

复配保鲜剂与壳聚糖涂膜对临泽小枣 保鲜效果的影响

窦宗信¹, 庞勇¹, 王宝春¹, 李冠男¹, 刘斌^{2,3}

(1. 甘肃农业职业技术学院, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省景泰川电力提灌水资源利用中心, 甘肃 景泰 730400; 3. 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为延长临泽小枣鲜果市场供应期。以临泽小枣为试验材料, 采用正交试验方法, 在常温(20~25℃)条件下, 研究不同浓度的氯化钙、植酸、柠檬酸复配保鲜剂组合以及壳聚糖涂膜处理对贮藏临泽小枣果实品质的影响。结果表明, 采后用复配保鲜剂组合 1% CaCl₂ + 0.3% 植酸 + 3% 柠檬酸处理能有效减少临泽小枣烂果率, 并延缓有机酸、TSS、Vc 含量下降, 为最佳复配保鲜剂组合; 而用 1% 壳聚糖制成涂膜处理则具有更好的保鲜效果, 能够显著降低烂果率, 保持果实硬度, 并延缓 TSS 和 Vc 含量下降。综合分析, 使用 1% 壳聚糖制成涂膜处理对临泽小枣的保鲜效果最佳。

关键词: 临泽小枣; 保鲜; 复配; 壳聚糖

中图分类号: S665.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2023)04-0339-05

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2023.04.011

Effects of Compound Freshness Preservative and Chitosan Coating on the Preservation of Linze Jujube

DOU Zongxin¹, PANG Yong¹, WANG Baochun¹, LI Guannan¹, LIU Bin^{2,3}

(1. Gansu Agricultural Vocational and Technical College, Lanzhou Gansu 730020, China; 2. Gansu Jingtaichuan Electric Power Irrigation Water Resource Utilization Centre, Jingtai Gansu 730400, China; 3. College of Horticulture, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In order to extend the market supply period of Linze jujube, using Linze jujube as experimental materials, effects of combinations of different concentrations of calcium chloride, phytic acid, citric acid and chitosan coating treatments on the quality of stored Linze jujube were studied at room temperature (20 to 25 °C). The results showed that the compound preservative treatment of 1% CaCl₂ plus 0.3% phytic acid plus 3% citric acid could effectively decrease the rotten fruit rate and delay the decline of the contents of TSS, organic acid and Vc which was considered as the optimum compound preservative treatment, whereas 1% chitosan coating treatment had better fresh-keeping effect which could significantly decrease the rotten fruit rate, maintain fruit hardness, and delay the decrease of TSS and Vc contents. Comprehensively analysis showed that 1% chitosan coating treatment had the best fresh-keeping effect for Linze jujube.

Key words: Linze jujube; Fresh-keeping; Compounding; Chitosan

临泽小枣主产于甘肃省张掖市临泽县。当地降水稀少, 气候干燥, 日照时间长, 太阳辐射强, 昼夜温差大的独特气候使临泽小枣具有核小肉厚、肉细、含糖量高、抗坏血酸(Vc)含量高等特点, 一般鲜枣果 Vc 含量为 3 000 ~ 5 000 mg/kg, 平均 4 180 mg/kg^[1]。枣果是一种良好的营养滋补品,

经常食用可补脾健胃、益气生津、延年益寿, 市场前景广阔。枣不耐贮藏, 在自然状况下, 鲜枣采后呼吸强度大, 易积累二氧化碳和乙醇, 导致枣果软化、酒化, 有机酸、Vc、含糖量等矿物质迅速下降甚至腐烂, 影响果实品质与价值^[2-4]。常温下 3 ~ 5 d 就开始失脆变软, 鲜食期很短。

收稿日期: 2022-12-16; 修订日期: 2023-02-13

基金项目: 兰州市人才创新创业项目(2021-RC-84); 甘肃省农业综合开发办公室农综项目“临泽红枣新品及标准化生产技术示范推广”。

作者简介: 窦宗信(1969—), 男, 甘肃临夏人, 副教授, 主要从事园艺植物学等方面的研究工作。Email: 411185589@qq.com。

通信作者: 庞勇(1968—), 男, 甘肃兰州人, 副教授, 主要从事果树栽培学等方面工作。Email: 354126774@qq.com。

贮藏保鲜技术对临泽小枣的贮藏和销售尤为重要。目前国内外普遍使用的小枣保鲜有低温、气调、湿冷、减压及冷冻等贮藏方法^[5]。这些物理方法都有很好的保鲜效果，但成本较高，难以在生产中普及。化学保鲜法因其成本低廉、技术难度小及不需要特殊设备等特点倍受重视，但易出现化学成分残留而影响食品的安全性。因此如何选出安全无毒的化学药剂成为化学保鲜法的探索目标。目前常用的鲜枣保鲜剂主要有氯化钙、植酸、柠檬酸和魔芋甘露聚糖等。壳聚糖[poly-b-(1-4)-D-glucosamine]由自然界广泛存在的几丁质经过脱乙酰作用得到，是一种可降解的生物聚合物。由于其有着很好的成膜性、抗菌性能和诱导植物组织抵御系统的能力，目前有关各种保鲜剂对枣保鲜效果的研究有较多的报道^[6]，但利用氯化钙、植酸、柠檬酸进行复配对鲜枣保鲜的研究未见报道。我们以临泽小枣为试验材料，采用安全无毒的化学药剂氯化钙、植酸、柠檬酸作为主要保鲜剂成分，研究其复配组合和壳聚糖涂膜处理对常温贮藏条件下临泽小枣果实采后品质的影响，以期筛选出安全、无毒、低成本、保鲜效果好的小枣保鲜剂或小枣保鲜剂组合，为临泽小枣的贮藏、运输和销售提供技术保障。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试鲜枣品种为临泽小枣，于9月下旬采自甘肃省临泽县平川镇。果实大小一致、无损伤，表面着色部分90%以上。供试保鲜剂为氯化钙、植酸、柠檬酸、壳聚糖，均为市售。一次性的泡沫包装盒，PE保鲜膜，厚0.11 mm。

1.2 试验方法

1.2.1 复配保鲜剂组合筛选试验 选用氯化钙，植酸，柠檬酸3种药剂作保鲜剂配方的基础组分，每种药剂选用3种，共9个处理，各处理配方见表1、表2。

表1 因素水平表

水平	因素		
	A 氯化钙 1%	B 植酸 1%	C 柠檬酸 1%
1	1	0.1	1
2	2	0.2	2
3	3	0.3	3

表2 复配保鲜剂组合配方筛选试验设计^①

处理	A 氯化钙	B 植酸	C 柠檬酸
	1%	1%	1%
1	1	0.1	1
2	1	0.2	2
3	1	0.3	3
4	2	0.1	2
5	2	0.2	3
6	2	0.3	1
7	3	0.1	3
8	3	0.2	1
9	3	0.3	2

每个组合处理取新鲜健康小枣180个。用以上各复配药剂浸泡2 min，捞出沥水晾干后，取90个，在每个包装盒里放入30个，用于测定枣的硬度及品质；另外90个，同样在每个包装盒里放入30个，用于统计烂果率。所有处理均不覆保鲜膜放置常温环境下阴凉处贮藏，间隔4 d观察测定相关指标。选择最佳复配组合。

1.2.2 最佳复配保鲜剂组合与1.0%壳聚糖成膜保鲜效果比较试验 试验设3个处理。处理①用1.0%壳聚糖溶液(将一定量的壳聚糖溶于1.0%乙酸，配成1.0%壳聚糖溶液，用1.0 mol/L NaOH溶液调节pH为5.5)浸泡小枣2 min。处理②用1.2.1筛选出的最佳复配保鲜剂浸泡小枣2 min。处理③清水浸泡2 min(CK)。

试验与观测统计方法同1.2.1。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 硬度 在果实的阴阳两面分别用GY-B型果实硬度计进行硬度测定，取平均值。

1.3.2 可溶性固形物(TSS) 削取小枣不同部位的果肉，用PAL-1数显糖度计测定。

1.3.3 有机酸 采用氢氧化钠滴定法^[7]。

1.3.4 Vc 采用2,6-二氯酚靛酚法^[7]。

烂果率 = 腐烂的小枣个数 / 供试的小枣个数 × 100%。

1.4 数据分析

采用SPSS 19对试验数据进行显著性分析，利用Excel 2007进行数据记录和作图。

2 结果与分析

2.1 不同复配保鲜剂组合对枣果的保鲜效果比较

2.1.1 不同复配组合对烂果率的影响 在常温下，随着贮藏时间的延长，临泽小枣的烂果率呈上升趋势(图1)。贮藏4 d后比贮藏4 d前烂果率上升幅度更大。贮藏4~12 d时，处理3较其他处理上

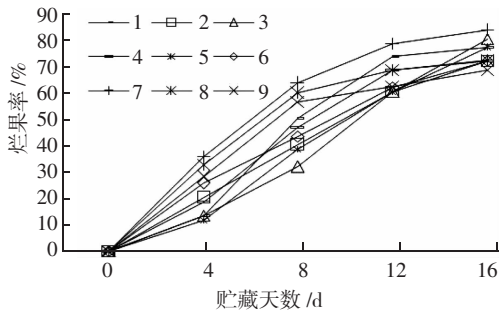


图 1 不同复配组合的烂果率

升幅度小。贮藏 12 d 时, 处理 7 烂果率达到 75.8%, 处理 1 为 73.5%, 可见处理 1 和处理 7 在抑制小枣腐烂方面效果较差。处理 1 与处理 7 的烂果率显著高于处理 2、3、4、5、6、9 ($P < 0.05$)。贮藏 12 d 后, 各处理烂果率均高于 50%。

2.1.2 不同复配组合对果实硬度的影响 随着常温贮藏时间的延长, 各处理的果实硬度均呈下降趋势(图 2)。处理 7 下降幅度最明显, 处理 3 下降相对于其他处理较缓慢。贮藏前 12 d, 各处理的下降幅度较缓。贮藏 12 d 后, 下降幅度有所提高。贮藏 12 d 时, 处理 3、8、9 之间不存在显著性差异, 但显著高于处理 2、6、7 ($P < 0.05$)。说明处理 3、8、9 能很好地保持小枣的果实硬度, 进而更好地保持小枣的外观品质。

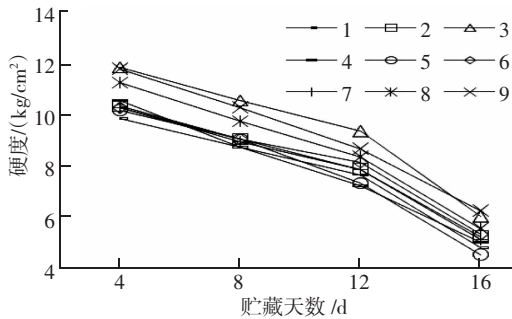


图 2 不同复配组合的果实硬度

2.1.3 不同复配组合对果实可溶性固形物含量(TSS)的影响 随着常温贮藏时间的延长, 枣果实的 TSS 先升再降, 贮藏 8 d 时达到最大; 贮藏 8 d 后, 随着储藏时间的延长可溶性固形物含量开始下降(图 3)。贮藏 12 d 时, 处理 3 较其他处理存在显著性差异; 处理 9 虽然低于处理 3, 但与其他处理均达到差异显著水平 ($P < 0.05$)。TSS 上升的原因是果实后熟度不足, 随着果实的成熟, TSS 会趋于升高。

2.1.4 不同复配组合对果实有机酸含量的影响 随着常温贮藏时间的延长, 枣果有机酸含量在贮藏

前 8 d 各处理均有不同程度的上升, 贮藏 8 d 后开始不同程度的下降(图 4)。贮藏 12 d 时, 仅有处理 3 的有机酸含量为 4.0 g/kg, 其他处理均低于 4.0 g/kg。处理 3、4、6、9 差异不显著, 与其他处理差异显著 ($P < 0.05$)。

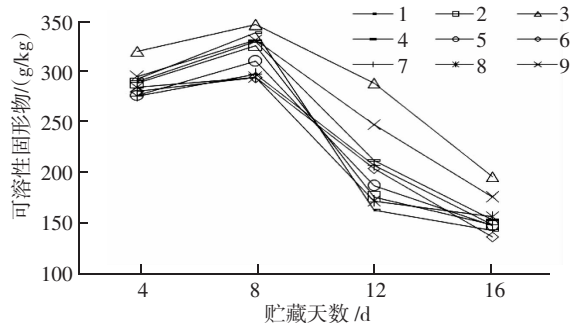


图 3 不同复配组合的果实可溶性固形物含量

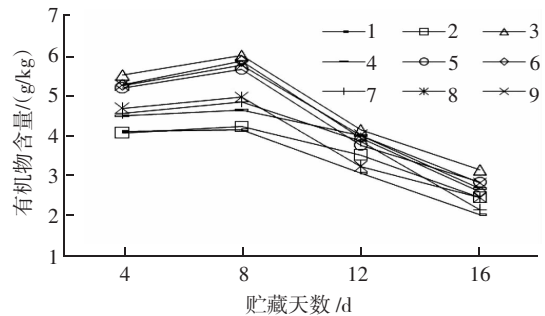


图 4 不同复配组合的果实有机酸含量

2.1.5 不同复配组合对果实 Vc 含量的影响 随着常温贮藏时间的延长, 各处理的果实 Vc 含量均呈下降的趋势(图 5)。处理 3 下降幅度较其他处理缓和, 贮藏 8 d 时, Vc 含量为 4 430 mg; 贮藏 12 d 时, Vc 含量为 3 360 mg。其他处理贮藏 12 d 后下降幅度有所缓和。对贮藏 12 d 的果实 Vc 含量进行方差分析可知, 处理 3 与其他处理差异均达到显著水平 ($P < 0.05$), 能有效减缓 Vc 含量下降。处理 2、6、7、9 效果不如处理 3, 但与其他处理差异显著。综合分析表明, 用复配保鲜剂组合 1% CaCl_2 + 0.3% 植酸 + 3% 柠檬酸处理能有效减少临泽小枣烂果率

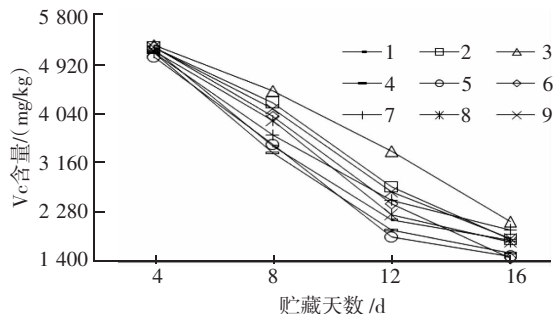


图 5 不同复配组合的果实 Vc 含量

并延缓有机酸含量、TSS 含量以及 Vc 含量下降，为最佳复配保鲜剂组合。

2.2 最佳复配组合和 1%壳聚糖涂膜对枣果保鲜效果的影响

2.2.1 对烂果率的影响 随着常温贮藏时间的延长，烂果率呈不断升高的趋势(图6)。CK 和其他处理间差异显著($P < 0.05$)。处理②和 CK 贮藏前 4 d 烂果率上升较缓，贮藏 4 d 后烂果率上升幅度增大。处理①贮藏前 8 d 烂果率上升较缓，贮藏 8 d 后上升幅度增大。在整个贮藏期，处理①的烂果率上升趋势较处理②和 CK 均缓慢。贮藏 12 d 时，CK 的烂果率高达 63.89%，而处理①为 20.22%。处理①对抑制临泽小枣腐烂有显著效果。

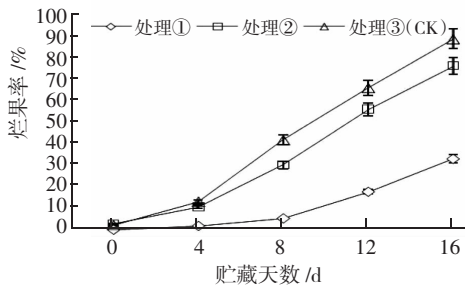


图 6 复配保鲜剂最佳组合和 1%壳聚糖涂膜处理的烂果率

2.2.2 对果实硬度的影响 随着常温贮藏时间延长，果实硬度呈下降的趋势(图7)。CK 减小的幅度最大，处理①和处理②的果实硬度虽然在贮藏早期有所下降，但在一定程度上延缓了硬度的降低，均显著高于CK($P < 0.05$)。以处理①的硬度最高，效果最好。

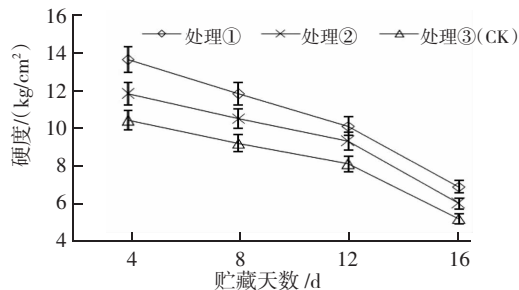


图 7 复配保鲜剂最佳组合和 1%壳聚糖涂膜处理的果实硬度

2.2.3 对果实可溶性固形物含量的影响 从图 8 可以看出，随着常温贮藏时间的延长，可溶性固形物含量先升后降。贮藏前 8 d 各处理含糖量均有不同程度的上升，贮藏 8 d 后含糖量下降幅度均很大，处理①下降幅度较处理②和 CK 缓和，贮藏 12 d 后处理①与 CK 下降幅度均有所缓和。贮藏 8

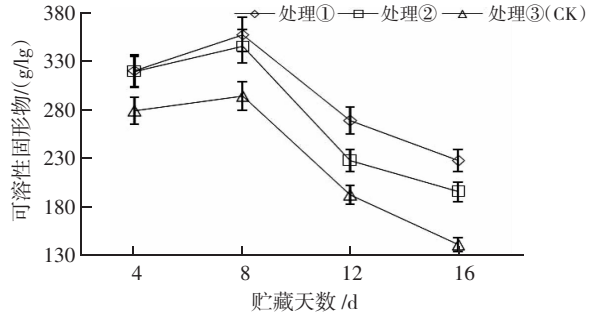


图 8 复配保鲜剂最佳组合和 1%壳聚糖涂膜处理的果实可溶性固形物含量

d 时 CK 已经降低到 243 g/kg，而处理①仅降低到 294 g/kg。贮藏 12 d 时，各处理间均存在显著性差异($P < 0.05$)。贮藏 12 d 时各处理延缓枣果实可溶性固形物含量下降的效果为处理①>处理②>CK。

2.2.4 对果实有机酸含量的影响 随着常温贮藏时间的延长，不同处理下果实有机酸含量的变化不一致(图9)。处理②贮藏前 8 d 呈上升趋势，贮藏 8 d 后开始下降。而处理①和 CK 随着贮藏时间的延长，有机酸含量一直下降，CK 下降幅度更大。贮藏 12 d 时，各处理间均存在显著性差异($P < 0.05$)。贮藏 12 d 时延缓小枣果实有机酸含量为处理②>处理①>CK。

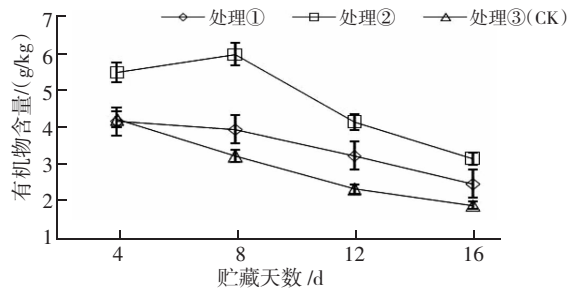


图 9 复配保鲜剂最佳组合和 1%壳聚糖涂膜处理的果实有机酸含量

2.2.5 对果实 Vc 含量的影响 随着常温贮藏时间的延长，各处理果实 Vc 含量均减少，CK 下降最快(图10)。贮藏 12 d 时 CK 的 Vc 含量为 2 514.6

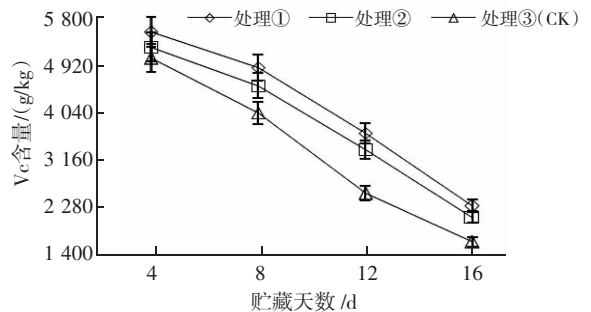


图 10 复配保鲜剂最佳组合和 1%壳聚糖涂膜及处理的果实Vc含量

mg/kg, 处理①为 3 622.1mg/kg, 各处理间差异显著 ($P<0.05$)。贮藏 12 d 时各处理延缓小枣果实 Vc 含量下降的效果为处理①>处理②>CK。

3 讨论与结论

常用的鲜枣保鲜剂氯化钙具有维持植物组织细胞壁与细胞膜的结构及功能、调节控制离子环境与酶活性等生理功能^[8], 可以很好地保持果实硬度。植酸可以抑制采后果蔬的气体交换, 降低呼吸强度, 减少水分的蒸发, 防止微生物的大量生长繁殖, 因植酸是从谷物种子加工副产品中提纯和纯化而得, 完全无毒性^[9]。柠檬酸为食用酸类, 可以促进人的新陈代谢并且可以促进食欲, 适当剂量对人体无毒, 主要参与植物呼吸代谢活动, 目前外源柠檬酸用于水果保鲜已有报道^[10]。壳聚糖作为一种天然无毒的保鲜剂倍受重视, 在果蔬保鲜上得到广泛的研究和应用, 近年来被称为人类第六大营养素。涂膜保鲜通过控制涂膜的结构和组成来调节气体的透过率和透湿性, 使果蔬呼吸强度降低, 失水减少, 有些膜还可作为乙烯吸收剂的载体, 降低乙烯的浓度^[11-12]。保鲜剂涂膜已商业化应用于柑橘、苹果和梨等的保鲜处理, 对茄子、洋葱、猕猴桃、荔枝和龙眼等涂膜保鲜也有良好的效果。涂膜处理可以有效控制果蔬内部气体交换, 改变果蔬的表面特性, 减少水分蒸发和营养物质损失, 相对比较而言成本低、工艺流程少, 保鲜效果显著^[13]。鲜枣在贮藏期间受多种因素的影响烂果率会逐渐上升, 而硬度、TSS、有机酸含量及 Vc 含量下降, 导致品质降低^[5]。本试验 TSS 贮藏前 8 d TSS 有所上升的原因是由于试验选用鲜枣为八成熟, 贮藏前 8 d 处于继续成熟过程, 故 TSS 上升; 贮藏 8 d 后由于消耗而又下降, 与吴彩娥等^[14]的研究结果一致。有机酸含量出现贮藏前期不同程度的上升的现象, 这可能是由于受到植酸和柠檬酸的影响。

研究表明, 在常温(20~25℃)下用复配保鲜剂组合 1%CaCl₂+0.3%植酸+3%柠檬酸处理临泽小枣后, 烂果率有明显的下降, 同时在延缓果实有机酸、TSS 以及 Vc 含量下降方面均比其他复配保鲜剂组合效果显著, 为最佳复配保鲜剂组合。将最佳复配保鲜剂组合与 1%壳聚糖涂膜进行比较表明, 用 1%壳聚糖处理可在降低烂果率、延缓小

枣 TSS 和 Vc 含量下降方面有很好的效果, 较最佳复配保鲜剂组合和对照清水浸泡 2 min 处理在降低小枣烂果率、保持果实硬度、延缓 TSS 和 Vc 含量下降方面效果显著。建议在生产上多用 1%壳聚糖涂膜处理。如利用最佳复配组合再结合 1%壳聚糖涂膜处理, 保鲜效果更好, 有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 李军元, 孟好军, 雷 军, 等. 施肥方式对临泽小枣树生长的影响研究[J]. 甘肃科技, 2020, 36(16): 170-172.
- [2] 李君兰, 刘志芳, 南 勇. 热水处理对近冰温贮藏鲜枣品质提高与膜脂代谢的相关性分析[J]. 食品工业科技, 2022, 43(1): 335-343.
- [3] 王大鹏, 蒲有能, 秦 文, 等. 不同保鲜剂对米枣采后贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(10): 301-305.
- [4] 赵 健, 苏月玲, 沈效东, 等. 不同保鲜剂处理对灵武长枣贮藏品质的研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(7): 86-88.
- [5] 唐 艳. 采后处理对枣贮藏品质的影响研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2019.
- [6] 李典典, 刘 然, 牛欣璐, 等. 壳聚糖及其复合保鲜技术在水产品抗菌保鲜中的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(22): 208-214.
- [7] 张宪政. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1989.
- [8] 阙 斐, 叶素丹, 黄涵年. 氯化钙复合保鲜垫纸对蓝莓采后贮藏品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2022, 22(5): 17-21.
- [9] 张 悦, 李 安, 潘立刚, 等. 1-MCP 结合植酸处理对菠菜保鲜效果的影响[J/OL]. 食品科学: 1-12[2023-04-19]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.ts.20220613.0931.016.html>.
- [10] 张四普, 邓楠茜, 胡青霞, 等. 柠檬酸和植酸结合 1-MCP 复合保鲜处理对芥蓝常温贮藏品质的影响[J]. 中国瓜菜, 2021, 34(5): 57-63.
- [11] 张晓冉, 许 凯. 可食性涂膜保鲜技术在易腐食品中的研究进展[J]. 食品工业, 2022, 43(9): 244-248.
- [12] 田晓萍, 占玉芳, 郭自钰, 等. 基于主成分分析法的红枣 1 年生枝条抗寒性研究[J]. 甘肃农业科技, 2022, 53(1): 89-94.
- [13] 丁 捷, 刘春燕, 黄 彭, 等. 果蔬可食性保鲜涂膜技术应用及机理最新研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(4): 318-327.
- [14] 吴彩娥, 王义生, 寇晓虹, 等. 氯化钙和 6-BA 溶液处理对枣果软化褐变及粕酶活性的影响[J]. 农业工程学报, 2001(9): 127-130.