

# 食源性疾病现状及监控技术的研究

邓秀武<sup>1\*</sup>, 高亚娟<sup>1</sup>, 司海丰<sup>2</sup>, 杨安<sup>1</sup>, 李翠芳<sup>1</sup>

(1. 滦平县市场监督管理局, 承德 068250; 2. 滦平县发展改革局, 承德 068250)

**摘要:** 食源性疾病通常由食源性微生物、寄生虫、有害化学物质等物质通过食物传播的形式引起, 对人体器官组织伤害较大, 导致人体中毒, 甚至死亡。中国作为一个食品消费大国, 食品安全极为重要, 我国暴发的食源性疾病严重危害着消费者的身体健康, 并影响消费者对食品安全的信心。本文首先对我国食源性疾病的现状进行了综述, 以期提高对我国食源性疾病现状的认识和了解, 在此基础上, 从政府和检测机构两个层面对食源性疾病的监测技术进行阐述, 介绍了我国食源性疾病报告的监测网络和监测报告系统, 并具体综述了对有毒化学物质和食源性病原体的监测方法。本文有利于揭示我国食源性疾病的现状, 并为我国食源性疾病的预防、监测和控制提供可供参考的理论依据。

**关键词:** 食源性疾病; 有害物质; 监控技术

## Advances on current situation of foodborne diseases and their monitoring technology

DENG Xiu-Wu<sup>1\*</sup>, GAO Yan-Juan<sup>1</sup>, SI Hai-Feng<sup>2</sup>, YANG An<sup>1</sup>, LI Cui-Fang<sup>1</sup>

(1. Luanping Market Supervision and Administration, Chengde 068250, China; 2. Luanping Development and Reform Bureau, Chengde 068250, China)

**ABSTRACT:** Foodborne diseases which resulted from foodborne microorganisms, parasites, and harmful chemical substances have great harm to human body organs and tissues, infect human body, and even lead to death. Food safety is very important as China is a big food consumption country. The outbreaks of foodborne diseases in China seriously harm the health of consumers, and lower confidence of the consumers in food safety. In this paper, the present status of foodborne diseases was summarized to improve the understanding of the current situation of foodborne diseases in China. The monitoring technology of foodborne diseases by the government and testing institutions were introduced, including monitoring network and monitoring system of foodborne diseases in China, and the detection technology of toxic chemicals and foodborne pathogens were also reviewed. In this paper, the research status quo of foodborne diseases and detection technology were analyzed, and it could provide references for the prevention, monitoring and control of foodborne diseases in China.

**KEY WORDS:** foodborne diseases; hazardous substances; monitor

基金项目: 承德市社会科学发展研究课题 2016 年合作项目(H20162021)、承德市科学技术研究与发展计划项目(201601A115)

**Fund:** Supported by the Chengde Social Public Welfare Research Project in 2016 (H20162021) and Chengde Science and Technology Welfare Research Project & Industrial Development of Project Research (201601A115)

\*通讯作者: 邓秀武, 中级经济师, 主要研究方向为食品安全。E-mail: 2435039661@qq.com

\*Corresponding author: DENG Xiu-Wu, Intermediate Economist, Luanping Market Supervision and Administration, Chengde 068250, China. E-mail: 2435039661@qq.com

## 1 引言

随着我国经济的迅速发展, 饮食安全及身体健康越来越受到重视, 而食源性疾病的发生严重危害着人们的身体健康, 已经成为了最重要的世界性卫生疾病问题之一<sup>[1,2]</sup>。近年来, 我国暴发了多起食品安全事件, 并引起了广泛关注, 而“食源性疾病监控技术的研究”于2001年被列入“十五”国家科技攻关计划也体现了我国对食源性疾病监测与监管的重视<sup>[3]</sup>。

## 2 食源性疾病现状

国际上通常将食源性疾病划分为两大类, 一类是食物中毒类, 由食物中生物或化学因素引起而感染的疾病; 一类是感染性腹泻病类, 由食品中生物因素引起的疾病<sup>[4,5]</sup>。近十多年国内重大食品安全事件的暴发多由250种致病因子引起, 其中包括细菌、病毒和寄生虫引起的感染性疾病, 毒素、金属污染物、农药等有毒化学物质引起的中毒性疾病<sup>[6-8]</sup>。这些致病因子引起的食源性疾病可导致对人体的伤害, 如呕吐、头晕、腹泻、甚至致畸、致命, 给人体造成了极大的威胁<sup>[9,10]</sup>。

其中按监测数据, 2004~2006年我国食源性疾病的致病原因, 依次为微生物性病因、化学物和动植物, 其按暴发事件总数, 2006年微生物病因占48.3%(占发病总人数的63.3%), 化学物占24.8%(占发病总人数的15.5%), 动植物占23.5%(占发病总人数的17.7%)<sup>[11,12]</sup>。2006~2008年, 南宁市食源性疾病发病由微生物引起的发病起数和病例数分别占各自总数的47.75%、69.45%, 有毒动植物引起的分别占20.72%、11.98%, 化学性分别占总数的9.01%、1.70%<sup>[13,14]</sup>。1996~2008年, 辽宁省农村地区共发生食源性疾病暴发事件212起, 发病4569人, 死亡30人; 引起暴发事件的食物主要为肉制品(23.2%)、毒蘑菇(23.0%), 其次是粮食类(17.4%)<sup>[15-18]</sup>。2001~2009年, 香港地区6298起食物中毒的致因依次是细菌(78.4%)、病毒(10.5%)、生物毒素(6.6%)和化学物质(3.3%)<sup>[8]</sup>。2013年浙江省有45家哨点医院开展监测, 共收到16710份病例报告信息, 其中以0~5岁和26~35岁最多, 分别占总报告数的24.42%和16.34%<sup>[19]</sup>。2008年, 共报告食源性疾病暴发127起, 1222人次受累, 其中家庭暴发72起, 占56.69%, 但受累人数以餐饮场所为主, 共有1029人次, 占84.21%<sup>[20]</sup>。2003~2007年, 对1060起细菌性感染导致的食源性疾病的病原体进行统计, 最主要病原体为副溶血性弧菌, 涉及中毒事件308起, 发病8234人, 住院3605人; 其次为沙门氏菌, 涉及中毒事件109起, 发病人数3790人, 住院1867人<sup>[21]</sup>; 除以上致病菌外, 变形杆菌和蜡样芽胞杆菌等也被发现是引起细菌性食源性疾病的主要病原菌<sup>[22]</sup>。此外, 对食源性致病菌的环境进行调查, 结果表明2000~2015年间, 重大食物中

毒的发生场所, 按中毒起数和死亡人数进行计算, 以家庭死亡人数最高, 集体食堂中毒人数最多, 而死亡人数最少<sup>[23]</sup>。

## 3 食源性疾病的监控技术

### 3.1 食源性疾病报告的监测网络

2000年以来, 中国开始建立国家食源性致病菌的监测网, 对食品中的主要致病菌沙门氏菌、大肠杆菌 O157:H7、单增李斯特菌和弯曲菌进行连续主动监测<sup>[24]</sup>。到2012年, 我国已初步建立以31个省级、218个地市级食品污染物监测点和312个县级食源性疾病监测点组成的全国食品安全风险监测网络<sup>[25]</sup>。在此基础上, 我国继续推进网络覆盖范围, 在全国将逐渐建立起覆盖各省、市、县并逐步延伸到农村地区的食源性疾病的监测网络体系, 从源头进行加强食品安全的控制, 用来加强食品安全风险监测数据的收集、报送和管理, 提高中国食品安全水平<sup>[26]</sup>。2005年由疾病预防控制中心制定监测方案, 并在全国23个省的85个关键控制点对暴发疫情、病原学、耐药性和流行因素进行监测<sup>[27]</sup>。

### 3.2 食源性疾病监测报告

中国食源性疾病的统计数据的来源主要有法定报告、暴发调查、哨点监测、实验室监测及死亡证明等<sup>[28]</sup>。中国食源性疾病的监测形式可分为主动监测和被动监测; 主动监测系统监测通常以实验室主动监测为基础, 即要求对罹患某些病症(如腹泻)的所有就诊患者采集临床样品进行某些病原菌的检验, 并结合开展相关的流行病学调查研究<sup>[29]</sup>; 被动监测主要由临床病例报告、实验室监测报告和暴发事件调查报告等3个互为联系又相对独立的监测系统组成<sup>[30]</sup>。2010年, 中国开始着手实施食品安全的风险监测评定计划, 监测空间扩大至全国31个省(自治区、直辖市)乃至新疆建设兵团的312家医疗构<sup>[31]</sup>。

## 4 检测机构食源性疾病的监控

### 4.1 对有毒化学物质的监测

#### 4.1.1 仪器分析法

仪器分析方法有色谱法和荧光检测法, 薄层色谱法的优点是所用设备试剂简单, 操作易掌握, 能够对样品进行定量和半定量分析, 适合大量样品的筛查<sup>[32-34]</sup>。黎睿等利用高效液相色谱法方法对几种真菌毒素的检测进行了报道, 楼小华等<sup>[35,36]</sup>利用毛细管气相色谱系统分析59种农药残留量, 井伟等<sup>[37]</sup>对食品材料中三聚氰胺的迁移、控制检测进行了分析, 建立了一种用HILIC-MS/MS质谱联用技术检测分析食品接触材料中三聚氰胺方法, 检测限达 $8.0 \times 10^{-10}$  mol/L。利用仪器分析方法对食源性致病因子的监测灵敏度高, 结果准确, 但是同样这些样品的前处理繁琐且耗费时间, 批量样品的快速监测控制无法有效快速实施<sup>[38]</sup>。

#### 4.1.2 免疫学方法

免疫学方法可进行样品的批量的检测,目前的检测技术主要包括横向流动试纸条法、酶联免疫法<sup>[39]</sup>。谢海波等<sup>[40]</sup>利用 indirect-ELISA 法对花生中不同贮存条件下黄曲霉毒素的含量进行了测定,最低检出限为 0.029 μg/kg。谢芳等<sup>[41]</sup>利用改良后的方法,建立并改进了一种利用免疫磁珠富集结合酶联免疫吸附法,快速简便且准确性好检测酱油基质中的黄曲霉毒素 B<sub>1</sub>,结果表明黄曲霉毒素 B<sub>1</sub>的平均加标回收率为 83.6%~104%。试纸条的方法快速简便,10 min 即可完成快速检测,针对农药残留,化学污染物,毒素类物质能够完成快速定量定性的检测<sup>[42]</sup>。

### 4.2 对食源性病原体的监测控制

#### 4.2.1 生化鉴定法

传统的鉴定方法,需要经过微生物培养,活化传代等,操作简单,并且作为国标检测方法,被广泛适用,但是耗时长,所需人员较多,不适于大批量的检测<sup>[43]</sup>。

#### 4.2.2 分子生物学法

随着分子生物学的发展,越来越多的生物学技术被用来监测食源性致病菌,何晓华等<sup>[44]</sup>利用添加有扩增内标的 PCR 检测方法对副溶血弧菌进行检测,其检测灵敏度为 10<sup>2</sup> cfu/mL,但现龙利用荧光 PCR 方法对沙门氏菌进行了特异性检测,其检测限为 14.9 拷贝/PCR<sup>[45]</sup>。杨洋针对乳中金黄色葡萄球菌的 *nuc* 基因进行了特异性扩增,得到其检测灵敏度为 10 cfu/mL<sup>[46]</sup>。姜侃利用三重 LAMP 法对食品中沙门氏菌、单增李斯特菌、金黄色葡萄球菌进行检测,建立了灵敏度高,特异性强的检测方法<sup>[47]</sup>。PCR 方法需要复杂的仪器设备,需要仪器相对昂贵,LAMP 方法灵敏度高于 PCR,但是在反应过程中极易受到污染。

#### 4.2.3 免疫学方法

目前,免疫层析法通常结合 PCR 或恒温扩增的方法进行检测,通过生物素与链霉轻合素的特异性结合,并捕获抗体及相应的核酸分子,完成对致病菌的检测<sup>[48]</sup>。王丽丽等<sup>[49]</sup>利用 PCR 结合胶体金免疫层析试纸条的技术建立了奶粉中阪崎肠杆菌的快速检测方法,其阪崎肠杆菌污染样品检测限达到 0.08 g<sup>-1</sup>。王瑞娜等<sup>[50]</sup>通过建立环介导等温扩增方法,利用商业化试纸条快速检测单核细胞增生李斯特菌,人工污染原料奶样品的检测灵敏度为 10<sup>2</sup> cfu/mL。免疫学方法特异性强,能够快速达到快速检测的目的,在食品安全检测领域越来越受到关注。

## 5 结论

综上所述,应加强食源性疾病主动监测网 Foodnet 类型的采用,并应用分子分型为基础的实验室主动监测系统建设,不断快速获取监控信息以及监控人群,防止更多食品安全事件的暴发<sup>[51]</sup>。此外,食源性疾病的监测技术迅速发展,在传统检测技术的基础上,迅速发展的仪器分析技

术和免疫技术,在监测领域被广泛利用起来,检测时间大大缩短,定性检测的同时定量检测技术也不断实施起来<sup>[52]</sup>。针对食源性疾病的监控要从整个过程进行解决,包括从食物来源的土壤水源、包装、运输和销售环节等<sup>[53]</sup>。食源性疾病的监管和控制不能一次性完成,需要各个环节的环环控制、环环监测,需要专业性的人才,也需要具有高素质的管理人才进行监管配合,最大范围地发现食品安全风险因子,才能最大程度地降低风险。

### 参考文献

- [1] Liu X, Chen Y, Wang X, *et al.* Foodborne disease outbreaks in China from 1992 to 2001 national foodborne disease surveillance system [J]. *J Hyg Res*, 2004, 33(6): 725-727.
- [2] Wu YN, Chen Y. Food safety in China [J]. *J Epidemiol Commun H*, 2013, 67(6):478-479.
- [3] 何春梅,蔡春生,陈冠林,等. 浅谈我国食品安全问题的原因及对策[J]. *食品工业*, 2016, 04:263-265.  
He CM, Cai CS, Chen GL, *et al.* Discuss of reasons and countermeasures of China's food safety problems [J]. *J Food Ind*, 2016, 263: 263-265
- [4] Lancet T. Food safety in China: a long way to go [J]. *Lancet*, 2012, 380(9837): 2371-2381.
- [5] Johnson EA, D'Mello JPF. Bacterial pathogens and toxins in foodborne disease [J]. *CAB Direct*, 2003: 25-45.
- [6] Zaidi AKM, Thaver D, Ali SA, *et al.* Pathogens associated with sepsis in newborns and young infants in developing countries [J]. *Pediatr Infect Dis J*, 2015, 28(1 Suppl): 10-18.
- [7] Chen Y, Guo Y, Wang Z, *et al.* Foodborne disease outbreaks in 2006 report of the National Foodborne Disease Surveillance Network, China [J]. *J Hyg Res*, 2010, 39(3): 331-334.
- [8] 胡萍. 中国香港 1997~2009 年食物中毒情况分析[J]. *中国预防医学杂志*, 2011, 12(10):887-888.  
Hu P. Food poisoning case analysis of Hong Kong in 1997-2009 [J]. *Chin J Pre Med*, 2011, 12 (10): 887-888.
- [9] Lam HM, Remais J, Fung MC, *et al.* Food supply and food safety issues in China [J]. *Lancet*, 2013, 381(9882): 2044-2053.
- [10] Calvin L, Gale F, Hu D, *et al.* Food safety improvements underway in China [J]. *Amber Waves*, 2006, 4(5): 16.
- [11] 焦新安,涂长春,黄金林,等. 我国食源性人兽共患细菌病流行现状及其防控对策[J]. *中国家禽*, 2009, 19:4-11.  
Jiao XA, Tu CC, Huang JL, *et al.* Situation, prevention and control countermeasures of foodborne beast in China [J]. *Chin Poultry*, 2009, 12:4-11.
- [12] 赵静,孙海娟,冯叙桥. 食品中食源性致病菌污染状况及其监测技术研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2013, 05:1353-1360.  
Zhao J, Sun HJ, Feng XQ. Research progress of foodborne pathogenic pollution condition and monitoring technology [J]. *J Food Saf Qual*, 2013, 12: 1353-1360.
- [13] 方志峰,唐振柱,黄兆勇,等. 南宁市 2006 年食源性疾病哨点医院监测分析[J]. *中国热带医学*, 2010, 05:559-560.  
Fang ZF, Tang ZZ, Huang ZY, *et al.* Analysis of foodborne disease sentinel hospital monitoring of Nanning in 2006 [J]. *China Trop Med*, 2010, 12: 559-560.

- [14] 沈爱军, 苏萍, 赵丽娜, 等. 2003~2006年南宁市食源性疾病暴发情况分析[J]. 应用预防医学, 2007, 02:91-93.  
Shen AJ, Su P, Zhao LN, *et al.* Analysis of foodborne disease outbreak situation in 2003~2006 of Nanning [J]. J Appl Pre Med, 2007, 11: 91-93.
- [15] 王盛威, 龙峰, 孟琳, 等. 辽宁省农村食源性疾病暴发事件原因分析[J]. 中国公共卫生, 2011, 3: 314-315.  
Wang CW, Long F, Meng L, *et al.* Analysis of rural foodborne disease outbreak in Liaoning province [J]. J Public Health China, 2011, 3: 314-315.
- [16] Mao X, Hu J, Liu X. Epidemiological characteristics of bacterial foodborne disease during the year 2003-2007 in China [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2010, 3: 010.
- [17] Connolly AJ. A blueprint for food safety in China [J]. China Agric Econ Rev, 2016, 8(1): 129-147.
- [18] Stephenson J. Food Safety in China [J]. J Am Med Assoc, 2008, 300(19): 2239-2239.
- [19] 吕鹏, 章荣华, 齐小娟, 等. 浙江省食源性疾病监测现状分析[J]. 浙江预防医学, 2015, 08:828-829.  
Lv P, Zhang RH, Qi XJ, *et al.* Foodborne disease monitoring status of Zhejiang province [J]. J Prev Med Zhejiang, 2015, 08:828-829.
- [20] 毛雪丹. 2003-2008年我国细菌性食源性疾病流行病学特征及疾病负担研究[D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2010.  
Mao XD. The epidemiological characteristics of bacterial foodborne illness and disease burden research in 2003-2008 [D]. Beijing: The Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2010.
- [21] Wang S, Duan H, Zhang W, *et al.* Analysis of bacterial foodborne disease outbreaks in China between 1994 and 2005 [J]. FEMS Immunol Med Microbiol, 2007, 51(1): 8-13.
- [22] Lun ZR, Gasser RB, Lai DH, *et al.* Clonorchiasis: a key foodborne zoonosis in China [J]. Lancet Infect Dis, 2005, 5(1): 31-41.
- [23] Dong Y, Zhao S, Li Z, *et al.* A novel immunosensor based on chitosan-prussian blue-graphene nanocomposite and Au nanoparticle for rapid detection of melamine [J]. Int J Electrochem Sci, 2016, 11(2): 1765-1776.
- [24] Ortega DL, Wang HH, Wu L, *et al.* Modeling heterogeneity in consumer preferences for select food safety attributes in China [J]. Food Policy, 2011, 36(2): 318-324.
- [25] Xiao YZ, Gang L, Li Z. Chinese Consumers' Concerns over Food Safety [J]. China Rural Surv, 2004, 1: 001.
- [26] Liu XM, Chen Y, Fan YX, *et al.* Foodborne diseases occurred in 2003--report of the National Foodborne Diseases Surveillance System, China [J]. J Hyg Res, 2006, 35(2): 201-204.
- [27] Ortega DL, Wang HH, Wu L, *et al.* Modeling heterogeneity in consumer preferences for select food safety attributes in China [J]. Food Policy, 2011, 36(2): 318-324.
- [28] Wang S, Duan H, Zhang W, *et al.* Analysis of bacterial foodborne disease outbreaks in China between 1994 and 2005 [J]. FEMS Immunol Med Microbiol, 2007, 51(1): 8-13.
- [29] Zaidi AK, Tikmani SS, Warraich HJ, *et al.* Community-based treatment of serious bacterial infections in newborns and young infants: a randomized controlled trial assessing three antibiotic regimens [J]. Ped Infect Dis J, 2012, 31(7): 667-672.
- [30] Shao Y. Rethinking food safety problems in China [J]. Acta Alimentaria, 2013, 42(1): 124-132.
- [31] Yan Y. Food safety and social risk in contemporary China [J]. J As Stud, 2012, 71(03): 705-729.
- [32] Matuszewski BK, And MLC, Chavezeg C M. Strategies for the assessment of matrix effect in quantitative bioanalytical methods based on HPLC-MS/MS [J]. Anal Chem, 2003, 75(13): 3019-3030.
- [33] Chen Z, Liu W, Chen D, *et al.* Qualitative and quantitative analysis of HPLC fingerprint of Wuji gastric floating sustained-release tablets [J]. J Chin Pharm Sci, 2015, 5: 005.
- [34] Smith I. Thin layer chromatography [J]. Chromatography, 2013: 66.
- [35] 黎睿, 谢刚, 王松雪. 高效液相色谱法同时检测粮食中常见8种真菌毒素的含量[J]. 食品科学, 2015, 06: 206-210.  
Li R, Xie G, Wang SX. High performance liquid chromatography (HPLC) method simultaneous detection of the contents of 8 kinds of fungus toxin from grain [J]. Food Sci, 2015, 06: 206-210
- [36] 楼小华, 高川川, 朱文静, 等. GC-MS-MS法同时测定烟草中113种有机磷、有机氯及拟除虫菊酯类农药残留[J]. 中国烟草科学, 2012, (5): 83-89.  
Lou XH, Gao CC, Zhu WJ, *et al.* GC-MS-MS method for the simultaneous determination of tobacco for 113 kinds of organophosphorus, organochlorine and strain pesticide residues [J]. Chin Tobacco Sci, 2012, (5): 83-89.
- [37] 井伟, 吕水源, 李小晶, 等. 蜜胺餐具中三聚氰胺单体的迁移规律研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(9): 337-340.  
Jing W, Lu SY, Li XJ, *et al.* Study of Melamine tableware migration patterns of melamine monomer [J]. J Food Ind Sci Technol, 2012, 33(9): 337-340.
- [38] Simmons LJ, Sandgren CD, Berges JA. Problems and pitfalls in using HPLC pigment analysis to distinguish Lake Michigan phytoplankton taxa [J]. J Great Lakes Res, 2016, 42(2): 397-404.
- [39] Pei SC, Zhang YY, Eremin SA, *et al.* Detection of aflatoxin M1 in milk products from China by ELISA using monoclonal antibodies [J]. Food Control, 2009, 20(12): 1080-1085.
- [40] 谢体波, 刘红, 陆苇, 等. 间接竞争 ELISA 检测试剂盒测定粮油食品中的黄曲霉毒素 B1[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 07:2834-2839.  
Xie TB, Liu H, Lu W, *et al.* Indirect competitive ELISA kit in the determination of aflatoxin B<sub>1</sub> in grain and oil food [J]. J Food Saf Qual, 2015, 07: 2834-2839.
- [41] 谢芳, 赖卫华, 史爱武, 等. 免疫磁珠富集结合酶联免疫吸附法检测酱油中黄曲霉毒素 B<sub>1</sub>[J]. 食品科学, 2013, 18:165-169.  
Xie F, Lai WH, Shi AW, *et al.* Immune magnetic beads enrichment combined with enzyme-linked immunosorbent method in the detection of aflatoxin B<sub>1</sub> in soy sauce [J]. Food Sci, 2013, 19: 165-169.
- [42] Li Z, Wang Y, Wang J, *et al.* Rapid and sensitive detection of protein biomarker using a portable fluorescence biosensor based on quantum dots and a lateral flow test strip [J]. Anal Chem, 2010, 82(16): 7008-7014.
- [43] Fan H, Long B, Wu X, *et al.* Development of a loop-mediated isothermal amplification assay for sensitive and rapid detection of *Cronobacter sakazakii* [J]. Foodborne Pathog Dis, 2012, 9(12):1111-1118.
- [44] 何晓华. 副溶血弧菌分子检测靶点的筛选及其内标 PCR 体系的建立[D]. 上海: 上海交通大学, 2010.  
He X H. Establishment of detection of *hemolytic vibrio* by molecular target selection using internal standard PCR system [D]. Shanghai:

- Shanghai Jiaotong University, 2010.
- [45] 但现龙, 刘斌, 李小玲, 等. 添加有扩增内标的沙门氏菌荧光定量 PCR 检测体系的建立与评价[J]. 微生物学报, 2011, 51(8): 1119–1127.  
Dan XL, Liu B, Li XL, *et al.* With amplified fluorescence quantitative PCR detection of salmonella in target system [J]. J Microbiol, 2011, 51(8): 1119–1127.
- [46] 杨洋, 张伟, 袁耀武, 等. PCR 检测乳品中金黄色葡萄球菌[J]. 中国农业科学, 2006, 39(5):990–996.  
Yang Y, Zhong W, Yuan YW, *et al.* PCR detection of staphylococcus aureus in dairy [J]. China Agric Sci, 2006, 39(5): 990–996.
- [47] 姜侃, 吕沁风, 汪新, 等. 三重 LAMP 法检测食品中沙门氏菌、单增李斯特菌和金黄色葡萄球菌[J]. 食品科学, 2013, 34(24):182–187.  
Jiang K, Lv QF, Wang X, *et al.* The detection of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in food by triple LAMP method [J]. Food Sci, 2013, 34(24): 182–187.
- [48] Li Z, Wang Y, Wang J, *et al.* Rapid and sensitive detection of protein biomarker using a portable fluorescence biosensor based on quantum dots and a lateral flow test strip [J]. Anal Chem, 2010, 82(16): 7008–7014.
- [49] 王丽丽, 杨海荣, 赵瑜, 等. 应用核酸层析技术快速检测奶粉中阪崎肠杆菌的研究[J]. 中国乳品工业, 2013, 41(6):39–42.  
Wang LL, Yang HR, Zhao Y, *et al.* Application of nucleic acid chromatography technology rapid detection of *C. sakazakii* in milk powder, study [J]. J China Dairy Ind, 2013, 41(6): 39–42.
- [50] 王瑞娜, 周前进, 陈炯. 环介导等温扩增联合横向流动试纸条快速检测单核细胞增生李斯特菌的研究[J]. 中国兽医学报, 2014, 34(10): 1615–1621.  
Wang RN, Zhou QJ, Chen J. Loop-mediated the isothermal expansion joint lateral flow strip rapid detection of mononuclear cell hyperplasia of listeria study [J]. Chin J Vet, 2014, 34(10): 1615–1621.
- [51] Scallan E, Hoekstra RM, Angulo FJ, *et al.* Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens [J]. Emerg Infect Dis, 2011, 17(1): 7–15.
- [52] Lam HM, Remais J, Fung MC, *et al.* Food supply and food safety issues in China [J]. Lancet, 2013, 381(9882): 2044–2053.
- [53] Yang MS. Food Safety Challenges in China [M]. Beijing: Public Health Challenges in Contemporary China. 2016: 25–42.

(责任编辑: 白洪健)

### 作者简介



邓秀武, 中级经济师, 主要研究方向为食品安全。  
E-mail: 2435039661@qq.com