

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20241011004

中和剂对生菜、圣女果中单核细胞增生李斯特氏菌的增菌效果

安琳, 封岩, 景宇, 李景云, 崔生辉, 余文*

(中国食品药品检定研究院, 北京 100050)

摘要: **目的** 评价 5 种中和剂增菌液对生菜、圣女果中单核细胞增生李斯特氏菌的增菌效果, 筛选出适用于即食蔬菜中单增李斯特菌检测的增菌液。**方法** 采用冷冻干燥方法制备 7 株单增李斯特菌定量冻干样品, 选择大豆酪蛋白葡萄糖卵磷脂吐温 80 培养基(soya casein digest lecithin polysorbate broth, SCDLP)、改良卵磷脂肉汤(modified letheen broth, MLB)等 5 种含中和成分的增菌液为研究对象, 以无中和成分的缓冲蛋白胨水(buffered peptone water, BPW)为对照, 通过接种单增李斯特菌冻干标准菌株模拟果蔬真实污染情况, 考察不同重量生菜和圣女果在中和剂增菌液中的增菌情况。在此基础上, 每种蔬菜选取 2 种增菌效果良好的中和剂增菌液, 采用 7 株单增李斯特菌冻干标准菌株进行适用性验证。**结果** 7 株单增李斯特菌冻干样品均匀性和稳定性良好。针对不同重量的生菜和圣女果, 随着检样量增加单增李斯特菌增菌受抑制程度增加; 与 BPW 相比 5 种中和剂增菌液均有助于缓解生菜对单增李斯特菌的抑制作用; 此外除 UPB 和 D/E 中和肉汤外, 其余 3 种中和剂增菌液对圣女果中单增李斯特菌的增菌效果均优于 BPW。当检样量为 325 g 时, 混合增菌液(mixed enrichment broth, MIX)中单增李斯特菌的菌浓度最高, 且该增菌液适用于 7 株单增李斯特菌标准菌株的增菌过程。**结论** 生菜和圣女果中存在对单增李斯特菌的抑菌成分; 针对 7 株单增李斯特菌, MIX 增菌效果最佳。**关键词:** 单增李斯特菌; 生菜; 圣女果; 中和剂; 检出率

Enrichment effects of neutralizer on *Listeria monocytogenes* in *Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*

AN Lin, FENG Yan, JING Yu, LI Jing-Yun, CUI Sheng-Hui, YU Wen*

(National Institute for Food and Drug Control, Beijing 100050, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the enrichment effects of 5 kinds of neutralizer-containing enrichment broths on *Listeria monocytogenes* in *Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*, and screen out an enrichment broth suitable for the detection of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat vegetables. **Methods** The 7 strains of *Listeria monocytogenes* were quantitatively prepared as freeze-dried samples using the freeze-drying method. The 5 kinds of enrichment broths containing neutralizing agents, including soya casein digest lecithin polysorbate broth (SCDLP) and modified letheen broth (MLB), were selected as the subjects of study. Buffered peptone water (BPW) without

基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFF1100704)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Program of China (2022YFF1100704)

*通信作者: 余文, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为食品安全检测。E-mail: 6646227@qq.com

*Corresponding author: YU Wen, Master, Associate Professor, National Institute for Food and Drug Control, No.2, Tiantan West Lane, Dongcheng District, Beijing 100050, China. E-mail: 6646227@qq.com

neutralizing agents was used as the control. By inoculating the freeze-dried standard strain of *Listeria monocytogenes*, the study simulated real contamination scenarios in fruits and vegetables, and investigated the enrichment of the bacteria in varying weights of *Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum* using the enrichment broths with neutralizer. Based on this, 2 kinds of neutralizer-containing enrichment broths with good enrichment effects were selected for each type of vegetable, and their applicability was verified using the 7 freeze-dried standard strains of *Listeria monocytogenes*. **Results** The freeze-dried samples of the 7 *Listeria monocytogenes* strains exhibited good uniformity and stability. For different weights of *Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*, the inhibition of *Listeria monocytogenes* enrichment increased with the increase in sample weight. Compared to BPW, all 5 kinds of neutralizer-containing enrichment broths to alleviating the inhibitory effect of *Lactuca sativa* on *Listeria monocytogenes*. Furthermore, except for UPB and D/E neutralizing broth, the other 3 kinds of neutralizer-containing enrichment broth exhibited superior enrichment effects on *Listeria monocytogenes* in *Lycopersicon esculentum* compared to BPW. When the sample weight was 325 g, the mixed enrichment broth (MIX) had the highest concentration of *Listeria monocytogenes*, and this broth was suitable for the enrichment process of the 7 standard strains of *Listeria monocytogenes*. **Conclusion** There are inhibitory components against *Listeria monocytogenes* in *Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*; for the 7 strains of *Listeria monocytogenes*, the MIX has the best enrichment effect.

KEY WORDS: *Listeria monocytogenes*; *Lactuca sativa*; *Lycopersicon esculentum*; neutralizer; detection rate

0 引 言

单核细胞增生李斯特菌(*Listeria monocytogenes*, 以下简称单增李斯特菌)是引发人类李斯特菌病的致病菌之一, 主要感染途径为食品来源^[1], 常见的感染表现为腹泻、发热等, 严重时可导致败血症甚至死亡^[2-7]。生食蔬菜是引发李斯特菌病的常见原因, 全球范围内已有多起相关病例报道。1981 年加拿大 41 人因食用被单增李斯特菌污染的凉拌卷心菜导致病情, 其中 18 人死亡^[8]。1990 年至 2005 年间, 美国约 13% 的食源性疾病暴发与生食被单增李斯特菌污染的水果和蔬菜相关^[9]。生食蔬菜由于制作简单, 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^[10-11], 据报道, 近年来可生食蔬菜中单增李斯特菌的检出率在 0.6%~9.1% 左右, 圣女果、生菜中单增李斯特菌的检出率相对较低, 约为 0.86% 左右^[12-17], 这可能与蔬菜在种植和运输过程中加的多种添加剂及微生物检测时所处环境条件有关^[18-19]。

食品中食源性致病菌的分离方法通常包含前增菌、选择性增菌及选择性培养基分离 3 个基本步骤, 其中前增菌为微生物检测的关键步骤, 能够复苏受损的目标菌以及降低高污染浓度背景菌的干扰。研究表明, 增菌液中的卵磷脂、吐温 80 具有中和油性物质和防腐剂的作用^[20], 磷酸盐具有缓冲酸碱性的作用^[21]。目前, 已有含中和剂的培养基应用于化妆品中微生物检测的报道^[22]。缓冲蛋白胨水(buffered peptone water, BPW)为常见的前增菌培养基, 在 GB 4789.28—2013《食品安全国家标准 食品微生物学检验培养基和试剂的质量要求》等标准中被推荐使用。目前我

国标准推荐的单增李斯特菌的检测方法暂无前增菌培养步骤, 而是将选择性培养分两步进行, 在选择性培养过程中添加抗生素或抑菌剂等成份抑制背景微生物的生长。

本研究选择 5 种中和剂增菌培养液, 包括大豆酪蛋白葡萄糖卵磷脂吐温 80 培养基(soya casein digest lecithin polysorbate broth, SCDLP)、改良卵磷脂肉汤(modified letheen broth, MLB)、通用预增菌肉汤(universal preenrichment broth, UPB)、D/E 中和肉汤、混合增菌液(mixed enrichment broth, MIX)作为研究对象, 以无中和成分的 BPW 为对照增菌液, 选用生菜和圣女果为蔬菜基质, 对不同重量的蔬菜, 用制备的冻干损伤菌株进行单增李斯特菌接种, 模拟真实污染情况下的增菌过程, 考察不同重量生菜和圣女果在中和剂增菌液中的增菌情况。在此基础上, 针对增菌效果最好的两种增菌液, 用 7 株标准菌株冻干损伤菌进行增菌验证, 确保方法的适用性, 旨在评估几种不同中和剂增菌液对生菜、圣女果中的抑菌成分的中和效果, 为提高蔬菜中单增李斯特菌的检出灵敏度提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

1.1.1 菌 株

单增李斯特菌(*Listeria monocytogenes*)标准菌株 CMCC(B)54012、CMCC(B)54008、CMCC(B)54009、CMCC(B)54010、CMCC(B)54011 均来源于中国医学微生物菌种保藏管理中心; CICC21633 来源于中国工业微生物菌种保藏管理中心; ATCC19115 源于美国菌种保藏中心。

1.1.2 仪器、试剂与材料

Thermo1389 生物安全柜、PR205050GCN 生化培养箱(美国赛默飞世尔科技公司); STOMA CHER400 拍打式均质器(德国 Seward 公司); Autoflex 基质辅助激光解析电离飞行时间质谱仪(德国 Bruker 公司); FreeZone 冷冻干燥机(美国 Labconco 公司); IUL FLASH GO 自动菌落成像分析系统(西班牙 IUL 公司)。

LB1、LB2 肉汤(北京陆桥公司); 单增李斯特菌显色培养基(广东环凯生物科技有限公司); BPW、SCDLP 液体培养基、MLB 肉汤、UPB 增菌液、D/E 中和肉汤(北京奥博星公司); MIX 增菌液(中国食品药品检定研究院)。各培养基具体成分见表 1。

表 1 各增菌液组成成分
Table 1 Composition of the bacteria increasing solution

成分	BPW	SCDLP	MLB	UPB	D/E 中 和肉汤	MIX
蛋白胨/(g/L)	10.0	20.0	20.0	10.0	5.0	20.0
葡萄糖/(g/L)	/	2.5	/	0.5	10.0	10.0
氯化钠/(g/L)	5.0	5.0	5.0	5.0	/	/
牛肉浸出粉/(g/L)	/	/	5.0	/	/	5.0
磷酸氢二钠/(g/L)	9.0	/	/	7.0	/	7.0
磷酸二氢钾/(g/L)	1.5	2.5	/	15.0	/	/
柠檬酸铁铵/(g/L)	/	/	/	0.1	/	0.1
卵磷脂/(g/L)	/	1.0	0.7	/	7.0	7.0
酵母粉/(g/L)	/	/	2.0	/	2.5	2.5
硫代乙醇酸钠/(g/L)	/	/	/	/	1.0	1.0
硫代硫酸钠/(g/L)	/	/	/	/	6.0	6.0
亚硫酸氢钠/(g/L)	/	/	0.1	/	2.5	2.5
硫酸镁/(g/L)	/	/	/	0.25	/	0.25
吐温 80/(g/L)	/	/	5.0	/	5.0	5.0
丙酮酸钠/(g/L)	/	/	/	0.2	/	0.2
pH 范围	7.0	7.1~7.3	7.0~7.4	6.1~6.5	7.4~7.8	7.6~8.0

注: /为无此项。表 3 同。

新鲜圣女果和生菜购买于当地市场。

1.2 方 法

1.2.1 单增李斯特菌冻干菌制备

取经基质辅助激光解析电离飞行时间质谱仪确认的 7 株单增李斯特菌标准菌株胰酪大豆琼脂培养基(tryptone

soy agar, TSA)平板二代新鲜培养物, 加入无菌生理盐水中, 调节浓度至 1.5~2.0 麦氏浊度, 按体积比 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, 进行均匀性和稳定性验证^[23]。

1.2.2 样本前处理

用 75%酒精擦拭新鲜圣女果和生菜表面后置于塑料盒中, 加入含有 0.1%吐温 80 的无菌水中, 充分清洗后于生物安全柜中吹干表面水分, 待用。

1.2.3 接 菌

将按 1.2.2 处理过的生菜和圣女果分别取 25、50、100、200、325 和 500 g 作为样本于无菌均质袋中, 每个重量做 3 个平行, 分别加入 900 mL SCDLP、MLB、UPB、D/E 中和肉汤、MIX 5 种中和剂前增菌培养液, 均质拍打 2 min 后, 各样本中接种 10¹ CFU CMCC(B)54012 冻干菌液。另设不加菌液的样本为空白对照, 不加蔬菜的样本为阳性对照, 于 36 ℃增菌培养 18 h。

1.2.4 MPN 法检测及计数结果统计

参考 GB 4789.30—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 单核细胞增生李斯特氏菌检验》, 采用 MPN 法对实验组和阳性对照前增菌后培养液中的单增李斯特菌进行计数^[24]。菌落计数结果取对数后, 计算各样本增菌 18 h 后单增李斯特菌浓度的平均值及标准偏差。

1.2.5 增菌效果适用性验证

分别选取对 325 g 圣女果和生菜增菌效果最好的 2 种增菌液, 用 CMCC(B)54012、CMCC(B)54008、CMCC(B)54009、CMCC(B)54010、CMCC(B)54011、CICC(B)21633 和 ATCC(B)19115 对其进行验证, 方法同 1.2.2、1.2.3 及 1.2.4。

1.3 数据处理

采用 Excel 2019 软件进行实验数据处理、标准菌株冻干样品均匀性单因子方差分析及图表绘制。

2 结果与分析

2.1 单增李斯特菌冻干菌株均匀性和稳定性检验

对 7 种单增李斯特菌标准菌株定量冻干样品进行均匀性和稳定性检验, 结果见表 2。均匀性随机抽取 20 瓶冻干菌株样品进行菌落计数, 各菌株冻干样品平均浓度

表 2 定量冻干菌株均匀性和稳定性检验结果
Table 2 Results of homogeneity and stability tests of quantitative lyophilized strains

菌株编号	平均浓度/(CFU/瓶) (n=20)	单因子方差分析结果*	-20 ℃储存 28 d 复苏率/(%) (n=3)
CMCC(B)54012	(4.40±0.58)×10 ⁴	F=1.923	93.3±4.2
CMCC(B)54008	(5.00±0.45)×10 ⁴	F=1.630	90.6±2.2
CMCC(B)54009	(3.20±0.34)×10 ⁴	F=0.834	98.0±3.1
CMCC(B)54010	(3.40±0.36)×10 ⁴	F=1.424	91.2±2.6
CMCC(B)54011	(5.60±0.45)×10 ⁴	F=1.923	94.6±5.7
CICC21633	(5.40±0.36)×10 ⁴	F=1.352	95.5±6.2
ATCC19115	(6.20±0.57)×10 ⁴	F=1.759	96.3±1.2

注: *参照 CNAS-GL03, F=样品间均方/样品内均方, F_{临界值}=2.137, 均匀性要求 F<F_{临界值}。

为 $(3.20\pm0.34)\times10^4\sim(6.20\pm0.57)\times10^6$ CFU/瓶间, 均达到 10^4 CFU/瓶的水平。取 20 瓶冻干样品计数结果的对数值进行单因子方差分析, 结果显示各菌株冻干样品均符合 $F<F_{\text{临界值}}$, 表明在显著水平为 0.05 时, 所制备的单核细胞增生李斯特氏菌冻干样品内和样品间无显著性差异, 样品均匀性满足要求。此外, 每种菌分别取 3 个样品进行稳定性检验, 结果表明 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 储存 28 d 后各菌株复苏率为 $90.6\%\pm2.2\%\sim98.0\%\pm3.1\%$, 可满足实验要求。

2.2 不同重量生菜和圣女果在 5 种中和剂增菌液中的增菌效果评价

不同重量生菜和圣女果接种 10^1 CFU CMCC(B)54012 经 5 种中和剂培养液增菌 18 h 后的单增李斯特菌浓度见表 3。空白对照结果显示, SCDLP、MLB、UPB、D/E 中和肉汤与 MIX 5 种增菌液对单增李斯特菌的增菌量超过 $7\log_{10}$ MPN/mL。当加入重量为 25~500 g 的生菜, 相较于 BPW, 5 种中和剂增菌液均能产生增菌效果; 当生菜为 325 g 时, MIX 和 UPB 增菌液对单增李斯特菌的增菌浓度较高, 分别为 $(3.36\pm0.16)\log_{10}$ MPN/mL 和 $(2.86\pm0.14)\log_{10}$ MPN/mL; BPW 对单增李

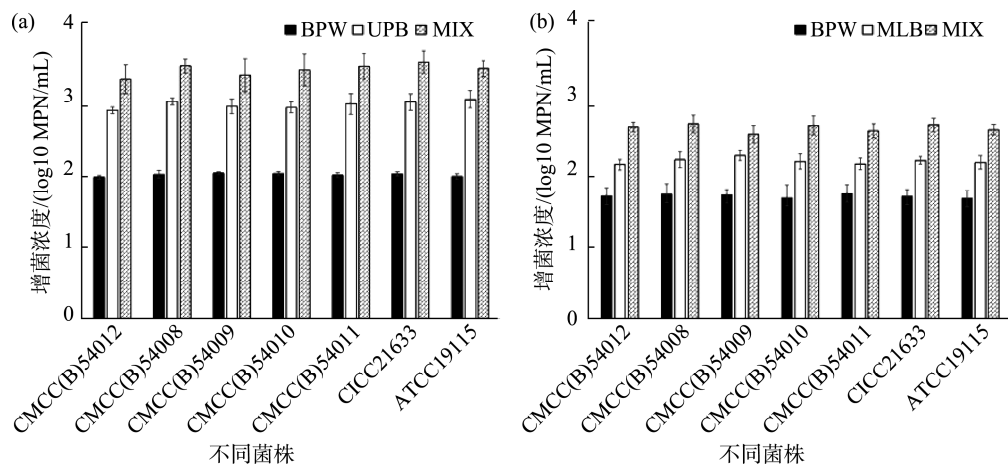
斯特菌的增菌浓度最低, 仅为 $(1.99\pm0.04)\log_{10}$ MPN/mL。与此同时当加入圣女果时, 随着圣女果样本重量的增加, 单增李斯特菌的增菌同样受到抑制。除 UPB 和 D/E 中和肉汤外, 与 BPW 相比其他 3 种中和剂增菌液均有助于缓解圣女果对单增李斯特菌的抑制作用; 当圣女果加样量为 325 g 时, MIX 和 MLB 培养液的增菌效果最好, 增菌浓度达到 $(2.52\pm0.04)\log_{10}$ MPN/mL 和 $(2.05\pm0.05)\log_{10}$ MPN/mL。因此当基质为生菜时, 可选用 MIX 和 UPB 增菌液进行单增李斯特菌前增菌; 当基质为圣女果时, 可选用 MLB 和 MIX 增菌液进行单增李斯特菌前增菌。

2.3 中和剂增菌液在 7 株单增李斯特菌中的适用性验证

根据 2.2 的结果, 当蔬菜基质重量为 325 g 时, 选用增菌效果最优的两种中和剂增菌液, 采用 7 株单增李斯特菌标准菌株冻干样品进行增菌效果验证。以 MIX 和 UPB 作为生菜基质的增菌液, MLB 和 MIX 作为圣女果基质的增菌液, 接种 10^1 CFU 标准菌株经中和剂培养液增菌 18 h 后的单增李斯特菌浓度见如图 1。

表 3 不同重量生菜和圣女果经 5 种中和剂培养液增菌后的单核细胞增生李斯特菌浓度($n=3$, $\log_{10}$ MPN/mL)
Table 3 Concentrations of *Listeria monocytogenes* in *Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum* of different weights after enrichment with 5 kinds of neutralisers ($n=3$, $\log_{10}$ MPN/mL)

蔬菜品种	蔬菜重量/g	BPW	SCDLP	MLB	UPB	D/E 中和肉汤	MIX
空白对照	/	6.97±0.18	7.46±0.17	7.65±0.22	7.80±0.26	7.39±0.21	8.21±0.12
	25	6.09±0.06	6.22±0.09	6.59±0.05	6.82±0.04	6.30±0.13	7.05±0.14
	50	5.52±0.05	5.55±0.09	5.78±0.11	5.88±0.09	5.77±0.12	6.22±0.09
	100	4.31±0.12	4.33±0.14	4.75±0.08	4.95±0.04	4.61±0.18	5.25±0.08
	200	3.24±0.22	3.30±0.14	3.43±0.11	3.80±0.01	3.31±0.11	4.32±0.06
生菜	325	1.99±0.04	2.04±0.17	2.59±0.04	2.86±0.14	2.24±0.22	3.36±0.16
	500	1.09±0.06	1.11±0.08	1.22±0.09	1.47±0.21	1.20±0.12	2.04±0.03
	25	5.54±0.09	5.58±0.40	6.03±0.13	5.38±0.21	5.35±0.19	6.76±0.17
	50	4.47±0.24	4.58±0.25	4.70±0.26	4.46±0.36	4.45±0.41	5.40±0.14
	100	3.63±0.22	3.63±0.30	3.85±0.11	3.50±0.37	3.19±0.17	4.21±0.11
圣女果	200	2.49±0.40	2.51±0.40	2.75±0.09	2.48±0.36	2.35±0.28	3.66±0.09
	325	1.63±0.18	1.63±0.21	2.05±0.05	1.54±0.23	1.52±0.31	2.52±0.04
	500	0.93±0.06	1.16±0.18	1.37±0.30	0.85±0.36	0.80±0.31	1.96±0.03



注: (a). 生菜; (b). 圣女果。

图1 7株单增李斯特菌标准菌株在中和剂增菌液中增菌后的浓度($n=3$)

Fig.1 Concentration of 7 *Listeria monocytogenes* standard strains after enrichment in the neutralizer enrichment solution ($n=3$)

如图 1(a)所示, UPB 和 MIX 增菌液均对 325 g 生菜基质中单增李斯特菌的增菌量达到 $2.80 \log_{10}$ MPN/mL 以上, 且所有标准菌株在 MIX 增菌液中的增菌浓度均高于 UPB 增菌液, 7 种标准菌株增菌浓度的相差值小于 $0.50 \log_{10}$ MPN/mL。如图 1(b)所示 MLB 增菌液对 325 g 圣女果基质中单增李斯特菌的增菌浓度均达到 $2.08 \log_{10}$ MPN/mL 以上, 其中对 CMCC(B)54009 的增菌浓度最高, 达到 $(2.20 \pm 0.07) \log_{10}$ MPN/mL。MIX 对 325 g 圣女果基质中单增李斯特菌的增菌浓度均高于 MLB, 增菌浓度为 $(2.49 \pm 0.11) \sim (2.62 \pm 0.12) \log_{10}$ MPN/mL 之间。以上结果证明在 5 种中和剂增菌液中, UPB 和 MIX 增菌液对生菜中单增李斯特菌的增菌效果最好, MLB 和 MIX 增菌液对圣女果中单增李斯特菌的增菌效果最好, 且以上中和剂增菌液适用于蔬菜中单增李斯特菌的前增菌过程。

3 讨论与结论

本研究采用均一、稳定的定量冻干单增李斯特菌样品进行加标处理, 客观上保证了研究过程中不同时间点、不同样品染菌浓度的一致性, 同时也提高了实验的便捷性。另外, 细菌在冻干过程中会受到一定的损伤^[23], 在污染蔬菜后存在修复过程^[25], 使其接近自然条件下样品中污染单增李斯特菌的状态。本研究的染菌方案为后续相关染菌研究提供了有效的技术参考。

化学保鲜剂具有延缓果蔬衰老、降低呼吸作用以及抑制微生物生长繁殖的作用, 而且操作简单方便、成本低, 在果蔬贮藏保鲜中被广泛应用^[26]。防腐剂的使用是较为常用的保鲜方法, 其可以杀死果蔬表面或内部的病原微生物, 以保证果蔬品质延长其货架期。生菜保鲜常添加山梨酸或苯甲酸等防腐剂^[27], 而圣女果表皮往往含有涂抹油类防腐成分如壳聚糖-花椒精油^[28]。因此, 果蔬中单增李斯特菌检验的增菌过程可能受到样本中防腐成分的抑制, 从而影响其检出。

本研究发现 MIX 增菌液对生菜和圣女果的增菌效果明显优于其他增菌液。由 MIX 的成分可知, 其含有 7.0 g/L 卵磷脂、5.0 g/L 吐温 80, 这些是检测领域中常见的中和物质, 卵磷脂的主要作用为乳化油性物质, 吐温 80 也是常用的中和防腐剂^[29]。除此之外, MIX 增菌液中含有 2.5 g/L 亚硫酸氢钠, 亚硫酸盐不仅具有抗菌的作用^[30], 还可使得体系处于低氧还原电势, 对革兰氏阴性菌有更明显的抑菌效果, 这可能使得体系中的杂菌生长受到限制, 而利于单增李斯特菌的生长。

7 株标准菌株的适用性实验同样证明了上述结果。除 MIX 的中和成分外, 其中还含有 7.0 g/L 的磷酸氢二钠, 起到缓冲酸碱性的作用^[31], 使得体系中的酸碱性更平衡, 适宜单增李斯特菌的生长。除此之外, MIX 增菌液中的硫酸镁和柠檬酸铁铵提供单增李斯特菌生长所必须的离子, 丙

酮酸钠作为碳源, 参与微生物的代谢反应, 使得单增李斯特菌有更适宜的生长环境。通过比较发现, 圣女果为基质的单增李斯特菌增菌浓度低于以生菜为基质的增菌浓度, 这可能是由于圣女果采摘后易被碰撞破损, 因此在储藏过程中, 常在其表面涂抹大量保鲜剂^[32], 使得其需要的中和剂多于生菜有关。除此之外, 圣女果 pH 低于生菜^[16], 单增李斯特菌适宜在中性和碱性 pH 条件下生存, 以上多种原因导致了圣女果基质对单增李斯特菌生长的抑制大于生菜基质。

综上, 单增李斯特菌的生长受到蔬菜某些成分的抑制, 因而影响其检出效果。经实验证明, MIX、UPB 可作为生菜中单增李斯特菌检测的前增菌液, MIX、MLB 可作为圣女果中单增李斯特菌检测的前增菌液, 以提高增菌效果, 减少单增李斯特菌漏检的可能。

参考文献

- [1] 程健恒, 陈谋通, 陈月桃, 等. 食品源单增李斯特菌喹诺酮类抗生素耐药机制研究[J]. 食品科学技术学报, 2018, 36(4): 32–40.
- CHENG JH, CHEN MT, CHEN YT, et al. Exploring potential mechanism of quinolone resistance of food borne *Listeria monocytogenes* isolates [J]. J Food Sci Technol, 2018, 36(4): 32–40.
- [2] SHOAIE-TEHRANI M, PILMIS B, MAURY MM, et al. *Listeria monocytogenes*-associated endovascular infections: A study of 71 consecutive cases [J]. J Infect, 2019, 79(4): 322–331.
- [3] CHERSICH MF, TAKKINEN J, CHARLIER C, et al. Diagnosis and treatment of *Listeria monocytogenes* endophthalmitis: A systematic review [J]. Ocul Immunol Inflamm, 2018, 26(4): 508–517.
- [4] DANION F, MAURY MM, LECLERCQ A, et al. *Listeria monocytogenes* isolation from urine: A series of 15 cases and review [J]. Clin Microbiol Infect, 2017, 23(8): 583–585.
- [5] MORGAND M, LECLERCQ A, MAURY MM, et al. *Listeria monocytogenes*-associated respiratory infections: A study of 38 consecutive cases [J]. Clin Microbiol Infect, 2018, 24(12): 1339.e1–e5.
- [6] PILMIS B, LECLERCQ A, MAURY MM, et al. Cutaneous listeriosis, a case series of 16 consecutive patients over 25 years [J]. J Infect, 2020, 80(2): 232–254.
- [7] CHARLIER C, LECLERCQ A, CAZENAVE B, et al. *Listeria monocytogenes*-associated joint and bone infections: A study of 43 consecutive cases [J]. Clin Inf Dis, 2012, 54(2): 240–248.
- [8] CHOI MJ, JACKSON KA, MEDUS C, et al. Notes from the field: multistate outbreak of listeriosis linked to soft-ripened cheese—United States, 2013 [J]. Mmwr Morb Mortal Wkly Rep, 2014, 63(13): 294–295.
- [9] CARDEN TJ, CARR TP. Food availability of glucose and fat, but not fructose, increased in the U.S. between 1970 and 2009: Analysis of the USDA food availability data system [J]. Nutr J, 2013, 12: 130.
- [10] CHEN M, CHEN Y, WU Q, et al. Genetic characteristics and virulence of *Listeria monocytogenes* isolated from fresh vegetables in China [J]. BMC Microbiol, 2019, 19(1): 119.
- [11] 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.

- [12] MRITUNJAY SK, KUMAR V. A study on prevalence of microbial contamination on the surface of raw salad vegetables [J]. 3 Biotech, 2017, 7(1): 13.
- [13] KUAN CH, RUKAYADI Y, AHMAD SH, *et al.* Comparison of the microbiological quality and safety between conventional and organic vegetables sold in Malaysia [J]. Front Microbiol, 2017, 8: 1433.
- [14] TANGO CN, WEI S, KHAN I, *et al.* Microbiological quality and safety of fresh fruits and vegetables at retail levels in Korea [J]. J Food Sci, 2018, 83(2): 386–392.
- [15] AJAYEOBA TA, ATANDA OO, OBADINA AO, *et al.* The incidence and distribution of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat vegetables in south-western Nigeria [J]. Food Sci Nutr, 2016, 4(1): 59–66.
- [16] BAN GH, KANG DH. Inactivation of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on cherry tomatoes and oranges by superheated steam [J]. Food Res Int, 2018, 112: 38–47.
- [17] CHEN H, ZHONG Q. 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]. Int J Food Microbiol, 2018, 274: 38–44.
- [18] FRANCIS GA, O'BEIRNE D. Effects of vegetable type, package atmosphere and storage temperature on growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* [J]. J Ind Microbiol Biotechnol, 2001, 27(2): 111–116.
- [19] BHATIA V, NAG R, BURGESS CM, *et al.* Microbial risks associated with ready-to-eat fresh produce (RTEFP)—A focus on temperate climatic conditions [J]. Postharvest Biol Technol, 2024, 213: 112924.
- [20] 高飞, 张庆生, 崔生辉, 等. 卵磷脂和吐温 80 中和化妆品中防腐剂及影响细菌生长研究[J]. 环境与健康杂志, 2012, 29(11): 1023–1025.
- GAO F, ZHANG QS, CUI SH, *et al.* Research on lecithin and Tween 80 neutralizing preservatives in cosmetics and affecting bacteria growth [J]. J Environ Health, 2012, 29(11): 1023–1025.
- [21] BERRANG ME, COSBY DE, COX NA, *et al.* Optimizing buffering chemistry to maintain near neutral pH of broiler feed during pre-enrichment for *Salmonella* [J]. Poult Sci, 2015, 94(12): 3048–3051.
- [22] 白飞荣, 葛媛媛, 蔡俊松, 等. 化妆品中霉菌和酵母菌检验 MSDA 方法的验证研究[J]. 日用化学品科学, 2019, 42(6): 40–47.
- BAI FR, GE YY, CAI JS, *et al.* Study on validation of a modified SDA detection method for mold and yeast in cosmetics [J]. J Cosmet Sci Daily Use, 2019, 42(6): 40–47.
- [23] 瞿洪仁, 骆海朋, 李景云, 等. 食品检测用鼠伤寒沙门氏菌标准物质的研制[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(17): 6810–6816.
- QU HR, LUO HP, SHEN JY, *et al.* Preparation of *Listeria monocytogenes* reference material for food analysis [J]. J Food Saf Qual, 2021, 12(17): 6810–6816.
- [24] CABRERA-DÍAZ E, MARTÍNEZ-CHÁVEZ L, SÁNCHEZ-CAMARENA J, *et al.* Simultaneous and individual quantitative estimation of *Salmonella*, *Shigella* and *Listeria monocytogenes* on inoculated Roma tomatoes (*Lycopersicon esculentum* var. *Pyriforme*) and Serrano peppers (*Capsicum annuum*) using an MPN technique [J]. Food Microbiol, 2018, 73: 282–287.
- [25] WU VC. A review of microbial injury and recovery methods in food [J]. Food Microbiol, 2008, 25(6): 735–744.
- [26] 张桂君, 周茜, 王清, 等. 生菜采后保鲜技术研究现状[J]. 保鲜与加工, 2021, 21(1): 135–140.
- ZHANG GJ, ZHOU Q, WANG Q, *et al.* Research status of preservation technology on postharvest lettuce [J]. Storage Process, 2021, 21(1): 135–140.
- [27] 曹娜. 鲜切蔬菜加工流通期间微生物和化学危险因子的评价[D]. 南京: 南京农业大学, 2018.
- CAO N. Evaluation of microbial and chemical risk factors of freshcut vegetables during processing and marketing [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2018.
- [28] 张玉婷, 赵思佳, 景正义, 等. 壳聚糖-花椒精油保鲜膜对圣女果常温贮藏效果影响[J]. 现代食品, 2023, 29(7): 219–222.
- ZHANG YT, ZHAO SJ, JING ZY, *et al.* Effect of chitosan-pepper essential oil film on the storage of *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* A. gray [J]. J Mod Food, 2023, 29(7): 219–222.
- [29] MAURYA S, GAUR M, YADAV AB. *Staphylococcus aureus* biofilm destabilization by Tween-80 and lung surfactants to overcome biofilm-imposed drug resistance [J]. Appl Biochem Biotechnol, 2024, 196(3): 1558–1569.
- [30] IAMMARINO M, DI TARANTO A, MUSCARELLA M. Investigation on the presence of sulphites in fresh meat preparations: Estimation of an allowable maximum limit [J]. Meat Sci, 2012, 90(2): 304–308.
- [31] NAM HM, MURINDA SE, NGUYEN LT, *et al.* Evaluation of universal pre-enrichment broth for isolation of *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, and *Listeria monocytogenes* from dairy farm environmental samples [J]. Foodborne Pathog Dis, 2004, 1(1): 37–44.
- [32] 陈媛媛. 圣女果采摘后生理变化及保鲜技术研究进展[J]. 食品安全导刊, 2022(20): 151–154.
- CHEN NN. Research progress on physiological changes and preservation technology of cherry tomatoes after harvest [J]. China Food Saf Magaz, 2022(20): 151–154.

(责任编辑: 韩晓红 蔡世佳)

作者简介



安 琳, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品微生物。
E-mail: 2048779487@qq.com



余 文, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为食品安全检测。
E-mail: 6646227@qq.com