

研究报告

2021年新乡市一起山夫登堡沙门菌食物中毒分离株的病原特征分析

史晓娟¹,周宇鑫¹,陈玉莲¹,栾旭波¹,刘君珂¹,魏红霞¹,吴玲玲²

(1. 新乡市疾病预防控制中心,河南新乡 453700;2. 河南省疾病预防控制中心,河南郑州 450016)

摘要:目的 分析2021年新乡市一起山夫登堡沙门菌食物中毒分离株的病原特征。方法 对食物中毒事件进行流行病学调查;对采集的11份样本进行致病菌分离鉴定;对分离出的10株沙门菌进行血清学分型、药敏试验、5种毒力岛(SPIs)特征基因片段(*mogA*、*sseL*、*mgtC*、*bcfA*、*araB*)检测及脉冲场凝胶电泳(PFGE)分型分析。结果 10株沙门菌血清抗原式均为1,3,19:g,s,t,即山夫登堡沙门菌。10株沙门菌对头孢唑啉、卡那霉素、庆大霉素、阿米卡星的耐药率为100%,其中从患者粪便中分离出的2株对氨苄西林、四环素、多西环素、氟喹诺酮、复方新诺明的耐药率为100%。PFGE图谱聚类分析显示,10株菌(2株病例株,5株食品株,3株环境株)之间条带无差异,高度同源。10株菌中5种毒力岛特征基因片段均检出。结论 本起食物中毒事件致病因子为山夫登堡沙门菌,该菌携带5种毒力岛特征基因片段,2株病例株沙门菌具有多重耐药性,建议相关部门高度关注。

关键词:食物中毒;山夫登堡沙门菌;血清型;药敏试验;脉冲场凝胶电泳;毒力基因

中图分类号:R155

文献标识码:A

文章编号:1004-8456(2023)04-0498-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2023.04.002

Analysis of the characteristics of *Salmonella senftenberg* causing a food poisoning incident in 2021 in Xinxiang

SHI Xiaojuan¹, ZHOU Yuxin¹, CHEN Yulian¹, LUAN Xubo¹, LIU Junke¹,
WEI Hongxia¹, WU Lingling²

(1. Xinxiang Center for Disease Control and Prevention, He'nan Xinxiang 453700, China;

2. He'nan Provincial Center for Disease Control and Prevention, He'nan Zhengzhou 450016, China)

Abstract: Objective To analyze the pathogenic characteristics of *Salmonella senftenberg* isolate causing food poisoning in Xinxiang in 2021. **Methods** Epidemiological investigation of food poisoning event was performed. Pathogenic bacteria were separated and identified from 11 samples. Ten *Salmonella* isolates were subjected to serotyping, drug susceptibility testing, detection of characteristic gene fragments (*mogA*, *sseL*, *mgtC*, *bcfA*, *araB*) of 5 virulence island (SPIs) and pulsed field gel electrophoresis (PFGE) typing analysis. **Results** Serum antigenic formulas of all *Salmonella* isolates were 1,3,19:g,s,t *Salmonella senftenberg*. All *Salmonella* isolates were resistant to cefazolin, kanamycin, gentamicin and amikacin. Among them, two isolates from the patient feces were also resistant to ampicillin, tetracycline, doxycycline, chloramphenicol, trimethoprim/sulfamethoxazole. PFGE clustering analysis showed that there was no difference in the bands among the 10 strains (2 cases strains, 5 food strains, and 3 environmental strains), suggesting that they were highly homologous. Five *Salmonella* pathogenicity island characteristic gene fragments were detected among 10 isolates. **Conclusion** *Salmonella senftenberg* caused the food poisoning event. The isolates carried 5 *Salmonella* pathogenicity island characteristic gene fragments and 2 isolates exhibited multi-drug resistance. Relevant departments should pay more attention to this issue.

Key words: Food poisoning; *Salmonella senftenberg*; serum type; drug resistance test; pulsed field gel electrophoresis; virulence gene

收稿日期:2021-12-15

基金项目:河南省医学科技攻关省部共建青年项目(SBGJ202103030)

作者简介:史晓娟 女 主管技师 研究方向为微生物检验 E-mail:shixiaojuan163@163.com

通信作者:吴玲玲 女 主管技师 研究方向为微生物检验 E-mail:695490715@qq.com

在世界范围内,由沙门菌属引起的食源性疾病经常发生^[1]。在全球范围内引起食物中毒的沙门菌分别为鼠伤寒、肠炎以及德尔卑沙门菌等^[2]。近年来,山夫登堡沙门菌引起食物中毒比率有上升趋势,如上海地区腹泻患者中分离到的山夫登堡沙门菌位列所分离肠道沙门菌的第3位^[3]。山夫登堡沙门菌广泛存在于自然界中,可寄生几乎所有家禽和家畜体内,并能广泛污染人类的自然环境,且具有使人 and 动物感染发病的特性^[4],更容易引起食源性疾病暴发。

2021年2月12日17时,新乡市A区疾病预防控制中心接到该区人民医院电话报告其接诊6例来自同一家庭发热伴腹泻症状患者。12至15日,B区两家医院陆续上报8例疑似食源性疾病患者情况。截至15日,共发现14例病例,所有病例均食用过同一驴肉店出售的驴肉制品。综合流行病学调查结果、患者的临床表现以及实验室检测结果,确定A区及B区的食物中毒事件为一起因食用被山夫登堡沙门菌污染的驴肉制品引起的食物中毒事件。本次事件共分离出10株(2株病例株,5株食品株,3株环境株)山夫登堡沙门菌。为进一步了解该菌的生物学特性以及不同来源菌株间差异,本文对10株沙门菌分离株分别进行了血清学分型实验、药敏分析实验、5种毒力岛特征基因片段检测及菌株同源性分析实验,可为沙门菌引起的食源性疾病的监测及临床用药提供依据,保障人民群众健康。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 标本信息

共采集样品11份,分别为病例粪便2份,A区病例家可疑食物样本3份(驴肉制品1、驴肉制品2、腐乳肉),B区病例家食物样本3份(驴蹄筋、驴灌肠、鸡爪),驴肉店环境样本3份(案板表面、刀表面、秤表面)。

1.1.2 主要仪器与试剂

基质辅助激光解析电离飞行时间质谱(Matrix assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry, MALDI-TOF-MS, 郑州安图 AUTOFS1000),荧光PCR仪(CF96)、脉冲场凝胶电泳仪(CHEF MAPPER)、凝胶成像仪(UNIVERSAL HOOD II)(Bio-Rad),全自动药敏接种仪(V3020)、药敏判读仪(VIZION)(Thermo Fisher)。

营养肉汤(C22010D1,广州环凯),沙门氏菌显色培养基(Sa130,法国科玛嘉),食源性致病菌荧光

PCR试剂(A552L-25T,北京卓诚惠生),沙门氏菌属诊断血清(94820,SSI 丹麦),革兰氏阴性菌药敏检测板(CHNENF, Thermo Fisher)包含青霉素类:氨苄西林(Ampicillin, AM)、氨苄西林/舒巴坦(Ampicillin/Sulbactam, AMS);头孢菌素类:头孢唑啉(Cefazolin, CZ)、头孢噻肟(Cefotaxime, CTX)、头孢他啶(Ceftazidime, CAZ)、头孢西丁(Cefoxitin, CFX)、头孢吡肟(Cefepime, FEP);碳青霉烯类:亚胺培南(Imipenem, IMP)、美罗培南(Meropenem, MEM); β -内酰胺酶抑制剂:阿莫西林-克拉维酸(Amoxicillin clavulanic, AMO/C)、头孢噻肟-克拉维酸(Cefotaxime clavulanic CTX/C)、头孢他啶-克拉维酸(Ceftazidime clavulanic, CAZ/C);其他 β -内酰胺类:氨曲南(Aztreonam, AZM);氨基糖苷类:链霉素(Streptomycin, STR)、卡那霉素(Kanamycin, KAN)、庆大霉素(Gentamicin, GM)、阿米卡星(Amikacin, AMI);喹诺酮类:萘啶酸(Nalidixic acid, NAL)、吉米沙星(Gemifloxacin, GMI)、左氧氟沙星(Levofloxacin, LEV)、环丙沙星(Ciprofloxacin, CIP);多黏菌素类:多黏菌素(E Colistin, CT)、多黏菌素(B Polymyxin B, PB);四环素类:四环素(Tetracycline, TE)、米诺环素(Minocycline, MIN)、多西环素(Doxycycline, DO);氯霉素类:氯霉素(Chloramphenicol, CHL);磺胺类:磺胺甲噁唑(Sulfamethoxazole, SUL)、复方新诺明(Trimethoprim/Sulfamethoxazole, SXT);大环内酯类:阿奇霉素(Azithromycin, AZM)共30种药物。琼脂糖(50150, Lonza SaKem Gold),蛋白酶K(P1121, 索莱宝),限制性内切酶Xba I(1093, TaKaRa公司),Dye Plus2×Phanta Max Master Mix(P515-01, 诺唯赞),5种毒力基因引物序列(上海生工)。

1.2 方法

1.2.1 流行病学调查

对食物中毒病例开展卫生学调查,填写《食物中毒事故个案调查登记表》,采集患者的粪便,可疑食品以及可疑食品加工场所环境样本等。

1.2.2 样品增菌培养与可疑菌的筛查

检验依据《食品安全事故流行病学调查技术指南(2012年版)》^[5],对样本进行增菌和食源性致病菌多重荧光PCR筛查。

1.2.3 沙门菌的分离鉴定

参照GB 4789.4—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》^[6]以及WS 271—2007《感染性腹泻诊断标准》^[7]对样本进行沙门菌的分离。分离出可疑菌后,使用基质辅助激光解析电离飞行时间质谱对可疑菌进行鉴定,分离纯化后进

行生化鉴定。

1.2.4 沙门菌血清分型

采用玻片凝集法对沙门菌进行分型,按照沙门菌属诊断血清说明书进行血清凝集,根据 Kauffman-White 抗原表确定沙门菌的血清型别。

1.2.5 沙门菌药敏试验

用微量肉汤稀释法测定沙门菌的最低抑菌浓度(Minimum inhibitory concentration, MIC)。食源性致病菌识别网订制革兰氏阴性菌药敏检测板,包含磺胺类、 β -内酰胺类、氨基糖苷类、四环素类、喹诺酮类和多黏菌素类、氯霉素类、大环内酯类 30 种药物,根据 2020 版美国临床和实验室标准化协会(the Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)标准,判定菌株对药物的敏感(S)、中介(I)或者耐药(R)。

1.2.6 脉冲场凝胶电泳分子分型试验

按照 PulseNet China 技术手册中沙门菌脉冲场凝胶电泳(Pulsed-field gel electrophoresis, PFGE)标

准方案进行操作。GELRED 染色后,凝胶成像系统进行图像拍摄,PFGE 图像应用 BioNumerics 软件处理,采用非加权组平均(Unweighted pair-group method with arithmetic means, UPGMA)对条带进行聚类分析,根据条带比较的 Dice 系数衡量菌株间的相似性,相似度 100% 被认为属于同一 PFGE 型。根据 TEN-OVER 原则,若菌株 PFGE 带型仅有 1~3 个条带的差异,则被定义为菌株间高度相关^[8]。

1.2.7 毒力岛特征基因检测

以沙门菌的总 DNA 为模板,5 种 SPI-s/SPI-a 特征基因引物序列见表 1,PCR 反应体系为 50 μ L: 含扩增反应液 25 μ L,上下游引物各 2 μ L,沙门菌模板 DNA 2 μ L,ddH₂O 19 μ L。PCR 程序设定为 95 $^{\circ}$ C、10 min,95 $^{\circ}$ C、15 s,退火 58 $^{\circ}$ C、30 s,72 $^{\circ}$ C、30 s,共进行 35 个循环,最后 72 $^{\circ}$ C、10 min。PCR 反应结束后,取 5 μ L 扩增产物使用 1.2% 琼脂糖进行凝胶电泳,电泳电压 140 V,电泳时间 30 min,凝胶成像仪上对结果进行拍照保存。

表 1 沙门菌 5 个毒力岛特征基因扩增引物序列^[9]

Table 1 Amplified primer sequences of 5 virulence island characteristic genes of *Salmonella*

毒力岛名称	引物序列 5'-3'	扩增片段名称及大小/bp
SPI-1 -s	ATTGGCTTAGTTTCTATCTCCG	<i>mogA</i> 419
SPI-1 -a	CCTTCAGCGTTTCTTTGA	
SPI-2 -s	CTATCCTATTGGGCTTAT	<i>sseL</i> 304
SPI-2 -a	GTTGGGTACATTGTCTG	
SPI-3 -s	CGACGATCATTATTCCTTTG	<i>mgtC</i> 200
SPI-3 -a	GACCGAACCTAACCCCTTGT	
SPI-4 -s	CITTTGGCGGAATGTTGCT	<i>bcfA</i> 235
SPI-4 -a	CTGGCTGCTCTGAGTATCG	
SPI-5 -s	AGGTAGACGTGCCGATGACTT	<i>araB</i> 558
SPI-5 -a	CGAATGCCATGTTTGTGCT	

2 结果

2.1 流行病学调查及致病菌筛查结果

自首例病例上报后,共发现 14 例疑似病例,分布在 5 户家庭,14 例病例均在食用同一驴肉店出售的驴肉制品后在不同时间段出现症状。临床症状为腹痛、腹泻、发热、恶心、头痛等。对采集的 11 份

样本进行实验室检测,10 样本中检出沙门菌 *invA* 基因,怀疑致病菌为沙门菌。

2.2 菌株分离鉴定和血清分型结果

10 株可疑沙门菌经 MALDI-TOF-MS、生化鉴定、血清学分型鉴定为山夫登堡沙门菌。见表 2。

表 2 11 份不同来源样品检测结果

Table 2 Test results of 11 samples from different sources

样品名称	分离培养	飞行质谱	生化鉴定	血清抗原式	结果
粪便 1	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌
粪便 2	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌
驴肉制品 1	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌
驴肉制品 2	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌
腐乳肉	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌
驴蹄筋	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌
驴灌肠	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌
鸡爪	阴性	—	—	—	—
案板表面	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌
刀表面	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌
称表面	阳性	沙门菌属	沙门菌属	1,3,19:g,s,t	山夫登堡沙门菌

2.3 药敏试验结果

根据 10 株山夫登堡沙门菌的 MIC 值判定菌株

对药物的敏感(S)、中介(I)或者耐药(R)。10 株沙门菌药敏结果见表 3,耐药谱见表 4。

表 3 10 株沙门菌的药敏检测

Table 3 Drug sensitivity test of 10 *Salmonella* strains

药物名称	粪便 1	粪便 2	驴肉制品 1	驴肉制品 2	腐乳肉	驴蹄筋	驴灌肠	案板表面	刀表面	秤表面	耐药率/%
头孢唑啉	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	100
庆大霉素	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	100
阿米卡星	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	100
卡那霉素	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	100
氨苄西林	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	20
四环素	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	20
多西环素	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	20
氯霉素	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	20
复方新诺明	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	20

注:除上述药物外,对其他药物均敏感

表 4 10 株沙门菌的耐药谱

Table 4 Drug resistance spectrum of 10 *Salmonella* strains

菌株来源	耐药谱	菌株来源	耐药谱
患者 1	AM-CZ-GM-AMI-KAN-TE-DO-CHL-SXT	驴蹄筋	CZ-GM-AMI-KAN
患者 2	AM-CZ-GM-AMI-KAN-TE-DO-CHL-SXT	驴灌肠	CZ-GM-AMI-KAN
驴肉制品 1	CZ-GM-AMI-KAN	案板表面	CZ-GM-AMI-KAN
驴肉制品 2	CZ-GM-AMI-KAN	刀表面	CZ-GM-AMI-KAN
腐乳肉	CZ-GM-AMI-KAN	秤表面	CZ-GM-AMI-KAN

2.4 PFGE 分子分型结果

10 株山夫登堡沙门菌 PFGE 图像,应用 BioNumerics 软件处理后,PFGE 电泳图形条带位置及数目完全相同,菌株间相似度 100%,被认为属于同一 PFGE 型。结果见图 1。

2.5 毒力岛特征基因检测

从 10 株沙门菌 PCR 扩增产物中均检出 5 个毒力岛的特征正基因(*mogA*、*sseL*、*mgtC*、*bcfA*、*araB*),其中 1 株菌 5 种毒力岛特征基因电泳结果见图 2。

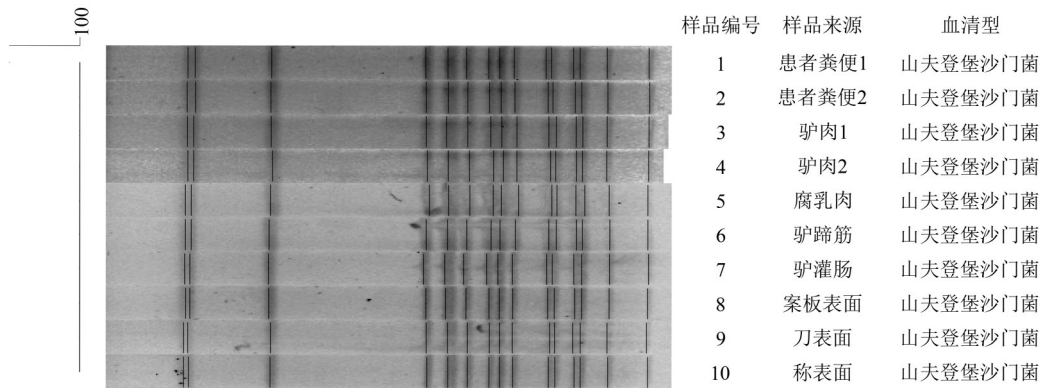


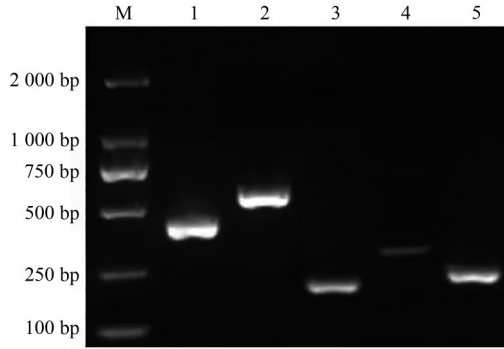
图 1 10 株山夫登堡沙门菌 PFGE 聚类分析图

Figure 1 PFGE cluster analysis of 10 *Salmonella senftenberg*

3 讨论

此次事件实验室共分离出 10 株沙门菌,其中病例粪便 2 份,A 区病例家食物样本 3 份(驴肉制品 1、驴肉制品 2、腐乳肉),B 区病例家食物样本 2 份(驴蹄筋、驴灌肠),驴肉店环境样本 3 份(案板表面、刀表面、秤表面),血清型均为山夫登堡沙门菌。3 种不同来源的 10 株山夫登堡沙门菌 PFGE 电泳图形条带位置及数目完全相同,属于同一 PFGE 型。根据流行病学调查结果以及实验室结果,判定 A 区

和 B 区的食物中毒事件为同一起食物中毒事件。PFGE 是目前细菌分子流行病学研究的“金标准”,可以从分子水平追溯菌株间的同源性^[10-11],具有重复性好、分辨率高、结果稳定和易于标准化的优点^[12],有利于监测细菌性传染病的暴发流行,也可用于识别散发的细菌性疾病的传染源^[13]。食品样本鸡爪来自同一驴肉店,但未在该驴肉店加工,未检出沙门菌,而从驴肉店环境样本和驴肉样本中检出沙门菌,说明驴肉店在加工驴肉过程中污染了沙



注: M: DNA Maker; 1: *mogA*; 2: *araB*; 3: *mgtC*; 4: *sseL*; 5: *bcfA*

图2 山夫登堡沙门菌5种毒力岛特征基因琼脂糖凝胶电泳结果

Figure 2 Agarose gel electrophoresis results of characteristic genes of five virulence islands of *Salmonella senftenberg*

门菌,造成了该起食物中毒事件。提示监管部门应对该驴肉店经营的加工食品加强监管,提高食品加工人员的安全意识,加强食品生产环境的卫生管理,以减少食源性疾病的发生,保障人民群众的身体健康。腐乳肉是来自A区家庭食物,但从中检出同一PFGE型沙门菌,提示消费者存放食物时应避免交叉污染。

从药敏结果来看,3种来源菌株共出现两种不同的耐药谱,患者粪便分离出的2株山夫登堡沙门菌已对氨苄西林、四环素、多西环素、氯霉素、复方新诺明产生耐药,需要引起临床医生注意,合理使用药物,避免或减少耐药株的出现。由于山夫登堡沙门菌在我国引起的食物中毒事件报道较少,下一步需对其耐药基因进行检测,对比其耐药表型与耐药基因相关的基因突变相是否一致^[14]。

非伤寒沙门菌引起的胃肠炎疾病,一般能够在几天内自愈,但有些类型沙门菌则会引起死亡事件,这是因为沙门菌的致病能力与它的毒力基因分布密切相关。沙门菌的毒力岛是其进化过程中通过水平基因转移获得的,位于细菌的染色体或质粒上,在沙门菌感染、黏附、入侵、传播以及细胞内生存中起着重要作用^[15]。其中SPI-1和SPI-2是沙门菌较为重要的毒力决定因子。SPI-3可编码巨噬细胞生存蛋白MgtC和转运蛋白MgtB;SPI-4可诱导沙门菌对肠上皮细胞的黏附作用;SPI-5可编码*SopB*(由SPI-1的T3SS分泌)、*PipB*(由SPI-2的T3SS迁移到SCV)。研究表明,山夫登堡沙门菌有毒性较强的内毒素,有些菌株还能产生肠毒素,此外该菌还有一定侵袭力,能够在极端的酸性条件下从胃侵入宿主肠道上皮细胞^[16],并穿过上皮细胞层到达上皮组织,在此部位被吞噬细胞吞噬,但吞噬后不被杀死,而能够在细胞中继续生长繁殖^[17]的特性,

这些特性均与毒力岛特征基因有关。引起本起食物中毒的山夫登堡沙门菌5种毒力岛特征基因均检出,说明该菌致病性较强,应予以高度关注,防止该菌引起较为严重的食源性疾病暴发。

参考文献

- [1] YU T, JIANG X, ZHOU Q, et al. Antimicrobial resistance, class 1 integrons, and horizontal transfer in *Salmonella* isolated from retail food in Henan, China[J]. The Journal of Infection in Developing Countries, 2014, 8(6): 705-711.
- [2] 吴宪. 我国食品沙门氏菌污染率与引起的发病率统计分析[D]. 大连: 大连理工大学, 2021.
WU X. Statistical analysis of the incidence and contamination rate of *Salmonella* in China[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2021.
- [3] ZHANG J, JIN H, HU J, et al. Serovars and antimicrobial resistance of non-typhoidal *Salmonella* from human patients in Shanghai, China, 2006—2010[J]. Epidemiology and Infection, 2014, 142(4): 826-832.
- [4] 宋玉兰. 一起山夫登堡沙门氏菌所致食物中毒报告[J]. 上海预防医学杂志, 1998, 10(7): 312-313.
SONG Y L. A report on food poisoning cases caused by *Salmonella senftenberg* [J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 1998, 10(7): 312-313.
- [5] 中华人民共和国卫生部. 卫生部办公厅关于印发《食品安全事故流行病学调查技术指南(2012年版)》的通知[EB/OL]. (2012-06-11) [2019-04-08]. http://www.gov.cn/gzdt/2012-06/11/content_2158058.htm.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Notice of the General Office of the Ministry of Health on Issuing the Technical Guidelines for Epidemiological Investigation of Food Safety Accidents (2012 Edition) [EB/OL]. (2012-06-11) [2019-04-08]. http://www.gov.cn/gzdt/2012-06/11/content_2158058.htm.
- [6] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学 沙门氏菌检验: GB 4789.4—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
National Health and Family Planning Commission, National Food and Drug Administration. National food safety standard—Food microbiological examination: *Salmonella* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 感染性腹泻诊断标准: WS 271—2007[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for infectious diarrhea: WS 271—2007 [S]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2007.
- [8] 李劲锋, 罗铭, 张耀平. 沙门氏菌检测技术现状及进展[J]. 医学动物防制, 2020, 36(10): 953-956.
LI J F, LUO M, ZHANG Y P. Current situation and progress of *Salmonella* detection technology [J]. Journal of Medical Pest Control, 2020, 36(10): 953-956.
- [9] 黄秀梅, 盖文燕, 曲志娜, 等. 市售猪肉中沙门氏菌耐药基因与毒力基因筛查及PFGE分型研究[J]. 中国动物检疫, 2018, 35(11): 81-86.

- HUANG X M, GAI W Y, QU Z N, et al. Screening of drug-resistance genes and virulence genes and PFGE typing of *Salmonella* from retail pork products [J]. *China Animal Health Inspection*, 2018, 35(11): 81-86.
- [10] 赵萌, 崔旭初, 于慧霞, 等. 一起沙门菌食物中毒的实验室诊断与分析 [J]. *疾病监测*, 2015, 30(5): 381-384.
- ZHAO M, CUI X C, YU H X, et al. Laboratory diagnosis and analysis of a food poisoning outbreak caused by *Salmonella* [J]. *Disease Surveillance*, 2015, 30(5): 381-384.
- [11] 游兴勇, 彭思露, 周厚德, 等. 全基因组测序分析 2018 年江西省临床分离非伤寒沙门菌耐药性研究 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2020, 32(5): 493-498.
- YOU X Y, PENG S L, ZHOU H D, et al. Analysis of nontyphoidal *Salmonella* clinical isolates antibiotic resistance based on whole genome sequencing in Jiangxi province in 2018 [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2020, 32(5): 493-498.
- [12] 王小强, 吴守芝, 王增国, 等. 一起肠炎沙门菌致食物中毒和同期散发腹泻的病原学研究及溯源分析 [J]. *中国病原生物学杂志*, 2016, 11(12): 1122-1125.
- WANG X Q, WU S Z, WANG Z G, et al. Etiological survey and analysis of the traceability of a food poisoning outbreak and sporadic cases of diarrhea caused by *Salmonella enteritidis* during the same period [J]. *Journal of Pathogen Biology*, 2016, 11(12): 1122-1125.
- [13] 张艳, 王睿, 查涛, 等. 一起肠炎沙门菌食物中毒病原学检测与溯源分析 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2016, 26(6): 872-874.
- ZHANG Y, WANG R, ZHA T, et al. Pathogenic detection and traceability analysis of *Salmonella enteritidis* caused by food poisoning [J]. *Chinese Journal of Health Laboratory Technology*, 2016, 26(6): 872-874.
- [14] 王丽丽, 陈倩. 一起食物中毒病原菌斯坦利沙门菌的分子分型及耐药性分析 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2016, 28(1): 27-31.
- WANG L L, CHEN Q. Molecular subtyping and antibiotic resistance analysis of *Salmonella Stanley* isolated from a foodborne disease outbreak [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2016, 28(1): 27-31.
- [15] DE JONG H K, PARRY C M, VAN DER POLL T, et al. Host-pathogen interaction in invasive salmonellosis [J]. *PLoS Pathogens*, 2012, 8(10): e1002933.
- [16] 任洁, 赵明文, 姚玉峰. 沙门菌对酸压力的应答及其与毒力的关系 [J]. *微生物学报*, 2014, 54(4): 367-375.
- REN J, ZHAO M W, YAO Y F. Acid stress response of *Salmonella* and its relationship with virulence-A review [J]. *Acta Microbiologica Sinica*, 2014, 54(4): 367-375.
- [17] FIGUEIRA R, HOLDEN D W. Functions of the *Salmonella* pathogenicity island 2 (SPI-2) type III secretion system effectors [J]. *Microbiology: Reading, England*, 2012, 158(pt 5): 1147-1161.