

水杨酸处理对仔姜保鲜效果的影响

Effect of salicylic acid treatment on fresh-keeping of baby gingers

付云云 蒋 成 闫小倩 袁 博

FU Yun-yun JIANG Cheng YAN Xiao-qian YUAN Bo

刘孝平 刘 路 李 洁 陈安均

LIU Xiao-ping LIU Lu LI Jie CHEN An-jun

(四川农业大学, 四川 雅安 625000)

(Sichuan Agriculture University, Ya'an, Sichuan 625000, China)

摘要:以仔姜为试材,采用不同浓度的水杨酸(10, 15, 20 mmol/L)对仔姜进行处理,并于低温(11 ± 1) °C 贮藏。结果表明,水杨酸处理可以延缓仔姜贮藏期间失重率、色差值、硬度及脆度的降低。同时水杨酸处理可以延缓总酚、总黄酮及姜辣素含量的降低。其中,15 mmol/L 浓度的水杨酸处理对仔姜的保鲜效果较好。

关键词:仔姜;水杨酸;贮藏保鲜;品质变化

Abstract: In order to study the effect of salicylic acid on preservation of postharvest baby gingers, different concentrations of salicylic acid (10, 15, 20 mmol/L), stored at (11 ± 1) °C, was used to investigated the effect on the quality of baby gingers. The results showed that the treatment of salicylic acid could delay the weight loss rate, color difference, hardness and brittleness of the gingers during the storage. Moreover, salicylic acid could inhibit the reduction of total phenolics, and flavonoids. In general, treatment of with 15 mmol/L salicylic acid worked best.

Keywords: baby ginger; salicylic acid; storage and preservation; quality change

姜(*Zingiber Officinale Roscoe*)是世界范围内广泛种植的根茎类蔬菜及香辛调味料。根据采收成熟度的不同又可分为鲜食的仔姜,作为调味品的老姜及做种的种姜^{[1]-2}。仔姜由于外皮幼嫩,纤维素含量低、水分含量高导致其在贮藏过程中易发生失水、腐烂、遭受微生物感染等^{[2]-5}。

水杨酸(SA)是植物体内普遍存在的一种小分子酚类

物质,参与并影响植物多种代谢过程^[3]。研究^[4]表明外源 SA 具有提高机体对微生物的抵抗能力,抑制乙烯的产生,延缓果蔬的衰老,提高果实的品质等作用。因此,近年来 SA 作为保鲜剂被广泛应用在樱桃^[5]、桃^[6]和辣椒^[7]等果蔬上,都取得较好的效果,但将其应用在仔姜贮藏方面的研究还未见相关报道。本试验拟以低温沙土贮藏结合保鲜剂处理来贮藏仔姜,研究不同浓度 SA 对仔姜感官品质及活性成分的影响,以期为仔姜的贮藏、保鲜、加工及应用等方面提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

仔姜:白口姜,采收自四川省乐山市五通桥区;

福林酚、碳酸钠、氢氧化钠、硝酸钠、氯化铝、甲醇、水杨酸:分析纯,雅安万科器材经营部;

没食子酸、芦丁标准品、香草醛标准品、乙腈、甲酸:色谱纯,成都科隆化工试剂厂;

6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚标准品:色谱纯,中国 Solarbio 公司。

1.1.2 仪器与设备

高效液相色谱仪(HPLC):DEBAC05697 型,美国 Agilent 科技有限公司;

分析天平:京制 00000249 型,北京赛多利斯仪器系统有限公司;

臭氧发生器:FL-803A 型,深圳市飞立电器科技公司;

保鲜柜:SC-390/412 型,海尔股份有限公司;

分光光度计:UV-1800PC 型,上海美普达仪器有限公司;

恒温水浴锅:DKW-D-4 型,上海一恒科技有限责任公司;

基金项目:国家重点研发计划项目(编号:2017YFC0505106)

作者简介:付云云,女,四川农业大学在读硕士研究生。

通信作者:陈安均(1968—),男,四川农业大学副教授,博士。

E-mail: anjunc003@163.com

收稿日期:2018-10-25

公司;

色差仪:CS-100S 型,杭州彩普科技有限公司;

质构仪:TA.XTPlus 型,英国 Stable Micro System 公司。

1.2 方法

1.2.1 仔姜的处理与贮藏 挑选新鲜、无腐烂、大小成熟度基本一致的仔姜,采用浓度为 200 mg/m³ 臭氧杀菌处理 20 min 后,分别用浓度为 10,15,20 mmol/L 的 SA 处理 15 min,对照组用清水处理 15 min,处理后自然风干,放于盛有相对湿度为 85%~90% 沙土的塑料盒内,15 ℃ 预冷 12 h 后,在 (11±1) ℃ 下贮藏,每组处理均重复 3 次,7 d 取一次样。

1.2.2 失重率 采用重量法。

1.2.3 硬度和脆度 参考刘继^[1]的方法略有改动,使用物性测试仪,探头直径为 5 mm,刺入速率为 1.8 mm/s,刺入深度 0.4 mm。将仔姜切成厚度均匀的姜块(2 cm×1 cm×1 cm),用物性测试仪对仔姜的硬度与脆度进行测定,每次测定 3 次取其平均值作为测定结果。

1.2.4 色差值的测定 参考 Huang 等^[8]的方法使用色差仪测定,测定 L^* 、 a^* 、 b^* 值, L^* 值表示亮度, a^* 、 b^* 值分别表示赤色度和黄色度。贮藏后与贮藏前的颜色变化用 ΔE^* 表示,按式(1)计算:

$$\Delta E^* = [(L^* - L^0)^2 + (a^* - a^0)^2 + (b^* - b^0)^2]^{1/2}, \quad (1)$$

式中:

L^0 、 a^0 、 b^0 ——分别表示贮藏前果实的 L^* 、 a^* 、 b^* 值。

1.2.5 总酚的测定 按照 Amorim 等^[9]的方法。

1.2.6 总黄酮的测定 按照李会端等^[10]的方法。

1.2.7 姜辣素的测定 参考廖钦洪等^[11]的方法,略有改动。取仔姜 15 g 研磨后,加入 30 mL 72% 的乙醇浸提,55 ℃ 浸提 1 h,过滤后得样品供试液,精确吸取样品供试液 0.5 mL,72% 的乙醇定容至 10 mL,在 280 nm 处测定吸光度。以不同浓度的香草醛溶液绘制姜辣素测定的标准曲线。

1.2.8 6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚的测定 参考王丽^[12]和宁二娟等^[13]的方法,略有改动。色谱柱:ZORBAX Eclipse Plus C₁₈ (4.6×250 mm,5 μm)。流动相为 0.1% 甲酸水溶液(A)–乙腈(B),按表 1 进行梯度洗脱,流速 1.0 mL/min,检测波长 280 nm,柱温 30 ℃,进样量 10 μL。

仔姜中 6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚含量的测定,参考 Yang 等^[14]的方法,略有修改,称取经冷冻干燥至恒重的仔姜片,粉碎后,过 150 目筛,称取 1.5 g 仔姜粉,加入 50 mL 甲醇超声提取 1 h 后,6 000 r/min 离心 15 min,收集上清液,将残渣再超声提取 1 次,离心合并 2 次上清

表 1 流动相梯度洗脱程序

Table 1 Gradient elution program

时间/min	流动相 A/%	流动相 B/%	流量/(mL·min ⁻¹)
0.0	86	14	1.0
3.8	86	14	1.0
4.8	92	8	0.8
16.0	90	10	0.8
36.0	78	22	1.0
43.0	78	22	1.0
45.0	86	14	1.0

液,蒸发至干,加入 10 mL 甲醇复溶,过 0.22 μm 滤膜,滤液用于测定仔姜中 6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚的含量。

1.3 数据处理

采用 SPSS 软件分析, $P \leq 0.05$ 为差异显著。采用 OriginLab OriginPro 8.5 软件作图。

2 结果与分析

2.1 水杨酸处理对仔姜失重率、腐烂率的影响

果蔬贮藏过程中失重的主要原因是呼吸作用和蒸腾作用^[15]。由图 1 可知,随着仔姜贮藏时间的延长,失重率呈增加趋势。在贮藏 14 d 后,对照组与处理组相比失重较为明显。在第 35 天时对照组失重率达 10.23%,而处理组失重率最高为 7.73%,SA 处理各组仔姜的失重率在 35 d 并无显著性差异,但处理组与对照组差异显著($P \leq 0.05$)。其中 SA 浓度为 15 mmol/L 时,仔姜失重率减少效果较好。

如图 2 所示,随着贮藏时间的延长,仔姜腐烂加快。对照组仔姜在 7 d 后开始长霉;而处理组仔姜在 14 d 内都保持完好,在第 35 天时 10,15,20 mmol/L 的 SA 处理的仔姜腐烂率分别为 23.80%,28.57%,38.09%,而对照组的腐烂率为 42.86%,除 10,15 mol/L SA 处理的仔姜

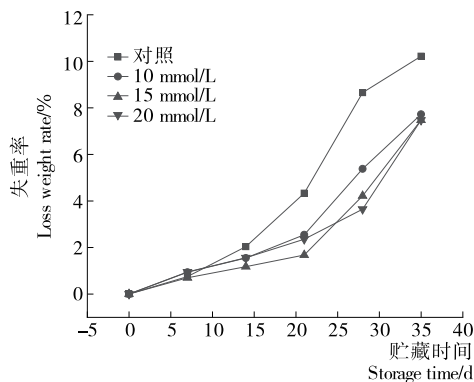


图 1 不同浓度的水杨酸处理对仔姜失重率的影响
Figure 1 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on weight loss rate of baby ginger

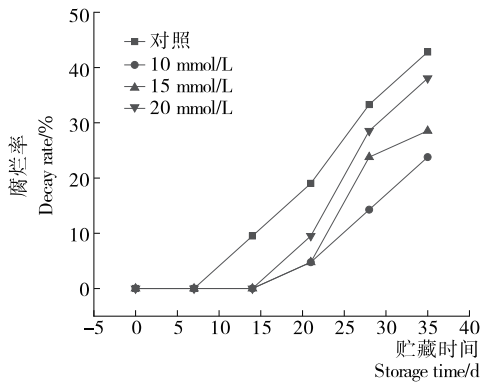


图2 不同浓度的水杨酸处理对仔姜腐烂率的影响

Figure 2 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on decay rate of baby ginger

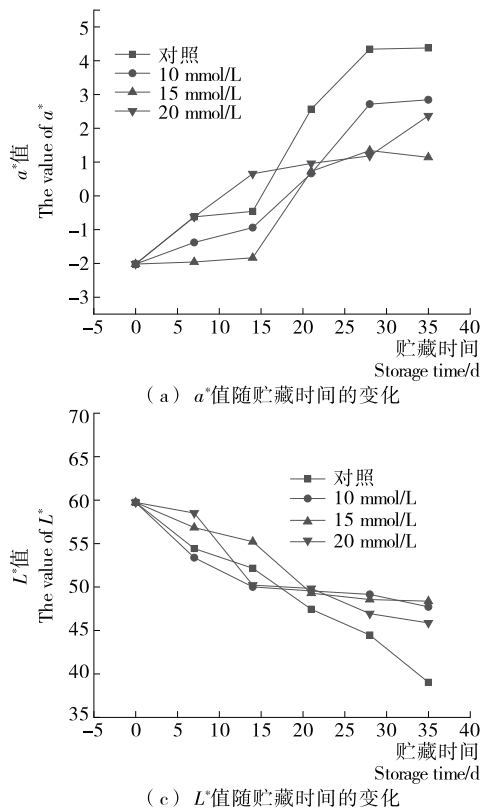


图3 不同浓度的水杨酸处理对仔姜颜色值的影响

Figure 3 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on color change of baby ginger

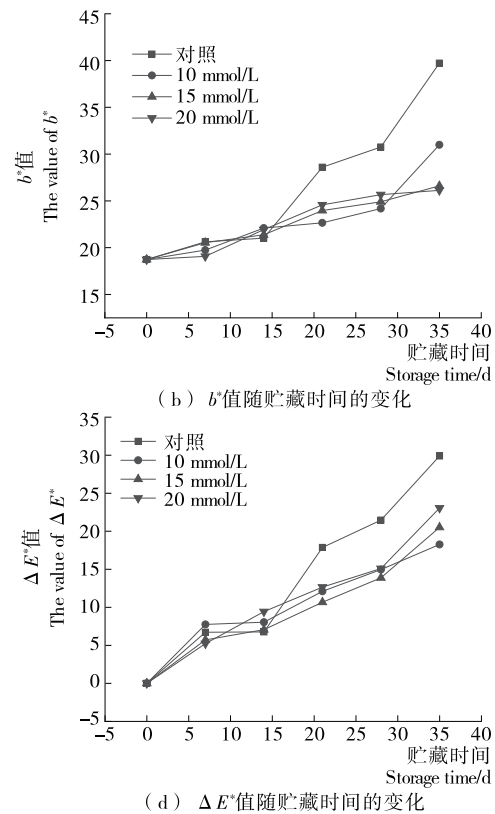
2.3 水杨酸处理对仔姜硬度和脆度的影响

在大多数果蔬贮藏期间,果蔬中纤维素含量降低,而引起组织结构软化,硬度脆度降低^[17]。然而,仔姜作为根茎类蔬菜的一种,不同于其他水果或绿叶蔬菜。仔姜采收于生姜的幼嫩阶段,在贮藏过程中很容易发生纤维化、木质化,导致组织结构变硬。由图4、5可以看出,随着仔姜贮藏时间的延长,仔姜的硬度与脆度均出现先升高后降低的现象。在14 d后处理组仔姜的硬度脆度均大于对照组,在贮藏结束时,对照组仔姜硬度、脆度分别下

腐烂率无显著性差异外,其他组均具有显著性差异($P \leq 0.05$)。该结果与SA处理能提高植物抗病性,抑制微生物的生长相一致^[16]。

2.2 水杨酸处理对仔姜颜色的影响

仔姜贮藏期间, ΔE^* 值、 a^* 值、 b^* 值呈上升趋势,色差 L^* 值呈下降趋势,见表3,说明随着贮藏时间的延长仔姜色泽变暗淡,亮度降低,红度,黄度增加。其中处理组的仔姜 L^* 值高于对照组,且到贮藏末期,15 mmol/L的SA处理的仔姜 L^* 值最高,但SA处理各组之间并无显著性差异($P \leq 0.05$)。 a^* 值的变化与 L^* 值和 b^* 值相比较不明显,各处理组中,15 mmol/L SA处理组的 L^* 值最高而 a^* 值最低。说明15 mmol/L SA处理仔姜的褐变程度最小。



降了47.49%,36.33%。15 mmol/L SA处理的仔姜在35 d时与新鲜仔姜相比,硬度、脆度分别下降了27.21%,21.82%,且与对照组具有显著性的差异($P \leq 0.05$)。

2.4 水杨酸处理对仔姜总酚和总黄酮含量的影响

酚类化合物是许多植物体本身所固有的成分,它关系着果蔬的色泽、品质和风味的形成,对果蔬的成熟衰老过程,组织褐变,抗逆性和抗病具有重要的作用^[18]。从图6可以看出,仔姜贮藏期间,总酚含量呈先升高后降低的变化趋势,在贮藏7 d时,总酚含量显著增加,除

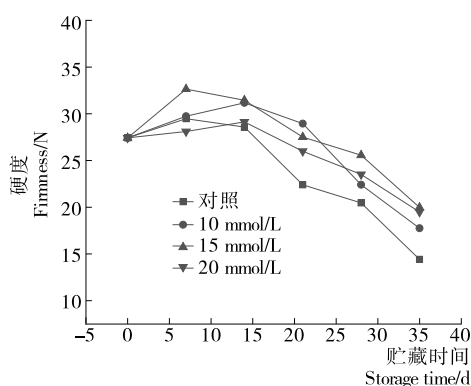


图 4 不同浓度的水杨酸处理对仔姜硬度的影响
Figure 4 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on firmness of baby ginger

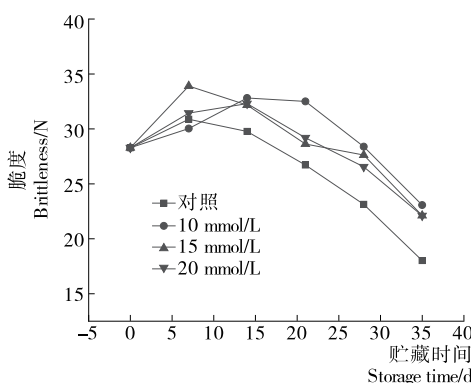


图 5 不同浓度的水杨酸处理对仔姜脆度的影响
Figure 5 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on brittleness of baby ginger

15 mmol/L 与 20 mmol/L 之间在 7 d 时不具有显著性差异,其他各组之间均具有显著性差异($P \leq 0.05$),随后总酚含量急剧下降。15 mmol/L 的 SA 处理的仔姜总酚含量在贮藏期间显著升高,且在处理末期均高于其他组,且与对照组具有显著性差异($P \leq 0.05$)。

总黄酮是果蔬的次生代谢产物,与果实的衰老,抗逆

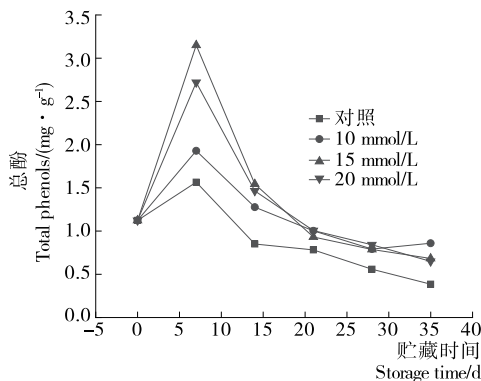


图 6 不同浓度的水杨酸处理对仔姜总酚的影响
Figure 6 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on total phenols of baby ginger

和抗病性关系密切,对果蔬的贮藏加工具有重要的影响。由图 7 可知,总黄酮含量均随着贮藏时间的延长而逐渐下降,贮藏 35 d,对照组、各处理组(10,15,20 mmol/L)的仔姜总黄酮含量分别降低 73.51%,66.81%,63.46%,65.79%,且 SA 处理后的仔姜总黄酮含量与对照组具有显著性差异($P \leq 0.05$)。

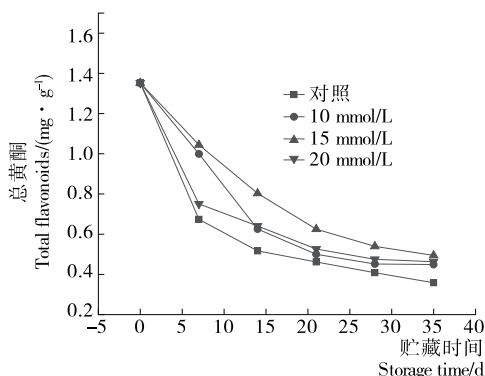


图 7 不同浓度的水杨酸处理对仔姜总黄酮含量的影响
Figure 7 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on total flavonoids of baby ginger

2.5 水杨酸处理对仔姜姜辣素含量的影响

姜辣素是仔姜中主要风味物质,具有挥发性。仔姜在贮藏期间风味逐渐减弱,这与姜辣素的分解挥发也具有密切的关系^{[2]35-36}。由图 8 可知,仔姜贮藏期间,姜辣素含量呈波动下降。其中,除 15 mmol/L 处理的仔姜姜辣素含量在 14 d 时达到最大值,其他组均在 7 d 时达到最大值。在 35 d 时,各组的姜辣素含量分别下降了 10.23%,32.71%,12.11%,14.85%。

2.6 水杨酸处理对仔姜中 6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚含量的影响

生姜中起主要生物活性作用的成分主要有姜辣素和挥发油 2 大类,姜辣素成分主要包括 6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚、姜烯酚及姜酮等酚类成分^[19]。有研究^[20-21]表明,

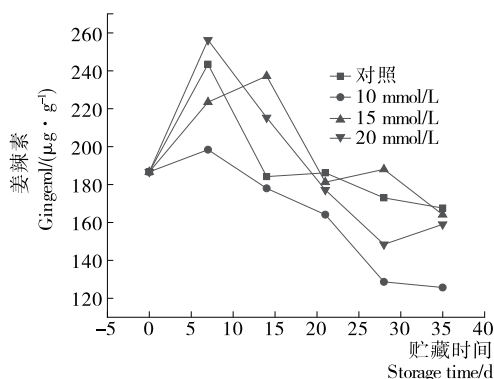


图 8 不同水杨酸浓度对姜辣素含量的影响
Figure 8 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on gingerol content of baby ginger

生姜在贮藏过程中,姜酚会脱水转化成一系列相应的姜脑同系物。在贮藏过程中 6-姜酚与 10-姜酚的含量均呈先升高后降低的变化趋势,8-姜酚在贮藏过程中随贮藏时间的延长而降低(图 9~11)。在贮藏到第 35 天时,对照组 6-姜酚的含量下降了 27.16%,10,15,20 mmol/L SA 处理的仔姜 6-姜酚含量分别下降了 5.84%,2.26%,15.38%,15 mmol/L SA 处理的仔姜 6-姜酚含量下降最低,且各处理组间均具有显著性差异($P \leq 0.05$)。8-姜酚含量在贮藏 35 d 时对照组与 10,15,20 mmol/L SA 处理组分别降低了 73.41%,64.10%,59.81%,57.76%,且 SA 处理组与对照组之间具有显著性差异,但 10 mmol/L 与 20 mmol/L SA 处理的仔姜 8-姜酚含量无显著性差异($P \leq 0.05$)。10-姜酚含量在贮藏前 14 d 均一直上升,然后开始下降,在 35 d 时对照组与 15 mmol/L SA 处理组 10-姜酚的含量分别下降了 9.46%,3.15%,10,20 mmol/L SA 处理的仔姜 10-姜酚含量分别增加了 6.08%,7.22%。

3 结论

采后仔姜随着贮藏时间的延长,果实逐渐失水,腐烂率升高、硬度、脆度降低、 ΔE^* 值逐渐上升。水杨酸处理

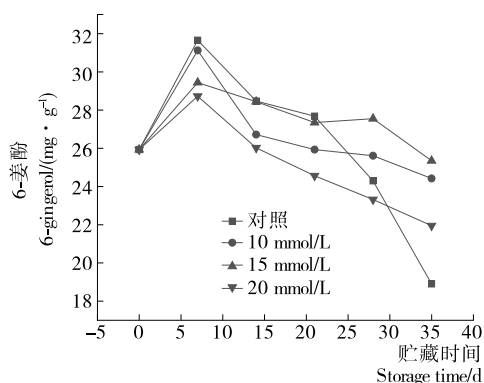


图 9 不同处理对仔姜 6-姜酚含量的影响

Figure 9 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on 6-gingerol of baby ginger

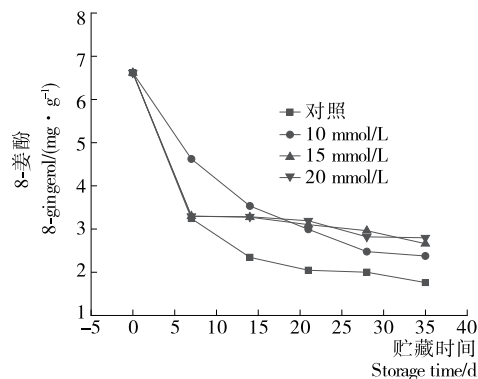


图 10 不同处理对仔姜 8-姜酚含量的影响

Figure 10 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on 8-gingerol of baby ginger

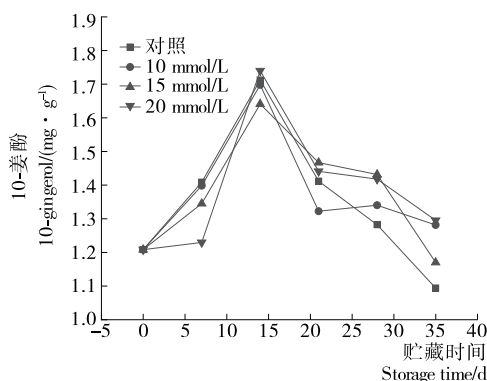


图 11 不同处理对仔姜 10-姜酚含量的影响

Figure 11 Effect of salicylic acid of different concentrations treatment on 10-gingerol of baby ginger

能显著抑制采后仔姜失重率、腐烂率的升高,硬度及脆度的降低。同时还对总酚、总黄酮、姜辣素等指标的下降具有明显的延缓作用,为水杨酸在仔姜保鲜中的应用提供了一定的理论依据。其中,15 mmol/L 的 SA 处理对仔姜的保鲜效果较好,可以有效地防止其腐烂,延长货架期。但对于仔姜贮藏过程中 6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚含量变化的具体原因还需进一步的研究。

参考文献

- [1] 刘继. 仔姜采后保鲜技术及病害防治措施研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2014.
- [2] 随国良. 子姜贮藏保鲜技术的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2013.
- [3] 张帆, 王友升, 刘晓艳, 等. 采前水杨酸处理对树莓果实贮藏效果及抗氧化能力的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(10): 308-312.
- [4] WANG Zhen, MA Lin, ZHANG Xiong-feng, et al. The effect of exogenous salicylic acid on antioxidant activity, bioactive compounds and antioxidant system in apricot fruit[J]. Scientia Horticulturae, 2015, 181: 113-120.
- [5] DOKHANIEH A Y, AGHDAM M S, FARD J R, et al. Postharvest salicylic acid treatment enhances antioxidant potential of cornelian cherry fruit[J]. Scientia Horticulturae, 2013, 154: 31-36.
- [6] TAREEN M J, ABBASI N A, HAFIZ I A. Postharvest application of salicylic acid enhanced antioxidant enzyme activity and maintained quality of peach cv. 'Flordaking' fruit during storage[J]. Scientia Horticulturae, 2012, 142: 221-228.
- [7] ELWAN M W M, ELHAMAHMY M A M. Improved productivity and quality associated with salicylic acid application in greenhouse pepper[J]. Scientia Horticulturae, 2009, 122 (4): 521-526.
- [8] HUANG Hua, ZHU Qin-qin, ZHANG Zheng-ke, et al. Effect of oxalic acid on antibrowning of banana (Musa spp.

- AAA group, cv. ‘Brazil’) fruit during storage[J]. *Scientia Horticulturae*, 2013, 160: 208-212.
- [9] AMORIM H V, DOUGALL D K, SHARP W R. The Effect of Carbohydrate and Nitrogen Concentration on Phenol Synthesis in Paul’s Scarlet Rose Cells Grown in Tissue Culture[J]. *Physiologia Plantarum*, 1977, 39(1): 91-95.
- [10] 李会端, 江岸, 余建中. 生姜总黄酮甲醇浸提工艺的响应面优化及提取液对羧自由基清除活性[J]. *北方园艺*, 2017(23): 155-164.
- [11] 廖钦洪, 姜玉松, 李会合, 等. 乙醇提取生姜姜辣素的工艺优化[J]. *食品工业科技*, 2017(21): 162-166.
- [12] 王丽, 徐美霞, 王梅, 等. HPLC 法测定母姜与子姜中的 6-姜酚, 8-姜酚和 10-姜酚[J]. *山东科学*, 2013, 26(1): 12-15.
- [13] 宁二娟, 李建, 王韬, 等. HPLC 法测定不同产地生姜中姜酚类成分的含量[J]. *河南科学*, 2018, 233(4): 57-61.
- [14] YANG Yan-fang, ZHANG Gui-jun, SUN Qi-yu, et al. Simultaneous Determination of 8 Compounds in Gancao-Ganjiang-Tang by HPLC-DAD and Analysis of the Relations between Compatibility, Dosage, and Contents of Medicines[J]. *Evidence-Based Complementray and Altern-*

- tive Medicine*, 2017, DOI: 10.1155/2017/4703632.
- [15] 王丽琼. 果蔬贮藏与加工[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009: 21-24.
- [16] 任邦来, 林丽丽. 不同浓度水杨酸处理对辣椒保鲜效果的影响[J]. *中国食物与营养*, 2014, 20(6): 54-56.
- [17] MIAO Ming, WANG Qin-qin, ZHANG Tao, et al. Effect of high hydrostatic pressure (HHP) treatment on texture changes of water bamboo shoots cultivated in China[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2011, 59(3): 327-329.
- [18] 李艳杰, 郭玉曦, 丁树东, 等. 1-MCP 和壳聚糖处理对香菇采后抗氧化能力的影响[J]. *食品科技*, 2018, 48(11): 38-44.
- [19] 项佳媚, 许利嘉, 肖伟, 等. 姜的研究进展[J]. *中国药杂志*, 2017, 52(5): 353-357.
- [20] 吴永娟, 黄琼珍, 王中凤, 等. 嫩姜贮藏品质的变化[J]. *西南大学学报: 自然科学版*, 1999(6): 532-536.
- [21] SUEKAWA M, ISHIGE A, YUASA K, et al. Pharmacological Studies on Ginger I: Pharmacological Actions of Pungent Constituents, (6)-gingerol and (6)-shogaol[J]. *Journal of Pharmacobio-Dynamics*, 1984, 7(11): 836-848.

(上接第 63 页)

参考文献

- [1] HENNINGFIELD J, FANT R, RADZIUS A, et al. Nicotine concentration, smoke pH and whole tobacco aqueous pH of some cigar brands and types popular in the United States[J]. *Nicotine & Tobacco Research*, 1999, 1(2): 163-168.
- [2] WILLIARD C S, MC Daniel E B, STRIEGEL R M, et al. A comparison of two methods for determining the pH of mainstream cigarette smoke[J]. *Tob Sci*, 2003, 46: 5-7.
- [3] 唐丽云, 练文柳, 郭紫明, 等. 卷烟烟气颗粒物萃取液缓冲当量及酸碱性的检测[J]. *湖南师范大学自然科学学报*, 2016, 39(2): 48-52.
- [4] 李国政, 邱建华, 周浩, 等. 卷烟烟气 pH 值研究进展[J]. *食品与机械*, 2017, 33(5): 216-219.
- [5] 牟定荣, 林文强, 程传玲, 等. 卷烟主流烟气颗粒物和气相

- 物 pH 值的测定[J]. *烟草科技*, 2009, 42(11): 40-43.
- [6] 徐玉琼, 李孟华, 张胜华, 等. 抽吸条件对卷烟主流烟气 pH 和化学成分的影响研究[J]. *中国农学通报*, 2012, 28(3): 277-281.
- [7] 刘百战, 舒俊生, 王素芳. 烟叶类型和外加成分对卷烟烟气颗粒物 pH 值的影响[J]. *烟草科技*, 2003(3): 24-27.
- [8] 陈建潭, 李世杰, 王明峰, 等. 卷烟烟气颗粒物 pH 值、游离烟碱含量与卷烟劲头的关系[J]. *烟草科技*, 2000, 33(6): 20-21.
- [9] 顾永波, 肖作兵, 刘强, 等. 卷烟主流烟气 pH 值的测定及其感官评析的相关性研究[J]. *食品工业*, 2011(2): 97-99.
- [10] 卢斌斌, 谢剑平, 刘惠民. 卷烟烟气 pH 与烟气总颗粒物中游离烟碱的关系[J]. *中国烟草学报*, 2005, 11(6): 7-15.
- [11] 卢斌斌, 刘惠民, 谢剑平. 卷烟烟气 pH 的测定及其与烟碱存在状态的关系综述[J]. *烟草科技*, 2002, 35(5): 19-22.

(上接第 71 页)

参考文献

- [1] 任端平, 郗文静, 任波. 新食品安全法的十大亮点(二)[J]. *食品与发酵工业*, 2015, 41(8): 1-6.
- [2] 孙春伟. 新食品安全法关于监管部门的责任制度评析[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(3): 28-30.
- [3] 霍敬裕, 鲁霖. 食品安全授权立法研究[J]. *食品科学*, 2016, 37(13): 271-276.
- [4] 赵鹏. 超越平台责任: 网络食品交易规制模式之反思[J]. *华东政法大学学报*, 2017, 36(1): 60-71.
- [5] 张志业, 聂艳萍, 刘权乐, 等. 全方位食品安全诚信体系构建研究: 以《食品安全法》的修订为视角[J]. *广西社会科学*,

- 2016, 24(12): 120-123.
- [6] 杨明. 我国互联网食品安全监管的现状、困境与优化对策[J]. *中国食品学报*, 2017, 17(11): 187-197.
- [7] 李长健, 鲁爱蓉. 食品安全法中惩罚性赔偿制度的适用与完善[J]. *食品与机械*, 2018, 34(10): 66-68, 207.
- [8] 李容琴. 新《食品安全法》下保健食品监管难题及其应对措施[J]. *食品与机械*, 2016, 32(11): 229-231.
- [9] 许新. 我国食品安全行政处罚听证制度研究[D]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2016: 8-9.
- [10] 欧阳志刚. 论行政执法自由裁量权的正当性[J]. *求索*, 2012, 42(3): 119-121.
- [11] 毕玉谦. 论庭审过程中法官的心证公开[J]. *法律适用*, 2017, 33(7): 46-53.