

2015~2017年广州市某食品厂低温肉灌肠生产加工过程微生物污染状况及风险分析

曾淳子, 余超, 李迎月, 刘于飞, 李燕, 陈坤才*

(广州市疾病预防控制中心, 广州 510440)

摘要: 目的 了解低温肉灌肠生产加工过程中主要食源性致病菌的污染状况, 分析生产加工过程存在的微生物污染风险。**方法** 采集2015~2017年广州市某食品厂低温肉灌肠生产加工过程不同环节样品362份, 按食品安全国家标准规定的检测方法对菌落总数、大肠菌群、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌和单核细胞增生李斯特氏菌进行检测, 并对结果进行分析。**结果** 生产加工过程采集的样品沙门氏菌、金黄色葡萄球菌和单核细胞增生李斯特氏菌检出率分别为1.10%(4/362)、0.55%(2/362)和25.97%(94/362)。原辅料、中间产品、成品和终产品单核细胞增生李斯特氏菌检出率分别为48.00%、39.13%、20.00%和0.00%, 差异有统计学意义($\chi^2=22.57$, $P<0.05$)。**结论** 低温肉灌肠生产加工过程存在微生物污染风险, 以单核细胞增生李斯特氏菌污染风险最高, 二次杀菌可有效降低低温肉灌肠终产品微生物污染。

关键词: 广州; 低温肉灌肠; 生产加工过程; 微生物污染; 单核细胞增生李斯特氏菌

Microbial contamination and risk analysis on the production and processing of low-temperature meat sausages in a food factory in Guangzhou from 2015 to 2017

ZENG Chun-Zi, YU Chao, LI Ying-Yue, LIU Yu-Fei, LI Yan, CHEN Kun-Cai*

(Guangzhou Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou 510440, China)

ABSTRACT: Objective To understand the contamination status of major foodborne pathogens in the production and processing of low-temperature meat sausages, and analyze the risk of microbial contamination in the production and processing process. **Methods** From 2015 to 2017, totally 362 samples of various stages in the production and processing of low-temperature meat sausages were collected from a food factory in Guangzhou. The total number of colonies, coliforms, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* were detected according to the detection methods specified in the national food safety standards, and the results were analyzed. **Results** The detection rates of *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* were 1.10% (4/362), 0.55% (2/362) and 25.97% (94/362), respectively. The positive rates of *Listeria monocytogenes* were 48.00%, 39.13%, 20.00% and 0.00% in raw materials, intermediate products, finished products and final products, respectively, and the difference was statistically significant ($\chi^2=22.57$, $P<0.05$). **Conclusion** There is a risk of microbial contamination in the

基金项目: 广州市医学重点学科建设项目(2017-2019-07)

Fund: Supported by Guangzhou Medical Leading Academic Discipline Project (2017-2019-07)

*通讯作者: 陈坤才, 主任技师, 主要研究方向为食品安全。E-mail: ckc@gzcdc.org.cn

*Corresponding author: CHEN Kun-Cai, Chief Technician, Guangzhou Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou 510440, China. E-mail: ckc@gzcdc.org.cn

production and processing of low-temperature meat sausages, and *Listeria monocytogenes* is the highest. The secondary sterilization can effectively reduce the microbial contamination of the end product of low-temperature meat sausages.

KEY WORDS: Guangzhou; low-temperature meat sausages; production process; microbial contamination; *Listeria monocytogenes*

1 引言

中国是世界上最大的肉类生产和消费大国^[1]。肉灌肠(meat sausages)是指以畜禽产品为主要原料,经加工、腌制、切碎、加入辅料成型或灌入肠衣内,经煮熟而成的熟肉制品,经低温蒸煮工艺的即为低温肉灌肠^[2]。其生产加工过程较复杂,主要包括:原辅料验收→解冻→修整→绞肉→配料→斩拌(乳化)→灌制→烟熏蒸煮→冷却→包装→金属探测→二次杀菌→成品装箱。由于原料和加工特性等方面的原因,微生物污染一直是影响肉灌肠安全性的重要原因^[3]。熟肉制品是导致发生沙门氏菌、金黄色葡萄球菌和单核细胞增生李斯特氏菌等引起的食源性疾病的高风险食品^[4,5]。单核细胞增生李斯特氏菌在低温中长期存活^[6],可导致败血症、脑膜炎等严重健康损害,病死率高达20%~50%^[7,8]。

熟肉制品生产工艺复杂,加工过程不规范是导致微生物污染的主要原因之一^[9]。加工过程的微生物监测,是通过对生产链各环节的卫生指示菌和食源性致病菌进行监测,掌握加工过程的污染情况,了解可能存在的污染来源和渠道并采取相应的控制措施。本研究通过对2015~2017年广州市某代表性食品厂低温肉灌肠生产加工过程的微生物进行监测,了解低温肉灌肠生产加工过程的卫生状况和食源性致病菌的污染和分布情况,以为低温肉灌肠类熟肉制品生产加工过程微生物污染风险控制提供依据。

2 材料与方法

2.1 实验材料

2.1.1 样品来源

2015~2017年选择广州市1家具有代表性的低温肉灌肠生产企业,采集生产加工低温肉灌肠各环节样品,共362份,含产品相关样品146份(原辅料、中间产品、成品和终产品)和环境相关样品216份(人员、工用具、场所),其中环境相关样品中的工用具包括包装工具、称量工具、传送工具、刀具、清洁工具,场所包括地面、门把手、墙壁、排水口。

3年样品包括了2015年118份(产品相关样品50份,环境相关样品68份)、2016年122份(产品相关样品48份,环境相关样品74份)和2017年122份(产品相关样品48份,环境相关样品74份)。

原辅料指所有用于制作熟肉制品的成分,包括生肉、淀粉、大豆蛋白等。中间产品指生产加工过程中所有阶段的混料、半成品等,即处于原料和成品之间的所有产品。成品指熟肉制品已经基本加工完成,只剩下二次杀菌和包装步骤的产品。终产品指已经具有完整的零售包装、可以直接出厂销售的终产品。

2.1.2 仪器与试剂

VITEK 2 Compact全自动微生物分析仪(法国梅里埃公司)。

显色培养基(科玛嘉微生物技术有限公司);普通增菌液(广东环凯微生物有限公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 样品采集

产品相关样品参照《2013年国家食品污染和有害因素风险工作手册》^[10]的方法进行采集。环境相关样品采用以下方法采集:选择卫生状况可能较差、风险较高的区域,采用海绵“之”字形擦拭刀具、称量工具、人员、传送器具等,将擦拭后的海绵放回采样袋,密封,置于无菌袋中,送达实验室检验。

2.2.2 样品检验

菌落总数按照GB 4789.2-2016《食品安全国家标准食品微生物学检验 菌落总数测定》^[11];大肠菌群按照GB 4789.3-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》第二法^[12];沙门氏菌按照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》第一法^[13];金黄色葡萄球菌按照GB 4789.10-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》^[14];单核细胞增生李斯特氏菌按照GB 4789.30-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 单核细胞增生李斯特氏菌检验》第一法^[15]。

2.2.3 统计学处理

应用SPSS 22.0软件进行数据分析,两组或多组计数资料比较采用卡方检验或Fisher精确检验,多组两两比较采用Bonferroni方法, $\alpha=0.05$ 为检验水准, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

3 结果与分析

3.1 总体监测结果与分析

生产加工过程采集的样品沙门氏菌检出率为

1.10%(4/362), 金黄色葡萄球菌检出率为 0.55%(2/362), 单核细胞增生李斯特氏菌检出率为 25.97%(94/362), 差异有统计学意义($\chi^2=182.48, P < 0.05$)。沙门氏菌、金黄色葡萄球菌和单核细胞增生李斯特氏菌的检出值均为 ≥ 10 CFU/g。单核细胞增生李斯特氏菌检出率显著高于沙门氏菌和金黄色葡萄球菌(P 均 < 0.05), 沙门氏菌和金黄色葡萄球菌检出率没有显著差异($P > 0.05$)。提示该企业肉灌肠生产加工过程中单核细胞增生李斯特氏菌污染情况较严重。

3.2 产品相关样品的监测结果与分析

产品相关样品的菌落总数 $> 10^5$ CFU/g、大肠菌群 $> 10^2$ CFU/g 的比例分别为 9.59%(14/146)和 6.85%(10/146), 沙门氏菌检出率为 1.37%(2/146), 金黄色葡萄球菌检出率为 0.68%(1/146), 单核细胞增生李斯特氏菌检出率为 31.51%(46/146), 差异有统计学意义($\chi^2=102.83, P < 0.05$)。单核细胞增生李斯特氏菌检出率显著高于菌落总数 $> 10^5$ CFU/g、大肠菌群 $> 10^2$ CFU/g、沙门氏菌和金黄色葡萄球菌检出率(P 均 < 0.05), 其他 4 个指标间两两比较的差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。

不同种类样品的单核细胞增生李斯特氏菌检出率逐渐降低, 原辅料、中间产品、成品、终产品的检出率分别为 48.00%(24/50)、39.13%(18/46)、20.00%(4/20)和 0.00%(0/30), 差异有统计学意义($\chi^2=22.57, P < 0.05$)。详见表 1。

菌落总数和大肠菌群仅检测了产品相关样品, 虽然检出率超过 5%, 但主要集中在解冻后(加工前)的原料(分别为 25%(8/32)和 12.5%(4/32))和绞肉后的中间产品(分别为 24%(6/25)和 20%(5/25)), 低温蒸煮前的中间产品同样检

出大肠菌群 $> 10^2$ CFU/g 的情况(14.29%(1/7)), 其他环节均未检出上述 2 种情况。

监测结果提示, 产品相关样品的菌落总数 $> 10^5$ CFU/g、大肠菌群 $> 10^2$ CFU/g、沙门氏菌和金黄色葡萄球菌的检出主要集中在“低温蒸煮前”及之前的环节, 环境相关样品沙门氏菌和金黄色葡萄球菌的检出均在生区, 即经过低温蒸煮杀菌后, 产品和环境相关样品均未检出菌落总数 $> 10^5$ CFU/g、大肠菌群 $> 10^2$ CFU/g、沙门氏菌和金黄色葡萄球菌的情况, 而经过低温蒸煮杀菌后的“冷却后”“真空包装前”“成品预包装(灭菌前)”3 个环节均检出单核细胞增生李斯特氏菌, 提示低温蒸煮的杀菌效果显著, 但对单核细胞增生李斯特氏菌的效果可能不显著, 或产品在后续环节受到环境污染。

3.3 环境相关样品的监测结果与分析

生区环境的单核细胞增生李斯特氏菌检出率为 35.48%(33/93), 其中人员的检出率最高, 为 45.10%(23/51)。熟区环境的检出率为 12.20%(15/123), 其中场所的检出率最高, 为 27.59%(8/29)。生区环境的单核细胞增生李斯特氏菌检出率高于熟区环境, 差异有统计学意义($\chi^2=16.62, P < 0.05$), 说明生区环境的单核细胞增生李斯特氏菌污染比熟区环境严重。根据污染情况分析, 提示该企业应加强生区的人员操作管理和熟区场所的清洁工作。

产品相关样品的单核细胞增生李斯特氏菌检出率高于环境相关样品, 差异有统计学意义($\chi^2=3.91, P < 0.05$), 说明产品相关样品的单核细胞增生李斯特氏菌污染情况比环境相关样品严重。详见表 2。

表 1 不同种类产品相关样品主要食源性致病菌监测结果
Table 1 Surveillance results of major foodborne pathogens in samples related to different types of products

样品种类	样品总数/份	单核细胞增生李斯特氏菌		沙门氏菌		金黄色葡萄球菌		
		检出数/份	检出率/%	检出数/份	检出率/%	检出数/份	检出率/%	
原辅料	解冻后(加工前)的原料	32	24	75.00	0	0.00	1	3.13
	主要辅料	18	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	绞肉后	25	13	52.00	2	8.00	0	0.00
中间产品	低温蒸煮前	7	4	57.14	0	0.00	0	0.00
	低温蒸煮后	8	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	冷却后	6	1	16.67	0	0.00	0	0.00
成品	真空包装前	7	1	14.29	0	0.00	0	0.00
	成品预包装(灭菌前)	13	3	23.08	0	0.00	0	0.00
终产品		30	0	0.00	0	0.00	0	0.00
合计		146	46	31.51	2	1.37	1	0.68

表 2 不同属性环境相关样品主要食源性致病菌监测结果
Table 2 Surveillance results of major food-borne pathogens in environmental samples of different attributes

样品属性	样品总数/份	单核细胞增生李斯特氏菌				沙门氏菌		金黄色葡萄球菌		
		检出数/份	检出率/%	χ^2	P 值	检出数/份	检出率/%	检出数/份	检出率/%	
生区	人员	51	23	45.10	4.56	0.033	1	1.96	1	1.96
	工用具	42	10	23.81			1	2.38	0	0
熟区	人员	48	4	8.33	—	0.025*	0	0	0	0
	工用具	46	3	6.52			0	0	0	0
	场所	29	8	27.59			0	0	0	0
合计	216	48	22.22	—	—	2	0.93	1	0.46	

注: *为 Fisher 精确概率法。

3.4 不同年份单核细胞增生李斯特氏菌的监测结果与分析

2015~2017 年,单核细胞增生李斯特氏菌的检出率分别为 22.03%(26/118)、25.41%(31/122)和 30.33%(37/122),差异无统计学意义($\chi^2=2.18, P>0.05$)。由此可见,该食品厂 3 年来低温肉灌肠生产加工过程单核细胞增生李斯特氏菌污染水平相近,表明该企业 3 年来未有效加强微生物污染控制。

4 结论与讨论

本研究对 2015~2017 年广州市某食品厂低温肉灌肠生产加工过程微生物污染状况进行调查分析,通过对生产加工各环节的监测发现,原辅料、中间产品、成品的单核细胞增生李斯特氏菌检出率逐渐降低,但成品仍有 20%检出率,提示低温蒸煮对单核细胞增生李斯特氏菌的杀菌效果可能不显著或产品在后续环节受到环境污染,经二次杀菌后,终产品未检出单核细胞增生李斯特氏菌,提示二次杀菌可降低终产品的污染风险。

虽然本研究终产品未检出主要食源性致病菌,但近几年广东和云南等省监测市售熟肉制品食源性致病菌污染状况,发现均不同程度存在单核细胞增生李斯特氏菌污染^[16,17]。由于我国食品安全监督抽检制度和食品生产的巨大数量等原因,不可能对出厂产品进行批批检测,食品是否安全只能根据抽样结果进行推测,而微生物污染分布存在不均衡性,即存在局部食品受到污染,但无法在出厂时及时发现的情况^[18],因此进一步凸显控制生产加工过程的微生物污染对保障食品安全的重要作用。

本研究发现,解冻后(加工前)的原料、绞肉后、低温蒸煮前的中间产品单核细胞增生李斯特氏菌检出率均超过 50%,结合食品中单核细胞增生李斯特氏菌可在低温环境存活,可形成生物被膜而提高食品加工、消毒过程中的抵抗力^[19],提示采用冻肉加工的产品应重视降低加工过程污

染,尤其是交叉污染的风险。此外,上述 3 个环节均检出菌落总数 $>10^5$ CFU/g、大肠菌群 $>10^2$ CFU/g 的情况,虽然解冻后的畜禽肉卫生指示菌不与消费者的健康直接相关,但可反映原料的卫生质量,若在适宜的温度、湿度和时间下,原料容易腐败变质,表明严格控制原料的卫生质量,控制储存温度、湿度和时间的重要性。

低温蒸煮后的中间产品虽未检出主要食源性致病菌,但值得注意的是,冷却后的中间产品和成品却有超过 10%的检出率,结合熟区的人员、工用具、场所均有检出且场所检出率超过 25%的情况,提示可能存在场所、人员、工用具污染产品的可能及交叉污染的风险。此外,生熟 2 区环境均检出了单核细胞增生李斯特氏菌,但生区环境的检出率明显高于熟区环境,表明生熟 2 区环境完全分隔在一定程度上减少了微生物交叉污染的风险。上述分析结果提示肉灌肠等熟肉制品生产厂应注重加强食品操作人员的卫生意识、规范操作行为,定期清洁消毒刀具、包装、称量、传送工具,切勿忽略清洁工具,注意地面、墙壁以及门把手、排水口等卫生死角清洁到位,降低食品交叉污染风险,加强加工过程的微生物监控,最终确保食品安全。

综上所述,本研究开展了广州市某代表性食品厂生产加工低温肉灌肠的微生物监测,发现加工过程存在微生物污染风险,尤其是单核细胞增生李斯特氏菌。其检出率随生产加工进程逐渐降低,但成品中仍有发现。二次杀菌对降低终产品微生物污染的作用显著。生熟区人员、工用具和场所均发现单核细胞增生李斯特氏菌污染,提示可能存在交叉污染。本研究为开展低温肉灌肠的危害分析与关键点控制提供了数据支持。

参考文献

- [1] Satoru S. Sustainable meat consumption in China [J]. *J Integr Agric*, 2015, 14(6): 1023-1032.
- [2] 李兵兵,刘纯成,侯海燕,等.灌肠类熟肉产品生产环节微生物污染风险评估[J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(22): 191-195.
Li BB, Liu CC, Hou HY, et al. Risk assessment of microbial

- contamination during production of sausage [J]. *Food Res Dev*, 2016, 37(22): 191–195.
- [3] Smith AM, Tau NP, Smouse SL, *et al.* Outbreak of *Listeria monocytogenes* in South Africa, 2017-2018: Laboratory activities and experiences associated with whole-genome sequencing analysis of isolates [J]. *Foodborne Pathog Dis*, 2019, 16(7): 524–530.
- [4] US Food and Drug Administration, United States Department of Agriculture, Center for Disease Control and Prevention. Quantitative assessment of relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods [R]. Washington DC: FDA/USDA, 2003: 1–82.
- [5] 张志刚, 林祥木, 胡涛, 等. 即食肉制品微生物污染及其控制技术研究进展[J]. *肉类研究*, 2020, 34(1): 94–102.
Zhang ZG, Lin XM, Hu T, *et al.* Research progress on microbial contamination and control technology of ready to eat meat products [J]. *Meat Res*, 2020, 34(1): 94–102.
- [6] 王岚, 贾华云, 陈帅, 等. 冷冻饮品加工过程中单核细胞增生李斯特菌污染状况分析[J]. *实用预防医学*, 2017, 24(11): 1289–1292.
Wang L, Jia HY, Chen S, *et al.* Contamination status of *Listeria monocytogenes* in the production process of frozen drinks [J]. *Pract Prev Med*, 2017, 24(11): 1289–1292.
- [7] Jordan K, McAuliffe O. *Listeria monocytogenes* in foods [J]. *Adv Food Nutr Res*, 2018, (86): 181–213.
- [8] Li WW, Bai L, Fu P, *et al.* The epidemiology of *Listeria monocytogenes* in China [J]. *Foodborne Pathog Dis*, 2018, 15(8): 459–466.
- [9] 张艳, 蒋君, 伏子奇. 2015-2017 年南充市熟肉制品加工过程微生物污染情况监测[J]. *预防医学情报杂志*, 2018, 34(11): 1410–1413.
Zhang Y, Jiang J, Fu ZQ. Surveillance of microbial contamination in processing of cooked-meat products in Nanchong from 2015 to 2017 [J]. *J Prev Med Inform*, 2018, 34(11): 1410–1413.
- [10] 杨大进, 李宁. 2013 年国家食品污染和有害因素风险工作手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
Yang DJ, Li N. 2013 National food pollution and hazardous factor risk manual [M]. Beijing: China Standards Publishing House, 2012.
- [11] GB 4789.2-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].
GB 4789.2-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-Aerobic plate count [S].
- [12] GB 4789.3-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数[S].
GB 4789.3-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-Enumeration of coliforms [S].
- [13] 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[S].
GB 4789.4-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-Salmonella [S].
- [14] GB 4789.10-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验[S].
GB 4789.10-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-*Staphylococcus aureus* [S].
- [15] GB 4789.30-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 单核细胞增生李斯特氏菌检验[S].
GB 4789.30-2016 National food safety standard-Food microbiological examination-*Listeria monocytogenes* [S].
- [16] 王建, 朱海明, 赖蔚琴, 等. 2012-2013 年广东省熟肉制品致病菌污染状况分析[J]. *华南预防医学*, 2016, 42(2): 192–195.
Wang J, Zhu HM, Lai WD, *et al.* Analysis of the pathogenic bacteria pollution status of cooked meat products in Guangdong province from 2012 to 2013 [J]. *South China J Prev Med*, 2016, 42(2): 192–195.
- [17] 何玉凤, 杨菁, 汤晓召, 等. 2016~2018 年云南省肉类制品致病菌污染状况调查分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(22): 7596–7600.
He YF, Yang J, Tang XZ, *et al.* Investigation and analysis of contamination of pathogenic bacteria in meat products in Yunnan province from 2016 to 2018 [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(22): 7596–7600.
- [18] 刘免辰, 裴晓燕, 任鹏程, 等. 对食品安全国家标准中微生物监控的理解和应用[J]. *中国食品卫生杂志*, 2016, 28(6): 782–786.
Liu HC, Pei XY, Ren PC, *et al.* Understanding and application of microbiological monitoring in the national food safety standards [J]. *Chin J Food Hyg*, 2016, 28(6): 782–786.
- [19] 王少辉, 刘萍萍, 魏建超, 等. 上海市动物源性食品中单增李斯特菌的流行病学及生物被膜形成能力研究[J]. *中国动物传染病学报*, 2015, 23(4): 31–36.
Wang SH, Liu PP, Wei JC, *et al.* Epidemiology and biofilm-formation capacity of *Listeria monocytogenes* from animal origin food in Shanghai [J]. *Chin J Anim Infect Dis*, 2015, 23(4): 31–36.

(责任编辑: 李磅礴)

作者简介



曾淳子, 硕士, 主要研究方向为食品安全。

E-mail: gzcdc_zengcz@gz.gov.cn



陈坤才, 主任技师, 主要研究方向为食品安全。

E-mail: ckc@gzcdc.org.cn