

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240927004

引用格式: 尹良军, 王宏杰, 周振旗, 等. 常温和冷藏条件下鲜切西瓜中微生物生长研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(1): 202–206.

YIN LJ, WANG HJ, ZHOU ZQ, et al. Study on microbial growth in fresh cut *Citrullus lanatus* under normal and refrigerated conditions [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(1): 202–206. (in Chinese with English abstract).

常温和冷藏条件下鲜切西瓜中微生物生长研究

尹良军*, 王宏杰, 周振旗, 王文娟

(铜川市食品药品检验检测中心, 铜川 727031)

摘要: **目的** 分析不同品种鲜切西瓜在常温和冷藏保存条件下微生物负载量随时间的变化规律。**方法** 选择市售较多的麒麟、甜王和黑美人西瓜 30 批次 420 份样品为研究对象, 对其进行切分处理后分别在常温和冷藏条件下保存 2、4、6、8、10、12、24 h 进行微生物项目检测, 得出菌落总数、大肠菌群计数、霉菌和酵母菌计数、金黄色葡萄球菌的微生物污染情况。**结果** 3 个品种鲜切西瓜的菌落总数、大肠菌群计数、霉菌和酵母菌计数均随贮藏时间延长而增加, 麒麟、甜王和黑美人西瓜分别在常温保存 8、10、12 h 后菌落总数超过 10^5 CFU/g, 保存 8 h 后大肠菌群计数超过 100 CFU/g, 10 h 后霉菌和酵母菌总数超过 100 CFU/g; 冷藏条件下, 麒麟、甜王和黑美人西瓜保存 8 h 后平均菌落总数均超过 10^4 CFU/g; 大肠菌群计数、霉菌和酵母菌计数均在保存 10 h 后超过 100 CFU/g。金黄色葡萄球菌在常温保存 4 h 后被检出、冷藏保存 6 h 后检出, 总检出率 32.86%。**结论** 鲜切西瓜在常温保存 8 h 后因微生物污染引起的安全风险增高, 消费者购买后应尽快食用, 如需保存尽量低温冷藏存储。

关键词: 鲜切西瓜; 微生物; 污染

Study on microbial growth in fresh cut *Citrullus lanatus* under normal and refrigerated conditions

YIN Liang-Jun*, WANG Hong-Jie, ZHOU Zhen-Qi, WANG Wen-Juan

(Tongchuan Food and Drug Inspection and Testing Center, Tongchuan 727031, China)

ABSTRACT: Objective To analyze the changes in microbial content of fresh cut *Citrullus lanatus* of different varieties over time under normal temperature and refrigeration storage conditions. **Methods** The 30 batches of 420 samples of the more popular of Kirin, Sweet King, and Black Beauty *Citrullus lanatus*, were selected as the research objects. After being divided and stored at room temperature and refrigerated conditions for 2, 4, 6, 8, 10, 12, and 24 hours, microbial item detection was carried out to obtain the total bacterial count, coliform count, mold and yeast count, and *Staphylococcus aureus* microbial contamination. **Results** The total bacterial count, coliform count, mold and yeast count of the three fresh cut *Citrullus lanatus* increased with storage time. After being stored at room temperature for 8, 10 and 12 hours, the total bacterial count of Kirin, Sweet King, and Black Beauty *Citrullus lanatus* exceeded 10^5 CFU/g, the coliform count exceeded 100 CFU/g after 8 hours, and the total number of mold and yeast count exceeded 100 CFU/g after 10 hours, under refrigeration conditions, the average total bacterial count of Kirin, Sweet King, and Black Beauty *Citrullus lanatus* stored for 8 hours exceeded 10^4 CFU/g; the coliform count, total number

收稿日期: 2024-09-27

第一作者/*通信作者: 尹良军(1981—), 男, 副主任药师, 主要研究方向为食品、药品、化妆品检验及质量控制研究。E-mail: 76176175@qq.com

of molds and yeasts all exceeded 100 CFU/g after 10 hours of storage. *Staphylococcus aureus* was detected after 4 hours of storage at room temperature and 6 hours of refrigeration, with a total detection rate of 32.86%. **Conclusion** Fresh cut *Citrullus lanatus* pose an increased safety risk due to microbial contamination after being stored at room temperature for 8 hours. Consumers should consume them as soon as possible after purchase and store them at low temperatures if necessary.

KEY WORDS: fresh cut *Citrullus lanatus*; microorganism; contamination

0 引言

鲜切水果是对水果进行削皮、修整、包装后提供给消费者食用^[1]。作为即时性食品,鲜切水果食用方便,可以满足人们的营养需求^[2]。水果在切分的过程容易引入更多的微生物污染。被去皮切分之后,组织结构大面积破坏,由于失去外果皮的保护导致果实的汁液外溢,适宜的温度和湿度下,具有营养的汁液为空气中微生物的生长繁殖提供了较为适宜的营养环境,易造成食品安全风险^[3]。根据全国各省市食源性疾病暴发事件监测结果分析,食源性疾病的暴发事件主要由微生物因素导致^[4-7],新鲜蔬菜和水果与多种食源性疾病的暴发有关^[8-9]。由金黄色葡萄球菌引起的食物中毒人数的持续增加及其在新鲜蔬菜和水果上的暴露,给人类的生活带来巨大的威胁^[10]。但目前公众对于食品化学性污染的重视程度远超过微生物污染,由微生物因素造成的食源性疾病风险被严重低估^[11]。

微生物污染作为反映食品卫生状况的关键指标,是控制食品质量和保证食品安全的重要因素。有研究表明经过鲜切的即食果蔬微生物的污染水平远高于未加工的果蔬^[12],且食源性病原微生物侵染鲜切水果后,具有很强的生长与繁殖能力,有引发食源性疾病的风险。温度是影响食源性病原微生物生长和保障鲜切果蔬安全的重要因素^[13]。鲜切西瓜的金黄色葡萄球菌检出率达 46.15%^[14],麒麟、黑美人等西瓜品种更适合鲜切^[15]。本研究选择市售较多的麒麟、甜王和黑美人西瓜为研究对象,对其进行切分处理后分别在常温和冷藏条件下保存 2、4、6、8、10、12、24 h 进行微生物项目检测,得出菌落总数、大肠菌群计数、霉菌和酵母菌计数、金黄色葡萄球菌的微生物污染情况,对不同时间节点的微生物污染情况进行对比,得到不同品种鲜切西瓜在常温和冷藏保存条件下微生物负载量随时间的变化规律,以期即为即食果蔬食品安全风险评估和监督管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品来源

2024 年 7—9 月在内各超市农贸市场随机采集鲜切西瓜 30 批 420 份样品,其中麒麟、甜王和黑美人各 10 批次 140 份。

1.2 材料与试剂

平板计数琼脂(批号: 20230315)、孟加拉红琼脂(批号: 20221217)、结晶紫中性红胆盐琼脂(批号: 20240110)、煌绿乳糖

胆盐肉汤(批号: 20230827)、Baird Parker 琼脂(批号: 20240722)、兔血浆(批号: 20240528)(青岛海博生物技术有限公司)。

1.3 仪器与设备

UX620H 电子天平(精度 0.001 g, 日本岛津公司); SPX-150 生化培养箱(上海扬州慧科电子有限公司); WDP-9162 电热恒温培养箱(上海安亭科学仪器有限公司); HWS-70D 恒温恒湿培养箱(杭州聚同电子有限公司); DKZ 电热恒温水浴锅(常州忠旺仪器制造有限公司); HY-2 调速多用振荡器(常州隆和仪器制造有限公司); LDZF-75KB-III 立式压力蒸汽灭菌锅(上海申安医疗器械厂)。

1.4 供试品制备

取 25 g 样品置 225 mL 0.85% 无菌生理盐水均质袋中,均质 3 min 制成质量比为 1:10 供试液,用同一稀释液 10 倍系列稀释。选取 2~3 个适宜的连续稀释度,每个稀释度接种 2 个无菌平皿,每皿 1 mL。同时取 1 mL 无菌生理盐水加入无菌平皿作空白对照,将 15~20 mL 冷却至 46~50 °C 的相应培养基倾注培养皿,并转动培养皿使其混合均匀,36 °C 培养箱进行菌落总数和大肠菌群培养; 28 °C 培养箱进行霉菌和酵母菌培养。选择合适稀释度样品匀液分别吸取 1 mL 以 0.3、0.3、0.4 mL 接种量分别加入 3 块 Baird-Parker 平板,然后用无菌涂布棒涂布整个平板,36 °C 培养箱进行金黄色葡萄球菌培养。

1.5 实验方法

菌落总数、大肠菌群计数、霉菌和酵母计数、金黄色葡萄球菌检验按照 GB 4789.1—2016《食品微生物学检验 总则》、GB 4789.2—2022《食品微生物学检验 菌落总数测定》、GB 4789.3—2016《食品微生物学检验 大肠菌群计数》、GB 4789.15—2016《食品微生物学检验 霉菌和酵母计数》、GB 4789.10—2016《食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》,分别对 30 批 420 份样品进行检验。

1.6 数据处理

本研究选择 3 个西瓜品种,切分处理后分别在常温和冷藏条件下保存 7 个时间点进行微生物项目检测,每个品种重复 10 次;使用 Excel 2018 进行结果统计分析。

2 结果与分析

2.1 菌落总数检验结果分析

3 个品种鲜切西瓜的菌落总数均随贮藏时间延长而增

加。麒麟西瓜受微生物污染情况最为严重, 常温保存下在 8 h 保存后平均菌落总数超过 10^5 CFU/g, 甜王西瓜次之, 在 10 h 后平均菌落总数超 10^5 CFU/g; 黑美人西瓜在 12 h 后平均菌落总数超 10^5 CFU/g。冷藏条件下, 麒麟、甜王、黑美人西瓜 8 h 保存后平均菌落总数均超过 10^4 CFU/g。具体见表 1。

2.2 大肠菌群计数检验结果分析

3 个品种鲜切西瓜的大肠菌群计数整体上均随贮藏时间延长而增加。常温保存条件下麒麟、甜王、黑美人西瓜平均大肠菌群计数均在 8 h 保存后超过 100 CFU/g, 冷藏保

存条件下麒麟、甜王、黑美人西瓜平均大肠菌群计数均在 10 h 保存后超过 100 CFU/g。具体见表 2。

2.3 霉菌和酵母菌检验结果分析

实验发现, 麒麟西瓜在 12 h 常温保存后汁液渗透率较高, 瓜瓤出现较为明显变软, 24 h 后, 在变软同时出现了颜色变化, 但 3 个品种西瓜均未发现可见腐烂变质状况。3 个品种西瓜常温 and 冷藏保存后霉菌和酵母菌总数均随贮藏时间延长而增加。常温 and 冷藏保存均在 10 h 后霉菌和酵母菌计数超过 100 CFU/g(黑美人西瓜冷藏保存除外)。结果见表 3。

表 1 菌落总数计数情况(\log_{10} CFU/g)
Table 1 Count of total bacterial count (\log_{10} CFU/g)

样品	常温			冷藏		
	麒麟西瓜	甜王西瓜	黑美人西瓜	麒麟西瓜	甜王西瓜	黑美人西瓜
2 h	3.34±0.64	2.81±0.55	1.90±0.43	2.32±0.18	2.51±0.45	1.70±0.32
4 h	3.54±0.45	4.20±1.00	4.23±0.82	2.59±0.12	3.71±0.81	3.18±0.52
6 h	4.23±0.41	4.49±0.75	4.40±0.85	3.99±0.42	3.95±0.65	3.93±0.75
8 h	5.08±0.35	4.79±0.71	4.81±0.75	4.41±0.38	4.51±0.92	4.58±0.98
10 h	5.26±0.31	4.99±0.54	4.87±0.56	4.81±0.35	4.66±0.56	4.69±0.85
12 h	5.43±0.30	5.46±0.31	5.51±0.48	5.20±0.48	4.91±0.25	4.93±0.52
24 h	5.80±0.28	5.92±0.32	6.76±0.61	5.49±0.34	5.18±0.32	5.32±0.21

表 2 大肠菌群计数情况(\log_{10} CFU/g)
Table 2 Count of coliform bacteria (\log_{10} CFU/g)

样品	常温			冷藏		
	麒麟西瓜	甜王西瓜	黑美人西瓜	麒麟西瓜	甜王西瓜	黑美人西瓜
2 h	1.60±0.22	1.48±0.36	1.48±0.25	1.48±0.20	1.00±0.31	1.30±0.30
4 h	1.70±0.45	1.48±0.32	1.60±0.23	1.48±0.31	1.30±0.40	1.30±0.38
6 h	1.95±0.32	1.90±0.21	1.85±0.27	1.70±0.09	1.78±0.22	1.70±0.21
8 h	2.26±0.13	2.18±0.15	2.08±0.11	1.95±0.19	1.95±0.12	1.95±0.21
10 h	2.75±0.15	2.59±0.21	2.40±0.15	2.56±0.15	2.34±0.17	2.29±0.18
12 h	2.93±0.18	2.72±0.19	2.79±0.12	2.72±0.24	2.58±0.11	2.54±0.10
24 h	2.99±0.23	2.89±0.18	2.86±0.09	2.93±0.15	2.81±0.10	2.68±0.11

表 3 霉菌和酵母菌总数计数情况(\log_{10} CFU/g)
Table 3 Total count of mold and yeast (\log_{10} CFU/g)

样品	常温			冷藏		
	麒麟西瓜	甜王西瓜	黑美人西瓜	麒麟西瓜	甜王西瓜	黑美人西瓜
2 h	1.60±0.21	1.30±0.25	0.90±0.20	1.48±0.19	1.08±0.22	0.60±0.18
4 h	1.78±0.24	1.54±0.26	1.00±0.19	1.60±0.17	1.40±0.24	0.90±0.21
6 h	1.78±0.22	1.70±0.30	1.30±0.24	1.70±0.15	1.51±0.20	1.08±0.22
8 h	1.85±0.19	1.81±0.29	1.58±0.31	1.78±0.22	1.74±0.26	1.18±0.28
10 h	2.00±0.29	2.04±0.31	1.88±0.35	1.95±0.32	1.81±0.27	1.41±0.25
12 h	2.26±0.39	2.26±0.28	1.96±0.31	2.00±0.20	1.95±0.31	1.62±0.35
24 h	2.38±0.28	2.32±0.33	2.04±0.40	2.11±0.15	2.08±0.19	1.83±0.32

2.4 金黄色葡萄球菌检验结果分析

420 份样品中金黄色葡萄球菌共检出 138 份, 占比 32.86%, 常温保存 4 h 后麒麟西瓜、甜王西瓜和黑美人西瓜均有样品检出金黄色葡萄球菌。共检出 89 份, 占总检出 64.49%, 其中麒麟西瓜 34 份, 占总检出 24.64%, 甜王西瓜 30 份, 占总检出 21.74%, 黑美人西瓜 25 份, 占总检出 18.12%; 冷藏保存 6 h 后麒麟西瓜和甜王西瓜有样品检出金黄色葡萄球菌, 8 h 后黑美人西瓜有样品检出。共检出 49 份, 占比 35.51%, 其中麒麟西瓜 20 份, 占总检出 14.49%, 甜王西瓜 17 份, 占总检出 12.32%, 黑美人西瓜 12 份, 占总检出 8.70%。

3 讨论与结论

鲜切水果迎合了当下消费者的消费需求, 消费量逐年递增, 但随之而来的微生物污染风险也不容小觑。本研究通过对 30 批次 420 份鲜切西瓜样品进行微生物污染情况研究发现, 鲜切西瓜保存时间越长, 微生物负载量越多。目前市售即食鲜切果蔬除由专门企业生产加工提供外, 更多是超市、餐饮、便利店和果蔬、果切专卖店等现制现售, 加工环境卫生条件欠佳, 交叉污染风险高^[16], 若从业人员操作不规范, 易导致致病菌污染^[17]。金黄色葡萄球菌是一种革兰氏阳性菌、食源性致病性病原体和人畜共患病病原体^[18], 其对生存环境和营养条件无特殊需求, 能适应各种恶劣环境^[19], 可以通过接触传播和空气传播等方法, 引起感染^[20]。金黄色葡萄球菌在美国每年导致约 3 万例食物中毒^[21], 是我国第三大食源性致病菌^[22-23], 可以引起食品污染并导致细菌性食物中毒, 鲜切果蔬属于易感种类^[24-25]。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^[26-28]。目前, 对鲜切果蔬微生物污染限定标准除 GB 29921—2021《食品安全国家标准 预包装食品中致病菌限量》中对即食果蔬制品中致病菌限度作了要求外, 尚无明确的微生物限度标准。除致病菌污染外, 菌落总数、大肠菌群计数、霉菌和酵母菌计数也是评价食品污染程度的重要指标^[29-30]。

研究发现, 鲜切麒麟、甜王和黑美人西瓜在常温和冷藏保存条件下, 菌落总数、大肠菌群计数、霉菌和酵母菌计数均随保存时间延长而增加。冷藏较常温保存微生物污染更少; 相同条件下, 黑美人西瓜微生物污染较少, 甜王西瓜次之, 麒麟西瓜最为严重。金黄色葡萄球菌在常温保存 4 h 后检出, 冷藏保存条件下检出率较低。保存时长超过 8 h 后, 鲜切西瓜微生物污染风险较高, 建议消费者尽快食用, 如需保存尽量低温冷藏存储。

参考文献

[1] HU WZ, SA RGW, GUAN YG, *et al.* Biosynthesis of phenolic compounds and antioxidant activity in fresh-cut fruits and vegetables [J]. *Frontiers in*

Microbiology, 2022, 13: 906069.

- [2] UGO C. Improving the shelf-life and quality of fresh and minimally-processed fruits and vegetables for a modern food industry: A comprehensive critical review from the traditional technologies into the most promising advancements [J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2020(6): 940–975.
- [3] 胡文忠. 鲜切果蔬科学与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2019.
- HU WZ. *Fresh-cut fruit and vegetable science and technology* [M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2019.
- [4] 邢超, 王琦梅, 任蒋磊, 等. 2012—2022 年绍兴市食源性疾病暴发事件流行特征分析[J]. *预防医学*, 2023, 4: 2096–5087.
- XING C, WANG QM, REN JL, *et al.* Epidemiological characteristics of foodborne disease outbreaks in Shaoxing, 2012—2022 [J]. *Preventive Medicine*, 2023, 4: 2096–5087.
- [5] 朱慧丽, 陈彦哲, 姜松强. 2017—2019 年郑州市食源性疾病暴发事件监测分析[J]. *职业与健康*, 2021, 37(20): 2858–2863.
- ZHU HL, CHEN YZ, JIANG SQ. Surveillance and analysis of foodborne disease outbreaks in Zhengzhou from 2017 to 2019 [J]. *Occupation and Health*, 2021, 37(20): 2858–2863.
- [6] 刘忠卫, 高飞, 张剑峰, 等. 黑龙江省 2014—2018 年食源性疾病暴发事件监测结果分析[J]. *中国公共卫生管理*, 2020, 36(3): 392–396.
- LIU ZW, GAO F, ZHANG JF, *et al.* Analysis of outbreaks of foodborne diseases in Heilongjiang Province 2014—2018 [J]. *Chinese Journal of Public Health Management*, 2020, 36(3): 392–396.
- [7] 付萍, 王连森, 陈江, 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.
- FU P, WANG LS, CHEN J, *et al.* Analysis of surveillance data of foodborne disease outbreaks in Chinese Mainland in 2015 [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2019, 31(1): 64–70.
- [8] HARRIS LJ, FARBER JN, BEUCHAT LR, *et al.* Outbreaks associated with fresh produce: Incidence, growth, and survival of pathogens in fresh and fresh-cut produce [J]. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2003, 2: 78–141.
- [9] KOTHE CI, PESSOA JP, MALHEIROS PS, *et al.* Assessing the growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* on fruits and vegetables [J]. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 2019, 13(6): 480–486.
- [10] 张静. 有机酸联合等离子体活化水对金黄色葡萄球菌的抑制机理及应用研究[D]. 无锡: 江南大学, 2023.
- ZHANG J. *Inhibition mechanism and application of organic acid combined with plasma-activated water on Staphylococcus aureus* [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2023.
- [11] 郭旦怀, 崔文娟, 郭云昌, 等. 基于大数据的食源性疾病事件探测与风险评估[J]. *系统工程理论与实践*, 2015, 35(10): 2523–2530.
- GUO DH, CUI WJ, GUO YC, *et al.* Food-borne disease incident detection and risk assessment based on big data [J]. *System Engineering Theory and Practice*, 2015, 35(10): 2523–2530.
- [12] UKUKU DO, GEVEKE DJ, CHAU L, *et al.* Appearance and overall acceptability of fresh-cut cantaloupe pieces from whole melon treated with wet steam process [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2017, 82:

- 235–242.
- [13] 冯可. 鲜切果蔬食源性病原微生物快速检测技术的研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2017.
FENG K. Study on rapid detection technology of food-borne pathogens in fresh-cut fruits and vegetables [D]. Dalian: Dalian Institute of Technology, 2017.
- [14] 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细菌的监测[J]. 上海预防医学, 2023, 35(1): 42–46.
QIN XJ, LI JM, SUN TM, *et al.* Surveillance of food-borne pathogens in some ready-to-eat fruits and vegetables in Shanghai in 2021 [J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2023, 35(1): 42–46.
- [15] AMINAH MM. 鲜切西瓜生理生化和品质变化及鲜切适宜性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2017.
AMINAH MM. Physiological biochemical and quality changes of fresh-cut watermelon and study on fresh-cut suitability [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2017.
- [16] 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.
- [17] LYNCH MF, TAUXE RV, HEDBERG CW. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: Risks and opportunities [J]. Epidemiology & Infection, 2009, 137(3): 307–315.
- [18] TARTAGLIA NR, NICOLAS A, RODOVALHO VR, *et al.* Extracellular vesicles produced by human and animal *Staphylococcus aureus* strains share a highly conserved core proteome [J]. Scientific Reports, 2020, 10(1): 8467.
- [19] JENUL C, HORSWILL AR. Regulation of *Staphylococcus aureus* virulence [J]. Microbiology Spectrum, 2019, 7(2): 17–29.
- [20] FETSCH A, JOHLER S. *Staphylococcus aureus* as a foodborne pathogen [J]. Current Clinical Microbiology Reports, 2018, 5(2): 88–96.
- [21] WU S, HUANG J, WU Q, *et al.* Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from retail vegetables in China [J]. Front Microbiol, 2018, 9: 1263.
- [22] 王霄晔, 任婧寰, 王哲, 等. 2017年全国食物中毒事件流行特征分析[J]. 疾病监测, 2018, 33(5): 359–364.
WANG XY, REN JH, WANG Z, *et al.* Epidemiological characteristics of food poisoning in China in 2017 [J]. Disease Surveillance, 2018, 33 (5): 359–364.
- [23] CAI R, ZHANG Z, CHEN H, *et al.* A versatile signal-on electrochemical biosensor for *Staphylococcus aureus* based on triple-helix molecular switch [J]. Sensors and Actuators B Chemical, 2021, 326: 128842.
- [24] 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): 322–328, 326.
LI XF, QIN YL, LIU JR, *et al.* Progress in risk assessment of foodborne pathogens in ready-to-eat fruits and vegetables [J]. Food and Fermentation Industries, 2022, 48(18): 322–328, 326.
- [25] 宿玲绮, 傅佳立, 彭勇, 等. 切前处理技术预防鲜切果蔬褐变的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2024, 45(15): 196–203.
SU LQ, FU JL, PENG Y, *et al.* Research progress in pretreatment for preventing the browning of fresh-cut fruits and vegetables [J]. Food Research and Development, 2024, 45(15): 196–203.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] 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.
MA JJ, LI FQ, HUANG MY, *et al.* Research progress on foodborne pathogenic bacteria contamination in fresh-cut fruits and vegetables [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(7): 2591–2599.
- [29] LIU XH, ZHAO TX. Effects of culture temperature on total bacterial count in the fast frozen fruits and vegetables [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2012, 40(26): 13088, 13159.
- [30] LI XB, HU WZ, JIANG AL, *et al.* Study on the relationship between total bacterial count and sensory quality of freshcut fruits and vegetables [Z]. 2015.

(责任编辑: 于梦娇 蔡世佳)