590/j.cjfh.2016.05.025

**Quantitative microbiological risk assessment for *Salmonella* contamination
in raw chicken from retail to table**

YAN Jun, YU Xiao-jie, WANG Kai-li, SONG Xiao-yu, XUE Cheng-yu, ZHENG Xiao-hua,
BI Yu-han, XIE Ping-hui

(Heilongjiang Center for Disease Control and Prevention, Heilongjiang Harbin 150030, China)

Abstract: Objective To assess the health risk of *Salmonella* contamination in retail raw chicken, and provide potential interventions. **Methods** Combining quantitative monitoring data of *Salmonella* in retail raw chicken with specific survey results of storage and processing in retail and household, the risk of *Salmonella* poisoning through cross-contamination in the kitchen was estimated, and the effects of the potential interventions was evaluated using Monte Carlo stochastic assessment method. **Results** The cross-contamination model of raw chicken-*Salmonella* from retail to table was constructed in this study. During raw chicken retail storage, carriage and home storage, the model predicted that *Salmonella* concentration (lg MPN/g) of increased to 2.163, 2.241 and 3.028 respectively from -0.017 in retail front. The model also estimated the chicken-*Salmonella* poisoning probability for Chinese residents is 0.17 (95% CI: 0.000-0.767) per meal, and the most important risk factor was the storage methods in retail (regression coefficient = 0.72). Scenario analysis suggested that, if the retail applied frozen or refrigerated storage, the risk could be reduced to 0.03 per meal (95% CI: 0.000-0.522). **Conclusion** The risk of chicken-*Salmonella* poisoning was high in China, and cold chain management of raw chicken in retail chain should be strengthened.

Key words: *Salmonella*; cross-contamination; model; exposure assessment; raw chicken; retail; risk assessment; Heilongjiang

非伤寒沙门菌(non-typhoid *Salmonella*, NTS)是全球报道最频繁的食源性致病菌之一, 全球每年罹

患 NTS 胃肠炎病例数为 9 380 万人, 死亡 15.5 万人, 其中 8 030 万人的致病菌来源于食物^[1]。我国每年因食源性感染 NTS 而导致的急性胃肠炎病例数为 903.5 万人, 死亡 792 人^[2]。食源性 NTS 感染涉及多种食物载体, 其中禽肉和鸡蛋与人类 NTS 感染的暴发及散发有关^[3-4]。

开展食品安全风险分析是国际上控制食品微生物危害的通行策略, 其中食品安全风险评估是

收稿日期: 2016-06-12

基金项目: 黑龙江省卫生计生科技计划项目(2012-433)

作者简介: 闫军 女 主管技师 研究方向为微生物检验及风险评估 E-mail: yanjunch@126.com

通信作者: 遇晓杰 女 主任医师 研究方向为病原菌分子生物学和食品安全及风险评估 E-mail: yxjie2008@sina.com

科学的核心。目前欧美等国家已经针对生鸡肉中 NTS 污染开展了从农场到餐桌的全过程/部分过程的定量风险评估^[5-7],并且定量地评价了潜在的降低鸡源性 NTS 食物中毒的干预措施^[8],但是这些定量风险评估结果主要基于发达国家的监测数据和欧美国家鸡肉烹调加工习惯。而已有数据提示,我国超过 50% 的零售生鸡肉中存在 NTS 的污染,为了定量评估其对我国居民罹患鸡源性 NTS 食物中毒的风险,本研究利用零售生鸡肉中沙门菌定量监测数据以及零售和家庭生鸡肉储存加工专项调查结果,构建从零售到餐桌的生鸡肉-NTS 组合定量风险评估模型,估计我国居民通过厨房内交叉污染发生鸡源性沙门菌食物中毒的风险,并评价潜在的干预措施效果。

1 材料与方法

1.1 零售生鸡肉中 NTS 的定量监测

2012 年选取黑龙江省具有代表性的 4 个地区进行零售环节生鸡肉中 NTS 的专项监测,共采集 270 份零售样品,根据国家食品安全风险评估中心《肉鸡养殖及屠宰加工环节沙门氏菌专项监测工作手册》^[9],并参考 GB 4789.4—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》^[10]进行定量检测,共检出 43 份样品 ≥ 0.3 MPN/g,检出率为 15.93% (43/270),具体污染水平见表 1。

表 1 黑龙江省生肉鸡中沙门菌流行性和污染水平的调查 (n = 270)

Table 1 Survey of the prevalence and levels of raw chicken-Salmonella in Heilongjiang Province

浓度 /(lg MPN/g)	样品数 /份	浓度 /(lg MPN/g)	样品数 /份	浓度 /(lg MPN/g)	样品数 /份
未检出 (< -0.5)	227	0.18	9	0.58	1
-0.44	5	0.30	3	0.88	1
-0.13	6	0.32	4	0.97	1
-0.04	5	0.36	1	1.32	1
0.04	1	0.45	2	1.66	1
0.15	1	0.54	1		

注:0.3 MPN/g = -0.5 lg MPN/g

1.2 方法

1.2.1 销售阶段、销售到家庭和家庭中生鸡肉储存加工习惯的专项调查

针对生鸡肉中 NTS 的暴露途径及风险,采用调查问卷及经验估计的方式对不同风险环节进行了专项调查。其中,销售阶段分为冷冻、保鲜及室温储存三种方式,198 份调查问卷结果见表 2;销售到家庭阶段储存时间一般在 2 h 内,根据季节温度范围在 -20 ~ 30 ℃;家庭储存具体见表 2,分为冷冻储存 5 天,4 ℃ 及室温储存 24 h。

表 2 销售阶段及家庭阶段储存参数

Table 2 Parameters of storage in sales and family

环节	温度/℃	时间/h
销售	Uniform(-12, -10)	720
	4	Uniform(1, 1.5)
	Uniform(18, 25)	48
家庭	-20	Uniform(24, 120)
	4	Uniform(1, 24)
	Uniform(18, 25)	Uniform(0.5, 24)

注:Uniform 表示均匀分布

1.2.2 生鸡肉-NTS 组合的定量风险评估模型

本研究构建的生鸡肉-NTS 组合的定量风险评估模型是从零售到餐桌,分为零售阶段、零售到家庭以及家庭内三个阶段。生鸡肉中 NTS 的浓度分别在零售阶段、零售到家庭的运输以及家庭内储存过程中进行增长,通过厨房内交叉污染感染即食的凉菜而被居民摄入,最终导致鸡源性 NTS 食物中毒的发生,因此本研究的评估模型分别采用生鸡肉中 NTS 增长模型、厨房内生鸡肉-NTS 交叉污染模型和 NTS 剂量-反应关系模型,考虑到我国大部分居民会将生鸡肉充分烹制后食用,因此本研究没有纳入不完全烹调模型。模型所采用的主要变量、其分布/假设以及数据来源详见表 3。

生鸡肉中 NTS 增长模型引用联合国粮农组织 (FAO) 和世界卫生组织 (WHO) 2002 年对鸡肉和鸡蛋中沙门菌污染的定量风险评估报告中所采用的增长模型,该模型假设 10 ℃ 下 NTS 不增长^[5],本研究假设生鸡肉中 NTS 的最大污染密度为 8 lg MPN/g。此外本研究利用 FAO/WHO 2002 年对鸡肉中沙门菌定量风险评估中所采用的剂量-反应关系,假设不同血清型的 NTS 具有相同的致病力^[5]。

厨房内生鸡肉-NTS 的交叉污染模型借鉴 2007 年荷兰国家公共卫生及环境研究院构建的厨房内鸡胸脯肉中弯曲菌交叉污染模型^[17]和朱江辉等^[16]2016 年构建的中国鸡肉沙门菌厨房内交叉污染模型,分析生鸡肉中 NTS 通过交叉污染手和案板,最终传递到即食的凉菜中的可能性和菌量。模型假设:NTS 和弯曲菌在不同厨具或食物载体之间的传递率是相同的;在切割生鸡肉之前,只有鸡肉被 NTS 污染,而手、凉菜、案板、水龙头和菜刀没有被 NTS 污染;假设案板和菜刀具有相同的传递率;假设鸡肉烹调时间小于鸡肉中 NTS 增长的迟滞期,因此交叉污染过程中没有 NTS 的增长。

1.2.3 模型拟合与分析

生鸡肉-NTS 组合的定量风险评估模型的运算在 @Risk 软件 (6.1.2 工业版) 上进行,模型迭代 10 000 次,采用回归系数探索影响每餐发病风险的重要影响因素,并且采用情景分析方法评估干预措

表3 生鸡肉-NTS 从零售到餐桌的定量风险评估模型参数

Table 3 Parameters for quantitative risk assessment model of raw chicken-NTS from retail to table

阶段	变量名	变量符号	假设/分布	单位	来源
零售阶段	生鸡肉中沙门菌检出率	<i>prev</i>	Beta(270 ~ 227 + 1, 227 + 1)	—	专项调查
	污染生鸡肉中沙门菌密度	<i>con</i>	Cumul	lg MPN/g	专项调查
	情景1 储存温度	<i>tmp_r1</i>	Uniform(-12, -10)	℃	专项调查
	情景1 储存时间	<i>tim_r1</i>	720	h	专项调查
	情景2 储存温度	<i>tmp_r2</i>	4	℃	专项调查
	情景2 储存时间	<i>tim_r2</i>	Uniform(1, 1.5)	h	专项调查
	情景3 储存温度	<i>tmp_r3</i>	Uniform(18, 25)	℃	专项调查
	情景3 储存时间	<i>tim_r3</i>	48	h	专项调查
	模型选择情景情况	<i>r_s</i>	经验分布	—	专项调查
零售到家庭	运输储存温度	<i>tmp_s</i>	经验分布	℃	专项调查
	运输储存时间	<i>tim_s</i>	经验分布	h	专项调查
	情景1 储存温度	<i>tmp_h1</i>	-20	℃	专项调查
家庭阶段	情景1 储存时间	<i>tim_h1</i>	Uniform(24, 120)	h	专项调查
	情景2 储存温度	<i>tmp_h2</i>	4	℃	专项调查
	情景2 储存时间	<i>tim_h2</i>	Uniform(1, 24)	h	专项调查
	情景3 储存温度	<i>tmp_h3</i>	Uniform(18, 25)	℃	专项调查
	情景3 储存时间	<i>tim_h3</i>	Uniform(0.5, 24)	h	专项调查
	模型选择情景情况	<i>r_h</i>	经验分布	—	专项调查
	居民每餐鸡肉消费量	<i>mass_s</i>	经验分布	g	2002年中国居民营养与健康状况调查
	沙门菌从生鸡肉到手传递率	<i>t_CH</i>	Beta(1.78, 41.1)	—	Montville等 ^[11] , CHEN等 ^[12]
	洗手后沙门菌残留率	<i>t_HH</i>	Beta(0.24, 6.67)	—	CHEN等 ^[12]
	沙门菌从手到凉菜的传递率	<i>t_HS</i>	Beta(0.6, 2.3)	—	Montville等 ^[11] , CHEN等 ^[12]
沙门菌从生鸡肉到案板传递率	<i>t_CB</i>	10*Normal(0.098, 0.606)	%	CHEN等 ^[12] , Kusumaningrum等 ^[13]	
洗案板后沙门菌残留率	<i>t_BB</i>	BetaPert(1, 4.5, 7)	对数下降	Cogan等 ^[14]	
沙门菌从案板到凉菜传递率	<i>t_BS</i>	Normal(1.535, 0.32)	%	Kusumaningrum等 ^[13]	
凉菜清洗后残留率	<i>t_SS</i>	BetaPert(0, 0.4, 1)	对数下降	Smith等 ^[15]	
案板生熟分开率	<i>p_BS</i>	经验分布	—	朱江辉等 ^[16]	
剂量-反应关系	参数1	α	0.132 4	—	FAO/WHO ^[5]
	参数2	β	51.45	—	FAO/WHO ^[5]

注:Beta表示贝塔分布;Cumul(-0.5, 2, {-0.44, -0.13, -0.04, 0.04, 0.15, 0.18, 0.30, 0.32, 0.36, 0.45, 0.54, 0.58, 0.88, 0.97, 1.32, 1.66}, {0.114, 0.25, 0.364, 0.386, 0.409, 0.614, 0.682, 0.773, 0.795, 0.841, 0.864, 0.886, 0.909, 0.932, 0.955, 0.977}),此参数是累积分布;Normal表示正态分布;BetaPert表示贝Pert分布;—表示无单位

施对于降低居民每餐发病风险的作用。

2 结果

2.1 我国居民每餐罹患鸡源性 NTS 食物中毒风险的估计

图1是采用 Monte Carlo 抽样方法,通过 10 000 次迭代估计的我国居民每餐通过生鸡肉厨房内发生交叉污染,使得 NTS 污染即食的凉菜,使得居民罹患鸡源性 NTS 食物中毒风险(p_{ill})的概率分布和累积分布,结果提示,我国居民每餐发生鸡源性 NTS 食物中毒的风险为 0.171,其 95% 置信区间(95% CI)是 0.000 ~ 0.767,60.69% 的居民其每餐发生食物中毒的风险低于 10^{-6} ,发病风险的第 75 百分位数、第 90 百分位数和最大风险值依次为 0.362、0.669 和 0.855。

2.2 模拟的生鸡肉中 NTS 密度的动态变化

图2是模型拟合的生鸡肉中 NTS 浓度在零售阶段储存后、从零售到家庭的运输后和家庭内的储存后的变化。调查在生鸡肉进入零售阶段时的监测提示,

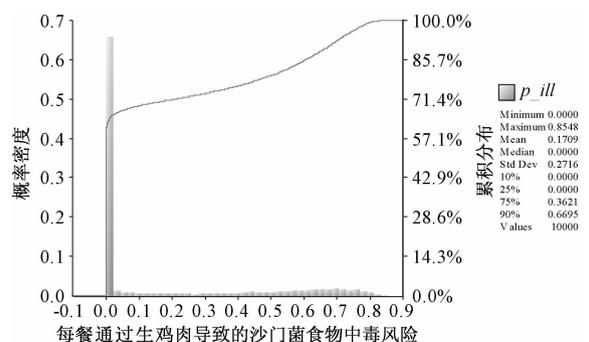


图1 模型拟合的我国居民每餐通过生鸡肉导致的沙门菌食物中毒风险值的分布

Figur 1 Fitting distribution of risk of raw chicken-Salmonella poisoning of Chinese residents per meal

其平均污染密度为 -0.017 lg MPN/g (95% CI: $-1.301 \sim 1.568$),经过零售阶段的储存后,平均污染密度增长到 2.163 lg MPN/g (95% CI: $-1.179 \sim 8.000$),随后在运输到家后和家庭储存后,平均污染密度分别达到 2.241 lg MPN/g (95% CI: $-1.119 \sim 8.000$) 和 3.028 lg MPN/g (95% CI: $-0.958 \sim 8.000$)。

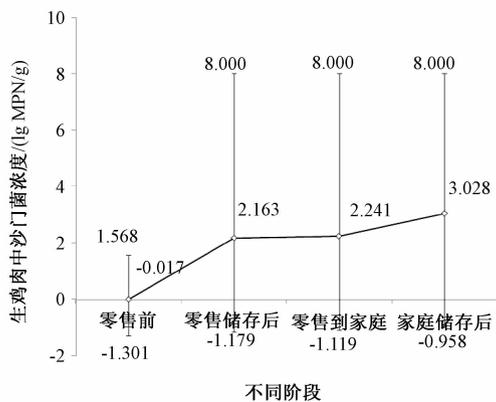


图2 模型拟合的生鸡肉中NTS平均浓度在不同阶段的变化(lg MPN/g)

Figure 2 Fitting change of average concentration (lg MPN/g) of raw chicken-NTS at different stages

2.3 影响每餐发病风险的因素分析

影响因素的分析结果采用回归分析方法,分析每个关键因素与居民每餐通过生鸡肉厨房内交叉污染凉菜而罹患NTS食物中毒的相关关系。相关系数的绝对值越大,表示待评价的干预措施对发病风险的影响越大。图3的结果提示,零售阶段生鸡肉的储存方法(r_s)、洗手的方法(t_{HH})、家庭内生鸡肉的储存方法(h_s)、家庭内生鸡肉在18~25℃温度下的储存时间(tim_{h3})、NTS从手到凉菜的传递率(t_{HS})和NTS从生鸡肉到手的传递率(t_{CH})是表1所列的变量中回归系数绝对值最大的6个变量,回归系数分别是0.72、0.12、0.11、0.08、0.08和0.05,其中 r_s 变量与每餐鸡源性NTS食物中毒发病风险的相关性最高,由专项调查发现,零售阶段肉鸡的储存情形1为-12~10℃,情形2为4℃,情形3为18~15℃,模型将情形1、2和3分别赋值为数字1、2和3,因此回归系数为0.72。提示随着选择的储存方法的温度越高,居民每餐发生鸡源性NTS食物中毒的风险越高。

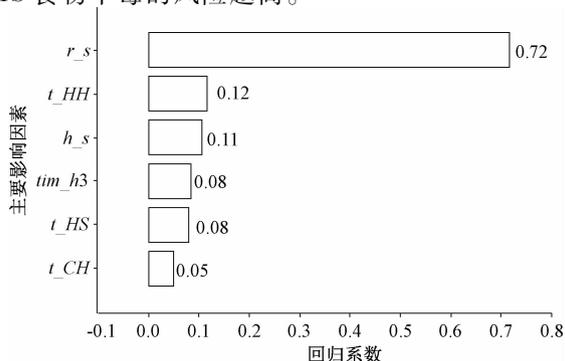


图3 影响居民每餐罹患鸡源性NTS食物中毒的影响因素分析

Figure 3 Analysis of influencing factors on the effect of chicken-NTS food poisoning on the residents per meal

2.4 零售阶段采用冷冻或冷藏方法储存生鸡肉对风险影响的情景分析

本研究采用情景分析方法,假设所有生鸡肉在零售阶段均采用冷冻(-12~10℃)或者冷藏(4℃)储存,结果提示居民每餐罹患鸡源性NTS食物中毒的平均风险(p_{ill_s1}),由基线风险(p_{ill})的0.171(95%CI:0.000~0.767)降低为0.031(95%CI:0.000~0.522),每餐发生食物中毒的风险低于 10^{-6} 的居民所占的百分比由基线的60.69%提高为82.52%,此外零售阶段采用冷冻或者冷藏储存后,居民每餐发生鸡源性NTS食物中毒风险的第75百分位数、第90百分位数和最大风险值,也分别由基线的0.362、0.669和0.855,分别降低为0.000、0.037和0.827,详见图4。

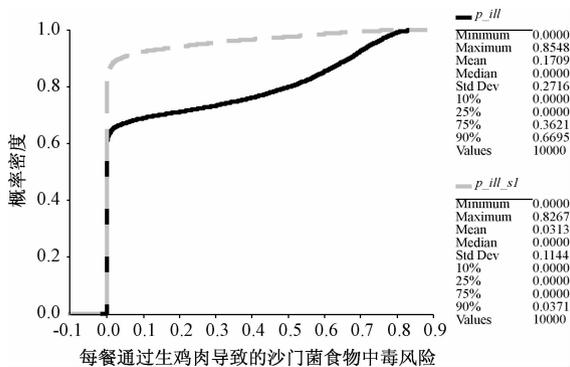


图4 假设零售阶段采用冷冻或冷藏方法储存生鸡肉的情景分析

Figure 4 Scenario analysis of assuming retail raw chicken is frozen or refrigerated storage

3 讨论

NTS导致的食物中毒是我国重要的食源性疾病之一,已有研究发现禽肉及其制品是NTS食物中毒的最常见食物载体,尽管欧美等国家已经开展了全过程的生鸡肉中NTS定量风险评估,提出的干预措施建议在美国、瑞典和丹麦等国家证实确实可以降低风险^[8,18-19],但是这些干预措施在我国控制鸡源性NTS食物中毒风险方面的作用仍有待进一步量化和评估,一方面由于我国居民对生鸡肉的烹调加工习惯不同于欧美等国家,因此需要基于中国居民鸡肉烹调加工习惯构建定量风险评估模型,另一方面我国肉鸡生产加工过程的集约化程度较欧美发达国家低,因此潜在的鸡肉生产加工关键控制措施也将不同于欧美国家。本研究尽管仅涉及零售到餐桌的阶段,但是零售生鸡肉中NTS定量污染水平客观反映了我国生鸡肉中致病菌污染的现状,生鸡肉在零售、零售到家庭以及家庭内储存方式和时间的调查真实反映了我国

鸡肉生产、加工、运输和烹调的现状,最后采用基于中国居民生鸡肉烹调加工习惯的厨房内交叉污染模型描述厨房内鸡源性 NTS 致病的动态变化,因此本研究的结果适用于我国鸡源性 NTS 食物中毒的防控,具有一定的科学性。

根据本次生鸡肉中 NTS 的定量监测结果,结合对生鸡肉在零售阶段、零售到家庭和家庭内储存的温度和时间专项调查结果,提示我国居民通过上述生鸡肉发生厨房内交叉污染,导致 NTS 食物中毒的风险高,为 0.171,大约每 100 次家庭内烹调生鸡肉,就会有 17 次发生 NTS 食物中毒,这一结果远远高于 FAO/WHO 2002 年对鸡肉中沙门菌的定量风险评估结果(1.13/10 万餐)^[5]。但是与 Pouillot 等^[20]2012 年在塞内加尔首都达喀尔开展生鸡肉中 NTS 从零售到餐桌的定量风险评估所估计的风险相近(13%),Pouillot 等认为,这种高风险是与零售阶段的高污染率和厨房内不良的卫生加工行为有着密切的关系。本研究发现,我国部分地区 15.93% 的市售生鸡肉中存在 NTS 的污染,而朱江辉等^[16]的调查也提示,我国居民厨房内案板生熟分开的比例不足 1/3。

除了评估零售生鸡肉中 NTS 污染对我国居民健康的风险水平外,本研究还提示零售阶段加强生鸡肉的冷冻或者冷藏储存可能是有效降低我国居民鸡源性 NTS 的重要干预措施之一,例如模拟拟合发现,零售阶段生鸡肉经过储存后,生鸡肉中 NTS 的污染密度平均增加了约 100 倍(从 -0.017 到 2.163 lg MPN/g),而经历了从零售到餐桌的运输阶段和家庭内的存储阶段,生鸡肉中 NTS 的平均污染密度仅增加了 0.078 和 0.787 lg MPN/g,因此零售阶段生鸡肉的储存是关键的控制环节,进一步的评估发现生鸡肉在零售阶段采用冷冻或者冷餐保存,可以将我国居民发生鸡源性 NTS 的平均风险降低 5 倍(0.171 到 0.031),与基线水平相比,可以额外保护超过 20% (即我国居民的 60.69% ~ 82.52%) 的居民免受鸡源性 NTS 食物中毒风险的影响,因此在生鸡肉零售阶段采用冷链运输和储存,对于降低我国居民罹患鸡源性 NTS 食物中毒的风险具有非常重要的作用。

但是本研究仍然存在一定的局限性,例如专项监测和调查数据的代表性不足;所采用的肉鸡消费量数据为 2002 年中国居民营养与健康状况调查结果,不能准确反映目前我国肉鸡的消费情况;此外模型和参数的选择也存在一定的不确定性。尽管如此,本研究基于专项监测和调查数据,借鉴国际上较为成熟的评估方法和模式,客观估计了零售生

鸡肉中 NTS 污染对我国居民罹患鸡源性 NTS 食物中毒的风险,并发现了重要的干预措施,进一步的研究应将评估模型扩展到肉鸡养殖、屠宰、加工、运输、销售及家庭的各个环节,发现更加重要的控制措施,全面评估其对降低风险的影响。

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] 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菌疾病负担[J]. *中国疾病控制杂志*, 2011, 15(7): 622-625.
- [3] Bryan F L, Doyle M P. Health risks and consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry [J]. *Journal of Food Protection*, 1995, 58(3): 326-344.
- [4] Humphrey T. Public health aspects of *Salmonella* infection [M]. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2000.
- [5] 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*, 2002.
- [6] Oscar T P. A quantitative risk assessment model for *Salmonella* and whole chickens [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2004, 93(2): 231-247.
- [7] Straver J M, Janssen A F, Linnemann A R, et al. Number of *Salmonella* on chicken breast filet at retail level and its implications for public health risk [J]. *Journal of Food Protection*, 2007, 70(9): 2045-2055.
- [8] World Health Organization. *Salmonella* control at the source [J]. *International Food Safety Authorities Network (INFOSAN)*, 2007 (3): 1-4.
- [9] 国家食品安全风险评估中心. 肉鸡养殖及屠宰加工环节沙门氏菌专项监测工作手册 [Z]. 2012.
- [10] 中华人民共和国卫生部. GB 4789. 4—2010 食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [11] Montville R, CHEN Y, Schaffner D W. Glove barriers to bacterial cross-contamination between hands to food [J]. *Journal of Food Protection*, 2001, 64(6): 845-849.
- [12] CHEN Y, Jackson K M, Chea F P, et al. Quantification and variability analysis of bacterial cross-contamination rates in common food service tasks [J]. *Journal of Food Protection*, 2001, 64(1): 72-80.
- [13] Kusumaningrum H D, Van Asselt E D, Beumer R R, et al. A quantitative analysis of cross-contamination of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. via domestic kitchen surfaces [J]. *Journal of Food Protection*, 2004, 67(9): 1892-1903.
- [14] Cogan T A, Slader J, Bloomfield S F, et al. Achieving hygiene in the domestic kitchen: the effectiveness of commonly used cleaning procedures [J]. *Journal of Applied Microbiology*, 2002, 92(5): 885-892.
- [15] Smith S, Dunbar M, Tucker D, et al. Efficacy of a commercial