

## 研究报告

## 北京五城区零售鲜切果蔬中重要食源性致病菌污染与耐药性研究

白瑶<sup>1</sup>, 马金晶<sup>1,2</sup>, 黄敏毅<sup>2</sup>, 彭子欣<sup>1</sup>, 王伟<sup>1</sup>, 胡豫杰<sup>1</sup>, 闫韶飞<sup>1</sup>, 李辉<sup>1</sup>, 李楠<sup>1</sup>, 徐进<sup>1</sup>, 李凤琴<sup>1</sup>

(1. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100021; 2. 安庆师范大学生命科学学院, 安徽 安庆 246011)

**摘要:**目的 为探究鲜切果蔬中食源性致病菌污染及耐药现状,采集北京五城区零售鲜切果蔬样品进行重要食源性致病菌检测及耐药性研究。方法 本研究采用食品微生物检验国家标准方法,分别检测金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、单核细胞增生李斯特氏菌和大肠埃希氏菌,对目标菌分离株进行耐药性测定,并通过荧光定量聚合酶链式反应(PCR)方法筛查致泻大肠埃希氏菌。结果 北京市五城区零售326份鲜切果蔬样品中,金黄色葡萄球菌、单核细胞增生李斯特氏菌、沙门氏菌、大肠埃希氏菌和肠道集聚性大肠埃希氏菌的污染率分别为15.34%、1.84%、0%、9.51%和1.23%。本研究分离所得50株金黄色葡萄球菌主要对青霉素和苯唑西林耐药,耐药率分别是90.00%和48.00%,31株大肠埃希氏菌主要对复方新诺明和氨苄西林耐药,耐药率为67.74%和64.50%,4株肠道集聚性大肠埃希氏菌均呈现多重耐药现象,而6株单核细胞增生李斯特氏菌对10种受试抗生素全部敏感。结论 本研究初步掌握了北京五城区零售鲜切果蔬中重要食源性致病菌污染和耐药现状,可为制定食源性疾病预防控制策略提供科学的实验依据。

**关键词:**鲜切果蔬;食源性致病菌;污染;耐药

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2021)06-0692-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2021.06.009

**Study on contamination and drug resistance of important foodborne pathogens in fresh cut fruits and vegetables retailed in five districts of Beijing**BAI Yao<sup>1</sup>, MA Jinjing<sup>1,2</sup>, HUANG Minyi<sup>2</sup>, PENG Zixin<sup>1</sup>, WANG Wei<sup>1</sup>, HU Yujie<sup>1</sup>,  
YAN Shaofei<sup>1</sup>, LI Hui<sup>1</sup>, LI Nan<sup>1</sup>, XU Jin<sup>1</sup>, LI Fengqin<sup>1</sup>(1. China National Centre for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100021, China;  
2. College of life sciences Anqing Normal University, Anhui Anqing 246011, China)

**Abstract: Objective** In order to explore the contamination and drug resistance of foodborne pathogens in fresh cut fruits and vegetables, samples were collected from retail markets in five district in Beijing. **Methods** The national standard method of food microbiological examination was used to detect *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* respectively. The drug resistance of the isolates was determined, and the *Diarrheagenic Escherichia coli* was screened by fluorescent PCR. **Results** Among 326 fresh cut fruits and vegetables sold in Beijing, the contamination rates of *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Escherichia coli* and *Enterococci* were 15.34%, 1.84%, 0%, 9.51% and 1.23% respectively. 50 strains of *Staphylococcus aureus* isolated in this study were mainly resistant to penicillin (90.00%) and oxacillin (48.00%), 31 strains of *Escherichia coli* were mainly resistant to compound sulfamethoxazole (67.74%) and ampicillin (64.50%), and 4 strains of *Enterococci* showed multiple drug resistance. All 6 strains of *Listeria monocytogenes* were sensitive to 10 kinds of antibiotics.

**Conclusion** This research provided a scientific experimental basis for formulating the prevention and control strategy of foodborne diseases.

**Key words:** Fresh cut fruits and vegetables; foodborne pathogens; contamination; drug resistance

收稿日期:2021-11-05

基金项目:国家重点研发计划(2017YFC1601103);北京市自然科学基金青年项目(7204287)

作者简介:白瑶 女 副研究员 研究方向为食品微生物 E-mail: baiyao@cfsa.net.cn

通信作者:李凤琴 女 研究员 研究方向为食品微生物 E-mail: lifengqin@cfsa.net.cn

鲜切果蔬是指将新鲜水果或蔬菜经过去皮、修整、切割等加工成可即食的产品,具有新鲜、食用方便等特点。随着人们生活水平的提高和生活节奏的加快,鲜切果蔬作为一种新型果蔬加工产品深受消费者欢迎,销量日渐增长。然而,由于鲜切果蔬制作时去除了如皮等果蔬原有的保护组织,使果蔬切口和组织液暴露于环境中,加之含水量和含糖量

较为丰富,且切割加工后时常伴有果蔬汁液的流出,从而促进微生物的侵染和生长繁殖<sup>[1]</sup>。此外,鲜切果蔬通常在零售环节现场制作,加工环境卫生条件欠佳,若从业人员操作不规范,可导致致病菌污染<sup>[2]</sup>,因此鲜切果蔬产品中食源性致病菌的污染水平远高于未加工的果蔬<sup>[3-5]</sup>。据不完全统计,2015年在引起我国食源性疾病暴发的原因食品中,蔬菜和水果及其制品类引发的食源性疾病事件起数占比为10.9%<sup>[6]</sup>,因此鲜切果蔬的卫生质量堪忧,给消费者健康带来风险。

本研究以食品安全国家标准检验方法为依据,对2019—2020年采自北京五城区零售的鲜切果蔬中金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、单核细胞增生李斯特氏菌和大肠埃希氏菌进行检测,以期全面了解零售鲜切果蔬中食源性致病菌的污染情况,并用荧光定量聚合酶链式反应(Polymerase chain reaction, PCR)方法对大肠埃希氏菌分离株进行菌株分型,同时测定4种食源性致病菌分离株对临床治疗细菌感染常用多种抗生素的耐药性,为食源性疾病的防控提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 主要仪器与试剂

生物安全柜(新加坡 Esco);高压蒸汽灭菌器(日本 Sanyo);荧光定量PCR仪(美国 Bio Rad);纯水仪(美国 Millipore);隔水式恒温培养箱(德国 MMM);涡旋混匀仪(德国 IKA);恒温金属浴装置(杭州佑宁);台式高速离心机(德国 Sartorius);Vitek 2全自动生化鉴定仪、细菌浊度计、革兰氏阴性细菌鉴定卡、革兰氏阳性细菌鉴定卡、革兰氏阴性细菌药敏卡 GN09、革兰氏阳性细菌药敏卡 GP67(法国 Bio Mérieux);单核细胞增生李斯特氏菌药敏板(上海复星);致泻大肠埃希氏菌荧光PCR检验试剂盒(北京美正)。金黄色葡萄球菌(ATCC 29213)、沙门氏菌(ATCC 50333)、单核细胞增生李斯特氏菌(ATCC 55005)、大肠埃希氏菌(ATCC 25922)均为本实验室保藏菌株;细菌基因组DNA提取试剂盒、Probe master mix(北京天根);所有培养基均为国产商品化培养基,氯化钠等化学试剂均为分析纯试剂。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 样品采集

为使样品来源具有代表性,本研究于2019—2020年,在北京市东城区、西城区、朝阳区、海淀区、丰台区共5个城区的大型商超、农贸市场、小型超市、便利店、果蔬专卖店和外卖平台等分别进行采样,共采集到326份符合鲜切果蔬定义要求的零售

样品。样品采集后于2 h内低温冷藏运送到实验室,并于2 h内完成微生物前处理增菌检测。

#### 1.2.2 样品检测

依据国家标准检测方法 GB 4789.4—2016、GB 4789.10—2016 和 GB 4789.30—2016 分别对样品中的沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、单核细胞增生李斯特氏菌进行检验。依据 GB 4789.6—2016 对样品进行检验获得大肠埃希氏菌分离株并进行生化鉴定,将鉴定后大肠埃希氏菌的分离株传代培养于营养琼脂平板上,37℃培养24 h后,使用商品化细菌基因组提取试剂盒提取菌株DNA,用荧光定量PCR方法对大肠埃希氏菌分离株进行致泻大肠埃希氏菌特征性基因筛查,依据致泻大肠埃希氏菌目标基因与型别对照表判定致泻大肠埃希氏菌型别。

#### 1.2.3 药敏测试

对于鉴定为沙门氏菌和大肠埃希氏菌的分离菌株,采用全自动生化分析仪进行药敏测试,使用针对革兰氏阴性细菌的药敏卡包括青霉素类、头孢类、青霉烯类、氨基糖苷类等9类共计20种抗生素。对于鉴定为金黄色葡萄球菌的菌株,采用全自动生化分析仪进行药敏测试,使用针对革兰氏阳性细菌的药敏卡包括青霉素类、氨基糖苷类、氟喹诺酮类、大环内酯类等12类共计16种抗生素。对于鉴定为单核细胞增生李斯特氏菌的菌株,采用微量肉汤稀释法进行药敏测试,测试的药敏板中包括阿米卡星、氨苄青霉素、氯霉素、环丙沙星、红霉素、庆大霉素、美罗培南、青霉素、链霉素、四环素、复方新诺明、万古霉素等10类共计12种抗生素。药敏测试步骤严格按照商品化药敏卡或药敏板的说明书进行操作,分离株和质控菌株均按照国标推荐的细菌培养方法,采用新鲜培养的二代菌株制备菌悬液进行测试,依据美国临床和实验室标准协会(Clinical & Laboratory Standards Institute, CLSI)发布的抗微生物药物敏感性试验的执行标准进行药敏结果判读。

### 1.3 数据处理

根据分离检测结果,分别统计样品中沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、单核细胞增生李斯特氏菌、大肠埃希氏菌的检出率,并判定大肠埃希氏菌中致泻大肠埃希氏菌的型别及比例。对样品中检出的目标菌株进行耐药性分析,分别统计目标菌株的耐药率和耐药谱。

## 2 结果

### 2.1 鲜切果蔬中致病菌污染情况

2019—2020年间共采集鲜切果蔬样品326份,其中被金黄色葡萄球菌污染的样品50份,污染率为

15.34%(50/326);被单核细胞增生李斯特氏菌污染的样品为6份,污染率为1.84%(6/326);被大肠埃希

氏菌污染的样品为31份,污染率为9.51%(31/326);326份鲜切果蔬样品中均未检出沙门氏菌(表1)。

表1 不同采样地点采集的鲜切果蔬中致病菌分离情况

Table 1 Pathogens isolated from fresh-cut fruits and vegetables collected in different sampling sites

采样地点	致病菌			
	金黄色葡萄球菌 检出率/%	单增李斯特菌 检出率/%	沙门氏菌 检出率/%	大肠埃希氏菌 检出率/%
大型超市	23.53%(32/136)	0	0	12.50%(17/136)
便利店+小型超市	13.46%(7/52)	7.69%(4/52)	0	13.46%(7/52)
外卖平台	2.68%(3/112)	0.89%(1/112)	0	5.46%(6/112)
果蔬专卖店	41.67%(5/12)	8.33%(1/12)	0	8.33%(1/12)
农贸市场	21.43%(3/14)	0	0	0
合计	15.34%(50/326)	1.84%(6/326)	0	9.51%(31/326)

按照食品类别划分,326份鲜切果蔬样品中包括218份鲜切水果和108份鲜切蔬菜。在218份鲜切水果样品中,被金黄色葡萄球菌、单核细胞增生李斯特氏菌和大肠埃希氏菌污染的样品数量(和污染率)分别为36份(16.51%,36/218)、4份(1.83%,4/218)和17份(7.80%,17/218),沙门氏菌未检出。而在108份鲜切蔬菜样品中,被金黄色葡萄球菌、单核细胞增生李斯特氏菌和大肠埃希氏菌污染的样品数量(和污染率)分别为14份(12.96%,14/108)、2份(1.85%,2/108)和14份(12.96%,14/108)。

按照采样地点划分,从大型超市、便利店(包括小型超市)、外卖平台、果蔬专卖店和农贸市场中分别采集136份、52份、112份、12份和14份鲜切果蔬样品,检出致病菌的样品数量及污染率详见表1,其中大型超市、果蔬专卖店和农贸市场来源的果蔬样品中金黄色葡萄球菌的检出率均超过20%。

## 2.2 致泻大肠埃希氏菌污染情况

本研究使用荧光定量PCR方法,对31份鲜切果蔬样品中分离的31株经VITEK生化鉴定确证为大肠埃希氏菌的分离菌株进行菌株特征性基因检测。荧光定量PCR检测结果显示,从4个大型超市采集的2份鲜切水果和2份鲜切蔬菜中分离的4株大肠埃希氏菌的*astA*和*uidA*两个特征性基因扩增曲线的Ct值均低于30,即两个基因均为阳性,因此判定这4株(12.90%,4/31)大肠埃希氏菌为肠道集聚性大肠埃希氏菌(Enteraggregative *Escherichia coli*, EAEC);其余27株(87.10%,27/31)大肠埃希氏菌分离株仅*uidA*基因为阳性,判定为普通大肠埃希氏菌。

## 2.3 药物敏感性试验结果

### 2.3.1 金黄色葡萄球菌

50株鲜切果蔬样品金黄色葡萄球菌分离株对12类共计16种抗生素的药物敏感性测试结果显

示,除1株对所受试的16种抗生素全部敏感,其余49株对受试抗生素均产生不同程度的耐药现象。其中对青霉素类抗生素中的青霉素和苯唑西林两种药物的耐药率分别为90.00%(45/50)和48.00%(24/50);对红霉素和克林霉素的耐药率均为22.00%(11/50);对复方新诺明的耐药率为6.00%(3/50)。此外,耐受3类抗生素的菌株有10株,多重耐药率为20.00%(10/50),耐药谱为CLI-ERY-PEN。具体详见表2和表3。

### 2.3.2 大肠埃希氏菌与致泻大肠埃希氏菌

31株大肠埃希氏菌对9类共计20种抗生素的药物敏感性测试结果显示,除4株对所受试的20种抗生素全部敏感外,其余27株对受试抗生素均产生不同程度的耐药。其中大肠埃希氏菌分离株对受试抗生素耐药率在50%以上的药物为氨苄西林和复方新诺明,耐药率分别为64.52%(20/31)和67.74%(21/31);其次为头孢唑啉和环丙沙星,耐药率均为45.16%(14/31)。31株菌均对哌拉西林/他唑巴坦、亚胺培南和美罗培南敏感。多重耐药的大肠埃希氏菌为18株,占受试菌株的58.06%(18/31)。耐药菌株的耐药表型分布较为分散,具体详见表4和表5。此外,4株肠道集聚性大肠埃希氏菌均为多重耐药株,详见表6。

### 2.3.3 单核细胞增生李斯特氏菌

使用微量肉汤稀释法,将6株单核细胞增生李斯特氏菌对10类12种药物的敏感性进行测定,药敏结果显示,6株单核细胞增生李斯特氏菌对临床常用抗生素均敏感。

## 3 讨论

2019—2020年在北京5个城区采集的326份鲜切果蔬类样品中检测到金黄色葡萄球菌、大肠埃希氏菌、单核细胞增生李斯特氏菌和致泻大肠埃希氏菌,污染率分别为15.34%、9.51%、1.84%和

表2 50株金黄色葡萄球菌对16种抗生素的药物敏感性测试结果

Table 2 Drug sensitivity test results of 50 strains of *Staphylococcus aureus* to 16 antibiotics

抗生素类别	抗生素名称	英文缩写	敏感 S( $\mu\text{g/mL}$ )	中介 I( $\mu\text{g/mL}$ )	耐药 R( $\mu\text{g/mL}$ )	耐药率/% (耐药菌株数/受试菌株数)
青霉素类	青霉素	PEN	$\leq 0.125$	/	$\geq 0.25$	90.00 (45/50)
	苯唑西林	OXA	$\leq 2$	/	$\geq 4$	48.00 (24/50)
氨基糖苷类	庆大霉素	GEN	$\leq 4$	8	$\geq 16$	0
	环丙沙星	CIP	$\leq 1$	2	$\geq 4$	0
氟喹诺酮类	左氧氟沙星	LEV	$\leq 1$	2	$\geq 4$	0
	莫西沙星	MXF	$\leq 1$	2	$\geq 4$	0
大环内酯类	红霉素	ERY	$\leq 0.5$	1~4	$\geq 8$	22.00 (11/50)
林可胺类	克林霉素	CLI	$\leq 0.5$	1~2	$\geq 4$	22.00 (11/50)
阳菌素类	喹奴普汀/达福普汀	QDA	$\leq 1$	2	$\geq 4$	0
唑烷酮类	利奈唑胺	LNZ	$\leq 4$	/	$\geq 8$	0
糖肽类	万古霉素	VAN	$\leq 2$	4~8	$\geq 16$	0
四环素类	四环素	TET	$\leq 4$	8	$\geq 16$	0
	替加环素	TGC	$\leq 4$	8	$\geq 16$	0
硝基呋喃类	呋喃妥因	NIT	$\leq 32$	64	$\geq 128$	0
安沙霉素类	利福平	RIF	$\leq 1$	2	$\geq 4$	0
磺胺类	复方新诺明	SXT	$\leq 2/38$	/	$\geq 4/76$	6.00 (3/50)

表3 50株金黄色葡萄球菌对12类16种抗生素耐药谱

Table 3 Drug resistance spectrum of 50 strains of

*Staphylococcus aureus* to 16 antibiotics

耐受抗生素类别	耐药谱	菌株数/株	占比/%
敏感	/	1	2.00
1	PEN	11	22.00
1	SXT	3	6.00
2	CLI-ERY	1	2.00
2	OXA-PEN	24	48.00
3	CLI-ERY-PEN	10	20.00

1.23%。提示北京市5个城区零售鲜切果蔬存在食源性致病菌污染。依据国家食源性疾病暴发监测网统计数据,我国大陆(除西藏自治区)仅2015年由金黄色葡萄球菌及其肠毒素引起的食源性疾病暴发事件为56起,发病人数达805人<sup>[6]</sup>。全球多个国家和地区均有即食食品中检出金黄色葡萄球菌的报道<sup>[7-8]</sup>。我国安徽在2009—2013年间监测到生食蔬菜和鲜榨果蔬汁中金黄色葡萄球菌污染率为16.15%和17.61%<sup>[9]</sup>。2018年我国15个城市采集

表4 31株大肠埃希氏菌对9类20种抗生素耐药结果

Table 4 Drug resistance results of 31 strains of *Escherichia coli* to 20 antibiotics

抗生素类别	抗生素名称	英文缩写	敏感 S/( $\mu\text{g/mL}$ )	中介 I/( $\mu\text{g/mL}$ )	耐药 R/( $\mu\text{g/mL}$ )	耐药率/% (耐药菌株数/受试菌株数)
青霉素类	氨苄西林	AMP	$\leq 8$	16	$\geq 32$	64.52 (20/31)
	氨苄西林/舒巴坦	AMS	$\leq 8/4$	16/8	$\geq 32/16$	35.48 (11/31)
$\beta$ 内酰胺类	哌拉西林	PIP	$\leq 16$	32~64	$\geq 128$	25.81 (8/31)
	哌拉西林/他唑巴坦	TZP	$\leq 16/4$	32/4~64/4	$\geq 128/4$	0
头孢类	头孢唑啉	CFZ	$\leq 2$	4	$\geq 8$	45.16 (14/31)
	头孢呋辛	CTR	$\leq 8$	16	$\geq 32$	35.48 (11/31)
	头孢替坦	CTT	$\leq 16$	32	$\geq 64$	3.23 (1/31)
	头孢他啶	CAZ	$\leq 4$	8	$\geq 16$	9.68 (3/31)
	头孢曲松	CRO	$\leq 1$	2	$\geq 4$	29.03 (9/31)
	头孢吡肟	FEP	$\leq 2$	4~8	$\geq 16$	3.23 (1/31)
	内酰胺类	氨曲南	AZM	$\leq 4$	8	$\geq 16$
青霉烯类	亚胺培南	IMI	$\leq 1$	2	$\geq 4$	0
	美罗培南	MEM	$\leq 1$	2	$\geq 4$	0
氨基糖苷类	阿米卡星	AMI	$\leq 16$	32	$\geq 64$	3.23 (1/31)
	庆大霉素	GEN	$\leq 4$	8	$\geq 16$	25.81 (8/31)
	妥布霉素	TOB	$\leq 4$	8	$\geq 16$	6.45 (2/31)
氨基环醇类	环丙沙星	CIP	$\leq 1$	2	$\geq 4$	45.16 (14/31)
	左氧氟沙星	LEV	$\leq 2$	4	$\geq 8$	41.94 (13/31)
硝基呋喃类	呋喃妥因	NIT	$\leq 32$	64	$\geq 128$	12.90 (4/31)
磺胺类	复方新诺明	SXT	$\leq 2/38$	/	$\geq 4/76$	67.74 (21/31)

到的150份凉拌蔬菜样品中有6份(4%)检出金黄色葡萄球菌<sup>[10]</sup>。本研究中金黄色葡萄球菌在鲜切

水果和鲜切蔬菜中的阳性率分别为16.51%和12.96%,与安徽省监测数据基本一致,但高于国内

表5 31株大肠埃希氏菌对9类20种抗生素的耐药谱

Table 5 Drug resistance spectrum of 31 strains of *Escherichia coli* to 20 antibiotics

耐受抗生素种类	耐药谱	菌株数/株	耐药谱比例/%
敏感	/	4	12.90
1	AMP	1	3.23
1	CIP-LEV	1	3.23
1	SXT	2	6.45
2	AMP-SXT	2	6.45
2	CIP-LEV-TRI	1	3.23
2	CFZ-CRO-NIT	2	6.45
3	AMP-AMS-CIP	1	3.23
3	AMP-AMS-SXT	1	3.23
3	CIP-LEV-NIT-SXT	1	3.23
3	AMP-AMS-CFZ-CTR-CRO	1	3.23
4	AMP-AMS-GEN-SXT	1	3.23
4	AMP-AMS-CFZ-SXT	1	3.23
4	AMP-CIP-GEN-LEV-SXT	1	3.23
4	AMP-CIP-GEN-LEV-SXT-TOB	1	3.23
4	AMP-CFZ-CTR-CRO-GEN-SXT	1	3.23
5	AMP-AZM-CFZ-CRO-PIP-SXT	1	3.23
5	AMP-AMS-CAZ-CFZ-CTR-CIP-LEV-PIP-SXT	1	3.23
6	AMP-CFZ-CIP-CRO-GEN-LEV-SAM-SXT	1	3.23
6	AMP-AMS-CFZ-CTR-CRO-CIP-LEV-NIT-PIP-SXT	1	3.23
6	AMP-AZM-CFZ-CTR-CEF-CRO-CIP-PIP-LEV-SXT	2	6.45
6	AMI-AMP-AMS-CAZ-CFZ-CIP-CTR-CTT-FEP-GEN-LEV-PIP-SXT-TOB	1	3.23
7	AMP-AMS-ATM-CFZ-CIP-CTR-CRO-GEN-LEV-PIP-SXT	1	3.23
7	AMP-AMS-AZM-CFZ-CTR-CAZ-CRO-GEN-CIP-LEV-PIP-SXT	1	3.23

表6 4株EAEC对9类20种抗生素的耐药谱

Table 6 Drug resistance spectrum of 4 strains of EAEC to 20 antibiotics

耐受抗生素种类	耐药谱	菌株数/株
3	AMP-AMS-CFZ-CTR-CRO	1
7	AMP-AMS-PIP-CFZ-CTR-CRO-CIP-LEV-NIT-SXT	1
7	AMP-AMS-AZM-CAZ-CFZ-CRO-CIP-CTR-GEN-LEV-PIP-SXT	1
7	AMI-AMP-AMS-CAZ-CFZ-CIP-CTR-CTT-FEP-GEN-LEV-PIP-SXT-TOB	1

2018年的报道。食品中的金黄色葡萄球菌可能源自被该菌感染的加工者,也可能由被该菌污染的动物性产品交叉污染了食品加工环境和厨具等,继而污染鲜切果蔬类食品。鲜切果蔬为即食食品,消费者在食用前不再加热。因此,严格遵循食品从业人员的健康准入制度,保持食品加工制作环境良好的卫生状况,规范食品加工制作操作程序,可有效防止金黄色葡萄球菌对食品的污染。

单核细胞增生李斯特氏菌是一种兼性厌氧的革兰氏阳性菌,也是一种人畜共患病的“嗜冷”性食源性致病菌,在冷藏食品中可以存活并生长繁殖。该菌多污染肉类食品,但果蔬类食品也可作为其传播媒介而引发食源性疾病。2011年发生在美国的“蜜瓜事件”波及美国28个州,共报告147例病例,造成33例死亡<sup>[11]</sup>。2011—2016年我国19个省份共报告253例单核细胞增生李斯特氏菌感染病例,病死率高达25.70%<sup>[12]</sup>。本研究中即食果蔬中单核细胞增生李斯特氏菌的检出率为1.84%,高于西班牙对257份鲜切果蔬中该菌的调查结果(0.78%)<sup>[13]</sup>。由于单核细胞增生李斯特氏菌可在冰箱环境中生长繁殖,被该菌污

染的食品在冰箱内储藏时可能会污染其他食物,因此,冰箱内冷藏的食物存放时间不宜过久。

致泻大肠埃希氏菌是一类能引起人类以腹泻症状为主要症状的大肠埃希氏菌。本研究分离的31株大肠埃希氏菌中有4株为EAEC,*astA*基因编码的热稳定性肠毒素可能是EAEC致病的主要原因。

本研究对鲜切果蔬中分离的50株金黄色葡萄球菌、6株单核细胞增生李斯特氏菌和31株大肠埃希氏菌的耐药性研究结果显示,金黄色葡萄球菌对青霉素类抗生素耐药率最高,其中对青霉素的耐药率为90.00%,对苯唑西林耐药率为48.00%,且存在20%的多重耐药菌株。大肠埃希氏菌分离株对复方新诺明和氨苄西林的耐药率分别为67.74%和64.51%,对头孢唑啉和环丙沙星的耐药率均为45.16%,且58.10%的大肠埃希氏菌为多重耐药菌株,其中包括4株致泻大肠埃希氏菌。而大肠埃希氏菌携带丰富的移动遗传元件,在耐药性传递中发挥重要作用,一旦出现菌株对临床常用抗生素耐药的现象,可能会导致临床治疗无效或无药可用,给患者带来严重的健康损害和疾病负担,因此,应注

重加强食品中耐药菌的污染特征研究,从源头防控食品中耐药菌的污染和传播,从而全面保障我国居民食品安全。

## 参考文献

- [1] 胡文忠. 鲜切果蔬科学与技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2019.
- [2] LYNCH MF, TAUXE RV, HEDBERG CW. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities[J]. *Epidemiol Infect*, 2009, 137(3):307-315.
- [3] UKUKU DO, GEVEKE DJ, CHAU L, et al. Microbial safety and overall quality of cantaloupe fresh-cut pieces prepared from whole fruit after wet steam treatment[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2016,231:86-92.
- [4] BAI Y, LIN XH, ZHU JH, et al. Quantification of Cross-Contamination of *Campylobacter jejuni* during Food Preparation in a Model Kitchen in China[J]. *Journal of Food Protection*, 2021, 84(5):850-856.
- [5] 马金晶, 李凤琴, 黄敏毅, 等. 鲜切果蔬中食源性致病菌污染研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2021, 12(7): 2591-2599.
- [6] 付萍, 王连森, 陈江, 白光大, 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.

- [7] ROLO J, MIRAGAIA M, TURLEJ-ROGACKA A, et al. High genetic diversity among community-associated *Staphylococcus aureus* in Europe: Results from a multicenter study [J]. *PLoS One*, 2012, 7(4): e34768.
- [8] GHOSH M, WAHI S, KUMAR M, et al. Prevalence of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* and *Shigella* spp. in some raw street vended Indian foods [J]. *International Journal of Environmental Health Research*, 2007, 17(2): 151-156.
- [9] 钱静: 安徽省食品中食源性致病菌监测结果研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2015.
- [10] 容冬丽, 吴清平, 吴诗, 等. 我国部分地区即食食品和蔬菜中金黄色葡萄球菌污染分布及耐药和基因分型情况[J]. *微生物学报*, 2018, 58(2): 314-323.
- [11] HEALTH USDO, CONTROL HSCFD, PREVENTION. Preventing foodborne illness: listeriosis [J]. *Food Science & Human Nutrition*, 2016,3(6):1-5.
- [12] LI W W, BAI L, FU P, et al. The epidemiology of *Listeria monocytogenes* in China[J]. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2018, 15(8): 459-466.
- [13] ABADIAS M, USALL J, ANGUERA M, et al. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2008, 123(1-2): 121-129.

## 研究报告

# 熟肉制品中单核细胞增生李斯特氏菌耐药及致病的遗传分析

闫韶飞, 甘辛, 胡豫杰, 王伟, 李孟寒, 李凤琴, 徐进

(国家食品安全风险评估中心, 国家卫生健康委食品安全风险评估重点实验室, 北京 100021)

**摘要:**目的 获得中国不同省份熟肉制品中的 33 株单核细胞增生李斯特氏菌(单增李斯特菌)的抗生素敏感性特征图谱,并运用全基因组测序对菌株进行耐药和致病的基因遗传分析。方法 采用微量肉汤稀释法对 33 株熟肉制品中的单增李斯特菌进行药敏测定,同时进行高精度框架图测序,基因组序列经组装后通过相应的生物信息学流程进行数据分析。结果 33 株单增李斯特菌对于氨苄青霉素、复方新诺明、庆大霉素、万古霉素、美罗培南共计 5 种抗生素结果均为敏感。1 株单增李斯特菌耐受 2 种抗生素,分别为四环素和红霉素。全基因组测序分析表明:33 株单增李斯特菌分属 13 个多位点序列分型(MLST)型别,其中 ST9、ST87 和 ST121 为主要型别,耐药株为 ST87 型。耐药株基因型与表型相关联。耐药基因上下游遗传环境分析表明,这些基因的可能来源为猪丹毒杆菌或 *Blautia producta*。所有分离株均携带致病基因岛 LIPI-1 和 LIPI-2,7 株携带 LIPI-3,8 株携带 LIPI-4(1 株 ST121、7 株 ST87)。结论 熟肉制品中单增李斯特菌存在获得性耐药,同时由于其携带了更多的毒力基因而产生潜在的高致病性菌株。本研究表明应加强对熟肉制品中单增李斯特菌,尤其是 ST87 型的监测和风险评估。

**关键词:**单核细胞增生李斯特氏菌;熟肉制品;耐药试验;全基因组测序

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2021)06-0697-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2021.06.010

收稿日期:2021-11-03

基金项目:“十三五”科技部国家重点研发计划(2017YFC1601402);北京市自然科学基金青年项目(7204287)

作者简介:闫韶飞 男 副研究员 研究方向为食品微生物 E-mail:yanshaofei@cfsa.net.cn

通信作者:徐进 男 研究员 研究方向为食品微生物 E-mail:xujin@cfsa.net.cn