DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20260107003
引用格式: 吴莹, 王雪梅, 刘顺帅, 等. 2015—2024 年淄博市市售食品中沙门氏菌污染特征、血清型分布及耐药性[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(8): 150–156.
WU Y, WANG XM, LIU SS, *et al*. Characteristics of *Salmonella* contamination, serotype distribution and drug resistance in food sold in Zibo City, 2015—2024 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(8): 150–156. (in Chinese with English abstract).

2015—2024 年淄博市市售食品中沙门氏菌污染特征、血清型分布及耐药性

吴　莹[1], 王雪梅[1], 刘顺帅[1], 王银平[1*], 武玉平[1], 邢　燕[1], 王　勤[1], 侯配斌[2], 孙　娜[2], 彭子欣[3*]

(1. 淄博市疾病预防控制中心, 淄博　255026; 2. 山东省疾病预防控制中心, 济南　250014; 3. 国家食品安全风险评估中心, 北京　100022)

摘　要: 目的　了解山东省淄博市售食品中沙门氏菌的污染特征、血清型分布及耐药性。**方法**　按照《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》《山东省食品污染和有害因素风险监测工作手册》和 GB 4789.4—2016《食品微生物学检验 沙门氏菌检验》对 2015—2024 年采集的 19 种、1812 份食品进行沙门氏菌分离鉴定和血清分型。参考临床与实验室标准化协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)推荐的抗生素确定测试药物种类, 采用微量肉汤稀释法进行最低抑菌浓度(minimum inhibitory concentration, MIC)测定。**结果**　共检出 131 株沙门氏菌, 总体检出率为 7.23% (131/1812), 其中肉及肉制品检出率最高, 为 21.02% (95/452), 其次为动物性水产品 13.96% (31/222); 夏、秋季检出较高, 检出率分别为 19.10% (68/356)和 17.48% (54/309), 有明显的季节性, 且流通环节检出率(19.43%, 122/628)明显高于餐饮环节(4.39%, 9/205)。主要优势血清型为肠炎沙门氏菌(13.74%, 18/131)、印第安纳沙门氏菌(8.40%, 11/131)和德尔卑沙门氏菌(6.11%, 8/131)。 禽源肉制品以肠炎沙门氏菌为主(12.21%, 16/131)、猪源肉制品以德尔卑沙门氏菌为主(5.34%, 7/131)、动物性水产品以伊图里沙门氏菌(3.82%, 5/131)和阿柏丁沙门氏菌(3.82%, 5/131)为主, 具有明显的物种差异。耐药分析结果显示, 131 株沙门氏菌总体耐药率为 80.15% (105/131), 且多重耐药占比 77.14% (81/105); 氨苄西林耐药率最高 67.18% (88/131), 四环素(63.36%, 83/131)和甲氧苄氨嘧啶/磺胺甲噁唑(51.15%, 67/131)次之。**结论**　淄博市沙门氏菌污染以肉及肉制品为主, 且血清型别分布多样, 耐药及多重耐药情况严重。监管部门应加强肉类产品和动物性水产品及相关养殖环节监管, 同时提示消费者在感染高发季注意饮食卫生, 预防食源性沙门氏菌感染。

关键词: 沙门氏菌; 血清型; 耐药性; 食源性疾病

收稿日期: 2026-01-07
基金项目: 淄博市医药卫生科研项目(20231706122)

第一作者: 吴莹(1982—), 女, 硕士, 副主任技师, 主要研究方向为微生物检验。E-mail: zbcdcwy51@126.com
***通信作者:** 王银平(1989—), 女, 硕士, 副主任技师, 主要研究方向为微生物检验。E-mail: wangyinping1989@163.com
彭子欣(1982—), 女, 博士, 研究员, 主要研究方向为食品微生物。E-mail: pengzixin@cfsa.net.cn

Characteristics of *Salmonella* contamination, serotype distribution and drug resistance in food sold in Zibo City, 2015—2024

WU Ying[1], WANG Xue-Mei[1], LIU Shun-Shuai[1], WANG Yin-Ping[1*], WU Yu-Ping[1], XING Yan[1], WANG Qin[1], HOU Pei-Bin[2], SUN Na[2], PENG Zi-Xin[3*]

(1. *Zibo Center for Disease Control and Prevention*, *Zibo* 255026, *China*; 2. *Shandong Center for Disease Control and Prevention*, *Jinan* 250014, *China*; 3. *China National Center for Food Safety Risk Assessment*, *Beijing* 100022, *China*)

ABSTRACT: Objective　To investigate the contamination characteristics, serotype distribution and drug resistance of *Salmonella* in food sold in Zibo City, Shandong Province. **Methods**　According to the *National food contamination and hazardous factors risk monitoring manual*, *Shandong Province food contaminant and harmful factor risk monitoring work manual* and GB 4789.4—2016 *Food microbiological examination-Salmonella inspection*. Isolation, identification and serotyping of *Salmonella* from 19 kinds of and 1812 food samples collected from 2015 to 2024. The antibiotic drug types were determined by referring to the recommendations of the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), and the minimum inhibitory concentration (MIC) was measured using the micro broth dilution method. **Results**　A total of 131 strains of *Salmonella* were detected, with an overall detection rate of 7.23% (131/1812). Among them, the detection rate of meat and meat products was the highest, reaching 21.02% (95/452), followed by animal aquatic products at 13.96% (31/222). The detection rates were higher in summer and autumn, which were 19.10% (68/356) and 17.48% (54/309) respectively, showing obvious seasonality, and the detection rate in the circulation link (19.43%, 122/628) was significantly higher than that in the catering link (4.39%, 9/205). The main dominant serotypes were *Salmonella enteritidis* (13.74%, 18/131), *Salmonella indiana* (8.40%, 11/131) and *Salmonella derby* (6.11%, 8/131). There were differences in dominant serotypes among foods from different species: Poultry-derived meat products were mainly dominated by *Salmonella enteritidis* (12.21%, 16/131), pork-derived meat products were mainly dominated by *Salmonella derby* (5.34%, 7/131), and animal aquatic products were mainly dominated by *Salmonella ituri* (3.82%, 5/131) and *Salmonella aberdeen* (3.82%, 5/131). The drug resistance analysis results showed that the overall drug resistance rate of 131 *Salmonella* strains was 80.15% (105/131), and the proportion of multi-drug resistance was 77.14% (81/105); the highest resistance rate was 67.18% (88/131) for ampicillin, followed by tetracycline (63.36%, 83/131) and trimethoprim/sulfamethoxazole (51.15%, 67/131). **Conclusion**　*Salmonella* contamination in Zibo City is mainly found in meat and meat products, with diverse serotypes and severe drug resistance and multi-drug resistance. Regulatory authorities should strengthen the supervision of meat products, animal based aquatic products, and related breeding processes, and remind consumers to pay attention to food hygiene during the high incidence season of infection to prevent foodborne *Salmonella* infections.

KEY WORDS: *Salmonella*; serotype; drug resistance; foodborne diseases

0　引　言

沙门氏菌属(*Salmonella*)作为重要的人畜共患病病原体, 其引发的感染性腹泻在全球范围内造成显著的疾病负担[1]。全球每年由沙门氏菌导致的食源性疾病高达 9 千余万起, 患病人数超 1 亿人次, 中国大陆由沙门氏菌感染引发的食源性疾病事件占食源性疾病总数的 70%以上[2]。目前已知肠道沙门氏菌包含 2600 余种血清型, 其中伤寒/副伤寒沙门氏菌具有严格的人类宿主特异性, 而非伤寒沙门氏菌则可感染包括人类在内的多种哺乳动物[3]。非伤寒沙门氏菌主要通过污染的食物和水源传播, 受感染的动物亦可作为带菌者持续传播病原, 共同导致这类病原体的高流行率。目前, 抗生素是治疗沙门氏菌病的主要手段, 由于医疗及畜牧水产养殖业中抗生素的广泛使用, 使得沙门氏菌的耐药性尤其是多重耐药(multidrug resistance, MDR)在全球范围内呈上升趋势, 这给抗微生物感染的临床治疗带

来了极大挑战[4]。本研究系统地对淄博市 2015—2024 年 10 年间分离自市售食品中的 131 株沙门氏菌进行污染特征、血清型分布规律及耐药性分析，旨在为沙门氏菌病的监测防控及临床治疗提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料、仪器与试剂

1.1.1 样品来源

按照《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》和《山东省食品污染和有害因素风险监测工作手册》(以下简称监测工作手册)要求，在淄博市所辖区(县)采集焙烤及油炸类食品、米面制品、动物性水产、肉与肉制品等共计 19 种食品 1812 份，覆盖各大流通和餐饮环节，以无菌操作方式随机采集样品，独立密封包装，冷藏储存条件下 4 h 内送至实验室检测。

1.1.2 仪器与试剂

Vitek2 Compact 全自动微生物鉴定系统(法国 BioMrieux 公司)；autoflex speed LIN 微生物飞行时间质谱鉴定仪(德国布鲁克公司)。

缓冲蛋白胨水、四硫磺酸盐煌绿增菌液、亚硒酸盐胱氨酸增菌液、亚硫酸铋琼脂、木糖赖氨酸脱氧胆盐琼脂(北京陆桥技术股份有限公司)；沙门氏菌诊断血清(丹麦 Statens seruminrtitut 公司)；革兰阴性需氧菌药敏检测板[复星诊断科技(长沙)有限公司]。以上试剂均在有效期内使用。

1.2 方 法

1.2.1 分离鉴定及血清学分型

依据 GB 4789.4—2016《食品微生物学检验 沙门氏菌检验》《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》和《山东省食品污染和有害因素风险监测工作手册》进行沙门氏菌检验，采用玻片凝集试验对分离出的沙门氏菌进行血清分型。

1.2.2 药敏试验

采用微量肉汤稀释法，参考临床与实验室标准化协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)推荐的抗生素选取 10 大类 14 种抗生素进行最低抑菌浓度(minimum inhibitory concentration, MIC)测定，包括氨苄西林(ampicillin, AMP)、氨苄西林/舒巴坦(ampicillin/sulbactam, AMS)、阿奇霉素(azithromycin, AZM)、头孢唑林(cefazolin, CFZ)、头孢噻肟(cefotaxime, CTX)、头孢西丁(cefoxitin, CFX)、头孢他啶(ceftazidime, CAZ)、氯霉素(chloramphenicol, CHL)、环丙沙星(ciprofloxacin, CIP)、萘啶酸(nalidixicacid, NAL)、庆大霉素(gentamicin, GEN)、亚胺培南(imipenem, IPM)、四环素(tetracycline, TET)、甲氧苄氨嘧啶/磺胺甲噁唑(trimethoprim/sulfamethoxazole, SXT)，同时以大肠埃希菌 ATCC25922 作为质控菌株。对 3 类及以上抗生素耐药的菌株定义为 MDR 菌株。

1.3 数据处理

应用 Excel 2013 对数据进行整理分析，使用 SPSS 27.0 软件对检出情况进行卡方检验，以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。采用 Rstudio (v4.3.2)对分析结果数据进行可视化图表绘制。

2 结果与分析

2.1 不同种类食品沙门氏菌检出情况

19 种食品中沙门氏菌总体检出率为 7.23% (131/1812)，其污染主要分布在米面制品、动物性水产品和肉及肉制品样品中。检出率最高的是肉及肉制品(21.02%, 95/452)，其次为动物性水产品(13.96%, 31/222)，3 种食品检出率差异有统计学意义(χ^2=29.061, P<0.001)，详见表 1。

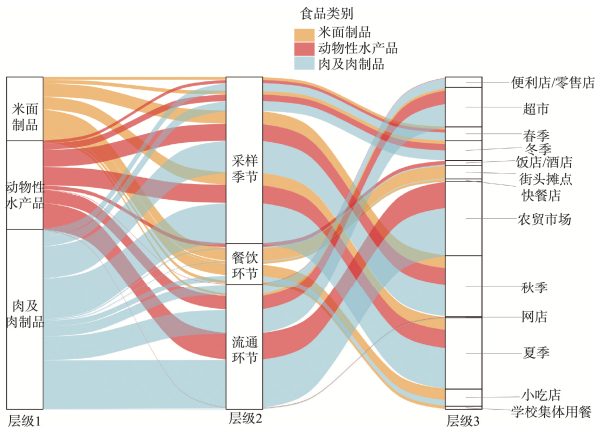
表 1 不同种类的主要污染食品中沙门氏菌检出情况
Table 1 Detection of *Salmonella* in different types of major contaminated foods

年度	检出率/%		
	米面制品	动物性水产品	肉及肉制品
2015	-	30.00 (9/30)	30.00 (18/60)
2016	-	18.89 (17/90)	30.00 (9/30)
2017	-	-	3.33 (1/30)
2018	-	0.00 (0/20)	0.00 (0/20)
2019	0.00 (0/20)	-	10.00 (6/60)
2020	15.00 (3/20)	-	16.18 (11/68)
2021	0.00 (0/32)	0.00 (0/10)	29.03 (18/62)
2022	2.27 (1/44)	0.00 (0/20)	25.71 (18/70)
2023	3.45 (1/29)	15.63 (5/32)	18.75 (6/32)
2024	0.00 (0/14)	0.00 (0/20)	40.00 (8/20)
合计	3.14 (5/159)	13.96 (31/222)	21.02 (95/452)

注: -表示该年度未检测此类样本。

2.2 主要污染食品在不同季节和不同采样环节沙门氏菌检出情况

沙门氏菌污染主要集中在夏、秋季，两个季节总检出率为 18.35% (122/665)；其次是春季(11.59%, 8/69)，不同季节检出率差异有统计学意义(χ^2=20.839, P<0.001)。在不同采样环节，流通环节检出率(19.43%, 122/628)明显高于餐饮环节(4.39%, 9/205)，差异有统计学意义(χ^2=26.366, P<0.001)；污染主要集中在农贸市场(21.72%)、便利店/零售店(19.23%)、超市(14.72%)和饭店/酒店(12.00%)，详见图 1。



注: 此桑基图中流线宽度表示沙门氏菌检出率高低, 展示了各维度间沙门氏菌检出的关联关系。

图 1　主要污染食品在不同季节和不同采样环节沙门氏菌检出情况

Fig.1　Detection of *Salmonella* in main contaminated foods in different seasons and different sampling periods

2.3　肉及肉制品、动物性水产品中沙门氏菌检出情况

肉及肉制品中生禽肉污染情况最严重, 检出率为 34.08% (61/179); 其次为生畜肉, 检出率为 30.34% (27/89); 其他肉制品检出率较低, 不同肉制品间检出率差异有统计学意义(χ^2=56.112, P<0.001)。不同物种来源肉制品中, 禽源样品检出率最高(25.70%, 64/249); 其次为猪源样品, 检出率 22.61% (26/115)。不同物种肉制品间检出率差异有统计学意义(χ^2=15.940, P=0.001), 详见表 2。

动物性水产品中淡水产品检出率(21.05%, 20/95)显著高于海产品(8.66%, 11/127) (χ^2=6.946, P=0.008)。不同存活状态和保存方式下, 活产品检出率(19.35%, 18/93)显著高于冰鲜/冷冻产品(10.08%, 13/129) (χ^2=3.871, P=0.049)。动物性水产品包括鱼类、软体动物类和甲壳类, 检出率最高的是甲壳类(23.40%, 11/47), 其次是软体动物(12.00%, 9/75)和鱼类(11.00%, 11/100), 差异无统计学意义(χ^2=4.458, P=0.108)。详见表 3。

2.4　沙门氏菌血清型

检出的 131 株沙门氏菌中, 肉及肉制品和动物性水产品是主要检出来源, 占比分别为 74.81% (98/131)和 21.37% (28/131)。131 株沙门氏菌分离株鉴定出了 47 种血清型, 居前三位的是肠炎沙门氏菌、印第安纳沙门氏菌和德尔卑沙门氏菌, 占比分别为 13.74% (18/131)、8.40% (11/131)和 6.11% (8/131)。其中禽源肉制品优势血清型为肠炎沙门氏菌(12.21%, 16/131)和印第安纳沙门氏菌(7.63%, 10/131), 猪源肉制品优势血清型为德尔卑沙门氏菌(5.34%, 7/131)和里森沙门氏菌(4.58%, 6/131); 动物性水产品优势血清型为伊图里沙门氏菌(3.82%, 5/131)和阿柏丁沙门氏菌(3.82%, 5/131)。详见图 2。

表 2　肉及肉制品中沙门氏菌检出情况

Table 2　Detection of *Salmonella* in meat and meat products

	产品	检出份数	检测份数	检出率/%	χ^2 检验
肉制品种类	动物血液	1	50	2.00	χ^2=56.112 P<0.001
	熟肉制品	3	82	3.66	
	调理肉制品	3	52	5.77	
	生畜肉	27	89	30.34	
	生禽肉	61	179	34.08	
不同物种来源	羊源	3	55	5.45	χ^2=15.940 P=0.001
	牛源	2	33	6.06	
	猪源	26	115	22.61	
	禽源*	64	249	25.70	

注: *表示禽源包括鸡、鸭、鹅、鸽制品。

2.5　耐药情况分析

按照 CLSI 判定标准, 131 株沙门氏菌对 14 种抗生素的耐药率维持在较高水平, 有 105 株出现不同程度的耐药, 总体耐药率为 80.15% (105/131), 仅有 3 种药物耐药率在 20%以下。耐药率居前三位的是 AMP (67.18%, 88/131)、TET (63.36%, 83/131)和 SXT (51.15%, 67/131), 其次为 CHL (48.85%, 64/131)、AMS (38.17%, 50/131)、NAL (35.88%, 47/131)和 GEN (30.53%, 40/131)。且不同物种来源分离株耐药种类不同, 除 AMP、TET 和 SXT 外, 生禽肉以 NAL、CHL、CTX 耐药为主, 生畜肉以 CHL、GEN 耐药为主, 动物性水产品以 AMS、AZM 耐药为主, 耐药率差异有统计学意义(P<0.05)。详见表 4。

2.6　分离菌株的多重耐药谱

105 株耐药沙门氏菌中有 81 株具有 MDR 性(占比 77.14%, 81/105), 呈现出 52 种多重耐药谱, 其中耐受 4 种药物占比最高(19.75%, 16/81), 其次为 6 种(占比 14.81%, 12/81)和 12 种(占比 12.35%, 10/81), 且有 2 株沙门氏菌对 14 种药物均耐药, 详见图 3。AMP-CHL-TET-SXT 耐药谱菌株数最多(占比 9.88%, 8/81), 其次为 AMP-AMS-AZM-CFZ-CTX-CAZ-CHL-CIP-GEN-NAL-TET-SXT, 占比 8.64% (7/81)。表 5 中列出了主要的 13 种多重耐药谱。

表 3　动物性水产品中沙门氏菌检出情况

Table 3　Detection of *Salmonella* in animal aquatic products

类别	淡水产品(检出份数/检测份数)			海产品(检出份数/检测份数)			检出率/%
	鱼类	软体动物 [a]	甲壳类 [b]	鱼类	软体动物 [a]	甲壳类 [b]	
冰鲜/冷冻产品	0/16	-	4/15	6/38	1/38	2/22	10.08 (13/129)
活产品	5/45	7/12	4/7	0/1	1/25	1/3	19.35 (18/93)

注: a. 软体动物包括腹足类(螺)、双壳类(蛤、蚶、蛏、扇贝等)、头足类(鱿鱼、章鱼等); b. 甲壳类包括虾类和蟹类。-表示无此数据。

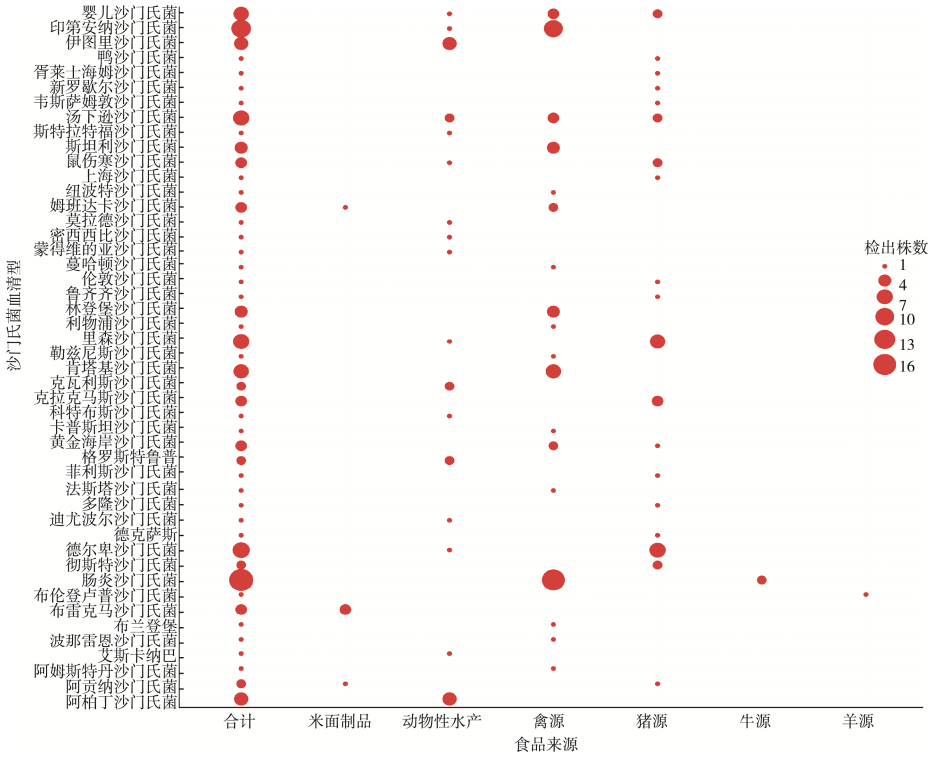


图 2 131 株沙门氏菌血清型别分布情况

Fig.2 Distribution of serotypes of 131 *Salmonella* strains

表 4 131 株沙门氏菌 14 种抗生素耐药情况

Table 4 Antimicrobial resistance patterns of 131 *Salmonella* strains to 14 kinds of antibiotics

抗生素类别	抗生素种类	耐药率/%			
		生禽肉	生畜肉	动物性水产品	合计
β-内酰胺类	AMP	67.24 (39/58)	66.00 (33/50)	69.57 (16/23)	67.18 (88/131)
	AMS	43.10 (25/58)	24.00 (12/50)	56.52 (13/23)	38.17 (50/131)
大环内酯类	AZM	24.14 (14/58)	16.00 (8/50)	52.17 (12/23)	25.95 (35/131)
头孢类	CFZ	43.10 (25/58)	14.00 (7/50)	13.04 (3/23)	26.72 (35/131)
	CTX	44.83 (26/58)	6.00 (3/50)	13.04 (3/23)	24.43 (32/131)
	CFX	3.45 (2/58)	2.00 (1/50)	13.04 (3/23)	5.34 (7/131)
	CAZ	29.31 (17/58)	4.00 (2/50)	13.04 (3/23)	16.79 (22/131)
苯丙醇类	CHL	48.28 (28/58)	62.00 (31/50)	21.74 (5/23)	48.85 (64/131)
喹诺酮类和氟喹诺酮类	CIP	32.76 (19/58)	18.00 (9/50)	21.74 (5/23)	25.19 (40/131)
	NAL	53.45 (31/58)	18.00 (9/50)	30.43 (7/23)	35.88 (47/131)
氨基糖苷类	GEN	37.93 (22/58)	32.00 (16/50)	8.70 (2/23)	30.53 (40/131)
碳青霉烯类	IPM	1.72 (1/58)	0.00 (0/50)	4.35 (1/23)	1.53 (2/131)
四环素类	TET	56.90 (33/58)	68.00 (34/50)	69.57 (16/23)	63.36 (83/131)
叶酸途径抑制剂	SXT	43.10 (25/58)	56.00 (28/50)	60.87 (14/23)	51.15 (67/131)

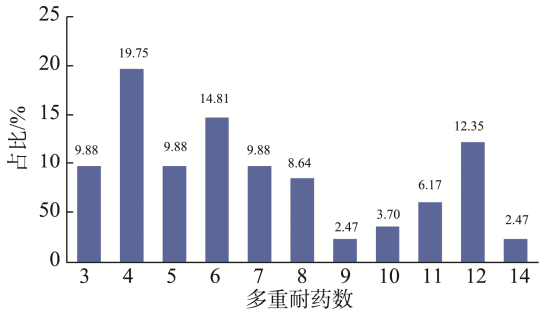


图 3 81 株 MDR 沙门氏菌耐药情况

Fig.3 Drug resistance status of 81 MDR *Salmonella* strains

表 5 81 株 MDR 沙门氏菌主要耐药谱

Table 5 Primary resistance profiles of 81 MDR *Salmonella* strains

耐药谱	菌株数/株	MDR 占比/%
AMP-CHL-TET-SXT	8	9.88
AMP-AMS-AZM-CFZ-CTX-CAZ-CHL-CIP-GEN-NAL-TET-SXT	7	8.64
AMP-AMS-NAL	4	4.94
AMP-AMS-AZM-TET-SXT	4	4.94
AMP-TET-SXT	3	3.70
AMP-AMS-NAL-TET	2	2.47
AMP-AMS-TET-SXT	2	2.47
AMP-AMS-CFZ-NAL	2	2.47

表 5(续)

耐药谱	菌株数/株	MDR 占比/%
AMP-AMS-AZM-NAL-TET-SXT	2	2.47
AMP-AMS-CHL-GEN-TET-SXT	2	2.47
AMP-AZM-CHL-GEN-TET-SXT	2	2.47
AMP-AMS-AZM-CFZ-CTX-CFX-CAZ-CHL-CIP-TET-SXT	2	2.47
AMP-AMS-AZM-CFZ-CTX-CFX-CAZ-CHL-CIP-GEN-IPM-NAL-TET-SXT	2	2.47

3　讨　论

沙门氏菌是广泛存在于自然界和养殖环境中的人兽共患病原菌, 我国食源性疾病中约有四分之三是由沙门氏菌感染引起, 主要原因是接触或食用了被沙门氏菌污染的食品[5–6]。此次分析结果显示, 2015—2024 年淄博市沙门氏菌污染主要来源于肉及肉制品和动物性水产品。从采样季节和采样环节来看, 沙门氏菌污染主要集中在夏、秋季, 明显高于冬、春季, 这也与我国大陆食源性疾病暴发时间分布吻合[7–10]; 流通环节沙门氏菌检出率远高于餐饮环节, 流通环节环境复杂, 尤其农贸市场以生制食品为主, 存在较高的交叉污染风险, 这也是该环节检出率高的主要原因。

沙门氏菌血清型种类繁多, 我国已鉴定出 290 余种[11]。有研究报道, 全球非伤寒沙门氏菌的疾病负担显著高于伤寒/副伤寒沙门氏菌[12], 不同血清型沙门氏菌均可导致人类或动物致病, 以肠炎沙门氏菌、鼠伤寒沙门氏菌、德尔卑沙门氏菌和婴儿沙门氏菌最常见[13]。此次分析结果淄博市血清型别分布多样, 共鉴定出 47 种血清型, 检出率居前三位的是肠炎沙门氏菌、印第安纳沙门氏菌和德尔卑沙门氏菌, 且均以肉与肉制品检出为主。不同物种来源分离株优势血清型明显, 禽源肉制品以肠炎沙门氏菌和印第安纳沙门氏菌为主, 猪源肉制品以德尔卑沙门氏菌和里森沙门氏菌为主, 动物性水产品以伊图里沙门氏菌和阿柏丁沙门氏菌为主。这与本省济南[14]、临沂[15]、潍坊[16]及部分省份和地区(河南[17]、吉林[18]和苏州[19])报道一致, 与泰安[20]、菏泽[21]及其他部分省份和地区的报道有差异[5,22–24], 但与我国畜禽动物中沙门氏菌血清型总体分布一致[6,25–26], 说明沙门氏菌血清型分布存在地域和宿主来源差异。肠炎沙门氏菌作为我市主要污染菌型, 其污染溯源及菌株间的相关性分析后续通过全基因组测序进一步研究。

从药物敏感性分析结果来看, 131 株沙门氏菌对 14 种常用抗生素的总耐药率达 80.15%, 仅 3 种药物耐药率低于 20%, 提示淄博市沙门氏菌的耐药形势较为严峻。推测与畜禽养殖中抗菌药物的广泛应用(包括治疗性用药与预防性添加)密切相关——长期的药物选择压力加速了耐药菌株在环境与食物链中的富集[27], 耐药菌株可通过食物链传递至人类, 对公共卫生构成重大威胁。耐药率居前三位的 AMP (67.18%)、TET (63.36%)及甲氧苄啶/磺胺甲恶唑(51.15%), 均为畜禽养殖领域传统常用的低成本抗菌药物, 这类药物因抗菌谱较广、经济性突出, 常被用于畜禽感染防治及生长促进, 不合理的长期使用是其耐药率居高不下的核心原因[28]。这也与国内多数食源性沙门氏菌耐药研究中的结论一致[5,20,29], 反映了此类药物的耐药性累积已成为共性问题。本研究中 77.14%的耐药菌株呈现 MDR 性, 且形成 52 种耐药谱, 甚至存在对 14 种测试药物全耐药的菌株, 凸显了沙门氏菌 MDR 的复杂性与高风险。生禽肉、生畜肉与动物性水产品来源的沙门氏菌优势耐受药物存在一定差异, 这一结果与不同养殖品类的抗菌药物使用偏好直接相关, 药物选择压力的分化导致了不同来源菌株耐药特征的差异[30]。

4　结　论

淄博市沙门氏菌污染以肉及肉制品和动物性水产品为主, 且生禽肉污染率最高, 污染主要集中在夏秋季和农贸市场、便利零售店环节。沙门氏菌血清型以肠炎沙门氏菌为主且对 β-内酰胺类和 TET 类抗生素耐药严重。提示相关监管部门应加强肉类产品和动物性水产品的监管, 尤其是流通环节的生鲜食品, 定期对经营环境和储存条件进行检查, 防止交叉污染。同时提示消费者, 在感染高发季注意饮食卫生, 预防食源性沙门氏菌感染。本研究明确了淄博市沙门氏菌污染流行特征、耐药及 MDR 现状, 为食源性沙门氏菌耐药监测体系的构建提供了基础数据, 也为临床合理用药、畜禽水产养殖抗菌药物管控提供了参考。后续将结合耐药基因检测, 进一步阐明沙门氏菌的耐药机制与传播规律。

参考文献

[1] 吴玲玲, 邱正勇, 李永利, 等. 2015—2022 年河南省食品和临床鼠伤寒沙门氏菌及单相鼠伤寒沙门氏菌的耐药特征比较分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(6): 646–652.
WU LL, QIU ZY, LI YL, *et al*. Comparative analysis of antimicrobial resistance of *Salmonella enterica* serovar typhimurium and its monophasic variant in food and clinical patients in He'nan Province from 2015 to 2022 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(6): 646–652.

[2] 聂术君, 刘高敏, 赵婷, 等. 2022—2024 年重庆市伦敦沙门氏菌溯源及耐药分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(18): 108–119.
NIE SJ, LIU GM, ZHAO T, *et al*. Traceability and antibiotic resistance analysis of *Salmonella* London in Chongqing from 2022 to 2024 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(18): 108–119.

[3] 李毅, 章乐怡, 谢爱蓉, 等. 2006—2021 年温州地区沙门氏菌感染流行病学特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2023, 35(6): 940–945.
LI Y, ZHANG LY, XIE AIR, *et al*. Epidemiological characteristics of *Salmonella* infection in Wenzhou from 2006 to 2021 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2023, 35(6): 940–945.

[4] 余文, 安琳, 任秀, 等. 2021—2022 年上海市区零售鸡肉和猪肉馅中沙门氏菌血清型和耐药特征研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(9): 172–177.
YU W, AN L, REN X, *et al*. Study on serotypes and drug resistance characteristics of *Salmonella* in retail chicken and pig meatfillings in Shanghai in 2021—2022 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(9): 172–177

[5] 李宛珈, 林寅盛, 刘敏芳, 等. 2013—2023 年广东地区水禽源沙门氏菌血清分型及耐药性分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2025, 41(3): 297–303.
LI WJ, LIN YS, LIU MF, *et al*. Serotyping and drug resistance analysis of *Salmonella* from waterfowl in the Guangdong Region, 2013—2023 [J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2025, 41(3): 297–303.

[6] 段瑶, 李杰, 阚飙, 等. 2006—2016 年我国畜禽动物源性沙门氏菌血清

型分布及其耐药特征[J]. 疾病监测, 2019, 34(4): 296–302.
DUAN Y, LI J, KAN B, *et al*. Serotype distribution and drug resistance characteristics of livestock-borne *Salmonella* in China, 2006−2016 [J]. Disease Surveillance, 2019, 34(4): 296–302.

[7] 李红秋, 郭云昌, 宋壮志, 等. 2019 年中国大陆食源性疾病暴发监测资料分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2021, 33(6): 650–656.
LI QH, GUO YC, SONG ZZ, *et al*. Analysis of foodborne disease outbreaks in China's mainland in 2019 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2021, 33(6): 650–656.

[8] 李红秋, 贾华云, 赵帅, 等. 2021 年中国大陆食源性疾病暴发监测资料分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2022, 34(4): 816–821.
LI HQ, JIA HY, ZHAO S, *et al*. Analysis of foodborne disease outbreaks in China's mainland in 2021 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2022, 34(4): 816–821.

[9] 李红秋, 郭云昌, 刘志涛, 等. 2022 年中国大陆食源性疾病暴发监测资料分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(8): 962–967.
LI HQ, GUO YC, LIU ZT, *et al*. Analysis of foodborne disease outbreaks in China's mainland in 2022 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(8): 962–967.

[10] 范鹏辉, 李红秋, 褚遵华, 等. 2023 年中国大陆食源性疾病暴发监测结果分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(10): 1199–1208.
FAN PH, LI HQ, CHU ZH, *et al*. Analysis of foodborne diseases outbreak surveillance in China's mainland, 2023 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(10): 1199–1208.

[11] 罗丹丹, 鲁志平, 文永平, 等. 2012—2024 年我国部分地区禽源沙门氏菌耐药情况研究进展[J]. 中国动物传染病学报, 2025, 33(2): 178–193.
LUO DD, LU ZP, WEN YP, *et al*. Analysis the antimicrobial resistance of avian-origin *Salmonella* in some regions of China from 2012 to 2024 [J]. Chinese Journal of Animal Infectious Diseases, 2025, 33(2): 178–193.

[12] 陈建辉, 刘玥, 邱玉峰, 等. 福建省 1975—2021 年沙门氏菌血清型分布和表型特征[J]. 中国食品卫生杂志, 2023, 35(9): 1249–1257.
CHEN JH, LIU Y, QIU YF, *et al*. Distribution and phenotypic characteristics of *Salmonella* serotype from 1975 to 2021 in Fujian Province [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2023, 35(9): 1249–1257.

[13] 王贤文, 赵丽媛, 张瑞雪, 等. 沙门氏菌血清分型及耐药机制研究进展[J]. 山东农业科学, 2024, 56(1): 174–180.
WANG XW, ZHAO LY, ZHANG RX, *et al*. Research progress on serotyping and antimicrobial resistance mechanism of *Salmonella* [J]. Shandong Agricultural Sciences, 2024, 56(1): 174–180.

[14] 李健, 宋绚丽, 时玉雯, 等. 济南市市售肉与肉制品中致病菌污染状况及沙门氏菌耐药性与分型特征分析[J]. 中国热带医学, 2024, 24(11): 1383–1389.
LI J, SONG XL, SHI YW, *et al*. The pathogenic bacteria contamination status, *Salmonella* drug resistance, and typing characteristics of retail meat and meat products in Ji'nan City [J]. China Tropical Medicine, 2024, 24(11): 1383–1389.

[15] 李成伟, 张晓妮, 高远, 等. 临沂市肉与肉制品中食源性致病菌监测及病原特征分析[J]. 食品安全导刊, 2024(9): 27–32.
LI CW, ZHANG XN, GAO Y, *et al*. Surveillance and pathogenie characteristics of foodbornepathogens in meat and meat products in Linyi City [J]. Journal of Food Safety Guide, 2024(9): 27–32.

[16] 孙永波, 于明明, 汪忆梦. 2016—2022 年山东省潍坊市市售食品中沙门氏菌污染情况分析[J]. 预防医学论坛, 2024, 30(8): 585–588.
SUN YB, YU MM, WANG YM. Analysis on contamination of *Salmonella* in food sold in Weifang City from 2016 to 2022 [J]. Preventive Medicine Tribune, 2024, 30(8): 585–588.

[17] 吴玲玲, 李艳芬, 炊慧霞, 等. 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[J]. 中国食品卫生志, 2023, 35(5): 749–756.
WU LL, LI YF, CHUI HX, *et al*. Prevalence of foodborne pathogens and antimicrobial resistance characteristics of *Enterobacteriaceae* in meat products in He'nan Province from 2017 to 2021 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2023, 35(5): 749–756.

[18] 孙景昱, 赵薇, 孙绩岩, 等. 2022 年吉林省食品中沙门氏菌耐药性及分子特征分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2024, 40(2): 104–110.
SUN JY, ZHAO W, SUN JY, *et al*. Drug resistance and molecular characterization of *Salmonella* isolated from food in Jilin Province, 2022 [J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2024, 40(2): 104–110.

[19] 王小龙, 邹文燕, 朱莉勤, 等. 苏州市沙门氏菌血清型、耐药及多位点序列分型分析[J]. 微生物学通报, 2024, 51(10): 4245–4256.
WANG XL, ZOU WY, ZHU LQ, *et al*. Serotypes, drug resistance, and multilocus sequence types of *Salmonella* isolates in Suzhou [J]. Microbiology China, 2024, 51(10): 4245–4256.

[20] 郑金华, 马瑜, 张洋洋. 2021—2023 年山东省泰安市市售食品中食源性沙门氏菌污染状况及耐药性分析[J]. 预防医学论坛, 2024, 30(7): 518–521.
ZHENG JH, MA Y, ZHANG YY. Analysis on food-borne *Salmonella* contamination and drugresistance in Tai'an City from 2021 to 2023 [J]. Preventive Medicine Tribune, 2024, 30(7): 518–521.

[21] 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 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.

[22] 钟宇婧, 周倩, 黄靖宇, 等. 贵州省动物性食品中沙门氏菌耐药及分子特征相关性研究[J]. 现代预防医学, 2023, 50(1): 163–168.
ZHONG YJ, ZHOU Q, HUANG JY, *et al*. Correlation of drug resistance and molecular characteristics of *Salmonella* in animal food, Guizhou [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(1): 163–168.

[23] 李茜茜, 乌伊罕, 曲琳. 2016—2020 年内蒙古自治区肉及肉制品中沙门氏菌血清型分布与耐药性分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2023, 39(5): 478–486.
LI QQ, WU YH, QU L. Analysis of antimicrobial susceptibility and serotype distribution of *Salmonella* in meat and meat products in Inner Mongolia during 2016—2020 [J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2023, 39(5): 478–486.

[24] 刘欣玲, 王烜, 邓开旗, 等. 2015—2020 年宜宾市肉类食品沙门氏菌血清型及分子分型研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2023, 35(3): 321–325.
LIU XL, WANG X, DENG KQ, *et al*. *Salmonella* serotyping and molecular typing in meat products in Yibin city of Sichuan Province from 2015 to 2020 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2023, 35(3): 321–325.

[25] CHEN ZQ, BAI J, ZHANG XB, *et al*. Highly prevalent multidrug resistance and QRDR mutations in *Salmonella* isolated from chicken, pork and duck meat in Southern China, 2018-2019 [J] . International Journal of Food Microbiology, 2021, 340: 109055.

[26] ZENG YB, XIONG LG, TAN MF, *et al*. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* in pork, chicken, and duck from retail markets of China [J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2019, 16(5): 339–345.

[27] CHENG YL, ZHANG JG, HUANG Q, *et al*. Genome-based analysis of genetic diversity, antimicrobial susceptibility, and virulence gene distribution in *Salmonella* pullorum isolates from poultry in China [J]. Animals (Basel), 2024, 14(18): 2675.

[28] SAXON JM, ADELARD BM, AUGUSTINO AC, *et al*. Detection and antibiotic resistance of *Salmonella* isolates from selected poultry farms in Dares Salaam, Tanzania [J]. Access Microbiology, 2025, 7(5). DOI: 10.1099/acmi.0.000879.v5

[29] 刘世伟, 卢晓红, 齐妍, 等. 2008—2023 年中国猪肉生产链污染沙门氏菌的血清型和耐药特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2025, 37(1): 10–23.
LIU SW, LU XH, QI Y, *et al*. Characterization of serovars and drug resistance of *Salmonella* contaminating pork production chains in China, 2008-2023 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2025, 37(1): 10–23.

[30] 陈霞, 赵晓菲, 车洁, 等. 527 株肉鸡源大肠埃希菌的药物敏感性特征研究[J]. 疾病监测, 2020, 35(1): 46–51.
CHEN X, ZHAO XF, CHE J, *et al*. Antibiotic resistance characteristics of 527 *Escherichia coli* isolates from broilers [J]. Disease Surveillance, 2020, 35(1): 46–51.

(责任编辑: 蔡世佳 安香玉)