

DOI:10.3969/j.issn.1003-5060.2025.11.012

黄芪多糖对樱桃番茄果实品质的影响

唐晓凤, 徐娟, 宋茜茜, 刘周圆

(合肥工业大学 食品与生物工程学院, 安徽 合肥 230601)

摘要:文章以樱桃番茄为研究对象,分析质量分数为 1% 的黄芪多糖对樱桃番茄的保鲜效果。在常温下测定樱桃番茄的腐烂指数、质量损失率、硬度、pH 值、可溶性固形物(total soluble solids, TSS)、可滴定酸(titratable acid, TA)、花青素、番茄红素、可溶性糖以及可溶性蛋白等指标。结果表明,采用 1% 的黄芪多糖处理樱桃番茄后,显著抑制果实腐烂指数和质量损失率的上升,减少 TA、花青素、可溶性蛋白的损失。综上所述,黄芪多糖的处理抑制樱桃番茄腐烂程度的加深,显著提高了果实的贮藏品质,延长了其保质期。

关键词:樱桃番茄;黄芪多糖;贮藏品质;腐烂指数

中图分类号:TS255.36

文献标志码:A

文章编号:1003-5060(2025)11-1515-05

Effect of *Astragalus* polysaccharides on fruit quality of cherry tomato

TANG Xiaofeng, XU Juan, SONG Qianqian, LIU Zhouyuan

(School of Food and Biological Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230601, China)

Abstract: This paper studied the preservation effect of 1% *Astragalus* polysaccharides on cherry tomato, using cherry tomato as the main raw material. The indexes of cherry tomato, such as decay index, weight loss rate, hardness, pH value, total soluble solids(TSS), titratable acid(TA), anthocyanin, lycopene, soluble sugar and soluble protein, were measured at room temperature. The results showed that the treatment of cherry tomato with 1% *Astragalus* polysaccharide significantly inhibited the rise of fruit decay index and weight loss rate, and reduced the loss of TA, anthocyanin and soluble protein. In summary, the treatment of *Astragalus* polysaccharides inhibits the deepening of cherry tomato decay, significantly improves the storage quality of the fruit, and extends its shelf life.

Key words: cherry tomato; *Astragalus* polysaccharides; storage quality; decay index

樱桃番茄繁殖期短,供应期长,颜色鲜艳,具有典型的酸甜味,因此在我国通常用作水果食用,又被称为水果番茄^[1]。樱桃番茄中含有丰富的番茄红素、维生素 C、 β -胡萝卜素,具有极高的抗氧化能力,定期摄入足量的樱桃番茄对身体有益^[2]。作为一种呼吸跃变型水果,樱桃番茄的采后寿命相对较短,受到呼吸速率高、成熟衰老快的限制,且果实易感染植物病原真菌引起的疾病,导致采后贮藏期缩短^[3]。目前樱桃番茄最常见的保鲜方法包括低温保鲜、化学保鲜和气调保鲜。然而,在低温下储存的水果可能表现出寒伤,导致冷藏果

实凹陷、不成熟和真菌感染。气调保鲜对储存环境有严格的设备要求,所花费成本较高。利用化学剂保存番茄果实可能对人体健康有一定影响^[4]。因此探索一种安全有效的天然保鲜剂和新的保存方法延长贮藏期是必要的。

黄芪多糖是黄芪的生物活性提取物,具有广泛的生物活性,具有保护肝损伤、减少血脂、抗炎、抗氧化、抗衰老和免疫增强等多种作用^[5],可以通过抑制发育早期细胞的衰老和凋亡来延缓斑马鱼的衰老^[6]。此外,黄芪多糖还提高了糖尿病大鼠的胰岛素作用,降低了血脂水平^[7]。黄芪多糖产

收稿日期:2023-08-28;修回日期:2023-10-17

基金项目:安徽省自然科学基金资助项目(2208085MC66)

作者简介:唐晓凤(1984—),女,四川广安人,博士,合肥工业大学副教授,硕士生导师,通信作者,E-mail:tangxiaofeng1023@hfut.edu.cn

生防御反应的机制可能与改善机体的免疫功能、清除自由基和抗脂质过氧化有关^[8]。文献^[9]研究发现含蔗糖酯和黄芪多糖的香蕉保鲜剂,能够有效降低香蕉采后炭疽病的发生,黄芪多糖延缓香蕉果实、果皮寒伤,减轻了果皮褐变和营养物质的流失,提高了果实的抗氧化能力,但目前黄芪多糖对樱桃番茄保鲜方面的研究并不多。

本研究探讨了常温下用黄芪多糖处理樱桃番茄对其腐烂程度以及果实品质的影响,为寻求一种新的、安全有效的樱桃番茄保鲜剂提供一定的理论和应用依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

本实验的樱桃番茄购买于合肥工业大学的水果超市,挑选大小、软硬度相同,没有病虫害和果皮损伤的新鲜果实。选取 60 个果实随机分为 2 组。黄芪多糖购买于海益斯生物企业店,纯度为 90%,在本次实验中配置了质量分数为 1% 的黄芪多糖溶液。其他所有的试剂均为分析纯。

将樱桃番茄用质量分数 0.2% 次氯酸钠溶液浸泡 2 min,再用蒸馏水洗净晾干,一组在质量分数为 1% 的黄芪多糖溶液中浸泡 5 min(处理组),一组在蒸馏水中浸泡 5 min(对照组)。处理好的樱桃番茄通风晾干,放置在 25 ℃、湿度 75%~85% 的塑料盒中。以处理当天起始,共处理 12 d,每隔 3 d 随机取出样品并检测指标。每次处理重复 3 次。

1.2 腐 烂 指 数 和 质 量 损 失 率

腐烂指数的测定参考文献^[10]的方法,质量损失率的计算参考文献^[11]的方法。

1.3 硬 度 和 可 溶 性 固 形 物 的 测 定

将果实固定在 TA.XT plus 物性分析仪上,采用 P/2N 探针进行果皮穿刺实验。每组 10 个果实,每个果实正面和背面刺穿 1 次,收集数据进行分析。使用数显糖度计测定果实的可溶性固形物(total soluble solids, TSS)质量分数。

1.4 pH 值 和 可 滴 定 酸 质 量 分 数 的 测 定

将 10 个樱桃番茄果实一起榨汁,用于测定 pH 值和可滴定酸(titratable acid, TA)的质量分数。果实的 pH 值采用 PHS-25 型 pH 计进行测定。取果汁 10 mL 加入 2 滴酚酞,使用 0.1 mol/L NaOH 滴定至微红色,测定 TA 质量分数。

1.5 花 青 素 和 番 茄 红 素 质 量 比 的 测 定

采用 pH 差式法^[12]测定花青素质量比,测定 530 nm 处吸光度值。番茄红素质量比的测定参

考文献^[13]的方法,测定 503 nm 处吸光度值。

1.6 可 溶 性 糖 和 可 溶 性 蛋 白 质 质 量 比 的 测 定

采用蒽酮比色法测定可溶性糖质量比。准确称取 0.5 g 组织研磨,用 95% 乙醇定容至 5 mL,在 3 000 r/min 条件下离心 10 min,取出上清液为可溶性糖提取液。

吸取 1 mL 提取液于试管中,并加入 1 mL 蒸馏水进行稀释,量取 0.1% 的蒽酮溶液 0.5 mL 混合均匀,迅速放入水浴锅中,100 ℃ 煮沸 15 min,待冷却后,取 300 μ L 样品测量 620 nm 处的吸光度。按照同样的方法制作标准曲线。根据溶液吸光度,在标准曲线上查到相应的葡萄糖质量,计算组织中可溶性糖质量比。

称取 2 g 样品,加入 5 mL PBS 缓冲液研磨,4 ℃、12 000 r/min 离心 20 min,取 1 mL 上清液与 5 mL 考马斯亮蓝 G-250 充分混匀,静置 2 min 后,测定 595 nm 处的吸光度。按照同样方法制作标准曲线。根据溶液吸光度,在标准曲线上查到相应的蛋白质质量,计算组织中可溶性蛋白质质量比。

1.7 统 计 分 析

本实验图形用 Origin 绘制,采用 SPSS 19.0 进行数据分析,用 t 检验方法进行差异显著性分析,显著水平为 0.05 或 0.01。

2 结 果 与 分 析

2.1 黄 芪 多 糖 对 腐 烂 指 数 和 pH 值 的 影 响

樱桃番茄经过处理之后,测定 12 d 内的腐烂程度和 pH 值,结果如图 1 所示。图 1 中: * 表示 $P < 0.05$ 水平下差异显著; ** 表示 $P < 0.01$ 水平下差异极显著。下同。

由图 1a 可知,随着贮藏时间延长,果实腐烂指数不断升高,与对照组相比,黄芪多糖处理组在第 3 天、第 6 天、第 9 天、第 12 天时有显著低的腐烂指数。在贮藏第 12 天时,对照组樱桃番茄果实腐烂指数为 41.4%,而黄芪多糖处理的果实腐烂指数仅为 28.4%。同时,随着贮藏时间不断延长,樱桃番茄果实中的有机酸量下降,部分转化为糖类,果实中的 pH 值与糖酸比有关,果实中的糖酸比上升使得各组的 pH 值逐渐上升^[14],如图 1b 所示,其中对照组 pH 值上升最快,与对照组相比,1% 黄芪多糖处理组在第 3 天、第 6 天、第 9 天、第 12 天时有较低的 pH 值,结果表明,黄芪多糖处理能够延缓果实中 pH 值的上升,保持果实的品质。

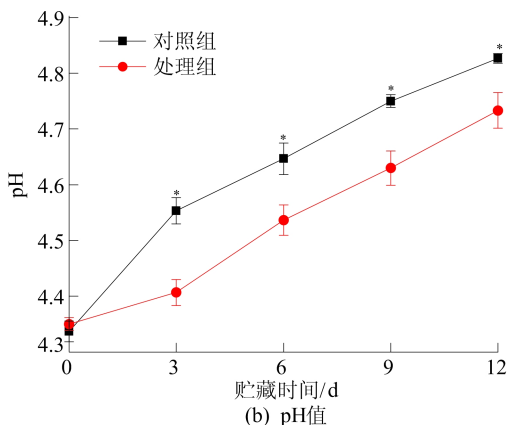
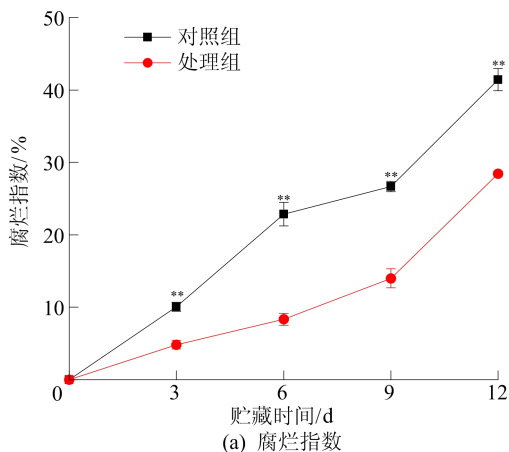


图 1 黄芪多糖对腐烂指数和 pH 值的影响

2.2 黄芪多糖对质量损失率和硬度的影响

樱桃番茄的质量损失率和硬度如图 2 所示。番茄采摘后,会面临着水分蒸发,且随着贮藏时间延长其失水程度会逐渐加深,导致番茄果实质量下降^[15]。由图 2a 可知:2 组樱桃番茄果实的质量损失率逐渐升高,黄芪多糖处理组在整个贮藏期质量损失率显著低于对照组;第 12 天时,对照组果实质量损失率为 16.09%,而黄芪多糖处理的果实质量损失率为 12.94%。由图 2b 可知,樱桃番茄的硬度随贮藏时间的延长而降低。

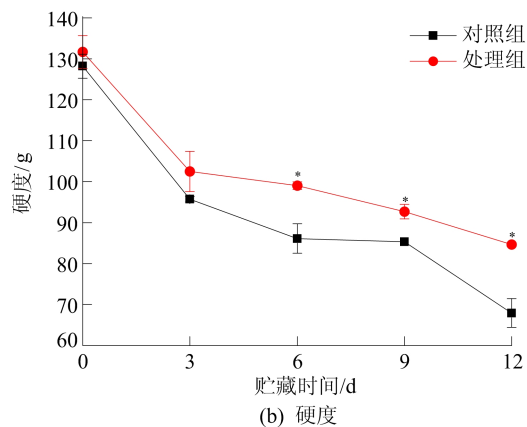
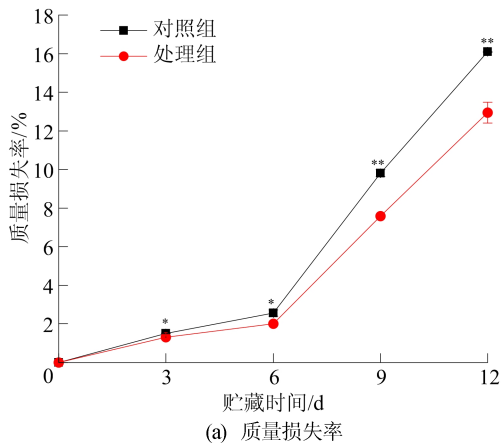


图 2 黄芪多糖对质量损失率和硬度的影响

随着果实不断成熟,细胞内的原果胶逐渐降解,转化为可溶性果胶,导致果实组织不断变软^[16]。从图 2b 还可以看出;黄芪多糖处理组在贮藏后期果实硬度显著高于对照组,第 12 天时,对照组的硬度为 69.70 g,黄芪多糖处理组的硬度为 84.60 g。结果表明,黄芪多糖处理显著降低质量损失率,且延缓了果实硬度下降。

2.3 黄芪多糖对 TSS 和 TA 的影响

樱桃番茄中的 TSS 和 TA 质量分数如图 3 所示。

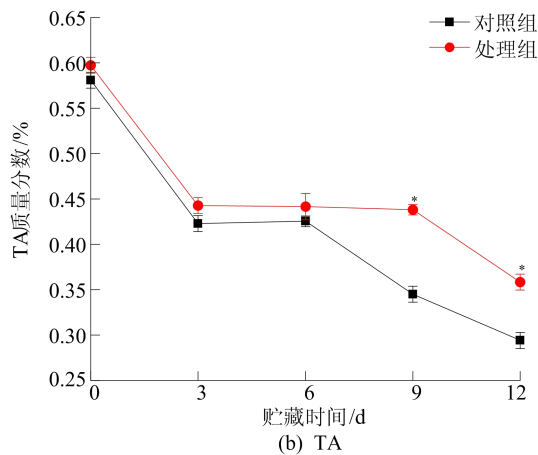
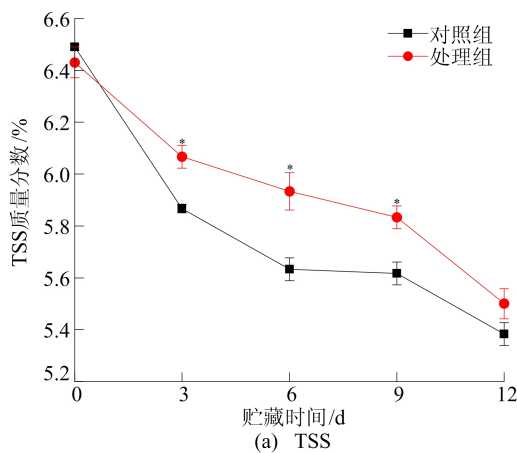


图 3 黄芪多糖对 TSS 和 TA 的影响

TSS 是反映水果品质的重要指标,代表水果中有机酸、矿物质、脂肪、蛋白质和碳水化合物质量分数。由图 3a 可知,各组果实的 TSS 质量分数呈下降趋势。与对照组相比,黄芪多糖处理组在第 3 天、第 6 天、第 9 天时有显著高的 TSS 质量分数,在第 12 天时,对照组的 TSS 质量分数为 5.38%,而处理组的 TSS 值仅下降到 5.57%,这与参考文献[17]的研究结果一致。TA 的成分和质量分数会影响水果的适口性和风味。随着贮藏时间延长,TA 部分被果实的呼吸作用消耗,另外部分则转化为糖类,导致 TA 质量分数下降^[18]。由图 3b 可知,在贮藏的前期 2 组番茄果实 TA 质量分数无明显差异。与对照组相比,黄芪多糖处理组在第 9 天、第 12 天时有显著高的 TA 质量分数,在第 9 天,对照组中番茄果实 TA 质量分数为 0.34%,而黄芪多糖处理组 TA 质量分数为 0.44%。由此可知,黄芪多糖处理能减少果实 TSS 和 TA 的损失,延缓组织衰老,保鲜效果显著。

2.4 黄芪多糖对花青素和番茄红素的影响

樱桃番茄花青素和番茄红素质量比如图 4 所示。

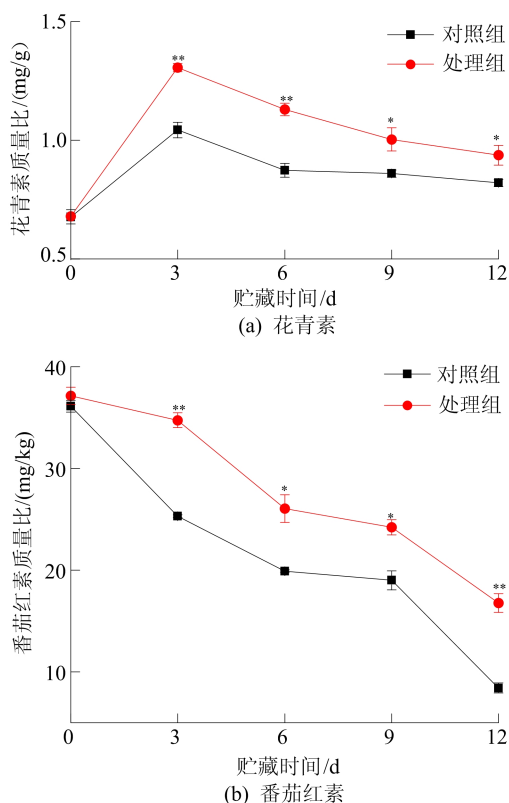


图 4 黄芪多糖对花青素和番茄红素的影响

花青素是一类水溶性类黄酮,是一种强大的

抗氧化剂,具有很高的营养价值^[19]。从图 4a 可以看出,花青素质量比呈现先上升后下降的趋势,与对照组相比,黄芪多糖处理组在整个贮藏期都有显著高的花青素质量比,在贮藏第 3 天时 2 组番茄果实花青素质量比达到最高值,对照组花青素质量比为 0.94 mg/g,处理组花青素质量比为 1.31 mg/g。番茄红素具有强大的抗氧化和抗衰老功效,同时也是番茄最重要的营养成分之一^[20]。从图 4b 可以看出,樱桃番茄果实的番茄红素质量比随贮藏时间延长持续下降,与对照组相比,黄芪多糖处理组在整个贮藏期有显著高的番茄红素质量比,在贮藏第 12 天时,对照组番茄红素质量比为 8.39 mg/kg,处理组番茄红素质量比为 16.76 mg/kg。实验结果表明,黄芪糖处理可减少花青素和番茄红素质量比的损失。

2.5 黄芪多糖对可溶性糖和可溶性蛋白的影响

果蔬的可溶性糖和可溶性蛋白质质量比是重要的生理生化指标,也是果蔬品质和营养的重要评价指标。樱桃番茄中可溶性糖和可溶性蛋白的质量如图 5 所示。

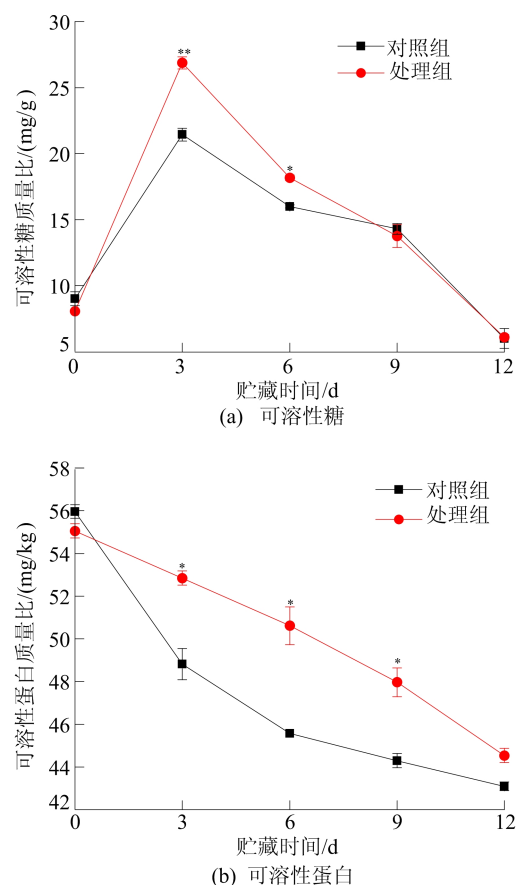


图 5 黄芪多糖对可溶性糖和可溶性蛋白的影响

由图 5a 可知,随着贮藏时间的不断延长,樱桃番茄果实的可溶性糖质量比先上升后下降。与

对照组相比,黄芪多糖处理组在第 3 天、第 6 天时 2 组番茄果实可溶性糖质量比最高,对照组质量比为 21.33 mg/g,而处理组番茄果实可溶性糖质量比为 27.33 mg/g,这与文献[21]的研究结果一致。可溶性蛋白是果实细胞内重要的渗透调节物质,与细胞的保水能力密切相关,细胞保水能力越强,对细胞膜的保护作用越强,越有利于果实贮藏。由图 5b 可知,随着贮藏时间延长,樱桃番茄果实的可溶性蛋白呈现下降的趋势。与对照组相比,黄芪多糖处理组在第 3 天、第 6 天、第 9 天有显著高的可溶性蛋白质量比,这与文献[22]的研究结果一致。结果表明黄芪多糖能够维持樱桃番茄果实的可溶性糖和可溶性蛋白质量比,增强樱桃番茄细胞的保水能力,有利于果实的贮藏。

3 结 论

在本实验中,相比于对照组,质量分数为 1% 黄芪多糖处理的樱桃番茄果实质量损失率、腐烂率较低,果实硬度持续时间长,明显抑制 pH 值的上升,同时保持果实中 TA、TSS、花青素、番茄红素、可溶性糖和可溶性蛋白质等营养物质,使果实 在贮藏结束时仍有较好的营养品质,提高了樱桃番茄果实的贮藏品质,为樱桃番茄采后保鲜提供了一种新的方式,具有较广的应用前景。

[参 考 文 献]

- [1] YANG Z, LI W, LI D, et al. Evaluation of nutritional compositions, bioactive components, and antioxidant activity of three cherry tomato varieties[J]. *Agronomy*, 2023, 13(3): 637.
- [2] ÁLVAREZ A, MANJARRES J J, RAMÍREZ C, et al. Use of an exopolysaccharide-based edible coating and lactic acid bacteria with antifungal activity to preserve the postharvest quality of cherry tomato[J]. *LWT*, 2021, 151: 112225.
- [3] SOUSA A R, OLIVEIRA J C, SOUSA-GALLAGHER M J. Determination of the respiration rate parameters of cherry tomatoes and their joint confidence regions using closed systems[J]. *Journal of Food Engineering*, 2017, 206: 13-22.
- [4] ZHANG H Y, LI R P, LIU W M. Effects of chitin and its derivative chitosan on postharvest decay of fruits: a review [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2011, 12(2): 917-934.
- [5] LI R, CHEN W, WANG W, et al. Extraction, characterization of astragalus polysaccharides and its immune modulating activities in rats with gastric cancer[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2009, 78(4): 738-742.
- [6] XIA G, HAN X, QI J, et al. The effects of astragalus polysaccharide on zebrafish cell apoptosis and senescence[J]. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 2012, 2: 103-109.
- [7] WU Y, OU-YANG J P, WU K, et al. Hypoglycemic effect of *Astragalus polysaccharide* and its effect on PTP1B[J]. *Acta Pharmacologica Sinica*, 2005, 26(3): 345-352.
- [8] KANG H M, SALTVEIT M E. Antioxidant enzymes and DPPH-radical scavenging activity in chilled and heat-shocked rice (*Oryza sativa* L.) seedlings radicles[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, 50(3): 513-518.
- [9] TIAN J, XIE S, ZHANG P, et al. Attenuation of postharvest peel browning and chilling injury of banana fruit by astragalus polysaccharides[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2022, 184: 111783.
- [10] WU S Y, ZHEN C Y, WANG K, et al. Effects of bacillus subtilis CF-3 VOCs combined with heat treatment on the control of monilinia fructicola in peaches and colletotrichum gloeosporioides in litchi fruit [J]. *Journal of Food Quality*, 2016, 84(12): 3418-3428.
- [11] GE Y H, CHEN Y R, LI C Y, et al. Effect of trisodium phosphate dipping treatment on the quality and energy metabolism of apples[J]. *Food Chemistry*, 2019, 274: 324-329.
- [12] FISH W W, PERKINS-VEAZIE P, COLLINS J K. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents[J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2002, 15(3): 309-317.
- [13] 王少波, 杜永峰, 姚秉华. pH 示差法测定黑豆皮中的花青素[J]. *化学分析计量*, 2008, 17(1): 46-47.
- [14] BLACKER S M, CREANOR S L, CREANOR S. An in vitro investigation of the initial pH and titratable acidity of a selection of fruit smoothies [J]. *Dental Update*, 2011, 38(9): 604-609.
- [15] 李姗姗, 钟献坤, 杨黎, 等. 三种植物精油对樱桃番茄保鲜效果的影响[J]. *北方园艺*, 2020(23): 108-114.
- [16] 朱俊玲, 冯娟, 牛丽艳, 等. 几种天然保鲜剂对旱地番茄的保鲜效果[J]. *食品工业*, 2020(3): 164-169.
- [17] 隋思瑶, 马佳佳, 陆皓茜, 等. 不同涂膜处理对樱桃番茄保鲜效果的影响[J]. *保鲜与加工*, 2019, 19(5): 40-45.
- [18] 李涵, 杨雪莲, 贾凯杰, 等. 褪黑素处理对百香果采后贮藏品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2021, 42(20): 294-300.
- [19] PETRIC T, KIFERLE C, PERATA P, et al. Optimizing shelf life conditions for anthocyanin-rich tomatoes [J]. *PLoS ONE*, 2018, 13(10): e0205650.
- [20] KIM J Y, PAIK J K, KIM O Y, et al. Effects of lycopene supplementation on oxidative stress and markers of endothelial function in healthy men[J]. *Atherosclerosis*, 2011, 215(1): 189-195.
- [21] 水茂兴, 马国瑞, 陈美慈, 等. 壳聚糖处理番茄, 青椒的保鲜效果[J]. *浙江农业科学*, 2001(4): 164-167.
- [22] 何海玲, 顾龚平, 张卫明. 白芨多糖胶涂膜保鲜樱桃番茄的研究[J]. *食品科学*, 2007, 28(4): 336-340.

(责任编辑 吴 亮)