

研究报告

可生食蔬菜中单核细胞增生李斯特菌生存特征研究

景宇^{1,2}, 李景云², 王学硕², 窦越², 封岩^{1,2}, 刘冰¹, 白莉³, 崔生辉²

- (1. 食品营养与安全国家重点实验室, 教育部食品营养与安全重点实验室, 天津科技大学食品科学与工程学院, 天津 300457; 2. 中国食品药品检定研究院, 食品化妆品检定所, 北京 100050; 3. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100021)

摘要:目的 探究可生食蔬菜品种、温度、接种部位对单核细胞增生李斯特菌(以下简称单增李斯特菌)存活的影响,为可生食蔬菜中单增李斯特菌的风险评估和关键控制措施提供理论依据。方法 以冻干定量单增李斯特菌为菌株来源,以彩椒、洋葱、黄瓜、圣女果和生菜5种可生食蔬菜的表面和切面为单增李斯特菌的接种点,在4℃、25℃条件下培养7d,定期监测每份样本中的单增李斯特菌的菌量,对其生长情况进行分析。结果 单增李斯特菌冻干菌种不同瓶间菌量均匀($F=1.923, P<0.05$), -20℃储存28d后的复苏率为93.3%±4.2%。在4℃条件下,除了彩椒表面、黄瓜切面、生菜表面和生菜切面外,单增李斯特菌在其他蔬菜上放置7d后均未见显著生长($\delta < 0.5 \log_{10}$ CFU/mL)。在25℃条件下,单增李斯特菌在彩椒、洋葱、圣女果、生菜以及黄瓜切面上均呈现为支持生长[δ 为(1.16±0.35)~(2.68±0.18) \log_{10} CFU/mL]。单增李斯特菌在黄瓜切面、生菜表面和切面放置7d后,菌量仍持续增长,在生菜的表面和切面生长趋势和浓度基本一致。结论 单增李斯特菌在可生食蔬菜上的存活能力与蔬菜种类、表面与切面、储存温度等条件密切相关,温度的控制对降低其在可生食蔬菜中的风险至关重要。生菜和切后的黄瓜作为单增李斯特菌高风险食品,应引起风险评估的重视。

关键词:单核细胞增生李斯特菌;可生食蔬菜;温度;接种部位;生长潜力

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2023)12-1704-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2023.12.002

Study of survival characteristics of *Listeria monocytogenes* on edible vegetablesJING Yu^{1,2}, LI Jingyun², WANG Xueshuo², DOU Yue², FENG Yan^{1,2}, LIU Bing¹,
BAI Li³, CUI Shenghui²

- (1. State Key Laboratory of Food Nutrition and Safety, Ministry of Education Key Laboratory of Food Nutrition and Safety, School of Food Science and Engineering, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China; 2. National Institute for Food and Drug Control, Food and Cosmetics Inspection Institute, Beijing 100050, China; 3. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100021, China)

Abstract: Objective To investigate the impact of edible vegetable varieties, temperatures, and inoculation sites on the survival of *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*), providing a theoretical foundation for risk assessment and key control measures of *L. monocytogenes* in edible vegetables. **Methods** Freeze-dried quantitative *L. monocytogenes* served as the strain source, with the surfaces and sections of five edible vegetables (colored pepper, onion, cucumber, virgin fruit and lettuce) used as inoculation sites. The strain was cultured at both 4℃ and 25℃ for 7 days. Regular monitoring of the *L. monocytogenes* quantity in each sample was conducted, and growth was analyzed. **Results** The quantity of *L. monocytogenes* freeze-dried in different bottles was uniform ($F=1.923, P<0.05$), with a 93.3%±4.2% recovery rate after 28 days of storage at -20℃. At 4℃, *L. monocytogenes* did not show significant growth on vegetables, except for the surface of colored pepper, cucumber slices, the surface and cut side of lettuce after 7 days on other vegetables ($\delta < 0.5 \log_{10}$ CFU/mL). At 25℃, *L. monocytogenes* exhibited supportive growth on colored pepper, onion, virgin fruit,

收稿日期:2022-11-25

基金项目:国家重点研发计划重点专项项目(2022YFC2303900)

作者简介:景宇 女 在读研究生 研究方向为食品安全监测 E-mail:jingyu1102@126.com

通信作者:崔生辉 男 研究员 研究方向为食品安全检测 E-mail:cuishenghui@aliyun.com

lettuce and cucumber slices [$\delta=(1.16\pm 0.35)\sim(2.68\pm 0.18)\log_{10}$ CFU/mL]. The quantity of *L. monocytogenes* on the cut of cucumber, the surface of lettuce and the cut of lettuce continued to increase after 7 days of storage, with a consistent growth trend and concentration on the surface and cut side of lettuce. **Conclusion** The survival of *L. monocytogenes* on edible vegetables is closely linked to vegetable species, surface and section, storage temperature and other conditions. Temperature control is essential to mitigate the risk in edible vegetables. Lettuce and cut cucumbers are high risk foods for *L. monocytogenes* and should be of particular concern for risk assessment.

Key words: *Listeria monocytogenes*; Edible raw vegetables; Temperature; Inoculation site; Growth potential

单核细胞增生李斯特菌(*Listeria monocytogenes*, 以下简称单增李斯特菌)是一种能够引起人类疾病的食源性病原菌^[1],在4℃条件下仍可生长繁殖,是冷藏食品中威胁人类健康的主要病原菌之一^[2]。据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)报道李斯特菌病死亡率高达23.6%^[3],为有效预防单增李斯特菌导致的感染危害,2018年欧洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)加强了对蔬菜中单增李斯特菌限量的管控^[4]。根据北京市卫生健康委员会的监测数据可知^[5],2018年1月1日至2020年12月31日,由饮食不当引起的单增李斯特菌感染病例达134例,分析感染源发现,凉菜由于制作简单、营养丰富、无高温处理环节而成为污染单增李斯特菌的高风险食物^[6]。彩椒、洋葱、黄瓜、圣女果和生菜等可生食蔬菜为常见的凉菜制作原料,均有污染单增李斯特菌的相关报道^[7-11],除此之外,有些蔬菜原本不含有单增李斯特菌,但在其保存、制作过程中,会被该菌污染^[12-13]。蔬菜在运输、售卖的过程中,常暴露在25℃左右的室温下,在家庭或餐饮场所通常在4℃条件下冷藏储存,储存时长通常在1周内,研究表明,储存时间和储存温度是可生食蔬菜中单增李斯特菌污染风险的重要因素^[14]。

在不同食物中使用新鲜单增李斯特菌培养物开展的生存特性研究较多^[15-16],ALEGBELEYE和SANT'ANA^[15]评估了新鲜单增李斯特菌培养物在14种即食蔬菜中的生存特性,验证了温度($P<0.001$)、储存时间($P<0.001$)和蔬菜种类($P<0.001$)对即食蔬菜中单增李斯特菌的生长潜力有显著影响。AJAYEOBA等^[16]将新鲜单增李斯特菌培养物接种到即食蔬菜上,用特制的柠檬汁浸泡,评估特制柠檬汁对单增李斯特菌的抑菌作用,研究证明其对不同蔬菜种类、不同接种次数的抑菌效果有显著性差异($P<0.05$)。但新鲜培养物不能准确反映食品中污染单增李斯特菌的真实存活情况。截至目前,国内未见使用定量单增李斯特菌损伤模型进行实验条件模拟和质量控制的相关研究^[17-18],另外,以同种可生食蔬菜的表面和切面开展的对比研究也

较为罕见^[19]。本研究以单增李斯特菌(CMCC54012)冻干菌为损伤模型,选择4℃、25℃两种常见的蔬菜保存温度作为温度变量,选择彩椒、洋葱、黄瓜、圣女果和生菜5种常见的可生食蔬菜作为基质,以表面和切面作为同种蔬菜的不同染菌点,探究可生食蔬菜品种、温度和接种部位对单增李斯特菌生长状况的影响,以期可为可生食蔬菜中单增李斯特菌的风险评估和关键控制措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌株

单增李斯特菌(CMCC 54012)来源于中国医学微生物菌种保藏管理中心。

1.1.2 主要仪器与试剂

Thermo 1389 生物安全柜(美国 Thermo 公司);基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪(Matrix-assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry, MALDI-TOF MS, 德国 Bruker 公司);麦氏比浊仪(法国 BioMérieux 公司);Eddy Jet 全自动微生物螺旋加样系统(西班牙 IUL 公司);荧光定量 CFX96 基因扩增仪(美国 Bio Rad 公司);Incuell 恒温培养箱(德国 MMM 公司);冷冻干燥机(美国 Labconco 公司)。

胰蛋白胨大豆琼脂(Tryptose soya agar, TSA)培养基(美国 BD 公司);PALCAM 培养基(广东环凯生物科技有限公司);吐温 80(国药集团化学试剂有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 单增李斯特菌冻干菌制备

取经 MALDI-TOF MS、实时荧光定量 PCR^[20]确认的为单增李斯特菌的 CMCC54012 TSA 平板二代新鲜培养物,加入无菌生理盐水中,以无菌生理盐水为空白对照,用麦氏比浊仪调节菌液浓度至 1.5~2.0 麦氏浊度,按 1:10 比例加至 5% 脱脂乳粉-5% 海藻糖溶液中,100 μL/瓶分装,真空冷冻干燥后,参考瞿洪仁等^[18]的实验方法,用 TSA 平板进行均匀性和稳定性验证实验^[21-22]。

1.2.2 蔬菜样本前处理

实验当日从市场购买洋葱、彩椒、黄瓜、圣女果和生菜5种蔬菜,用70%乙醇溶液擦拭蔬菜表面后置于塑料盒中,加入适量无菌0.1%吐温80水溶液清洗蔬菜,将清洗后的蔬菜置于生物安全柜中吹干表面水分,待用。

1.2.3 蔬菜样品染菌

取1.2.1冻干菌1瓶,加入1 mL生理盐水溶解备用。取1.2.2处理过的蔬菜样本用无菌手术刀切成表面积大小一致、质量为10 g的小块,置于50 mL离心管中使之固定,分别在蔬菜表面和切面滴加6 μ L冻干菌液。将各样本分别于4 $^{\circ}$ C和25 $^{\circ}$ C培养箱中放置,在0、1、3、5和7 d对样品中单增李斯特菌的菌量进行检测,每次测定3份样品和1份不加单增李斯特菌的对照样本(作为本底样本)。

1.2.4 蔬菜样品中单增李斯特菌计数

在离心管中加入10 mL无菌生理盐水和数个3 mm的无菌玻璃珠,涡旋1 min打碎蔬菜样品。参考SN/T 2098—2008《食品和化妆品中的菌落计数检测方法 螺旋平板法》,取0.1 mL样品悬液于Eppendorf管中,依次用无菌生理盐水制成1:10、1:100、1:1 000、1:10 000的样品匀液,将全自动螺旋加样系统调至E50模式,吸取样品匀液,在PALCAM平板上进行涂布,每个稀释度涂两块平板,(36 \pm 1) $^{\circ}$ C培养24~48 h。用微生物计数系统对中心凹陷黑色、周边灰绿色的典型菌落进行计数,计算3个平行样本的平均值及标准差。用初始浓度和终浓度的差值计算生长潜力(Growth potential, δ),对生长趋势曲线进行作图,并标明标准误差线,用SPSS22.0软件对温度、接种部位(表面或切面)进行单因素方差分析。若本底样本中未检出单增李斯特菌,则实验结果有效;反之,则实验结果无效。

1.2.5 生长潜力(δ)计算

按1.2.4步骤对蔬菜样本中的单增李斯特菌计数,将计数结果取对数后,与起始染菌浓度的对数值之差即为生长潜力。当 $\delta \geq 0.5 \log_{10}$ CFU/mL时,说明该条件支持单增李斯特菌的生长,描述为支持生长;当 $\delta < 0.5 \log_{10}$ CFU/mL时,说明该条件不支持单增李斯特菌的生长^[23]。

2 实验结果

2.1 单增李斯特菌冻干菌均匀性和稳定性测试结果

取20瓶冻干菌进行浓度检测,平均浓度为(4.4 \pm 0.58) $\times 10^6$ CFU/瓶,对20瓶冻干样品检测结

果对数值进行单因子方差分析显示,不同瓶间菌浓度均匀($F=1.923, P<0.05$)。对冻干后的样品进行稳定性监测显示,-20 $^{\circ}$ C储存28 d后的复苏率为93.3% \pm 4.2%。

2.2 单增李斯特菌在彩椒上的生长趋势

在彩椒表面,4 $^{\circ}$ C和25 $^{\circ}$ C条件下单增李斯特菌呈现不同程度支持生长,其中25 $^{\circ}$ C条件下的生长浓度显著高于4 $^{\circ}$ C($P<0.05$),在放置5 d后,表面单增李斯特菌浓度开始下降;而在彩椒切面上,仅25 $^{\circ}$ C条件下支持生长,其生长浓度高于彩椒表面,而在4 $^{\circ}$ C条件下未见支持生长(图1a)。

2.3 单增李斯特菌在洋葱上的生长趋势

在洋葱上,25 $^{\circ}$ C条件下,表面和切面污染的单增李斯特菌均呈现为支持生长,其中表面的浓度显著高于切面($P<0.05$);在4 $^{\circ}$ C条件下,表面和切面污染的单增李斯特菌均未见支持生长(图1b)。

2.4 单增李斯特菌在黄瓜上的生长趋势

在黄瓜上,表面和切面污染的单增李斯特菌在4 $^{\circ}$ C和25 $^{\circ}$ C放置均呈现为支持生长,表面污染样品3 d后呈现明显的下降趋势;切面污染样品中单增李斯特菌的生长浓度高于表面污染样品,在放置到7 d时,切面的菌量达到最高(图1c)。

2.5 单增李斯特菌在圣女果上的生长趋势

在圣女果上,25 $^{\circ}$ C条件下,切面和表面污染的单增李斯特菌均呈现为支持生长,其中切面的生长浓度高于表面;4 $^{\circ}$ C条件下,切面污染的单增李斯特菌在放置3~5 d时呈现为支持生长,但生长浓度低于25 $^{\circ}$ C,而表面污染的样品中未见支持生长(图1d)。

2.6 单增李斯特菌在生菜上的生长趋势

在生菜上,4 $^{\circ}$ C和25 $^{\circ}$ C条件下放置的样品中,表面和切面污染的单增李斯特菌均呈现为支持生长,25 $^{\circ}$ C放置的样品中生长浓度极显著高于4 $^{\circ}$ C放置的样品($P<0.01$);同样温度条件下,切面与表面污染的样品中,单增李斯特菌的生长趋势未见显著性差异($P>0.05$)(图1e)。

2.7 单增李斯特菌在不同生食蔬菜中放置7 d的生长潜力对比

4 $^{\circ}$ C和25 $^{\circ}$ C条件下,单增李斯特菌在不同生食蔬菜中放置7 d的生长潜力对比见表1。

由表1可知,放置7 d后,4 $^{\circ}$ C条件下,黄瓜切面、彩椒表面、生菜表面及切面均可支持单增李斯特菌的生长($\delta \geq 0.5 \log_{10}$ CFU/mL),其中,圣女果切面的单增李斯特菌生长潜力为(0.49 \pm 0.20) \log CFU/g,与判定是否支持生长的数值极为接近;在25 $^{\circ}$ C条件下,除黄瓜表面,其他接触面单增李斯特菌的浓度均呈现为支持生长($\delta \geq 0.5 \log_{10}$ CFU/mL)。

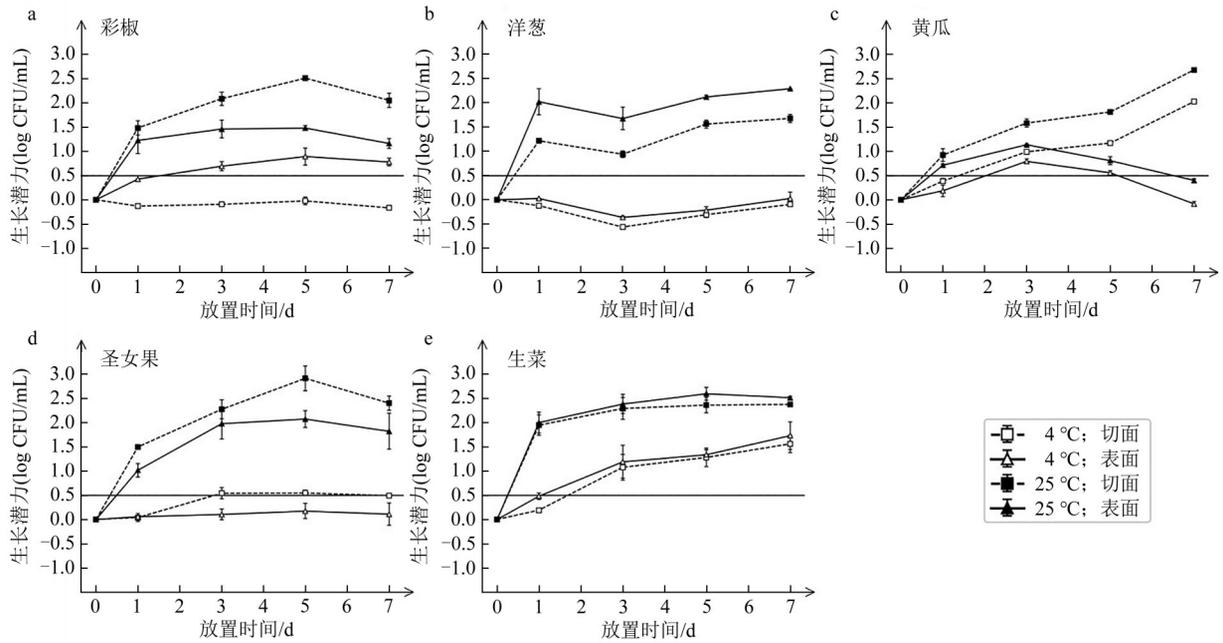


图1 单增李斯特菌在不同生食蔬菜中的生长潜力

Figure 1 Growth potential of *Listeria monocytogenes* in different raw vegetables

表1 4 °C和25 °C条件下单增李斯特菌在人工污染生食蔬菜中放置7天的生长潜力

Table 1 Growth potential of *Listeria monocytogenes* in different raw vegetables at 4 °C and 25 °C after 7 days

蔬菜品种	生长潜力 $\delta(\log_{10} \text{CFU/mL})$			
	4 °C		25 °C	
	表面	切面	表面	切面
彩椒	0.90±0.42	-0.17±0.21	1.16±0.35	2.05±0.42
洋葱	0.02±0.41	-0.10±0.19	2.29±0.04	1.68±0.29
黄瓜	-0.08±0.26	2.03±0.11	0.40±0.21	2.68±0.18
圣女果	0.11±0.49	0.49±0.20	1.82±0.64	2.40±0.44
生菜	1.73±0.61	1.55±0.46	2.52±0.16	2.37±0.19

3 讨论

本研究结果表明,染菌后在25 °C条件下放置的蔬菜上,单增李斯特菌在5种蔬菜的表面和切面均出现不同程度生长,与KROFT等^[19]得出的常温下几乎所有蔬菜都能不同程度地支持单增李斯特菌生长结论一致。蔬菜中含有糖、蛋白、有机酸、水分等,可为单增李斯特菌的生长提供较为丰富的营养^[24]。在生长趋势上,不同蔬菜间存在一定的差异,在彩椒、生菜和圣女果表面与切面、黄瓜表面随着在25 °C条件下放置时间的延长,浓度增长出现了平缓或下降的趋势,这可能与蔬菜组织中水分流失较快,导致微生物生长达到停滞阶段有关^[25]。其中黄瓜(放置7 d)和圣女果(放置5 d)切面的单增李斯特菌浓度均达到了10⁷ CFU/g以上,显著高于其他样品,这可能与黄瓜和圣女果的切面中相对湿度显著高于其他蔬菜相关^[8]。放置7 d后,彩椒、黄瓜和圣女果切面的单增李斯特菌浓度均高于表面,而洋葱的切面低于表面,这可能与洋葱汁中含有丰富

的蒜素类化合物有关,蒜素和二硫化物可以与类似半胱氨酸的、具有巯基(-SH)的化合物相互反应,阻止其与蛋白结合,这种反应可以抑制细菌繁殖,使得洋葱切面的菌浓度较低^[26]。

本研究结果表明,染菌后在4 °C条件下放置的蔬菜上,单增李斯特菌在洋葱及圣女果表面的浓度几乎不变,与OLAIMAT等^[14]研究结果一致,与KROFT等^[19]得出的4 °C条件时,单增李斯特菌在常见的生食蔬菜中浓度降低的结论不一致,这种结论差异可能与染菌浓度不同、菌体活性差异、实验用蔬菜的个体差异等有关。相关研究表明,低温条件下微生物的呼吸作用及其他一些代谢过程微弱,导致繁殖速度受限^[27]。在黄瓜表面和圣女果切面浓度出现增长,但随着放置时间的延长,浓度进入了平台期或略有下降,相关研究表明,在低温下,维生素等营养成分会由于氧化作用而减少^[28],这导致随着时间的推移,供应菌株生长的营养成分不足。放置7 d后,彩椒表面的单增李斯特菌浓度显著高于切面,与25 °C放置的情况相反,这可能与温度越低彩椒切面的辣椒素抑菌作用越明显有关^[29],使得彩椒切面辣椒素的抑菌作用超过营养物质的增菌作用,表现为切面的菌不生长。由4 °C和25 °C的单增李斯特菌生存特性差异可知,温度的控制对降低其在可生食蔬菜中的风险至关重要。

根据本研究中生长潜力的结果来看,在两种温度下放置7 d内,单增李斯特菌在生菜表面和切面、黄瓜切面上都可以持续生长。相关研究表明^[8],不同接种面的生存特性差异可能与接种面的表面结

构、成分、可利用的营养物质以及水分活性有关,黄瓜切面具有 0.992 ± 0.002 的高水分活度和 5.70~6.45 的中等 pH 范围^[30],这可能为单增李斯特菌的生长提供了适宜条件。生菜在采摘后仍能继续呼吸,在高温条件下呼吸速率加快,其呼吸作用导致表面水蒸气散失^[25,31],增加了其储存条件的相对湿度,这有可能是生菜的表面及切面在放置 7 d 内仍使得单增李斯特菌浓度持续增加的原因。除此之外,本研究发现,单增李斯特菌的生长趋势和浓度在生菜切面与表面上基本一致,可能是由于生菜的表面积大、叶片薄、组织脆弱,因此其表面和切面的成分差别不大所致^[32]。

本实验采用了同批次、均一、稳定的定量冻干单增李斯特菌污染可生食蔬菜样品,客观上保证了不同时间点、不同样品染菌浓度的一致性,同时也提高了实验的便捷性。本方法与其他相关研究^[33]的结论差异,可以由冻干细菌在适当条件下的修复能力更高来解释,在冷冻过程中,冻干细菌会受到一定的损伤,而这种损伤是可逆的,在污染蔬菜后可以恢复生长能力^[34],更接近自然条件下样品中污染单增李斯特菌的状态,而新鲜菌株原始活性高,污染蔬菜后存活能力往往下降。本染菌方法与 BARDSLEY 等^[8]、OLAIMAT 等^[14]采用新鲜培养物染菌的方法不同,为后续相关染菌研究提供了有效的技术参考。

综上所述,单增李斯特菌在可生食蔬菜上的存活能力与蔬菜种类、表面与切面、储存温度等条件密切相关,温度的控制对降低其在可生食蔬菜中的风险至关重要。生菜和切后的黄瓜作为单增李斯特菌高风险食品,尤其应引起风险评估的重视。

参考文献

- [1] TONK M, CABEZAS-CRUZ A, VALDÉS J J, et al. Defensins from the tick *Ixodes scapularis* are effective against phytopathogenic fungi and the human bacterial pathogen *Listeria grayi*[J]. *Parasites & Vectors*, 2014, 7(1): 554.
- [2] 于泽, 张凯淇, 肖洋洋, 等. 食品中单增李斯特菌检测进展[J]. *中国食品添加剂*, 2021(8):151-160.
YU Z, ZHANG K Q, XIAO Y Y, et al. Progress in detection of *Listeria monocytogenes* in food[J]. *China Food Additives*, 2021, 32(8): 151-160.
- [3] NOORDHOUT C M, DEVLEESSCHAUWER B, ANGULO F J, et al. The global burden of listeriosis: A systematic review and meta-analysis[J]. *The Lancet Infectious Diseases*, 2014, 14(11): 1073-1082.
- [4] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), KOUTSOUMANIS K, ALVAREZ - ORDÓÑEZ A, et al. The public health risk posed by *Listeria monocytogenes* in frozen fruit and vegetables including herbs, blanched during processing[J]. *EFSA Journal*, 2020, 18(4): e06092.
- [5] NIU Y L, WANG T Y, ZHANG X A, et al. Risk factors for sporadic listeriosis in Beijing, China: A matched case-control study[J]. *Epidemiology and Infection*, 2022, 150: 1-21.
- [6] YU Q, ZHAI L, BIE X, et al. Survey of five food-borne pathogens in commercial cold food dishes and their detection by multiplex PCR[J]. *Food Control*, 2016, 59: 862-869.
- [7] LIEBERMAN V M, HARRIS L J. Fate of inoculated *Listeria monocytogenes* on yellow Onions (*Allium cepa*) under conditions simulating food service and consumer handling and storage[J]. *Food Control*, 2019, 96: 375-382.
- [8] BARDSLEY C A, TRUITT L N, PFUNTNER R C, et al. Growth and survival of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* on whole and sliced cucumbers [J]. *Journal of Food Protection*, 2019, 82(2): 301-309.
- [9] Centers for Disease Control CDC. (2017). Multistate outbreak of listeriosis linked to packaged salads produced at Springfield. Ohio Dole processing facility. Retrieved 17th December, 2017 from <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/bagged-salads-01-16/index.html>.
- [10] CHEN H Q, ZHONG Q X. Antibacterial activity of acidified sodium benzoate against *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enterica*, and *Listeria monocytogenes* in tryptic soy broth and on cherry tomatoes [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2018, 274: 38-44.
- [11] BAN G H, KANG D H. Inactivation of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on cherry tomatoes and oranges by superheated steam [J]. *Food Research International*, 2018, 112: 38-47.
- [12] U. S. Food and Drug Administration. [EB/OL].(2012-07-26)[2022-11-25]. https://www.in.gov/health/food-protection/files/Gills_Onions_LLC_Recall.pdf
- [13] U. S. Food and Drug Administration. Country Fresh Recalls Various Cooking And Snacking Products Due To Possible Health Risk [EB/OL].(2017-02-12)[2018-02-09].<https://www.fda.gov/safety/recalls-market-withdrawals-safety-alerts/country-fresh-recalls-various-cooking-and-snacking-products-due-possible-health-risk>.
- [14] OLAIMAT A N, GHOUSH M A, AL-HOLY M, et al. Survival and growth of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat Mediterranean vegetable salads: Impact of storage temperature and food matrix [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2021, 346: 109149.
- [15] ALEGBELEYE O, SANT'ANA A S. Survival and growth behaviour of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat vegetable salads [J]. *Food Control*, 2022, 138: 109023.
- [16] AJAYEOBA T, ATANDA O, OBADINA A, et al. The potential of lemon juice-ogi steep liquor mixtures in the reduction of *Listeria monocytogenes* contamination of ready-to-eat vegetables [J]. *LWT*, 2016, 74: 534-541.
- [17] 胡小玲, 杨更发. 微生物检测质量控制标样在微生物实验室内质量控制中的应用[J]. *中国卫生检验杂志*, 2007, 17(12): 2320-2321.
HU X L, YANG G F. Application of microbial test quality

- control standard sample in microbial laboratory quality control [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2007, 17(12): 2320-2321.
- [18] 瞿洪仁, 骆海朋, 申静云, 等. 食品检测用单核细胞增生李斯特氏菌标准物质的研制 [J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(1): 65-70.
- QU H R, LUO H P, SHEN J Y, et al. Preparation of *Listeria monocytogenes* reference material for food analysis [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2019, 10(1): 65-70.
- [19] KROFT B, GU G, BOLTEN S, et al. Effects of temperature abuse on the growth and survival of *Listeria monocytogenes* on a wide variety of whole and fresh-cut fruits and vegetables during storage [J]. Food Control, 2022, 137: 108919.
- [20] U. S. Food and Drug Administration. [EB/OL]. BAM Protocol: Simultaneous Confirmation of *Listeria* species and *L. monocytogenes* isolates by real-time PCR. (2018-03-26) [2022-11-25]. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-protocol-simultaneous-confirmation-listeria-species-and-l-monocytogenes-isolates-real-time-pcr>.
- [21] 中国合格评定国家认可委员会. CNAS-GL003: 2018 能力验证样品均匀性和稳定性评价指南 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- China National Accreditation Service for Conformity Assessment. -CNAS-GL003: 2018 Guidance on evaluating the homogeneity and stability of samples used for proficiency testing [S]. Beijing: China Standard Press, 2018.
- [22] 中国合格评定国家认可委员会. CNAS-GL017: 2018 标准物质/标准物质(样品)定值的一般原则和统计方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- China National Accreditation Service for Conformity Assessment. -CNAS-GL017: 2018 Reference materials-General and statistical principles for certification [S]. Beijing: China Standard Press, 2018.
- [23] SANT'ANA A S, BARBOSA M S, DESTRO M T, et al. Growth potential of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in nine types of ready-to-eat vegetables stored at variable temperature conditions during shelf-life [J]. International Journal of Food Microbiology, 2012, 157(1): 52-58.
- [24] ZHENG J, HUANG C H, YANG B R, et al. Regulation of phytochemicals in fruits and berries by environmental variation—Sugars and organic acids [J]. Journal of Food Biochemistry, 2019, 43(6): e12642.
- [25] LIKOTRAFITI E, SMIRNIOTIS P, NASTOU A, et al. Effect of relative humidity and storage temperature on the behavior of *Listeria monocytogenes* on fresh vegetables [J]. Journal of Food Safety, 2013, 33(4): 545-551.
- [26] 吴涛, 陈加平. 洋葱水提取液对白鲢鱼肉的保鲜作用研究 [J]. 长江大学学报自然科学版(自然科学版), 2010, 7(2): 79-82.
- WU T, CHEN J P. Study on the fresh-keeping effect of onion water extract on silver carp flesh [J]. Journal of Yangtze University (Natural Science Edition), 2010, 7(2): 79-82.
- [27] 励建荣, 朱丹实. 果蔬保鲜新技术研究进展 [J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(4): 337-347.
- LI J R, ZHU D S. Research progress of new postharvest technology on fruits and vegetables [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2012, 31(4): 337-347.
- [28] 张建强, 吴茜. 浅谈食品的低温处理与保藏 [J]. 农村经济与科技, 2011, 22(7): 45-47.
- ZHANG J Q, WU Q. Discussion on low temperature treatment and preservation of food [J]. Rural Economy and Science-Technology, 2011, 22(7): 45-47.
- [29] 吴影, 古绍彬, 张永杰. 辣椒中辣椒碱抑菌作用的研究 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 9130-9131.
- WU Y, GU S B, ZHANG Y J. Study on the bacteriostasis of capsaicin in capsicum annum [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 35(29): 9130-9131.
- [30] SALAZAR J K, SAHU S N, HILDEBRANDT I M, et al. Growth kinetics of *Listeria monocytogenes* in cut produce [J]. Journal of Food Protection, 2017, 80(8): 1328-1336.
- [31] SANT'ANA A S, FRANCO B D G M, SCHAFFNER D W. Modeling the growth rate and lag time of different strains of *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat lettuce [J]. Food Microbiology, 2012, 30(1): 267-273.
- [32] 王震, 何家鹏, 湛凯, 等. 磺化聚醚醚酮/聚乙烯复合膜的制备及对生菜的贮藏保鲜 [J]. 现代食品科技, 2020, 36(10): 157-164.
- WANG Z, HE J P, CHEN K, et al. Preparation of sulfonated polyetheretherketone/polyethylene composite film and its application in lettuce storage [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(10): 157-164.
- [33] UZEH R E, ADEPOJU A. Incidence and survival of *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* on salad vegetables [J]. International Food Research Journal, 2013, 20(4): 1921-1925.
- [34] WU V C H. A review of microbial injury and recovery methods in food [J]. Food Microbiology, 2008, 25(6): 735-744.