

不同保鲜处理对槟榔贮藏品质的影响

张姣姣, 郝晓磊, 李喜宏*, 刘佳, 李敏, 张文涛, 杜雅荣

(天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

摘要:将槟榔果实采后于 10 ℃条件下预冷 12 h, 再用 1 μL/L 的 1-甲基环丙烯(1-MCP)处理 12 h, 分别进行特克多(TBZ)处理、热处理、紫外线处理后于 14 ℃、相对湿度 80%~90%的环境下贮藏 40 d, 研究不同处理对槟榔鲜果贮藏品质的影响。结果表明, 3 种处理对槟榔保鲜均有较好的效果, 以 TBZ 处理的槟榔保鲜效果最佳, 热处理次之。TBZ 和热处理可有效减少槟榔 VC、可溶性固形物含量和槟榔碱的消耗, 抑制木质素的增加, 保持槟榔果柄的硬度和较高的好果率。

关键词: 槟榔; 保鲜; 特克多; 热处理; 紫外线; 品质

Effects of Different Preservation Treatments on Storage Quality of Betel Nut

ZHANG Jiao-jiao, HAO Xiao-lei, LI Xi-hong*, LIU Jia, LI Min, ZHANG Wen-tao, DU Ya-rong
(College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: The fresh betel nuts were stored at 10 ℃ for 12 hours precooling after harvested, and then treated with 1-MCP at 1 μL/L for 12 hours. The betel nuts were divided averagely into three groups and treated with 2-(4-thiazolyl) benzimidazole (TBZ), heat treatment, ultraviolet respectively, and then stored at 14 ℃ with 80%~90% relative humidity for 40 days to research the effects of different treatments on storage quality of fresh betel nuts. The results showed that, the three treatments had better effects on the storage quality of betel nut than the control, and the betel nuts treated with TBZ was the best, followed by the heat treatment. TBZ and heat treatment could effectively inhibit the reduction of VC, SSC and arecoline contents, suppress the increase of lignin content, maintain the carpodium firmness and intact good fruit rate.

Key words: betel nut; storage; TBZ; heat treatment; ultraviolet rays; quality

中图分类号: S667.9

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6221.2016.03.004

槟榔别名宾门、仁榔, 与椰子同属棕榈科常绿乔木, 主要分布在中非和东南亚, 在我国主产于海南、台湾、广东、广西、云南等地, 为我国四大南药之首, 具有固齿杀菌、消积化食、消脚气及驱虫等功效, 并有消肿、行气利尿的作用^[1]。鲜槟榔在常温条件下约几天就

会变质, 出现失水、果蒂发霉腐烂、果皮变黄皱缩、果肉纤维化、果仁褐变、味变劣等现象^[2], 失去食用价值。所以槟榔贮藏保鲜问题是制约我国槟榔产业迅速发展的难点, 而研究槟榔果实采后生理和贮藏保鲜技术是解决槟榔鲜果贮藏问题的关键^[3]。

基金项目: 天津市科技计划项目(15YFYSNC00010)

作者简介: 张姣姣(1990—), 女, 汉族, 硕士在读, 研究方向: 农产品加工与保鲜。

*通讯作者: 李喜宏, 博士, 教授, 研究方向: 农产品加工与保鲜。

目前国内外学者对槟榔保鲜的研究比较少,市场上以烟熏加工过的槟榔为主,其能够长期储藏,不易变质,但质地和营养品质下降,且含有烟垢、苯并芘等有害物质^[4]。另外,国外大多数研究主要集中在槟榔成分提取、抗菌活性及槟榔功能性物质上,对槟榔保鲜技术深入研究的文献更是少之又少。国内关于槟榔保鲜的研究相比其他热带水果也较少,夏兵等^[5]研究发现,槟榔是呼吸跃变型果实,李瑶瑶等^[6]研究表明,气调处理可较好地保持槟榔的贮藏品质。

特克多(TBZ)是一种低毒内吸性杀菌剂,具有广泛的抗菌谱,对青、绿霉菌等128种常见果蔬有害菌种有抑制作用,对香蕉、柑橘、苹果、菜花、番茄等果蔬的保鲜具有显著效果^[7]。热处理是采用适宜温度(35~50℃)对采后果蔬进行短时间处理,以杀死或抑制病原菌的活动,改变酶活性和果蔬表面结构特性,诱导果蔬的抗逆性,从而达到贮藏保鲜的效果^[8]。适量的紫外线照射果蔬可以杀虫灭菌、调节成熟度、保持果蔬的鲜度,从而达到控制果蔬腐烂,延长采后寿命的作用^[9-10]。

本试验分别对槟榔进行TBZ、热处理和紫外线处理,以增强槟榔的抗逆反应,调节相关酶活性,并抑制微生物生长代谢,随后将槟榔置于14℃、RH 80%~90%的环境中贮藏,以延长槟榔保鲜期,从而筛选出适用于槟榔保鲜处理的方法,为槟榔长期贮藏保鲜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料与试剂

槟榔于2014年11月4日采自海南省屯昌县坡心镇某果园。挑选嫩绿新鲜、无机械损伤、大小均匀、果皮颜色相对一致、无病虫害、8成熟、单果重25~30g的果实,于5日空运至天津科技大学农产品保鲜研究室,通风降湿后在10℃条件下预冷12h,再用1μL/L的1-甲基环丙烯(1-MCP)熏蒸12h,备用。

1-MCP,由台湾利统股份有限公司生产;TBZ、PVC保鲜袋(20cm×30cm×0.03mm)均由国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)提供;氢溴酸槟榔碱,纯度100%,由美国Sigma公司生产;硫酸、乙醚、乙腈等,由天津洋泰化工商贸有限公司提供。

1.1.2 仪器与设备

JJ-1000精密电子天平, PAL-3型手持糖度计, GY-1型手持硬度计, Hewlett Packard Tiseriess1050高效液相色谱仪, Centrifuge 5804R冷冻离心机, LS-B50L

高压灭菌锅。

1.2 方法

1.2.1 处理方法

TBZ处理: 槟榔置于塑料筐内,于室温条件下(16℃),使用4.5% TBZ烟熏剂在气调保鲜库内点燃后熏蒸,完全反应后密闭空间内TBZ的有效浓度为0.27 mg/L,熏蒸时间24 h。熏蒸结束后将塑料筐放回预冷库。

热处理: 将槟榔鲜果置于55℃热水中浸泡3 min,取出后放入垫有滤纸的塑料筐内,于预冷库内自然晾干。

紫外线(UV)处理: 室温条件下(16℃),将槟榔置于塑料筐内,放入无菌操作台中使其距紫外灯丝(30 W,长度为90 cm)100 cm,照射900 s后无菌翻动,照射另一面900 s。根据下式计算得出紫外照射剂量为477 478.91 μW·s·cm⁻²,之后将塑料筐放回预冷库。

$$\text{照射剂量}(\mu\text{W}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-2}) = \frac{W}{2 \times \pi \times r \times L} \times T$$

式中:W为紫外灯功率(μW);π为圆周率,取值3.1415; r为与紫外灯丝的距离(cm); L为紫外灯管长度(cm); T为照射时间(s)。

以上处理结束后,将各个处理组果实放入PVC保鲜袋中扎口,每袋2 kg,每个处理3袋。CK组果实为经预冷并1-MCP熏蒸的果实。然后将4组果实置于14℃、RH 80%~90%环境下贮藏40 d,每10 d测定一次相关指标。每次分别从每个处理的3袋平行中取果5个,重复3次。

1.2.2 测定项目与方法

1.2.2.1 木质素含量

参照朱海英等^[11]的方法,并作部分改进:取槟榔鲜果的纤维素部分于研钵中研碎,精确称取4.00 g置于锥形瓶中,然后向锥形瓶中倒入10 mL 70%的硫酸,30~40℃摇床震荡1 h,再用210 mL蒸馏水冲洗反应后的混合液于250 mL锥形瓶中,用牛皮纸封口后高压灭菌锅121℃保温1 h,然后将热溶液通过G4砂芯漏斗抽滤并用热水冲洗,残渣于漏斗中60℃烘至恒重,前后漏斗质量之差作为木质素含量。

1.2.2.2 槟榔碱含量

采用高效液相色谱法测定槟榔中槟榔碱含量。

样品处理: 研磨槟榔(或取用液氮封的槟榔样品)后,精密称取1 g,加氨水0.4 mL,立即加50 mL乙醚,25℃以下超声5 min,倒出乙醚提取液至预置1 mL 0.5%磷酸液的旋转蒸发瓶中,分别加乙醚30 mL、20 mL超声2次,每次2 min,合并乙醚提取液,将旋转蒸发瓶在旋转蒸发仪上挥去乙醚(注意温度,不要超过25℃),

残渣用 2 mL 50% 的乙腈溶解后, 取上清液过 0.45 μm 滤膜, 备用。

色谱条件: 色谱柱: Diamonsil C18 柱 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm); 流动相: 0.02 mol/L 磷酸二氢钾 (含 0.3% 三乙胺, H₃PO₄ 调 pH 为 3) - 乙腈 (99:1); 检测波长: 215 nm; 柱温: 20 °C; 流速: 0.8 mL/min; 进样量: 5 μL。

1.2.2.3 VC 含量

采用碘滴定法测定^[12]。

1.2.2.4 可溶性固形物含量(SSC)

采用折光计法测定^[12]。

1.2.2.5 硬度

使用手持硬度计测定槟榔果柄硬度, 单位: kg/cm²。

1.2.2.6 好果率

以槟榔不长霉、无腐烂为好果。以无腐烂、长霉的果实个数与观察总果数的百分比为好果率。

1.2.3 数据分析

用 Origin 软件处理数据, 应用 SAS 软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同保鲜处理对槟榔木质素含量的影响

木质化是由于木质素在细胞中的沉积, 从而导致细胞壁变得坚固, 果实口味粗糙的一种现象^[13], 因此, 木质素含量是衡量槟榔果实冷害与衰老程度的一个重要指标。

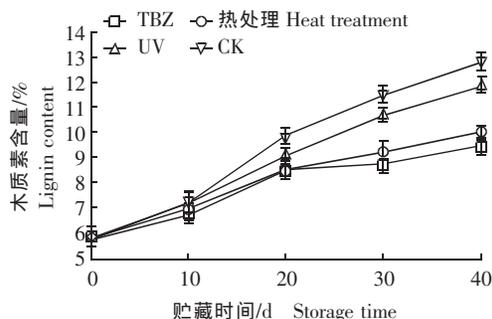


图 1 不同保鲜处理对槟榔木质素含量的影响

Fig.1 Effects of different preservation treatments on lignin contents of betel nut

由图 1 可以看出, 不同处理的槟榔鲜果在贮藏期间木质素含量均呈上升趋势, 其中紫外线处理组的木质素含量始终高于 TBZ 和热处理组。贮藏 10~20 d, 各处理的木质素含量增加趋势均较快, 20 d 时, TBZ 处理、热处理、紫外线处理的木质素含量相比初值 5.8% 分别升高了 46.55%、44.83%、58.62%, 对照组增长了 68.97%。贮藏 20~40 d, TBZ 和热处理组果实的

木质素含量上升缓慢, 且 TBZ 处理的木质素含量一直低于热处理组, 但无显著差异, 40 d 时木质素含量分别为 9.5%、10%。紫外线处理组的木质素含量增长趋势和对照组一致, 但比对照组缓慢, 40 d 时木质素含量分别为 11.8%、12.8%, 紫外线处理组的木质素含量显著低于对照组 ($P < 0.05$)。TBZ 和热处理组的木质素含量第 20 天后始终显著低于 CK 组 ($P < 0.05$), 说明 TBZ 和热处理能显著抑制槟榔贮藏过程中木质素含量的增加, 保持槟榔的咀嚼口感。

2.2 不同保鲜处理对槟榔碱含量的影响

槟榔碱是槟榔中主要的药理保健活性成分, 也是槟榔中含量最多的一种生物碱^[14-16]。槟榔碱含量的变化直接影响槟榔的药性及其鲜食的口感。

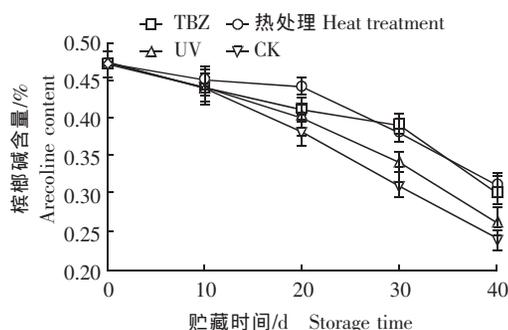


图 2 不同保鲜处理对槟榔碱含量的影响

Fig.2 Effects of different preservation treatments on arecoline contents of betel nut

由图 2 可以看出, 各处理的槟榔在贮藏期间槟榔碱含量逐渐降低。槟榔碱含量的初始值为 0.47%, 贮藏前 20 天热处理组槟榔碱含量缓慢下降, 20 d 时槟榔碱含量为 0.44%, 显著高于 CK ($P < 0.05$), 而 TBZ 处理、紫外线处理和 CK 组分别为 0.41%、0.40% 和 0.38%, 三者之间差异不显著。贮藏 20~40 d, 热处理组下降速度增加, 但 40 d 时槟榔碱含量仍是最高, 为 0.31%, 显著高于紫外线和 CK ($P < 0.05$), 但与 TBZ 组无显著差异。整个贮藏期内, 紫外线处理组的槟榔碱含量与对照组之间差异不显著。

2.3 不同保鲜处理对槟榔 VC 含量的影响

VC 含量是衡量槟榔营养价值的一个重要指标。由图 3 可以看出, 整个贮藏过程中, 各处理槟榔 VC 含量均显著下降, 这可能是由于在贮藏过程中随着呼吸作用及病原菌的侵染, VC 被分解。CK 组 20 d 后 VC 含量急剧下降, 40 d 时 CK 组 VC 含量相比初值减少了 65.87%。TBZ 和热处理对病原菌的抑制使得 VC 含量在前 30 天下降缓慢, 30 d 时 TBZ 和热处理组的 VC 含量分别为 3.87、3.78 mg/g, 相比初值分别减少了 15.87%、17.83%。贮藏 40 d 时热处理组的 VC 含

量急剧下降至 2.50 mg/g,但仍显著高于紫外线处理组和 CK 果实($P < 0.05$)。此时,TBZ 处理组仍表现为缓慢下降,VC 含量为 3.30 mg/g,显著高于其他 3 组($P < 0.05$)。热处理在前期效果明显,后期效果不如 TBZ 处理。紫外线处理组的 VC 含量变化趋势和对照组相似,对 VC 含量的减少有一定的效抑制果,但是效果不如另外两组明显。

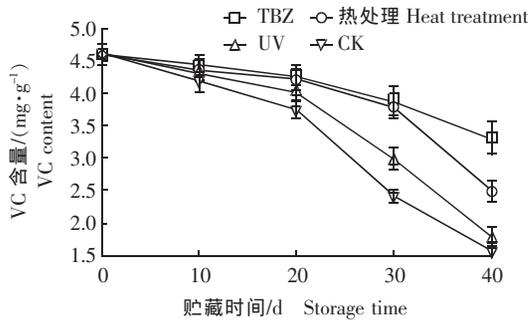


图3 不同保鲜处理对槟榔 VC 含量的影响

Fig.3 Effects of different preservation treatments on VC contents of betel nut

2.4 不同保鲜处理对槟榔 SSC 的影响

可溶性固形物含量的变化是果实贮藏物质变化的综合表现,也是衡量果实贮藏品质的重要指标之一。由图 4 可以看出,贮藏期间各处理槟榔 SSC 均呈下降趋势。TBZ 处理组槟榔 SSC 始终处于较高水平,说明 TBZ 处理的槟榔糖分等消耗速度较慢,可溶性固形物损失相对较少,有利于槟榔保鲜。贮藏 40 d 时,TBZ 组、热处理组、紫外线处理组、CK 的 SSC 分别为 10.58%、10.06%、8.67%、7.83%,相比初值分别减少了 55.55%、57.73%、63.57%、67.10%,其中 TBZ 组和热处理组的 SSC 差异不显著,但二者均显著高于紫外线组和 CK($P < 0.05$)。

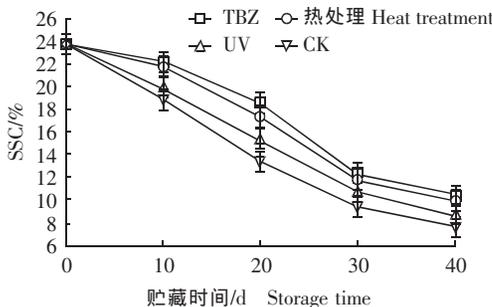


图4 不同保鲜处理对槟榔 SSC 的影响

Fig4 Effects of different preservation treatments on SSC of betel nut

2.5 不同保鲜处理对槟榔果柄硬度的影响

槟榔果柄硬度变化是反映其贮藏品质的重要指标之一。由图 5 可以看出,贮藏期间,各处理组槟榔的果柄硬度均呈下降趋势,且后 20 天果柄硬度下降的速率明显大于前 20 天,这与槟榔在贮藏后期病原菌

的侵染导致果柄位置开始变软腐烂,硬度下降有关。TBZ 处理、热处理、紫外线处理均能不同程度地抑制果柄硬度下降,贮藏 20 d 时,3 个处理组的果柄硬度均高于 CK 组,但所有处理之间无显著差异。20 d 后 TBZ 处理组的硬度下降速度加快,30 d 时,热处理组的果柄硬度高于 TBZ 处理组,两者之间无显著差异,但都显著高于 CK 组($P < 0.05$)。40 d 时,TBZ、热处理、紫外线处理槟榔的果柄硬度值分别为 7.8、8.0、7.0 kg/cm²,3 个处理组之间差异不显著,但均显著高于 CK($P < 0.05$)。

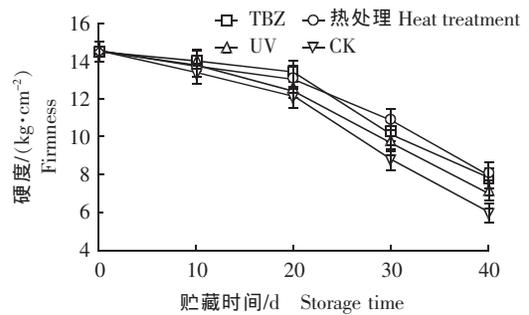


图5 不同保鲜处理对槟榔果柄硬度的影响

Fig.5 Effects of different preservation treatments on carpopodium firmness of betel nut

2.6 不同保鲜处理对槟榔好果率的影响

好果率是衡量果实贮藏效果的最直接指标之一。由图 6 可见,随着贮藏时间的延长,槟榔的好果率呈逐渐下降的趋势。贮藏前 20 天,TBZ 组好果率最高,贮藏 20 d 时,TBZ、热处理、紫外线处理组、CK 组的好果率分别为 92.14%、87.58%、85.10%、80.67%,TBZ 处理组的好果率显著高于其他 3 组($P < 0.05$),紫外线和热处理组的好果率显著高于对照($P < 0.05$),但两组之间无显著差异。贮藏 40 d 时,TBZ 处理组和热处理组的好果率分别为 70.33%、67.25%,两者之间差异不显著,但显著高于紫外线处理组和 CK($P < 0.05$),且紫外线处理组和 CK 之间也无显著差异。

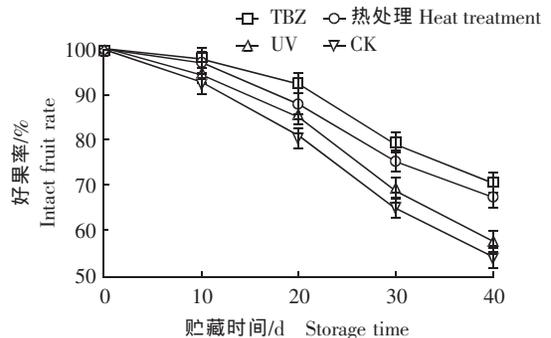


图6 不同保鲜处理对槟榔好果率的影响

Fig.6 Effects of different preservation treatments on intact fruit rates of betel nut

3 讨论与结论

TBZ 是果蔬贮藏、运输中常用的保鲜剂,能有效抑制多种病原菌的侵染,减少果蔬腐烂^[7]。热处理可以减少果蔬腐烂并抑制成熟,这和热激蛋白的积累有关^[17],其能提高果蔬的抗病虫能力,并有效抑制多酚氧化酶(PPO)、过氧化物酶(POD)等酶的活性,这在荔枝保鲜中研究较多^[18-19]。紫外线作为常见的一种消毒方式,用于果蔬保鲜,可有效保护细胞膜,增强果蔬的抗氧化能力及抗病能力^[20-21]。

通过比较 TBZ 处理、热处理和紫外线处理在 14℃、RH 为 80%~90% 条件下对槟榔鲜果贮藏品质的影响,得出以下结论:TBZ 处理、热处理、紫外线对槟榔的贮藏保鲜均有较好效果,其中,TBZ 和热处理效果显著,能有效减少槟榔中 VC、SSC 和槟榔碱等营养物质的消耗,抑制木质素的增加,保持槟榔果柄硬度,并抑制病原微生物的侵染,减少槟榔腐烂,保持较高的好果率。紫外线处理对槟榔品质的保持也有一定的作用,但不如 TBZ 和热处理的效果明显。

参考文献:

- [1] 陈勇. 食用槟榔工业化生产研究[J]. 食品与机械,1995(2): 21-23.
- [2] 贾志旺,徐继,郝乃斌,等. 槟榔果实采后生理研究[J]. 保鲜与加工,2003,3(6):6-7.
- [3] 谭乐和. 世界槟榔加工技术发展现状及我国槟榔产业化发展对策[J]. 热带农业科学,2005,25(4):40-43.
- [4] 万新,万剑真,艾初湘. 鲜食槟榔加工技术研究[J]. 食品科技,2003(4):19-22.
- [5] 夏兵,吉建邦,王春生,等. 槟榔果实采后呼吸机制研究[J]. 食品与机械,2010(3):54-56.
- [6] 李瑶瑶,杨相政,李喜宏. 不同贮藏条件对槟榔品质的影响[J]. 中国果菜,2014,34(2):15-17.
- [7] 沈静. 果蔬保鲜剂噻苯咪唑、邻苯基苯酚、联苯的光谱特性及残留分析研究[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学,2007: 1-45.
- [8] 凌喆,郑淑芳,孙程旭,等. 热处理在果蔬保鲜贮藏方面的研究与应用[J]. 安徽农业科学,2007,35(8):2399-2400.
- [9] 姜天甲,陆仙英,蒋振晖,等. 短波紫外线处理对香菇采后品质的影响[J]. 农业机械学报,2010,41(2):108-112.
- [10] PAN J, VICENTE A R, MARTÍNEZ G A, et al. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2004,84(14): 1831-1838.
- [11] 朱海英,李人圭,王隆华,等. 丝瓜果实发育中木质素代谢及有关导管分化的生理生化研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),1997(1):87-94.
- [12] 曹建康,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,2007:24-34.
- [13] 李磊. 热激处理对冷藏枇杷果实生理反应及品质的影响[D]. 厦门:集美大学,2010:1-82.
- [14] 王光,胡弼. 槟榔碱的研究进展[J]. 国际病理科学与临床杂志,2010,30(2):171-175.
- [15] 周文化,李忠海,张海德,等. 不同槟榔果常规营养成分和槟榔碱含量分析[J]. 食品与机械,2009,23(3):27-30.
- [16] 罗士数. 槟榔中槟榔碱的提取分离及其活性研究[D]. 海口:海南大学,2011:1-62.
- [17] FALLIK E. Prestorage hot water treatment (immersion, rinsing and brushing) [J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 32(2):125-134.
- [18] 寇莉萍,刘兴华,任亚梅,等. 采后热处理技术在果蔬贮藏保鲜上的应用[J]. 食品科学,2005(S1):162-165.
- [19] 彭永宏,成文,施和平. 热水结合酸浸处理对荔枝果皮色素含量与酶活性的影响[J]. 果树科学,1999,16(2):92-97.
- [20] 刘长虹. 中短波紫外线调节采后番茄品质及相关次生代谢的效应与机理[D]. 杭州:浙江大学,2012:1-122.
- [21] 尹明安,李玉娟,任小林. 低剂量短波紫外线照射提高采后苹果抗病性[J]. 农业工程学报,2015,31(2):324-332.

收稿日期:2016-03-24

欢迎各位投稿、订阅、洽谈合作及广告业务

投稿平台 :www.bxyjg.com 联系邮箱 bxyjg@163.com