

## 研究报告

## 预制小酥肉生产加工过程中沙门菌污染状况及溯源分析

程慧敏<sup>1,2</sup>, 赵格<sup>1,3</sup>, 白莉<sup>4</sup>, 张铭洋<sup>1</sup>, 赵建梅<sup>1</sup>, 张青青<sup>1</sup>, 张喜悦<sup>1</sup>, 徐莹<sup>2</sup>, 黄秀梅<sup>1</sup>, 王琳<sup>1</sup>, 刘俊辉<sup>1</sup>, 王君玮<sup>1</sup>  
(1. 中国动物卫生与流行病学中心致病微生物监测室, 农业农村部畜禽产品质量安全风险评估实验室 (青岛), 山东 青岛 266032; 2. 中国海洋大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266000;  
3. 农业农村部动物生物安全风险预警及防控重点实验室(南方) 山东 青岛 266032;  
4. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100021)

**摘要:**目的 对某大型食品加工厂预制小酥肉生产加工环节沙门菌的污染状况进行分析, 从而提出针对性的防控措施, 进而提高产品质量, 保障食品安全。方法 采集预制小酥肉生产加工过程肉样品 103 份, 加工前环境样品 165 份, 对样品中沙门菌进行定性和定量分析, 并对分离的沙门菌进行血清分型与多位点序列分型 (MLST) 和脉冲场凝胶电泳 (PFGE)。结果 肉样中沙门菌的分离率为 47.6% (49/103), 环境样品中沙门菌的分离率为 1.2% (2/165)。51 株沙门菌共分为 9 种血清型和 9 个 ST 型, 其中, 肠炎沙门菌 ST11 是预制小酥肉生产加工环节的优势型, 并在环境中也有检出。22 株肠炎沙门菌分为 7 个 PFGE 带型, 相似度在 92.9% 以上。结论 肉样中沙门菌总体污染率较高, 控制原料肉中沙门菌的污染是提高产品质量的关键, 产品经油炸后沙门菌污染量得到有效控制。同时要严格划分禽类与畜类产品加工仓储区域, 防止食品与食品中微生物的交叉污染。

**关键词:** 预制小酥肉; 加工过程; 沙门菌; 污染; 溯源分析; 分子分型

中图分类号: R155 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2024)03-0246-07

DOI: 10.13590/j.cjfh.2024.03.002

### *Salmonella* contamination and traceability analysis of the production and processing of prefabricated crispy pork

CHENG Huimin<sup>1,2</sup>, ZHAO Ge<sup>1,3</sup>, BAI Li<sup>4</sup>, ZHANG Mingyang<sup>1</sup>, ZHAO Jianmei<sup>1</sup>, ZHANG Qingqing<sup>1</sup>,  
ZHANG Xiyue<sup>1</sup>, XU Ying<sup>2</sup>, HUANG Xiumei<sup>1</sup>, WANG Lin<sup>1</sup>, LIU Junhui<sup>1</sup>, WANG Junwei<sup>1</sup>

(1. Laboratory of Pathogenic Microorganisms Inspection, Livestock and Poultry Products Quality & Safety Risk Assessment Laboratory (Qingdao) of MARA, China Animal Health and Epidemiology Center, Shandong Qingdao 266032, China; 2. College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Shandong Qingdao 266000, China; 3. Key Laboratory of Animal Biosafety Risk Prevention and Control (South), Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shandong Qingdao 266032, China; 4. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100021, China)

**Abstract: Objective** To propose targeted prevention and control measures, improve product quality, and ensure food safety, *Salmonella* contamination in the production and processing of prefabricated crispy pork in a large food processing factory was analyzed. **Methods** A total of 103 meat samples were collected during the production and processing of prefabricated crispy pork, and 165 environmental samples were collected before processing. Qualitative and quantitative analyses of *Salmonella* were performed. Finally, serological typing, multilocus sequence typing (MLST), and pulsed field gel electrophoresis (PFGE) typing of the isolated *Salmonella* strains were evaluated. **Results** The isolation rate of *Salmonella* from meat samples was 47.6% (49/103). The isolation rate of *Salmonella* from environmental samples was 1.2% (2/165). Fifty-one *Salmonella* strains were divided into 9 serotypes and 9 STs. Among them, *Salmonella enteritidis*

收稿日期: 2022-11-16

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2018YFD0500505)

作者简介: 程慧敏 女 硕士研究生 研究方向为食品加工与安全 E-mail: chenghmxxn@163.com

通信作者: 赵格 女 副研究员 研究方向为动物源性病原微生物检测和风险评估研究 E-mail: cathyge2015@126.com

王君玮 男 研究员 研究方向为动物源食源菌风险监测、评估与预警技术研究 E-mail: yffs2000@sina.com

赵格和王君玮为共同通信作者

ST11 was dominant in the production and processing of prefabricated crispy pork, and was detected in the environment. Twenty-two strains of *Salmonella* enteritidis were divided into 7 PFGE bands, with a similarity of over 92.9%.

**Conclusion** A high overall contamination rate of *Salmonella* was found in meat samples. Therefore, controlling *Salmonella* contamination of raw meat is key to improving product quality. The amount of *Salmonella* contamination in fried products can be effectively controlled. Furthermore, strict separation of processing and storage areas for poultry and stored products is necessary to prevent cross-contamination of microorganisms in food.

**Key words:** Prefabricated crispy pork; processing process; *Salmonella*; contamination; traceability analysis; molecular typing

预制小酥肉是一种由冷冻猪肉经切条、调味、油炸、速冻制成的非即食食品,经过简单复炸即可食用,在我国广受青年人和儿童的喜爱。预制小酥肉的原料及加工过程容易受到微生物的污染,如果烹饪方式不当,不能彻底杀灭其中的病原,消费者存在被感染致病风险,美国、加拿大等国均多次报道过此类非即食肉制品的公共卫生事件<sup>[1]</sup>。沙门菌是一种常见的人畜共患病食源性致病菌,全球每年约有 1.15 亿人的人感染沙门菌,也是猪肉中最常见的致病菌之一<sup>[2]</sup>。我国猪肉中沙门菌的检出率较高,部分地区检出率高达 73.1%<sup>[3]</sup>,被沙门菌污染的猪肉制成的猪肉制品,最终可能会威胁消费者的健康<sup>[4]</sup>。

本研究选取某代表性大型食品加工厂,对预制小酥肉生产过程中的沙门菌进行监测,结合定性定量数据与沙门菌分型结果对该加工厂的微生物污染状况进行分析,针对实际生产过程中的卫生控制提出合理的建议,进而提高产品质量并保障食品安全。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集

2021 年 11 月至 2022 年 1 月采集某大型食品加工厂预制小酥肉加工车间的样品共计 268 份,其中加工过程肉样 103 份,加工前环境样品 165 份。预制小酥肉加工车间共分为:原料处理区域、加工区域和成品区域,其主要工艺流程包括:首先在原料处理区域对原料肉进行解冻切条,加工前使用储水桶中的冲淋水清洗所有工作地面和台面后,将原料肉置于工作台上切块解冻后,放入切条机进行切条处理;然后在加工区域猪肉条被放入腌制桶内,加入腌制辅料,并腌制 6~12 h;腌制后的猪肉条裹粉后进行油炸,并立即进入自动化设备进行速冻与包装,最后在成品区域完成分拣包装。在 3 个区域分别采集切条后的猪肉条、腌制调味后的猪肉条和预制小酥肉成品作为肉样样品,共采集 3 次,每份样品采集 50 g,采集后立刻放入无菌样品袋中密封

保存。环境样品为刀具、地面、搅拌机、速冻机、塑封机、工人手及围裙的涂抹样和储水桶中冲淋水样,同时对加工区域空气采集培养,共采集 3 次,涂抹样用商品化 PBS 缓冲液采样棒涂抹样品表面,约 100 cm<sup>2</sup>;使用无菌 EP 管间隔提取加工车间内储水桶中冲淋水样;使用沉降法进行空气细菌培养。所有样品采集后及时冷藏运输至实验室进行检测。

### 1.2 样品中沙门菌检测

#### 1.2.1 肉样中沙门菌的定性定量检测

采用三管三稀释最大似然数(Most probable number, MPN)法对肉样中的沙门菌进行定量<sup>[5]</sup>,首先称取 25 g 肉样加入装有 225 mL 缓冲蛋白胨水的无菌均质袋中,并用均质器以 9 r/s 的速度拍打 2 min 得到样品处理液,按 10 倍梯度稀释依次稀释成 100 倍与 1 000 倍,每个稀释梯度做三组平行,将样品处理液与稀释液置于 37 °C 恒温培养 24 h,次日从中吸取 1 mL 培养液加入 9 mL TTB 中,42 °C 恒温培养 24 h,随后用 10 μL 无菌接种环蘸取培养液接种于 XLT4 培养基,37 °C 恒温培养 24 h,使用 MALDI-TOF-MS 对培养基中沙门菌可疑菌落进行鉴定,根据每个肉样不同稀释度沙门菌的阳性管数可得到每个肉样的 MPN 值。

#### 1.2.2 环境样品中沙门菌的定性检测

①冲淋水中沙门菌检测:装有冲淋水样的 EP 管充分涡旋震荡后,参照 GB 4789.4—2016 对沙门菌进行初步分离;②涂抹样中沙门菌检测:拭子充分涡旋震荡后,参照 GB 4789.4—2016 对沙门菌进行初步分离,并通过 MALDI-TOF MS 进行沙门菌的鉴定;③空气中沙门菌的检测:参考 GB/T 18204.3—2013 中的自然沉降法,使用显色培养基分别在原料处理区域、加工区域和成品区域环境中静置 30 min 以上,进行初步鉴定。

### 1.3 沙门菌分离株的分子分型研究

使用煮沸裂解法提取沙门菌分离株的 DNA 模板,参照赵建梅等<sup>[6]</sup>建立的沙门菌血清分型方法对沙门菌分离株进行血清型的鉴定,同时对沙门菌分离株进行多位点序列分型(Multilocus sequence typing,

MLST),选择沙门菌的7个管家基因<sup>[7]</sup>(*aroC*、*dnaN*、*hemD*、*hisD*、*purE*、*sucA*和*thrA*),对分离株依次进行扩增、测序、比对、分析获得每个菌株的ST型。在血清分型基础上挑选部分沙门菌分离株进行脉冲场凝胶电泳(Pulsed field gel electrophoresis, PFGE)。利用BioNumerics 7.6软件对MLST和PFGE分型结果进行分析。

#### 1.4 仓储鸡肉沙门菌的分离、鉴定与分子分型研究

参考1.1采集加工厂鸡肉样品30份,按照1.2对鸡肉中沙门菌进行分离鉴定,根据1.3对禽源性沙门菌分离株进行血清分型、MLST分型与PFGE分型。

#### 1.5 统计学分析

使用Excel和SPSS 26.0软件对微生物的检出率进行统计分析,采用 $\chi^2$ 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义,所有沙门菌等位基因序号在BioNumerics 7.6软件进行分析。

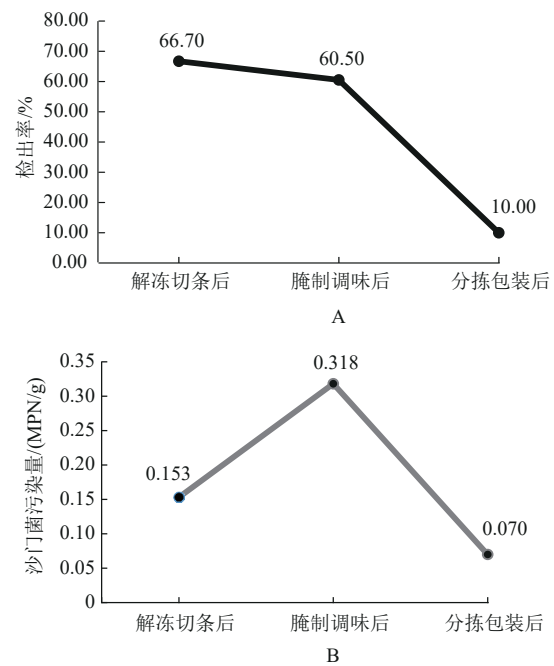
## 2 结果

### 2.1 预制小酥肉生产加工过程沙门菌的污染状况

#### 2.1.1 生产加工过程肉样中沙门菌的污染状况

本研究共采集加工过程肉样103份,共检出49株沙门菌,检出率为47.6%。3次采集的肉样中沙门菌检出结果见表1,由于原料肉批次不同,前两次采集的肉样中每个环节沙门菌的检出率显著高于第3次肉样( $P<0.05$ ),但每次采样中每个环节沙门菌的检出率变化趋势相同,当解冻切条环节沙门菌污染量低时,后续生产环节沙门菌的污染量也随

之降低。各环节沙门菌的总体阳性检出率如图1A所示,其中,解冻切条环节,沙门菌检出率为66.7%(20/30);腌制调味环节,沙门菌检出率为60.5%(26/43);分拣包装环节,沙门菌检出率为10.0%(3/30),沙门菌检出率变化趋势与单次采样结果保持一致。从加工环节看,分拣包装环节沙门菌检出率显著区别于解冻切条与腌制调味环节( $P<0.05$ )。对沙门菌的定量结果如图1B所示,沙门菌的污染量呈现先升高后减少的趋势,与单次采样结果保持一致。



注:A为各环节沙门菌的总体阳性检出率;B为沙门菌定量结果

图1 肉样中沙门菌的检出率及污染情况

Figure 1 Detection rate and pollution of *Salmonella* in meat samples

表1 肉样中沙门菌检出结果

Table 1 *Salmonella* detection results in meat sample

样品类型	第一次采样		第二次采样		第三次采样	
	分离率/%	载量/(MPN/g)	分离率/%	载量/(MPN/g)	分离率/%	载量/(MPN/g)
解冻切条后	90.0(9/10)	0.232	80.0(8/10)	0.191	30.0(3/10)	0.037
腌制调味后	80.0(12/15)	0.554	73.3(11/15)	0.288	23.1(3/13)	0.058
分拣包装后	20.0(2/10)	0.110	10.0(1/10)	0.089	0.0(0/10)	0.015

#### 2.1.2 生产加工前环境样中微生物污染状况

在加工车间开始生产加工前,整个车间工作台面由冲淋水清洗后开始工作,在正式生产加工工作运作之前,针对预制小酥肉生产过程中食品可能接触的器具表面等环境样品进行采集,共采集165份环境样品,检测结果如表2所示。刀具、地面、空气、搅拌机、速冻机、塑封机、工人手及围裙均没有沙门菌的检出,仅在冲淋水(5.0%,1/20)和切条机表面(6.7%,1/15)各分离到1株,沙门菌的总检出率为1.2%(2/165)。总体上看,加工车间的环境卫生控制较好。

#### 2.1.3 沙门菌血清分型结果

从肉样及环境样中分离出的51株沙门菌经鉴定共有9种血清型,分布于B、C、E群,如图2所示,总体以肠炎沙门菌为主,占分离株的43.1%(22/51),其次是鼠伤寒沙门菌占分离株的23.5%(12/51),康科德沙门菌5株,里森沙门菌4株,德尔卑沙门菌3株,加利福尼亚沙门菌2株,阿贡纳沙门菌、阿姆斯特沙门菌和黄金海岸沙门菌各1株。各环节沙门菌血清型的分布情况详见表3,其中,肠炎沙门菌存在于所有生产环节的肉样中,同时在环境中检测出两株肠炎沙门菌。调味腌制环节沙门

表2 环境样中大肠杆菌和沙门菌的检出率

Table 2 Detection rate of *Escherichia coli* and *Salmonella* in environmental samples

样品类别	样品名称	大肠杆菌检出率/%	沙门菌检出率/%
环境样	冲淋水	0(0/20)	5.0(1/20)
	刀具	0(0/15)	0(0/15)
	切条机	0(0/15)	6.7(1/15)
	工人手	0(0/15)	0(0/15)
	工人围裙	0(0/15)	0(0/15)
	搅拌机	0(0/15)	0(0/15)
	速冻机	0(0/15)	0(0/15)
	塑封机	0(0/20)	0(0/20)
	地面	0(0/15)	0(0/15)
	空气	10.0(2/20)	0(0/20)
	总计	1.2(2/165)	1.2(2/165)

菌的血清型种类最为丰富,推测可能是环境或腌制辅料中携带的沙门菌造成的污染。

2.1.4 沙门菌 MLST 分型结果

将 51 株沙门菌测序结果在 PubMLST 网站 (<http://www.mlst.net>) 进行比对,得到每株沙门菌的 ST 型。如表 4 所示,ST11 对应肠炎沙门菌,ST40 对应德尔卑和加利福尼亚两种血清型。在整个生产加工过程中,共分为 9 个 ST 型,其中以 ST11 为优势

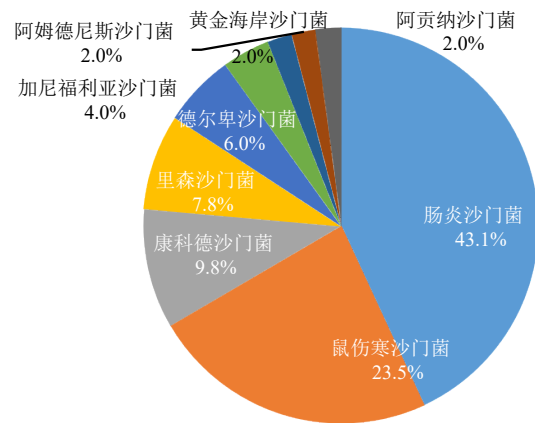


图2 不同血清型占比图

Figure 2 Proportion of different serotypes

基因型,占比 43.1%(22/51),其次为 ST34,占比 17.6%(9/51),ST40 占比 9.8%(5/51),ST155 占比 9.8%(5/51),ST469 占比 7.8%(4/51),ST19 占比 5.9%(3/51),ST13、ST358 和 ST2993 各检测出 1 株(2.0%)。将 51 株沙门菌的 7 个等位基因序列号导入 BioNumerics 7.6 软件进行分析,最小生成树如图 3 所示,分型结果整体上呈现“大聚集,小分散”的特点。

表3 不同来源沙门菌血清型鉴定结果

Table 3 Serotype identification results of *Salmonella* from different sources

来源	解冻切条后检出率/%	腌制调味后检出率/%	分拣包装后检出率/%	冲淋水检出率/%	切条机检出率/%
肠炎沙门菌	29.4(15/51)	2.0(1/51)	5.9(3/51)	2.0(1/51)	2.0(1/51)
鼠伤寒沙门菌	3.9(2/51)	19.6(10/51)	0	0	0
康科德沙门菌	0	9.8(5/51)	0	0	0
里森沙门菌	0	7.8(4/51)	0	0	0
德尔卑沙门菌	3.9(2/51)	2.0(1/51)	0	0	0
加利福尼亚沙门菌	0	3.9(2/51)	0	0	0
阿贡纳沙门菌	2.0(1/51)	0	0	0	0
阿姆德尼斯沙门菌	0	2.0(1/51)	0	0	0
黄金海岸沙门菌	0	2.0(1/51)	0	0	0

表4 沙门菌 ST 型与血清型对应表

Table 4 Corresponding table of ST and serotype of *Salmonella*

	aroC	dnaN	hemD	hisD	purE	sucA	thrA	ST
肠炎沙门菌	5	2	3	7	6	6	11	11
鼠伤寒沙门菌	10	7	12	9	5	9	2	19
单相变异型鼠伤寒沙门菌	10	19	12	9	5	9	2	34
康科德沙门菌	10	60	58	66	6	65	16	155
里森沙门菌	92	107	79	156	64	151	87	469
德尔卑沙门菌	19	20	3	20	5	22	22	40
加利福尼亚沙门菌	19	20	3	20	5	22	22	40
阿贡纳沙门菌	3	3	7	4	3	3	7	13
阿姆德尼斯沙门菌	618	557	491	757	611	578	631	2993

2.1.5 沙门菌 PFGE 分型结果

根据血清分型结果,对加工环节优势型肠炎沙门菌进行 PFGE 分型,如图 4 所示,22 株肠炎沙门菌共分为 7 个带型,分别命名为 PFGE01~07。01 型含 14 株菌,包括解冻切条与分拣包装后样品;03 型含 3 株菌,包括解冻切条与腌制调味后样品;02 型、04~07 型各 1 株菌。即使划分为多个带型,但菌株

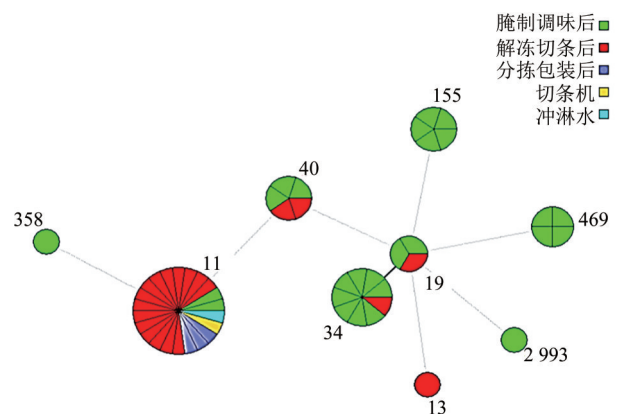


图3 51株沙门菌的ST分型的最小生成树图

Figure 3 Minimum spanning tree of ST typing of 51 *Salmonella* strains

间的相似度高达 92.9%。

2.2 仓储鸡肉沙门菌的污染状况

由于该加工厂的鸡肉与猪肉仓储没有严格分开,原料猪肉可能在仓储期间受到禽源性沙门菌的

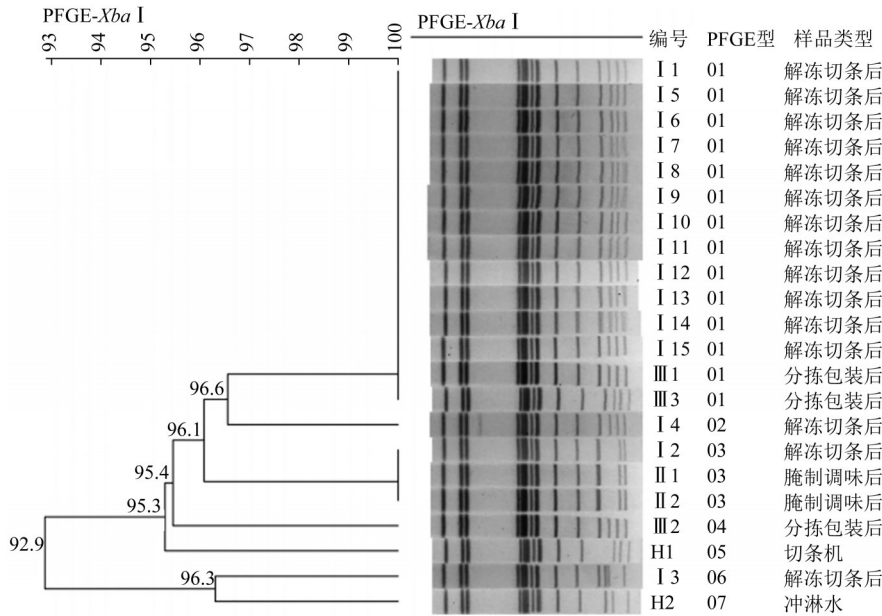


图4 22株肠炎沙门菌PFGE分型结果图

Figure 4 PFGE typing results of 22 strains of *Salmonella enteritidis*

污染,并在加工开始后,沿生产链向下传播。为进一步验证这种可能,采集30份仓储鸡肉样品,进行沙门菌的检测,共检测到16个沙门菌阳性样品。对这16株沙门菌进行血清分型,肠炎沙门菌占比93.8%(15/16)。随机挑取3株肠炎沙门菌进行MLST和PFGE分型,这3株肠炎沙门菌为ST11,PFGE带型为01型(图5),与解冻切条与分拣包装后的猪肉及其制品中分离得到的沙门菌相似度为100%。

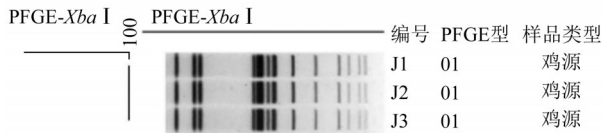


图5 3株禽源性肠炎沙门菌PFGE分型结果图

Figure 5 PFGE typing results of 3 strains of avian origin

*Salmonella enteritidis*

### 3 讨论

随着生活品质的提高,人们对食品的质量要求也越来越高。如今,食品的生产者也逐渐将食品的卫生控制从产品的终端向上游的加工环节与原料供应环节进行转移,对食品加工过程进行监控,不仅可以提高产品的最终质量,还可以塑造良好的企业形象,提升整个企业的市场竞争力。本文针对某大型食品加工厂预制小酥肉生产加工过程中的沙门菌污染卫生状况进行研究,通过对解冻切条、腌制调味、分拣包装3个主要生产环节的肉样和加工前环境样中的沙门菌进行定性定量分析,结合沙门菌血清分型、MLST分型及PFGE结果,对预制小酥

肉生产加工的卫生控制提出科学合理的建议。

沙门菌的定性定量监测结果显示,在生产初期解冻切条环节,沙门菌的阳性检出率均在60%以上,污染较为严重。一方面,原料肉本身携带较多的沙门菌,造成肉品与肉品之间直接的交叉污染。另一方面,在经过切条机加工时,猪肉表面的沙门菌会污染切条机造成后续的交叉污染。腌制调味环节中,沙门菌的检出率较上一环节虽然没有显著性变化,但是沙门菌的污染量明显达到峰值。经调研发现,猪肉条在车间的腌制时长为6h以上,这为来自上一个加工环节或环境中的沙门菌的生长繁殖创造了良好的时间条件,经过高温油炸后,产品中的沙门菌得到了有效的控制。因此,为了产品质量的提高,企业在加工初期就应该严格控制原料肉中沙门菌的污染,对此建议对原料肉进行严格的符合食品生产用水卫生条件的流动水冲洗,再进行后续的加工操作<sup>[8]</sup>。

沙门菌已经成为引发食源性细菌感染的首要原因,根据沙门菌携带不同类型的抗原,将其划分成不同的血清型,至今已发现2600多种血清型<sup>[9]</sup>。本研究中,预制小酥肉生产加工环节分离出的最主要的血清型为肠炎沙门菌,其次为鼠伤寒沙门菌,我国已有学者对猪肉中优势型沙门菌做了荟萃分析,统计发现我国猪肉中流行的主要的沙门菌血清型为鼠伤寒沙门菌与德尔卑沙门菌<sup>[10]</sup>,而肠炎沙门菌是生禽产品中最常见的血清型<sup>[11]</sup>,这与本研究的结果不同。结合3次采样检测数据,原料肉沙门菌检出率降低,后续生产加工环节猪肉及其制品的检出率也降低。因此可以推测,加工过程中猪肉及其

制品中沙门菌的污染主要与原料肉的污染有关。

单纯依靠血清分型已无法体现出菌株间的进化关系,MLST是以DNA测序技术为基础,首个实现将基因分型与血清分型相对应的分型方法<sup>[12]</sup>,通过对沙门菌的分离株进行MLST分型,51株沙门菌共分为9种ST型。相关研究表明,沙门菌的血清型与ST型之间存在较为密切的关系,如CAI等<sup>[13]</sup>的研究发现ST19与ST34对应鼠伤寒沙门菌,ST40与德尔卑沙门菌相对应,这与本研究的结果一致。ST型与沙门菌的致病性也有关,ST34对应的沙门菌是一种单相变异型鼠伤寒沙门菌,在过去20年中,单相变异型鼠伤寒沙门菌已成为导致不同地区人和动物患病的最常见的沙门菌之一,并在全球引发了比较严重的公共卫生问题<sup>[14]</sup>。据文献报道,猪肉中最常见的ST型有ST34、ST40、ST19、ST155和ST469,在本研究中均有检出<sup>[15]</sup>。从已有的研究中得知ST11主要流行于禽肉中<sup>[16]</sup>,而本研究中ST11为主要的优势型,其次为ST34和ST40,同时ST11存在于所有加工环节的肉样中,这与血清分型结果保持一致。此外,腌制调味环节沙门菌的ST型种类十分丰富,可能来源于环境或腌制辅料中携带的沙门菌,与血清分型结果保持一致。MLST分型因选取的管家基因其数量有限在溯源研究中也存在一定的局限性。PFGE分型技术由于其特异性高、重复性好,被称作用于细菌分子分型研究时的“金标准”。本研究对加工环节优势型肠炎沙门菌进行PFGE分型,共分为7个带型。与MLST分型相比,PFGE分型技术在同种血清型内的分辨率更高。根据加工环节分离出的22株肠炎沙门菌的PFGE分型结果,菌株间相似度大于90%,显示出较高的同源性<sup>[17]</sup>。经调研发现,该车间同时也生产加工鸡肉制品,鸡肉与猪肉在仓储期间可能会发生交叉污染,而验证实验结果也说明这个加工厂的车间猪肉制品生产链已被禽源性沙门菌污染,并且主要是原料肉受到的污染。因此建议企业在定期做好对整个生产车间消杀工作的同时,要着重对原料肉的质量进行控制,不仅要严格把控原料肉的来源,还要做到畜类和禽类食品的加工储藏进行分离。

本研究对某大型食品加工厂预制小酥肉生产过程中的微生物污染状况进行分析,根据沙门菌的定性及定量检测结果,并结合沙门菌分型数据,发现对原料肉的卫生进行控制,特别是解冻切条环节避免交叉污染尤为重要,而高温油炸使得微生物的污染得到有效的控制。在实际生产中,应及时做好加工过程中微生物的监测及风险评估,在严格控制原料肉卫生质量的同时,也要注重腌制辅料的微生

物污染,并严格划分禽类与畜类产品加工仓储区域,防止食品与食品中微生物的交叉污染。

## 参考文献

- [1] Centers for Disease Control and Prevention. Salmonella outbreak linked to frozen chicken products[Z/OL]. (2021-08-12) [2023-09-18]. <https://www.consumeraffairs.com/news/salmonella-outbreak-linked-to-frozen-chicken-products-081221.html>
- [2] 牛春晖, 韩小丽, 剡根强, 等. 石河子地区生鲜肉蛋奶大肠杆菌污染情况调查[J]. 甘肃畜牧兽医, 2018, 48(10): 78-81. NIU C H, HAN X L, SHAN G Q, et al. Investigation on *Escherichia coli* contamination of fresh meat, eggs and milk in Shihezi area[J]. Gansu Animal and Veterinary Sciences, 2018, 48(10): 78-81.
- [3] ZHANG L N, FU Y, XIONG Z Y, et al. Highly prevalent multidrug-resistant *Salmonella* from chicken and pork meat at retail markets in Guangdong, China [J]. Frontiers in Microbiology, 2018, 9: 2104.
- [4] BONARDI S. *Salmonella* in the pork production chain and its impact on human health in the European Union [J]. Epidemiology and Infection, 2017, 145(8): 1513-1526.
- [5] ZHOU Z, JIN X, ZHENG H, et al. The prevalence and load of *Salmonella*, and key risk points of *Salmonella* contamination in a swine slaughterhouse in Jiangsu province, China [J]. Food Control, 2018, 87: 153-160.
- [6] 赵建梅, 李月华, 宋传周, 等. PCR鉴定沙门氏菌血清分型方法的建立与应用[J]. 中国动物检疫, 2018, 35(1): 73-77. ZHAO J M, LI Y H, SONG C Z, et al. Establishment and application of PCR assay for serotype identification of *Salmonella* [J]. China Animal Health Inspection, 2018, 35(1): 73-77.
- [7] 朴玉粉, 周玉洁, 林金兰, 等. 流动水清洗方法应用于氧气雾化面罩除菌的效果[J]. 中华现代护理杂志, 2009, 15(30): 3175-3177. PIAO Y F, ZHOU Y J, LIN J L, et al. The effect of removal of the bacteria on the atomized oxygen masks with flowing water [J]. Chinese Journal of Modern Nursing, 2009, 15(30): 3175-3177.
- [8] 郑旭, 曾露, 柏先泽, 等. 不同解冻处理对猪肉理化特性及微生物数量的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(4): 14-19. ZHENG X, ZENG L, BAI X Z, et al. Effects of different thawing methods on pork physicochemical properties and microbial counts [J]. Meat Research, 2018, 32(4): 14-19.
- [9] MEZAL E H, SABOL A, KHAN M A, et al. Isolation and molecular characterization of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis from poultry house and clinical samples during 2010 [J]. Food Microbiology, 2014, 38: 67-74.
- [10] SHEN W W, CHEN H, GENG J W, et al. Prevalence, serovar distribution, and antibiotic resistance of *Salmonella* spp isolated from pork in China: A systematic review and meta-analysis [J]. International Journal of Food Microbiology, 2022, 361: 109473.
- [11] SUN T M, LIU Y T, QIN X J, et al. The prevalence and epidemiology of *Salmonella* in retail raw poultry meat in China: A systematic review and meta-analysis [J]. Foods, 2021, 10(11): 2757.
- [12] 张文成, 朱丽萍, 颜世敢. 沙门菌基因分型研究进展[J]. 畜

牧与兽医, 2019, 51(8): 142-145.  
ZHANG W C, ZHU L P, YAN S G. Advances in research on *Salmonella* genotyping [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2019, 51(8): 142-145.

[13] CAI Y, TAO J, JIAO Y, et al. Phenotypic characteristics and genotypic correlation between *Salmonella* isolates from a slaughterhouse and retail markets in Yangzhou, China [J]. International Journal of Food Microbiology, 2016, 222: 56-64.

[14] SUN H H, WAN Y P, DU P C, et al. The epidemiology of monophasic *Salmonella* typhimurium [J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2020, 17(2): 87-97.

[15] 陈婷婷. 猪、鸡肉品加工及零售环节中沙门菌的污染情况及分子流行病学研究[D]. 重庆: 西南大学, 2020.  
CHEN T T. Study on *Salmonella* contamination and molecular epidemiology in processing and retail of pig and chicken products [D]. Chongqing: Southwest University, 2020.

[16] 郭树源. 山东省不同动物源沙门菌生物学特性的比较与分析 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.  
GUO S Y. Comparison and analysis of biological characteristics of *Salmonella* from different animals in Shandong Province [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2016.

[17] 阎彦霏, 苏秀敏, 杨秋萍, 等. 广东、广西、福建省和上海市零售鸡肉源沙门氏菌的血清型和基因型[J]. 中国食品学报, 2022, 22(6): 276-288.  
YAN Y F, SU X M, YANG Q P, et al. Serotypes and genotypes of *Salmonella* in retail raw chicken in Guangdong, Guangxi, Fujian province and Shanghai [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022, 22(6): 276-288.

## 《中国食品卫生杂志》顾问及第五届编委会名单

顾问: 陈君石、黄璐琦、江桂斌、李林、沈建忠、吴清平、Jianghong Meng(美国)、Patrick Wall(爱尔兰)、Samuel Godefroy(加拿大)、Gerald Moy(美国)、Paul Brent(澳大利亚)、Marta Hugas(比利时)、Yukikko Yamada(日本)、Tom Heilandt(德国)、Andreas Hensel(德国)、Christopher Elliott(英国)、Christine Nelleman(丹麦)

主任委员: 卢江

副主任委员: 王竹天、李宁、孙长颢、王涛、谢剑炜、应浩、丁钢强、张峰、张永慧

主编: 吴永宁

编委(按姓氏笔画排序)

- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| 丁钢强(中国疾病预防控制中心营养与健康所)  | 应浩(中国科学院上海营养与健康所)     |
| 于洲(国家食品安全风险评估中心)       | 张丁(河南省疾病预防控制中心)       |
| 于维森(青岛市疾病预防控制中心)       | 张峰(中国检验检疫科学研究院)       |
| 马宁(国家食品安全风险评估中心)       | 张卫兵(南通市疾病预防控制中心)      |
| 马会来(中国疾病预防控制中心)        | 张立实(四川大学华西公共卫生学院)     |
| 马群飞(福建省疾病预防控制中心)       | 张永慧(广东省疾病预防控制中心)      |
| 王君(国家食品安全风险评估中心)       | 张旭东(国家卫生健康委员会医院管理研究所) |
| 王茵(浙江省医学科学院)           | 张剑峰(黑龙江省疾病预防控制中心)     |
| 王涛(浙江清华长三角研究院)         | 张朝晖(中国海关科学技术研究中心)     |
| 王硕(南开大学医学院)            | 张惠媛(中国海关科学技术研究中心)     |
| 王慧(上海交通大学公共卫生学院)       | 张遵真(四川大学华西公共卫生学院)     |
| 王永芳(国家卫生健康委员会卫生健康监督中心) | 陈波(湖南师范大学化学化工学院)      |
| 王竹天(国家食品安全风险评估中心)      | 陈颖(中国检验检疫科学研究院)       |
| 王松雪(国家粮食和物资储备局科学研究院)   | 陈卫东(广东省市场监督管理局)       |
| 王晓英(中国动物疫病预防控制中心)      | 邵兵(北京市疾病预防控制中心)       |

(下转第259页)