

## 食源性疾病

2017—2021年河南省肉与肉制品食源性致病菌监测及部分肠杆菌  
耐药特征分析

吴玲玲,李艳芬,炊慧霞,崔莹,张秀丽,李辉,李永利,廖兴广

(河南省疾病预防控制中心,河南郑州 450016)

**摘要:**目的 了解河南省肉制品中食源性致病菌的污染状况,并对肠杆菌进行血清学分型和耐药特征分析。方法 收集2017—2021年河南省郑州市等21个监测点的1934份肉与肉制品,参考《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》和《河南省食品微生物风险监测工作手册》进行沙门菌、致泻大肠埃希菌、小肠结肠炎耶尔森菌、产气荚膜梭菌、单核细胞增生李斯特菌、金黄色葡萄球菌和空肠弯曲菌等7种食源性致病菌的检测,使用微量肉汤稀释法对致泻大肠埃希菌和沙门菌进行药敏试验,分析耐药率和耐药谱等特征。结果 1934份样品中检出478株致病菌,其中沙门菌96株,共26个血清型,以肠炎沙门菌为主;致泻大肠埃希菌82株,以肠集聚性大肠埃希菌为主;产气荚膜梭菌68株,小肠结肠炎耶尔森菌38株,空肠弯曲菌33株,单核细胞增生李斯特菌140株和金黄色葡萄球菌21株。致病菌总检出率为24.72%,调理肉制品检出率最高达到89.00%,其次为生禽肉(36.79%)和生畜肉(22.35%)。96株沙门菌对氨苄西林(71.88%)、萘啶酸(63.54%)及四环素(58.33%)高水平耐药;82株致泻大肠埃希菌对四环素(84.38%)、氨苄西林(67.19%)及氯霉素(64.06%)高水平耐药,且普遍存在多重耐药情况。结论 河南省肉与肉制品存在不同程度的食源性致病菌污染,尤其是调理肉制品污染较重。致泻大肠埃希菌和沙门菌普遍对氨苄西林耐药,且存在多重耐药情况。为减少食源性疾病的暴发,降低感染率,应加强对肉与肉制品的监管监控,以保障公众食品安全。

**关键词:**食源性致病菌;肉与肉制品;肠杆菌;血清分型;耐药特征分析

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2023)05-0749-08

DOI:10.13590/j.cjfh.2023.05.019

**Prevalence of foodborne pathogens and antimicrobial resistance characteristics of  
*Enterobacteriaceae* in meat products in He'nan Province from 2017 to 2021**

WU Lingling, LI Yanfen, CHUI Huixia, CUI Ying, ZHANG Xiuli, LI Hui,

LI Yongli, LIAO Xingguang

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

**Abstract: Objective** To investigate the contamination status of foodborne pathogens in meat products in He'nan Province and analyze the serotyping and drug resistance characteristics of *Enterobacteriaceae*. **Methods** A total of 1934 samples of meat products were collected from 21 surveillance sites, including Zhengzhou City, He'nan Province, from 2017 to 2021. Seven foodborne pathogens, including *Salmonella*, Diarrheogenic *Escherichia coli* (DEC), *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, and *Campylobacter jejuni* were detected according to the National Food Contamination and Hazardous Factors Risk Monitoring Manual and the He'nan Food Safety Risk Monitoring Program. The drug susceptibility of DEC and *Salmonella* was tested using the broth microdilution method to analyze the drug resistance rate, spectrum, and other features. **Results** Four hundred and seventy eight strains of pathogenic bacteria were detected in 1934 samples, including 96 strains of *Salmonella* of 26 serotypes, mainly *Salmonella enteritidis*; 82 strains of DEC, with a predominant pathotype of *Enterogastric Escherichia coli* (EAEC); 68 strains of *Clostridium perfringens*; 38 strains of *Yersinia enterocolitica*; 33 strains of *Campylobacter jejuni*; 140 strains of *Listeria monocytogenes*; and 21 strains of *Staphylococcus aureus*. The total detection

收稿日期:2022-08-25

基金项目:河南省医学科技攻关省部共建青年项目(SBGJ202103030);河南省医学科技攻关项目(LHGJ20190690)

作者简介:吴玲玲 女 主管技师 研究方向为食源性致病菌检测 E-mail:695490715@qq.com

通信作者:廖兴广 男 主任技师 研究方向为微生物学 E-mail:13592610139@163.com

rate of pathogenic bacteria was 24.72%; for prepared meat products, it was 89.00%, followed by raw poultry meat at 36.79% and raw livestock meat at 22.35%. The highest antibiotic resistance rates of the 96 strains of *Salmonella* were for ampicillin (71.88%), nalidixic acid (63.54%), and tetracycline (58.33%). Eighty-two DEC strains were resistant to tetracycline (84.38%), ampicillin (67.19%), and chloramphenicol (64.06%), with widespread multiple drug resistance. **Conclusion** The meat products of He'nan Province were contaminated by pathogenic bacteria to varying degrees, especially in prepared meat products. The most common *Enterobacteriaceae* were DEC and *Salmonella*, which were mostly resistant to ampicillin and showed multiple drug resistance. The supervision and management of meat products should be strengthened to reduce the incidence rate of foodborne diseases and ensure public food safety.

**Key words:** Foodborne pathogens; meat products; *Enterobacteriaceae*; serotyping; drug resistance

肉与肉制品因含有优质蛋白成为热销产品,种类繁多。由于其营养丰富,是食源性致病菌污染程度较高的食品之一<sup>[1-2]</sup>。肉制品引起的食源性疾病事件一直是中国的头号食品安全问题<sup>[3-4]</sup>,因此是引发食源性疾病的高风险食品<sup>[5]</sup>。近年来,由沙门菌污染肉制品引起的食源性疾病事件在河南频有发生<sup>[6-7]</sup>。肠杆菌科细菌是社区和医院感染中常见的病原菌之一,特别是沙门菌和大肠埃希菌。由于抗生素药物在畜禽疾病防控和农牧业生产领域的广泛使用,抗生素残留导致耐药基因和耐药菌株可能通过食物链进行传播,细菌耐药已成为全球范围内的公共卫生问题,食源性致病菌的耐药性更引人关注<sup>[8-10]</sup>。因此,为掌握河南省肉与肉制品中沙门菌、致泻大肠埃希菌(*Diarrheogenic Escherichia coli*, DEC)、小肠结肠炎耶尔森菌、产气荚膜梭菌、空肠弯曲菌、单核细胞增生李斯特菌和金黄色葡萄球菌等食源性致病菌的污染情况和分布特点,以及肠杆菌科细菌的耐药情况,2017—2021年对肉与肉制品开展食品安全风险监测并对部分肠杆菌进行药物敏感试验,掌握食源性致病菌的流行病学变化特征,了解食品污染菌的耐药现状和分布特征,为耐药风险评估和防控方案的制定提供理论依据,同时为暴发及散发食源性疾病提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品及菌株来源

2017—2021年,按照《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》和《河南省食品微生物风险监测工作手册》要求,在河南省郑州市、安阳市、洛阳市、濮阳市、商丘市、济源示范区、漯河市、南阳市、平顶山市、三门峡市、商丘市睢县、许昌市、新乡市、信阳市、许昌市、禹州市、周口市、鹤壁市、焦作市、开封市、驻马店市等21个监测点共采集1934份肉与肉制品,其中调理肉制品(指禽畜肉及其副产品初加工后,再经调味腌制等处理后的非即食产品,河南

省禽肉为主)100份,生畜肉783份,生禽肉511份和熟肉制品540份。采样参照《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》和《河南省食品微生物风险监测工作手册》执行,样本均用无菌密封袋独立包装,低温保存,并于4h内送至实验室进行检测。

### 1.2 主要仪器与试剂

全自动微生物生化鉴定仪 Vitek2 compact 购自法国生物梅里埃股份有限公司;Thermo Sensititre™ AIM 全自动菌液接种仪、Thermo Sensititre™ Vizion 药敏检测仪购自美国 Thermo 公司;致病菌增菌分离鉴定所用培养基,购自北京陆桥技术股份有限公司;显色培养基购自法国科玛嘉公司;血琼脂平板购自广东环凯微生物科技有限公司;生化鉴定 GN 卡与 GP 卡购自法国梅里埃公司;革兰氏阴性菌药敏板购自美国 Thermo 公司;5种致泻大肠埃希氏菌核酸多重实时荧光 PCR 检测试剂盒购自北京卓诚惠生公司,沙门菌诊断血清购自丹麦 SSI 公司,所用培养基和试剂均在有效期内,质控合格后使用。

### 1.3 菌株鉴定及血清分型

肉与肉制品中沙门菌、致泻大肠埃希菌、小肠结肠炎耶尔森菌、产气荚膜梭菌、单核细胞增生李斯特菌、金黄色葡萄球菌、空肠弯曲菌分别参照《国家食品微生物风险监测工作手册》、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》、White-KauffmannLE Minor 抗原表、GB 4789.6—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 致泻大肠埃希氏菌检验》、GB 4789.8—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 小肠结肠炎耶尔森氏菌检验》、GB 4789.13—2012《食品安全国家标准 食品微生物学检验 产气荚膜梭菌检验》、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》、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》、GB 4789.9—2014《食品安全国家标准 食

品微生物学检验 空肠弯曲菌检验》进行检测。进行检测,同时对沙门菌进行血清学分型,对5种致泻大肠埃希菌,肠产毒性大肠埃希菌(*Enterotoxigenic Escherichia coli*, ETEC)、肠致病性大肠埃希菌(*Enteropathogenic Escherichia coli*, EPEC)、肠集聚性大肠埃希菌(*Enteraggregative Escherichia coli*, EAEC)、肠侵袭性大肠埃希菌(*Enteroinvasive Escherichia coli*, EIEC)和肠出血性大肠埃希菌(*Enterohemorrhagic Escherichia coli*, EHEC)进行毒力基因鉴定。

1.4 药敏试验

根据美国临床实验室标准化协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)推荐的微量肉汤稀释法定量测定抗生素最低抑菌浓度(Minimum inhibitory concentration, MIC),使用革兰阴性菌药敏定制药敏板(Thermo)。操作和判读分别使用Sensititre AIM药敏板加样仪和Vizion全自动药敏判读仪(Thermo)。根据《国家食源性疾病预防工作手册》选择8类14种抗生素对沙门菌和致泻大肠埃希菌进行药敏试验。分别是:氨苄西林(Ampicillin, AMP)、萘啶酸(Nalidixic acid, NAL)、环丙沙星(Ciprofloxacin, CIP)、四环素(Tetracycline, TET)、氯霉素(Chloramphenicol, CHL)、氨苄西林/舒巴坦(Ampicillinsulbactam, AMS)、甲氧苄啉/磺胺甲噁唑(Trimethoprim Sulfamethoxazole, SXT)、头孢唑啉(Cefazolin, CFZ)、头孢他啶(Ceftazidime, CAZ)、头孢西丁(Cefoxitin, CFX)、头孢噻肟(Cefotaxime, CTX)、庆大霉素(Gentamicin, GEN)、阿奇霉素(Azithromycin, AZM)和亚胺培南(Imipenem, IPM)。

以大肠杆菌 ATCC 25922(购自中国普通微生物菌种保藏管理中心)为质控菌株。参照 CLSI 标准<sup>[11]</sup>判断为耐药(R)、中介(I)、敏感(S),对3类或3类以上抗生素耐药的菌株判定为多重耐药(Multiple drug resistance, MDR)。

1.5 统计学分析

使用 Excel 2010 软件进行整理,采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析,组间率差异比较采用  $\chi^2$  检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 总体检出情况

2017—2021年采集的1934份肉与肉制品中检出478株食源性致病菌,总体检出率为24.72%。2017—2021年的采样量分别是392、260、571、518和193份,各年度食源性致病菌检出数分别为69、65、41、202和101株,致病菌检出率分别是17.60%、25.00%、7.18%、39.00%和52.33% ( $\chi^2 = 47.70, P < 0.05$ )。1934份样品中7种食源性致病菌均有检出,其中单核细胞增生李斯特菌、沙门菌、DEC、产气荚膜梭菌检出率较高,分别为7.24%、4.96%、4.24%和3.52%;其次是小肠结肠炎耶尔森菌、空肠弯曲菌和金黄色葡萄球菌,检出率分别为1.96%、1.71%和1.09%。具体见表1。

四类肉与肉制品中,调理肉制品中致病菌检出率为89.00%,明显高于生禽肉36.79%和生畜肉22.35%,且不同种类肉制品之间相比较差异有统计学意义( $\chi^2 = 24.72, P < 0.05$ ),见表2。

表1 2017—2021年河南省肉与肉制品中食源性致病菌的检出率(%)

Table 1 Detection rates of foodborne pathogens in meat and meat products in He'nan from 2017 to 2021 (%)

监测时间/年	样本量	沙门菌	EPEC	EAEC	ETEC	EHEC	小肠结肠炎耶尔森菌	产气荚膜梭菌	单核细胞增生李斯特菌	金黄色葡萄球菌	空肠弯曲菌	合计*
2017	392	5(1.28)	6(1.53)	16(4.08)	2(0.51)	1(0.26)	2(0.51)	0(0.00)	26(6.63)	11(2.81)	0(0.00)	69(17.60)
2018	260	0(0.00)	3(1.15)	22(8.46)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(0.38)	24(9.23)	0(0.00)	15(5.77)	65(25.00)
2019	571	4(0.70)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	5(0.88)	20(3.50)	9(1.58)	1(0.18)	2(0.35)	41(7.18)
2020	518	62(11.97)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	15(2.90)	30(5.79)	70(13.51)	9(1.74)	16(3.09)	202(39.00)
2021	193	25(12.95)	4(2.07)	26(13.47)	1(0.52)	1(0.52)	16(8.29)	17(8.81)	11(5.70)	0(0.00)	0(0.00)	101(52.33)
总计	1934	96(4.96)	13(0.67)	64(3.31)	3(0.16)	2(0.10)	38(1.96)	68(3.52)	140(7.24)	21(1.09)	33(1.71)	478(24.72)

注:\*表示  $\chi^2 = 47.70, P < 0.05$

表2 不同种类肉制品中食源性致病菌的检出率(%)

Table 2 Detection rates of foodborne pathogens in different kinds of meat and meat products (%)

食品类别	样本量	沙门菌	EPEC	EAEC	ETEC	EHEC	小肠结肠炎耶尔森菌	产气荚膜梭菌	单核细胞增生李斯特菌	金黄色葡萄球菌	空肠弯曲菌	合计*
调理肉制品	100	14(14.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	14(14.00)	6(6.00)	50(50.00)	5(5.00)	0(0.00)	89(89.00)
生畜肉	783	23(2.94)	10(1.28)	40(5.11)	3(0.38)	2(0.26)	23(2.94)	37(4.73)	24(3.07)	11(1.40)	2(0.26)	175(22.35)
生禽肉	511	49(9.59)	3(0.59)	23(4.50)	0(0.00)	0(0.00)	1(0.20)	25(4.89)	56(10.96)	0(0.00)	31(6.07)	188(36.79)
熟肉制品	540	10(1.85)	0(0.00)	1(0.19)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	10(1.85)	5(0.93)	0(0.00)	26(4.81)
总计	1934	96(4.96)	13(0.67)	64(3.31)	3(0.16)	2(0.10)	38(1.96)	68(3.52)	140(7.24)	21(1.09)	33(1.71)	478(24.72)

注:\*表示  $\chi^2 = 24.72, P < 0.05$

## 2.2 DEC毒力基因携带情况

1 934份肉制品中共检出82株DEC,分别为EAEC、EPEC、ETEC和EHEC4种,其中EAEC和EPEC为主要致病型。EAEC主要携带*astA*毒力基因,其次为*aggR*和*picA*基因,EPEC均携带*escV*基因,部分携带*bfpB*基因,ETEC均携带*elt*毒力基因,EHEC携带*stx1*或*stx2*毒力基因。毒力基因携带情况详见表3。

表3 82株DEC菌株毒力基因携带情况

Table 3 Virulence gene carrier of 82 DEC strains

型别	毒力基因	菌株数	占比/%
EAEC(n=64)	<i>astA</i>	32	50.00
	<i>astA, pic</i>	27	42.19
	<i>aggR, astA, pic</i>	5	7.81
EPEC(n=13)	<i>escV</i>	11	84.62
	<i>bfpB, escV</i>	2	15.38
ETEC(n=3)	<i>elt</i>	2	66.67
	<i>elt, st</i>	1	33.33
EHEC(n=2)	<i>stx1</i>	1	50.00
	<i>stx1, stx2</i>	1	50.00

## 2.3 沙门菌血清分型情况

96株沙门菌共分为26个血清型,以肠炎沙门菌为主,占比28.13%(27/96),其次为阿贡纳沙门菌,占比11.46%(11/96),肯塔基沙门菌,塞浦路斯沙门菌和鼠伤寒沙门菌均占比7.29%(7/96),具体见表4。

表4 沙门菌血清分布

Table 4 Serotyping of *Salmonella* isolates

血清型	菌株数/株	构成比/%
肠炎沙门菌	27	28.13
阿贡纳沙门菌	11	11.46
肯塔基沙门菌	7	7.29
塞浦路斯沙门菌	7	7.29
鼠伤寒沙门菌	7	7.29
印第安纳沙门菌	4	4.17
德尔卑沙门菌	3	3.13
科瓦利斯沙门菌	3	3.13
里森沙门菌	3	3.13
阿富拉沙门菌	2	2.08
海德堡沙门菌	2	2.08
利文斯通沙门菌	2	2.08
山夫登堡沙门菌	2	2.08
鼠伤寒沙门菌变种	2	2.08
其他沙门菌	2	2.08
奥尔胡斯沙门菌	1	1.04
布伦登卢普沙门菌	1	1.04
彻纳沙门菌	1	1.04
达布沙门菌	1	1.04
吉韦沙门菌	1	1.04
拉古什沙门菌	1	1.04
伦敦沙门菌	1	1.04
蒙得维的亚II沙门菌	1	1.04
汤卜逊沙门菌	1	1.04
翁热沙门菌	1	1.04
胥伐成格隆沙门菌	1	1.04
鸭沙门菌	1	1.04

## 2.4 肠杆菌科致病菌的耐药情况

96株沙门菌和82株DEC均存在不同程度的耐药现象,其中沙门菌对氨苄西林耐药率最高为71.88%(69/96),其次为萘啶酸63.54%(61/96)和四环素58.33%(56/96)。致泻大肠埃希菌中,EAEC对四环素耐药率最高,达到84.38%(54/64),其次为氨苄西林67.19%(43/64)和氯霉素64.06%(41/64)。此外,其余18株致泻大肠埃希菌(EPEC、ETEC和EHEC)对四环素耐药率最高,达到83.33%(15/18),其次为甲氧苄啶/磺胺甲噁唑61.11%(11/18)和氨苄西林55.56%(10/18),具体见表5。

## 2.5 多重耐药率和耐药谱分布

沙门菌和DEC均显示明显的多重耐药性,96株沙门菌中耐3类及3类以上抗生素的菌株有71株,共有41种耐药谱型,优势多重耐药谱型为氨苄西林-氨苄西林/舒巴坦-阿奇霉素-头孢他啶-头孢唑啉-氯霉素-环丙沙星-头孢噻肟-庆大霉素-萘啶酸-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑-四环素( $n=6$ ),氨苄西林-氨苄西林/舒巴坦-萘啶酸-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑( $n=5$ ),氨苄西林-氨苄西林/舒巴坦-萘啶酸( $n=5$ ),氨苄西林-萘啶酸-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑( $n=4$ )和氨苄西林-氨苄西林/舒巴坦-头孢唑啉-萘啶酸( $n=4$ )。

82株DEC中耐3类及3类以上抗生素的菌株有57株,共有48种耐药谱型,优势多重耐药谱型为氨苄西林-氯霉素-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑-四环素( $n=8$ ),氨苄西林-氨苄西林/舒巴坦-头孢唑啉-氯霉素-环丙沙星-头孢噻肟-庆大霉素-萘啶酸-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑-四环素( $n=3$ ),氨苄西林-氯霉素-四环素( $n=3$ ),氨苄西林-头孢唑啉-氯霉素-环丙沙星-头孢噻肟-庆大霉素-萘啶酸-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑-四环素( $n=2$ )和氨苄西林-头孢唑啉-氯霉素-头孢噻肟-庆大霉素-萘啶酸-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑-四环素( $n=2$ )。

## 3 讨论

2017—2021年河南省肉与肉制品的食源性疾病监测结果显示,1 934份样品共检出478株食源性致病菌,检出率24.72%,2020年和2021年检出率相对较高的原因可能是与当年监测的生肉制品种类为调理肉制品有关。除此之外,检测率的差异也可能跟监测地区分布,检测能力和仪器设备等有关。4种常见的肉与肉制品中,调理肉制品的致病菌检出率最高达到89.00%,主要为单核细胞增生李斯特菌、产气荚膜梭菌、沙门菌和EAEC等,其次为生禽肉、生畜肉和熟肉制品,以上检测结果与江

表5 沙门菌和致泻大肠埃希菌的抗生素耐药情况  
Table 5 Antibiotic resistance of *Salmonella* and DEC isolates

抗生素种类	抗生素名称	耐药菌株数/株(%)		
		沙门菌( <i>n</i> =96)	EAEC( <i>n</i> =64)	EPEC/ETEC/EHEC( <i>n</i> =18)
青霉素类	氨苄西林	69(71.88)	43(67.19)	10(55.56)
喹诺酮类和氟喹诺酮类	萘啶酸	61(63.54)	30(46.88)	7(38.89)
	环丙沙星	30(31.25)	17(26.56)	2(11.11)
四环素类	四环素	56(58.33)	54(84.38)	15(83.33)
苯丙醇类	氯霉素	40(41.67)	41(64.06)	9(50.00)
β-内酰胺/β-内酰胺抑制剂复合物	氨苄西林/舒巴坦	38(39.58)	16(25.00)	4(22.22)
叶酸途径抑制剂	甲氧苄啶/磺胺甲噁唑	35(36.46)	39(60.94)	11(61.11)
头孢类	头孢唑啉	32(33.33)	22(34.38)	4(22.22)
	头孢噻肟	23(23.96)	15(23.43)	4(22.22)
	头孢他啶	16(16.67)	2(3.13)	1(5.56)
	头孢西丁	1(1.04)	4(6.25)	2(11.11)
氨基糖苷类	庆大霉素	27(28.13)	19(29.69)	4(22.22)
大环内酯类	阿奇霉素	24(25.00)	—	—
碳青霉烯类	亚胺培南	0(0.00)	0(0.00)	1(5.56)
MDR	1	9(9.38)	7(10.94)	1(5.55)
	3	16(16.67)	9(14.06)	5(27.78)
	>3	55(57.29)	37(57.81)	6(33.33)

苏、山东<sup>[12-14]</sup>等文献报道结果相似。生肉制品中致病菌检出率较高,提示该类食品污染比较严重,应加强对禽畜肉类的卫生监督,从原材料,加工工序以及运输销售等环节严格控制,降低食源性疾病暴发的概率。熟肉制品中致病菌检出率虽然低于生肉制品,但也应引起重视,一旦熟制加工不彻底,储存运输销售以及人员操作过程极易造成二次污染<sup>[15]</sup>,消费者为了保留熟食风味不进行二次加工即直接食用,有可能引起食物中毒和食源性致病菌感染,因此降低熟肉制品中微生物的污染率,提高卫生质量,是避免肉与肉制品引起食源性疾病的关键<sup>[16]</sup>。

单核细胞增生李斯特菌是调理肉制品中检出率最高的食源性致病菌,且在生禽肉和熟肉制品中均有检出,与上海、江西等地区<sup>[17-18]</sup>报道的结果一致。单核细胞增生李斯特菌广泛存在于自然界中,极易污染肉制品,奶制品和海鲜产品等,具有高渗透性和耐低温性等特征,该菌在4℃环境下仍可以生长繁殖,是冷藏和冷冻食品威胁人类健康的主要致病菌之一<sup>[19]</sup>,主要感染孕妇、胎儿、老人和免疫力低下群体,严重时可导致败血症和脑膜炎<sup>[20]</sup>。

产气荚膜梭菌在生肉制品中检出率较高,与辽宁省<sup>[21]</sup>等文献报道结果一致。产气荚膜梭菌感染引起的疾病是近年来家畜养殖业中流行较广、死亡率较高的疫病之一,由于可产生芽胞,在食品灭菌环节中芽胞由于加热被激活而繁殖,是引起食源性疾病的主要原因,多感染老人和小孩,引起胃肠疾病<sup>[22]</sup>。另外,在调理肉制品,生畜肉和生禽肉中还检出小肠结肠炎耶尔森菌,金黄色葡萄球菌和空肠弯曲菌,提示生肉制品中食源性致病菌污染种类的

多样性<sup>[23-24]</sup>。弯曲菌是导致人类急性胃肠炎的主要病原体之一,本研究空肠弯曲菌主要在生禽肉中有检出,原因可能与禽畜类等温血动物的肠黏膜均可携带弯曲菌有关,且禽类弯曲菌的报道较多<sup>[25]</sup>。

沙门菌在自然界分布广泛,血清型较多,本研究在生肉和熟肉制品中均有检出。96株沙门菌共检出26个血清型,以肠炎沙门菌为主,与近年河南省食源性疾病监测结果中由肉制品引起腹泻的病人粪便中分离的沙门菌血清型一致<sup>[26]</sup>。其次为阿贡纳沙门菌,肯塔基沙门菌,塞浦路斯沙门菌和鼠伤寒沙门菌等。由于监测食品类别的多样性,血清型分布也比较分散,间接反映了肉与肉制品是沙门菌污染较为严重的食品类别。抗生素是治疗沙门菌引起食源性疾病的主要方式,近年来由于抗菌药物的不规范使用,造成沙门菌的耐药现象日趋严重<sup>[27]</sup>。本研究分离的沙门菌对氨苄西林、萘啶酸和四环素耐药率较高达到58.00%以上,与湖南、天津<sup>[27-28]</sup>等文献报道结果相似。耐药分析结果显示,沙门菌耐药谱复杂,96株沙门菌有41种耐药谱,普遍对氨苄西林耐药,耐药率为71.88%(69/96)。且多重耐药菌株占比较高,达到73.96%(71/96),对β-内酰胺类与喹诺酮类和四环素类抗生素药物(氨苄西林-氨苄西林/舒巴坦-萘啶酸-四环素)联合耐药多见,在多重耐药谱中占比34.14%(14/41)。临床治疗细菌类微生物感染性腹泻的首选药物为喹诺酮类、β-内酰胺类和4种头孢菌素类抗生素<sup>[29]</sup>,本研究发现,沙门菌对三代头孢类药物头孢噻肟和头孢他啶的耐药率为23.96%和16.67%,对头孢西丁仅有1.04%的耐药率,说明头孢西丁的抗沙门菌的作用比三代头孢类更强,且与国内其他文献报道一

致<sup>[30-32]</sup>。头孢西丁属于头霉素类抗生素,类似于第二代头孢菌素,是头孢霉素类的半合成抗生素<sup>[33]</sup>,可为临床用药提供一定的参考。

大肠埃希菌是人与动物的肠道共生菌,携带毒力基因的 DEC 可引起严重的腹泻和肠道外疾病,被公认为重要的卫生指示菌和主要的食源性致病菌之一<sup>[34]</sup>。本研究发现,2017—2021 年河南省肉制品致泻大肠埃希菌分离株以 EAEC 和 EPEC 为主要致病型,与广州市、杭州市<sup>[35-36]</sup>等为同一优势构成,其次为 ETEC 和 EHEC。EAEC 可产生两种肠毒素,分别为热稳定性肠毒素 EAST1 和丝氨酸激酶 Pet/Pic,河南省肉制品检出的 EAEC 全部携带 *astA* 基因,部分携带 *pic* 基因。EPEC 均携带 *escV* 基因,部分携带 *bfpB* 基因,EPEC 中非典型 EPEC 占比较高,与河南省食源性致病菌监测结果一致<sup>[37]</sup>。EAEC 与其余 3 种 DEC 对四环素、氨苄西林、氯霉素和甲氧苄啶/磺胺甲噁唑普遍耐药率较高,均达到 50.00% 以上。与天津<sup>[28]</sup>、北京<sup>[10]</sup>等文献报道数据相似,天津分离的 DEC 对氨苄西林耐药率最高,达到 73.68%,其次为四环素达到 63.16%。北京禽肉分离的大肠埃希菌对甲氧苄啶/磺胺甲噁唑耐药率为 83.33%,四环素次之为 32.35%。本研究分离的 DEC 菌株中,1 株 EPEC 对 6 类 10 种抗生素特别是碳青霉烯类耐药,耐药谱为氨苄西林-氨苄西林/舒巴坦-头孢西丁-头孢唑啉-氯霉素-头孢噻肟-亚胺培南-萘啶酸-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑-四环素。另外对 6 类 12 种抗生素耐药 EPEC 菌株,耐药谱为氨苄西林-氨苄西林/舒巴坦-阿奇霉素-头孢他啶-头孢唑啉-氯霉素-环丙沙星-头孢噻肟-庆大霉素-萘啶酸-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑-四环素。耐药分析结果显示,致泻大肠埃希菌多重耐药现象严重,其中对  $\beta$ -内酰胺类、四环素类、氯霉素类和磺胺类(氨苄西林-氯霉素-甲氧苄啶/磺胺甲噁唑-四环素)抗生素药物联合耐药多见,临床治疗用药时应参考耐药谱谨慎选择抗菌药物。

连续监测的结果显示,食源性致病菌的平均检出率未呈现明显下降趋势,提示河南省不同年份肉与肉制品受到不同程度食源性致病菌的污染,存在一定的食品安全风险。调理肉制品中食源性致病菌的检出率较高,可能跟原材料为畜禽肉本底带菌率高,加工工艺不包含灭菌处理以及生产环境卫生状况不达标等因素相关。一旦煎、炸、蒸、煮等操作不彻底,可能会引起食源性致病菌。考虑到该类食品潜在的食品安全隐患<sup>[19]</sup>,应扩大监测食品类别范围,并长期持续监测肉与肉制品,同时提倡居民注意饮食卫生,严格遵循生熟分开烹饪,避免产生交

叉污染。肠杆菌科细菌中沙门菌和致泻大肠埃希菌均出现不同程度的耐药现象,建议有关部门应加强对农副禽畜养殖业抗生素使用的监管力度,避免抗生素残留导致耐药基因的传播,同时临床治疗可以参考体外耐药实验结果,长期的监测数据对临床用药具有一定的参考价值。

## 参考文献

- [1] 张慧,冯佩蓉. 1 起疑似食源性聚集性病例的流行病学调查[J]. 江苏预防医学, 2022, 33(2): 204-205.  
ZHANG H, FENG P R. Epidemiological investigation of a suspected foodborne aggregation case [J]. Jiangsu Journal of Preventive Medicine, 2022, 33(2): 204-205.
- [2] 邵祥龙,孟晓慧,胡卉,等. 2015—2018 年上海市浦东新区市售生禽畜肉中 6 种食源性致病菌污染情况分析[J]. 职业与健康, 2020, 36(19): 2645-2648, 2653.  
SHAO X L, MENG X H, HU H, et al. Analysis on six foodborne pathogens contamination in retail raw poultry and livestock meat in Pudong New Area of Shanghai from 2015—2018 [J]. Occupation and Health, 2020, 36(19): 2645-2648, 2653.
- [3] 陈君石. 食品安全的前沿进展[J]. 中华预防医学杂志, 2022, 56(5): 545-548.  
CHEN J S. Leading edge development of food safety [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2022, 56(5): 545-548.
- [4] 姚维晔,陈祎清,宋昌彦,等. 2019 年上海市餐饮生食肉制品及相关产品中细菌污染调查分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2020, 32(5): 530-535.  
YAO W Y, CHEN Y Q, SONG C Y, et al. Investigation and analysis of bacteria contamination of edible raw meat and related products in catering of Shanghai in 2019 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2020, 32(5): 530-535.
- [5] 闻艳红,徐代庆,李楠,等. 北京市昌平区生肉及其制品、水产品与禽蛋等 3 类动物源食品中食源性致病菌检测结果分析[J]. 现代食品, 2022, 28(9): 195-199.  
WEN Y H, XU D Q, LI N, et al. Analysis of monitoring results of foodborne pathogens in raw meat and raw meat products, aquatic products and eggs in Changping district of Beijing [J]. Modern Food, 2022, 28(9): 195-199.
- [6] 戚浩斌,吴玲玲,炊慧霞,等. 一起肠炎沙门菌引起食源性致病菌暴发的溯源性分析[J]. 中国卫生检验杂志. 2021, 31(9): 1037-1039, 1043.  
QI H Y, WU L L, CHUI H X, et al. Traceability analysis of a foodborne disease outbreak caused by *Salmonella enteritidis* [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2021, 31(9): 1037-1039, 1043.
- [7] 郭大城,穆玉姣,胡晓,等. 河南省一起伤寒疫情的病原特征及其分子分型[J]. 河南预防医学杂志, 2021, 32(6): 413-415, 432.  
GUO D C, MU Y J, HU X, et al. Pathogenic characteristics and molecular typing of a typhoid epidemic in Henan Province [J]. Henan Journal of Preventive Medicine, 2021, 32(6): 413-415, 432.
- [8] BELINA D, HAILU Y, GOBENA T, et al. Prevalence and

- epidemiological distribution of selected foodborne pathogens in human and different environmental samples in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis [J]. *One Health Outlook*, 2021, 3(1): 19.
- [9] POIREL L, MADEC J Y, LUPO A, et al. Antimicrobial resistance in *Escherichia coli* [J]. *Microbiol Spectrum*, 2018, 6(4): ARBA-0026-2017.
- [10] 吴莹, 杨璐, 刘艳超, 等. 北京市售鸡肉和猪肉中大肠杆菌污染情况及耐药特征分析 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2022, 34(2): 211-216.
- WU X, YANG L, LIU Y C, et al. Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* in raw chicken and pork from Beijing [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2022, 34(2): 211-216.
- [11] Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). M100-Sperformance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing Twenty-Second Informational Supplement [M]. Wayne: CLSI, 2018.
- [12] 邹文燕, 王小龙, 朱莉勤, 等. 2020年苏州市生畜禽肉与调理肉制品食源性致病菌监测结果分析 [J]. *江苏预防医学*, 2022, 33(1): 94-96, 99.
- ZOU W Y, WANG X L, ZHU L Q, et al. Results of foodborne pathogens in raw animal meat and conditioned meat products in Suzhou in 2020 [J]. *Jiangsu Journal of Preventive Medicine*, 2022, 33(1): 94-96, 99.
- [13] 李读兴, 郭斌, 李会会, 等. 2016—2020年枣庄市市售肉及肉制品食源性致病菌监测结果分析 [J]. *应用预防医学*, 2022, 28(1): 79-81.
- LI D X, GUO B, LI H H, et al. Analysis of foodborne pathogens monitoring results in meat and meat products in Zaozhuang from 2016 to 2020 [J]. *Applied Preventive Medicine*, 2022, 28(1): 79-81.
- [14] 刘伟, 刘艳荣, 国锦. 2018年—2020年菏泽市肉与肉制品中食源性致病菌监测结果分析 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2021, 31(23): 2931-2934.
- LIU W, LIU Y R, GUO J. Surveillance results analysis of foodborne pathogens in meat and meat products in Heze City during 2018-2020 [J]. *Chinese Journal of Health Laboratory Technology*, 2021, 31(23): 2931-2934.
- [15] 周勇, 吴新伟, 胡玉山, 等. 2009—2018年广州市即食食品中金黄色葡萄球菌污染情况和菌型特征 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2021, 33(4): 444-450.
- ZHOU Y, WU X W, HU Y S, et al. Contamination status and characteristics of *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat foods in Guangzhou from 2009 to 2018 [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2021, 33(4): 444-450.
- [16] 申艳琴, 兰光, 权玉玲, 等. 2015年—2017年甘肃省肉与肉制品食源性致病菌污染状况调查 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2020, 30(5): 624-626.
- SHEN Y Q, LAN G, QUAN Y L, et al. Investigation of foodborne pathogenic bacteria contamination of meat and meat products in Gansu Province from 2015 to 2017 [J]. *Chinese Journal of Health Laboratory Technology*, 2020, 30(5): 624-626.
- [17] 刘洋, 周厚德, 游兴勇, 等. 2016—2020年江西省市售熟肉制品中单增李斯特菌污染情况调查及耐药研究 [J]. *现代预防医学*, 2022, 49(2): 236-240.
- LIU Y, ZHOU H D, YOU X Y, et al. Investigation on contamination and drug resistance of *Listeria monocytogenes* levels from bulk cooked meats in Jiangxi Province from 2016 to 2020 [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2022, 49(2): 236-240.
- [18] 邵祥龙, 孟晓慧, 胡卉, 等. 2015—2018年上海市浦东新区市售生禽畜肉中6种食源性致病菌污染情况分析 [J]. *职业与健康*, 2020, 36(19): 2645-2648, 2653.
- SHAO X L, MENG X H, HU H, et al. Analysis on six foodborne pathogens contamination in retail raw poultry and livestock meat in Pudong New Area of Shanghai from 2015-2018 [J]. *Occupation and Health*, 2020, 36(19): 2645-2648, 2653.
- [19] 李可维, 赵薇, 郝春萍, 等. 吉林省肉及肉制品食源性致病菌检测与分析 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(22): 8551-8555.
- LI K W, ZHAO W, HAO C P, et al. Detection and analysis of foodborne pathogenic bacteria in meat and meat products in Jilin Province [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2020, 11(22): 8551-8555.
- [20] 吴玲玲, 李艳芬, 邱正勇, 等. 2015—2017年河南省预包装熟肉制品生产加工过程单核细胞增生李斯特菌监测 [J]. *预防医学论坛*, 2017, 23(12): 884-886.
- WU L L, LI Y F, QIU Z Y, et al. Surveillance on processing chain of pre-packaged cooked meat products for *Listeria monocytogenes*, Henan Province, 2015-2017 [J]. *Preventive Medicine Tribune*, 2017, 23(12): 884-886.
- [21] 耿英芝, 于淼, 张铭琰, 等. 辽宁省食品中产气荚膜梭菌的污染状况与基因特征 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2022, 34(1): 81-86.
- GENG Y Z, YU M, ZHANG M Y, et al. Contamination status and genetic characteristics of *Clostridium perfringens* in food in Liaoning Province [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2022, 34(1): 81-86.
- [22] 朱波, 张梅梅, 祖新政, 等. 家畜产气荚膜梭菌病的诊断与防治 [J]. *草食家畜*, 2019(4): 46-51.
- ZHU B, ZHANG M M, ZU X Z, et al. Diagnosis and control of *Clostridium perfringens* in domestic animals [J]. *Grass-Feeding Livestock*, 2019(4): 46-51.
- [23] 任宏荣, 李苗云, 朱瑶迪, 等. 产气荚膜梭菌在食品中的危害及其控制研究进展 [J]. *食品科学*, 2021, 42(7): 352-359.
- REN H R, LI M Y, ZHU Y D, et al. Recent progress in hazards and control of *Clostridium perfringens* in foods [J]. *Food Science*, 2021, 42(7): 352-359.
- [24] 陈玉贞, 侯配斌, 赵金山. 常见食源性病原微生物流行病学特点及实验室诊断 [M]. 天津: 天津科学技术出版社, 2010: 25, 77, 125-128, 140-143.
- Chen Y Z, Hou P B, Zhao J S. Epidemiological characteristics and laboratory diagnosis of common foodborne pathogenic microorganisms [M]. Tianjin: Tianjin Science and Technology Press, 2010: 25, 77, 125-128, 140-143.
- [25] 吴玲玲, 闫江舟, 李艳芬, 等. 河南省某养殖场猪源弯曲杆菌的分离鉴定及系统发育分析 [J]. *江苏预防医学*, 2018, 29(1): 30-33.

- WU L L, YAN J Z, LI Y F, et al. Identification and phylogenetic analysis of *Campylobacter* of a pig farm in Henan Province[J]. *Jiangsu Journal of Preventive Medicine*, 2018, 29(1): 30-33.
- [26] 张濛, 李艳芬, 戚浩斌, 等. 2015—2016年河南省食源性疾病沙门氏菌监测情况分析[J]. *中国人兽共患病学报*, 2017, 33(8): 748-752.
- ZHANG M, LI Y F, QI H Y, et al. Surveillance situation of *Salmonella* in foodborne diseases in Henan, China 2015-2016[J]. *Chinese Journal of Zoonoses*, 2017, 33(8): 748-752.
- [27] 苏良, 杨柳青, 宋迎春, 等. 2015—2019年长沙市食源性疾病沙门菌血清分型和耐药情况分析[J]. *实用预防医学*, 2022, 29(1): 82-84.
- SU L, YANG L Q, SONG Y C, et al. Serotype and drug resistance of *Salmonella* in food-borne disease in Changsha City, 2015-2019[J]. *Practical Preventive Medicine*, 2022, 29(1): 82-84.
- [28] 孙雅娜, 刘坚龄, 梁广忠, 等. 2018—2020年天津市津南区食源性致病菌分布及药敏分析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2021, 33(5): 548-552.
- SUN Y N, LIU J L, LIANG G Z, et al. Distribution and drug sensitivity analysis of foodborne pathogens in Jinnan District of Tianjin from 2018 to 2020[J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2021, 33(5): 548-552.
- [29] 沈赟, 秦思, 郑东宇, 等. 江苏省2015—2019年沙门氏菌的血清型和耐药药情况分析[J]. *现代预防医学*, 2021, 48(12): 2263-2267.
- SHEN Y, QIN S, ZHENG D Y, et al. Serotype and antimicrobial resistance of *Salmonella* isolated from 2015 to 2019 in Jiangsu Province[J]. *Modern Preventive Medicine*, 2021, 48(12): 2263-2267.
- [30] 张铭琰, 耿英芝, 于森, 等. 辽宁省不同来源沙门氏菌耐药性分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(19): 7142-7146.
- ZHANG M Y, GENG Y Z, YU M, et al. Drug resistance analysis of *Salmonella* isolated from different sources in Liaoning Province[J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2020, 11(19): 7142-7146.
- [31] 曾献莹, 吕素玲, 杜悦, 等. 2016年广西壮族自治区食源性沙门菌的耐药性与耐药谱研究[J]. *中国食品卫生杂志*, 2018, 30(1): 22-27.
- ZENG X Y, LYU S L, DU Y, et al. Antibiotic resistance of foodborne *Salmonella* isolates in Guangxi in 2016[J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2018, 30(1): 22-27.
- [32] 沈赟, 秦思, 霍翔. 2019年江苏省部分地区儿童腹泻沙门氏菌的感染率及耐药药状况研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(15): 5150-5155.
- SHEN Y, QIN S, HUO X. Study on the infection rate and drug resistance of *Salmonella* in children with diarrhea in some areas of Jiangsu Province in 2019[J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2020, 11(15): 5150-5155.
- [33] 王立云, 赵吉兰, 谢魑, 等. 头孢西丁致过敏性休克的文献分析[J]. *现代药物与临床*, 2020, 35(4): 783-787.
- WANG L Y, ZHAO J L, XIE C, et al. Literature analysis of allergic shock induced by cefoxitin[J]. *Drugs & Clinic*, 2020, 35(4): 783-787.
- [34] 王园园, 林帆, 王苗, 等. 2013—2019年北京市顺义区腹泻病例分离致泻性大肠埃希菌耐药特征分析[J]. *疾病监测*, 2021, 36(12): 1324-1330.
- WANG Y Y, LIN F, WANG M, et al. Drug resistance characteristics of Diarrheagenic *Escherichia coli* isolated from patients with diarrhea in Shunyi district of Beijing, 2013—2019[J]. *Disease Surveillance*, 2021, 36(12): 1324-1330.
- [35] 石挺丽, 黄建华, 李秀芬, 等. 2014—2015年广州地区腹泻患儿和健康儿童致泻性大肠埃希菌流行特征及耐药分析[J]. *中华疾病控制杂志*, 2016, 20(4): 329-332.
- SHI T L, HUANG J H, LI X F, et al. Epidemiological characterization and antimicrobial resistance of diarrhea *Escherichia coli* from acute diarrheal and healthy children in Guangzhou City, 2014—2015[J]. *Chinese Journal of Disease Control & Prevention*, 2016, 20(4): 329-332.
- [36] 胡雪, 厉小玉, 周俊, 等. 杭州市腹泻儿童感染致泻性大肠埃希菌的病原学特征分析[J]. *中国卫生检验杂志*, 2017, 27(22): 3299-3300, 3318.
- HU X, LI X Y, ZHOU J, et al. Characterization analysis of diarrhea *Escherichia coli* in children with diarrhea in Hangzhou[J]. *Chinese Journal of Health Laboratory Technology*, 2017, 27(22): 3299-3300, 3318.
- [37] 邱正勇, 张濛, 吴玲玲, 等. 2015—2017年河南省食源性疾病致泻大肠埃希菌监测情况分析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2019, 31(5): 445-448.
- QIU Z Y, ZHANG M, WU L L, et al. Surveillance of diarrheagenic *Escherichia coli* in foodborne diseases in Henan, 2015—2017[J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2019, 31(5): 445-448.