

不同保鲜膜包装处理对豇豆的保鲜效果

史君彦, 高丽朴, 王 清, 范林林, 吕佳煜, 左进华

(北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 果蔬农产品保鲜与加工北京市重点实验室, 农业部华北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 农业部都市农业(北方)重点实验室, 北京 100097)

摘 要:以“豇豆”为试材,探究不同保鲜膜包装处理对豇豆的保鲜效果。结果表明:室温下贮藏,CO₂高渗透性保鲜膜和纳米膜处理均能有效延缓失重率的升高,抑制可溶性固形物(TSS)、维生素C和可溶性蛋白质含量的降低,抑制丙二醛(MDA)含量的增加,维持细胞膜的完整性,同时延缓了过氧化物酶(POD)活性的升高,增强了过氧化氢酶(CAT)活性,从而延缓了豇豆的衰老和活性氧的损伤。其中,CO₂高渗透性保鲜膜的保鲜效果较佳。

关键词:豇豆;CO₂高渗透性保鲜膜;纳米膜;失重;可溶性固形物(TSS);过氧化物酶(POD)

中图分类号:S 643.409⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)16-0125-04

豇豆(*Vigna sinensis*)属蝶形花科(Papilionaceae)一年生缠绕性草本植物,俗称长荚豆、角豆等,在我国中南部各省栽培较多^[1],且富含维生素、矿物质和蛋白质等营养成分^[2]。豇豆因其豆荚组织幼嫩、呼吸代谢强而不耐贮藏,采收后若不及时处理,短时间内会有褪色、失水萎蔫、腐烂等症状发生,因此,豇豆的供应具极强的季节性和区域性^[3-4]。为满足消费者的需求,实现豇豆的长距离运输需求,豇豆的采后运输贮藏保鲜技术显得尤为重要。

保鲜膜包装贮藏是利用贮藏后形成的自发气调,依靠果蔬自身呼吸作用,降低袋内氧气,提高袋内二氧化碳,从而自发地调节氧气和二氧化碳水平,抑制自身的呼吸代谢和养分消耗,从而达到延缓果蔬后熟衰老、延长货架期的目的^[5-6]。保鲜膜袋内的氧气和二氧化碳平衡直接影响贮藏果蔬的品质,为了使保鲜袋更有效的达到保鲜效果,除改变膜的厚度透气性外,还对保鲜膜的性能进行改进,使其具有特定的功能,如纳米系列保鲜膜^[7-8]、微孔膜^[9]等。该试验采用CO₂高渗透性保鲜膜、

纳米膜(银系列)和0.03 mm PE膜包装处理豇豆,研究豇豆贮藏保鲜的最佳保鲜包装处理技术。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以顺义区大孙各庄镇采摘的豇豆品种“华赣·露地王”为试材,挑选无病虫害、无机械伤、完整、成熟度基本一致的豇豆,当日运回实验室。

保鲜膜:0.03 mm PE膜(CK),购于北京华盾雪花有限公司;CO₂高渗透性保鲜膜,0.03 mm厚,CO₂/O₂渗透系数比达350:1,由山西农业科学院提供;纳米膜,0.03 mm,银系列,由山西农业科学院提供;PVC膜,0.03 mm,由天津农业科学院提供;豇豆保鲜专用膜,0.03 mm,膜上均匀分布直径7 mm的圆形小孔,购于山东。

KOITO-PCLH冷库(日本);CYL-36型压差预冷通风设备(日本樽崎产业株式会社);UV-1800分光光度计(岛津);-80℃冰箱(日本SANYO);D-37520冷冻离心机(德国Sigma有限公司);磁力搅拌器(日本NISSN);pH测量仪,HANNA PH211(意大利哈纳HANNA公司)。

1.2 试验方法

将挑选的豇豆均分为5组,每组豇豆每0.25 kg用橡皮筋捆扎,然后分别用0.03 mm PE膜(CK)、CO₂高渗透性保鲜膜、纳米膜、PVC膜和专用膜折口包装,置于15℃、相对湿度(RH)85%下贮藏,以0.03 mm PE膜包装处理作为对照(CK)。每3 d取样并观察,样品用液氮速冻,然后置于-80℃备用。

1.3 项目测定

感官评定:由6人组成的品评小组人员对豇豆的色

第一作者简介:史君彦(1988-),女,山东潍坊人,硕士,研究实习员,研究方向为农产品贮藏保鲜。E-mail:shijunyan0130@126.com

责任作者:左进华(1982-),男,博士,助理研究员,研究方向为农产品贮藏与加工。E-mail:zuojinhua@126.com

基金项目:国家大宗蔬菜产业体系建设资助项目(CARS-25);农业部公益性行业(农业)科研专项资助项目(201203095);北京市农林科学院青年基金资助项目(201404);国家自然科学基金资助项目(31401536)。

收稿日期:2016-05-05

泽、锈斑、种子膨大、气味等现象进行评价。

失重率测定采用差量法^[10]:失重率(%)=(初始质量-最终质量)/初始质量×100。

可溶性固形物(TSS)含量采用手持糖度计(DIGITAL REFRACTOMETER PR-100 MADE IN JAPAN)测定。

维生素C含量的测定采用钼酸铵比色法^[11],测定760 nm处的吸光值。

可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝法^[12]测定。

丙二醛(MDA)含量的测定采用JIN等^[13]的方法,采用三氯乙酸(TCA)溶液提取,测定450、560、600 nm处吸光值。

过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性测定均采用曹建康等^[12]的方法。

1.4 数据分析

采用Excel 2003 统计分析软件进行基础数据整理,利用Origin 8.5 分析与作图,利用IBM SPSS Statistics 19 软件对数据进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同保鲜膜处理对豇豆感官评定的结果

豇豆在贮藏时极易老化、纤维化,并伴随有锈斑、失水萎蔫、褪色、种子膨大等现象发生,贮藏过程中时,PVC膜包装处理的豇豆出现严重变色、锈斑,并伴随有轻微的酸败味,失去商品性;专用袋保鲜膜处理的豇豆豆荚外皮变白,光泽变淡,且种子膨大严重,商品性下降严重;因而以下试验中忽略此2组处理。对照组处理的豇豆色泽变暗,豆荚外皮锈斑较重;而CO₂高渗透性保鲜膜和纳米膜处理的豇豆色泽鲜亮,锈斑出现较少,商品性较佳,后续试验对CO₂高渗透性保鲜膜、纳米膜和对照组处理的豇豆进行指标测定。

2.2 不同保鲜膜处理对豇豆失重率的影响

失重主要是由于蒸腾作用和呼吸作用导致的,豇豆水分流失对其色泽和品质影响较大,严重时出现萎蔫现象^[14]。由图1可知,豇豆在贮藏过程中失重率不断升

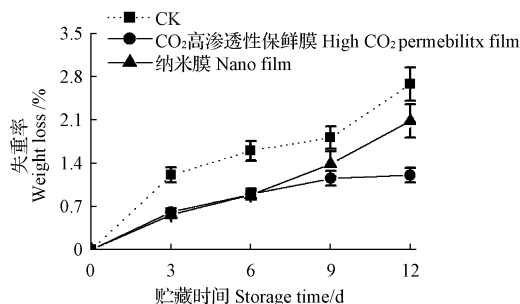


图1 不同保鲜膜处理对豇豆失重率的影响

Fig. 1 Effect of different fresh film treatments on weight loss of cowpea

高,其中,对照组失重率升高最迅速,处理组较为缓慢,CO₂高渗透性保鲜膜处理组最缓慢。贮藏前6 d,对照组与处理组差异显著($P<0.05$),而处理组间无显著性差异($P>0.05$),贮藏6 d后,3组处理间差异显著($P<0.05$),贮藏至12 d时,对照组比纳米膜失重率高28.52%,是CO₂高渗透性保鲜膜处理组失重率的2.22倍,因此处理组均延缓了豇豆贮藏期间水分的流失,其中,CO₂高渗透性保鲜膜处理的效果较佳。

2.3 不同保鲜膜处理对豇豆可溶性固形物含量的影响

果蔬中的可溶性固形物(TSS)包含有可溶性糖、酸、维生素和矿物质等物质,TSS含量能直接反映果蔬的成熟度和品质状况^[12]。由图2可以看出,豇豆在贮藏期间TSS含量逐渐下降,对照组TSS含量下降较快,处理组较为缓慢,贮藏前6 d,纳米膜和对照组间无显著性差异($P>0.05$),CO₂高渗透性保鲜膜与其它2组处理间差异显著($P<0.05$),贮藏6 d后,对照组TSS含量迅速下降,对照组和处理组间差异显著($P<0.05$),且处理组TSS含量始终高于对照组,处理组均有效延缓了TSS含量的下降,抑制了豇豆的成熟衰老进程,其中CO₂高渗透性保鲜膜处理效果较佳。

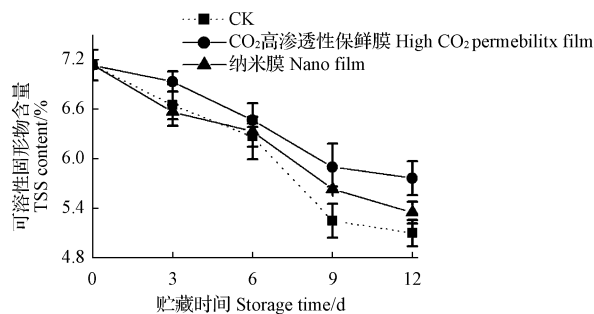


图2 不同保鲜膜处理对豇豆 TSS 含量的影响

Fig. 2 Effect of different fresh film treatments on TSS content of cowpea

2.4 不同保鲜膜处理对豇豆维生素C含量的影响

维生素C含量是测定豇豆贮藏品质的一个重要指标。由图3可知,豇豆在贮藏过程中维生素C含量逐渐

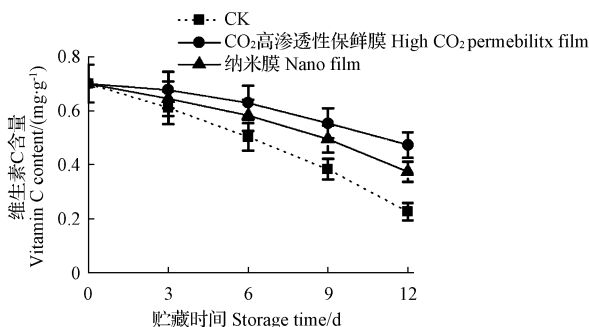


图3 不同保鲜膜处理对豇豆维生素C含量的影响

Fig. 3 Effect of different fresh film treatments on vitamin C content of cowpea

下降,贮藏至 3 d 时,对照组与处理组间无显著差异($P>0.05$),贮藏 6 d 后,处理组维生素 C 含量显著高于对照组($P<0.05$),贮藏至 12 d 时,对照组和处理组间两两差异显著($P<0.05$), CO_2 高渗透性保鲜膜处理的豇豆维生素 C 含量比纳米膜处理组高 26.48%,是对照组的 2.09 倍,有效延缓了豇豆贮藏期间维生素 C 含量的下降,维持了较好的营养品质。

2.5 不同保鲜膜处理对豇豆可溶性蛋白质含量的影响

可溶性蛋白质含量是表示果蔬贮藏过程中重要的营养指标之一,被广泛用作衰老的指标^[15]。由图 4 可知,豇豆贮藏过程中可溶性蛋白质含量逐渐下降,贮藏 3 d 后,对照组和处理组可溶性蛋白质含量均迅速下降,其中对照组可溶性蛋白质含量下降最迅速,贮藏 6 d 后,对照组和处理组间差异显著($P<0.05$),处理组可溶性蛋白质含量始终高于对照组,贮藏至 12 d 时, CO_2 高渗透性保鲜膜和纳米膜处理比对照组可溶性蛋白质含量分别高 27.82%和 61.22%,处理组均可有效延缓可溶性蛋白质的降解代谢,延缓衰老进程,其中 CO_2 高渗透性保鲜膜处理的效果较佳。

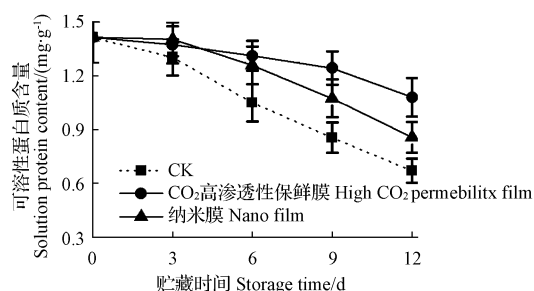


图 4 不同保鲜膜处理对豇豆可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 4 Effect of different fresh film treatments on solution protein content of cowpea

2.6 不同保鲜膜处理对豇豆丙二醛含量的影响

丙二醛(MDA)是细胞膜脂质过氧化的产物,与细胞膜的完整性密切相关,MDA 含量增加,膜质过氧化程度加剧,细胞结构被破坏,继而加速了细胞的衰老死亡^[9,16]。由图 5 可知,豇豆在贮藏过程中 MDA 含量不断积累增加,贮藏 3 d 后,对照组和处理组 MDA 含量均迅速升高,且对照组与处理组以及处理组间两两差异显著($P<0.05$),整个贮藏期间,对照组 MDA 积累量始终高于处理组,而处理组间纳米膜处理高于 CO_2 高渗透性保鲜膜处理组,贮藏至 12 d 时,对照组 MDA 含量比纳米膜和 CO_2 高渗透性保鲜膜处理组分别高 17.68%和 77.92%,处理组均有效抑制了 MDA 含量的积累,延缓膜质过氧化损伤,其中, CO_2 高渗透性保鲜膜处理的豇豆抑制效果较佳。

2.7 不同保鲜膜处理对豇豆过氧化物酶活性的影响

过氧化物酶(POD)活性可作为果蔬成熟和衰老的一个指标,它既能清除过氧化氢和脂类氢过氧化物等活

性氧自由基,也可在过氧化氢存在下将酚类化合物氧化,生成各种自由基,然后通过分子聚合生成聚合物,使豇豆产生锈斑^[17-18]。

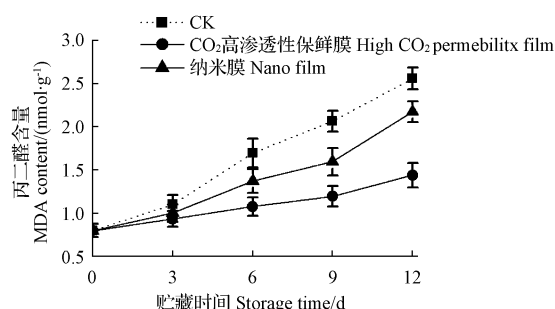


图 5 不同保鲜膜处理对豇豆丙二醛含量的影响

Fig. 5 Effect of different fresh film treatments on MDA content of cowpea

由图 6 可知,豇豆贮藏期间 POD 活性逐渐升高,对照组 POD 活性水平高于处理组,贮藏 6 d 后,处理组 and 对照组间差异不显著($P>0.05$),贮藏至 12 d 时, CO_2 高渗透性保鲜膜和纳米膜处理组 POD 活性水平比对照组分别低 24.89%和 15.14%,处理组 POD 活性水平较低,说明组织内活性氧水平较低,延缓锈斑的产生,其中 CO_2 高渗透性保鲜膜的处理效果较佳。

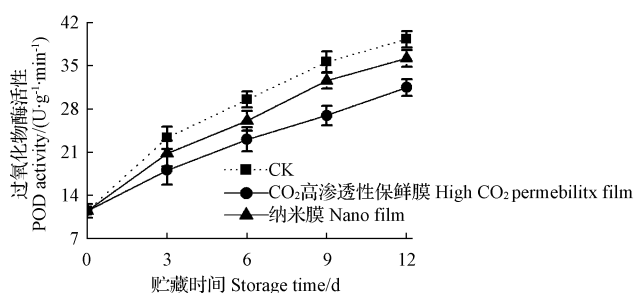


图 6 不同保鲜膜处理对豇豆过氧化物酶活性的影响

Fig. 6 Effect of different fresh film treatments on POD activity of cowpea

2.8 不同保鲜膜处理对豇豆过氧化氢酶活性的影响

过氧化氢酶(CAT)普遍存在于植物体的所有组织中,是一类活性中心含血红素的酶类,主要存在于过氧化物酶体、乙醛酸循环体和线粒体中,只能专一性的清除 H_2O_2 ,将 H_2O_2 降解为 H_2O 和 O_2^- ^[19],其活性与植物的代谢强度及抗寒、抗病能力有一定的关系^[20],同时可降低氧自由基对组织的损害。由图 7 可以看出,豇豆在贮藏过程中 CAT 活性呈现先降低后升高的趋势,贮藏至 6 d 时,对照组和处理组 CAT 活性达最低值,然后迅速升高,各组处理间差异显著($P<0.05$),整个贮藏期间,处理组 CAT 活性水平始终高于对照组,说明处理组可有效清除贮藏期间 H_2O_2 的积累,抑制活性氧自由基对豇豆的损伤。

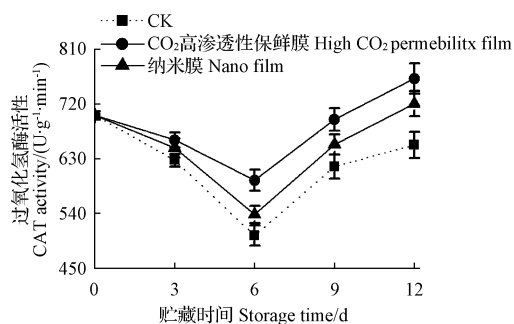


图7 不同保鲜膜处理对豇豆过氧化氢酶活性的影响

Fig. 7 Effect of different fresh film treatments on CAT activity of cowpea

3 结论

采用不同保鲜膜包装处理豇豆,于15℃下折口贮藏,发现PVC膜处理的豇豆易出现锈斑、变色和酸败气味,专用袋保鲜膜处理的豇豆易变色、种子膨大,而CO₂高渗透性保鲜膜和纳米膜包装处理,均对豇豆起到较好的保鲜效果。与对照组相比,CO₂高渗透性保鲜膜和纳米膜处理可有效延缓水分的流失,抑制TSS、维生素C和可溶性蛋白质含量的下降,延缓MDA含量的积累,维持豇豆细胞膜的完整性,抑制POD活性,增强CAT活性,从而抑制活性氧自由基对豇豆的损伤和锈斑的产生,延缓衰老,对豇豆起到较好的保鲜作用,其中CO₂高渗透性保鲜膜的保鲜效果较佳。

参考文献

- [1] 左进华,王清,高丽朴. 豇豆采后保鲜技术的研究现状[J]. 农产品加工, 2014(11): 52-54.
- [2] BAOUA I B, AMADOU L, MARGAM V, et al. comparative evaluation of six storage methods for postharvest preservation of cowpea grain[J]. Journal of Storage Products Research, 2012, 49: 171-175.
- [3] 罗钦泳,陈东康,姚詹武,等. 自发气调包装对豇豆耐藏性及品质的影响[J]. 广东农业科学, 2006(8): 67-69.
- [4] 张福平. 温度对豇豆采后保鲜效果影响的研究[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(2): 146-148.

- [5] 李家政,毕大鹏. 不同保鲜膜包装对蜜柚冷藏效果和货架品质的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(增刊 1): 315-319.
- [6] 冯云霄,龚新明,关军锋,等. PE保鲜膜包装对冬枣冷藏品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(20): 88-91.
- [7] 王伟伟,杨福馨,胡安华. 纳米 TiO₂ 保鲜包装纸的制备及其对迷你黄瓜保鲜效果的研究[J]. 包装工程, 2011(19): 18-21.
- [8] 孙中琦,王雅立,马真,等. 多糖类纳米可食性保鲜膜的研究进展[J]. 包装与食品机械, 2015(2): 54-58.
- [9] 荆红彭,张旭,关文强,等. 不同温度下微孔膜包装青毛豆的保鲜效果研究[J]. 食品工业科技, 2015(3): 335-339.
- [10] MASSOLO J F, CONCELLÓN A, CHAVES A R, et al. 1-Methylcyclopropene(1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 59(1): 10-15.
- [11] 张洪军,潘艳娟,王建清. 大蒜/肉桂精油复配PE膜对双孢菇的保鲜研究[J]. 包装与食品机械, 2015, 33(4): 21-25.
- [12] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 2版. 北京:中国轻工业出版社, 2011.
- [13] JIN P, ZHU H, WANG L, et al. Oxalic acid alleviates chilling injury in peach fruit by regulating energy metabolism and fatty acid content[J]. Food Chemistry, 2014, 161: 87-93.
- [14] WU S J, LU M S, WANG S J. Effect of oligosaccharides derived from *Laminaria japonica*-incorporated pullulan coating on preservation of cherry tomatoes[J]. Food Chemistry, 2016, 199: 296-300.
- [15] 孙常青,杨艳君,郭志利,等. 施肥和密度对杂交谷可溶性糖、可溶性蛋白级硝酸还原酶的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(5): 1169-1177.
- [16] AGHDAM M S, BODBODAK S. Physiological and biochemical mechanisms regulating chilling tolerance in fruits and vegetables under postharvest salicylates and jasmonates treatments[J]. Scientia Horticulturae, 2013, 156: 73-85.
- [17] 何靖柳,刘继,黄彭,等. 几种保鲜处理对贮藏期间‘红阳’猕猴桃抗氧化生理特性变化的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(21): 341-346, 350.
- [18] 周向军,杨金龙,路宛如. 苜蓿多酚氧化酶、过氧化物酶的特性及抑制作用的研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(5): 166-170, 174.
- [19] 张微微,黄晓林,赵霞,等. 棉花酶促抗氧化系统对逆境胁迫生理响应的研究进展[J]. 中国农学通报, 2009, 25(19): 108-112.
- [20] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2000: 167-281.

Effect of Different Fresh Film Treatments on Preservation of Cowpea

SHI Junyan, GAO Lipu, WANG Qing, FAN Linlin, LYU Jiayu, ZUO Jinhua

(Beijing Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences/Beijing Key Laboratory of Fruits and Vegetable Storage and Processing/Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops (North China), Ministry of Agriculture/Key Laboratory of Urban Agriculture (North), Ministry of Agriculture, Beijing 100097)

Abstract: The cowpea was used as test material, to study the effect of different fresh film treatments on the preservation of cowpea. The results showed that high CO₂ permeability film and nano-film treatments both effectively delayed the increase of weight loss, inhibited the decrease of TSS, vitamin C and soluble protein contents, suppressed the accumulation of MDA content and maintained the membrane integrity, meanwhile, delayed the increase of POD activity and enhanced the CAT activity, therefore delayed the senescence and ROS damage of cowpea. Whereby, the treatment of high CO₂ permeability film was better.

Keywords: cowpea; high CO₂ permeability film; nano-film; weight loss; TSS; POD