

不同贮藏温度对即食鲜切果盘品质变化的影响



朱梦, 杨穗珊, 寇力丹, 常秀亭, 罗小菊, 谢作蓉*

国家市场监管重点实验室 (热带果蔬质量与安全) 海南省食品检验检测中心, 海南海口 570314

摘要: 目的: 为保证即食鲜切果盘的贮藏品质和食用安全, 对即食鲜切果盘中微生物卫生指示菌(菌落总数、大肠菌群、霉菌酵母)在不同温度条件下的生长变化情况进行分析, 评估其食品安全风险, 寻求最佳贮藏时间。方法: 选取海南常见的热带水果(火龙果、芒果、木瓜、西瓜、圣女果)经清洗, 去皮、切块, 制作出即食鲜切果盘, 通过不同温度(6°C 、 10°C 和 15°C)下贮藏, 定时取样运用食品微生物学检验国家标准检测微生物指标的数量并绘制生长曲线。结果: 微生物卫生指示菌数量结合感官观察, 贮藏在 6°C 环境下, 即食鲜切果盘微生物卫生指示菌生长趋势不明显, 污染程度较低, 感官变化较小, 保存效果好, 货架期可为 24h 以内; 10°C 环境下卫生指示菌生长呈逐渐升高的变化趋势, 感官在 10h 后品质变化较大, 最佳贮藏时间为 10h 以内为宜; 而 15°C 环境下卫生指示菌的生长过快, 感官在 6h 后出现色泽变淡, 渗汁, 因此 15°C 不建议长时间贮藏即食鲜切果盘, 在 6h 内食用是较为安全的保存时限。

关键词: 即食鲜切果盘; 微生物污染; 生长曲线; 货架期

DOI: [10.57237/j.wjfse.2023.01.002](https://doi.org/10.57237/j.wjfse.2023.01.002)

Effect of Different Storage Temperatures on Quality Changes of Ready-to-Eat Fresh-cut Fruit Trays

Zhu Meng, Yang Sui Shan, Kou Li Dan, Chang Xiu Ting, Luo Xiao Ju, Xie Zuo Rong*

Hainan Institute for Food Control, Key Laboratory of Tropical Fruits and Vegetables Quality and Safety for State Market Regulation, Haikou 570314, China

Abstract: Objective: To ensure the storage quality and food safety of ready-to-eat fresh-cut fruits trays, the growth changes of microbial hygiene indicator bacteria (colony count, coliform, mold yeast) in ready-to-eat fresh-cut fruit trays under different temperature conditions were analyzed to assess their food safety risks and to seek the optimal storage time. Methods: The tropical fruits (dragon fruit, mango, papaya, watermelon, sainfoin) were washed, peeled and cut into pieces to produce ready-to-eat fresh-cut fruit trays, which were stored at different temperatures (6°C , 10°C and 15°C), sampled regularly to detect the number of microbial indicators and plotted the growth curves using the national standards for food microbiological testing. Results: It showed that under the storage environment of 6°C , the growth trend of microbial hygiene indicators was not obvious, the contamination level was low, the sensory changes were small, the preservation effect was good, and the shelf life could be within 24h; under the

基金项目: 国家市场监管重点实验室 (热带果蔬质量与安全) 自主研究课题 (ZZ-2022008).

*通信作者: 谢作蓉, 15208940836@163.com

收稿日期: 2023-04-25; 接受日期: 2023-05-29; 在线出版日期: 2023-06-15

<http://www.wjfse.com>

environment of 10 °C, the growth trend of hygiene indicators showed a gradual increase, and the sensory quality changed more after 10h, and the best storage time was within 10h. The best storage time is 10h; while 15 °C environment, the growth of hygienic indicator bacteria is too fast, sensory in 6h after the color becomes lighter, oozing juice, so 15 °C is not recommended for long time storage of ready-to-eat fresh cut fruit plate, in 6h consumption is a safer preservation time frame.

Keywords: Ready-to-Eat Fresh-Cut Fruit Plate; Microbial Contamination; Growth Curve; Shelf Life

1 前言

水果富含维生素、矿物质和膳食纤维，是人们平时摄取这些营养物质的来源。即食鲜切果盘是以新鲜水果为原料，通过整理、清洗、去皮或籽、切分、混合和包装等一系列加工程序制成的即食水果加工制品[1]。通常以低温形式进行运输贮藏以保持果盘的蔬新鲜状态，拿到后可直接入口食用的蔬果加工制品。目前，发达国家鲜切水果制品已经占据其零售水果的大部分市场份额[2]。在中国，由于人民生活水平的提高、生活节奏的逐渐加快、膳食结构不断趋于合理化、蔬果类农产品的品种不断增多，以及外送服务越来越多的进入到大众的生活中，即食鲜切果盘行业因其便捷营养越来越受到消费者的青睐，在人们日常生活中占据着重要位置[3-4]。特别在有着全国“果篮子”之称的海南，即食鲜切热带果盘因其材料新鲜性、感官诱人、味道独特、面向各年龄人群，受到消费者欢迎，已成为消费新需求是大众消费不可或缺的一部分，通常包括有热带水果如芒果、木瓜、火龙果、番石榴、西瓜、香蕉、杨桃等，也可能应时节添加其他热带水果。

虽然鲜切果盘经过清洗方便易食，但表面或内部的微生物生长繁殖而引起的水果腐败难以完全消除，尤其是对于经过一定加工处理的鲜切果蔬[5]。鲜切蔬果比相应的完整蔬果的货架期短得多[6]，由于水果经过了修整、切分等加工处理造成大量的机械损伤，汁液中的水分、微量元素以及其他营养成分渗出，加速了水果许多生理变化，切口的暴露和水果组织的破坏位微生物提供丰富的营养来源，更容易引起微生物侵染而导致腐败变质，果肉变色甚至腐烂[7]，导致产品质量下降快，缩短了货架期。产品质量下降的表现包括变色、切口表面氧化褐变、由于失水而变软以及营养价值降低[8]。受损的组织是微生物生长的良好基质，同时也会引起由微生物污染造成食源性疾病等食品安全问题[9]。但是目前国家和鲜切果蔬行业并没有统一

的标准，各地各企业对于其的定义、分类没有统一的标准，在行业管理上也没有统一的尺度[10-11]，国家现仅对即食果蔬的致病微生物污染限量做出要求，主要集中在沙门氏菌、金黄色葡萄球菌等致病菌方面[12]，但仍缺乏对鲜切果盘微生物卫生指示菌限量值的规定。微生物卫生指示菌包括菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母等，其数值主要用于反映食品在生产、储存、销售过程中微生物污染的状况、潜在的食品安全问题、食品的货架期评估和耐保藏性等。

如今，微生物的污染已成为即食鲜切果盘主要的食品安全问题之一，限制了该行业的快速发展。控制即食鲜切果盘的保存环境对微生物污染的控制显得尤为重要。低温保存是即食鲜切果盘的常用贮藏方式，其原理是通过降低鲜切水果呼吸强度和内部化学反应的方法[13]，从而控制其微生物污染水平，保证其货架期的食品安全与食用品质。

本研究旨在探索不同贮藏温度下即食鲜切热带果盘中菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母的生长趋势，并结合果盘的感官变化，从而了解即食鲜切热带果盘生产过程中的微生物污染情况，评估其安全性，寻求合适的贮藏温度和时间，为鲜切热带果盘的食品安全、货架期的制定提供一定的理论依据和实际指导意义，为即食鲜切水果加工业的健康发展提供技术支持，保障群众的舌尖安全。

2 材料与方法

2.1 试验材料

供试原料为新鲜、无病虫害、无机械损伤的木瓜、西瓜、圣女果、芒果、火龙果，购海口市卫生状况和储存条件良好的大型生鲜超市。

2.2 主要试剂和仪器

2.2.1 培养基

平板计数琼脂，结晶紫中性红胆盐琼脂，BGLB，孟加拉红琼脂（广州环凯生物有限公司）。

2.2.2 仪器设备

HYC-610 型海尔医用冷藏冰箱（青岛海尔特种电器有限公司）、恒温恒湿培养箱（上海一恒科学仪器有限公司）、HVA-85 型全自动立式压力蒸汽灭菌器（日本 HIRAYAMA 公司）、BSA6202S 型电子天平（赛多利斯科学仪器（北京）有限公司）、LHS-150HC-I 型恒温恒湿培养箱、LRH-250F 型生化培养箱、MJ-150F-I 型霉菌培养箱（上海一恒科学仪器有限公司）、BSC-1600IIA2 型生物安全柜（苏州安泰空气技术有限公司）。

2.3 试验方法

2.3.1 样品及预处理

新鲜、无损伤的木瓜、西瓜、芒果、火龙果→去皮、切片（块）→放入干净的果盘中→加入洗净的圣女果→包装（0.04mm 保鲜膜，每盘中各类水果各 25 g），每个果盘有相同的质量。

将准备好的果盘样品贮藏在 3 个（6℃、10℃、15℃）温度下，每隔两小时测定其菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母的数量。在每个温度下放置 3 个果盘，全部试验重复进行 3 次。

2.3.2 菌落总数测定

参照 GB4789.2-2016《食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定》[14]测定。

称取 25g 样品，放入盛有 225mL 生理盐水的无菌均质袋中用拍击式均质器拍打 1min~2min，制成 1：10 的样品匀液用移液器吸取 1：10 样品匀液 1mL，沿管壁缓缓注入 9mL 生理盐水的无菌试管中（注意吸管或吸头尖端不要触及稀释液面），振摇试管或换用 1 支 1mL 无菌吸管反复吹打，使其混合均匀，制成 1：100 的样品匀液。选择 2～3 个适宜稀释度，每个稀释度 3 个重复，按上述操作，依次制成十倍递增系列稀释样品匀液。每递增稀释 1 次，换用 1 支 1mL 无菌吸管或吸头。从制备样品匀液至样品接种完毕，全过程不得超过 15min。得超过 15min。将 15~20mL 放置于（45±1）℃ 恒温水浴箱中保温的平板计数琼脂培养基倾注平皿，并转动平皿使其混合均匀。待琼脂凝固后，将平板翻转，（36±1）℃ 培养（48±2）h。记录稀释倍数和相对应的菌落数量。

2.3.3 大肠菌群计数测定

参照 GB4789.3-2016《食品安全国家标准食品微生物学检测大肠菌群计数》[15]测定。

(i) 样品的处理

称取 25g 样品，放入盛有 225mL 生理盐水的无菌均质袋中用拍击式均质器拍打 1min~2min，制成 1：10 的样品匀液。用移液器吸取 1：10 样品匀液 1mL，沿管壁缓缓注入 9mL 生理盐水的无菌试管中（注意吸管或吸头尖端不要触及稀释液面），振摇试管或换用 1 支 1mL 无菌吸管反复吹打，使其混合均匀，制成 1：100 的样品匀液。根据对样品污染状况的估计，选择 2～3 个适宜稀释度，每个稀释度 3 个重复。按上述操作，依次制成十倍递增系列稀释样品匀液。每递增稀释 1 次，换用 1 支 1mL 无菌吸管或吸头。从制备样品匀液至样品接种完毕，全过程不得超过 15min。及时将 15mL~20mL 融化并恒温至 46℃ 的结晶紫中性红胆盐琼脂（VRBA）约倾注于每个平皿中。小心旋转平皿，将培养基与样液充分混匀，待琼脂凝固后，再加 3mL~4mL VRBA 覆盖平板表层。翻转平板，置于 36℃±1℃ 培养 18h~24h。

(ii) 平板菌落数的选择

选取菌落数在 15CFU~150CFU 之间的平板，分别计数平板上出现的典型和可疑大肠菌群菌落。典型菌落为紫红色，菌落周围有红色的胆盐沉淀环，菌落直径为 0.5mm 或更大，最低稀释度平板低于 15CFU 的记录具体菌落数。

(iii) 确证实验

从 VRBA 平板上挑取 10 个不同类型的典型和可疑菌落，少于 10 个菌落的挑取全部典型和可疑菌落。分别接种于 BGLB 肉汤管内，36℃±1℃ 培养 24h~48h，观察产气情况。凡 BGLB 肉汤管产气，即为大肠菌群阳性。

2.3.4 霉菌和酵母数量测定

参照 GB4789.15-2016《食品安全国家标准食品微生物学检验霉菌和酵母计数检验》[16]测定。

称取 25g 样品, 放入盛有 225mL 生理盐水的无菌均质袋中用拍击式均质器拍打 1min~2min, 制成 1:10 的样品匀液用移液器吸取 1:10 样品匀液 1mL, 沿管壁缓缓注入 9mL 生理盐水的无菌试管中(注意吸管或吸头尖端不要触及稀释液面), 振摇试管或换用 1 支 1mL 无菌吸管反复吹打, 使其混合均匀, 制成 1:100 的样品匀液。选择 1~2 个适宜稀释度, 每个稀释度 3 个重复, 按上述操作, 依次制成十倍递增系列稀释样品匀液。每递增稀释 1 次, 换用 1 支 1mL 无菌吸管或

吸头。从制备样品匀液至样品接种完毕, 全过程不得超过 15min。将 15~20mL 放置于 (45±1) °C 恒温水浴箱中保温的孟加拉红琼脂培养基倾注平皿, 并转动平皿使其混合均匀。待琼脂凝固后, 将平板翻转, (36±1) °C 培养 (48±2) h。记录稀释倍数和相对应的菌落数量。

2.3.5 感官质量评定

根据表 1 所示进行感官评定。

表 1 鲜切果盘感官评分标准

Table 1 Sensory scoring criteria for fresh-cut fruit trays

评分	色泽	质地	气味
8-10	果肉颜色鲜艳、有光泽	组织硬挺、无萎蔫软化	无异味
4-7	果肉颜色稍暗淡、光泽欠佳	质地稍硬、无明显萎蔫	无明显异味
0-3	果肉颜色暗淡、无光泽	组织变软、腐烂、汁水渗出	有异味

2.3.6 数据分析

运用 Excel 2019 软件进行数据分析, Origin 2019b 软件进行作图。

3 结果与分析

3.1 不同贮藏温度下菌落总数的变化

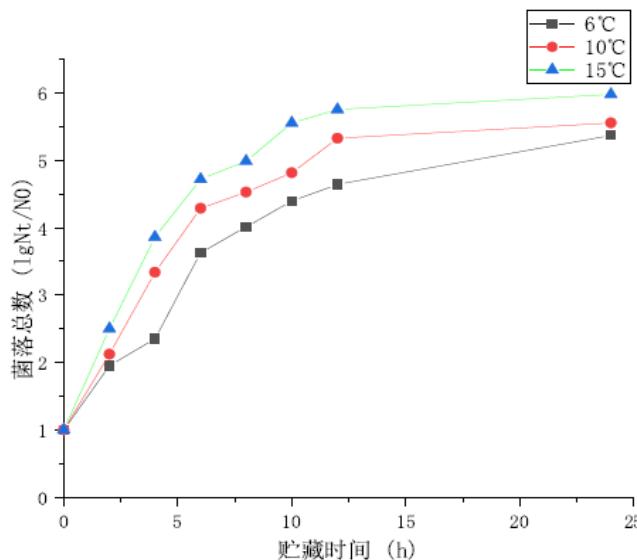


图 1 不同贮藏温度下菌落总数的变化

Figure 1 Changes in the total number of bacterial colonies at different storage temperatures

微生物污染是造成鲜切果蔬腐烂变质的主要因素

之一, 新鲜水果自身可能带有各种对人体致病的微生物以及加工过程中感染的微生物, 在切分后更易快速生长与繁殖。微生物的生长状况是影响鲜切果盘品质的重要标准。菌落总数是判定食品被细菌污染的程度及卫生质量的重要标准, 菌落总数的数量在一定程度上标志着食品卫生安全的优劣[17], 不同贮藏温度下鲜切果盘的菌落总数随贮藏时间的变化如图 1 所示, 随着时间的变化, 果盘保存环境温度越高, 菌落总数越多, 且不同温度下虽然菌落总数的数量相差较大, 但温度越高时间越长菌落总数越多的趋势一致的。

3.2 不同贮藏温度下大肠菌群的变化

有研究表明大肠杆菌的存活长达 6 个月[18-19], 而在鲜切果盘加工过程中, 生产工具、工作人员、运输过程将直接或间接接触, 引发大肠杆菌交叉污染至未污染的果盘中, 进而威胁人们的身体健康[20-21]。中国对即食果蔬类产品大肠菌群数量并未做规定, 但参照澳大利亚等国对即食食品中微生物限量要求, 大肠菌群数量小于 10^4 CFU/g, 为可接受范围, 当大肠菌群数量大于 10^4 CFU/g 时, 为不合格产品[22]。

由图 2 所知, 随着贮藏时间的延长, 大肠菌群数量均呈上升趋势, 但在 6°C 和 10°C 贮藏时, 上升速度较为平缓, 而在 15°C 贮藏条件下, 鲜切果盘中的大肠菌群数量上升最快, 特别在贮藏 12h 后, 大肠菌群的数量呈指数上升, 在 24h 时, 大肠菌群数量为 1.4×10^3 CFU/g, 虽未达到澳大利亚等国对即食食品中的微生物限量要求, 但仍能看出污染较为严重, 如食用则有一定的安全风险。

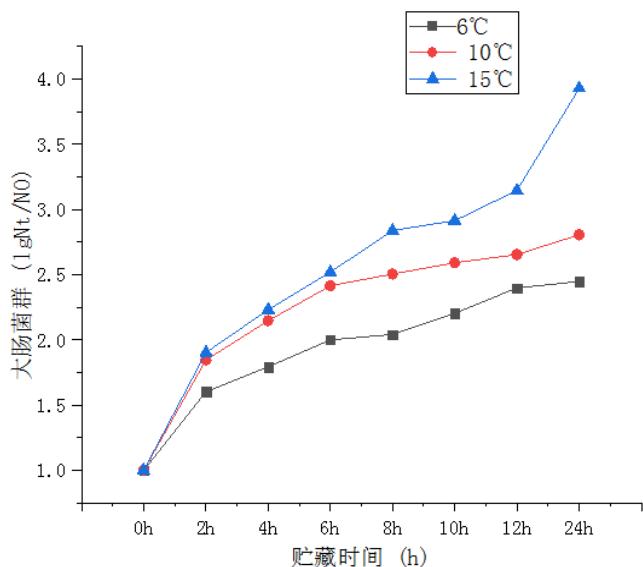


图 2 不同贮藏温度下大肠菌群的变化

Figure 2 Changes in coliform bacteria at different storage temperatures

3.3 不同贮藏温度下霉菌和酵母菌的变化

水果腐败的关键微生物除了沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、单核细胞增生李斯特氏菌、大肠埃希氏菌等致病菌外，霉菌和酵母菌也可隐藏在破损的水果中，引起水果变质腐败，营养流失[23]。

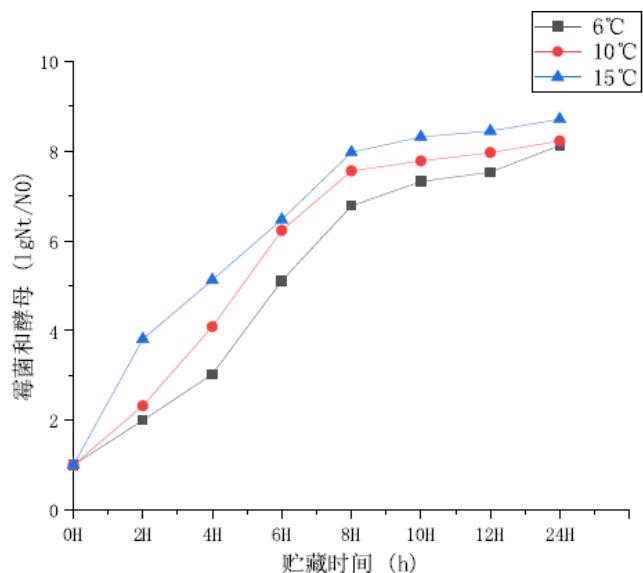


图 3 不同贮藏温度下霉菌、酵母菌的变化

Figure 3 Changes in mold and yeast under different storage temperatures

由图 3 可以看出，随着贮存时间的延长，保存环

境的温度越高，霉菌和酵母的数量越多。不同温度下，在 8h 前霉菌酵母数量变化较大，8h 后数量增长较慢，趋于平缓。

3.4 鲜切果盘的感官品质变化

感官评价是鲜切果盘品质鉴定的重要手段，直接影响消费者的购买意向。鲜切果蔬经过切分工艺后受到机械性损伤，会造成汁液的流失，细胞和组织结构的去区域化以及正常细胞功能丧失[24]，鲜切果盘在 6℃、10℃ 和 15℃ 下贮藏的感官品质评价得分见表 3，鲜切果盘的感官评分随时间变化而降低。不同贮藏温度下，鲜切果盘的颜色暗淡，组织软化变软，汁水渗出的时间不同。15℃ 下贮藏 6h 后，水果色泽暗沉，组织软化，汁水渗出较多，开始发生腐败现象；10℃ 贮藏 10h 后，出现渗水软化暗淡；而 6℃ 贮藏 24h 后，才出现以上现象。

表 2 鲜切果盘在不同贮藏温度下的感官评分结果

Table 2 Sensory scoring results of fresh-cut fruit trays at different storage temperatures

温度 /℃	时间 (h)						
	2h	4h	6h	8h	10h	12h	24h
6℃	9.5	9	9	8.5	7.5	7	5
10℃	9	8.5	7.5	6	5.5	5	4
15℃	8	7	6	5.5	4.5	4	3

4 讨论

鲜切果盘虽快捷方便，但仍存在一些食品安全风险。笔者调研多家超市、水果销售门店，了解到商家销售鲜切果盘的贮藏温度通常为 6-18℃，果盘下架时间在 12-24h 不等，由于果盘水果组成成分、加工工艺、存放环境、存放时间的不同，微生物指示菌菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母的生长趋势、也会随着条件的不同产生一定差异[25-26]。

现国家并未出台即食鲜切果盘微生物卫生指示菌的限量标准。仅在 2021 年和 2022 年发布了《GB31652-2021 即食鲜切果蔬加工卫生规范》和《T/CCFAGS031—2022 即食鲜切果蔬制作服务规范（食品经营者）》两个标准对即食鲜切果蔬进行监管，对即食鲜切果蔬企业生产和超市、餐饮、水果切专卖店等食品经营者在经营现场制作、配送即食鲜切果蔬产品分别做出了规定和要求，因此，本项目的研究结果丰富了鲜切果盘行业微生物限量数据，也为即食

鲜切果盘的微生物安全性提供了依据和指导。

5 结论

对不同温度下(6℃、10℃、15℃)不同贮藏时间即食鲜切果盘的微生物指示菌菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母等进行了检测分析，并对即食鲜切果盘贮藏感官品质进行了评价，得出以下结论：

总体来说，鲜切果盘在不同温度贮藏过程中以上三种卫生指示菌都会随着贮藏温度的升高而上升。贮藏温度越高，微生物指示菌的污染越严重。6℃贮藏条件下最为稳定，主要表现为波动小，增长平稳缓慢。10℃较为稳定，但增长速度比6℃条件下稍快。而在15℃时，卫生指示菌特别是大肠菌群的数量明显增多，增幅较快，同时也可观察到感官品质的下降。感官品质是人们采购鲜切果盘时的重要选择标准，具有一定的参考价值。15℃下贮藏6h后，感官评分已下降至6分，随着时间的增加，感官评分越来越低，贮藏到24h时，果盘中的水果色泽开始暗沉，组织变软，汁水有渗出，开始发生腐败现象；10℃贮藏8h开始，感官评分从6分下降至4分，也出现渗水软化暗淡；而6℃贮藏24h时感官评分为5分，此时才出现以上腐坏现象。通过感官评分结果可以看出，6℃和10℃贮藏10h以内，果盘品质仍在可控范围内，15℃则不宜长时间贮藏鲜切果盘，6h内食用最佳。

参考文献

- [1] 程丽林, 吴波, 袁海君, 等. 鲜切果蔬贮藏保鲜技术研究进展 [J]. 保鲜与加工, 2019, 19 (01): 147-152.
- [2] BASELICE A, COLANTUONI F, DANIEL AL, et al. Trends in EU consumers' attitude towards fresh-cut fruit and vegetables [J]. Food Qual Prefer, 2017, 59: 87-96.
- [3] 程双. 鲜切果蔬酶促褐变发生机理及其调控的研究 [D]. 大连: 大连工业大学, 2010.
- [4] 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.
- [5] Parthena K. Food hygiene & toxicology in ready-to-eat foods [M]. The Netherlands: Elsevier Inc, 2016.
- [6] 韩再阳. 鲜切果蔬加工及质量安全控制 [J]. 农家参谋, 2019, 613 (6): 60.
- [7] 薛思玥. 基于食品安全视角下生物保鲜技术在果蔬保鲜中的应用进展 [J]. 现代食品, 2021, (15): 37-41-45.
- [8] Francis GA, Gallone A, Nychas GJ, et al. Factors affecting quality and safety of fresh-cut produce [J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 2012, 52 (7): 595-610.
- [9] 汪雯, 肖英平, 杨桂玲, 等. 浙江省杨梅微生物污染调查及限量探讨 [J]. 浙江农业科学, 2018, 59 (7): 1261-1263.
- [10] 徐进, 庞璐. 即食食品微生物限量标准比较分析 [J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24 (5): 474-478.
- [11] 刘芳, 兰全学, 李碧芳, 等. 国内外即食食品微生物限量标准解析 [J]. 食品与生物技术学报, 2017, 36 (2): 215-223.
- [12] GB316071-2021, 食品安全国家标准散装即食食品中致病菌限量 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [13] 于皎雪, 胡文忠, 赵曼如, 等. 温度对鲜切果蔬贮藏保鲜影响的研究进展 [C]// 中国食品科学技术学会第十六届年会暨第十届中美食品业高层论坛论文摘要集, 2019: 501-502.
- [14] GB/T 4789.2-2016, 食品安全国家标准食品微生物学检测 菌落总数测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [15] GB/T 4789.3-2016, 食品安全国家标准食品微生物学检测 大肠菌群计数 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [16] GB/T 4789.15-2016, 食品安全国家标准食品微生物学检验 霉菌和酵母计数 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [17] 张立奎, 陆兆新, 汪宏喜. 鲜切生菜在贮藏期间的微生物生长模型 [J]. 食品与发酵工业, 2004, 30 (2): 107-110.
- [18] 杜晓静, 白新鹏, 姜泽放, 等. 火龙果果浆不同贮藏温度下大肠菌群生长动力学模型及货架期预测 [J]. 食品工业科技, 2018 (3): 270-275.
- [19] 潘均悦. 粪大肠菌群检测方法探究 [J]. 生物化工, 2020, 6 (4): 152-155.
- [20] SÁNCHEZ G, ELIZAQUÍVEL P, AZNAR R. A single method for recovery and concentration of enteric virus.
- [21] 陈岩, 徐学万, 杨慧, 等. 鲜切蔬菜微生物污染来源及控制措施研究 [J]. 农产品质量与安全, 2017, 15 (6): 76-81.
- [22] 黄翠 单宏. 哈尔滨市道里区蔬菜基地生菜和水土环境中常见细菌污染调查分析 [J]. 食品安全导刊, 2022, No. 358 (29): 51-56.
- [23] 李俊英, 高喜源. 水果腐败关键病原微生物检测研究进展 [J]. 食品安全质量检测学报, 2016, (7). 9: 3510-3515.
- [24] MA Yue, HU Wenzhong, CHENG Shuang, et al. Effects of fresh-cut on the physio-biochemical changes of fruits and vegetables and its controlling methods [J]. Science and Technology of Food Industry, 2010, 31 (2): 338-341.

[25] HALAMICKOVA A, MALOTA L. Muscle thiobarbituric acid reactive substance of the Atlantic herring (*Clupea harengus*) in marinades collected in the market network [J]. *Acta Veterinaria Brno*, 2010, 79 (2): 329–333.

[26] 张昭寰, 娄阳, 杜苏萍, 等. 分子生物学技术在预测微生物学中的应用与展望 [J]. 食品科学, 2017, 38 (9): 248–257.

作者简介

朱梦

1985 年生, 硕士, 工程师. 研究方向为食品微生物和分子生物学检验.

E-mail: 466652537@qq.com

谢作蓉

1984 年生, 硕士, 高级工程师. 主要研究方向为食品微生物和分子生物学检验.

E-mail: 15208940836@163.com