

海南省售水果中大肠埃希菌的分布特征及其耐药性分析

袁维道, 冯春艳, 陈彩霞, 王雪吟, 冯晨韵*

(海南省检验检测研究院, 海口 570203)

摘要: **目的** 调查海南省部分市县市售水果中大肠埃希菌 (*Escherichia coli*) 的污染分布情况, 并对分离菌株进行耐药性分析, 旨在识别食源性大肠埃希菌的风险并评估其对食品安全的潜在影响。**方法** 对样品中的大肠埃希菌进行分离鉴定, 采用 VITEK 2 法检测大肠埃希菌分离株的耐药性。**结果** 在 240 份水果样品中共分离出大肠埃希菌 51 株, 检出率为 21.3%, 其中 19 株大肠埃希菌具有耐药性, 耐药率为 37.3%, 包括 7 株单重耐药和 12 株菌多重耐药。通过比较分析不同地区和不同水果中大肠埃希菌的分布情况, 发现水果种类和采样地点对大肠埃希菌的分布有显著影响。**结论** 在市售水果中大肠埃希菌的分布比较广泛, 且存在耐药情况, 应加强对水果中病原菌分布和耐药性的检测, 同时这项研究也为食品安全管理和监测提供了重要参考依据。

关键词: 大肠埃希菌; 耐药性; 分布特征; 水果

Analysis on the distribution characteristics and drug resistance of *Escherichia coli* in marketed fruits in Hainan

YUAN Wei-Dao, FENG Chun-Yan, CHEN Cai-Xia, WANG Xue-Yin, FENG Chen-Yun*

(Hainan Academy of Inspection and Testing, Haikou 570203, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the distribution of *Escherichia coli* (*E. coli*) contamination in fruits sold in some cities and counties of Hainan Province, and to analyze the isolates for drug resistance, aiming at identifying the risk of foodborne *E. coli* and evaluating its potential impact on food safety. **Methods** Isolation and identification of *E. coli* in samples and detection of drug resistance of *E. coli* isolates by VITEK 2 method. **Results** A total of 51 strains of *E. coli* were isolated from 240 fruit samples, with a detection rate of 21.3%. 19 strains of *E. coli* were drug-resistant, with a resistance rate of 37.3%, including 7 single-resistant and 12 multi-resistant strains. Comparative analysis of the distribution of *E. coli* in different regions and fruits showed that fruit species and sampling locations had a significant effect on the distribution of *Escherichia coli*. **Conclusion** The distribution of *E. coli* in commercially available fruits is widespread and drug-resistant, the detection of pathogenic bacteria distribution and drug resistance in fruits should be strengthened, and this study also provides an important reference basis for food safety management and monitoring.

KEY WORDS: *Escherichia coli*; drug resistance; distribution characteristics; fruits

0 引言

随着全球食品安全问题日益成为公众关注的焦点, 研究食

品中微生物, 尤其是病原菌的耐药性, 已成为确保公共卫生安全的重要一环^[1]。大肠埃希菌 (*Escherichia coli*) 作为一种致病

* 通信作者: 冯晨韵, 工程师, 研究方向为药品、食品、化妆品微生物检验。E-mail: 378733138@qq.com

*Corresponding author: FENG Chen-Yun, Engineer, Hainan Academy of Inspection and Testing, Haikou 570203, China. E-mail: 378733138@qq.com

性微生物,可以引起食物中毒、腹泻和尿路感染等疾病。它通常存在于动物的肠道中,通过食物或水传播给人类。大肠埃希菌作为一种常见的肠道菌群,通常被视为食品卫生和安全评估的指标微生物。大肠埃希菌对多种抗生素的耐药性增加,已成为全球公共卫生问题,不仅使临床治疗变得复杂,还可能通过食品链传播给人类,造成更广泛的健康风险^[2]。

近年来,抗菌药物滥用导致产超广谱 β -内酰胺酶(Extended Spectrum Beta-Lactamases, ESBLs)的大肠埃希菌耐药菌株数量持续增加^[3]。这些耐药菌株表现出多重耐药性,给临床用药带来严峻挑战^[4]。热带水果因其生长环境、储存及运输方式等特点,易受大肠埃希菌等食源性病原菌污染。因此,通过对海南省售水果中大肠埃希菌的分布特点及耐药性进行分析,不仅可以了解海南部分市县食品安全的现状,还可为相关食品安全政策的制定提供科学依据^[5-6]。本研究采集了海南5个市县地区240份市售水果样品,对菌株进行分离鉴定和耐药分析,以期全面了解我省市售中大肠埃希菌的污染状况和耐药特征,为大肠埃希菌的风险评估和食源性疾病的防控提供数据参考。

1 材料与方法

1.1 样品采集

2023年10月在海南省的5个市县(海口、三亚、儋州、琼海、五指山)开展大肠埃希菌污染情况调查,每个市县分别选择三家农贸市场和三家超市,共采集到240份市售水果样品,种类包括龙眼、芒果、沃柑、苹果、火龙果、香蕉、黑葡萄、百香果。所有样品在购买后立即放入无菌采样袋中并在低温冷藏条件下运输至实验室,24 h内进行检测^[7]。

1.2 试剂和仪器

营养肉汤(批号:1107291)、肠道菌增菌液(批号:1110052)、伊红美蓝琼脂(批号:1106221)、麦康凯琼脂(批号:1101191)、营养琼脂(批号:1110011),均购自广东环凯生物科技有限公司。BSC-1600 II A2生物安全柜(苏净安泰公司);DENSICHEK比浊仪、VTTEK 2 Compact全自动细菌鉴定仪(法国bioMérieux公司)、LRH-150生化培养箱(上海一恒公司)。

1.3 样品检测

依据GB 4789.6-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 致泻大肠埃希氏菌检验》规定的方法对大肠埃希菌进行分离培养。将制备好的样品匀液接种于30 mL肠道菌增菌肉汤中42°C培养18 h,进行增菌培养。增菌后,划线接种麦康凯琼脂和伊红美蓝琼脂显色平板,36°C培养24 h,进行初筛。选择VITEK 2 Compact全自动细菌鉴定仪对分离的菌株进行生化鉴定,筛选出大肠埃希菌并对结果进行统计分析。

1.4 药敏测试

使用VITEK 2 Compact全自动细菌鉴定仪和GN-13药敏鉴定卡(法国BioMérieux公司)进行药敏测试^[8],共涉及18种抗生素,有氨苄西林(AM)、氨苄西林/舒巴坦(SAM)、哌拉西

林/他唑巴坦(TZP)、头孢唑啉(CZ)、头孢替坦(CTT)、头孢他啶(CAZ)、头孢曲松(CRO)、头孢吡肟(FEP)、氨基糖苷类(ATM)、厄他培南(ETP)、亚胺培南(ITP)、阿米卡星(AN)、庆大霉素(GM)、妥布霉素(TM)、环丙沙星(CIP)、左旋氧氟沙星(LEV)、呋喃妥因(FT)、复方新诺明(SXT)。质控菌株为大肠埃希氏菌ATCC 25922(广东食品微生物安全工程技术研究开发中心)。

1.5 数据分析

采用SPSSAU在线数据分析软件进行数据分析,比较不同地区、不同水果中大肠埃希菌的污染情况是否存在显著差异。计数资料以 n (%)表示,采用 χ^2 检验进行差异分析, $P<0.05$ 表示有统计学意义^[9]。

2 结果与分析

2.1 不同品种的分布情况

表1中的数据展示了不同水果中大肠埃希菌的检出情况。对240份水果样品进行细菌的分离培养、生化鉴定,共分离出51株大肠埃希菌,平均检出率为21.3%(51/240)。在所有测试水果中均检出了大肠埃希菌,但检出率有所不同。其中香蕉和龙眼和黑葡萄的检出率均达到了30.0%及以上,分别为43.3%(13/30)、40.0%(12/30)和30.0%(9/30)%,苹果中大肠埃希菌的检出率最低,为3.3%(1/30)。通过卡方检验分析,确认了不同水果中大肠埃希菌的检出率差异具有统计学意义($\chi^2=30.252$, $P<0.05$)。导致这个差异的原因可能是多方面的,如种植环境,采后处理等因素,这个需要进一步的研究。

表1 不同水果中大肠埃希菌的检出情况

Table 1 Detection of *Escherichia coli* in different fruits

水果名称	样品数量	检出数量	检出率(%)
龙眼	30	12	40.0
芒果	30	2	6.7
沃柑	30	5	16.7
苹果	30	1	3.3
火龙果	30	7	23.3
香蕉	30	13	43.3
黑葡萄	30	9	30.0
百香果	30	2	6.7
总计	240	51	21.3

2.2 地区分布情况

不同地区之间大肠埃希菌的检出率差异无统计学意义($\chi^2=7.071$, $P>0.05$)。如图1所示,在5个采样市县中,海口的检出率最高,为33.3%(16/48),儋州的检出率最低,为14.6%(7/48)。从采样地点来看,从农贸市场和超市分离出大肠埃希菌34株和17株,检出率分别为28.33%和14.17%。通过分析,不同采样地点样本对于大肠埃希菌的检验结果呈现出显著性差异($\chi^2=7.196$, $P<0.05$)。农贸市场中大肠埃希氏菌的检出率略高于超市,可能与农贸市场中水果的储存,包装和环境卫生状况有关。

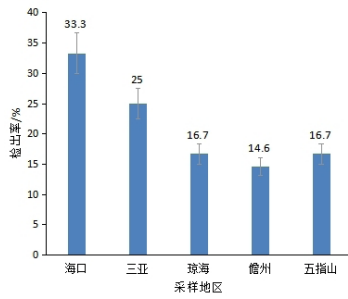


图 1 不同地区大肠埃希菌检出情况

Fig 1 Detection of *Escherichia coli* in different regions

2.3 耐药性分析

在水果中分离的 51 株大肠埃希菌有 19 株 (占 37.3%, 19/51) 对抗生素存在不同程度的耐药性, 其中对氨苄西林的耐药率最高, 达到了 33.9% (17/51), 对氨苄西林 / 舒巴坦耐药率为 13.7%。除这两种抗生素外, 对其他抗生素的耐药率均低于 10%。表 2 不仅展示了大肠埃希菌对不同抗生素的耐药情况, 还为临床治疗, 公共卫生管理提供重要的参考信息。此外, 还发现了抗生素耐药性谱的多样性, 有 8 株菌具有多重耐药, 其中 4 株菌对 4 种抗生素产生耐药, 3 株菌对 6 种抗生素产生耐药。

表 2 大肠埃希菌耐药性分析(n=51)

Table 2 Analysis of antibiotic resistance of *Escherichia coli* (n=51)

抗生素	大肠埃希菌(n=51)		
	R(%)	I (%)	S(%)
氨苄西林(AM)	17(33.3)	0(0.0)	34(66.7)
氨苄西林 / 舒巴坦(SAM)	7(13.7)	7(13.7)	37(72.5)
哌拉西林 - 他唑巴坦(TZP)	0(0.0)	0(0.0)	51(100.0)
头孢唑啉(CZ)	3(5.9)	0(0.0)	48(94.1)
头孢替坦(CTT)	0(0.0)	0(0.0)	51(100.0)
头孢他啶(CAZ)	3(5.9)	0(0.0)	48(94.1)
头孢曲松(CRO)	3(5.9)	0(0.0)	48(94.1)
头孢吡肟(FEP)	4(7.8)	0(0.0)	47(92.2)
氨曲南(ATM)	3(5.9)	0(0.0)	48(94.1)
厄他培南(ETP)	0(0.0)	0(0.0)	51(100.0)
亚胺培南(ETP)	0(0.0)	0(0.0)	51(100.0)
阿米卡星(AN)	0(0.0)	0(0.0)	51(100.0)
庆大霉素(GM)	0(0.0)	0(0.0)	51(100.0)
妥布霉素(TM)	0(0.0)	0(0.0)	51(100.0)
环丙沙星(CIP)	4(7.8)	0(0.0)	47(92.2)
左旋氧氟沙星(LEV)	4(7.8)	0(0.0)	47(92.2)
呋喃妥因(FT)	0(0.0)	0(0.0)	51(100.0)
复方新诺明(SXT)	3(5.9)	0(0.0)	48(94.1)

注: R 代表耐药(Resistant), I 代表中介(Intermediate), S 代表敏感(Susceptible)。

3 讨论与结论

3.1 讨论

本研究于 2023 年 10 月对海南省五个代表性城市的市售水果中大肠埃希菌的污染状况进行了调查。共分离出 51 株大肠埃希菌, 整体污染率达到 21.3%, 这一数值与罗小菊等人^[10]在黄瓜样品中发现的大肠埃希氏菌检出率结果 (22.55%) 相近, 但高于 Priyanka 等人^[11]对印度农村与城市果蔬的报道结果 (14.1%)。在所有水果中, 香蕉和龙眼中大肠埃希菌检出率均为 40%, 显著高于其他水果, 这可能与这两种水果的采摘、运输和储存方式等密切相关。在地点分布方面, 农贸市场的检出率高于超市, 这一差异可能由于农贸市场较差的卫生条件、潮湿的环境及频繁的人员流动, 增加了细菌污染的风险。因此, 为预防大肠埃希菌的污染, 应严格控制水果的保存与运输环节, 制定有效的消毒和清洁措施, 切断传播途径, 减少大肠埃希菌的污染机会, 以保护消费者健康。

在抗生素耐药方面, 从海南省售水果中分离的大肠埃希菌对氨苄西林的耐药率最高, 耐药率为 33.9%, 这一耐药率略低于国内外的研究报道。如 Babak Pakbin 等人^[12]对在伊朗的原料奶、蔬菜沙拉和碎肉样品中分离的大肠杆菌进行药敏分析, 结果显示大肠杆菌对氨苄西林的耐药率为 45.8%。Loandi Richter 等人^[13]在新鲜蔬菜中分离的大肠埃希菌对氨苄西林的耐药率为 41.79%。Etinosa 等人^[14]在尼日利亚埃多州农产品中分离出 64 株大肠埃希菌, 其对氨苄西林的耐药率为 48.4%。在分离的 19 株耐药大肠埃希菌中, 有 8 株菌表现为多重耐药性 (对不少于 3 类抗生素耐药), 占耐药菌株的 42.1%。这一比例与 Loandi Richter 等人的研究结果接近 (多重耐药性率为 40.3%)。赵晓娟等人^[15]在自北京口岸进出口食品中分离的大肠埃希氏菌多重耐药率为 34.2%。Yessica 等人^[16]在墨西哥蜜瓜中分离出了 32 株大肠埃希菌, 47% 的菌株被归类为多重耐药菌株。农产品中大肠埃希菌耐药性日益严峻, 多重耐药现象更令人担忧。深入研究其耐药机制, 并采取针对性防控措施, 以有效遏制细菌耐药性的传播扩散, 确保食品安全和公共健康^[17-18]。

近些年, 与新鲜农产品相关的食源性疾病数量一直在增加, 其中大肠埃希菌是最常见的病原体之一^[19]。这一现象深刻反映出当前在农业和临床治疗领域存在的抗生素过度使用问题, 这种过度使用不仅促使细菌产生耐药性, 进而降低了抗生素的治疗效果, 而且可能通过食品链进行传播, 对公共卫生安全构成潜在威胁。因此, 为确保抗生素的有效性和安全性, 规范使用抗生素、坚决杜绝滥用和过量使用的现象显得尤为重要, 这不仅对于减少耐药菌株的产生具有至关重要的作用, 也有助于维护公共卫生安全^[20]。

3.2 结论

本研究调查了我省 5 个代表性城市市售水果中大肠埃希菌

的污染状况和耐药情况,为食源性大肠埃希菌的风险识别提供了基础数据。然而,本研究也存在一些局限性。例如,本研究样本量较少,研究结果可能缺乏代表性。未来的研究可以扩大样本范围,包括更多地区和更多类型的水果。尽管本研究存在一些局限性,但现有的发现仍然提供了宝贵的科学依据,有助于理解水果来源的抗生素耐药性问题,为食品安全政策的制定提供参考^[21]。总的来说,本研究为理解水果来源的抗生素耐药性问题,为相关食品安全政策的制定提供了科学依据。希望这一研究能引起政策制定者和公众的广泛关注,共同采取有效措施,切实保障公众饮食健康与安全。

参考文献

- [1] 闫琳,彭子欣,李莹,等.我国市售水果中微生物污染状况研究[J].中国食物与营养,2024,30(06):38-42.
- [2] 梁海崑,杨光,汪庆,等.冬季新鲜果蔬中细菌分布特征及致病菌耐药性研究[J].生态毒理学报,2022,17(05):65-74.
- [3] 刘宏,李乐.180株大肠埃希氏菌的分布及耐药分析[J].药品评价,2018,15(13):55-57,64.
- [4] SONG J, OH SS, KIM J, *et al.* Extended-spectrum β -lactamase-producing *Escherichia coli* isolated from raw vegetables in South Korea [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(01): 19721.
- [5] 李苑芳,谢桂扬.产ESBLs大肠埃希菌的医院感染分布及其耐药性研究[J].海南医学,2021,32(10):1279-1282.
- [6] 闫琳,裴晓燕,彭子欣,等.2019年中国市售水果干制品中微生物污染状况[J].卫生研究,2022,51(01):63-67.
- [7] 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(02):314-323.
- [8] 炊慧霞,张秀丽,崔莹,等.2012年河南省市售生制速冻面米制品食源性致病菌污染状况监测[J].中国食品卫生杂志,2014,26(05):500-503.
- [9] 杨莉,綦洪敏.某医院2018—2021年临床阳性菌分布及耐药性分析[J].实用检验医师杂志,2022,14(04):377-381.
- [10] 罗小菊,寇力丹,杨穗珊,等.一株黄瓜源肠集聚性大肠埃希氏菌耐药及生长预测模型分析[J].食品安全质量检测学报,2022,13(18):5917-5923.
- [11] PRIYANKA, MEENA PR, MEGHWANSHI KK, *et al.* Leafy greens as a potential source of multidrug-resistant diarrhoeagenic *Escherichia coli* and *Salmonella* [J]. *Microbiology*, 2021, 167(06):001059.
- [12] PAKBIN B, ALLAHYARI S, AMANI Z, *et al.* Prevalence, phylogroups and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* isolates from food products [J]. *Antibiotics*, 2021, 10: 1291.
- [13] RICHTER L, PLESSIS E, DUVENAGE S, *et al.* High prevalence of multidrug resistant *Escherichia coli* isolated from fresh vegetables sold by selected formal and informal traders in the most densely populated Province of South Africa [J]. *J Food Sci*, 2021, 86(01):161-168.
- [14] IGBINOSA EO, BESHIRU A, IGBINOSA IH, *et al.* Multidrug-resistant extended spectrum β -lactamase (ESBL) -producing *Escherichia coli* from farm produce and agricultural environments in Edo State, Nigeria [J]. *Plos One*, 2023, 18(03): e0282835.
- [15] 赵晓娟,刘婧洋,魏咏新,等.分离自北京口岸进出口食品的大肠埃希氏菌耐药性筛查分析[J].质量安全与检验检测,2024,34(01):1-7.
- [16] ENCISO-MARTÍNEZ Y, BARRIOS-VILLA E, SEPÚLVEDA-MORENO C, *et al.* Prevalence of antibiotic-resistant *E. coli* strains in a local farm and packing facilities of Honeydew melon in Hermosillo, Sonora, Mexico [J]. *Antibiotics*, 2022, 11(12):1789.
- [17] 李梦涵,汪庆,杨光,等.食品和临床环境中大肠埃希菌耐药现状及健康风险研究[J].中国抗生素杂志,2023,48(07):754-765.
- [18] 白瑶,马金晶,黄敏毅,等.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[J].中国食品卫生杂志,2021,33(06):692-697.
- [19] NEWITT S, MACGREGOR V, ROBBINS V, *et al.* Two linked enteroinvasive *Escherichia coli* Outbreaks, Nottingham, UK, June 2014 [J]. *Emerg Infect Dis*, 2016, 22(07):1178-1184.
- [20] 张燕飞,田晓伟,郭邦成,等.2016—2021年宁夏致泻大肠埃希氏菌分布规律及耐药特征分析[J].疾病预防控制中心通报,2022,37(06):62-65,69.
- [21] 王小强,赵悦宛,营思思,等.2021年西安市食源性腹泻患者致泻性大肠埃希氏菌耐药性及分子分型分析[J].中国食品卫生杂志,2024,36(02):166-172.

作者简介



袁维道, 硕士, 研究方向: 药品、食品、化妆品微生物检验

冯晨韵, 工程师, 研究方向为药品、食品、化妆品微生物检验。