

# 肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌污染的 监测与分析

刘天红, 裘晟晨, 宋召军\*

(浙江大学医学院附属第四医院, 义乌 322000)

**摘要:** **目的** 调查分析浙江金华地区肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌的污染现状及规律。**方法** 选择金华地区 6 家肉鸡屠宰加工企业, 通过直接计数法对空肠弯曲菌定性定量检测, 分析其流行病学规律。**结果** 采集的 2139 份样品中, 泄殖腔、脱毛、取内脏、消毒预冷、包装和速冻等环节样品的空肠弯曲菌阳性率分别为 92.48%、83.39%、98.12%、79.31%、86.21% 和 77.45%, 空肠弯曲菌阳性数分别为  $12926.14 \pm 1821.84$  CFU/g、 $379.01 \pm 67.44$ 、 $856.66 \pm 206.27$ 、 $110.57 \pm 19.52$ 、 $138.01 \pm 76.5$ 、 $67.90 \pm 46.79$  CFU/100 cm<sup>2</sup>。总体上, 空肠弯曲菌阳性率和阳性数均呈现出先升高、后降低、再升高的变化规律, 大型企业的空肠弯曲菌污染情况较中小型企业要好。**结论** 所检测的 6 家肉鸡屠宰加工企业均被空肠弯曲菌污染, 大型企业应重视包装环节的生产工艺和卫生消毒, 中小型企业更要严格把控包装环节的操作规范, 提高脱毛和消毒预冷工艺。

**关键词:** 鸡肉; 屠宰加工; 空肠弯曲菌; 监测与分析

## Monitoring and analysis of *Campylobacter jejuni* contamination during slaughtering and processing of broilers

LIU Tian-Hong, QIU Sheng-Chen, SONG Zhao-Jun\*

(The Fourth Affiliated Hospital Zhejiang University School of Medicine, Yiwu 322000, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate and analyze the contamination status and regularity of *Campylobacter jejuni* during slaughtering and processing of broilers in Jinhua, Zhejiang province, China. **Methods** Six broiler slaughtering and processing enterprises in Jinhua were selected to detect *C. jejuni* contaminate on qualitatively and quantitatively by direct counting method, and the epidemiological trend was analyzed. **Results** Among the 2139 samples collected, the positive rates of *C. jejuni* in cloaca, dehairing, eviscerating, precooling, packaging and freezing were 92.48%, 83.39%, 98.12%, 79.31%, 86.21% and 77.45%. The positive number of *C. jejuni* were  $12926.1 \pm 1821.84$  CFU/g,  $379.01 \pm 67.44$ ,  $856.66 \pm 206.27$ ,  $110.57 \pm 19.52$ ,  $138.01 \pm 76.5$ ,  $67.90 \pm 46.79$  CFU/100 cm<sup>2</sup>. Totally, the positive rate and number of *C. jejuni* increased first, then decreased, and then increased again. The contamination of *C. jejuni* in large enterprises was better than that in small and medium enterprises. **Conclusion** Six broiler slaughtering and processing enterprises are all contaminated by *C. jejuni*. Large enterprises should pay more attention to the production process and disinfection in the packaging process. Small and medium enterprises should

基金项目: 金华市科研计划项目(2020-4-111)、义乌市科研计划项目(20-3-252)

Fund: Supported by the Science and Technology Program of Jinhua (2020-4-111), and Science and Technology Program of Yiwu (20-3-252)

\*通信作者: 宋召军, 硕士, 实验员, 主要研究方向为人兽共患病与食品安全检测和防控技术。E-mail: 8619003@zju.edu.cn

\*Corresponding author: SONG Zhao-Jun, Master, Technician, The Fourth Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, N1 Shangcheng Road, Yiwu, Zhejiang 322000, China. E-mail: 8619003@zju.edu.cn

strictly control the operation specification in the packaging, and improve the production process of dehairing and precooling process.

**KEY WORDS:** broilers; slaughtering and processing; *Campylobacter jejuni*; monitoring and analysis

## 0 引言

近几十年来,空肠弯曲菌(*Campylobacter jejuni*, *C. jejuni*)作为一种重要的食源性人兽共患病原菌,已在世界范围内广泛流行<sup>[1-2]</sup>。在发达国家,细菌性腹泻疾病中大多数都是由空肠弯曲菌引起的。在发展中国家,其引起的肠炎病例仅次于沙门氏菌和志贺氏菌,在部分地区甚至有超过沙门氏菌和志贺氏菌的趋势<sup>[3]</sup>。在世界卫生组织食品安全工作计划中,空肠弯曲菌已被划为重点检测的食源性病原菌之一<sup>[4-5]</sup>。我国也已在 2003 年就将空肠弯曲菌列为主要的监测目标<sup>[6]</sup>。

大量的流行病学研究表明,处理或消费食品,尤其是鸡肉,是人们感染空肠弯曲菌的主要途径<sup>[7-8]</sup>。而鸡肉作为人类日常生活的主要食物之一,生产加工过程是控制其质量的重要环节之一。但就是在该环节中,鸡肉易被空肠弯曲菌污染,人类健康也被这种污染威胁着。因此,对肉鸡屠宰加工过程进行流行病学分析,降低鸡肉中空肠弯曲菌的污染量,对保证食品的安全、保障消费者的健康,具有非常重要的意义。目前,许多国家已经开展了对肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌污染的流行病学研究<sup>[9-11]</sup>,并已了解鸡肉中空肠弯曲菌污染的部分情况。但在我国,相关研究却开展极少,鸡肉中空肠弯曲菌污染的定量风险评估和危害性分析以及防卫防控的相关基础数据还十分欠缺。

本研究使用添加抗生素和生长促进剂的无血弯曲菌选择琼脂(*Campylobacter blood-free select agar base*, CCDA),运用平板直接计数法定量检测空肠弯曲菌<sup>[12]</sup>,对浙江金华地区的 6 家肉鸡屠宰加工企业开展空肠弯曲菌污染的定性定量流行病学研究,为国家及相关单位对鸡肉中空肠弯曲菌的后续监测和防控等方面提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

#### 1.1.1 菌株

空肠弯曲菌(ATCC 33560)购自美国菌种保藏中心 ATCC。

#### 1.1.2 试剂及引物

引物合成参考文献<sup>[13]</sup>,由上海生工生物工程公司合成。buffer、dNTPs、Taq 酶、低分子量 PCR Marker(大连宝生物工程公司);微需氧产气袋(日本 MGC 公司);Carry-Blair 运送培养基(中国科学院上海昆虫科技开发公司);空肠弯曲菌培养基 CCDA 琼脂(美国 OXOID 公司);

MH 琼脂培养基、MH 液体培养基(英国 BD 公司);绵羊全血(兰州民海生物有限公司);甲氧苄氨嘧啶、放线菌酮(纯度 98%,日本 Wako 公司);利福平、两性霉素(纯度 98%,上海 Uniche 公司);头孢哌酮(纯度 98%,瑞士 Fluka 公司);多粘菌素 B(纯度 98%,美国 Amresco 公司)。常规试剂(分析纯,国药集团化学试剂有限公司)。

#### 1.1.3 实验仪器

厌氧罐(日本 MGC 公司);PCR 仪、电泳仪、GelDoc 2000 凝胶成像分析系统(美国 BIO-RAD 公司);Millipore 纯水仪、Milli-Q 低热原型(法国 Millipore 公司);隔热式恒温培养箱(上海跃进医疗器械厂);MiniSpin 台式小型离心机、5804R 台式冷冻离心机(德国 Eppendorf 公司)。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 样品采集

#### (1)肉鸡屠宰加工过程样品的采集

样品采集参考 1996 年美国农业部食品安全检查署(Food Safety Inspection Service, FSIS)颁布的 HACCP<sup>[14]</sup>法规中的采样方法。在浙江金华地区的 6 家肉鸡屠宰加工企业采集样品。使用含磷酸盐缓冲盐水(phosphate buffered saline, PBS)(2 mL/个)的灭菌棉球均匀地擦拭鸡肉内外表面(先擦拭外表面 250 cm<sup>2</sup>,后擦拭内表面 250 cm<sup>2</sup>,共计 500 cm<sup>2</sup>),擦拭好的棉球放置于采样袋内,并置于冰盒中,在 4 h 内运送至实验室检测。样品信息见表 1。

分别采集肉鸡屠宰前(泄殖腔样品)、脱毛后、取内脏后、消毒预冷后、包装后、冷冻后(小型屠宰场没有此环节),6 个环节的鸡肉内外表面擦拭样品,样品置于采样袋内,分别编号 A~F。

表 1 肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌流行病学研究样品信息表  
Table 1 Epidemiological studies of *C. jejuni* in broiler chickens during slaughter and processing

编号	采集地点	企业类型	每个环节采集数	采集环节	样品数
A	金华 1	大型	45	6	270
B	金华 2	大型	65	6	390
C	金华 3	中型	48	6	288
D	金华 4	中型	46	6	276
E	金华 5	小型	62	5	310
F	金华 6	小型	53	5	265
合计					1799

(2)肉鸡屠宰加工过程中环境样品的采集

采集 A~F 环节的环境样品(使用 PBS 浸泡过的棉球擦拭, 样品置于采样袋内), 分别编号 a~f。样品信息见表 2。

表 2 不同企业屠宰环境中空肠弯曲菌流行病学研究样品信息表  
Table 2 Epidemiological studies of *C. jejuni* in slaughtering environment of different enterprises

编号	采集地点	企业类型	每个环节采集数	采集环节	样品数
a	金华 1	大型	10	6	60
b	金华 2	大型	10	6	60
c	金华 3	中型	10	6	60
d	金华 4	中型	10	6	60
e	金华 5	小型	10	5	50
f	金华 6	小型	10	5	50
合计					340

1.2.2 样品处理

肛拭样品的处理: 从运送培养基中取出棉拭, 置于含 1000  $\mu$ L 灭菌 PBS(pH 7.2)的微量离心管中, 充分浸透 20 min, 间隔振荡数次, 取出棉拭。

鸡肉内外表面擦拭样品的处理: 挤出棉球中的 PBS 置于微量离心管中。

参照张小燕等<sup>[15]</sup>的方法, 将以上处理好的样品分别取 100  $\mu$ L 涂布于选择性 CCDA 平板中, 42 $\pm$ 1  $^{\circ}$ C、10% CO<sub>2</sub>-5% O<sub>2</sub>-85% N<sub>2</sub> 培养箱培养 24 $\pm$ 2 h 后计数。

1.2.3 菌株分离纯化

参照 GB/T 4789.9—2008《食品微生物学检验 空肠弯曲菌检验》进行空肠弯曲菌分离纯化<sup>[16]</sup>, 并加以优化。

挑取灰白或灰绿色菌落 3~5 个接种于 MH 血平板上, 42 $\pm$ 1  $^{\circ}$ C、10% CO<sub>2</sub>-5% O<sub>2</sub>-85% N<sub>2</sub> 培养箱培养 24 $\pm$ 2 h, 重

复 2~3 次, 直至得到单一纯培养菌落。

1.2.4 菌株鉴定

(1)多重 PCR 法

本研究主要参照何蕊等<sup>[13]</sup>的多重 PCR 方法, 对分离的菌株进行鉴定。

(2)国标方法

对多重 PCR 方法鉴定不明确的菌株, 采用 GB/T 4789.9—2008 进行再次鉴定<sup>[16]</sup>。

1.2.5 菌株保存

用接种环挑取单个纯培养菌落, 接种于 MH 液体培养基中, (42 $\pm$ 1)  $^{\circ}$ C、120 r/min、10% CO<sub>2</sub>-5% O<sub>2</sub>-85% N<sub>2</sub> 培养箱培养(24 $\pm$ 2) h 后, 与 20% 甘油 1:1(V:V)混匀后, 分装于冻存管中, 置于-80  $^{\circ}$ C 冰箱保存备用。

1.2.6 数据处理与统计分析

运用 SPSS 12.0 软件(美国 SPSS 公司)对检测数据进行处理, 计数资料以百分数和例数表示, 采用卡方检验; 符合正态分布的计量资料以均数加减标准差表示, 采用 *t* 检验, 采用方差分析进行组间比较, *P*<0.05 提示差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌污染的定性分析

通过对采集而来的 1799 份样品分析以后, 总体上可以看出, 各肉鸡屠宰加工环节中空肠弯曲菌阳性率均呈现出先升高、后降低、再升高的变化规律。其中以取内脏环节空肠弯曲菌阳性率明显升高, 消毒预冷环节空肠弯曲菌阳性率有所下降, 包装环节空肠弯曲菌阳性率又呈现上升趋势。泄殖腔、脱毛、取内脏、消毒预冷、包装和速冻等环节样品的空肠弯曲菌阳性率分别为 92.48%、83.39%、98.12%、79.31%、86.21%和 77.45%。结果见表 3。

表 3 肉鸡屠宰加工过程中各环节空肠弯曲菌阳性率  
Table 3 Positive rate of *C. jejuni* in each link of broiler slaughtering and processing

采样环节	空肠弯曲菌阳性率/%						平均
	金华 1	金华 2	金华 3	金华 4	金华 5	金华 6	
泄殖腔	91.11(41/45)	92.31(60/65)	89.58(43/48)	91.30(42/46)	93.55(58/62)	96.23(51/53)	92.48(295/319)
脱毛	75.56(34/45)	78.46(51/65)	83.33(40/48)	86.96(40/46)	87.10(54/62)	88.68(47/53)	83.39(266/319)
去内脏	100.00(45/45)	98.46(64/65)	95.83(46/48)	95.65(44/46)	100.00(62/62)	98.11(52/53)	98.12(313/319)
消毒预冷	77.78(35/45)	75.38(49/65)	72.92(35/48)	78.26(36/46)	85.48(53/62)	84.91(45/53)	79.31(253/319)
包装	86.67(39/45)	84.62(55/65)	79.17(38/48)	82.61(38/46)	91.94(57/62)	90.57(48/53)	86.21(275/319)
速冻	77.78(35/45)	80.00(52/65)	72.92(35/48)	78.26(36/46)	--	--	77.45(158/204)

注: --: 无此环节, 下同。

## 2.2 不同规模的肉鸡屠宰加工企业空肠弯曲菌污染的定性分析

一般情况下,日生产量 5 万只以上的肉鸡屠宰加工企业为大型企业,5 万只以下、1 万只以上为中型企业,1 万只以下则为小型企业。对不同规模的肉鸡屠宰加工企业空肠弯曲菌污染的定性分析可以看出,在脱毛环节,大型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性率显著低于中、小型企业( $P<0.05$ );在消毒预冷环节,小型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性率显著高于大、中型企业( $P<0.05$ );在包装环节,小型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性率显著高于中型企业( $P<0.05$ );其他环节没有显著性差异( $P>0.05$ )。结果见表 4。

## 2.3 肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌污染的定量分析

通过对采集的 1799 份样品分析后,总体上可以看出,各屠宰加工环节中空肠弯曲菌阳性数变化规律与空肠弯曲菌阳性率变化规律相似,呈现出先升高后降低再升高的变化趋势。其中,在取内脏环节空肠弯曲菌阳性数迅速上升,这可能是肠道内容物泄漏导致的,也进而表明严格把关取

内脏环节对控制鸡肉中空肠弯曲菌污染具有重要意义。另外,在消毒预冷之后,空肠弯曲菌阳性数又迅速下降,这表明消毒预冷可有效降低鸡肉表面空肠弯曲菌污染量,也是有效控制鸡肉中空肠弯曲菌污染的重要措施之一。泄殖腔、脱毛、取内脏、消毒预冷、包装和速冻等环节样品的空肠弯曲菌阳性数分别为  $12926.14\pm 1821.84$  CFU/g、 $379.01\pm 67.44$ 、 $856.66\pm 206.27$ 、 $110.57\pm 19.52$ 、 $138.01\pm 76.5$ 、 $67.90\pm 46.79$  CFU/100 cm<sup>2</sup>。结果见表 5。

## 2.4 不同规模的肉鸡屠宰加工企业空肠弯曲菌污染的定量分析

对不同规模的肉鸡屠宰加工企业空肠弯曲菌污染的定量分析可以看出,在脱毛环节,大型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性数显著低于中、小型企业( $P<0.05$ );在消毒预冷环节,小型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性数显著高于大、中型企业( $P<0.05$ );在包装环节,小型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性数显著高于中型企业( $P<0.05$ );在速冻环节,大型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性数显著高于中型企业( $P<0.05$ );其他环节没有显著性差异( $P>0.05$ )。结果见表 6。

表 4 不同规模肉鸡屠宰加工企业空肠弯曲菌阳性率  
Table 4 Positive rate of *C. jejuni* in different scale broiler slaughtering and processing enterprises

生产环节	空肠弯曲菌阳性率/%		
	大型企业	中型企业	小型企业
泄殖腔	91.82(101/110)	90.43(85/94)	94.78(109/115)
脱毛	77.27(85/110)*	85.11(80/94)	87.83(101/115)
去除内脏	99.09(109/110)	95.74(90/94)	99.13(114/115)
消毒预冷	76.36(84/110)	75.53(71/94)	85.22(98/115)*
包装	85.45(94/110)	80.85(76/94)	91.30(105/115)*
速冻	78.18(86/110)	75.53(71/94)	--

注: \*:  $P<0.05$ , 下同。

表 5 肉鸡屠宰加工过程中各环节空肠弯曲菌阳性数  
Table 5 Positive number of *C. jejuni* in each link of broiler slaughtering and processing

采样企业	空肠弯曲菌携带量/(CFU/100 cm <sup>2</sup> )					
	泄殖腔#	脱毛	取内脏	消毒预冷	包装	速冻
金华 1	12795.68±3294.84	818.41±118.73	879.43±223.39	68.07±32.62	76.05±11.75	89.86±36.29
金华 2	10303.23±2704.85	743.72±96.46	969.16±91.37	33.55±18.38	155.02±87.93	120.37±43.12
金华 3	12485.02±4267.93	80.08±24.59	706.51±160.7	23.45±10.82	38.80±8.43	15.33±10.72
金华 4	11853.96±6449.5	184.12±88.3	835.61±75.19	92.52±16.3	93.63±43.74	46.04±29.04
金华 5	14420.13±3025.05	175.45±16.22	816.22±194.62	258.27±34.27	221.49±27.63	--
金华 6	15698.79±1154.88	272.26±76.37	933.04±114.37	187.53±28.76	243.07±51.52	--
平均	12926.14±1821.84	379.01±67.44	856.66±206.27	110.57±19.52	138.01±76.5	67.90±46.79

注: #: 单位为(CFU/g), 下同。

### 2.5 肉鸡屠宰加工环境中空肠弯曲菌污染的定性定量分析

对 340 份环境样品分析发现, 总体上可以看出, 环境中空肠弯曲菌污染的变化规律与各生产加工环节变化规律相似, 呈现出先升高后降低再升高的变化趋势, 且不同规模企业也表现出较大差异。在泄殖腔环节, 小型企业待宰圈环境样品中空肠弯曲菌阳性数显著高于大、中型企业 ( $P<0.05$ ); 在取内脏环节, 中型企业环境样品中空肠弯曲

菌阳性率和阳性数均显著低于大、小型企业 ( $P<0.05$ ); 包装环节小型企业环境样品中空肠弯曲菌阳性率和阳性数均显著高于大、中型企业 ( $P<0.05$ ); 其他环节没有显著性差异 ( $P>0.05$ )。结果见表 7。

### 2.6 菌株分离纯化与鉴定

经过多重 PCR 方法和国标方法的鉴定, 本研究共分离出 422 株弯曲菌菌株, 其中 407 株为空肠弯曲菌, 15 株为结肠弯曲菌, 未见其他种属的弯曲菌。结果见表 8。

表 6 不同规模肉鸡屠宰加工企业空肠弯曲菌阳性数  
Table 6 Positive number of *C. jejuni* in in different scale broiler slaughtering and processing enterprises

生产环节	阳性样品弯曲菌携带量/(CFU/100 cm <sup>2</sup> )		
	大型企业	中型企业	小型企业
泄殖腔#	11549.46±3499.85	12169.49±5358.72	15059.46±2089.97
脱毛	781.07±142.61*	132.1±56.45	223.855±46.33
去除内脏	924.30±157.38	771.06±117.95	874.63±154.57
消毒预冷	50.81±25.54	57.99±13.56	222.90±91.52*
包装	115.54±49.84	66.215±26.09	232.28±39.58*
速冻	105.12±39.71*	30.69±19.88	--

表 7 环境样品中空肠弯曲菌污染情况  
Table 7 *C. jejuni* contamination in environmental samples

生产环节	空肠弯曲菌阳性率/%			阳性样品空肠弯曲菌携带量/(CFU/100 cm <sup>2</sup> )		
	大型企业	中型企业	小型企业	大型企业	中型企业	小型企业
泄殖腔	100.00(20/20)	95.00(19/20)	100.00(20/20)	2209.08±248.64#	2256.29±729.93#	3903.32±329.45*#
脱毛	35.00(7/20)	40.00(8/20)	40.00(8/20)	103.22±74	168.24±94.03	173.535±62.73
取内脏	100.00(20/20)	80.00(16/20)*	100.00(20/20)	1827.66±211.73	473.02±155.67*	1343.82±157.82
消毒预冷	45.00(9/20)	45.00(9/20)	50.00(10/20)	75.44±39.43	74.61±17.86	88.07±41.94
包装	70.00(14/20)	65.00(13/20)	70.00(14/20)	738.56±177.73*	120.785±37.53	258.13±45.25
速冻	50.00(10/20)	45.00(9/20)	--	121.84±44.84	112.98±36.01	--

表 8 弯曲菌分离情况  
Table 8 Number of *Campylobacter* isolates

弯曲菌	弯曲菌分离数/株						
	金华 1	金华 2	金华 3	金华 4	金华 5	金华 6	合计
空肠弯曲菌	21	46	76	34	103	142	422
结肠弯曲菌	1	3	2	2	6	1	15
其他种属的弯曲菌	0	0	0	0	0	0	0

### 3 讨论与结论

大量流行病学研究表明,鸡、鸭等禽肉中弯曲菌阳性率最低为40%,而最高可达100%<sup>[17]</sup>。肉鸡屠宰加工过程工序较多,操作繁杂,极易发生交叉污染,卫生控制十分困难。因此,严格把关肉鸡屠宰加工过程是控制肉鸡从农场到餐桌的食品安全的关键之处。许多国家已然开展了不少肉鸡屠宰加工过程空肠弯曲菌的流行病学研究,且已获得部分成果,而我国的相关研究却开展贫乏,相关数据仍十分缺乏。本研究以国标方法为参照,采用直接计数法,对浙江金华地区的6家肉鸡屠宰加工企业进行了定性定量流行病学研究,为肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌的防控提供了基础依据。

在定性研究方面,本研究结果与国内外GREIGE等<sup>[18]</sup>、THOMAS等<sup>[19]</sup>、朱冬梅<sup>[20]</sup>的研究结果相似,各屠宰加工过程空肠弯曲菌阳性率呈现出先升高后降低再升高的变化趋势,取内脏环节空肠弯曲菌阳性率明显升高,消毒预冷之后空肠弯曲菌阳性率有所下降,而包装后空肠弯曲菌阳性率又呈现上升趋势。出现这种现象的原因可能在于,取内脏环节操作不当时肠道很容易破碎,肠道内容物流出使得该环节空肠弯曲菌阳性率上升<sup>[18-20]</sup>。因此取内脏环节是控制空肠弯曲菌污染的关键环节,严格把控该环节的操作规范和卫生消毒,能有效控制空肠弯曲菌从农场到餐桌的传播链。

在定量研究方面,本研究结果与国内外GREIGE等<sup>[18]</sup>、LUBER等<sup>[21]</sup>的研究结果相似,与各屠宰加工过程空肠弯曲菌阳性率变化相似,各屠宰加工过程空肠弯曲菌阳性数也呈现出先升高后降低再升高的变化趋势。同样的,在取内脏环节空肠弯曲菌阳性数表现出迅速上升现象,这一现象与阳性率升高的结论是一致的。这表明严格控制该环节的生产卫生,对控制肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌污染具有重要意义<sup>[18]</sup>。而在消毒预冷环节,空肠弯曲菌阳性率虽然没有太大变化,但空肠弯曲菌阳性数却大大降低。这表明消毒预冷虽在一定程度上降低了鸡肉表面空肠弯曲菌污染量,却可能增加了鸡肉之间交叉污染的机率,所以才会表现出这种结果<sup>[21]</sup>。

在生产规模方面。在泄殖腔环节,小型企业待宰圈环境样品中空肠弯曲菌阳性数均显著高于大、中型企业( $P<0.05$ ),这可能是由于小型企业的待宰时间较长,待宰圈环境卫生条件较差,与待宰肉鸡交叉污染。在脱毛环节,大型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性率和阳性数显著低于中、小型企业( $P<0.05$ ),这可能是由于大型企业与中、小型企业的烫毛、脱毛的工艺不同,大型企业采用多级浸烫,烫毛水温度较高且作用时间较长,可以杀灭鸡肉表面携带的大部分空肠弯曲菌,CASON等<sup>[22]</sup>、BERRANG等<sup>[23]</sup>研究发现多级浸烫可以有效降低鸡胴体表面的空肠

弯曲菌污染量。在取内脏环节,中型企业环境样品中空肠弯曲菌阳性率和阳性数均显著低于大、小型企业( $P<0.05$ ),这可能是由于中型企业在取内脏环节生产工艺把控严格、操作较为规范、环境卫生、消毒措施到位,BOYSEN等<sup>[24]</sup>研究发现取内脏过程中尽量避免对肠道的破坏可以有效降低空肠弯曲菌污染量。在消毒预冷环节,小型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性率和阳性数显著高于大、中型企业( $P<0.05$ ),这可能是由于小型企业与大、中型企业的消毒预冷条件的不同,小型企业消毒预冷工艺较为落后,消毒预冷的温度和时间与大、中企业也有较大差距<sup>[25]</sup>。在包装环节,大型企业环境样品中空肠弯曲菌阳性数显著高于中型企业( $P<0.05$ ),小型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性率和阳性数均显著高于中型企业( $P<0.05$ ),这可能是由于大型企业与中型企业的包装方式的不同以及小型企业包装操作不规范引起的交叉污染程度的不同,进而导致速冻环节大型企业屠宰加工的鸡肉中空肠弯曲菌阳性数显著高于中型企业( $P<0.05$ )<sup>[26]</sup>。

本研究提示,严格控制取内脏、消毒预冷和包装环节的生产规范和环境卫生,对控制肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌污染具有重要的意义。大型企业应重视包装环节的生产工艺环境消毒,提高烫毛水作用时间可以有效降低鸡肉表面空肠弯曲菌携带量;小型企业需加强待宰圈的环境消毒,严格把控包装环节的操作规范,提高脱毛和消毒预冷工艺。

本研究采用定性定量检测的方法,对金华部分地区肉鸡屠宰加工企业进行了空肠弯曲菌流行病学调查分析,获取了金华部分地区肉鸡屠宰加工企业空肠弯曲菌污染的基础数据,为国家相关部门的空肠弯曲菌定量风险评估和制定鸡肉中空肠弯曲菌污染的防卫防控策略提供了有力支持。但我国对肉鸡屠宰加工过程中空肠弯曲菌污染的研究尚待深入,还需获得更多、更准确、更具体的基础数据,进而保障我国鸡肉食品安全与消费者健康。

### 参考文献

- [1] FACCIOLA A, RISO R, AVVENTUROSO E, et al. *Campylobacter*: from microbiology to prevention [J]. J Prev Med Hyg, 2017, 58(2): E79-E92.
- [2] NILSSON A, SKARP A, JOHANSSON C, et al. Characterization of Swedish *Campylobacter coli* clade 2 and clade 3 water isolates [J]. Microbiologyopen, 2018, 7(4): e00583.
- [3] FIEDORUK K, DANILUK T, ROZKIEWICZ D, et al. Whole-genome comparative analysis of *Campylobacter jejuni* strains isolated from patients with diarrhea in northeastern Poland [J]. Gut Pathog, 2019, 11: 32.
- [4] 黄金林, 何蕊, 许海燕, 等. 弯曲菌的公共卫生危害及其控制策略[J]. 动物保健, 2006, 6: 9-11.
- [5] HUANG JL, HE R, XU HY, et al. Hazard and control strategy of *Campylobacter* in public health [J]. Vet Orientation, 2006, 6: 9-11.
- [6] LOFSTEDT R. The management and communication of a food risk controversy: the Swedish *Campylobacter* case [J]. J Risk Res, 2019, 22(6):

- 803–816.
- [6] 王君玮, 王娟, 曲志娜, 等. 空肠弯曲菌对动物源性食品安全的影响及对策[J]. 中国人兽共患病学报, 2013, 29(11): 1119–1123.  
WANG JW, WANG J, QU ZN, *et al.* Impact of *Campylobacter jejuni* to food safety of animal origin and its control [J]. Chin J Zoonoses, 2013, 29(11): 1119–1123.
- [7] RUKAMBILE E, SINTCHENKO V, MUSCATELLO G, *et al.* Infection, colonization and shedding of *Campylobacter* and *Salmonella* in animals and their contribution to human disease: A review [J]. Zoonoses Public Health, 2019, 66(6): 562–578.
- [8] SKARP CPA, HÄNNINEN ML, RAUTELIN HIK. *Campylobacteriosis*: the role of poultry meat [J]. Clin Microbiol Inf, 2016, 22(2): 103–109.
- [9] BERRANG ME, MEINERSMANN RJ, COX NA. *Campylobacter* subtypes detected in broiler ceca and livers collected at slaughter [J]. Poult Sci, 2019, 98(11): 5908–5912.
- [10] PRACHANTASENA S, CHARUNUNTAKORN P, MUANGNOICH AROEN S, *et al.* Climatic factors and prevalence of *Campylobacter* in commercial broiler flocks in Thailand [J]. Poult Sci, 2017, 96(4): 980–985.
- [11] SELIWIORSTOW T, BARÉ J, DAMME IV, *et al.* *Campylobacter* carcass contamination throughout the slaughter process of *Campylobacter*-positive broiler batches [J]. Int J Food Microbiol, 2015, 194: 25–31.
- [12] 宋召军, 雷天垚, 唐虹, 等. 猪肉屠宰加工过程中弯曲菌流行病学调查与分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(8): 2584–2589.  
SONG ZJ, LEI TY, TANG H, *et al.* Investigation and analysis on *Campylobacter* epidemiology in pork slaughtering and processing section [J]. J Food Saf Qual, 2014, 5(8): 2584–2589.
- [13] 何蕊, 黄金林, 许海燕, 等. 弯曲菌多重 PCR 检测方法的建立及其初步应用[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2007, 28(1): 5–8.  
HE R, HUANG JL, XU HY, *et al.* Development and application of multiplex PCR assay for the detection of *Campylobacter* spp. [J]. J Yangzhou Univ (Agric Life Sci Ed), 2007, 28(1): 5–8.
- [14] FSIS. Pathogen reduction; hazard analysis and critical control point system [Z]. 1996.
- [15] 张小燕, 翟伟华, 朱佳琪, 等. 食品中弯曲菌定量检测方法的建立与初步应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(6): 1673–1678.  
ZHANG XY, ZHAI WH, ZHU JQ, *et al.* Development and application of a quantitative detection of *Campylobacter* spp. [J]. J Food Saf Qual, 2014, 5(6): 1673–1678.
- [16] 韩绣竹, 杨文腰, 李欣南, 等. 动物源弯曲菌分离纯化鉴定方法优化[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(24): 9354–9360.  
HAN JZ, YANG WY, LI XN, *et al.* Optimization of isolation, purification and identification methods for *Campylobacter* from animal origin [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(24): 9354–9360.
- [17] 郭玉梅, 秦丽云, 潘琢. 石家庄市肉鸡屠宰和市售环节弯曲菌污染状况及耐药分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2017, 29(3): 364–365.  
GUO YM, QIN LY, PAN Z. Contamination and antibiotic resistance of *Campylobacter* from chicken slaughters and markets in Shijiazhuang city [J]. Chin J Food Hyg, 2017, 29(3): 364–365.
- [18] GREIGE S, RIVOAL K, OSMAN M, *et al.* Prevalence and genetic diversity of *Campylobacter* spp. in the production chain of broiler chickens in Lebanon and its association with the intestinal protozoan *Blasocystis* ssp. [J]. Poult Sci, 2019, 98(11): 5883–5891.
- [19] THOMAS KM, GLANVILLE WA, BARKER GC, *et al.* Prevalence of *Campylobacter* and *Salmonella* in African food animals and meat: A systematic review and meta-analysis [J]. Int J Food Microbiol, 2020, 315: 108382.
- [20] 朱冬梅. 肉鸡屠宰过程中弯曲菌的分离鉴定、耐药性及 PFGE 分析[D]. 雅安: 四川农业大学, 2014.  
ZHU DM. Isolation, identification, antibiotic resistance and pulsed-field gel electrophoresis analysis of *Campylobacter* spp. from chicken slaughter and processing segments [D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2014.
- [21] LUBER P, BARTELT E. Enumeration of *Campylobacter* spp. on the surface and within chicken breast fillets [J]. J Appl Microbiol, 2007, 102(2): 313–318.
- [22] CASON JA, BUHR RJ, HINTON JA. Unheated water in the first tank of a three-tank broiler scalding [J]. Poult Sci, 2001, 80(11): 1643–1646.
- [23] BERRANG ME, DICKENS JA. Presence and level of *Campylobacter* spp. on broiler carcasses throughout the processing plant [J]. J Appl Poult Res, 2000, 9(1): 43–47.
- [24] BOYSEN L, ROSENQUIST H. Reduction of thermotolerant *Campylobacter* species on broiler carcasses following physical decontamination at slaughter [J]. J Food Prot, 2009, 72(3): 497–502.
- [25] SAMPERS I, HABIB I, ZUTTER LD, *et al.* Survival of *Campylobacter* spp. in poultry meat preparations subjected to freezing, refrigeration, minor salt concentration, and heat treatment [J]. Int J Food Microbiol, 2010, 137(2-3): 147–153.
- [26] 张秀丽, 炊慧霞, 廖兴广, 等. 2011 年河南省肉鸡养殖和屠宰加工过程中弯曲菌污染状况主动监测[J]. 中国卫生检验杂志, 2013, 9(23): 2133–2135.  
ZHANG XL, CHUI HX, LIAO XG, *et al.* Active monitoring on contamination by *Campylobacter* spp. from chickens and their carcasses during chicken raising and killing in Henan province in 2011 [J]. Chin J Health Lab Technol, 2013, 9(23): 2133–2135.

(责任编辑: 张晓寒)

## 作者简介



刘天红, 初级技师, 主要研究方向为食源性疾病康复技术研究。  
E-mail: 8015070@zju.edu.cn



宋召军, 硕士, 实验员, 主要研究方向为人兽共患病与食品安全检测和防控技术。  
E-mail: 8619003@zju.edu.cn