

不同浓度的没食子酸丙酯对鲜切生姜保鲜特性的影响

丁君, 杨绍兰, 吴昊, 王成荣

(青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东青岛 266109)

摘要: 本文研究了没食子酸丙酯 (PG) 对鲜切生姜保鲜效果的影响。挑选新鲜, 无病斑, 无机机械损伤, 大小一致的生姜, 清洗去皮, 用不锈钢刀切分成 5 mm 厚薄片, 分别采用 0.10%、0.20%、0.30% 没食子酸丙酯溶液浸泡处理, 在 14 °C (± 1.0 °C) 条件下贮藏。通过测定鲜切生姜的失重率、褐变度、可溶性固形物含量、Vc 含量、丙二醛 (MDA) 含量、多酚氧化酶 (PPO) 活性、过氧化物酶 (POD) 活性、硬度、弹性以及咀嚼性的变化来研究 PG 对鲜切生姜保鲜效果的影响。结果表明: 没食子酸丙酯溶液浸泡处理能够在不同程度上保持鲜切生姜的质地, 降低鲜切生姜的失重率和 MDA 含量, 延缓鲜切生姜的褐变, 抑制 PPO 和 POD 的活性, 同时使 Vc、可溶性固形物含量和硬度维持在较高水平, 而咀嚼性、弹性保持在较低的水平。其中, 0.20% PG 处理对鲜切生姜的保鲜效果最好。

关键词: 没食子酸丙酯; 鲜切生姜; 保鲜

文章编号: 1673-9078(2014)9-236-240

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.09.039

Effect of Propyl Gallate Different Concentrations on Preservation of Fresh-cut Ginger Root

DING Jun, YANG Shao-lan, WU Hao, WANG Cheng-rong

(College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: In this study, the effect of propyl gallate (PG) on the preservation of fresh-cut ginger roots was investigated. Fresh ginger roots of similar size without scabs or mechanical wounding were selected for the study. The ginger roots were cut into 5-mm-thick section after cleaning and peeling, then soaked in 0.10%, 0.20%, and 0.30% PG and stored at 14 °C (± 1.0 °C). The preservative effect of PG was evaluated by measuring weight-loss, degree of browning, soluble solid content, Vc content, malondialdehyde (MDA) content, polyphenol oxidase (PPO) activity, peroxidase (POD) activity, hardness, elasticity, and changes in degree of chewiness. The results showed that soaking in PG solution helped maintain the texture of fresh-cut ginger roots to a varying degree, reduced weight loss and MDA content, delayed the development of browning, and inhibited PPO and POD activities. Additionally, Vc content, soluble solid content, and hardness were maintained at a relatively high level, while chewiness and elasticity were maintained at a relatively low level. Among all the concentrations of PG tested, treatment with 0.20% PG provided best preservation result for fresh-cut ginger roots.

Key words: propyl gallate; fresh-cut ginger; preservation.

生姜是姜科姜属植物 (*Zingiber officinale* Rosc.) 的根茎, 其味辛性微温^[1]。生姜中含有蛋白质、多种维生素、胡萝卜素、钙、铁、磷等营养成分^[2]。具有提高消化酶活性、抑制血小板凝聚、降血脂、抗氧化、防腐抑菌等多方面生物活性^[3]。最新研究揭示, 生姜可抗衰老, 同时对癌细胞也有一定的抑制作用, 可起到防癌的功效^[4]。现代社会要求更加方便、快捷的消

收稿日期: 2014-03-23

基金项目: 山东省现代蔬菜产业技术体系(SDSXDCCYJSTX)

作者简介: 丁君(1988-), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品科学

通讯作者: 王成荣(1958-), 男, 教授, 研究方向为农产品加工与贮藏工程

费模式, 要求食品保持天然营养、具保健、食用方便、卫生健康。因此, 产生发展了鲜切果菜。鲜切生姜加工工艺简单, 成本低, 具有广阔的工业化生产的市场前景。但是, 在加工过程中会出现褐变、微生物生长、食用品质下降等问题。选择一种安全、保鲜效果明显的护色剂成为目前的研究重点。

没食子酸丙酯 (PG) 为白色至浅褐色结晶粉末或乳白色针状结晶, 广泛应用于食品工业、化妆品生产和对紫外线照射的抑制, 在医药制剂中可作为油脂抗氧化剂^[6]。PG 具有较高的抗氧化活性, 已作为安全的食品添加剂在食品中使用, 是联合国粮农组织 (FAO)

和世界卫生组织(WTO)批准使用的优良油脂抗氧化剂之一^[7]。我国允许使用于食品的抗氧化剂国家标准为没食子酸丙酯 0.1 g/kg。研究表明,没食子酸丙酯有抑制 PPO 活性,抑制果实的软化,保持果实品质的作用^[8]。但是 PG 在鲜切生姜保鲜中的应用尚未报道。因此,本文以生姜为试验材料,研究不同浓度的没食子酸丙酯对鲜切生姜贮藏过程中生理和品质指标的影响,以期为鲜切生姜的生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验所采用的生姜购于城阳蔬菜批发市场。挑选新鲜,无病斑,无机械损伤,色泽均匀,大小一致的生姜。

1.2 仪器与设备

阿贝折光仪,上海精密科学仪器有限公司;电子分析天平,奥豪斯国际商贸有限公司;754型紫外-可见分光光度计,上海光谱仪器有限公司;Anke TGL-16C 高速台式离心机,上海安亭科技仪器厂;质构分析仪 CT3 4500,美国 BROOKFIELD 公司;电热恒温水浴锅,龙口市先科仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 处理方法

将生姜清洗去皮,用不锈钢刀切分成 5 mm 厚薄片,用浓度为 200 $\mu\text{mol/L}$ 的次氯酸钠溶液浸泡 2 min 后用蒸馏水清洗,晾干。选择大小及规格一致的姜片,分别用蒸馏水、0.10%、0.20%、0.30% 没食子酸丙酯溶液浸泡处理 5 min 后取出沥干分装于市购的 PE 保鲜袋中,置于 14 $^{\circ}\text{C}$ (± 1.0 $^{\circ}\text{C}$) 恒温库中贮藏,每 3 d 测定各项指标。

1.3.2 褐变度的测定

参照胡位荣等^[9]的方法,采用吸光值法。

1.3.3 质量损失率的测定

采用称质量法。

1.3.4 Vc 含量的测定

参照曹建康等^[10]的方法,采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法。

计算公式如下:

$$\text{Vc}(10^{-2} \text{ mg/g}) = (V \times T / W) \times 100$$

注: V-滴定消耗 2,6-二氯酚靛酚的体积/mL; T-1 mL 染料溶液所能氧化 Vc 的毫克数; W-滴定所用滤液中含样品的克数。

1.3.5 可溶性固形物含量的测定

阿贝折光仪法。

1.3.6 MDA 含量的测定

参照曹建康^[10]的方法,采用硫代巴比妥酸比色法测定。

1.3.7 PPO 活性的测定

参照曹建康^[10]等方法,以每克样品每分钟在波长 420 nm 处的吸光值变化增加 1 时为 1 个多酚氧化酶活性单位,单位是 $\Delta\text{OD}_{420}/(\text{min} \cdot \text{g})$ 。

1.3.8 POD 活性的测定

参照曹建康^[10]等方法,以每克样品每分钟在波长 470 nm 处吸光度值增加 1 时为 1 个过氧化物酶活性单位,单位是 $\Delta\text{OD}_{470}/(\text{min} \cdot \text{g})$ 。

1.3.9 硬度、弹性、咀嚼性的测定

采用 CT3-4500 质构分析仪(美国 BROOKFIELD 公司)仪器测定,参考 Wang C^[11]等方法,选取测试参数:预压速度 2.0 mm/s、下压速度 0.5 mm/s 和压后上行速度 0.5 mm/s,触发点负载为 6.8 g,探头测试距离 4.0 mm。

1.4 数据处理

试验数据处理采用 Excel 2003 及 SPSS 17.0 系统进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度的 PG 对鲜切生姜失重率的影响

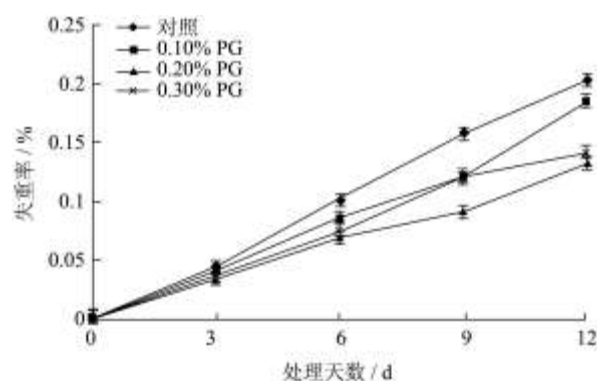


图1 不同浓度的PG对鲜切生姜失重率的影响

Fig.1 Effects of PG treatments with different concentrations on weight loss rate of fresh-cut ginger

从图1中可以看出,在整个贮藏期间,鲜切生姜的失重率随着时间的延长而不断增加。PG处理组的失重率始终低于对照组。第6 d开始,处理组与对照组之间显著差异 ($p < 0.05$),第12 d差异极显著 ($p < 0.01$)。但0.20% PG处理组失重率始终低于0.10%和0.30% PG处理组,0.10%和0.30% PG处理组之间无显著差异 ($p < 0.05$)。PG浸泡处理的鲜切生姜失重率均低于对

照组,因此PG浸泡处理能更好地保持水分,并且浓度为0.20%的溶液处理效果最好。

2.2 不同浓度的 PG 对鲜切生姜褐变度的影响

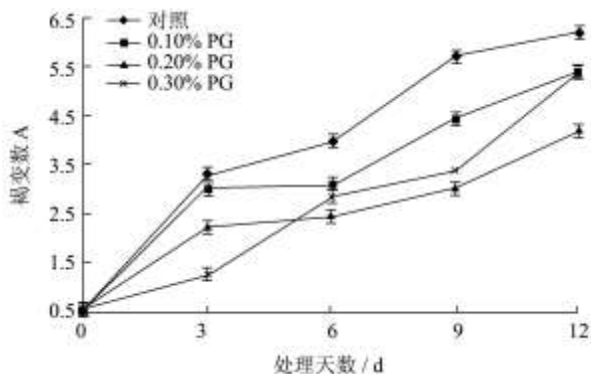


图2 不同浓度的PG对鲜切生姜褐变度的影响

Fig.2 Effects of PG treatments with different concentrations on browning degree of fresh-cut ginger

如图2所示,贮藏过程中鲜切生姜褐变度始终是增加的,PG处理组的褐变度均低于对照组。贮藏至第12 d时,对照组褐变度比贮藏当天高出10.15%,3种浓度的PG处理组分别比贮藏当天高出8.80%、6.58%、8.64%,均显著低于对照组 ($p < 0.05$)。结果表明,PG处理能有效抑制鲜切生姜的褐变,其中0.20%的PG处理效果最好。

2.3 不同浓度的 PG 对鲜切生姜 Vc 含量的影响

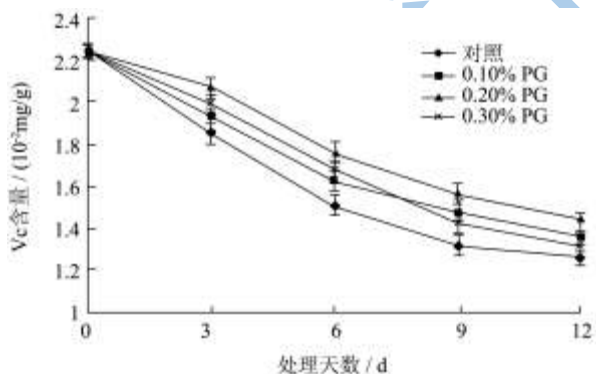


图3 不同浓度的PG对鲜切生姜维生素C的影响

Fig.3 Effects of PG treatments with different concentrations on Vc content of fresh-cut ginger

由图3可见,对照组和PG处理组的鲜切生姜Vc含量在贮藏过程中呈下降趋势,但PG处理组的Vc含量均高于对照组。贮藏至12 d,对照组Vc含量由贮藏当天的 2.25×10^2 mg/g降为 1.26×10^2 mg/g,比贮藏当天下降44%,而浓度为0.10%、0.20%、0.30%的PG处理组的Vc含量分别为 1.36×10^2 mg/g、 1.44×10^2

mg/g、 1.31×10^2 mg/g,比对照组分别高出7.94%、14.29%、3.97%。因此,与对照组相比较,PG处理可以延缓鲜切生姜Vc的下降。

2.4 不同浓度的 PG 对鲜切生姜可溶性固形物的影响

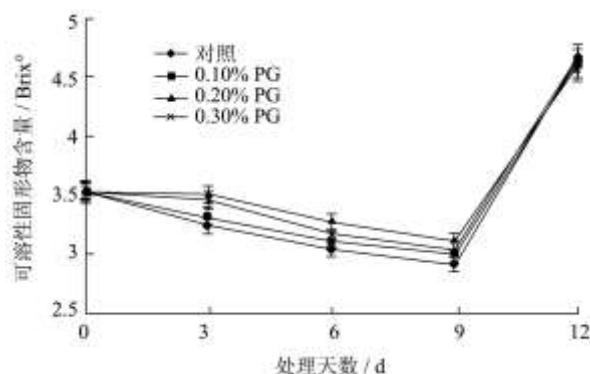


图4 不同浓度的PG对鲜切生姜可溶性固形物含量的影响

Fig.4 Effects of PG treatments with different concentrations on soluble solid content of fresh-cut ginger

可溶性固形物含量是判断果蔬适时采收和耐贮藏性的一个重要指标,能直接反应果蔬的成熟度和品质状况。在贮藏过程中保持原有可溶性固形物含量对于维持鲜切产品感官品质是非常重要的^[12]。

如图4可以看出,鲜切生姜可溶性固形物的含量呈先下降后上升的趋势,在第9 d时,对照组和处理组均达到最低点。在整个贮藏期间,PG处理组可溶性固形物含量始终高于对照组,表明PG能有效的抑制贮藏过程中鲜切生姜大分子物质的降解和组织的衰老。

2.5 不同浓度的 PG 对鲜切生姜丙二醛含量的影响

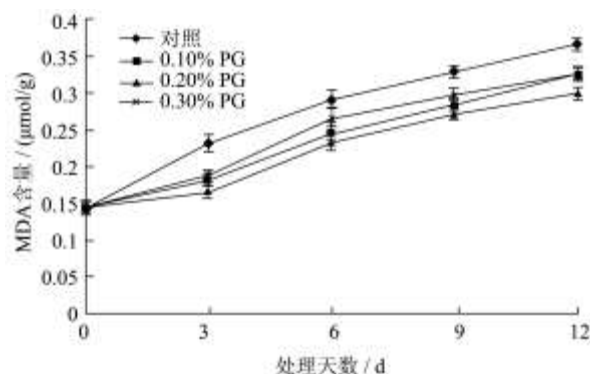


图5 不同浓度的PG对鲜切生姜丙二醛含量的影响

Fig.5 Effects of PG treatments with different concentration on MDA content of fresh-cut ginger

如图5所示,不同处理的鲜切生姜MDA含量均

随贮藏时间的延长呈逐渐增加的趋势,且PG处理组MDA含量始终低于对照组。对照组MDA含量上升最快,整个贮藏期间上升了1.55倍;而浓度为0.10%、0.20%、0.30%的PG处理组则分别上升了1.28、1.09和1.26倍。表明不同浓度的PG处理均能有效抑制生姜MDA含量的增加,其中0.20%PG处理组的作用效果最好。

2.6 不同浓度的PG对鲜切生姜PPO活性的影响

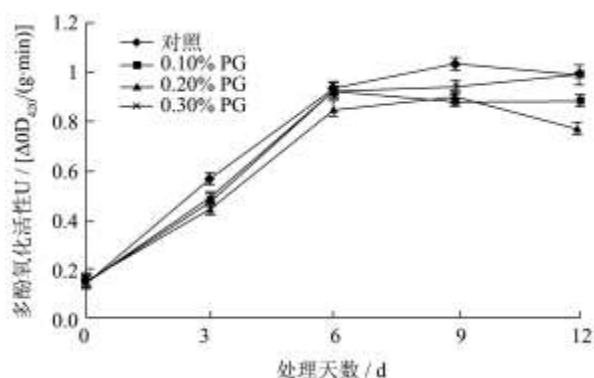


图6 不同浓度的PG对鲜切生姜多酚氧化酶活性的影响

Fig.6 Effects of PG treatments with different concentrations on PPO activity of fresh-cut ginger

如图6所示,贮藏期间,PG处理组的鲜切生姜酶活性始终低于对照组的鲜切生姜PPO酶的酶活性,且从第3d开始,0.20%PG处理组与对照组之间存在显著差异($p < 0.05$)。由此说明PG处理可以抑制PPO酶的活性,延缓衰老,且0.20%PG处理的保鲜效果最好。

2.7 不同浓度的PG对鲜切生姜POD活性的影响

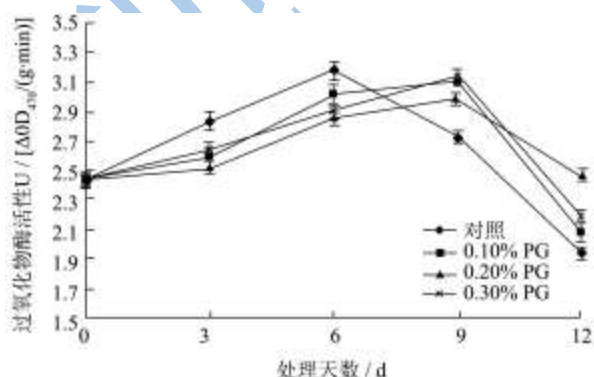


图7 不同浓度的PG对鲜切生姜过氧化物酶活性的影响

Fig.7 Effects of PG treatments with different concentrations on POD activity of fresh-cut ginger

在整个贮藏过程中,不同处理的POD活性均呈先升后降的变化趋势(如图7),且贮藏前期PG处理组的POD活性均一直低于对照组。贮藏至第6d,对照组POD活性达到峰值,而PG处理组在贮藏第9d时达到活性高峰,且峰值均低于对照组,表明不同浓度的PG处理均能有效降低生姜POD活性的峰值,并推迟峰值出现的时间。

2.8 不同浓度的PG对鲜切生姜质地品质的影响

2.8.1 不同浓度的PG对鲜切生姜硬度的影响

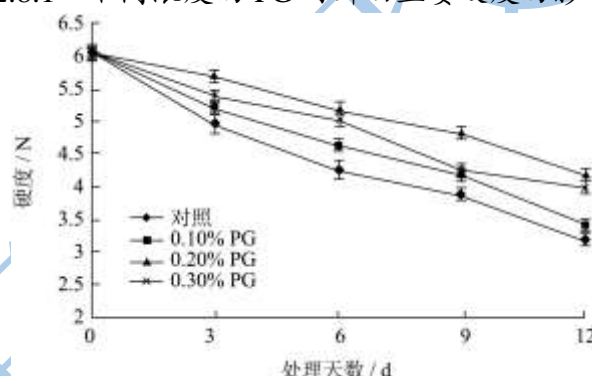


图8 不同浓度的PG对鲜切生姜硬度的影响

Fig.8 Effects of PG treatments with different concentrations on hardness of fresh-cut ginger

由图8可见,在贮藏过程中鲜切生姜的硬度变化总体趋势是呈下降的。PG处理组的硬度值始终高于对照组。从第3d开始,PG处理组与对照组之间存在显著差异($p < 0.05$)。结果表明,PG处理可以延缓鲜切生姜硬度的下降速度从而保持生姜质地。

2.8.2 不同浓度的PG对鲜切生姜弹性的影响

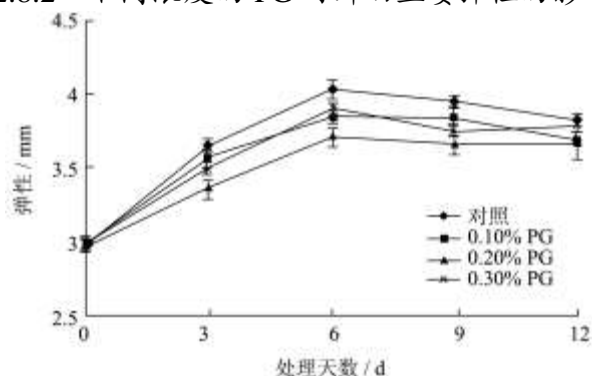


图9 不同浓度的PG对鲜切生姜弹性的影响

Fig.9 Effects of PG treatments with different concentrations on springiness of fresh-cut ginger

如图9所示,贮藏前期,鲜切生姜的弹性呈上升趋势,然而贮藏至第6d以后,弹性值有小幅度的下降。在整个贮藏过程中,对照组弹性始终高于PG处

理组, 而浓度为 0.20% 的 PG 处理组始终低于其他三组, 从第 3 d 开始与对照组之间存在显著差异 ($p < 0.05$)。而其他两组浓度的 PG 处理与对照组之间差异不显著 ($p > 0.05$)。因此, 浓度为 0.20% 的 PG 处理组效果最好。

2.8.3 不同浓度的 PG 对鲜切生姜咀嚼性的影响

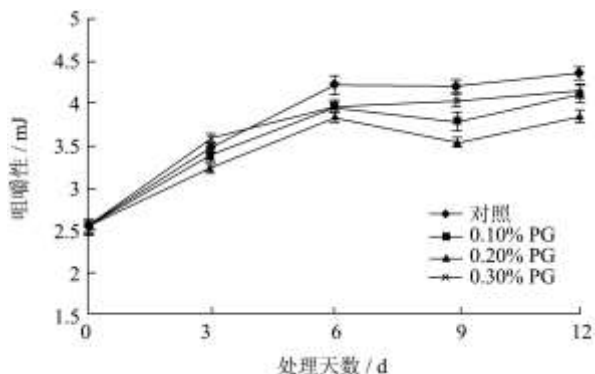


图10 不同浓度的PG对鲜切生姜咀嚼性的影响

Fig.10 Effects of PG treatments with different concentrations on chewiness of fresh-cut ginger

由图 10 可以看出在贮藏过程中鲜切生姜的咀嚼性呈上升趋势。对照组的咀嚼性要高于 PG 处理组, 且浓度为 0.20% PG 处理的鲜切生姜的咀嚼性变化最小。因此采用 0.20% PG 处理更有利于保持鲜切生姜的贮藏品质。

3 结果

3.1 鲜切果蔬经过清洗、去皮、切分、处理、包装等多种工序以后, 组织细胞受到严重破坏, 会发生呼吸加强, 蒸腾增加, 氧化加剧, 酶促褐变等一系列生理生化变化^[13], 从而加剧品质的劣变, 缩短货架期。

3.2 本试验研究了三种不同浓度的 PG 对鲜切生姜的保鲜效果。由试验结果可知, 不同浓度的 PG 处理生姜, 均可对生姜起到不同程度的保鲜作用。PG 处理能显著抑制 Vc 含量的下降, 减少了营养物质的流失; 抑制膜脂过氧化产物 MDA 的积累, 降低其对细胞膜系统造成的伤害; 降低 PPO、POD 的活性, 抑制由其引起的氧化反应; 降低水分散失, 减缓失重以及弹性、咀嚼性的下降, 抑制生姜质构品质的下降。综上所述, 三种不同浓度的 PG 处理均可对生姜起到一定的保鲜作用。其中以浓度为 0.20% 的 PG 处理效果最佳, 可使鲜切生姜货架期延长至 12 d 以上, 而对照组货架期仅有 9 d 左右。此外, PG 安全可靠无残留, 符合食品卫生质量要求。

参考文献

- [1] 王忠宾, 辛国凤, 宋小艺, 等. 不同时期生姜加工品质及姜油树脂成分分析[J]. 食品科学, 2013, 34(6): 6-9
WANG Zhong-bin, XIN Guo-feng, SONG Xiao-yi. Processing quality and oleoresin composition of ginger at different growth periods [J]. Food Science, 2013, 34(6): 6-9
- [2] 林敏, 安红钢, 吴冬青. 响应面分析法优化超声提取生姜多糖的工艺[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(10): 42-44
LIN Min, AN Hong-gang, WU Dong-qing. Optimization of ultrasonic-assisted extraction conditions of zingiber officinale roscoe polysaccharides by using response surface methodology [J]. Food Research and Development, 2013, 34(10): 42-44
- [3] El-Sharaky A S, Newairy A A, Kamel M A, et al. Protective effect of ginger extract against bromobenzene-induced hepatotoxicity in male rats [J]. Food and Chemical Toxicology, 2009, 47(7): 1584-1590
- [4] 吕力, 高晓雨, 张君严, 等. 生姜有效成分的研究进展[J]. 科技信息, 2012, 19: 194-194
LV Li, GAO Xiao-yu, ZHANG Jun-yan, et al. Research and development on effective constituents of ginger [J]. Science & Technology information, 2012, 19: 194-194
- [5] 葛毅强, 倪元颖, 张振华, 等. 新技术在生姜、大蒜、洋葱深加工中的应用[J]. 中国调味品, 2003, 8: 7-13
GE Yi-qiang, NI Yuan-ying, ZHANG Zhen-hua, et al. Application of modern food manufacturing technologies in the deep-processing of ginger, garlic and onion [J]. China Condiment, 2003, 8: 7-13
- [6] Beena P S, Basheer S M, Bhat S G, et al. Propyl gallate synthesis using acidophilic tannase and simultaneous production of tannase and gallic acid by marine aspergillus awamori BTMFW032 [J]. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2011, 164(5): 612-628
- [7] Georgieva R, Momchilova A, Petkova D, et al. Effect of N-propyl gallate on lipid peroxidation in heterogenous model membranes [J]. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2013, 27(5): 4145-4149
- [8] 李汉良. 没食子酸丙酯对新高梨软化和褐变的影响[J]. 农产品加工. 学刊, 2011, 9: 51-53
LI Han-liang. Softening and browning of 'nitaka' pear treated with propyl gallate [J]. Farm Products Processing, 2011, 9: 51-53
- [9] 胡位荣, 刘顺枝, 黄惠娟, 等. 抗坏血酸与壳聚糖处理对鲜切香芋贮藏效果的研究[J]. 食品科学, 2011, 24: 436-439
HU Wei-rong, LIU Shun-zhi, HUANG Hui-juan, et al. Effects of ascorbic acid and chitosan treatments on

- physiological changes of fresh-cut taro during storage [J]. Food Science, 2011, 24: 436-439
- [10] 曹健康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007
- CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Experiment guidance of postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007
- [11] Wang C, Chen Y, Xu Y, et al. Effect of dimethyl dicarbonate as disinfectant on the quality of fresh-cut carrot (daucus carotal.) [J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2013, 37(5): 751-758
- [12] Chiabrando V, Giacalone G. Maintaining quality of fresh-cut apple slices using calcium ascorbate and stored under modified atmosphere [J]. Acta Alimentaria, 2013, 42(2): 245-255
- [13] Hisaminato H, Murata M, Homma S. Relationship between the enzymatic browning and phenylalanine ammonialyase activity of cut lettuce, and the prevention of browning by inhibitors of polyphenol biosynthesis [J]. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 2001, 65: 1016-1021

现代食品科技