

# 零售鸡肉中沙门氏菌的半定量风险评估研究

吴云凤<sup>1\*</sup>, 袁宝君<sup>2</sup>

(1. 南京中医药大学第二临床医学院营养学教研室, 南京 210023; 2. 江苏省疾病预防控制中心, 南京 210009)

**摘要:** **目的** 在调查了解南京市零售鸡肉中沙门氏菌污染情况的基础上, 对零售鸡肉中沙门氏菌进行半定量评估, 预测南京市零售鸡肉中沙门氏菌污染的风险, 并提出降低风险的预防措施。**方法** 根据国际食品法典委员会(CAC)推荐的微生物风险评估的4个步骤, 应用半定量风险评估软件(risk ranger), 结合流行病学调查和微生物检测的数据, 对鸡肉中沙门氏菌污染的风险进行半定量评估。**结果** 南京市居民每人每天因食用被沙门氏菌污染的鸡肉而发生食物中毒的概率为  $2.1 \times 10^{-7}$ , 每年因沙门氏菌污染鸡肉而引发食物中毒的人数为636人, 风险等级为45。**结论** 南京市零售鸡肉中沙门氏菌污染的风险程度为中度风险, 人群感染鸡肉沙门氏菌的风险与人群的感染剂量、交叉污染、加工处理的方式等因素有关, 未来应加强监管。

**关键词:** 沙门氏菌; 鸡肉; 半定量风险评估; 食品安全

## Semi-quantitative risk assessment for *Salmonella* in raw chicken of Nanjing

WU Yun-Feng<sup>1\*</sup>, YUAN Bao-Jun<sup>2</sup>

(1. Department of Nutrition, Second Clinical Medical College, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China; 2. Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanjing 210009, China)

**ABSTRACT: Objective** To predict the risk of *Salmonella* in retail chicken in Nanjing by semi-quantitative risk assessment and propose preventive measures to reduce the risk on the basis of the investigation of *Salmonella* contamination. **Methods** According to the CAC risk evaluation steps recommendation for microbial, a semi-quantitative risk assessment software (risk ranger) combining with epidemiological survey and microbial tests was applied to evaluate the risk of *Salmonella* in retail chicken. **Results** The result indicated that the probability of food poisoning each year from contaminated chicken by *Salmonella* would be  $2.1 \times 10^{-7}$  for normal populations, the total predicted food poisoning per annum in population of interest would be 636 and the risk ranking was 45. **Conclusion** The risk of *Salmonella* contaminated in retail chicken in Nanjing was in moderate hazard. The risk of illness was related to infectious dose of *Salmonella*, cross-contamination, processing methods, the supervision and management of retail chicken and chicken products should be improved.

**KEY WORDS:** *Salmonella*; chicken; semi-quantitative risk assessment; food safety

基金项目: 南京中医药大学青年自然科学基金(13XZR16)、南京中医药大学新专业建设专项(NZYXZY2013-10)

**Fund:** Supported by Nanjing University of Chinese Medicine Natural Science Foundation Youth of China(13XZR16), and Nanjing University of Chinese Medicine Specific Subjects of New Professional Construction(NZYXZY2013-10)

\*通讯作者: 吴云凤, 硕士, 助教, 主要研究方向为食品安全。E-mail: 451263693@163.com

\*Corresponding author: WU Yun-Feng, Master, Assistant, Nanjing University of Chinese Medicine, No.138, Xianlin Road, Nanjing 210023, China. E mail: 451263693@163.com

## 1 引言

食品的微生物污染一直是人们比较关注的食品安全问题,由微生物引起的食物中毒是重要的食源性疾病之一,已成为重要的公共卫生问题。世界各地都有沙门氏菌感染及食物中毒的报道<sup>[1]</sup>。在我国内陆地区,由沙门氏菌引起的食物中毒病例在食物中毒中居于首位<sup>[2]</sup>,占总食物中毒的 40%~60%<sup>[3]</sup>。据美国疾病预防控制中心(CDC)的报道,每年美国大约有 40000 例沙门氏菌感染病例,每 10 万人就有 15.2 例非伤寒沙门氏菌感染病例,实际的感染人数可能达 20 倍以上,因为许多轻型病人可能未确诊,据不完全统计,每年大约有 1000 人死于急性沙门氏菌感染<sup>[4]</sup>。因此有必要对容易受沙门氏菌污染的鸡肉进行风险评估。然而,由于我国沙门氏菌监测信息并不完善,开展完整的定量风险评估较难,但国内已有一些有关沙门氏菌半定量、定量评估的初步研究<sup>[5-10]</sup>。目前,鸡肉中沙门氏菌的半定量风险评估研究还较少。本研究在调查了解南京市零售鸡肉中沙门氏菌的污染情况基础上,利用半定量风险评估软件,对南京零售鸡肉中沙门氏菌进行半定量评估。通过半定量风险评估,得出南京市消费者摄入被沙门氏菌污染的鸡肉所引发疾病的风险级别,并提出降低风险的预防措施,以保证消费者的安全。南京市零售鸡肉中沙门氏菌的半定量风险评估在我国尚属首次,将为以后开展全面、科学的定量风险评估奠定理论基础。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料

致病菌的危害识别和危害特征描述主要查阅国内外相关流行病学的文献、报告和专著<sup>[11-14]</sup>;暴露评估中的人口数据参考《2013 南京统计年鉴》的结果,消费数据来自江苏省疾病预防控制中心南京市 2007 年营养追踪的资料,致病菌检测数据根据 2011 年南京市零售鸡肉中沙门氏菌污染状况的调查资料。

### 2.2 评估步骤

根据沙门氏菌污染的半定量风险评估特点,结合国际食品法典委员会(CAC)推荐的 4 个步骤<sup>[3]</sup>进行,见图 1。

### 2.3 评估方法

采用澳大利亚霍巴特大学研制开发的 Risk Ranger

软件,结合相关检测数据,通过回答模型中设计的 11 个相关问题对沙门氏菌进行半定量风险评估,最终用从 0~100 之间的数字来表示风险的级别<sup>[15]</sup>。其中,0 代表没有风险,<32 为低风险,32~48 为中度风险,>48 为高风险,100 代表人群中每人每天会食入 1 次含有某种危害致死剂量的食物;且风险的相对值每增加 6,风险的绝对值相当于增加 10 倍<sup>[16]</sup>。

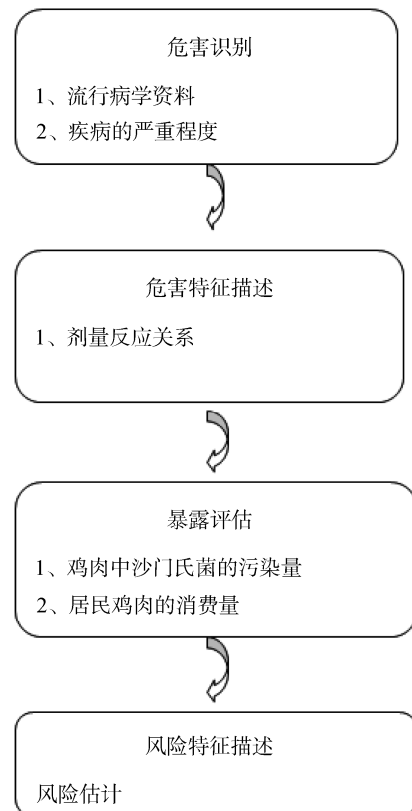


图1 微生物食品安全风险评估的流程

Fig. 1 The process of microbial food safety assessment

## 3 结果与讨论

### 3.1 危害识别

沙门氏菌(*Salmonella*)为革兰阴性杆菌,需氧或见性厌氧,绝大部分具有周身鞭毛,能运动。目前国际上有 2500 多种血清型,我国已发现 200 多种。沙门氏菌的宿主特异性极弱,既可感染动物也可感染人类,极易引起人类的食物中毒。沙门氏菌不耐热,55℃ 1 h、60℃ 15~30 min 或 100℃ 数分钟即被杀死。沙门氏菌致病力的强弱与菌型有关。食品中检出的沙门氏菌 99.8% 以上属于肠炎沙门氏菌<sup>[11]</sup>。致病

性最强的是猪霍乱沙门氏菌, 其次是鼠伤寒沙门氏菌和肠炎沙门氏菌, 它们能产生不耐热的肠毒素, 并通过淋巴管和毛细血管入侵深层组织。该菌对全人群普遍易感, 通常为急性胃肠炎症状, 但有时患者可能出现比较严重的腹泻与呕吐, 甚至会有败血症的发生<sup>[12]</sup>, 因此, 沙门氏菌的严重性是属于“轻度的”。沙门氏菌食物中毒全年皆可发生, 但季节性较强, 多见于夏、秋两季, 5~10 月的发病起数和中毒人数可达全年发病起数和中毒人数的 80%<sup>[3]</sup>。由于沙门氏菌广泛分布于自然界, 在人和动物中有广泛的宿主, 因此, 沙门氏菌污染肉类食物的几率很高, 特别是家畜、家禽类, 健康家畜、家禽肠道沙门氏菌的检出率为 2%~15%。

### 3.2 危害特征描述

参考国际食品法典委员会(CAC)<sup>[13]</sup>和美国农业部(USDA)<sup>[14]</sup>建立的  $\beta$ -Poisson 模型来模拟沙门氏菌的剂量反应关系。联合国粮农组织(FAO)于 2002 年将沙门氏菌实际暴发的数据用  $\beta$ -Poisson 模型进行拟合, 并运用极大似然技术, 以使所生成的曲线能最好地与实际数据相符合。同时, 为了使剂量反应模型适合不确定的暴发数据, 对数据做了重新取样获得一套新的数据集, 结果显示  $ID_{50}$  约为  $10^5$  cfu, 见图 2, 即食物中的沙门氏菌的含量达到  $10^5$  cfu 即可发生食物中毒。

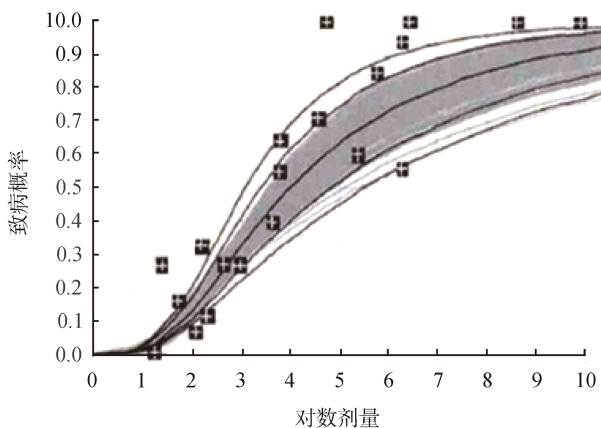


图 2 沙门氏菌的剂量反应曲线

Fig. 2 Dose-response relationship of Salmonella

### 3.3 暴露评估

#### 3.3.1 零售鸡肉中沙门氏菌的污染量

2011 年南京市零售鸡肉中沙门氏菌污染状况监测, 在 5~12 月对零售阶段的鸡肉按国家标准对沙门

氏菌进行采样检测, 总体污染率处于中等水平<sup>[17-21]</sup>, 比国外水平低<sup>[22-23]</sup>, 沙门氏菌平均污染水平为 0.02 MPN/g, 见表 1。

表 1 2011 年南京市零售鸡肉中沙门氏菌的污染状况  
Table 1 Contamination status of *Salmonella* in retail raw chicken of Nanjing in 2011

样品数	定性		定量 (log MPN/g)		
	阳性数	污染率 (%)	$\bar{\chi}$	S	P95
288	43	14.9	-1.8	0.7	0.03

#### 3.3.2 居民鸡肉消费量

根据南京市 2007 年营养追踪的资料, 估算出南京市居民(796 人的样本)平均每日禽肉消费次数为 0.2 次, 那么南京市消费者平均每周食用 1.4 次禽肉产品, 大约有 75% 的人群消费禽肉制品, 平均每日消费量为 18.4 g, P95 为 52.2 g。根据 2013 年南京统计年鉴的数据, 南京市常住人口为 818.8 万人。

#### 3.3.3 供应链各环节对鸡肉中沙门氏菌污染的影响

据统计, 肉鸡进入加工厂时只有 3%~4% 感染有沙门氏菌, 而离开加工场有 35% 的鸡群污染有沙门氏菌<sup>[24]</sup>。说明鸡肉的加工过程显著增加了沙门氏菌的污染。

鸡肉在处理、加工、包装及分配各个环节中均有可能受到沙门氏菌的污染, 例如通过污染的器具、操作者的手以及接触被感染的鸡肉等途径。有研究表明生禽肉的交叉污染率为 7.6%<sup>[25]</sup>, 那么假设鸡肉受二次污染的潜在可能性大约为 7.6%。

我国目前尚缺乏熟鸡肉中沙门氏菌的监测数据, 根据袁宝君等<sup>[26]</sup>对江苏地区 2008 年~2009 年食源性致病菌的监测、杨柳青等<sup>[27]</sup>对长沙市 2010 年食源性致病菌监测及薛超波等<sup>[28]</sup>对舟山市 2006-2008 年食源性致病菌污染状况的调查结果, 熟肉制品中均未检出有沙门氏菌, 可以认为熟鸡肉被沙门氏菌污染的概率几乎为零。

#### 3.3.4 食用前处理的影响

中国人喜欢用炒、炖、煮、炸的方式来烹调食物, 剩饭、剩菜一般会放进冰箱冷藏, 下次食用前也会再次加热, 由于沙门氏菌属不耐热, 55 °C 1 h、60 °C 15~30 min 或 100 °C 数分钟即被杀死, 这种条件下沙门氏菌一般不生长、繁殖, 因此认为鸡肉中的沙门氏菌可以大部分被消除。

### 3.4 风险特征描述

根据以上分析内容,采用 Risk Ranger 软件对零售鸡肉中沙门氏菌进行半定量风险评估,软件输入值及评估结果见表 2。

表 2 零售鸡肉中沙门氏菌的半定量风险评估  
Table 2 Semi-quantitative risk assessment for *Salmonella* in raw chicken

风险因素	参数等级
Q1: 危害的严重性	轻度危害, 有时候需要医学关注
Q2: 相关人群的易感性	普通人群
Q3: 消费频率	每周 1 次
Q4: 消费产品的人口比例	75%
Q5: 消费人口数	常住人口为 818.8 万人
Q6: 每份未加工产品污染的概率	14.9%
Q7: 加工的影响	显著地增加危害
Q8: 加工后再污染的概率	7.6% (推测的交叉污染概率)
Q9: 加工后控制体系的有效性	很好, 没有增加
Q10: 引起普通消费者感染或中毒的增加量	$5 \times 10^6$
Q11: 食用前处理的影响	大部分消除-99%
消费者每人每天的发病概率	$2.1 \times 10^{-7}$
每年预期的总发病人数	636
风险分级	45

南京市居民因食用被沙门氏菌污染的鸡肉而发生食物中毒的概率为  $2.1 \times 10^{-7}$ , 每年因沙门氏菌污染鸡肉而引发食物中毒的人数为 636 人, 风险等级为 45, 零售鸡肉中沙门氏菌污染的风险程度为中度风险, 未来应加强监管。

## 4 结 论

通过半定量风险评估结果可以得出, 南京市零售鸡肉中沙门氏菌污染的风险程度为中度风险, 人群感染鸡肉沙门氏菌的风险与人群的感染剂量、交叉污染、加工处理的方式等因素有关。为了控制鸡肉沙门氏菌的污染, 我们可以采取以下风险管理措施: 运输、零售环节要有良好的存放条件, 防止交叉污染; 建议家庭自己制作时要充分加热烹调, 充分地杀掉鸡肉产品中的致病菌; 政府及相关部门应加强零售鸡肉产品的监管力度, 完善相关食源性疾病监测体

系, 为风险评估工作确定工作重点, 并为评估工作提供流行病学等方面的科学资料。

本次评估采用的 Risk Ranger 软件是以 cfu/g 为单位的, 评估过程中我们用 MPN/g 来代替。由于 MPN/g 的含义反映的是食品中检出微生物的最大可能性, 不是指准确的菌落计数, 因此生硬的数据转换必然带来数据误差, 影响评估结果的客观性和准确性。居民鸡肉产品的摄入调查由于时间、资金等方面的限制, 以南京市 2007 年营养追踪的资料中禽肉消费的数据来代替, 必然存在一定的误差, 可能高估沙门氏菌带来的风险。半定量方法的主要作用是比较不同微生物、不同产品甚至是不同控制措施的相对风险, 但在其评估某一种微生物的绝对风险时, 存在很大的不确定性, 与真实情况相差很大, 有条件的話今后还应继续开展相关的流行病学调查, 以验证风险评估方法建立的科学性和准确性, 从而进一步完善目标食物中致病菌的定量风险评估工作。

### 参考文献

- [1] 金宁一, 胡仲明, 冯书章. 新编人兽共患病学[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 728-739.  
Jin NY, Hu ZM, Feng SZ. New zoonosis Science[M]. Beijing: Science Press, 2007: 728-739.
- [2] 李学信. 流行病学[M]. 中国医药科技出版社, 1999.  
Li XX. Epidemiology[M]. Chinese medicine and technology publishing house, 1999.
- [3] 孙长颢. 营养与食品卫生学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 447-448.  
Sun CH. Nutrition and Food Hygiene[M]. Beijing: people's medical publishing house, 2012: 447-448.
- [4] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Preliminary FoodNet data on the incidence of infection with pathogens transmitted commonly through food-10 States, 2008 [J]. MMWR, 2009, 58(13): 333-337.
- [5] 王欢. 合肥地区鸡肉中沙门氏菌的食品安全风险评估 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2013.  
Wang H. A Food safety Risk Assessment of *Salmonella* in Chicken Meat in Hefei[D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2013.
- [6] 樊永祥, 刘秀梅. 常见餐饮食品原料中沙门氏菌的定量风险评估[J]. 中华流行病学杂志, 2008, 42(5): 312-316.  
Fan YX, Lin XM. Quantitative microbiological risk assessment of *Salmonella* in common catering foods [J]. Chin J Epidemiol, 2008, 42(5): 312-316.

- [7] 朱玲, 许喜林, 周彦良, 等. 加工肉鸡中沙门氏菌风险评估[J]. 现代食品科技, 2009, 25(7): 825-829.  
Zhu L, Xu XL, Zhou YL, *et al.* Risk assessment of *Salmonella* in processed chicken [J]. Mod Food Sci Technol, 2009, 25(7): 825-829.
- [8] 赵志晶, 刘秀梅. 中国带壳鸡蛋中沙门氏菌定量危险性评估的初步研究-I. 危害识别与暴露评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(3): 201-206.  
Zhao ZJ, Liu XM. The modeling of quantitative risk assessment on *Salmonella* in shell eggs in China Part I: Hazard identification and exposure assessment [J]. Chin J Food Hyg, 2004, 16(3): 201-206.
- [9] 赵志晶, 刘秀梅. 中国带壳鸡蛋中沙门氏菌定量危险性评估的初步研究- II. 危害特征的描述与危险性特征的描述[J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(4): 295-300.  
Zhao ZJ, Liu XM. The modeling of quantitative risk assessment on *Salmonella* in shell eggs in China Part II: Description of characteristics of hazard and risk [J]. Chin J Food Hyg, 2004, 16(4): 295-300.
- [10] 翟明爽, 徐斐, 曹慧, 等. 即食熟肉制品中主要致病菌的半定量风险评估[J]. 微生物学杂志, 2014, 34(2): 92-98.  
Zhai MS, Xu F, Cao H, *et al.* Semi-quantitative risk assessment of main pathogens in instant delicatessen meats [J]. J Microbiol, 2014, 34(2): 92-98.
- [11] Mataragas M, Skandamis PN, Drosinos EH, *et al.* Risk profiles of pork and poultry meat and risk ratings of various pathogen/product combinations [J]. Int J Food Microbiol, 2008, 126: 1-12.
- [12] Forsythe SJ. The Microbiology of Safe Food [M]. Wiley-Blackwell, 2013. .
- [13] Levine WC, Smart JF, Archer DL, *et al.* Food-borne disease outbreaks in nursing homes [J]. JAMA, 1991, 266: 2105-2109.
- [14] FAO/WHO. Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens. MRA Series 2, 2002.
- [15] Sumner J, Ross T. A semi-quantitative seafood safety risk assessment [J]. Int J Food Microbiol, 2002, 77(1/2): 55-59.
- [16] USDA/FSIS. Risk assessment of the impact of lethality standards on Salmonellosis from ready-to-eat meat and poultry products [EB/OL].[2006-10-25]. [http://www.fsis.usda.gov/Science/Risk\\_Assessments/index.asp](http://www.fsis.usda.gov/Science/Risk_Assessments/index.asp).
- [17] 任慧婧, 谭艾娟, 吕世明, 等. 贵阳市市售鸡肉中五种食源性致病菌污染状况调查研究[J]. 山地农业生物学报, 2012, 31(1): 91-94.  
Ren HJ, Tan AJ, Lv SM, *et al.* Pollution investigation of five species of food borne pathogens in retail chicken of Guiyang [J]. J Mount Agric Biol, 2012, 31(1): 91-94.
- [18] 王华洪, 吴日明. 冰鲜肉鸡制品中食源性致病菌污染的调查[J]. 实用预防医学, 2010, 17(7): 1314-1315.  
Wang HH, Wu RM. Survey on contamination status of Food-borne pathogens in chilled broilers [J]. Pract Prev Med, 2010, 17(7): 1314-1315.
- [19] 席昭雁, 张阿峰, 吴荣, 等. 陕西省食品中沙门氏菌监测研究[J]. 中华疾病控制杂志, 2011, 15(8): 671-673.  
Xi ZY, Zhang AF, Wu R, *et al.* Investigation of food salmonella contamination in Shaanxi Province [J]. Chin J Dis Cont Prev, 2011, 15(8): 671-673.
- [20] 张茂棠, 林琳, 刘渠, 等. 深圳市生鸡肉中沙门氏菌的耐药性研究[J]. 现代预防医学, 2005, 32(7): 732-733.  
Zhang MT, Lin L, Liu Q, *et al.* A study on antibiotic resistance of *Salmonella* isolated from raw chicken in Shenzhen [J]. Mod Prev Med, 2005, 32(7): 732-733.
- [21] 关文英, 申志新, 张淑红, 等. 河北省食品中沙门氏菌的耐药性研究[J]. 现代预防医学, 2006, 33(10): 1761-1763.  
Guan WY, Shen ZX, Zhang SH, *et al.* A study on antibiotic resistance of *Salmonella* isolated from food in Hebei Province [J]. Mod Prev Med, 2006, 33(10): 1761-1763.
- [22] Tabe ES, Oloya J, Doetkott DK, *et al.* Characterization of Multidrug-resistant *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovar Typhi-murium var. Copenhagen and Typhimurium Isolated from Feedlot Cattle [J]. J Food Prot Trend, 2010, 30(5): 273-279.
- [23] Morita M, Hirose K, Takai N, *et al.* *Salmonella enterica* serovar Typhi in Japan, 2001-2006: Emergence of high-level fluoroquinolone-resistant strains [J]. Epidemiol Infect, 2010, 138: 318-321.
- [24] 赵瑞兰. 沙门氏菌预测模型的建立及出口分割鸡肉中沙门氏菌的风险分析[D]. 泰安: 山东农业大学, 2005.  
Zhao SL. The development of *salmonella* predictive models and risk analysis of *salmonella* in export chicken [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2005.
- [25] Mataragas M, Skandamis PN, Drosinos EH, *et al.* Risk profiles of pork and poultry meat and risk ratings of various pathogen/product combinations [J]. Int J Food Microbiol, 2008, 126: 1-12.
- [26] 袁宝君, 戴月, 符晓梅, 等. 江苏地区 2008 年~2009 年食源性致病菌监测研究[J]. 江苏预防医学, 2010, 21(4): 1-3.  
Yuan BJ, Dai Y, Fu XM, *et al.* Surveillance on food-borne pathogens in Jiangsu province during 2008-2009 [J]. Jiangsu J Prev Med, 2010, 21(4): 1-3.
- [27] 杨柳青, 宋克云, 苏良, 等. 长沙市 2010 年食源性致病菌监测结果分析[J]. 实用预防医学, 2011, 18(5): 859-860.  
Yang LQ, Song KY, Su L, *et al.* Surveillance on food-borne pathogens in Changsha in 2010 [J]. Pract Prev Med, 2011, 18(5):

859-860.

- [28] 薛超波, 王萍亚, 孙 瑛, 等. 舟山市 2006-2008 年食源性致病菌污染状况分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2009, 21(6): 533-535.  
Xue CB, Wang YP, Sun Y, *et al.* Analysis of main food-borne pathogens pollution in Zhoushan from 2006 to 2008 [J]. Chin J Food Hyg, 2009, 21(6): 533-535.

(责任编辑: 白洪健)

### 作者简介



吴云凤, 硕士, 助教, 主要研究方向为食品安全。

E-mail: 451263693@163.com