

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20241014002

引用格式: 负庆茹, 庞梦婷, 解英波, 等. 2016—2023 年包头市食源性致病微生物污染状况研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(6): 91–98.

YUN QR, PANG MT, XIE YB *et al.* Study on the contamination status of foodborne pathogenic microorganisms in Baotou City from 2016 to 2023 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(6): 91–98. (in Chinese with English abstract).

2016—2023 年包头市食源性致病微生物污染 状况研究

负庆茹, 庞梦婷, 解英波, 刘志红*, 彭景贤*

(包头市疾病预防控制中心, 包头 014030)

摘要: 目的 调查 2016—2023 年内蒙古包头市食品中食源性致病菌的污染现状并对其进行风险评估。

方法 依据《内蒙古自治区食品安全风险监测计划—微生物监测》要求, 于 2016—2023 年在包头市 10 个旗县区采集食品样本, 按照标准操作程序进行食源性致病菌检测。**结果** 8 年共采集 17 个大类 1358 份食品样本, 检出 14 种 485 株致病微生物, 总检出率为 26.58% (361/1358)。在 11 类检出致病微生物的食品样本中, 肉与肉制品、水产品及其制品的致病微生物检出率较高, 分别为 42.35% (227/536) 和 47.78% (43/90)。农贸市场、种植养殖场等采样环节食品致病微生物污染严重, 检出率分别为 42.13% (75/178)、61.22% (30/49)。其中溶藻弧菌、弯曲菌检出率较高, 分别为 40.00% (8/20)、50.22% (113/225)。监测样本阳性检出率随年份增长逐年增高, 2016 年阳性率为 1.05% (2/190), 2023 年达 50.00% (100/200)。**结论** 包头市肉与肉制品、水产品及其制品受食源性致病菌污染程度较高, 农贸市场等采样环节存在引发食源性疾病的风险。

关键词: 食源性致病菌; 食品安全; 肉与肉制品; 水产品及其制品

Study on the contamination status of foodborne pathogenic microorganisms in Baotou City from 2016 to 2023

YUN Qing-Ru, PANG Meng-Ting, XIE Ying-Bo, LIU Zhi-Hong*, PENG Jing-Xian*

(Baotou Center for Disease Control and Prevention, Baotou 014030, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the contamination status and conduct a risk assessment of foodborne pathogens in food samples from Baotou City, Inner Mongolia, from 2016 to 2023. **Methods** According to the requirements of the *Inner Mongolia autonomous region food safety risk monitoring plan—Microbiological monitoring*, food samples were collected from 10 counties and districts in Baotou City between 2016 and 2023. Detection of foodborne pathogens was performed following standard operating procedures. **Results** Over the 8-year period, a total of 1358 food samples from 17 major categories were collected, and 485 strains of pathogenic

收稿日期: 2024-10-14

第一作者: 负庆茹(1989—), 女, 硕士, 主管检验师, 主要研究方向为微生物检验。E-mail: 18247122260@163.com

*通信作者: 刘志红(1970—), 女, 主任检验师, 主要研究方向为理化检验。E-mail: 1017241259@qq.com

彭景贤(1971—), 女, 硕士, 主任检验师, 主要研究方向为微生物检验。E-mail: 527246703@qq.com

microorganisms belonging to 14 species were detected, with an overall detection rate of 26.58% (361/1358). Among the 11 categories of food samples with detected pathogens, meat and meat products, as well as aquatic products and their products, showed higher detection rates of 42.35% (227/536) and 47.78% (43/90), respectively. Food samples from sampling points such as farmers' markets and farming sites were heavily contaminated, with detection rates of 42.13% (75/178) and 61.22% (30/49), respectively. Among the pathogens, *Vibrio alginolyticus* and *Campylobacter* had higher detection rates of 40.00% (8/20) and 50.22% (113/225), respectively. The positive detection rate of monitored samples increased annually, rising from 1.05% (2/190) in 2016 to 50.00% (100/200) in 2023. **Conclusion** The contamination level of foodborne pathogens in meat and meat products, as well as aquatic products and their products, is relatively high in Baotou City. Sampling points such as farmers' markets pose a risk of causing foodborne diseases.

KEY WORDS: foodborne pathogens; food safety; meat and meat products; aquatic products and their products

0 引言

食源性疾病是全球关注的公共卫生问题之一,过去的 10 年里我国共报告 1 万多起食源性疾病疫情,病死率相比较其他疾病较高^[1-2]。食品中的致病微生物污染是引发食源性疾病的首要原因,沙门氏菌、弯曲菌、致泻大肠埃希氏菌等属于较常见的致病微生物,这些往往会引发一些严重的疾病^[3]。随着市场流通中食品种类的日益多样化,食品在生产、流通、销售等各个环节均存在被致病微生物污染的风险,食用后可能导致食源性疾病的发生,近些年各地区根据微生物监测要求,采集不同种类的食品样本进行区域性食品安全监测工作,深入研究致病微生物分布情况,统计发现,在肉与肉制品中分布大量的沙门氏菌、弯曲菌等,水产品及其制品易污染弧菌,乳与乳制品中含有霉菌等污染物,尤其值得注意的是,在当今市场发展势头良好的餐饮食品预制菜中极易检出致病微生物,因此食品安全问题已成为公共卫生问题^[4-5]。

为深入了解内蒙古包头市食品中的致病微生物污染状况,本研究采用食品安全快速检测相关技术^[6],本研究对 2016—2023 年内采集的各个环节食品样本中致病微生物污染情况进行分析,有效识别并量化食品中的潜在致病微生物,以明确食源性疾病可能存在的隐患和流行趋势,并探究相关影响因素,为预防食源性疾病的发生提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

根据《国家食品安全风险监测方案》要求,采集覆盖包头市 10 个旗县区的食品样本。餐饮服务环节、流通环节及其他环节,各环节采集数量不等。2016—2023 年包头市共采集 17 个大类 1358 份食品样本,包含餐饮食品、粮食制品、肉与肉制品、乳与乳制品、水产品及其制品等食品类别。

1.2 仪器与试剂

VITEK2 COMPACT 全自动微生物鉴定仪(法国梅里

埃公司); CFX96 多重核酸聚合酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)检测系统仪(美国伯乐公司); KBF115 恒温恒湿培养箱(德国宾德公司); SH smart 基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪(matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry, MADLI-TOFMS)(德国布鲁克公司); MLS-3751L-PC 高压蒸汽灭菌器(日本松下公司)。

缓冲蛋白胨水培养基、平板计数琼脂培养基、VRBA 琼脂(广东环凯生物科技有限公司)。

1.3 实验方法

根据《内蒙古自治区食品中微生物及其致病因子监测工作手册》方案中相对应的 GB 4789—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验》系列标准中的方法检测实验中涉及的菌种。采用《常见细菌系统鉴定手册》中生化方法分离出可疑菌落,通过全自动微生物鉴定系统进行鉴定菌种。

根据监测任务要求,2016—2023 年在包头市监测的食源性致病菌项目包括致泻大肠埃希氏菌、溶藻弧菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、单增李斯特氏菌、产气荚膜梭菌、霍乱弧菌、弯曲菌等 14 种。

1.4 数据处理

采用 Excel 2010 和 SPSS 22.0 软件对检测数据进行统计分析。计数资料采用卡方检验,检验水准为 $\alpha=0.05$,所有统计检验均为双侧检验, $P<0.05$ 为具有统计学差异。

2 结果与分析

2.1 不同食品类别采样数及致病微生物检出率

2016—2023 年,本研究对内蒙古包头市的食品开展了监测。共采集涵盖 17 个大类的 1358 份食品样本,经严格检测,在所有食品样本中总计检出 485 株食源性致病菌,其总检出率为 26.58% (361/1358)。这些食源性致病菌主要分布在餐饮食品、粮食制品、肉与肉制品、乳与乳制品等 11 类食品中。不同食品类别中食源性致病菌检出率见表 1。具体而言,

不同食品类别的食源性致病菌检出率存在显著差异。其中,水产品及其制品的食源性致病菌检出率居于首位为 47.78% (43/90), 应引起高度关注。其次肉与肉制品的食源性致病菌检出率为42.35% (227/536), 该类食品在日常消费中占有较大比重, 其较高的检出率提示可能存在较大的食品安全风险。

2.2 不同采样环节采样数及致病微生物的检出率

食品中的致病微生物可能来源于生产、运输、储藏、销售等不同环节, 因此本研究监测涵盖 4 类 14 个采样环节的样本, 具体包括餐饮服务环节、流通环节、种植养殖环节、

家庭学校环节。不同采样环节中食源性致病菌检出率见表 2。通过对 1358 个样本的检测, 发现总体阳性率为 26.58% (361/1358)。其中, 种植养殖环节、农贸市场、路边摊位和便利店/零售店阳性率较高, 分别为 61.22% (30/49)、42.13% (75/178)、40.98% (25/61)和 40.69% (129/317), 表明这些环节存在较高的食源性致病菌污染风险。相反, 快餐店/小吃店/餐饮店和学校周边小商铺未检出食源性致病菌, 显示出较低的污染风险。统计分析显示, 多个环节的阳性率与总体存在显著差异($P<0.05$), 提示这些环节需加强食品安全监管。

表 1 不同食品类别食源性致病菌分布情况
Table 1 Distribution of foodborne pathogens in different food categories

食品类别	样品数	构成比/%	阳性样本数	阳性率/%	<i>P</i>	χ^2
水产品及其制品	90	5.18	43	47.78 (43/90)	<0.01	7.04
肉与肉制品	536	41.97	227	42.35 (227/536)	0.31	1.02
粮食制品	10	0.86	3	30.00 (3/10)	0.56	0.35
水果及其制品	20	0.86	6	30.00 (6/20)	0.86	0.03
餐饮食品	184	16.00	30	16.30 (30/184)	0.90	0.02
特殊食用食品	75	4.75	12	16.00 (12/75)	0.57	0.32
乳与乳制品	235	16.84	33	14.04 (33/235)	0.32	0.98
巧克力及其制品	10	0.87	1	10.00 (1/10)	0.67	0.18
坚果与籽类及其加工制品类	45	3.02	4	8.89 (4/45)	0.79	0.07
直饮水	15	1.30	1	6.67 (1/15)	0.79	0.07
蔬菜及其制品	20	1.73	1	5.00 (1/20)	0.79	0.07
饮料	10	0.86	0	0.00	0.32	1.00
焙烤及油炸类食品	16	1.38	0	0.00	0.32	1.00
豆制品	17	1.47	0	0.00	0.32	1.00
冷冻饮品	25	2.16	0	0.00	0.32	1.00
其他-布丁	10	0.86	0	0.00	0.32	1.00
调味品	40	3.45	0	0.00	0.32	1.00
合计	1358	100.00	361	26.58 (361/1358)		

表 2 不同采样环节样本中食源性致病菌分布情况
Table 2 Distribution of foodborne pathogens in different sampling stages

采样环节	样本数	构成比/%	阳性样本数	阳性率/%	<i>P</i>	χ^2
种植养殖	49	3.61	30	61.22 (30/49)	<0.001	21.99
农贸市场	178	13.11	75	42.13 (75/178)	<0.001	16.14
路边摊位	61	4.49	25	40.98 (25/61)	0.03	4.76
便利店/零售店	317	23.34	129	40.69 (129/317)	<0.001	23.81
网店	64	4.71	17	26.56 (17/64)	0.96	0.00
百货商场	82	6.04	16	19.51 (16/82)	0.22	1.55
超市	389	28.65	55	14.14 (55/389)	0.01	22.72
街头摊点	30	2.21	4	13.33 (4/30)	0.16	1.98
集体食堂	30	2.21	3	10.00 (3/30)	0.08	3.10
零售加工店	27	1.99	2	7.41 (2/27)	0.06	3.74
家庭/学校	14	1.03	1	7.14 (1/14)	0.15	1.99
饭店/酒店	61	4.49	4	6.56 (4/61)	0.00	9.20
快餐店/小吃店/餐饮店	40	2.95	0	0.00	0.04	10.63
学校周边商铺/批发市场	16	1.18	0	0.00	0.05	4.25
合计	1358	100.00	361	26.58 (361/1358)		

2.3 不同年份食源性致病菌分布情况

本研究分析了 2016—2023 年间不同年份食源性致病菌的检出率。结果如表 3 所示, 2016—2017 年阳性率较低, 分别为 1.05% (2/190)和 1.29% (2/155), 2018 年阳性率显著上升至 14.48% (21/145), 2019 年进一步上升至 22.78% (36/158), 2020 年、2021 年阳性率均呈上升趋势, 为 26.43% (37/140)和 46.00% (92/200), 2022 年略有下降至 41.76% (71/170), 2023 年升至最高, 为 50.00% (100/200)。整体阳性率呈上升趋势, 2016—2017 年与 2023 年相比, 阳性率显著增加($P<0.001$)。χ²检验显示, 各年份阳性率差异显著。研究结果提示, 食源性致病菌污染问题逐渐加剧, 需加强食品安全监管力度, 特别是 2023 年, 需重点关注食品生产、加工和销售环节的卫生状况, 以降低食源性疾病风险。

2.4 食源性致病菌菌株检出及分布情况

本研究共进行 4773 样次的食源性致病菌检测, 共检出 485 株阳性菌。结果显示见表 4, 弯曲菌阳性率最高, 为 50.22% (113/225), 其次为弧菌, 溶藻弧菌、霍乱弧菌和副溶血性弧菌阳性率为 40.00% (8/20)、24.00% (12/50)和

23.45% (34/145)。而克罗诺杆菌属、产气荚膜梭菌和致泻大肠埃希氏菌阳性率相对较低, 分别为 20.00% (6/30)、15.07% (44/292)和 13.93% (78/560)。卫生指示菌中, 霉菌阳性率为 15.70% (38/242), 肠杆菌科阳性率为 8.42% (8/95)。沙门氏菌阳性率为 7.45% (89/1195), 蜡样芽孢杆菌、铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌和单核细胞增生李斯特氏菌阳性率均低于 7%。弯曲菌和弧菌是主要的食源性致病菌, 需加强食品生产和加工环节的卫生管理, 以降低食源性疾病的风险。

对食源性致病菌的分布及基因型进行了系统分析。结果如表 5 所示, 弯曲菌主要存在于肉与肉制品中, 城市地区的零售店和农贸市场是主要采样环节, 基因型包括结弯和空弯。弧菌主要源自水产品及其制品, 且均在农贸市场有较高的检出率。克罗诺杆菌属则局限于粮食制品中, 主要在城市地区的零售店销售。致泻大肠埃希氏菌广泛分布于肉与肉制品和水果蔬菜制品中, 具有多种基因型, 如 EHEC、EPEC 和 EAEC。沙门氏菌则在肉与肉制品中检出率最高, 此外, 蜡样芽孢杆菌、铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌和单核细胞增生李斯特氏菌也有检出, 但分布相对集中。

表 3 不同年份食源性致病菌检出率
Table 3 Detection rates of foodborne pathogens in different years

年份/年	样本数	构成比/%	阳性样本数	阳性率/%	<i>P</i>	χ ²
2016	190	13.99	2	1.05 (2/190)	<0.001	39.05
2017	155	11.41	2	1.29 (2/155)	<0.001	31.08
2018	145	10.68	21	14.48 (21/145)	0.04	4.17
2019	158	11.63	36	22.78 (36/158)	0.96	0.00
2020	140	10.31	37	26.43 (37/140)	0.34	0.94
2021	200	14.73	92	46.00 (92/200)	<0.001	48.80
2022	170	12.52	71	41.76 (71/170)	<0.001	27.92
2023	200	14.73	100	50.00 (100/200)	<0.001	67.03
总计	1358	100.00	361	26.58 (361/1358)		

表 4 食源性致病菌检出率
Table 4 Detection rates of foodborne pathogens

检验项目	检验样次数	构成比/%	阳性菌株数	阳性率/%	<i>P</i>	χ ²
弯曲菌	225	23.30	113	50.22 (113/225)	<0.001	89.5
溶藻弧菌	20	1.65	8	40.00 (8/20)	0.007	7.2
霍乱弧菌	50	2.47	12	24.00 (12/50)	<0.001	12.5
副溶血性弧菌	145	7.01	34	23.45 (34/145)	0.009	6.8
克罗诺杆菌属	30	1.24	6	20.00 (6/30)	0.18	1.8
卫生指示菌_霉菌	242	7.84	38	15.70 (38/242)	0.15	2.1
产气荚膜梭菌	292	9.07	44	15.07 (44/292)	0.03	5.0
致泻大肠埃希氏菌	560	16.08	78	13.93 (78/560)	0.11	2.5
卫生指示菌_肠杆菌科	95	1.65	8	8.42 (8/95)	0.59	0.3
沙门氏菌	1195	18.35	89	7.45 (89/1195)	<0.001	26.0
蜡样芽孢杆菌	175	2.47	12	6.86 (12/175)	0.16	2.0
铜绿假单胞菌	25	0.21	1	4.00 (1/25)	0.53	0.4
金黄色葡萄球菌	747	4.95	24	3.21 (24/747)	<0.001	20.5
单核细胞增生李斯特氏菌	972	3.71	18	1.85 (18/972)	<0.001	45.0
合计	4773	100.00	485	10.16 (485/4773)		

表 5 食源性致病菌分布及基因型
Table 5 Distribution and genotyping of foodborne pathogens

检验项目	样品类别	采样环节	采样地区	包装类型	基因型
弯曲菌	肉与肉制品 -禽肉(113/113)	零售店(48/113)	城市(84/113) 农村(29/113)	散装(113/113)	结弯(49) 空弯(64)
		农贸市场(19/113)			
		路边摊位(17/113)			
		养殖环节(29/113)			
溶藻弧菌	水产品及其制品(8/8)	零售店(2/8)	城市(6/8)	散装(8/8)	
		农贸市场(6/8)	农村(2/8)		
霍乱弧菌	水产品及其制品(12/12)	农贸市场(9/12)	城市(12/12)	散装(12/12)	ctxAB-
		零售店(1/12)			
		超市(2/12)			
副溶血性弧菌	水产品及其制品(34/34)	农贸市场(20/34)	城市(33/34) 农村(1/34)	散装(34/34)	tlh+, tdh-, trh-
		零售店(9/34)			
		超市(3/34)			
		路边摊位(2/34)			
克罗诺杆菌属	粮食制品(3/3)	零售店(4/6)	城市(4/6)	预包装(6/6)	
		超市(2/6)	农村(2/6)		
霉菌	乳与乳制品(34/38)	零售店(20/38)	城市(34/38)	散装(31/38)	
	坚果制品类(3/38)	百货商场(16/38)	农村(4/38)	预包装(7/38)	
	巧克力制品(1/38)	超市(2/38)			
产气荚膜梭菌	餐饮食品(2/44) 肉与肉制品 -禽肉/畜肉(42/44)	饭店酒店(2/44)	城市(42/44) 农村(2/44)	散装(44/44)	
		零售店(23/44)			
		路边摊位(4/44)			
		农贸市场(12/44)			
致泻大肠埃希氏菌	肉与肉制品-熟肉/ 禽肉/畜肉(73/78) 水果及蔬菜制品(5/78)	饭店酒店(2/78)	城市(60/78) 农村(18/78)	散装(71/78) 预包装(7/78)	EHEC (1/78) EPEC (1/78) EAEC (76/78)
		零售店(35/78)			
		超市路边摊(19/78)			
		农贸市场(13/78)			
肠杆菌科	特殊膳食用食品(6/8)	超市(8/8)	城市(8/8)	散装(2/8)	埃希氏菌属(5/8)
	坚果与籽类食品(2/8)			预包装(6/8)	
沙门氏菌	肉与肉制品- 熟肉/禽肉/畜肉(84/89) 餐饮食品(3/89) 水产品及其制品(2/89)	零售店(34/89)	城市(74/89) 农村(15/89)	散装(84/89) 预包装(5/89)	鼠伤寒; 里森; 肯塔基等
		养殖环节(2/89)			
		超市路边摊(24/89)			
		农贸市场(28/89)			
蜡样芽孢杆菌	餐饮食品(9/12) 特殊膳食用食品(3/12)	集体食堂(2/12)	城市(9/12) 农村(3/12)	散装(9/12) 预包装(3/12)	
		街头摊点(3/12)			
		零售网店(4/12)			
		超市(3/12)			
铜绿假单胞菌	直饮水(1/1)	家庭(1/1)	城市(1/1)	散装(1/1)	
金黄色葡萄球菌	肉与肉制品 -预制/畜肉(13/24) 餐饮食品(8/24) 乳与乳制品(3/24)	集体食堂(2/24)	城市(16/24) 农村(8/24)	散装(13/24) 预包装(11/24)	
		零售店(8/24)			
		农贸市场(4/24)			
		超市(6/24)			
单核细胞增生李斯特氏菌	肉与肉制品 -预制肉/熟肉/ 禽肉/畜肉(14/18) 餐饮食品(4/18)	超市(14/18)	城市(15/18) 农村(3/18)	散装(6/18) 预包装(12/18)	
		农贸市场(1/18)			
		养殖环节(1/18)			
		网店(2/18)			

3 讨论与结论

本研究针对内蒙古包头市 2016—2023 年间的食品样本进行了食源性致病菌的监测与分析。在 1358 份食品样本中,食源性致病菌的总检出率为 26.58% (361/1358)。其中水产品及其制品的检出率最高为 47.78% (43/90),与扬州市等监测结果相类似^[7-8],肉与肉制品的检出率为 42.35% (227/536),与相关文献报道一致^[9-11],因此水产品及其制品和肉与肉制品已成为消费者重点关注的公共卫生问题,尤其是肉类食品引起的食源性疾病暴发事件占比较高,提示这两类食品可能存在较大的食品安全风险^[12-14]。其他 9 类产品中亦发现了阳性菌株,餐饮食品中检测出蜡样芽胞杆菌、粮食制品中检测出克罗诺杆菌、直饮水中检测出铜绿假单胞菌等^[15-19],提示以上食品样本类别均需引起关注。

不同采样环节中,种植养殖环节、农贸市场、路边摊位和便利店/零售店阳性率较高,与相关调查研究的结果相似^[13,20]。这一方面可能与各环节销售经营环境较差、销售摊位食品大多为未包装存放,发生交叉污染的可能性较大等因素有关^[21]。另一方面种植养殖环节是供应链的起始环节,动物内源性携带、病死动物的处理、养殖场卫生、人员的规范操作都是影响食品的风险因素^[22]。值得注意的是,本次调查结果显示,网店的食源性致病菌检出率高达 26.56% (17/64),作为新兴的食品销售环节,在给消费者带来便利的同时也存在监管不严、无证经营及卫生环境差等问题,因而建议食品安全监管部门规范储存和销售,强化关键环节的控制,以降低发生食源性疾病风险^[23]。

从年度变化来看,食源性致病菌的检出率基本上呈上升趋势,特别是 2021 年阳性率显著增加,推其原因一方面与本市检测技术水平的提升有关,近几年我市增加了二代测序技术、飞行时间质谱等菌种鉴定的先进手段^[24-25],保证了样品的快速准确地检测。另一方面是食品安全风险在逐年提高,尤其是肉与肉制品与水产品及其制品的致病风险持续增强,这些风险可能与季节的变化引起气候变化影响致病微生物的生长繁殖有关^[26],同时与工作人员不注重技术操作而导致致病微生物频发亦相关,建议相关的企业或人员应按照国家标准相关规定,严格遵守卫生操作规范,同时提醒社会公众人们尽量选择正规且可以溯源的超市及商场进行购买。

在 4773 样次的食源性致病菌检测中检出 485 株阳性菌,其中,弯曲菌和弧菌的阳性率较高,表明这两种病原体可能是该地区食源性疾病的主要病因,弯曲菌是革兰阴性微需氧菌,主要经由粪-口途径传播,感染率位居欧美等发达国家食源性细菌疾病的首位,本次分析统计发现,弯曲菌广泛分布在流通环节中肉与肉制品中的禽肉制品,基因型多样,与之前相关报道内容相符^[27-29]。分析发现弧菌主要分布在城市地区的农贸市场销售的散装水产品及其制

品中^[30],其是水产品食物中毒的主要病原菌,可通过生食水产品时经胃肠道黏膜而感染,摄食未经过高温加工或存储不当的水产品极易出现食物中毒^[31-34]。此外本次统计发现霉菌阳性率较高,乳制品中霉菌的污染状况不容乐观^[35],一方面由于地区乳制品的生产行业泛滥,另一方面可能是乳制品的手工制作和批量生产等都缺乏相关规定,管理不当所致。采用传统增菌分离培养、生化试验与 PCR 确认试验相结合的方法检出的致泻大肠埃希氏菌、沙门氏菌等存在不同菌株的基因型多样,致泻大肠埃希氏菌包括 EHEC、EPEC 和 EAEC^[36],沙门氏菌包括鼠伤寒、里森、肯塔基等,这可能与它们的宿主适应性和环境变异有关。

1358 份食品样本中致病微生物的检出率较高,包括常见的致病微生物沙门氏菌、致泻大肠埃希氏菌等,产气荚膜梭菌、单核细胞增生李斯特氏菌等亦有检出,对检出的菌毒株进行风险评估研究发现,致病微生物包含革兰氏阳性及阴性菌株,广泛分布于大自然中,主要由食用被污染的食物和水引起。有些菌种具有传染性,传播途径大部分通过消化系统,人类对大部分菌种易感。检出的 14 种致病微生物在环境中生存稳定,均有致病性,常会引起严重的疾病。目前由于抗生素滥用等原因,很多菌毒株具有抗性,对药物不敏感。通过此次调查研究,进一步了解致病微生物感染性因子的种类、来源及危害,对其危险发生的概率进行评估发现,大部分致病微生物不属于高致病性病原微生物,危害程度为第 3 类,危害度等级为 II 级。通过连续 8 年对包头市的食品样本进行了食源性致病菌的监测,种植养殖环节、农贸市场、路边摊位和便利店/零售店阳性率较高,是主要的风险点。同时要重视肉与肉制品中的弯曲菌,水产品及其制品中弧菌的污染,粮食制品中的克罗诺杆菌的污染情况,建立风险评估制度及预防措施,减少致病微生物的污染,并设置应急预案。同时,加强对社会公众的宣传引导,避免食品中病原微生物的污染爆发。

综上所述,食源性致病菌的分布在不同食品类别、采样环节和地区之间存在显著差异。本研究的实验结果揭示了其分布特征,并分析了菌株的基因型多样性。研究结果可为食品安全监管和风险评估提供科学依据,建议进一步加强水产品及其制品、肉与肉制品的监管力度,特别是城市地区的农贸市场和零售店,同时关注年度检出率的变化趋势,重点关注占比较大的阳性菌株,及时发现相关趋势,采取针对性的预防和控制措施,保障公众舌尖上的安全。

参考文献

- [1] 刘珈显,黄飞飞,郑艳敏,等. 2017—2021 年苏州市食品致病生物因子监测结果分析[J]. 江苏预防医学, 2024, 35(4): 477—481.
LIU JX, HUANG FF, ZHENG YM, *et al.* Surveillance of pathogenic biological factors in foods in Suzhou City from 2017—2021 [J]. Jiangsu Preventive Medicine, 2024, 35(4): 477—481.
- [2] CHENG H, ZHAO J, ZHANG J, *et al.* Attribution analysis of household

- foodborne disease outbreaka in China, 2010—2020 [J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2023, 20(8): 358—367.
- [3] 王琳, 赵建梅, 赵格, 等. 国内外食源性致病微生物风险预警开展现状与启示[J]. 中国动物检疫, 2020, 37(4): 65—71.
- WANG L, ZHAO JM, ZHAO G, *et al.* Current situation and enlightenment of risk early warning of foodborne pathogenic microorganisms at home and abroad [J]. China Animal Health Inspection, 2020, 37(4): 65—71.
- [4] 高庆辉, 董晓枫, 张瑞, 等. 2021—2022年沧州市市售肉与肉制品食源性致病菌监测[J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2024, 47(1): 45—47.
- GAO QH, DONG XF, ZHANG R, *et al.* Surveillance of foodborne pathogens in meat and meat products in Cangzhou City, 2021 to 2022 [J]. Chinese Frontier Health Quarantine, 2024, 47(1): 45—47.
- [5] 郭微, 沈毕忠. 2010年—2014年某市食品安全监测结果的分析[J]. 中国医药指南, 2016, 14(23): 294—295.
- GUO W, SHEN BZ. Analysis of food safety monitoring results in a city, 2010 to 2014 [J]. Guide of China Medicine, 2016, 14(23): 294—295.
- [6] 张翔渝. 食品安全快速检测技术在食源性致病菌检测中的应用[J]. 现代食品, 2024, 14(26): 79—81.
- ZHANG XY. Application of rapid food safety detection technology in the detection of foodborne pathogens [J]. Modern Food, 2024, 14(26): 79—81.
- [7] 石学香, 王本利, 叶兵, 等. 2014年青岛市食品安全风险监测与分析[J]. 现代预防医学, 2016, 43(2): 249—251, 262.
- SHI XX, WANG BL, YE B, *et al.* Food safety risk monitoring and analysis in Qingdao in 2014 [J]. Modern Preventive Medicine, 2016, 43(2): 249—251, 262.
- [8] 郭娟, 袁树, 邹莉, 等. 2015—2019年扬州市食源性致病微生物监测结果分析[J]. 现代预防医学, 2020, 47(23): 4373—4376.
- GUO J, YUAN S, ZOU L, *et al.* Surveillance results of food-borne pathogenic microorganisms in Yangzhou, 2015—2019 [J]. Modern Preventive Medicine, 2020, 47(23): 4373—4376.
- [9] 乌伊罕, 王利平, 张冰冰. 2010—2016年内蒙古自治区肉及肉制品中食源性致病菌监测[J]. 现代预防医学, 2019, 46(1): 44—47.
- WU YH, WANG LP, ZHANG BB. Surveillance for food-borne pathogens in meat and meat products, 2010—2016, Inner Mongolia [J]. Modern Preventive Medicine, 2019, 46(1): 44—47.
- [10] 刘伟, 刘艳荣, 国锦. 2018—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 YR, 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.
- [11] 何源, 李志峰, 王红, 等. 重庆市市售肉和肉制品食源性致病菌污染状况监测分析[J]. 中国卫生工程学, 2022, 21(5): 717—720.
- HE Y, LI ZF, WANG H, *et al.* Investigation of food-borne pathogenic bacteria contamination of meat and meat products in Chongqing [J]. Chinese Health Engineering, 2022, 21(5): 717—720.
- [12] 叶丽丹, 胡凤清, 饶晓红. 2016—2022年南平市肉与肉制品中食源性致病菌监测分析[J]. 疾病预防控制通报, 2024, 39(3): 79—82.
- YE LD, HU FQ, RAO XH. Monitoring and analysis of foodborne pathogens in meat and meat products in Nanping City from 2016 to 2022 [J]. Bull Disease Control Prevention, 2024, 39(3): 79—82.
- [13] 朱婷婷, 肖建伟, 徐红, 等. 2018—2019年上海市杨浦区肉及肉制品中食源性致病菌监测[J]. 现代食品, 2021, 4(15): 128—130, 133.
- ZHU TT, XIAO JW, XU H, *et al.* Surveillance of foodborne pathogens in meat and meat products in Yangpu District, Shanghai, 2018—2019 [J]. Modern Food, 2021, 4(15): 128—130, 133.
- [14] 付萍, 王连森, 陈江, 等. 2015年中国大陆食源性疾病暴发事件监测资料分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(1): 64—70.
- FU P, WANG LS, CHEN J, *et al.* Analysis of surveillance data of foodborne disease outbreaks in Chinese Mainland in 2015 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2019, 31(1): 64—70.
- [15] 刘晔, 宋晓红, 赵英芳, 等. 2013—2022年山西省市售食品中阪崎克罗诺杆菌毒力基因及分子分型研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(5): 522—527.
- LIU Y, SONG XH, ZHAO YF, *et al.* Virulence genes and molecular typing research of *Cronobacter sakazakii* in food in Shanxi Province from 2013 to 2022 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(5): 522—527.
- [16] 舒学军, 袁秀娟, 闫利群, 等. 2010—2012年宁夏餐饮食品中常见食源性致病菌污染状况分析[J]. 宁夏医学杂志, 2014, 36(11): 1066—1067.
- SHU XJ, YUAN XJ, YAN LQ, *et al.* Analysis of contamination status of common foodborne pathogens in catering food in Ningxia from 2010 to 2012 [J]. Ningxia Medical Journal, 2014, 36(11): 1066—1067.
- [17] 王敏, 刘长虹, 陈颖, 等. 粮食加工品和肉制品中克罗诺杆菌的污染状况及致病性阪崎克罗诺杆菌生物膜形成能力研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(9): 2995—3003.
- WANG M, LIU CH, CHEN Y, *et al.* Study on contamination of *Cronobacter spp* and biofilm formation ability of pathogenic *Cronobacter sakazakii* in cereal processed products and meat products [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2022, 13(9): 2995—3003.
- [18] 丁言炎, 章小洪, 郑连宝, 等. 饮用水中铜绿假单胞菌污染的研究进展[J]. 食品安全导刊, 2023, 36(32): 145—147.
- DING YY, ZHANG XH, ZHENG LB, *et al.* Research progress of rapid detection of *Pseudomonas aeruginosa* in drinking water [J]. China Food Safety Magazine, 2023, 36(32): 145—147.
- [19] 马炳存, 陈学强, 王灿, 等. 即食食品中阪崎克罗诺杆菌的分离鉴定及分子分型[J]. 中国食品学报, 2022, 22(3): 273—280.
- MA BC, CHEN XQ, WANG C, *et al.* Isolation identification and molecular characterization of *Cronobacter sakazakii* in ready-to-eat foods [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022, 22(3): 273—280.
- [20] 刘明香, 王珊, 唐漪灵, 等. 上海市虹口区 2023 年食品安全风险监测分析[J]. 健康教育与健康促进, 2024, 19(4): 412—415.
- LIU MX, WANG S, TANG YL, *et al.* Monitoring and analysis of food safety risk in Hongkou District of Shanghai in 2023 [J]. Health Education and Health Promotion, 2024, 19(4): 412—415.
- [21] 李茜茜, 乌伊罕, 曲琳. 2017—2022 年内蒙古自治区肉及肉制品中食源性致病菌污染分析[J]. 生物加工过程, 2024, 22(1): 113—118.
- LI QQ, WU YH, QU L. Evaluation of food-borne pathogen contamination in meat and meat products in Inner Mongolia Autonomous Region from 2017 to 2020 [J]. Chinese Journal of Bioprocess Engineering, 2024, 22(1): 113—118.
- [22] 吴银宝, 吴根义, 廖新伟. 实施清洁生产源头控制畜禽养殖污染[J]. 农业环境科学学报, 2021, 40(11): 2283—2291.
- WU YB, WU GY, LIAO XD. Implementing clean production source control of livestock and poultry breeding pollution [J]. Journal of Agro-Environmental Science, 2021, 40(11): 2283—2291.

- [23] 候少华, 安锋涛, 张莉. 2016—2017 年咸宁市市售食品中食源性致病菌污染状况[J]. 职业与健康, 2019, 35(4): 481–483.
HOU SH, AN FT, ZHANG L. The contamination status of foodborne pathogenic bacteria in commercially available food in Xianning City from 2016 to 2017 [J]. Occupation and Health, 2019, 35(4): 481–483.
- [24] 戴陈伟, 许勇, 武昌俊, 等. 基于高通量测序技术的食源性病原体检测应用进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 39(4): 6006–6011.
DAI CW, XU Y, WU CJ, *et al.* Progress in the application of high-throughput sequencing technology for foodborne pathogen detection [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2019, 39(4): 6006–6011.
- [25] 张秋燕, 唐静, 祝素珍, 等. 基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱分析技术在微生物鉴定与分型中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(19): 7549–7555.
ZHANG QY, TANG J, ZHU SZ, *et al.* Application of matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry in microbial identification and typing [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(19): 7549–7555.
- [26] 柴洪艳, 陈亮, 曹淑媛, 等. 动车快餐盒饭金黄色葡萄球菌污染调查分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2015, 25(14): 2422–2423.
CHAI HY, CHEN L, CAO SY, *et al.* Investigation and analysis of *Staphylococcus aureus* contamination in high-speed fast food boxed meals [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2015, 25(14): 2422–2423.
- [27] 韩小龙, 张海燕, 曹明秀, 等. 我国海产品中副溶血性弧菌的污染现状与控制策略分析[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(7): 263–267.
HAN XL, ZHANG HY, CAO MX, *et al.* Analysis of the pollution status and control strategies of *Vibrio parahaemolyticus* in Chinese seafood [J]. Food and Fermentation Industries, 2015, 41(7): 263–267.
- [28] 庞梦婷, 彭景贤, 薄力, 等. 2019—2022 年包头市肉及肉制品中弯曲菌监测结果及病原学特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(5): 588–594.
PANG MT, PENG JX, BO L, *et al.* Surveillance and pathogenic characteristics of *Campylobacter* isolated from meat products in Baotou City from 2019 to 2022 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(5): 588–594.
- [29] WILSON DJ, GABRIEL E, LEATHERBARROW AJH, *et al.* Tracing the source of campylobacteriosis [J]. PLoS Genetics, 2008, 4(9): e1000203.
- [30] 庞梦婷, 高巍, 负庆茹, 等. 2018 年—2019 年包头市市售水产品中副溶血性弧菌监测结果及病原学特征分析[J]. 现代预防医学, 2021, 48(22): 4201–4205.
PANG MT, GAO W, YUN QR, *et al.* Surveillance and pathogenic characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from aquatic products in Baotou City from 2018 to 2019 [J]. Modern Preventive Medicine, 2021, 48(22): 4201–4205.
- [31] 黎剑华, 赵洁玲, 卓菲, 等. 深圳市罗湖区 2010 年—2014 年市售水产品受食源性致病菌污染状况分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2016, 26(9): 1310–1312.
LI JH, ZHAO JL, ZHUO F, *et al.* Analysis of foodborne pathogen contamination status of commercial aquatic products in Luohu District, Shenzhen from 2010 to 2014 [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2016, 26(9): 1310–1312.
- [32] 陈韵妍, 吴小凤, 郑友限, 等. 泉州市 2013—2016 年食品中副溶血性弧菌污染状况和毒力基因分析[J]. 海峡预防医学杂志, 2017, 23(5): 72–74.
CHEN YY, WU XF, ZHENG YX, *et al.* Analysis of *Vibrio parahaemolyticus* contamination and virulence genes in food in Quanzhou City from 2013 to 2016 [J]. Strait Journal of Preventive Medicine, 2017, 23(5): 72–74.
- [33] 毛书奇, 胡群雄, 叶鸿雁, 等. 一起由河流弧菌和副溶血性弧菌引起的食物中毒调查分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(17): 2160–2161, 2164.
MAO SQ, HU QX, YE HY, *et al.* Investigation and analysis of food poisoning caused by river *Vibrio* and *Vibrio parahaemolyticus* together [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2018, 28(17): 2160–2161, 2164.
- [34] 倪娟, 潘道东, 孙杨赢, 等. 弯曲菌噬菌体在家禽生产中的防控进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(3): 703–709.
NI J, PAN DD, SUN YY, *et al.* Progress in the prevention and control of *Campylobacter phages* in poultry production [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2022, 13(3): 703–709.
- [35] 赵红霞, 李应彪. 内蒙古民族乳制品的概述[J]. 中国食物与营养, 2007(10): 49–50.
ZHAO HX, LI YB. Overview of Inner Mongolia ethnic dairy products [J]. China Food and Nutrition, 2007(10): 49–50.
- [36] 王蒋丽, 刘淑晨, 马合金, 等. 食品中致泻性大肠埃希氏菌污染状况及耐药分析[J]. 医学动物防制, 2018, 34(3): 228–230.
WANG JL, LIU SC, MA HJ, *et al.* Analysis for food diarrhea *Escherichia coli* pollution and medicine resistance [J]. Medicine Pest Control, 2018, 34(3): 228–230.

(责任编辑: 韩晓红 安香玉)