

微真空条件下复合保鲜剂对西兰花采后衰老的影响

王丽娇, 孙兴丽, 岳本芳, 李文香, 王士奎, 张圣杰

(青岛农业大学食品科学与工程学院, 青岛市现代农业质量与安全工程重点实验室, 山东青岛 266109)

摘要: 为探讨微真空贮藏条件下不同浓度 6-苜基腺嘌呤(6-BA)和 0.2% 苯甲酸钠(SBN)复合保鲜剂对西兰花采后衰老的影响, 以西兰花为试材, 贮藏于温度为 3 ± 0.5 °C、真空压力为 400~500 torr 的微真空贮藏条件下, 通过对西兰花贮藏期间叶绿素、Vc 及丙二醛含量(MDA)与 PPO、POD 活性的测定, 探讨较佳的复合保鲜剂浓度。结果表明: 3 种浓度的复合保鲜剂均可不同程度地抑制西兰花叶绿素、Vc 的降解, 减少膜脂过氧化产物 MDA 的积累, 降低 PPO、POD 活性, 其中 40 mg/L 6-BA+0.2% SBN 处理对调控西兰花采后衰老的效果最佳。

关键词: 微真空贮藏; 西兰花; 复合保鲜剂

文章编号: 1673-9078(2013)6-1243-1246

Effects of Compound Preservatives on Senescence of Postharvest Broccoli under Micro-vacuum Conditions

WANG Li-jiao, SUN Xing-li, YUE Ben-fang, LI Wen-xiang, WANG Shi-kui, ZHANG Sheng-jie

(College of Food Science and Engineering, Qingdao Agriculture University, Key Laboratory of Modern Agriculture Quality and Safety Engineering in Qingdao, Qingdao, 266109, China)

Abstract: In order to explore the effects of compound preservatives of 6-BA and 0.2% SBN on senescence of postharvest broccoli in micro-vacuum conditions, freshly broccoli was stored at temperature of 3 ± 0.5 °C with pressure of 400~500 torr. The contents of chlorophyll, Vc and MDA and the activities of PPO and POD were determined to explore better composite preservative concentration. The results showed that three concentrations can inhibit the degradation of chlorophyll and Vc, reduce the accumulation of membrane lipid peroxidation product MDA, lower the activities of PPO and POD in varying degrees. 40 mg/L 6-BA and 0.2% SBN showed the best effect on inhibition of broccoli postharvest senescence.

Key words: micro-vacuum storage; broccoli; compound preservatives

西兰花又名青花菜、茎椰菜, 属十字花科芸薹属甘蓝变种。其食用部分为绿色幼嫩花茎和花蕾, 具有丰富的营养, 被誉为“蔬菜皇冠”^[1]。西兰花不但外形美观, 风味鲜美, 营养丰富, 更是一种高档保健蔬菜^[2]。但鲜切西兰花贮藏期间极易出现褪绿、腐烂等品质问题, 花球失水变松散、保质期缩短^[3], 失去经济价值和食用价值。因此, 西兰花的采后保鲜环节成为限制我国西兰花产业发展的关键。

6-苜基腺嘌呤(6-BA)是一种人工合成的生长调节剂, 对降低西兰花的呼吸强度、乙烯释放量, 减少叶绿素的降解, 延长其货架期效果显著^[4-6]。Leshem 等人(1981)^[7]研究指出, 6-BA 作为自由基清除剂具有抑制果蔬 PPO、POD、LOX 的活性升高, 促进 $O_2^{\cdot-}$ 和 H_2O_2

分解, 减少 OH[·] 生成, 降低膜脂过氧化速率, 延缓果蔬衰老的作用; 苯甲酸钠(SBN)也可用作自由基清除剂, 并与 6-BA 有协同增效延缓果蔬衰老的效应。本试验旨在研究微真空贮藏条件下不同浓度的 6-BA+0.2% SBN 对采后西兰花衰老的影响, 探索西兰花采后 6-BA+0.2% SBN 处理的较佳浓度, 为 6-BA 与 SBN 在果蔬采后贮运保鲜中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 主要设备与仪器

微真空贮藏设备, 青岛农业大学食品科学与工程学院研制; DU800 型紫外可见分光光度计, 上海光谱仪器有限公司; GL-12B 型冷冻离心机, 上海安亭科技仪器厂; JJ-2 型组织捣碎匀浆机, 长春博盛量子科技有限公司。

1.2 试验设计

1.2.1 试验材料

收稿日期: 2013-01-04

基金项目: 山东省自然科学基金联合专项(ZR2011CL009)

作者简介: 王丽娇(1988-), 女, 在读硕士, 食品科学专业

通信作者: 李文香(1963-), 女, 博士, 教授, 研究方向为农产品贮藏加工

西兰花:于2012年5月2日采自城阳区夏庄蔬菜生产基地,品种为“四季绿”。选取花球大小均匀、无小花开放、无病虫害、无机械损伤的西兰花花球,直接运回青岛农业大学食品科学与工程学院教学实习基地冷库,将西兰花修整、去掉主茎上的叶片、切去老化的花茎。

1.2.2 材料处理

分别将20 mg/L、40 mg/L和60 mg/L的6-BA+0.2% SBN复合保鲜剂用统一规格的喷雾装置均匀地喷洒在西兰花花球表面,置于阴凉通风处凉干,分别装入内衬规格为630 mm×600 mm×0.2 mm LDPE塑料袋的450 mm×300 mm×280 mm塑料果蔬周转筐中,折口、分别标记为处理A、B、C(如表1)后放入微真空贮藏设施内,对照组不做任何处理直接放入微真空贮藏设施内。微真空设施的压力参数设置为400~500 torr,温度控制为3±0.5℃。每个处理用西兰花花球20个,每9 d取一次样,每次随机取2个西兰花花球进行各项指标的测定。试验重复三次,结果取其平均值。

表1 A、B、C浓度表

组别	A	B	C
浓度/(mg/L)	20	40	60

1.2.3 数据处理

试验数据处理采用Excel 2003及DPS 7.05系统进行统计分析。

1.3 测定方法

1.3.1 叶绿素含量的测定

用比色法测A₆₆₃和A₆₄₅处的吸光度值,利用Arnon公式计算叶绿素含量 $\rho_T = \rho_a + \rho_b = 20.29A_{645} + 8.05A_{663}$ 。

1.3.2 Vc含量测定

参照曹建康等^[8]的方法,采用2,6-二氯酚靛酚滴定法。

1.3.3 MDA含量的测定

参照曹建康等^[8]的方法,采用硫代巴比妥酸比色法。

1.3.4 PPO活性的测定

参照曹建康等^[8]的方法,以每克样品每分钟吸光度值增加1为1个活性单位,单位为 $\Delta OD_{420}/\text{min} \cdot \text{g}$ 。

1.3.5 POD活性的测定

参照曹建康等^[8]的方法,以每克样品每分钟吸光度值增加1为1个活性单位,单位是 $\Delta OD_{470}/\text{min} \cdot \text{g}$ 。

2 结果与分析

2.1 不同浓度6-BA+SBN处理对西兰花叶绿素含量的影响

的影响

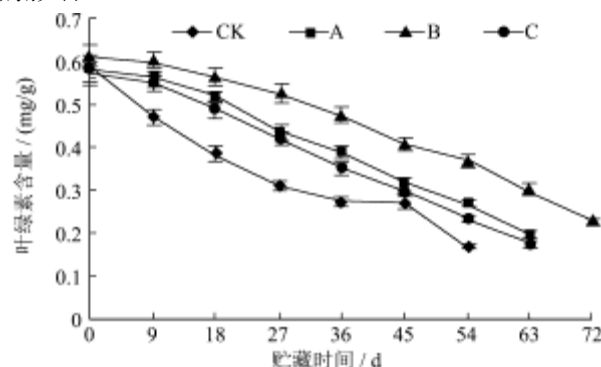


图1 不同浓度6-BA+SBN处理对西兰花叶绿素含量的影响
Fig.1 Effects of different 6-BA+SBN level on chlorophyll content of broccoli

西兰花富含叶绿素^[9],在西兰花采后贮藏过程中,叶绿素含量的下降是西兰花衰老的重要标志。在整个微真空贮藏过程中,不同处理的西兰花叶绿素含量均随贮藏时间延长呈下降趋势(如图1),CK组西兰花的叶绿素含量一直低于A、B、C处理组,且下降的速度最快。贮藏至54 d,CK组叶绿素含量为0.169 mg/g,比贮藏当天下降了64.58%;A、B、C处理组贮藏至54 d时,叶绿素含量分别为0.267 mg/g、0.367 mg/g、0.235 mg/g比CK组高出57.99%、117.16%、39.05%,均显著高于CK组(P<0.05)。表明不同浓度的复合保鲜剂处理,均可不同程度提高西兰花叶绿素含量,保持其绿色色泽,延缓西兰花的衰老,3种处理组其作用效果按从大到小的顺序依次为B>A>C。

2.2 不同浓度6-BA+SBN处理对西兰花Vc含量的影响

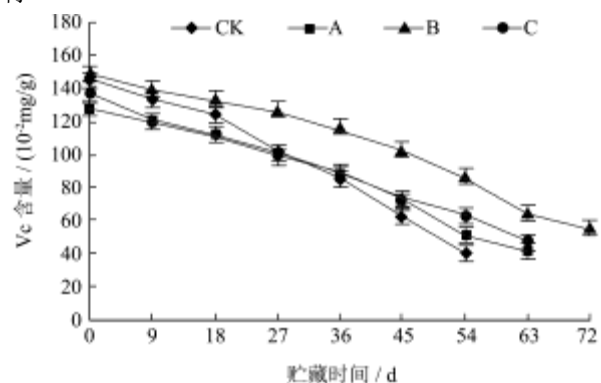


图2 不同浓度6-BA+SBN处理对西兰花Vc含量的影响
Fig 2 Effects of different 6-BA+SBN level on ascorbic acid content of broccoli

Vc是果蔬中一种非常重要的营养成分,是衡量果蔬营养价值的一个重要指标^[10],贮藏过程中Vc含量的下降,标志着西兰花营养品质的降低。在整个微真空贮藏过程中,不同处理的西兰花Vc含量均呈不断下降的趋势(如图2)。贮藏至54 d,CK组Vc含量由贮藏当

天的 1.45 mg/g 降为 0.41 mg/g, 比贮藏当天下降 71.88%, 而 3 种浓度复合保鲜剂处理组的 Vc 含量分别为 0.51 mg/g、0.87 mg/g、0.63 mg/g, 比 CK 组分别高出 26.51%、114.32%、55.5%, 均显著高于 CK 组 ($P < 0.05$)。表明不同浓度的复合保鲜剂处理, 均可显著抑制西兰花 Vc 含量的下降, 3 种处理组其作用效果按从大到小的顺序依次为 B>C>A。

2.3 不同浓度 6-BA+SBN 处理对西兰花 MDA 含量的影响

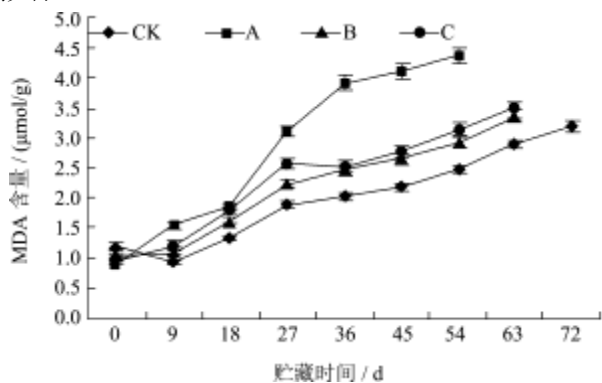


图 3 不同浓度 6-BA+SBN 处理对西兰花 MDA 含量的影响
Fig.3 Effect of different 6-BA+SBN level on MDA content of broccoli

丙二醛 (MDA) 是膜脂过氧化的产物, 其含量可反映膜脂过氧化的程度。在整个微真空贮藏过程中, 不同处理的西兰花 MDA 含量均随贮藏时间的延长呈逐渐增加的趋势 (如图 3), 且 A、B、C 处理组的西兰花 MDA 含量一直低于 CK 组。CK 组贮藏至 18 d 时 MDA 含量急剧增加, 贮藏至 54 d 时 MDA 含量增至 4.37 μmol/g, 比贮藏当天增加了 3.85 倍; 而 3 种复合保鲜剂处理的西兰花在整个贮藏期间则增加较为平缓, 贮藏至 54 d 时 MDA 含量分别为 2.93 μmol/g、2.47 μmol/g、3.12 μmol/g, 分别比 CK 组低 32.95%、43.48%、28.6%。表明不同浓度的复合保鲜剂均能有效抑制西兰花 MDA 含量的增加, 3 种处理组其作用效果按从大到小的顺序依次为 B>A>C。

2.4 不同浓度 6-BA+SBN 处理对西兰花 PPO 活性的影响

果蔬中普遍存在的 PPO 是引起果蔬贮藏过程中酶促褐变、采后衰老的主要原因。在整个微真空贮藏过程中, 不同处理的西兰花 PPO 活性均随贮藏时间的延长呈先上升后下降的变化趋势 (如图 4), 贮藏前期, A、B、C 处理组的西兰花 PPO 活性一直低于 CK 组。贮藏至第 27 d, CK 组西兰花 PPO 活性达到峰值 58.0 U/g, 而 A、B、C 组分别在第 36 d、45 d、36 d 达到峰值 57.0 U/g、56.3 U/g、56.5 U/g, 低于 CK 组 1.72%、2.93%、2.59%。表明不同浓度的复合保鲜剂均能有效

降低西兰花 PPO 活性的峰值, 推迟峰值出现的时间, 3 种处理组其作用效果按从大到小的顺序依次为 B>C>A。

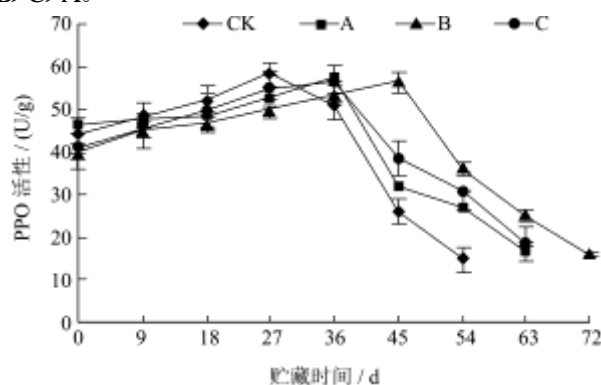


图 4 不同浓度 6-BA+SBN 处理对西兰花 PPO 活性的影响
Fig.4 Effect of different 6-BA+SBN level on PPO activity of broccoli

2.5 不同浓度 6-BA+SBN 处理对西兰花 POD 活性的影响

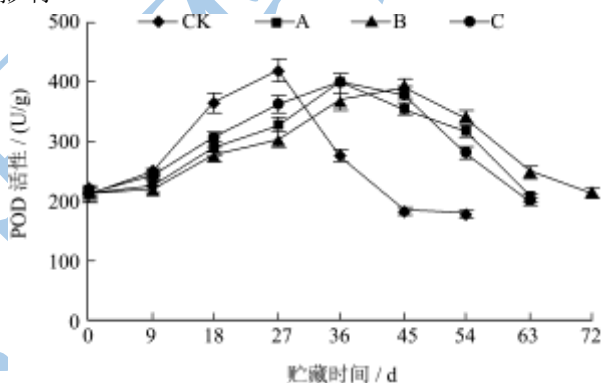


图 5 不同浓度 6-BA+SBN 处理对西兰花 POD 活性的影响
Fig.5 Effect of different 6-BA+SBN level on POD activity of broccoli

在西兰花的贮藏过程中, 过氧化物酶 (POD) 被认为是与西兰花木质化密切相关的酶。在整个微真空贮藏过程中, 不同处理的西兰花 POD 活性均呈先升后降的变化趋势 (如图 5), 且贮藏前期 A、B、C 处理组的 POD 活性均一直低于 CK 组。贮藏至 27 d, CK 组西兰花 POD 活性达到峰值 420.0 U/g, 而 A、B、C 三种处理分别在西兰花贮藏至 36 d、54 d、36 d 时达到活性高峰, 峰值分别为 396.8 U/g、388.6 U/g、398.2 U/g, 低于 CK 组 5.52%、7.48%、5.19%, 表明不同浓度的复合保鲜剂均能有效降低西兰花 POD 活性的峰值, 推迟峰值出现的时间, 3 种处理组其作用效果按从大到小的顺序依次为 B>A>C。

3 结论

3.1 本试验发现, 复合保鲜剂处理能显著提高西兰花的叶绿素含量, 可能主要是由于 6-BA 具有清除自由

基的功效^[11],同时 SBN 起到一定的协同作用,从而抑制了自由基直接攻击叶绿素中大卟啉环的双键而导致的叶绿素氧化降解^[12-14]。

3.2 由试验结果可知,微真空贮藏条件下不同浓度 6-BA+SBN 复合保鲜剂处理西兰花,均可对西兰花起到不同程度的保鲜作用。复合保鲜剂处理能显著抑制叶绿素的降解,较好的保持西兰花的绿色色泽;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^[15];降低 PPO、POD 的活性,抑制由其引起的氧化反应。综上所述,三种不同浓度的复合保鲜剂均可对西兰花起到一定的保鲜作用,其中以 40 mg/L 6-BA+SBN 复合保鲜剂的处理效果最佳。

参考文献

- [1] 罗勤.蔬菜皇冠-西兰花[J].食品与健康,2009,23(9):7-9
- [2] 郭香凤,向进乐,李秀珍,等.贮藏温度对西兰花净菜品质的影响[J].农业机械学报,2008,39(2):201-204
- [3] 徐斐燕,蒋高强,陈建初.臭氧在鲜切西兰花保鲜中应用的研究[J].食品科学,2006,27(5):254-257
- [4] Shewfelt R L. Broccoli storage: effect of 6-benzyladenine, packaging, and icing on color of fresh broccoli [J]. Food Sci, 1983, 48: 1594-1597
- [5] Clarke S F., Jameson P E., Downs C. The influence of 6-benzylaminopurine on post-harvest senescence of florets tissues of broccoli (*Brassica oleraea* var *Italia*) [J]. Plant Growth Regulation, 1994, 14: 21-27
- [6] Rushing J W. Cytokinins affect respiration, ethylene production, and chlorophyll retention of packaged broccoli florets [J]. Hort Sci, 1990, 25: 88-90
- [7] Leshem Y Y, Wurzburger J, Grossman S, et al. Cytokinin interaction with free radical metabolism and senescence: Effects on endogenous lipoxygenase and purine oxidation [J]. Physiol Plant, 1993, 53(5): 9-12
- [8] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].中国轻工业出版社,2007
- [9] 张华生,杨永岗.微波辅助萃取花椰菜废弃菜叶叶绿素的工艺研究[J].现代食品科技,2012,28(7):825-827
- [10] 段翰英,何永佳,罗卓铭,等.中草药提取物在黄瓜保鲜上的应用研究[J].现代食品科技,2005,22(1): 95-96
- [11] 汪峰,郑永华.6-BA 和热处理对食荚豌豆贮藏品质的影响[J].食品科学,2004,25(11):314-317
- [12] 蒋明义,杨文英.渗透胁迫下水稻幼苗中叶绿素降解的活性氧损伤作用[J].植物学报,1994,4:289-295
- [13] Barclay K D, McKersie B D. Peroxidation reactions in plant membranes: effects of free fatty acids [J]. Lipids, 1994, 29: 877-882
- [14] Smirnov N. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation [J]. New Phytologist, 1993, 125: 27-58
- [15] 关军锋.采后鸭梨衰老与膜脂过氧化的关系[J].沈阳农业大学学报,1994,25(4):418-421