

肉鸡加工过程中沙门氏菌的污染监测及分析

朱海华^{1,2*}, 王法云^{1,2*}, 平洋¹, 谭静¹, 周莉¹, 罗蓓蓓¹

(1. 河南省商业科学研究所有限责任公司, 郑州 450002; 2. 河南省食品质量安全控制工程技术研究中心, 郑州 450002)

摘要: **目的** 对肉鸡屠宰加工的不同环节进行沙门氏菌监测, 了解各个环节沙门氏菌的污染状况, 分析肉鸡加工过程中沙门氏菌的污染来源及关键环节。**方法** 选择河南省某大型肉鸡屠宰加工企业作为监测点, 在肉鸡屠宰前、褪毛后、过预冷池后、被分割后和包装入库等环节及预冷池水、分割刀具案板和工人手等处分别采集样本, 共计 1756 份, 进行沙门氏菌检测及其血清型鉴定。**结果** 于 1756 份样本中检出沙门氏菌阳性样本 700 份, 检出率为 39.9%。其中, 褪毛后整禽的沙门氏菌检出率最高, 达 63.9%; 其次为过预冷池后的整禽胴体, 检出率为 57.3%。屠宰加工环节中检出的沙门氏菌中肠炎沙门氏菌最多, 占 71.7%, 其次为印第安纳沙门氏菌, 占 20.8%。**结论** 肉鸡在养殖期间存在沙门氏菌污染, 且在屠宰加工环节存在交叉污染, 应针对相关环节进行重点控制和工艺改进。

关键词: 肉鸡; 加工环节; 沙门氏菌; 污染; 监测

Monitoring and analysis of *Salmonella* contamination during broiler chicken processing

ZHU Hai-Hua^{1,2*}, WANG Fa-Yun^{1,2*}, PING Yang¹, TAN Jing¹, ZHOU Li¹, LUO Bei-Bei¹

(1. Henan Business Science Research Institute Co., Ltd., Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Food Quality and Safety Control Engineering Technology Research Center, Zhengzhou 450002, China)

ABSTRACT: Objective To monitor the *Salmonella* in different links of broiler chicken during slaughter and processing, understand the contamination status of *Salmonella*, so as to analyze the pollution sources and key links. **Methods** A large broiler chicken slaughter and processing enterprise in Henan province was selected as the monitoring point. A total of 1756 experimental samples were collected from the following links and places: prior to slaughter, after feather removal, after through the precooling pool, after being divided, packaging and storage, the water of precooling pool, segmentation tools, and hands of workers. The *Salmonella* and its serotype were identified. **Results** Seven hundred samples that contained *Salmonella* were detected from 1756 samples, and the detection rate was 39.9%. The detection rate of samples after feather removal was the highest (63.9%), followed by the samples after through the precooling pool (57.3%). Among the *Salmonella* detected, the number of *Salmonella enteritidis* was the largest (71.7%), followed by *Salmonella indiana* (20.8%). **Conclusion** There is *Salmonella* contamination in the

基金项目: 河南省科技计划项目(152102310127)

Fund: Supported by Science and Technology Projects of Henan Province (152102310127)

*通讯作者: 朱海华, 工程师, 主要研究方向为食品安全与检测。E-mail: haihuzhu1982@sohu.com

王法云, 研究员, 主要研究方向为食品安全。E-mail: wangfayun262@sohu.com

*Corresponding author: ZHU Hai-Hua, Engineer, Henan Business Science Research Institute Co., Ltd., No. 87, Cultural Road, Zhengzhou 450002, China. E-mail: haihuzhu1982@sohu.com

WANG Fa-Yun, Researcher, Henan Business Science Research Institute Co., Ltd., No. 87, Cultural Road, Zhengzhou 450002, China. E-mail: wangfayun262@sohu.com

breeding link of broiler chicken. Moreover, cross contamination exists in the slaughter and processing. Therefore, key control and process improvement should be carried out to the related links.

KEY WORDS: broiler chicken; processing link; *Salmonella*; contamination; monitoring

1 引言

食源性疾病的发病率居各类疾病总发病率的前列,食源性疾病频发是当今世界最为关注的公共安全问题^[1],也是目前导致人类发病和死亡的重要原因之一。2001~2010年,我国由微生物污染引发的食源性疾病占食源性疾病的56.39%^[2]。流行病学监测数据分析表明,我国每年细菌性食源性疾病的发病人数可达11501.7万人次,病死率为0.0074%,而漏报率约达99.992%^[3]。

沙门氏菌(*Salmonella*)属肠杆菌科,是一类广泛分布于自然界的人畜共患的革兰氏阴性病原菌,其在全球公共卫生学上具有极其重要的地位^[4-6]。据统计,在世界各国的各类细菌性食物中毒中,沙门氏菌引起的食物中毒位列榜首。沙门氏菌主要引起食物中毒和败血症,它通常以家禽(畜)、禽(畜)肉及其制品为传播基质,其中鸡肉是一类重要的传播基质^[7-9]。有研究表明^[10],在发达国家(如美国),有超过30%的零售鸡禽肉受到沙门氏菌的污染。2003~2007年,我国细菌性食源疾病的病原体统计结果显示,沙门氏菌引起的食物中毒事件占食物中毒事件总量的10%。2015年2月3日,在国家食品安全风险评估中心举办的开放日^[11]上,有关专家指出,按照测算结果,我国每年由沙门氏菌引发的食物中毒的发病人数达300万人次,其中近半数与生鸡肉的交叉污染有关。因此,了解肉鸡屠宰及加工各环节沙门氏菌的污染状况,并采取有针对性的控制措施,对降低食源性沙门氏菌的危害具有重要意义。

2 材料与方法

2.1 实验材料

2.1.1 试剂

BPW 缓冲蛋白胨水(buffered peptone water); SBG 磺胺增菌液(SBG enrichment broth); 选择性 XLD 琼脂(xylose lysine desoxycholate medium)(青岛海博公司); 沙门氏菌显色培养基(法国科马嘉公司); 沙门氏菌诊断血清(丹麦 SSI 公司); VITEK2 革兰氏阴性细菌鉴定卡(法国生物梅里埃公司)。

2.1.2 仪器

VITEK2 Compact 全自动微生物鉴定分析系统(法国生物梅里埃公司); DPX-9162B-2 电热恒温培养箱(上海福玛实验设备有限公司); YXQ-LS-50 立式压力蒸汽灭菌锅(上海博迅实业有限公司); PL202-L 电子分析天平(瑞士梅特勒-托利多公司); UNIVERSAL 320R 高速离心机(德国 Hettich 公司); BSC-1500IIB2-X 生物安全柜(济南鑫贝西生物技术有限公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 样品采集

于河南省某大型肉鸡屠宰加工企业按季节均匀分布采样,分别选取肉鸡活体肛拭子和整禽胴体采样两种样本采集方式。肉鸡活体带菌率调查采用肛拭法,胴体带菌调查采用拭子表面涂抹法。分别在肉鸡屠宰前、褪毛后、过预冷池后、被分割后和包装入库等环节采集样本,同时从预冷池水、分割刀具案板和工人手等处分别采集样本,获得有效检测样本1756份。不同环节采集的样品种类及数量分布见表1。

2.2.2 检验方法

肉鸡活体肛拭子:被检测样品经 SBG 选择性增菌后,接种至沙门氏菌显色培养基,挑选典型沙门氏菌菌落进行生化鉴定。

整禽胴体标本和环境标本:沙门氏菌的分离鉴定及血清分型依据 GB4789.4-2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》进行^[12]。

3 结果与分析

3.1 不同加工环节肉鸡的沙门氏菌检出率

8个生产加工环节采集的1756份监测样品中共检出沙门氏菌阳性样品700份,检出率为39.9%。其中褪毛后整禽胴体的沙门氏菌阳性检出率最高,为63.9%,其次为过预冷池后的整禽胴体,检出率为57.3%。不同环节样品的沙门氏菌阳性检出率在95%置信区间(confidence interval, CI)的结果见表2。

表1 肉鸡生产加工各环节的样品采集数量

Table 1 Numbers of monitoring samples in each link of broiler production and processing

采样环节	屠宰前	褪毛后	过预冷池后	预冷池水	分割刀具案板	被分割后	工人手	包装入库	合计(份)
采集数量	288	288	288	96	96	288	124	288	1756

表 2 肉鸡生产加工各环节的沙门氏菌阳性检出率
Table 2 The positive detection rates of *Salmonella* in each link of broiler chickens production and processing

监测环节	检测份数(份)	阳性份数(份)	检出率(%)	95%CI 上限(%)	95%CI 下限(%)
屠宰前活鸡肛拭子	288	14	4.9	7.3	2.4
褪毛后整禽胴体	288	184	63.9	69.4	58.3
预冷池后整禽胴体	288	165	57.3	63.0	51.6
预冷池水	96	21	21.9	30.1	13.6
分割刀具案板	96	22	22.9	31.3	14.5
分割后冷冻鸡肉	288	138	47.9	53.7	42.1
工人手	124	20	16.1	22.6	9.7
包装入库后鸡肉	288	136	47.2	57.4	37.0
合计	1756	700	39.9	41.9	28.7

由监测结果可见, 屠宰加工过程中, 肉鸡经过电击、放血、烫毛、褪毛、掏内脏、预冷池消毒及分割等过程后, 整禽胴体污染率由肉鸡活体的 4.9% 迅速上升至褪毛后的 63.9%, 被分割后的沙门氏菌污染率仍达 47.9%。由此可见, 褪毛和预冷池消毒两个环节可能由于工艺和操作的原因, 发生了沙门氏菌的交叉污染, 使得沙门氏菌在肉鸡屠宰加工中扩散, 致使包装入库后沙门氏菌的污染率仍保持较高水平。

3.2 沙门氏菌的血清型鉴定

1756 份样本中共分离出沙门氏菌菌株 1031 株, 对检出的菌株做血清学鉴定, 共鉴定出 16 种沙门氏菌血清型, 其分布情况见表 3。从表 3 可以看出, 在 16 种沙门氏菌中, 肠炎沙门氏菌的数量最多, 占 71.7%, 其次为印第安纳沙门氏菌, 占 20.8%。肠炎沙门氏菌是引起人类沙门氏菌病的主要血清型。

3.3 不同季节肉鸡的沙门氏菌血清型分布

在 4 个季度采集的样本中, 分别检出 2、7、7 和 11 个型别的沙门氏菌。各类样本污染沙门氏菌的血清型别不同, 这些血清型出现于屠宰环节, 并且污染沿着生产线逐步扩大, 使终产品中沙门氏菌的血清型越来越复杂。不同季节肉鸡的沙门氏菌血清型分布见表 4。

4 结论与讨论

沙门氏菌是我国细菌性食物中毒的重要致病菌之一, 因此掌握肉鸡产业链中沙门氏菌的污染规律尤为重要。本研究发现, 部分肉鸡活体在屠宰前携带有沙门氏菌, 携带沙门氏菌的肉鸡在加工环节与屠宰前未携带沙门氏菌的肉鸡和加工用具发生交叉污染, 使沙门氏菌污染扩大, 尤其是褪毛后, 整禽胴体的沙门氏菌污染率高达 63.9%。经过

预冷池消毒后, 鸡胴体的沙门氏菌污染率下降至 57.3%, 且污染持续存在于分割冷冻后的鸡肉(检出率为 47.9%)以及包装入库后鸡肉(检出率为 47.2%)中。因此, 在肉鸡的屠宰过程中, 预冷池环节是鸡胴体减菌并保持鸡肉鲜活度的重要环节。但是从数据来看, 预冷池的消毒效果并不理想,

表 3 肉鸡中沙门氏菌分离菌株的血清型分布
Table 3 The serotype distribution of *Salmonella* isolated from broiler chickens

血清型	数量(株)	构成比(%)
肠炎沙门氏菌	739	71.7
印第安纳沙门氏菌	214	20.8
西安普顿沙门氏菌	21	2.0
鼠伤寒沙门氏菌	19	1.8
科瓦利斯沙门氏菌	8	0.8
肯塔基沙门氏菌	7	0.7
汤卜逊沙门氏菌	7	0.7
沙门氏菌(4,12:z:-)	4	0.4
哈达尔沙门氏菌	2	0.2
胥伐成格隆沙门氏菌	2	0.2
婴儿沙门氏菌	2	0.2
无法分型	2	0.2
巴拿马沙门氏菌	1	0.1
病牛沙门氏菌	1	0.1
布洛克利沙门氏菌	1	0.1
加仑沙门氏菌	1	0.1
合计	1031	100.0

表4 不同季节肉鸡的沙门氏菌血清型分布
Table 4 Serotype distribution of *Salmonella* in broiler chickens of different seasons

血清型别	第1季度	第2季度	第3季度	第4季度
肠炎沙门氏菌	199	188	182	170
印第安纳沙门氏菌	30	101	31	52
西安普顿沙门氏菌	0	0	2	20
鼠伤寒沙门氏菌	0	5	14	0
科瓦利斯沙门氏菌	0	1	3	6
肯塔基沙门氏菌	0	1	4	3
汤卜逊沙门氏菌	0	0	1	5
沙门氏菌(4,12:z:-)	0	4	0	0
哈达尔沙门氏菌	0	0	2	0
胥伐成格隆沙门氏菌	0	0	0	2
婴儿沙门氏菌	0	2	1	0
无法分型	0	0	0	2
巴拿马沙门氏菌	0	0	0	1
病牛沙门氏菌	0	0	0	1
布洛克利沙门氏菌	0	0	1	0
加仑沙门氏菌	0	0	0	1
合计	229	302	241	263

在预冷池水中也检出了沙门氏菌,且检出率为21.9%。此外,分割刀具案板(22.9%)和分割车间工人的手部(16.1%)均检出了沙门氏菌,这些环节中沙门氏菌的检出均增加了肉鸡在屠宰加工过程中的交叉污染,并且随后的-28℃速冻并不能有效降低肉鸡中沙门氏菌的检出率,因此包装入库后的肉鸡沙门氏菌污染保持了较高水平。因此,在肉鸡屠宰加工环节,应改进褪毛工艺或对褪毛机及时清理消毒、加强对预冷池水中有效氯浓度的监测、及时对分割刀具案板进行清理消毒,并对负责分割操作的工作人员的对手部进行定时消毒,这些均为控制沙门氏菌污染的关键环节。

对检出的沙门氏菌菌株进行血清型分析发现,在屠宰加工环节中最常见的血清型是肠炎沙门氏菌,与相关报道一致^[13]。肠炎沙门氏菌是引起人类沙门氏菌病的主要血清型,对肉鸡沙门氏菌污染进行有效控制,才能降低肠炎沙门氏菌对人类健康的危害。

沙门氏菌10℃以上就可以在鸡肉上繁殖,因此,如果运输及储存环节中冷链控制不严格,沙门氏菌的数量就会增长,大大增加人群的患病风险。一般来说,人体摄入沙门氏菌的数量达到 $10^4\sim 10^5$ 个/g时才会引起食物中毒,因此,控制运输、销售、食用加工过程及食用前的储存温度在安全温度内,使食物中少量的沙门氏菌不能繁殖,则

发生食物中毒的危险性较小。因此注意厨房卫生操作能降低人群的患病风险,同时加强宣传教育,使工厂及餐厅等地保证基于HACCP的良好生产规范和操作能进一步降低风险。

参考文献

- [1] 朱海华,王永,王法云,等.免疫磁珠富集鼠伤寒沙门氏菌条件的研究[J].食品科技,2015,40(8):314-317.
Zhu HH, Wang Y, Wang FY, et al. Study on immunomagnetic enrichment of *Salmonella typhimurium* conditions [J]. Food Sci Technol, 2015, 40(8): 314-317.
- [2] 徐君飞,张居作.2001-2010年中国食源性疾病暴发情况分析[J].中国农学通报,2012,28(27):313-316.
Xu JF, Zhang JZ. Analysis of the outbreak of food borne disease in China during 2001-2010 [J]. Chin Agric Sci Bull, 2012, 28(27): 313-316.
- [3] 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. Study on the epidemiological characteristics and disease burden of bacterial foodborne diseases in China from 2003 to 2008 [D]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2010.
- [4] 张燕,朱超.我国沙门氏菌病和菌型分布概况[J].现代预防医学,2002,29(3):400-401.
Zhang Y, Zhu C. A survey of the distribution of *Salmonella* and bacteria type in our country [J]. Mod Prev Med, 2002, 29(3): 400-401.

- [5] 王磊, 闫磊, 曾庆祝. 沙门氏菌的检测技术与方法[J]. 现代食品科技, 2007, 23(5): 82-85.
Wang C, Yan L, Zeng QZ. The detection techniques and methods of *Salmonella* [J]. Mod Food Sci Technol, 2007, 23(5): 82-85.
- [6] 李雅静, 吴绍强. 免疫磁性分离技术在食源性疾病检测中的应用[J]. 食品工业科技, 2008, 29(12): 248-251.
Li YJ, Wu SQ. Application of immuno magnetic separation technology in the detection of food borne diseases [J]. Food Ind Sci Technol, 2008, 29(12): 248-251.
- [7] Carraminana JJ, Yanguela J, Blanco D, et al. *Salmonella* incidence and distribution of serotypes throughout processing in a Spanish poultry slaughterhouse [J]. J Food Protect, 1997, 60(60): 1312-1317.
- [8] Lammerding AM, Garciam M, Mann ED, et al. Prevalence of *Salmonella* and thermophilic *Campylobacter* in fresh pork, beef, vealand poultry in Canada [J]. J Food Protect, 1988, 51(1): 47-52.
- [9] Arvanitidou M, Tsakris A, Sofianou D, et al. Antimicrobial resistance and R-factor transfer of *Salmonella* isolated from chicken carcasses in Greek hospitals [J]. Int J Food Microbiol, 1998, 40(3): 197-201.
- [10] Shackelford AD. Modifications of processing methods to control *Salmonella* in poultry [J]. Poultry Sci, 1988, 67(6): 933-935.
- [11] 国家食品安全风险评估中心开放日活动公告[EB/OL].
<http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=68EC18C179B76FEA6F9A61F166F95C9B1F4EEF4AC5E19156>. 2015-01-22.
The open day event announcement of China National Center for Food Safety Risk Assessment.
<http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=68EC18C179B76FEA6F9A61F166F95C9B1F4EEF4AC5E19156>. 2015-01-22.
- [12] 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].
GB 4789.4-2010 National food safety standard Food microbiological examination: *Salmonella* [S].
- [13] 杨保伟, 张秀丽, 曲东, 等. 2007-2008 陕西部分零售畜禽肉沙门氏菌血清型和基因型[J]. 微生物学报, 2010, 50(5): 654-660.
Yang BW, Zhang XL, Qu D, et al. Serotypic and genotypic characterization of *Salmonella* serovars from retails meat in Shaanxi Province(2007-2008) [J]. Acta Microbiol Sin, 2010, 50(5): 654-660.

(责任编辑: 刘丹)

作者简介



朱海华, 工程师, 主要研究方向为食品安全与检测研究。

E-mail: haihuzhu1982@sohu.com



王法云, 研究员, 主要研究方向为食品安全研究。

E-mail: wangfayun262@sohu.com