DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20251031001
引用格式: 王燕梅, 乔昕, 倪云龙, 等. 2022—2024 年江苏省市售食品中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌污染及耐药状况[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(4): 219–225.
WANG YM, QIAO X, NI YL, *et al*. Contamination and antimicrobial resistance status of *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* isolated from commercially available foods in Jiangsu Province from 2022 to 2024 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(4): 219–225. (in Chinese with English abstract).

2022—2024 年江苏省市售食品中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌污染及耐药状况

王燕梅[1], 乔　昕[1,2], 倪云龙[1], 徐　燕[1,2*]
(1. 江苏省疾病预防控制中心, 南京　210009; 2. 江苏省新发突发重大传染病病原微生物重点实验室, 南京　210009)

摘　要: 目的　分析江苏省市售食品中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌的污染和耐药状况。**方法**　2022—2024 年在江苏省采集市售食品共 8110 份, 使用《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》方法进行沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌检测和分型, 使用微量肉汤稀释法进行药敏试验。**结果**　市售食品中沙门氏菌检出率 4.6%, 致泻大肠埃希氏菌检出率 2.9%。肉与肉制品中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌检出率均为最高, 分别为 9.9%、4.7%, 其次是水产及其制品, 检出率分别为 2.4%和 1.9%。262 株沙门氏菌共分出 49 种血清型, 37 株未能分型, 肠炎沙门氏菌、鼠伤寒沙门氏菌和肯塔基沙门氏菌为优势血清型。116 株致泻大肠埃希氏菌中, 绝大多数为肠道聚集性大肠埃希氏菌(enteroaggregative *Escherichia coli*, EAEC), 占比 87.1%。沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌均对四环素、氨苄西林和氯霉素耐药率高, 对替加环素和碳青霉烯类抗生素较为敏感。沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌多重耐药率分别为 65.3%、59.5%。**结论**　江苏省市售食品中分离的沙门氏菌血清型多样, 沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌耐药水平较高、多重耐药比较严重、耐药谱复杂, 畜牧养殖、监管部门等需引起高度重视。

关键词: 市售食品; 沙门氏菌; 致泻大肠埃希氏菌; 药敏试验

Contamination and antimicrobial resistance status of *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* isolated from commercially available foods in Jiangsu Province from 2022 to 2024

WANG Yan-Mei[1], QIAO Xin[1,2], NI Yun-Long[1], XU Yan[1,2*]
(1. *Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention*, *Nanjing* 210009, *China*; 2. *Jiangsu Provincial Medical Key Laboratory of Pathogenic Microbiology in Emerging Major Infectious Diseases*, *Nanjing* 210009, *China*)

ABSTRACT: Objective　To investigate the contamination and antimicrobial resistance status of *Salmonella* and

收稿日期: 2025-10-31
基金项目: 江苏省新发突发重大传染病病原微生物重点实验室项目
第一作者: 王燕梅(1985—), 女, 副主任技师, 主要研究方向为食品微生物检测。E-mail: wym1985@126.com
***通信作者:** 徐燕(1965—), 女, 主任技师, 主要研究方向为消毒与感染控制。E-mail: cdcxy@vip.sina.com

diarrheagenic *Escherichia coli* in commercially available foods in Jiangsu Province. **Methods** A total of 8110 samples of commercially available foods were collected in Jiangsu Province from 2022 to 2024. *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* were detected and typed using the methods specified in the *National work manual for food contaminant and hazardous factor risk monitoring*, and antimicrobial susceptibility testing was performed by the broth microdilution method. **Results** The overall detection rate of *Salmonella and* diarrheagenic *Escherichia coli* was 4.6% and 2.9%, respectively. Meat and meat products had the highest detection rates of both pathogens, which were 9.9% for *Salmonella* and 4.7% for diarrheagenic *Escherichia coli*, followed by aquatic products, with the rate of 2.4% and 1.9%. The 49 kinds of serotypes were identified among the 262 *Salmonella* strains, 37 strains could not be typed. *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium* and *Salmonella kentucky* were the dominant serotypes. Among the 116 diarrheagenic *Escherichia coli* isolates, most were enteroaggregative *Escherichia coli* (EAEC), accounting for 87.1%. Both *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* showed high resistance rates to tetracycline, ampicillin and chloramphenicol, while they were relatively sensitive to tigecycline and carbapenem antibiotics. The multi-drug resistance rates of *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* were 65.3% and 59.5%, respectively. **Conclusion** *Salmonella* isolated from commercially available foods in Jiangsu Province have diverse serotypes. Both *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* exhibit high levels of antimicrobial, multidrug resistance and complex resistance spectra. This issue demands great attention from animal husbandry and regulatory authorities.

KEY WORDS: commercially available foods; *Salmonella*; diarrheagenic *Escherichia coli*; susceptibility test

0 引 言

沙门氏菌是引起腹泻的重要致病菌之一[1], 每年在全球造成约 1.5 亿例患病和约 6 万例死亡[2], 我国大约有 70%~80%食源性疾病病例由沙门氏菌引起[3–4], 导致每年 987 万例肠胃炎病例发生[5], 在免疫力低下个体中可能导致严重疾病, 甚至危及生命[6]。沙门氏菌病与食用受沙门氏菌污染的食品有关, 主要来自禽肉、猪肉、蛋制品等[7], 其中动物性食品是最主要的病因食品[8], 因此对市售食品沙门氏菌污染的持续监测有重要意义。

大肠埃希氏菌是最主要的食源性致病菌之一[9], 部分菌株污染食物后进入人体会导致严重腹泻, 被称为致泻大肠埃希氏菌, 常见的致泻大肠埃希氏菌根据毒力基因、致病机制和临床症状不同分为 5 类: 肠道致病性大肠埃希氏菌(enteropathogenic *Escherichia coli*, EPEC)、肠道侵袭性大肠埃希氏菌(enteroinvasive *Escherichia coli*, EIEC)、肠产毒性大肠埃希氏菌(enterotoxigenic *Escherichia coli*, ETEC)、肠道聚集性大肠埃希氏菌(enteroaggregative *Escherichia coli*, EAEC)和产志贺毒素大肠埃希氏菌(Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, STEC), 其中包括出血性大肠埃希氏菌(enterohemorrhagic *Escherichia coli*, EHEC)[10–11]。我国食源性疾病暴发监测显示, 2020—2021 年由致泻大肠埃希氏菌引起的食源性疾病暴发事件 100 余起, 发病人数 2000 余位[12]。

目前, 沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌感染的治疗主要依赖抗生素, 然而, 抗菌药物在畜牧业及临床治疗中的过度使用或不合理使用, 加剧了细菌的耐药问题[13], 尤其是残留于养殖动物和环境中的抗生素对细菌构成的选择性压力, 导致动物源细菌的耐药谱不断扩大, 对常见抗生素的耐药率不断升高[14]。现有研究有关江苏省食品中分离的沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌耐药现状报道甚少, 本研究在 2022—2024 年从江苏省农贸市场、超市、饭店等各个环节采集市售食品 8110 份, 检测其中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌, 对检出菌株进行分型和药敏试验, 分析菌株的流行特征、分型情况和耐药结果, 为食源性疾病防控和临床用药提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 材 料

2022—2024 年在江苏省 13 个省辖市的农贸市场、超市、饭店等采集市售食品包括肉与肉制品、水产及其制品、乳与乳制品、调味品、蔬菜水果等共计 8110 份, 其中 5672 份检测沙门氏菌污染情况, 3974 份样品检测致泻大肠埃希氏菌污染情况, 并对检出菌株进行青霉素类、碳青霉烯类、头孢类、氨基糖苷类等 12 大类共 25 种抗生素(包括氨苄西林、氨苄西林/舒巴坦、头孢他啶/阿维巴坦、头孢西丁、亚胺培南、四环素、复方磺胺等)药物敏感试验。

1.2 仪器与试剂

VITEK 2 Compact 全自动生化鉴定仪和革兰氏阴性细菌鉴定卡片(法国生物梅里埃公司); QuantStudio 7 Pro 实时荧光聚合酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)仪、Sensititre AIM 药敏板加样仪、Vizion 全自动药敏判读仪、

革兰阴性菌定制药敏板(美国赛默飞世尔科技公司)。

沙门氏菌、致泻大肠埃希氏菌增菌培养基(北京陆桥技术股份有限公司); 沙门氏菌、致泻大肠埃希氏菌选择性分离培养基(法国科玛嘉微生物学公司); 5 种致泻大肠埃希氏菌荧光定量试剂盒(北京卓诚惠生生物科技股份有限公司); 沙门氏菌血清(丹麦国家血清研究所、宁波天润生物药业有限公司); 质控标准菌株为大肠埃希氏菌 ATCC25922(美国菌种保藏中心)。

1.3　实验方法

根据《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》要求和标准操作程序进行采样, 沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌的检验和分型以及药敏试验。

1.3.1　市售食品样品的采集

在全省城市和农村的农贸市场、超市、大、中小型饭店等采集肉与肉制品(包括生禽肉、生畜肉、调理肉制品、熟肉制品等), 水产及其制品(包括动物性海产品、预制调理水产品、生食动物性水产品等), 乳与乳制品, 调味品, 蔬菜和水果等有代表性的市售食品样品。

1.3.2　沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌的检验和分型

食品样品经过增菌和选择性平板分离后得到沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌可疑菌落, 使用 VITEK 2 Compact 全自动生化鉴定仪进行生化鉴定, 沙门氏菌使用血清分型, 致泻大肠埃希氏菌通过 PCR 确认。

1.3.3　沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌的药敏试验

采用微量肉汤稀释法, 定量测定致病菌的最低抑菌浓度(minimal inhibitory concentration, MIC), 并使用 Vizion 全自动药敏判读仪判读结果。

1.4　数据处理

使用 SPSS 27.0 进行数据分析, 应用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验比较各组别检出率或者多重耐药率的差异, 检验水准 α=0. 05, P<0.05 为差异有统计学意义。

2　结果与分析

2.1　沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌检出情况

2022—2024 年在江苏省农贸市场、超市、饭店等采集市售食品包括肉与肉制品、水产及其制品、乳与乳制品、蔬菜水果等样品 8110 份, 其中 5672 份检测沙门氏菌, 检出阳性样品 262 份, 总检出率 4.6%; 3974 份样品检测致泻大肠埃希氏菌, 检出阳性样品 116 份, 总检出率 2.9%, 检出情况详见表 1。沙门氏菌总检出率显著高于致泻大肠埃希氏菌总检出率(χ^2=17.941, P<0.001)。

肉与肉制品中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌检出率均为最高, 分别为 9.9%、4.7%, 其次是水产及其制品, 沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌检出率分别为 2.4%和 1.9%。其他样品主要包括烧烤类即食食品、烘焙麦片、巧克力及其制品等, 其中 1 份烧烤类即食食品(荤)检出沙门氏菌。

2.2　沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌血清分型结果

262 株沙门氏菌共分出 49 种血清型, 有 37 株未能分型。江苏省食品中沙门氏菌排名前 10 位血清型见表 2, 其中肠炎沙门氏菌占比最高, 为 15.3%, 其次是鼠伤寒沙门氏菌和肯塔基沙门氏菌, 占比均为 9.5%, 血清型集中在 B、D、C3、C1 和 E1 群。其他血清型还包括山夫登堡沙门氏菌、里森沙门氏菌、胥莱士亥姆沙门氏菌、德尔卑沙门氏菌、布伦登卢普沙门氏菌、纽波特沙门氏菌、吉韦沙门氏菌等。

116 株致泻大肠埃希氏菌中, 绝大多数为 EAEC, 占比 87.1% (101/116), 其次是 EPEC, 占比 9.5% (11/116), EHEC 和 ETEC 分别检出 3 株、1 株。

表 1　江苏省市售食品中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌检出情况

Table 1　Detection status of *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* isolated from commercially available foods in Jiangsu Province

食品种类	沙门氏菌			致泻大肠埃希氏菌		
	样品数	检出数	检出率/%	样品数	检出数	检出率/%
肉与肉制品	2206	218	9.9	2206	103	4.7
水产及其制品	1317	31	2.4	583	11	1.9
乳与乳制品	125	0	0.0	0	/	/
调味品	296	3	1.0	113	0	0.0
蔬菜和水果	343	1	0.3	343	0	0.0
焙烤及油炸食品	225	0	0.0	0	/	/
预制菜	402	8	2.0	402	2	0.5
其他	758	1	0.1	327	0	0.0
合计	5672	262	4.6	3974	116	2.9

注: /表示此类食品中未检测致泻大肠埃希氏菌。

表 2 江苏省市售食品中分离沙门氏菌血清型前 10 位

Table 2 Top 10 *Salmonella* serotypes isolated from commercially available foods in Jiangsu Province

血清型	血清群	菌株来源	菌株数	构成比/%
肠炎沙门氏菌(*Salmonella enteritidis*)	D 群	肉与肉制品、水产及其制品、预制菜、即食烧烤	40	15.3
鼠伤寒沙门氏菌(*Salmonella typhimurium*)	B 群	肉与肉制品、水产及其制品	25	9.5
肯塔基沙门氏菌(*Salmonella kentucky*)	C3 群	肉与肉制品、水产及其制品	25	9.5
阿贡纳沙门氏菌(*Salmonella agona*)	B 群	肉与肉制品、水产及其制品	15	5.7
印地安纳沙门氏菌(*Salmonella indiana*)	B 群	肉与肉制品、预制菜	14	5.3
科瓦利斯沙门氏菌(*Salmonella corvallis*)	C3 群	肉与肉制品	14	5.3
伦敦沙门氏菌(*Salmonella london*)	E1 群	肉与肉制品、水产及其制品	6	2.3
姆班达卡沙门氏菌(*Salmonella mbandaka*)	C1 群	肉与肉制品	6	2.3
汤卜逊沙门氏菌(*Salmonella thompson*)	C1 群	肉与肉制品、水产及其制品、水果	5	1.9
婴儿沙门氏菌(*Salmonella infantis*)	C1 群	肉与肉制品、水产及其制品、预制菜	5	1.9

2.3 沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌耐药结果

262 株沙门氏菌中 223 株均发现不同程度耐药, 耐药率 85.1%, 116 株致泻大肠埃希氏菌中 86 株发现不同程度耐药, 耐药率 74.1%。沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌对 12 大类 25 种抗生素药物敏感试验结果表明(表 3), 沙门氏菌对四环素耐药率最高, 达 61.8%, 其次是对氨苄西林和氯霉素, 耐药率均超过 50%, 对氟苯尼考、复方磺胺和氨苄西林/舒巴坦的耐药率分别为 49.6%、44.5%和 42.0%。对替加环素和碳氢霉烯类抗生素较为敏感, 耐药率均小于 2%, 对多粘菌素 B 和多粘菌素 E 中介率高, 分别为 93.5%和 88.2%。

致泻大肠埃希氏菌对四环素耐药率最高, 达 64.7%, 其次是氨苄西林, 耐药率 52.6%, 对氯霉素、复方磺胺、氟苯尼考和链霉素的耐药率分别为 48.3%、47.1%、44.8%和 41.2%。对替加环素最为敏感, 耐药率为 0.9%, 然后为碳青霉烯类抗生素(亚胺培南、美罗培南和厄他培南), 耐药率均小于 4%。

2.4 沙门氏菌和大肠埃希氏菌多重耐药情况

同时对 3 类或 3 类以上抗生素耐药的菌株为多重耐药菌, 沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌多重耐药情况见表 4, 262 株沙门氏菌(2022 年 89 株、2023 年 67 株、2024 年 106 株)中多重耐药菌株共 171 株(2022 年 53 株、2023 年 43 株、2024 年 75 株), 多重耐药率 65.3%。不同年份间沙门氏菌多重耐药率(2022 年 59.6%、2023 年 64.2%、2024 年 70.8%)无显著性差异(χ^2=2.726, P=0.256), 肉与肉制品中沙门氏菌多重耐药率(69.7%)与水产及其制品中沙门氏菌多重耐药率(61.3%)无显著性差异(χ^2=0.898, P=0.343), 苏南、苏中、苏北地区沙门氏菌多重耐药率(分别为 67.7%、66.7%、61.1%)无显著性差异(χ^2=1.059, P=0.589)。

116 株致泻大肠埃希氏菌(2022 年 14 株、2023 年和 2024 年各 51 株)中多重耐药菌株共 69 株(2022 年 3 株、2023 年 32 株、2024 年 34 株), 多重耐药率 59.5%。不同年份间致泻大肠埃希氏菌多重耐药率(2022 年 21.4%、2023 年 62.8%、2024 年 66.8%)有显著性差异(χ^2=9.729, P=0.008), 肉与肉制品中致泻大肠埃希氏菌多重耐药率显著高于水产及其制品多重耐药率(P=0.049), 苏南、苏中、苏北地区致泻大肠埃希氏菌多重耐药率(分别为 52.1%、73.7%、61.2%)无显著性差异(χ^2=2.742, P=0.254)。

表 3 江苏省市售食品中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌药敏试验结果

Table 3 Antimicrobial susceptibility test results of *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* isolated from commercially available foods in Jiangsu Province

抗生素种类	抗生素名称	菌株数(百分比/%)					
		沙门氏菌			致泻大肠埃希氏菌		
		耐药 R	中介 I	敏感 S	耐药 R	中介 I	敏感 S
青霉素类	氨苄西林	156 (59.6)	4 (1.5)	102 (38.9)	61 (52.6)	1 (0.9)	54 (46.5)
β-内酰胺/β-内酰胺抑制剂复合物	氨苄西林/舒巴坦	110 (42.0)	44 (16.8)	108 (41.2)	29 (25.0)	26 (22.4)	61 (52.6)
	头孢他啶/阿维巴坦	5 (2.9)	-	168 (97.1)	2 (2.0)	-	100 (98.0)
头孢类	头孢西丁	8 (3.1)	27 (10.3)	227 (86.6)	13 (11.2)	6 (5.2)	97 (83.6)
	头孢唑啉	98 (37.4)	54 (20.6)	110 (42.0)	34 (29.3)	28 (24.1)	54 (46.6)
	头孢呋辛	75 (28.6)	21 (8.0)	166 (63.4)	27 (23.3)	3 (2.6)	86 (74.1)
	头孢噻肟	79 (30.1)	2 (0.8)	181 (69.1)	26 (22.4)	1 (0.9)	89 (76.7)

表 3(续)

抗生素种类	抗生素名称	菌株数(百分比/%)					
		沙门氏菌			致泻大肠埃希氏菌		
		耐药 R	中介 I	敏感 S	耐药 R	中介 I	敏感 S
头孢类	头孢他啶	41 (15.6)	12 (4.6)	209 (79.8)	12 (10.3)	4 (3.5)	100 (86.2)
	头孢吡肟	33 (12.6)	34 (13.0)	195 (74.4)	11 (9.5)	11 (9.5)	94 (81.0)
	头孢噻呋	75 (28.6)	1 (0.4)	186 (71.0)	21 (18.1)	1 (0.9)	94 (81.0)
碳氢霉烯类	亚胺培南	4 (1.5)	5 (1.9)	253 (96.6)	2 (1.7)	7 (6.0)	107 (92.3)
	美罗培南	3 (1.7)	1 (0.6)	169 (97.7)	3 (2.9)	2 (2.0)	97 (95.1)
	厄他培南	3 (1.1)	0	259 (98.9)	4 (3.4)	0	112 (96.6)
氨基糖苷类	庆大霉素	77 (29.4)	4 (1.5)	181 (69.1)	22 (19.0)	2 (1.7)	92 (79.3)
	链霉素	97 (56.1)	0	76 (43.9)	42 (41.2)	0	60 (58.8)
	阿米卡星	12 (4.6)	0	250 (95.4)	7 (6.0)	0	109 (94.0)
乳菌肽脂肽类	多粘菌素 E	31 (11.8)	231 (88.2)	-	18 (15.5)	98 (84.5)	-
	多粘菌素 B	17 (6.5)	245 (93.5)	-	15 (12.9)	101 (87.1)	-
大环内酯类	阿奇霉素	43 (16.4)	-	219 (83.6)	28 (27.5)	-	74 (72.5)
四环素类	四环素	162 (61.8)	1 (0.4)	99 (37.8)	75 (64.7)	0	41 (35.3)
	替加环素	1 (0.4)	5 (1.9)	256 (97.7)	1 (0.9)	2 (1.7)	113 (97.4)
喹诺酮类和氟喹诺酮类	环丙沙星	61 (23.3)	69 (26.3)	132 (50.4)	31 (26.7)	11 (9.5)	74 (63.8)
苯丙醇类	氯霉素	140 (53.4)	6 (2.3)	116 (44.3)	56 (48.3)	2 (1.7)	58 (50.0)
氯霉素类	氟苯尼考	130 (49.6)	12 (4.6)	120 (45.8)	52 (44.8)	12 (10.4)	52 (44.8)
叶酸途径抑制剂	复方磺胺	77 (44.5)	-	96 (55.5)	48 (47.1)	-	54 (52.9)

注: -表示美国临床和实验室标准协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)或欧洲抗菌药物敏感性试验委员会(European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, EUCAST)标准中没有相关判定标准。

表 4　江苏省市售食品中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌多重耐药情况

Table 4　Multidrug resistance status of *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* isolated from commercially available foods in Jiangsu Province

组别		沙门氏菌					致泻大肠埃希氏菌				
		菌株数	多重耐药菌株数	多重耐药率/%	χ^2	P	菌株数	多重耐药菌株数	多重耐药率/%	χ^2	P
年份	2022	89	53	59.6	2.726	0.256	14	3	21.4	9.729	0.008
	2023	67	43	64.2			51	32	62.8		
	2024	106	75	70.8			51	34	66.8		
食品种类	肉与肉制品	218	152	69.7	0.898	0.343	103	64	62.1	*	0.049
	水产及其制品	31	19	61.3			11	3	27.3		
地区	苏南地区	130	88	67.7	1.059	0.589	48	25	52.1	2.742	0.254
	苏中地区	42	28	66.7			19	14	73.7		
	苏北地区	90	55	61.1			49	30	61.2		

注: *表示使用 Fisher 精确检验。

3　讨论与结论

沙门氏菌是我国引起细菌性食物中毒病例数最多的食源性致病菌[15], 本研究结果显示, 江苏省市售食品中沙门氏菌检出率 4.6%, 肉与肉制品检出率最高, 达 9.9%, 其次是水产及其制品。江苏省食品中沙门氏菌血清型分布具有高度多态性, 优势血清型为肠炎沙门氏菌、鼠伤寒沙门氏菌和肯塔基沙门氏菌, 与江苏省食源性疾病监测中腹泻病人粪便中分离的沙门氏菌血清型基本一致[16]。吉林省[17]食品中沙门氏菌优势血清型为肠炎沙门氏菌和盖勒特匹沙门氏菌, 甘肃省[18]为肠炎沙门氏菌和里森沙门氏菌, 河南省[19]食品中阿贡纳沙门氏菌和德尔卑沙门氏菌占比

最高，说明不同地区的食品中检出的沙门氏菌优势血清型存在差异。

本研究中江苏省食品中分离的沙门氏菌耐药率为85.1%，多重耐药率65.3%，与全国食品中[20]分离沙门氏菌耐药率(84.70%)和多重耐药率(61.39%)一致。沙门氏菌对四环素耐药率最高，达 61.8%，低于福建省[21]沙门氏菌对四环素耐药率(77.5%)，与内蒙古[22]接近(63.16%)。四环素是畜牧业使用最广泛的抗菌药物[23]，且它的耐药基因通常位于质粒等可移动遗传原件上[24]，可以在不同细菌之间水平转移[25]，导致其耐药率较高。除四环素外，江苏省食品中分离沙门氏菌对氨苄西林和氯霉素耐药率也高，可能是此类抗生素价格低廉并且具有广谱的抗菌活性，在养殖业中广泛使用[26]所致。沙门氏菌能通过多种机制从外界获取耐药基因，在抗生素环境中可采取多样进化方向和适应策略，最终导致出现多重耐药现象[27]。值得注意的是，吉林[17]、内蒙古[22]、辽宁[28]、武汉[29]、贵州[30]等地报道的食源性沙门氏菌对碳青霉烯类的亚胺培南全部敏感，但本监测结果显示有 4 株沙门氏菌对亚胺培南耐药，提示碳青霉烯类抗生素作为临床治疗沙门氏菌感染的最终防线并不保险，需引起警惕。

江苏省食品中致泻大肠埃希氏菌检出率 2.9%，型别以 EAEC 为主，占比 87.1%，其次为 EPEC，与河南省[31]、上海市[12]的研究结果相似。分离致泻大肠埃希氏菌对四环素耐药率最高，达 64.7%，其次是氨苄西林 52.6%、氯霉素 48.3%、复方磺胺 47.1%，与浙江绍兴市[32]耐药排名前 4 位抗生素一致，但耐药率均低于绍兴市(四环素 76.62%，氨苄西林 67.53%，氯霉素 61.04%，复方磺胺 57.14%)。虽然分离菌株对碳青霉烯类抗生素和部分头孢类抗生素较为敏感，但亚胺培南、美罗培南和厄他培南耐药株均已出现，由于碳青霉烯类药物禁止用于畜牧养殖中，临床也是限制使用[33]，应当引起重视。本研究中，致泻大肠埃希氏菌多重耐药率为 59.5%，提示多重耐药情况严重，耐药谱复杂。

江苏省市售食品中分离的沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌耐药和多重耐药情况比较严重，由于绝大部分菌株分离自肉与肉制品和水产及其制品，而动物源细菌是耐药基因和可移动遗传元件的储存库，可以通过养殖、屠宰、加工、销售等环节发生广泛的传播转移，造成食品污染[34–35]。随着食源性致病菌对抗生素的耐药性上升、耐药谱的扩大和多重耐药率的增加，可能会导致细菌感染无药可用或者治疗无效，因此需要加强细菌耐药监测与防控，合理、谨慎、规范使用抗生素[36]，避免耐药菌在食物链中传播，控制新耐药株产生，从而切实保障食品安全和人民健康。

参考文献

[1] WEI S, CHELLIAH R, RUBAB M, *et al*. Bacteriophages as potential tools for detection and control of *Salmonella* spp. in food systems [J]. Microorganisms, 2019, 7(11): 570.

[2] JEFFREY N. CDC Yellow BOOK 2024: Health information for international travel [Z]. Oxford Academic Books. https://academic.oup.com/book/45769?login = false

[3] HE Y, WANG JK, ZHANG RH, *et al*. Epidemiology of foodborne diseases caused by *Salmonella* in Zhejiang Province, China, between 2010 and 2021 [J]. Front Public Health, 2023, 11: 1127925.

[4] YAN W, XU DS, CHEN LP, *et al*. Antimicrobial resistance and genome characteristics of *Salmonella enteritidis* from Huzhou, China [J]. Public Library of Science One, 2024, 19(6): e0304621.

[5] WENG R, GU YH, ZHANG W, *et al*. Whole-genome sequencing provides insight into antimicrobial resistance and molecular characteristics of *Salmonella* from livestock meat and diarrhea patient in Hanzhong, China [J]. Frontiers in Microbiology, 2022, 13: 899024.

[6] FIERER J. Invasive non-typhoidal *Salmonella* (iNTS) infections [J]. Clinical Infectious Diseases, 2022, 75(4): 732−738.

[7] EHUWA O, JAISWAL AK, JAISWAL S. *Salmonella*, food safety and food handling practices [J]. Foods, 2021, 10(5): 907.

[8] YUE M, SONG H, BAI L. Call for special issue papers: Food safety in China: Current practices and future needs [J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2020, 17: 295.

[9] 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): 1–30.

[10] 戚浩彧, 李艳芬, 王钰, 等. 河南省人源和食源多重耐药致泻大肠埃希氏菌耐药特征与基因组分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2024, 40(8): 723–731.
QI HY, LI YF, WANG Y, *et al*. Antimicrobial resistance and genomic characteristics of multidrug resistant diarrheagenic *Escherichia coli* from human and food samples in Henan Province [J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2024, 40(8): 723–731.

[11] 胡豫杰, 肖阳, 董双佳, 等. 2020 年我国部分地区食品来源致泻大肠埃希氏菌耐药性及质粒介导黏菌素耐药机制分析[J]. 中华预防医学杂志, 2023, 57(4): 557–565.
HU YJ, XIAO Y, DONG SJ, *et al*. Antimicrobial resistance and plasmid-mediated colistin resistance mechanism of diarrheagenic *Escherichia coli* recovered from foods in parts of China in 2020 [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2023, 57(4): 557–565.

[12] 陈雯杰, 於颖, 方沚昕, 等. 基于全基因组测序技术的食品分离致泻大肠埃希菌的分子特征及耐药性研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2023, 35(11): 1559–1564.
CHEN WJ, YU Y, FANG ZX, *et al*. Molecular characteristics and antibiotic resistance of *Escherichia coli* from foods based on whole genome sequencing [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2023, 35(11): 1559–1564.

[13] ALEKSANDROWICZ A, CAROLAK E, DUTKIEWICZ A, *et al*. Better together-*Salmonella* biofilm-associated antibiotic resistance [J]. Gut Microbes, 2023, 15(1): 2229937.

[14] LI X, LIANG B, XU D, *et al*. Antimicrobial resistance risk assessment models and database system for animal-derived pathogens [J]. Antibiotics (Basel), 2020, 9(11): 829.

[15] LI W, PIRES SM, LIU Z, *et al*. Surveillance of foodborne disease outbreaks in China, 2003—2017 [J]. Food Control, 2020, 118: 107359.

[16] 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状况分析[J]. 现代预防医学, 2021, 48(12): 2263–2267.

SHEN Y, QIN S, ZHENG DY, *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.

[17] 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.

[18] 闫静, 兰光, 张璟, 等. 2021—2023 年甘肃省肉与肉制品中沙门菌流行状况及病原学特征分析[J]. 疾病监测, 2024, 39(8): 970–974.
YAN J, LAN G, ZHANG J, *et al*. Epidemiological status and etiological characteristics of *Salmonella* detected in meat and meat products in Gansu, 2021—2023 [J]. Disease Surveillance, 2024, 39(8): 970–974.

[19] 崔莹, 张广伟, 王钰, 等. 河南省市售食品中沙门菌污染状况、血清型、耐药性和分子分型研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(8): 934–940.
CUI Y, ZHANG GW, WANG Y, *et al*. Contamination status, serotype, drug resistance and molecular typing of *Salmonella* in retail food in Henan Province [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(8): 934–940.

[20] 田茂松, 黄培源, 郑蕾, 等. 2022 年中国大陆食品中沙门菌耐药性特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(12): 1385–1393.
TIAN MS, HUANG PY, ZHENG L, *et al*. Antimicrobial resistance characteristic analysis of *Salmonella* recovered from foods in China's mainland in 2022 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(12): 1385–1393.

[21] 傅祎欣, 李闽真, 洪锦春, 等. 2020 年福建省生禽肉中沙门菌污染状况及病原学特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2021, 33(5): 587–590.
FU YX, LI MZ, HONG JC, *et al*. Analysis of *Salmonella* contamination and pathogenic characteristics in raw poultry meat in Fujian Province in 2020 [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2021, 33(5): 587–590.

[22] 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.

[23] LEILA M, JAVAD A, HABIB SD. Antibiotic resistance and biofilm formation ability of *Salmonella* serotypes isolated from beef, mutton, and meat contact surfaces at retail [J]. Journal of Food Science, 2020, 85(8): 2516–2522.

[24] GARGANO V, SCIORTINO S, GAMBINO D, *et al*. Antibiotic susceptibility profile and tetracycline resistance genes detection in *Salmonella* spp. strains isolated from animals and food [J]. Antibiotics, 2021, 10(7): 809.

[25] ANYANWU MU, NWOBI OC, OKPALA COR, *et al*. Mobile tigecycline resistance: An emerging health catastrophe requiring urgent one health global intervention [J]. Frontiers in Microbiology, 2022, 13: 808744.

[26] YIN X, MIKANATHA NM, NYIRABAHIZI E, *et al*. Antimicrobial resistance in non-typhoidal *Salmonella* from retail poultry meat by antibiotic usage-related production claims United States, 2008—2017 [J]. International Journal of Food Microbiology, 2021, 342: 109044.

[27] 李浩, 栾阳, 夏茹意, 等. 2021—2023 年陕西省西安市非伤寒沙门菌分子分型和耐药基因携带情况分析[J]. 疾病监测, 2025, 40(1): 122–126.
LI H, LUAN Y, XIA RY, *et al*. Molecular typing and drug resistance genecarriage of non-typhoidal *Salmonella* in Xi'an, Shanxi, 2021—2023 [J]. Disease Surveillance, 2025, 40(1): 122–126.

[28] 于森, 耿英芝, 张铭琰, 等. 2017—2021 年辽宁省市售食品中沙门菌血清型、分子分型及耐药性分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2023, 39(10): 966–971, 985.
YU M, GENG YZ, ZHANG MY, *et al*. Serotyping, molecular typing and drug resistance of *Salmonella* from retail food in Liaoning Province during 2017—2021 [J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2023, 39(10): 966–971, 985.

[29] 何名扬, 朱必婷, 王鸣秋, 等. 武汉地区食源性沙门氏菌耐药特征分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(1): 78–85.
HE MY, ZHU BT, WANG MQ, *et al*. Analysis of drug resistance characteristics of food-borne *Salmonella* in Wuhan area [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(1): 78–85.

[30] 钟宇婧, 周倩, 黄靖宇, 等. 贵州省动物性食品中沙门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.

[31] 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]. 中国食品卫生杂志, 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.

[32] 何琴芬, 蒋卓婧, 唐诗洁, 等. 2021—2022 年浙江省绍兴市市售畜禽肉中致泻性大肠埃希氏菌耐药性与同源性分析[J]. 疾病监测, 2024, 39(9): 1204–1209.
HE QF, JIANG ZJ, TANG SJ, *et al*. Drug resistance and homology of diarrheagenic *Escherichia coli* from livestock and poultry meats in markets in Shaoxing, Zhejiang, 2021—2022 [J]. Disease Surveillance, 2024, 39(9): 1204–1209.

[33] 陈霞, 赵晓菲, 车洁, 等. 527 株肉鸡源大肠埃希氏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.

[34] HUANG E, YANG X, LEIGHTON E, *et al*. Carbapenem resistance in the food supply chain [J]. Journal of Food Protection, 2023, 86(7): 100108.

[35] HOLMAN DB, KLIMA CL, GZYL KE, *et al*. Antimicrobial resistance in *Enterococcus* spp. isolated from a beef processing plant and retail ground beef [J]. Microbiology Spectrum, 2021, 9(3): e0198021.

[36] 张志敏, 余红, 封会茹, 等. 2016—2023 年北京市丰台区食源性疾病中沙门氏菌流行特征及耐药分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(7): 315–322.
ZHANG ZM, YU H, FENG HR, *et al*. Epidemiological characteristics and drug resistance of *Salmonella* isolated from foodborne diseases in Fengtai District, Beijing from 2016 to 2023 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(7): 315–322.

(责任编辑: 安香玉　韩晓红)