

海藻酸钠和羧甲基纤维素钠涂膜改善鲜切豇豆贮藏特性的比较分析

陈学玲, 杨晓庆, 范传会, 何建军, 梅新, 蔡沙, 施建斌, 隋勇, 王少华

(湖北省农业科学院农产品加工与核农技术研究所, 湖北武汉 430064)

摘要: 为了提高鲜切豇豆的品质, 本文研究了海藻酸钠 (0.6%, *m/m*) 和羧甲基纤维素钠 (0.8%, *m/m*) 两种涂膜剂对其贮藏期间的呼吸强度、维生素 C、叶绿素等品质指标变化规律的影响。研究发现, 与对照相比, 在贮藏期间, 海藻酸钠和羧甲基纤维素钠涂膜均有效降低鲜切豇豆的呼吸强度, 维持较高的可溶性固形物含量, 减少鲜切豇豆维生素 C 和叶绿素的损失, 保持较高的过氧化物酶活性, 减少丙二醛的积累。贮藏至 12 d, 海藻酸钠涂膜的鲜切豇豆呼吸强度为 237.67 mg/(kg·h), 处于较低水平; 其维生素 C、叶绿素及可溶性固形物含量分别比羧甲基纤维素钠涂膜的高 13.06 mg/100 g、0.62 mg/g、0.49%, 但丙二醛含量低 11.36%。研究结果表明, 海藻酸钠涂膜更有利于保持鲜切豇豆的品质及延长贮藏期, 其用于豇豆的保鲜贮藏具有潜在的应用前景。

关键词: 鲜切豇豆; 海藻酸钠; 羧甲基纤维素钠; 贮藏; 特性

文章编号: 1673-9078(2018)07-181-186

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.7.027

Effects of Sodium Alginate and CMC-Na Coatings on the Storage Characteristics of Fresh-cut Cowpea

CHEN Xue-ling, YANG Xiao-qing, FAN Chuan-hui, HE Jian-jun, MEI Xin, CAI Sha, SHI Jian-bin, SUI Yong, WANG Shao-hua

(Institute for Farm Products Processing and Nuclear-Agricultural Technology, Hubei Academy of Agricultural Science, Wuhan 430064, China)

Abstract: In order to improve the quality of fresh-cut cowpea, the effects of two kinds of coating agents, sodium alginate (0.6%, *m/m*) and CMC-Na (0.8%, *m/m*), were studied. The results showed that compared with the control, both sodium alginate and CMC-Na coating could effectively lower the respiration intensity and maintain high soluble solid content, reduce the loss of vitamin C and chlorophyll, maintain a higher peroxidase activity and reduce the accumulation of malondialdehyde in fresh-cut cowpea. After the fresh-cut cowpea coated with sodium alginate was stored for 12 days, its respiration intensity was 237.67 mg/(kg·h). The contents of vitamin C, chlorophyll and soluble solids were respectively 13.06 mg/100 g, 0.62 mg/g and 0.49% higher, while malondialdehyde content was 11.36% lower than that of CMC-Na group. These results indicated that sodium alginate coating contributed to maintain the quality of the fresh-cut cowpea and prolong the storage time, which had the potential application in the storage of cowpea.

Key words: fresh-cut cowpea; sodium alginate; sodium carboxymethyl cellulose; storage; characteristics

豇豆, 又称长荚豆、饭豆等, 在我国中南部各省栽培较多, 且富含维生素、碳水化合物、矿物质和蛋白质等营养成分^[1]。豇豆豆荚组织幼嫩、含水量高、呼吸代谢强且不耐贮藏, 采摘后若不及时处理, 短时间内会发生褪色、产生锈斑、失水萎蔫及腐烂变质等^[2]。豇豆作为季节性的绿色蔬菜, 为延长其贮藏期常

收稿日期: 2018-03-07

基金项目: 湖北省科技成果转化资金项目 (鄂科技发农[2016]6 号); 湖北省农业科技创新中心项目 (2017-620-000-001-035)

作者简介: 陈学玲 (1979-), 女, 副研究员, 研究方向: 果蔬贮藏与加工

通讯作者: 王少华 (1963-), 男, 研究员, 研究方向: 农产品贮藏与加工

采用如下几种方法保鲜: 低温冷藏^[3]、气调保鲜^[4]、热处理^[5]及涂膜保鲜等^[6-8]。近年来, 涂膜作为一种新型安全可靠的保鲜方法在果蔬保鲜中引起高度关注。涂膜可以起到防止微生物侵染、调节呼吸作用、减少果蔬水分蒸发等作用, 以延长果蔬保鲜贮藏期。壳聚糖、海藻酸钠和羧甲基纤维素钠 (简称 CMC-Na) 等作为常见的涂膜剂, 在果蔬保鲜中应用最为广泛^[9-11]。海藻酸钠, 又称褐藻酸钠、褐藻胶等, 具有优良的分散性、保湿性、成膜性、抗菌性、无毒无味、可生物降解、生物相容性好等诸多优点, 且成本较低, 正日益成为水果贮藏保鲜研究的热点^[12]。CMC-Na 一般作为

食品添加剂使用, 但因其具有良好水溶性、保水性和成膜性, 也可作为涂膜用于果蔬保鲜贮藏^[13]。壳聚糖用于豇豆涂膜保鲜已有研究^[5], 但是海藻酸钠和 CMC-Na 用于鲜切豇豆保鲜的研究鲜有报道。

本实验在预实验的基础上(预实验中对比了不同浓度的黄原胶、壳聚糖、海藻酸钠、CMC-Na 用于鲜切豇豆涂膜的成膜性能), 选用海藻酸钠(0.6%, *m/m*)和 CMC-Na(0.8%, *m/m*)作为涂膜剂, 研究二者对鲜切豇豆贮藏特性的影响, 通过对比贮藏过程中鲜切豇豆各项指标的变化, 筛选较优保鲜涂膜剂, 以期延长鲜切豇豆的货架期。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

原料: 市售豇豆, 购于湖北省农业科学院菜场。选取无病虫害、长度适中、成熟度适当、顺直和无机机械损伤的新鲜绿色豇豆。试剂: 所用试剂均为分析纯。

原料前处理: 新鲜豇豆清洗后按 3 cm 长度切分成小段; 切分后的豇豆浸泡于 100 mg/kg 二氧化氯溶液中, 杀菌 5 min; 取出后用清水漂洗, 沥干备用。

涂膜: 在前期试验基础上, 选择海藻酸钠(0.6%, *m/m*)和 CMC-Na(0.8%, *m/m*)作为涂膜剂。将上述处理后的样品分别浸泡在 2 种涂膜剂溶液中, 浸泡 1 min 后取出样品, 晾干。对照不作涂膜处理。

冷藏: 定量称量涂膜的鲜切豇豆, 置于 PET 托盘, PE 膜封口, 4 °C±1 °C 贮藏。

每 3 d 取样测定各项指标。

1.2 仪器与设备

UV1100 型紫外可见分光光度计, 北京莱伯泰科仪器股份有限公司; 7001 型红外二氧化碳分析仪, 美国 Telaire 公司; 3K15 高速冷冻离心机, 德国希格玛公司。

1.3 测定方法

呼吸强度: 采用静置法测定^[4], 结果以 mg/(kg·h) 表示。可溶性固形物含量: 采用手持折光仪测定^[14]。维生素 C 含量: 参见文献^[15]。叶绿素含量: 测定采用分光光度法^[15]。丙二醛含量: 参见文献^[16]。过氧化物酶(POD)活性: 参见文献^[17]。

1.4 数据处理

数据取 3 次测定的平均值, 利用 Origin 8.5 分析与作图, SPSS 统计软件对数据进行差异显著性和相关

性分析。

2 结果与分析

2.1 涂膜处理对鲜切豇豆呼吸强度的影响

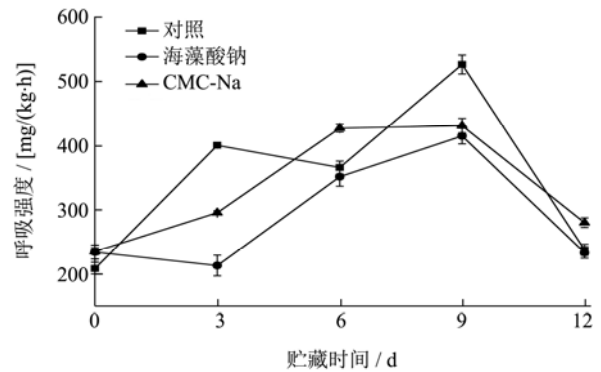


图 1 涂膜处理对鲜切豇豆呼吸强度的影响

Fig.1 Effects of coating treatment on respiration of fresh-cut cowpea

呼吸作用是果蔬采收后进行的重要生理活动, 是影响贮藏保鲜的重要因素^[5]。呼吸强度减小, 营养物质消耗就越少, 也就越有利于保鲜^[18]。由图 1 可知, 在贮藏期间, 豇豆的呼吸强度呈现“升-降”趋势。贮藏 3 d, 对照有明显的呼吸峰(400.62 mg/kg·h), 而海藻酸钠涂膜的鲜切豇豆呼吸强度略有下降。贮藏 9 d, 三组均达到呼吸高峰, 对照组呼吸强度(526.38 mg/kg·h)与 2 个处理组均有显著性差异($p<0.05$)。周然等^[19]研究发现, 涂膜能更有效地抑制贮藏期间黄花梨的呼吸速率, 从而使黄花梨的呼吸峰延迟出现。可能由于处理组有一层膜的保护, 膜具有气体选择渗透性能, 在豇豆内部形成一个低 O₂ 高 CO₂ 的微气调环境^[20], 从而抑制了豇豆的呼吸作用。可见, 涂膜处理能维持豇豆较低的呼吸强度, 减少营养物质的消耗; 且海藻酸钠涂膜优于 CMC-Na 涂膜处理。

2.2 涂膜处理对鲜切豇豆可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物(TSS)是指豇豆汁中能溶于水的糖、酸、维生素、矿物质等物质, 以百分率表示^[21,22]。可溶性固形物含量能直接反映果蔬的成熟度和品质状况^[23], 是豇豆的营养指标之一。由图 2 可知, 贮藏期内豇豆可溶性固形物含量总体呈下降的趋势。贮藏至 6 d, 对照组和 CMC-Na 涂膜豇豆的可溶性固形物含量下降较快, 分别减少了 6.7%、8.4%, 与海藻酸钠涂膜豇豆有显著性差异($p<0.05$); 第 6 d 至第 12 d, 对照组可溶性固形物含量下降较快, 减少了 33.59%; 整个

贮藏期间,海藻酸钠涂膜组的可溶性固形物含量变化最小,与对照组和 CMC-Na 涂膜组均有显著性差异 ($p<0.05$)。由此可见,海藻酸钠涂膜有效延缓了可溶性固形物含量的下降,能更好的维持豇豆的营养物质含量。海藻酸钠涂膜对减少番茄^[24]、黄瓜^[25]可溶性固形物的损失同样有效。

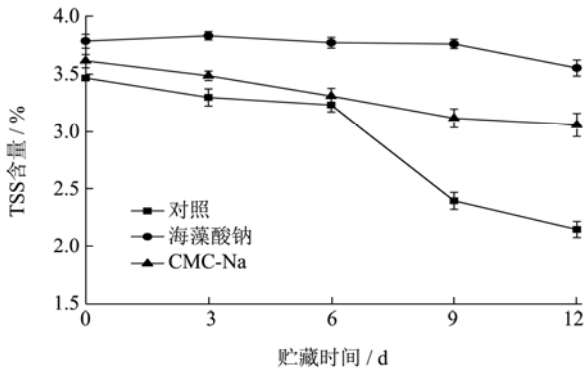


图2 涂膜处理对鲜切豇豆 TSS 含量的影响

Fig.2 Effects of coating treatments on the content of soluble aggregates in fresh-cut cowpea

2.3 涂膜处理对鲜切豇豆维生素C含量的影响

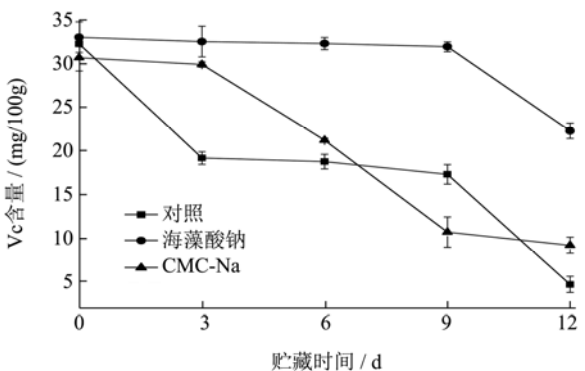


图3 涂膜处理对鲜切豇豆维生素C含量的影响

Fig.3 Effects of coating treatments on vitamin C content in fresh-cut cowpea

维生素C (Vc) 是果蔬最重要的营养素之一,可以代谢果蔬中正常代谢所产生的自由基,保护细胞组织免受损害而延缓果蔬衰老的速度^[21]。鲜切处理由于切分,组织遭破坏,增大与氧气接触面积,使 Vc 易被氧化。由图 3 可见,在贮藏期内,与对照相比,2种涂膜剂均减缓鲜切豇豆 Vc 含量下降。贮藏后期(12 d),对照、CMC-Na 及海藻酸钠涂膜豇豆的 Vc 含量分别下降 85.53%、70.07%、39.87%。在黄瓜^[25]、贡柑^[26]等果蔬保鲜中,涂膜也较好地减缓 Vc 含量下降。这是由于涂膜处理在果蔬表面形成了一层薄膜,随着呼吸代谢的进行,微环境中的 O₂ 浓度会下降,减少了 Vc 氧化损失^[24]。

2.4 涂膜处理对鲜切豇豆叶绿素含量的影响

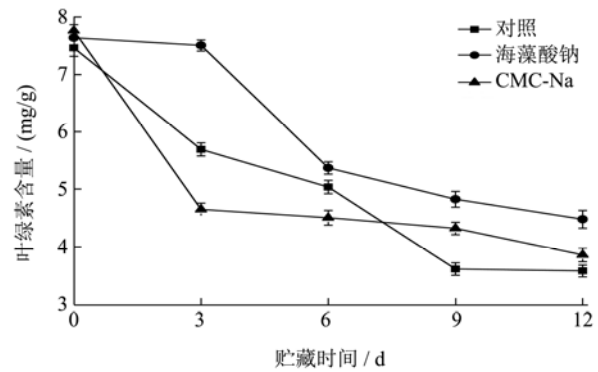


图4 涂膜处理对鲜切豇豆叶绿素含量的影响

Fig.4 Effects of coating treatments on chlorophyll content in fresh-cut cowpea

豇豆的外观颜色是决定消费者是否购买的重要因素之一,豇豆的新鲜绿色主要取决于豇豆叶绿素含量^[21]。豇豆在贮藏过程中,色泽变淡是其衰老的重要标志。由图 4 可知,3 组鲜切豇豆的叶绿素含量在贮藏期间均呈下降趋势,且 2 个涂膜组叶绿素含量高于对照组。可能由于涂膜降低了豇豆呼吸强度(见 2.1),同时保持了较高的 Vc 含量(见 2.3),减少了自由基的生成量,因而降低了叶绿素的分解速率^[4]。涂膜在西葫芦、黄瓜^[27]保鲜试验中也有类似结论。贮藏 12 d,海藻酸钠组叶绿素含量高于 CMC-Na 组 15.93%,且差异显著 ($p<0.05$)。可见,海藻酸钠涂膜更有效抑制豇豆叶绿素的分解,起到护色的作用。

2.5 涂膜处理对鲜切豇豆丙二醛含量的影响

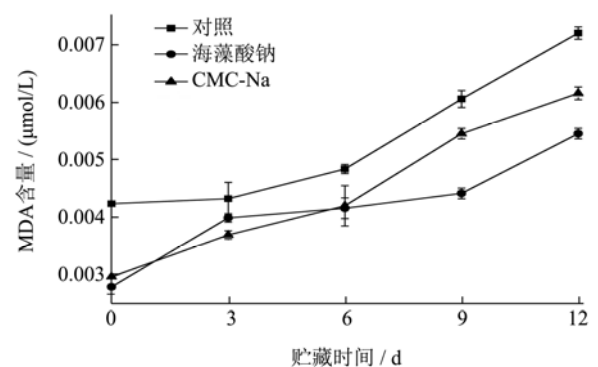


图5 涂膜处理对鲜切豇豆丙二醛含量的影响

Fig.5 Effects of coating treatments on the content of malondialdehyde in fresh-cut cowpea

丙二醛 (MDA) 与细胞膜的完整性密切相关,是细胞膜脂质过氧化的产物,丙二醛含量增加,脂质过氧化程度加剧,破坏细胞结构,继而加速了细胞的衰老死亡^[28]。

由图 5 可知,在贮藏过程中,不同处理组的丙二醛含量不断积累增加,但是 2 个涂膜组始终低于对照组。可见,2 种涂膜均有效抑制丙二醛的积累,减少

鲜切豇豆在贮藏过程中的膜脂质氧化程度,台湾青枣的研究中有相似结论^[25]。贮藏 3 d,对照组丙二醛含量无明显上升,2 个涂膜组丙二醛含量上升较快;贮藏 3 d 后,对照组和 CMC-Na 组丙二醛含量快速上升,高于海藻酸钠组;贮藏 12 d,海藻酸钠组丙二醛含量比对照组和 CMC-Na 组分别低 24.26%、11.36%。其中,海藻酸钠优于 CMC-Na 组,能更好地抑制丙二醛含量积累。

2.6 涂膜处理对鲜切豇豆过氧化物酶含量的影响

影响

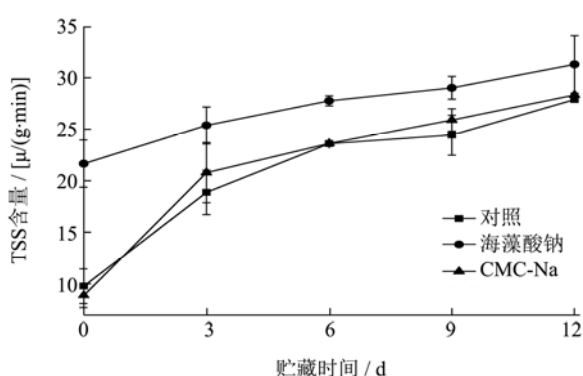


图 6 涂膜处理对鲜切豇豆过氧化物酶活性的影响

Fig.6 Effects of coating treatments on peroxidase activity of fresh-cut cowpea

过氧化物酶 (POD) 活性作为果蔬成熟和衰老的一项指标,既能清除脂类氢氧化物和过氧化氢等活性氧自由基,使体内自由基维持在正常的动态水平,以提高植物的抗逆性;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^[29]。由图 6 可知,随着贮藏时间的延长,3 组鲜切豇豆的过氧化物酶活性不断上升,且 2 个涂膜组过氧化物酶活性始终高于对照组,与蓝靛果^[30]和红枣^[31]等涂膜研究的结论相似。说明涂膜处理能提高豇豆过氧化物酶活性,进而清除过剩的自由基、使体内自由基维持在正常的动态水平^[21]。海藻酸钠组的过氧化物酶活性显著高于 CMC-Na 组 ($p < 0.05$),说明海藻酸钠涂膜处理能更好地保持较高的过氧化物酶活性。

3 结论

涂膜是果蔬保鲜重要的发展方向,不管是单一性涂膜或是复合涂膜在果蔬领域均有不同的研究。本试验对鲜切豇豆进行海藻酸钠或 CMC-Na 涂膜处理,降低呼吸强度,维持较高的可溶性固形物含量,减少 Vc 和叶绿素的损失,保持较高的过氧化物酶活性,减少

丙二醛的积累,保持鲜切豇豆的品质。其中,海藻酸钠涂膜更有利于鲜切豇豆贮藏,在保持 Vc 和叶绿素、减轻 MDA 含量积累等方面效果最佳,可能在于海藻酸钠比 CMC-Na 具有更好的成膜性和阻气性。但是,海藻酸钠膜的机械强度和对一些微生物的抑制方面还存在不足^[12],需要采用其他材料与其复配,因此对于复合膜的研制,还有待进一步的实验和研究。

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:学刊,2014,11:52-54
ZUO Jin-hua, WANG Qing, GAO Li-pu. Research status on postharvest preservation technique of vigna sinensis [J]. Farm Products Processing, 2014, 11: 52-54
- [2] 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
ZHANG Fu-ping. Analysis about the effect of different temperature on preservation of vigna sine during postharvest storage [J]. Food Research and Development, 2008, 29(2): 146-148
- [3] 王清雄.不同贮藏温度对豇豆外观保鲜的影响[J].热带农业工程,2017,41(5-6):37-39
WANG Qing-xiong. Effects of different storage temperatures on preservation of cowpea [J]. Tropical Agricultural Engineering, 2017, 41(5-6): 37-39
- [4] 王利斌,姜丽,石韵,等.气调对豇豆贮藏期效果的影响[J].食品科学,2013,34(10):313-316
WANG Li-bin, JIANG Li, SHI Yun, et al. Effect of controlled atmosphere on quality of cowpea during storage [J]. Food Science, 2013, 34(10): 313-316
- [5] 谢晓娜,沈少芸,陈圆圆,等.热水处理对豇豆贮藏品质的影响[J].广东农业科学,2011,38(1):104-107
XIE Xiao-na, SHEN Shao-jun, CHEN Yuan-yuan, et al. Effect of hot water treatment on storage quality of kidney bean [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2011, 38(1): 104-107
- [6] 冯传作,辛建华,童军茂.壳聚糖涂膜保鲜对豇豆生理生化指标的影响[J].安徽农学通报,2012,18(21):87-89
FENG Chuan-zuo, XIN Jian-hua, TONG Jun-mao. Chitosan coating preservation physiological and biochemical indexes of cowpea [J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2012, 18(21): 87-89
- [7] 邢淑婕,张宇航,刘开华.含茶多酚的大豆分离蛋白涂膜对豇豆保鲜效果的影响[J].食品工业,2015,9:192-195
XING Shu-jie, ZHANG Yu-hang, LIU Kai-hua. Preservation

- effect of tea polyphenol-incorporated soy protein isolate coating on cowpea [J]. *China Food Industry*, 2015, 9: 192-195
- [8] 张宇航,王荣荣,邢淑婕.豇豆涂膜保鲜效果的研究[J].*食品安全质量检测学报*,2015,3:775-780
ZHANG Yu-hang, WANG Rong-rong, XING Shu-jie. Preservation effect of coating on cowpea [J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2015, 3: 775-780
- [9] 栗子茜,高彦祥.壳聚糖在果蔬涂膜保鲜的应用[J].*中国食品添加剂*,2018,1:139-145
LI Zi-qian, GAO Yan-xiang. Chitosan-based coating in fruits and vegetables preservation [J]. *China Food Additives*, 2018, 1: 139-145
- [10] DONG F, WANG X. Effects of carboxymethyl cellulose incorporated with garlic essential oil composite coatings for improving quality of strawberries [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2017, 104(Pt A): 821
- [11] 张小琴.可食性涂膜对鲜切水果品质的影响[D].重庆:西南大学,2016
ZHANG Xiao-qin. Effect of edible film on quality in fresh-cut fruit [D]. Chongqing: Southwest University, 2016
- [12] 胡晓亮,周国燕,王春霞,等.海藻酸钠在水果贮藏保鲜中的应用[J].*食品与发酵工业*, 2012,38(1):143-146
HU Xiao-liang, ZHOU Guo-yan, WANG Chun-xia, et al. Application of sodium alginate in fruit storage and preservation [J]. *Food and Fermentation Industries*, 2012, 38(1): 143-146
- [13] 汪学荣,阚建全,邓尚贵.羧甲基纤维素钠在食品工业中应用及研究现状[J].*粮食与油脂*,2006,3:42-45
WANG Xue-rong, KAN Jian-quan, DENG Shang-gui. Application and studying situation of sodium carboxymethyl cellulose in food industry [J]. *Cereals and Oils*, 2006, 3: 42-45
- [14] NY/T 2637-2014,水果和蔬菜可溶性固形物含量的测定折射仪法[S]
NY/T 2637-2014, Refractometric Method for Total Soluble Solids in Fruits and Vegetables [S]
- [15] 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
LI He-sheng. Physiological and biochemical experimental principles and techniques [M]. Beijing: Higher Education Press, 2000
- [16] JIN P, ZHU H, WANG L, et al. Oxalic acid alleviates chilling injury in peach fruit by regulating energy metabolism and fatty acid contents [J]. *Food Chemistry*, 2014, 161(11): 87-93
- [17] LI P, HU H, LUO S, et al. Shelf life extension of fresh lotus pods and seeds (*Nelumbonucifera* Gaertn.) in response to treatments with 1-MCP and lacquer wax [J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2017, 125: 140-149
- [18] 燕平梅,高继萍,李萱,等.不同理化处理对鲜切豇豆菜生理特性的影响[J].*中国调味品*,2010,35(10):63-66
YAN Ping-mei, GAO Ji-ping, LI Xuan, et al. Effects of different types of physical and chemical treatment on kind indexes of the fresh vegetable [J]. *China Condiment*, 2010, 35(10): 63-66
- [19] 周然,闫丽萍,谢晶,等.可食性保鲜涂膜对冷藏黄花梨品质的影响[J].*农业工程学报*,2009,25(5):275-279
ZHOU Ran, YAN Li-ping, XIE Jing, et al. Effect of edible coatings on postharvest qualities of huanghua pear fruits during cold storage [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2009, 25(5): 275-279
- [20] Hagenmaier R D. A comparison of ethane, ethylene and CO₂ peel permeance for fruit with different coatings [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2005, 37(1): 56-64
- [21] 范林林,高丽朴,王清,等.预冷方式对豇豆采后生理特性的影响[J].*北方园艺*,2015,17:518-522
FAN Lin-lin, GAO Li-pu, WANG Qing, et al. Effect of precooling methods on postharvest physiological characteristics of cowpea [J]. *Northern Horticulture*, 2015, 17: 518-522
- [22] 史君彦,高丽朴,王清,等.不同保鲜膜包装处理对豇豆的保鲜效果[J].*北方园艺*,2016,16:125-128
SHI Jun-yan, GAO Li-pu, WANG Qing, et al. Effects of different cling film packaging on the preservation of cowpea [J]. *Northern Horticulture*, 2016, 16: 125-128
- [23] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[J].北京:中国轻工业出版社,2017
CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Experimental guidance of postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables [J]. Beijing: China Light Industry Press, 2017
- [24] 任邦来,邱婷婷.海藻酸钠对番茄保鲜效果的影响[J].*中国食物与营养*,2017,23(10):38-41
REN Bang-lai, QIU Ting-ting. Preservation effects of Sodium Alginate on tomato [J]. *Food and Nutrition in China*, 2017, 23(10): 38-41
- [25] 任邦来,妥丽琼.不同浓度海藻酸钠处理对黄瓜保鲜效果的影响[J].*中国食物与营养*,2015,21(8):39-41
REN Bang-lai, TUO Li-qiong. Effect of different concentrations of sodium alginate on cucumbers preservation

- [J]. Food and Nutrition in China, 2015, 21(8): 39-41
- [26] 谢玉花,罗杨合,谢冬娣,等.不同浓度壳聚糖涂膜对贡柑贮藏品质的影响[J].食品研究与开发,2017,38(22):209-213
XIE Yu-hua, LUO Yang-he, XIE Dong-di, et al. Effects of different concentrations chitosan coating on storage quality of Gonggan [J]. Food Research and Development, 2017, 38(22): 209-213
- [27] 袁蒙蒙.壳聚糖涂膜对西葫芦和黄瓜保鲜效果的影响及减轻冷害的研究[D].福州:福建农林大学,2012
YUAN Meng-meng. Study on the preservation and alleviating chilling injury of summer squash and cucumber by chitosan film [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2012
- [28] 梁国斌,王海,张耀红,等.壳聚糖和抗坏血酸复合处理提高台湾青枣采后保鲜效果[J].农业工程学报,2017,33(17): 304-312
LIANG Guo-bin, WANG Hai, ZHANG Yao-hong, et al. Improving preservation effects of taiwan jujube fruits by using chitosan coating combined with ascorbic acid during postharvest period [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2017, 33(17): 304-312
- [29] 郭瑞,朱丹,宋静,等.可食性复合涂膜对滑子菇采后贮藏品质的影响[J].现代食品科技,2018,34(2):149-156
GUO Rui, ZHU Dan, SONG Jing, et al. Effect of composite coating treatment on postharvest preservation of Pholiota Nameko [J]. Modern Food Science and Technology, 2018, 34(2): 149-156
- [30] 王彩霞,杨卫军,陈瑞利,等.海藻酸钠涂膜对冷藏‘扁核酸’大枣呼吸生理和氧化酶活性的影响[J].中国农学通报, 2015,31(19):227-231
WANG Cai-xia, YANG Wei-jun, CHEN Rui-li, et al. Effects of sodium alginate coating on respiration and oxidase activity of ‘Bianhesuan’ Jujube fruits under chilling storage [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2015, 31(19): 227-231
- [31] 张玮圳,于晓红,刘丽宅,等.壳聚糖可食膜的不同涂膜方式对蓝靛果贮藏的影响[J].农产品加工,2016,10:12-16
ZHANG Wei-zhen, YU Xiao-hong, LIU Li-zhai, et al. Effect on Lonicera Caerulea from different coating methods of chitosan eatable film [J]. Farm Products Processing, 2016, 10: 12-16