DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20260108004
引用格式: 刘小菊, 兰光, 张璟, 等. 2024 年甘肃省即食果蔬制品中致病菌污染状况分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(8): 157–164.
LIU XJ, LAN G, ZHANG J, *et al*. Analysis of pathogenic bacteria contamination status in ready-to-eat fruit and vegetable products in Gansu Province in 2024 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(8): 157–164. (in Chinese with English abstract).

2024 年甘肃省即食果蔬制品中致病菌污染状况分析

刘小菊, 兰 光*, 张 璟, 申艳琴, 李欣颖, 闫 静, 何 婕

(甘肃省疾病预防控制中心, 兰州 730000)

摘 要: 目的 分析 2024 年甘肃省即食果蔬制品中致病菌污染状况。**方法** 按照随机抽样原则在全省餐饮环节和流通环节共采集即食果蔬制品 241 份, 依据 GB 4789—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验》系列方法, 对致泻大肠埃希氏菌、单增李斯特菌、沙门氏菌和金黄色葡萄球菌进行检测。对检出的单增李斯特菌和金黄色葡萄球菌进行全基因组测序获得多位点序列分型结果, 对致泻大肠埃希氏菌、单增李斯特菌和沙门氏菌进行药物敏感性试验。**结果** 241 份即食果蔬制品中致病菌总体检出率为 5.81%, 其中: 单增李斯特菌检出率最高, 为 3.73% (9/241); 其次为致泻大肠埃希氏菌和金黄色葡萄球菌, 检出率 0.83% (2/241); 沙门氏菌检出率为 0.41% (1/241)。9 株单增李斯特菌分属 4 个序列(sequence type, ST)型, 其中 4 株为 ST87、2 株为 ST121、2 株为 ST288、1 株为 ST378。2 株金黄色葡萄球菌分属 2 个 ST 型, 其中 1 株为 ST1、1 株为 ST59。1 株致泻大肠埃希氏菌耐药, 耐药谱氨苄西林-阿莫西林/克拉维酸-头孢唑林-头孢噻呋-链霉素-氟苯尼考。4 株单增李斯特菌耐药, 耐药谱为四环素-红霉素。1 株沙门氏菌耐药, 耐药谱为对厄他培南-美罗培南-链霉素。**结论** 2024 年甘肃省即食果蔬制品中致病菌污染主要来源于凉拌菜, 单增李斯特菌相对其他 3 种菌检出率较高, 需要重点关注。

关键词: 即食果蔬制品; 致病菌; 多位点序列分型; 抗生素敏感性试验; 污染状况

Analysis of pathogenic bacteria contamination status in ready-to-eat fruit and vegetable products in Gansu Province in 2024

LIU Xiao-Ju, LAN Guang*, ZHANG Jing, SHEN Yan-Qin,
LI Xin-Ying, YAN Jing, HE Jie

(*Gansu Provincial Center for Disease Control and Prevention*, *Lanzhou* 730000, *China*)

ABSTRACT: Objective To analyze of the contamination status of pathogenic bacteria in ready-to-eat fruit and vegetable products in Gansu Province in 2024. **Methods** According to the principle of random sampling, a total of 241 ready-to-eat fruit and vegetable products were collected from the catering and distribution sectors across the

收稿日期: 2026-01-08
第一作者: 刘小菊(1994—), 女, 主管技师, 主要研究方向为食源性致病菌。E-mail: 1742787954@qq.com
***通信作者:** 兰光(1978—), 男, 硕士, 副主任技师, 主要研究方向为食源性致病菌。E-mail: 381698823@qq.com

province. According to the series of methods in the GB 4789—2016 *National food safety standards-Food microbiological examination*, tests were conducted on diarrheagenic *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* and *Staphylococcus aureus*. The whole genome sequencing was performed on the detected *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* to obtain the multilocus sequence typing results. Drug sensitivity tests were conducted on the diarrheagenic *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* species. **Results** The overall detection rate of pathogenic bacteria in 241 ready-to-eat fruit and vegetable products was 5.81%. Among them: *Listeria monocytogenes* had the highest detection rate, at 3.73% (9/241); followed by diarrheagenic *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, with a detection rate of 0.83% (2/241); the detection rate of *Salmonella* was 0.41% (1/241). The 9 strains of *Listeria monocytogenes* belonged to 4 different sequence type (ST) types. Among them, 4 strains were ST87, 2 strains were ST121, 2 strains were ST288 and 1 strain was ST378. The 2 *Staphylococcus aureus* strains belong to 2 ST types, one of which was ST1 and the other was ST59. One strain of diarrheagenic *Escherichia coli* was drug-resistant, and the drug resistance spectrum was ampicillin-amoxicillin/clavulanate-cefazolin-cefotiofur-streptomycin-florfenicol. The 4 strains of *Listeria monocytogenes* were resistant, with the resistance spectrum being tetracycline-erythromycin. One strain of *Salmonella* was resistant, and the resistance spectrum was ertapenem-meropenem-streptomycin. **Conclusion** In 2024, the contamination of pathogenic bacteria in ready-to-eat fruit and vegetable products in Gansu Province mainly original from cold dishes. The detection rate of *Listeria monocytogenes* is relatively high compared to the other 3 kinds of bacteria, which requires close attention.

KEY WORDS: ready-to-eat fruit and vegetable products; pathogenic bacteria; multilocus sequence typing; antibiotic susceptibility test; contamination status

0 引 言

近年来, 随着公众健康意识的提升和体重管理需求的普遍化, 即食果蔬制品因其低卡、食用方便、味道鲜美、营养均衡等优势, 深受消费者青睐。即食果蔬制品, 是指以新鲜蔬菜与水果作为主要原料, 经过一系列加工程序(包括清洗、杀菌、分切和包装等)制成的, 可供消费者不经额外处理而直接食用的产品[1]。即食果蔬制品质地鲜嫩且富含水分, 加工过程需经历多道处理工序, 其组织易受机械性损伤。损伤后会导致内部营养物质外渗, 从而为各类病原微生物的生长与繁殖提供了适宜的基质环境。即食食品由于无需二次加热或处理可直接食用的特性, 一旦被致病菌污染可直接导致食源性疾病暴发, 存在重大的食品安全风险隐患。根据美国疾病预防控制中心(Centers for Disease Control and Prevention of the United States, CDC)报道: 2020 年由于沙门氏菌污染的鲜切水果引发的食物中毒事件, 导致 165 人感染, 73 人住院[2]。2023 年与新鲜切丁洋葱相关的沙门氏菌爆发导致 18 人住院[3]。在我国相关研究中表明即食果蔬制品中常检出食源性致病菌, 存在食品安全风险隐患[4−7]。为掌握 2024 年甘肃省即食果蔬制品致病菌污染状况, 本研究按随机抽样原则在全省采集即食果蔬制品, 开展致泻大肠埃希氏菌、单增李斯特菌、沙门氏菌和金黄色葡萄球菌检测, 分析即食果蔬制品污染来源, 为全省防范食品安全风险提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

按照随机抽样原则在甘肃省各市州采集餐饮环节和流通环节的即食果蔬制品 241 份, 其中即食蔬菜制品 135 份, 即食水果制品 106 份。采样地点兼顾城市和农村, 覆盖超市、饭店、零售店、农贸市场等。采样过程应无菌操作, 最小采样量 500 g, 每份样品一式两份, 一份用于检验, 另一份作为留样。见表 1。

1.2 仪器与试剂

BagMixer 均质器(法国 INTERSCIENCE 公司); CLC 恒温培养箱(德国 MMM 集团); Autof ms1000 飞行时间质谱仪(郑州安图生物工程股份有限公司); QuantStudio5 实时荧光定量 PCR 仪(美国 ABI 公司); DensiCHEK 麦氏浊度仪(法国生物梅里埃公司); Droplet48 全自动微生物药敏分析仪(上海复星医药股份有限公司); Miniseq 测序仪(美国 illumina 公司)。

营养肉汤、肠道菌增菌肉汤、麦康凯培养基、伊红美蓝培养基、LB1 增菌液、LB2 增菌液、李斯特菌显色平板、缓冲蛋白胨水、四硫磺酸钠煌绿增菌液、氯化镁孔雀绿大豆胨增菌液、亚硫酸铋琼脂、沙门显色培养基、7.5%氯化钠肉汤、Baird-Parker 平板、血平板(北京陆桥技术股份有限公司); 沙门血清套装(丹麦国家血清研究院); 5 种致泻聚合酶链式反应

表 1　2024 年甘肃省即食果蔬制品样品信息

Table 1　Sample information of ready-to-eat fruit and vegetable products in Gansu Province in 2024

食品类别	食品品种		采样地点类型	样品数量
即食水果制品	水果沙拉		餐馆、超市	13
	生食水果	去皮或预切的水果(浆果类水果)	便利店、超市、零售加工店、农贸市场、网店	26
		去皮或预切的水果(其他)	餐馆、街头摊点、便利店、超市、零售加工店 路边摊位、农贸市场、网店	67
即食蔬菜制品	蔬菜沙拉		餐馆、快餐店、小吃店、超市、零售加工店、 网店	24
	生食蔬菜	经表面处理的新鲜蔬菜	餐馆、便利店、超市	8
		去皮、切块或切丝的新鲜蔬菜	餐馆、零售加工店、农贸市场、网店	7
		未经加工新鲜蔬菜	便利店、超市	5
	中式凉 拌菜		餐馆、小吃店、便利店、超市、零售加工店、 农贸市场、网店	91

(polymerase chain reaction, PCR)检测试剂(北京卓诚惠生生物科技股份有限公司); 质谱样本预处理试剂(郑州安图生物工程股份有限公司); 药敏检测板(上海复星医药股份有限公司); 细菌 DNA 提取试剂盒(德国 Qiagen 生物技术公司); 建库试剂盒、上机试剂盒(美国 Illumina 公司)。以上所用试剂均为分析纯。

1.3　检测方法

依据《2024 年国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》中要求的方法[8], 每份样品混合均匀后称取 25 g, 分别开展致泻大肠埃希氏菌、单增李斯特菌、沙门氏菌和金黄色葡萄球菌的增菌、分离和鉴定, 并对致泻大肠埃希氏菌分离株开展聚合酶链式反应确认试验, 对沙门氏菌分离株进行血清学分型。

1.4　抗生素敏感性试验

根据临床与实验室标准化协会、美国食品及药物管理局以及 EUCAST 推荐的药敏试验抗生素选择原则, 利用微量肉汤稀释法对致泻大肠埃希氏菌和沙门氏菌选择 11 大类 29 种抗生素, 对单增李斯特菌选择 7 大类 8 种抗生素进行药物敏感性试验, 定量测定最低抑菌浓度(minimal inhibitory concentration, MIC)。根据商品化的药敏板说明书要求进行结果判定, 致泻大肠埃希氏菌和沙门氏菌质控菌株均为大肠埃希氏菌 ATCC 25922, 单增李斯特菌质控菌株为肺炎链球菌 ATCC 49619。

1.5　全基因组测序

利用细菌 DNA 提取试剂盒分别对单增李斯特菌和金黄色葡萄球菌分离株进行 DNA 提取, 所提 DNA 利用 Qubit 4.0 荧光计测定其含量, 用 Illumina 文库构建试剂盒进行建库, 将符合上机条件的文库用 Illumina Miniseq 测序平台进行双末端测序, 要求测序读长最短不低于 150 bp、Q20≥95%、Q30≥85%、整体覆盖深度≥100×, 测序完成后采集下机数据, 将下机数据导入国家食源性疾病分子溯源网络(TraNet)进行分析, 获得单增李斯特菌和金黄色葡萄球菌多位点序列分型(multilocus sequence typing, MLST)结果。

1.6　数据处理

采用 IBM SPSS 19.0 对数据进行统计分析, 运用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验方法, 比较不同食品种类、采样地点及季节季度之间致病菌污染状况差异。设定显著性水平为 α=0.05, P<0.05, 认为所观察到的差异具有统计学意义。

2　结果与分析

2.1　致病菌污染情况

241 份样品共检出食源性致病菌 14 株, 总体检出率为 5.81% (14/241)。其中: 单增李斯特菌检出率最高, 为 3.73% (9/241), 其次是致泻大肠埃希氏菌和金黄色葡萄球菌, 检出率均为 0.83% (2/241); 沙门氏菌检出率 0.41% (1/241)。见表 2。

表 2　2024 年甘肃省即食果蔬制品致病菌检出情况

Table 2　Detection situation of pathogenic bacteria in ready-to-eat fruit and vegetable products in Gansu Province in 2024

食品品种	检出致病菌样品数/份	致病菌/株			
		致泻大肠埃希氏菌	单增李斯特菌	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
中式凉拌菜	11	1	9	0	1
生食水果	1	0	0	0	1
生食蔬菜	2	1	0	1	0

2.2 不同种类、不同采样点、不同季度污染情况

不同食品种类、不同采样点、不同季度即食果蔬制品中单增李斯特菌检出率差异具有统计学意义(P<0.05), 致泻大肠埃希氏菌、沙门氏菌和金黄色葡萄球菌检出率差异均无统计学意义(P>0.05), 见表 3。不同食品种类中, 即食蔬菜制品中单增李斯特菌的阳性检出率为 6.67%, 居于首位。致泻大肠埃希氏菌与金黄色葡萄球菌的检出比例相同, 均为 0.74%, 沙门氏菌未检出。即食水果制品中的病原菌污染情况显示, 致泻大肠埃希氏菌、沙门氏菌和金黄色葡萄球菌检出率一致, 均为 0.94%; 单增李斯特氏菌未检出。

不同采样地点中, 超市中单增李斯特菌的检出比例最高, 达到 10.39%; 其次是致泻大肠埃希氏菌, 检出率为 2.60%; 沙门氏菌的检出比例为 1.30%; 金黄色葡萄球菌未检出。饭店所采集的样本中, 仅发现金黄色葡萄球菌呈阳性, 其检出比例为 1.75%。而在零售店所采样本中, 同时检出单增李斯特菌与金黄色葡萄球菌, 两者的检出率均为 1.41%; 未检出致泻大肠埃希菌和沙门氏菌。值得注意的是本次研究中超市凉拌菜被单增李斯特菌污染的概率显著高于饭店, 其原因可能是超市凉拌菜通常由中央厨房或超市内部制作完成后, 在开放式或冷藏柜中储存, 售卖等待时间较长。单增李斯特菌是一种低温菌, 在冰箱温度(2~8 ℃)下仍可缓慢生长, 储存时间越长, 若初始有微量污染, 繁殖到致病剂量的风险就越高。超市凉拌菜由顾客自行挑选或由工作人员简单分装, 分装过程中的器具、顾客的挑选行为(如用夹子触碰)可能引入新的污染源。饭店凉拌菜通常是即做即售, 在后厨完成装盘后直接上桌, 减少了储存和售卖环节中的污染。本研究提示超市凉拌菜是单增李斯特菌污染的高风险载体, 其风险主要源于长时间的低温储存和售卖环节潜在的交叉污染。

不同采样时间中, 第二季度采集的样本, 单增李斯特菌的阳性率最高, 为 7.55%; 其次为致泻大肠埃希氏菌, 其检出比例为 1.89%; 金黄色葡萄球菌在该季度的检出率为 0.94%; 未检出沙门氏菌。第四季度单增李斯特菌、金黄色葡萄球菌及沙门菌均有检出, 阳性率均为 1.85%, 未检出致泻大肠埃希氏菌。第一季度和第三季度均未检出致病菌。通常随着气温升高, 二、三季度食源性致病菌检出率高于一、四季度。本研究中第一季度采样量少, 数据代表性弱, 不能科学反映致病菌污染全貌; 第二季度阳性率最高, 优势菌为单增李斯特菌, 但这些单增李斯特菌主要检出自同一采样地点(超市), 存在集中采样的抽样误差; 第三季度虽然气温更高但未检出致病菌, 可能与市场监管力度随气温升高而加强有关; 第四季度多菌并存, 污染谱广, 说明秋冬时节, 食品安全问题仍不容小觑。

2.3 抗生素敏感性试验结果

2 株致泻大肠埃希氏菌分别为肠道侵袭性大肠埃希氏菌(enteroinvasive *Escherichia coli*, EIEC)和肠道集聚性大肠埃希氏菌(enteroaggregative *Escherichia coli*, EAEC), 其中 EIEC 对 29 种抗生素均不耐药, EAEC 对氨苄西林(ampicillin, AMP)、阿莫西林/克拉维酸(amoxicillin/clavulanate, AMC)、头孢唑林(cefazolin, CFZ)、头孢噻呋(cefotiofur, CEF)、链霉素

表 3 2024 年甘肃省即食果蔬制品中致病菌污染状况

Table 3 Pathogenic bacteria contamination status of ready-to-eat fruit and vegetable products in Gansu Province in 2024

项目	样品数/份	致泻大肠埃希氏菌	单增李斯特菌	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
种类					
即食蔬菜制品	135	0.74 (1)	6.67 (9)	0.00 (0)	0.74 (1)
即食水果制品	106	0.94 (1)	0.00 (0)	0.94 (1)	0.94 (1)
P	—	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05
采样点					
超市	77	2.60 (2)	10.39 (8)	1.30 (1)	0.00 (0)
饭店	57	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	1.75 (1)
零售店	71	0.00 (0)	1.41 (1)	0.00 (0)	1.41 (1)
其他	36	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
P		>0.05	<0.05	>0.05	>0.05
时间					
第一季度	16	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
第二季度	106	1.89 (2)	7.55 (8)	0.00 (0)	0.94 (1)
第三季度	65	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
第四季度	54	0.00 (0)	1.85 (1)	1.85 (1)	1.85 (1)
P		>0.05	<0.05	>0.05	>0.05
合计	241	0.83 (2/241)	3.73 (9/241)	0.41 (1/241)	0.83 (2/241)

注: 检出单位为%, 检出数量单位为份。

(streptomycin, STR)、氟苯尼考(florfenicol, FFC)耐药。9 株单增李斯特菌中, 4 株 ST87 均对四环素(tetracycline, TET)和红霉素(erythromycin, ERY)耐药。1 株沙门氏菌为斯坦利沙门氏菌, 对厄他培南(ertapenem, ETP)、美罗培南(meropenem, MEM)、STR 耐药。见表 4 和表 5。

2.4　全基因组测序及 MLST 结果

本研究中 9 株单增李斯特菌分属 4 个序列(sequence type, ST)型, 其中 4 株为 ST87、2 株为 ST121、2 株为 ST288、1 株为 ST378, 见表 6。2 株金黄色葡萄球菌分属 2 个 ST 型, 其中 1 株为 ST1、1 株为 ST59, 见表 7。

表 4　3 株阴性菌抗生素敏感性试验结果

Table 4　Results of the antibiotic sensitivity test for the 3 strains of negative bacteria

抗生素	EIEC		EAEC		斯坦利沙门氏菌	
	MIC	结果	MIC	结果	MIC	结果
AMP	4	S	32	R	16	I
AMS	4/2	S	16/8	I	8/4	S
AMC	2/1	S	>64/32	R	4/2	S
CTX/C	≤0.06/4	-	0.12/4	-	≤0.06/4	-
CAZ/C	≤0.25/4	-	≤0.25/4	-	≤0.25/4	-
CZA	≤0.5	S	≤0.5	S	2	S
CFX	4	S	8	S	4	S
CFZ	2	S	32	R	2	S
CXM	4	S	2	S	4	S
CTX	≤0.12	S	0.25	S	≤0.12	S
CAZ	≤0.5/4	S	≤0.5/4	S	8/4	S
CPM	≤0.5	S	1	S	≤0.5	S
CEF	≤0.5	S	>16	R	1	S
IPM	≤0.25	S	1	S	2	I
MEM	≤0.12	S	≤0.12	S	4	R
ETP	≤0.25	S	0.5	S	2	R
GEN	2	S	4	S	2	S
STR	16	S	>32	R	32	R
AMK	8	S	4	S	4	S
CT	2	I	1	I	2	I
PB	2	I	≤0.25	I	2	I
AZM	8	-	64	-	8	-
TET	≤1	S	4	S	≤1	S
TIG	≤0.25	S	0.5	S	≤0.25	S
NAL	≤2	S	4	S	8	S
CIP	0.06	S	0.06	S	0.03	S
CHL	≤2	S	4	S	4	S
FFC	8	I	32	R	4	S
SXT	≤0.25/4.75	S	0.5/9.5	S	≤0.25/4.75	S

注: 氨苄西林/舒巴坦(ampicillin/sulbactam, AMS); 头孢噻肟/克拉维酸(cefotaxime-clavulanate, CTX/C); 头孢他啶/克拉维酸(ceftazidime-clavulanate, CAZ/C); 头孢他啶/阿维巴坦(ceftazidime/avibactam, CZA); 头孢西丁(cefoxitin, CFX); 头孢呋辛(cefuroxime, CXM); 头孢噻肟(cefotaxime, CTX); 头孢他啶(ceftazidime, CAZ); 头孢吡肟(cefotiofur, CPM); 亚胺培南(imipenem, IPM); 庆大霉素(gentamicin, GEN); 阿米卡星(amikacin, AMK); 多粘菌素 E (colistin, CT); 多粘菌素 B (polymyxin B, PB); 阿奇霉素(azithromycin, AZM); 替加环素(tigecycline, TIG); 萘啶酸(nalidixicacid, NAL); 环丙沙星(ciprofloxacin, CIP); 氯霉素(chloramphenico, CHL); 甲氧苄啶/磺胺甲噁唑(trimethoprim/sulfamethoxazole, SXT)。S 代表敏感, R 表示耐药, I 表示中介, 下同。-表示无此数据。

表 5 9 株单增李斯特菌抗生素敏感性试验结果

Table 5 Results of the antibiotic sensitivity test for the 9 strains of *Listeria monocytogenes*

抗生素	LM-1		LM-2		LM-3		LM-4		LM-5		LM-6		LM-7		LM-8		LM-9	
	MIC	结果	MIC	结果	MIC	结果	MIC	结果	MIC	结果	MIC	结果	MIC	结果	MIC	结果	MIC	结果
AMP	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S
PEN	1	S	2	S	2	S	2	S	1	S	1	S	1	S	2	S	2	S
TET	0.5	S	0.5	S	0.5	S	1.0	S	1.0	S	32.0	R	32.0	R	16.0	R	32.0	R
MEM	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S
SXT	0.015/0.3	S	0.015/0.3	S	0.015/0.3	S	0.015/0.3	S	0.015/0.3	S	0.015/0.3	S	0.015/0.3	S	0.015/0.3	S	0.015/0.3	S
ERY	0.25	S	0.25	S	0.25	S	0.25	S	0.25	S	4.00	R	4.00	R	4.00	R	4.00	R
VAN	0.5	S	0.5	S	0.5	S	1.0	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S	0.5	S
CIP	0.25	S	0.25	S	0.25	S	1.00	S	0.25	S	0.25	S	0.25	S	1.00	S	0.25	S

表 6 单核细胞增生李斯特氏菌 ST 分型

Table 6 ST typing of *Listeria monocytogenes*

ST 型	管家基因图谱							菌株数
	abcZ	*bglA*	*cat*	*dapE*	*dat*	*ldh*	*lhkA*	
87	12	1	4	14	3	39	4	4
121	7	6	8	8	6	37	1	2
288	34	39	11	15	3	1	2	2
378	7	49	19	6	1	24	1	1

表 7 金黄色葡萄球菌 ST 分型

Table 7 ST typing of *Staphylococcus aureus*

ST 型	管家基因图谱							菌株数
	arcC	*aroE*	*glpF*	*gmk*	*pta*	*tpi*	*yqiL*	
1	1	1	1	1	1	1	1	1
59	19	23	15	2	19	20	15	1

3 讨论与结论

3.1 讨 论

单增李斯特菌是重要的食源性致病菌之一，人感染可引起脑膜炎、败血症和孕妇流产等，尤其对免疫力低下的儿童、老年人、免疫缺陷者和孕妇等高危人群易感[9]。以往研究显示，单增李斯特菌广泛存在于生肉、即食食品、蔬菜和水产品中[10–12]。本研究中单增李斯特菌检出率为 3.73%，均由即食蔬菜制品中的凉拌菜中检出，其中 7 株检出自同一超市的不同凉拌素菜中，分别为 4 株 ST87、2 株 ST288、1 株 ST121。这表明该超市的原材料、加工环境(如砧板、刀具、拌菜容器)或人员卫生可能存在持续性污染源或交叉污染环节。据国内相关研究，ST87 和 ST121 为我国食源性单增李斯特菌的优势型别，且 ST87 为临床病例主要分离型别，具有较强致病潜力[13]。ST288 相对较少见，ST121 通常与持续存在于食品加工环境的能力有关，具有较强的环境适应性和耐消毒剂能力。该超市同时存在 ST87、ST288、ST121 3 种型别的单增李斯特菌，说明污染情况较为复杂，可能存在多点源污染或不同时间段的污染事件。尤其是 ST121 的存在，需警惕该超市环境可能存在顽固的环境定植菌株。另外 2 株检出自不同市州，分别为 ST378 和 ST121，提示单增李斯特菌在凉拌菜中的污染具有一定的普遍性，非孤立事件。9 株单增李斯特菌中共检出 4 株耐 TET 和 ERY 的菌株，出自同一超市且均为 ST87，ST87 型本身致病力强，再加上获得了多重耐药基因，很可能已经成为该超市环境中难以清除的定植菌，应该对该超市的凉拌菜操作间进行彻底的物理清洁，然后使用能够破坏生物膜的消毒剂(如过氧乙酸)进行轮流消毒。

金黄色葡萄球菌是一种革兰阳性球菌，感染可引发菌血症、胃肠炎、感染性心内膜炎等，其产生的肠毒素是导致食物中毒的主要原因[14–16]。肠毒素可在高温、低 pH 下具有活性，且不受胰蛋白酶的影响，经消化系统仍能保持活性，可迅速地引发急性肠胃炎症状[17]。食品中金黄色葡萄球菌一般是由食品加工者自身带菌，在烹调或加工处理过程中污染食品，若摄入被金黄色葡萄球菌产生的肠毒素污染的食品，可能引发食源性疾病。金黄色葡萄球菌在

本研究中检出率为0.83%, 2株金黄色葡萄球菌1株为ST1、1 株为 ST59。有研究表明 ST9 为慢性鼻-鼻窦炎患者金黄色葡萄球菌分离株中最常见的序列型[18]。即食果蔬制品在切割与分装环节容易被污染, 因此需对从业人员加强卫生知识培训, 使其在日常工作中注意手卫生和提高食品安全意识。

致泻大肠埃希氏菌是引起人感染性腹泻的常见致病菌[19], 人食用被其污染的食物可导致发病。根据致病机制的差异可分为: 肠出血性大肠埃希菌、肠致病性大肠埃希菌、肠产毒性大肠埃希菌、EAEC 和 EIEC[20]。在各类致泻大肠埃希氏菌中, EAEC 与大肠埃希菌肠致病性大肠埃希菌是引起发展中国家婴儿腹泻相关死亡的主要病原体。而肠产毒性大肠埃希菌则是导致旅行者腹泻最常见的病因[21−22]。本研究中致泻大肠埃希氏菌阳性检出率为0.83%, 2 株致泻大肠埃希氏菌分别为 EIEC 和 EAEC, 其中 EAEC 对 AMP、AMC、CFZ、CEF、STR、FFC 耐药。随着抗生素的滥用, 致泻大肠埃希氏菌耐药率和多重耐药菌持续上升[23], 多重耐药菌的出现可能会对食品安全和临床治疗带来巨大的威胁, 严重影响公众健康[24]。

沙门氏菌是一种重要的食源性致病菌, 调查结果显示, 全世界每年感染沙门氏菌的人数可达上亿, 其中约85%与食品受沙门氏菌的污染有关[25]。主要由被污染的动物性食品(如肉类和蛋类等)使人类感染[26], 其他食品类别中也常存在检出。沙门氏菌引发的食物中毒, 主要症状有发热、腹痛腹泻、恶心、呕吐等[27]。本研究中沙门氏菌检出率为 0.41%, 1 株沙门氏菌为斯坦利沙门氏菌, 对 ETP、MEM、STR 耐药。沙门氏菌日趋严重的耐药性和多重耐药株的持续增加对公共卫生造成了严重的威胁[28−29], 在后续监测中需要重点关注耐药情况, 指导畜牧和临床科学使用抗生素。

本研究中致病菌总体检出率为 5.81%, 致泻大肠埃希氏菌和金黄色葡萄球菌检出率 0.83% (2/241)、单增李斯特菌检出率为 3.73% (9/241)、沙门氏菌检出率 0.41% (1/241)。秦晓杰等[30]对 2021 年上海市部分即食果蔬食源性致病菌的监测结果为金黄色葡萄球菌检出率为 32.87% (47/143)、沙门氏菌和单增李斯特菌检出率为 0.70% (1/143)、产志贺毒素大肠埃希氏菌未检出。徐石勇等[31]对天津市 2015—2019 年生鲜果蔬病原微生物污染排查分析结果为: 沙门氏菌检出率为 0.15% (1/654), 金黄色葡萄球菌检出率为 0.91% (6/654), 致泻大肠埃希氏菌和单增李斯特菌未检出。由此可见, 即食果蔬制品存在致病菌污染, 且各地检出情况可能因其地理环境、抽样量、抽样误差、检测水平等不同存在差异。

3.2 结　论

2024 年甘肃省即食果蔬制品中致病菌污染主要来源于凉拌菜, 单增李斯特菌相对其他 3 种菌检出率较高, 需要重点关注。即食果蔬制品由于无需烹调直接食用的特性, 食品安全风险隐患较大, 需要相关部门加强市场监管, 防止食源性疾病事件暴发。

参考文献

[1] 李晓凤, 秦宇龙, 刘姜汝, 等. 即食果蔬中食源性致病菌风险评估的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2022, 48(18): 322–336.
LI XF, QIN YL, LIU JR, *et al*. Research progress on risk assessment of foodborne pathogens in ready-to-eat fruits and vegetables [J]. Food and Fermentation Industry, 2022, 48(18): 322–336.

[2] CDC. Outbreak of *salmonella* infections linked to cut fruit [EB/OL]. (2020-02-18) [2022-07-10]. https: //www.cdc.gov/*salmonella*/javiana- 12-19/index.Html

[3] CDC. *Salmonella* outbreak linked to onions [EB/OL]. (2023-10-24) [2023-12-13]. https://www.cdc.gov/*salmonella*/outbreaks/onions-10-23/ index.html

[4] 汤晓召, 陈春燕, 杨菁. 云南省生食蔬菜中致病菌污染状况及其耐药性与分子特征研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(5): 569–576.
TANG XZ, CHEN CY, YANG J. Pollution status, drug resistance and molecular characteristics of pathogenic bacteria in raw foodvegetables in Yunnan Province [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(5): 569–576.

[5] 全菲, 付诗琪, 康颖, 等. 北京市某区 2021 年 5—9 月生鲜蔬菜中蜡样芽胞杆菌检出情况和耐药特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2024, 36(1): 15–20.
QUAN F, FU SQ, KANG Y, *et al*. Contamination and drug resistance characteristics of *Bacillus cereus* isolated from raw vegetable from May to September 2021 in a district in Beijing [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(1): 15–20.

[6] 范梦豪, 朱盼盼, 苏炳棋, 等. 五种鲜切蔬菜冷藏过程中的微生物多样性[J]. 食品与发酵工业, 2025, 51(2): 242–248.
FAN MH, ZHU PP, SU BQ, *et al*. Microbial diversity in five fresh-cut vegetables during low-temperature storage [J]. Food and Fermentation Industries, 2025, 51(2): 242–248.

[7] 李娟, 黄梨煜, 孟璐璐, 等. 2024 年北京市部分市售生食果蔬中潜在致病菌及耐药基因的特征研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(14): 1–9.
LI J, HUANG LY, MENG LL, *et al*. Characterization of potential pathogenic bacteria and drug resistance genes in some commercially available raw fruits and vegetables in Beijing in 2024 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(14): 1–9.

[8] 国家食品安全风险评估中心. 2024 年国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册[M]. 北京: 国家食品安全风险评估中心, 2024.
National Center for Food Safety Risk Assessment. 2024 national food contaminants and hazardous factors risk monitoring work manual [M]. Beijing: National Center for Food Safety Risk Assessment, 2024.

[9] DELESALLE S, DELESALLE C, DELHOUSTAL L, *et al*. Clinical features and prognostic factors of listeriosis: The MONALISA national prospective cohort study [J]. The Lancet Infectious Diseases, 2017, 17(5): 510–519.

[10] WANG Y, ZHAO A, ZHU R, *et al*. Genetic diversity and molecular typing

of *Listeria monocytogene*s in China [J]. BMC Microbiology, 2012, 12: 119.

[11] WIECZOREK K, OSEK J. Prevalence, genetic diversity and antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* isolated from fresh and smoked fish in Poland [J]. Food Microbiology, 2017, 64: 164–171.

[12] WU S, WU Q, ZHANG J, *et al*. Analysis of multilocus sequence typing and virulence characterization of *Listeria monocytogenes* isolates from Chinese retail ready-to-eat food [J]. Front Microbiology, 2016, 7: 168.

[13] 康立超, 钱晶, 杜冬冬, 等. 新疆食源性单增李斯特菌 MLST 分型及耐药性分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(15): 6255–6261.
KANG LC, QIAN J, DU DD, *et al.* MLST typing and drug resistance analysis of foodborne *Listeria monocytogenes* in Xinjiang [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(15): 6255–6261.

[14] 骆旋. 上海市鲜猪肉中金黄色葡萄球菌定量风险评估[D]. 上海: 复旦大学, 2010.
LUO X. Quantitative risk assessment of Staphylococcus aureus in fresh pork in Shanghai [D]. Shanghai: Fudan University, 2010.

[15] 刘弘, 顾其芳, 吴春峰, 等. 生乳中金黄色葡萄球菌污染半定量风险评估研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(4): 293–296.
LIU H, GU QF, WU CF, *et al*. Semi-quantitative risk assessment of *Staphylococcus aureus* contamination in raw milk [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2011, 23(4): 293–296.

[16] 黄欣悦, 陈娟, 马欣玥. 食品中金黄色葡萄球菌定量风险评估的研究进展[J]. 食品工业科技, 2021, 42(22): 390–397.
HUANG XY, CHEN J, MA XY. Research progress on quantitative risk assessment of *Staphylococcus aureus* in food [J]. Food Industry Science and Technology, 2021, 42(22): 390–397.

[17] IRINA VP, ELLEN JB, VICTOR ER. *Staphylococcal enterotoxins* [J]. Toxins, 2010, 2(8): 2177.

[18] 刘洋, 杨玲. 慢性鼻-鼻窦炎中金黄色葡萄球菌肠毒素毒力基因及多位点序列分型研究[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2025, 32(9): 585–589.
LIU Y, YANG L. Study on the virulence genes and multilocus sequence typing of *Staphylococcus aureus* enterotoxin in chronic rhinosinusitis [J]. Chinese Journal of Otolaryngology Head and Neck Surgery, 2025, 32(9): 585–589.

[19] PATZI-VARGAS S, ZAIDI MB, PEREZ-MARTINEZ I, *et al*. Diarrheagenic *Escherichia coli* carrying supplementary virulence genes are an important cause of moderate to severe diarrhoeal disease in Mexico [J]. PLoS Neglected Tropical Diseases, 2015, 9(3): e0003510.

[20] 徐建国, 阚飙, 张建中, 等. 现场细菌学[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
XU JG, KAN B, ZHANG JZ, *et al.* Field bacteriology [M]. Beijing: Science Press, 2011.

[21] JESSER KJ, LEVY K. Updates on defining and detecting *diarrheagenic Escherichia coli* pathotypes [J]. Current Opinion Infection Diseases, 2020, 33(5): 372–380.

[22] CHANG HL, GUO JY, WEI ZQ, *et al.* Aetiology of acute diarrhoea in children in Shanghai, 2015—2018 [J]. Public Library of Science One, 2021, 16(4): 1–9.

[23] 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.
WULL, LI YF, CHUI HX, *et al.* Monitoring of foodborne pathogenic bacteria inmeat and meat products in Henan Province from 2017 to 2021 and analysis ofthe resistance characteristics of some *Enterobacteriaceae* [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2023, 35(5): 749–756.

[24] 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 characteristics and genomic analysis of multidrug-resistant shigella dysenteriae caused by human and food sources in Henan Province [J]. Journal of Zoonotic Diseases in China, 2024, 40(8): 723–731.

[25] XU DS, CHEN LP, LU ZH, *et al*. Prevalence and serotyping of *salmonella* in retail food in Huzhou China [J]. Journal of Food Protection, 2024, 87(2): 100219.

[26] SCHARFF RL. Food Attribution and economic cost estimates for meat-and poultry-related illnesses [J]. Journal of Food Protection, 2020, 83(6): 959–967.

[27] 谌丽妃, 王亚, 严欣婷, 等. 2017—2023 年重庆市江北区食品中沙门氏菌的血清型及耐药性研究[J]. 疾病预防控制通报, 2025, 40(4): 51–55.
CHEN LF, WANG Y, YAN XT, *et al.* Serotypes and drug resistance of *Salmonell*a in food samples from Jiangbei District, Chongqing City from 2017 to 2023 [J]. Bulletin of Disease Prevention and Control, 2025, 40(4): 51–55.

[28] 戴婷婷, 雷天宇, 庄丽云, 等. 沙门氏菌耐药机制研究进展[J]. 福建畜牧兽医, 2023, 45(3): 30–33, 37.
DAI TT, LEI TY, ZHUANG LY, *et al*. Research progress on the resistance mechanism of *Salmonella* [J]. Fujian Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2023, 45(3): 30–33, 37.

[29] 徐礼扬, 仝志琴, 李会, 等. 2017—2021 年河南省洛阳市腹泻患者沙门氏菌血清型分布及耐药与分子分型研究[J]. 现代疾病预防控制, 2023, 34(5): 345–349.
XU LY, TONG ZQ, LI H, *et al.* Distribution of *Salmonella* serotypes, drug resistance and molecular typing in patients with diarrhea in Luoyang City, Henan Province from 2017 to 2021 [J]. Modern Disease Prevention and Control, 2023, 34(5): 345–349.

[30] 秦晓杰, 李嘉铭, 孙天妹, 等. 2021 年上海市部分即食果蔬食源性致病菌的监测[J]. 上海预防医学, 2023, 35(1): 42–46.
QIN XJ, LI JM, SUN TM, *et al*. Monitoring of foodborne pathogens from instant vegetables and fruits in some areas of Shanghai in 2021 [J]. Shanghai Preventive Medicine, 2023, 35(1): 42–46.

[31] 徐石勇, 于海涛, 刘娜, 等. 天津市 2015—2019 年生鲜果蔬病原微生物污染排查分析[J]. 食品工业科技, 2022, 43(16): 274–280.
XU SY, YU HT, LIU N, *et al*. Investigation and analysis of pathogenic microbial contamination of fresh fruits and vegetables in Tianjin from 2015 to 2019 [J]. Food Industry Science and Technology, 2022, 43(16): 274–280.

(责任编辑: 蔡世佳 安香玉)