

刘晓燕,王 瑞,梁 虎,等. 不同温度贮藏贵长猕猴桃采后生理和品质变化[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):264-267.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.086

不同温度贮藏贵长猕猴桃采后生理和品质变化

刘晓燕^{1,2}, 王 瑞^{1,2}, 梁 虎², 马立志^{1,2}, 谢国芳^{1,2}, 吉 宁^{1,2}

(1. 贵阳学院食品与制药工程学院, 贵州贵阳 550005; 2. 贵阳学院/贵州省果品加工工程技术研究中心, 贵州贵阳 550005)

摘要:以贵州修文贵长猕猴桃品种为试验材料,研究 5、25 ℃ 贮藏温度下猕猴桃各项生理指标品质的变化情况。结果表明:5 ℃ 下贵长猕猴桃果实乙烯释放率、呼吸强度变化不大;还原糖含量、硬度、色差、总酸变化相对平缓;CAT、SOD 活性较高,猕猴桃贮藏品质优于 25 ℃ 下贮藏品质。低温贮藏不仅可以降低乙烯释放率及呼吸强度,延缓猕猴桃衰老进程,还能有效延缓贵长猕猴桃果实的还原糖积累与色差的增加,降低硬度、总酸、维生素 C 下降速度,保证了猕猴桃品质。

关键词:猕猴桃;温度;贮藏;生理;品质

中图分类号: TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0264-04

贵州省是世界上最适合种植猕猴桃的地区之一,贵州省修文县自 1998 年开始大面积推广猕猴桃,主打品种为贵长猕猴桃,以其酸甜适中及营养价值高而受到消费者的欢迎,并于 2011 年 9 月成为国家地理标志保护产品^[1]。猕猴桃是多汁浆果,一般在 9 月中旬至 10 月上中旬采收,由于此时外界气温较高且猕猴桃对乙烯敏感,采后很容易变软变烂,失去商品价值、食用价值^[2]。研究表明,适宜的贮藏条件下,猕猴桃的贮藏期可达 8 个月,商品果率超过 90%,基本上实现了周年供应。明确猕猴桃采后生理生化活动变化规律,对于调控猕猴桃软化衰老速度,从而延长猕猴桃贮藏保鲜期具有重要意义。猕猴桃鲜果属呼吸跃变型浆果,鲜贮难度大^[3],本研究考察猕猴桃采后 15 d 呼吸强度、乙烯释放速率、维生素 C 含量、酶活性等各指标的变化趋势及猕猴桃贮藏品质,旨在为提高猕猴桃贮藏价值提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

贵长猕猴桃于 2013 年 10 月 27 日 15:00—17:00 采自贵州省贵阳市修文益众农场;包装材料为 PE 保鲜袋(国家保鲜工程技术研究中心,20 μm);所使用化学试剂均为分析纯。

1.2 主要仪器设备

RXZ-0328 低温人工气候箱(宁波东南仪器有限公司);UV-2550 紫外可见分光光度计(日本 Shimadzu 公司);AUW120D 电子分析天平(日本 Shimadzu 公司);TGL-16A 台式高速冷冻离心机(长沙平凡仪器仪表有限公司);JJ-2 型组织捣碎机(金坛市易晨仪器制造有限公司);PAL-1 型

迷你数显折射计(日本爱拓公司);pHS-25 型数显酸度计(上海虹益仪器仪表有限公司);6600O₂/CO₂ 顶空分析仪(Illinois 仪器有限公司);CR-400 色差计(Konica Minolta 公司);GY-4 数显果实硬度计(浙江托普仪器有限公司)。

1.3 方法

1.3.1 果实采收与处理 贵长猕猴桃果实采收后 2 h 内运回贵州省果品加工工程技术研究中心果蔬贮藏与保鲜研究室,挑选果形端正、大小均匀、成熟度相对一致、无病虫害、无机械损伤的果实置于 PE 保鲜袋中分装(每袋 5 kg)。将分装后的猕猴桃分别置于 5、25 ℃ 人工气候箱预冷 24 h 扎袋后贮藏,每隔 3 d 取样测定各项指标,共测 15 d,每组设 3 个重复。

1.3.2 各指标测定方法 随机取 8 个果实,采用静置法^[4]测定果实呼吸强度、乙烯释放速率;采用硫代巴比妥酸(TBA)显色法^[4]测定丙二醛含量。用 GY-4 型硬度计测定果肉硬度,各处理中随机抽取 8 个果实,每个果实的腹部各削皮约 0.3 cm,取其平均值。随机取 8 个猕猴桃果实,洗净并擦干表皮毛,去皮、中柱后,取果实中部果肉,高速组织捣碎后于 10 ℃、10 000 r/min 离心 10 min,取上清液经 PAL-1 迷你数显折射计测定果实可溶性固形物含量。参照 GB/T 6195—1986《水果、蔬菜维生素 C 含量测定法》规定的方法测定维生素 C 含量;参照 GB/T 5009.7—2008《食品中还原糖的测定》规定的方法测定还原糖含量;参照 GB/T 12456—2008《食品中总酸的测定》规定的方法测定总酸含量;参照 Zhang 等的方法^[5]测定色差。随机取 8 个果实,去皮经组织捣碎机捣碎,取适量样品处理后用分光光度法分别测定过氧化氢酶(CAT)活性^[4]、过氧化物酶(POD)活性^[4]、超氧化物歧化酶(SOD)活性^[6]。

1.3.3 数据处理 各指标均重复测定 3 次,结果以“平均值±标准偏差”表示。使用 SPSS 13.0、Origin 8.5 软件对数据进行方差分析,并进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实硬度变化情况

果实硬度是衡量果实成熟度、贮藏品质的重要指标之一。由图 1 可知,猕猴桃果实硬度随贮藏时间的延长而降低,贮藏前 9 d 硬度下降速度较快,5 ℃ 下贮藏的果实硬度下降速度比

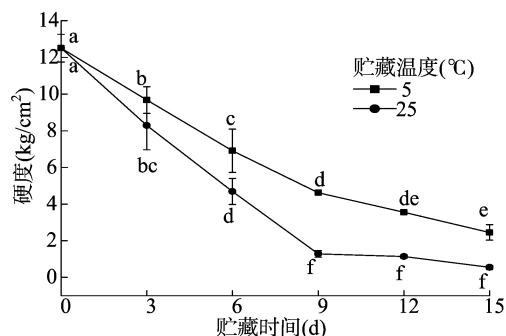
收稿日期:2014-06-23

基金项目:贵州省科学技术基金(编号:黔科合 J 字 LKG[2013]06 号);贵州省教育厅重点学科建设(编号:黔学位合字 ZDXK[2014]13 号);贵州省科技创新人才团队建设(编号:黔科合人才团队[2013]4028)。

作者简介:刘晓燕(1972—),女,硕士,四川安岳人,副教授,从事农产品加工与贮藏研究。E-mail:1195296111@qq.com.

通信作者:马立志,硕士,教授,从事农产品加工与储藏研究。E-mail:418829419@qq.com.

25℃下贮藏的果实慢,说明低温贮藏可延缓猕猴桃的软化速度。从图1还可见,贮藏3 d,2种温度处理下的果实硬度差异不显著;贮藏6 d后,2种温度处理的果实硬度差异显著($P < 0.05$)。



不同时间、不同处理间标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。图2至图12同

图1 不同贮藏温度对猕猴桃果实硬度的影响

2.2 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实可溶性固形物含量变化情况

可溶性固形物含量是反映果实成熟度的重要指标,果实未成熟之前,可溶性固形物含量随果实成熟度的提高而增加。由图2可看出,采后0~9 d 25℃下贮藏的果实可溶性固形物含量急剧上升,贮藏9 d达到峰值。果实贮藏前期淀粉降解为糖,致使可溶性固形物含量增加;贮藏后期,糖作为呼吸作用的主要基质被消耗,导致可溶性固形物含量降低^[7]。

5℃下果实可溶性固形物含量呈上升趋势,贮藏15 d时最高,但总体值均低于25℃下贮藏的猕猴桃果实,这可能是因为低温贮藏15 d内,猕猴桃果实还没有以糖作为呼吸消耗物,且低温可抑制淀粉降解。从图2还可见,从贮藏3~12 d,2种温度处理果实的可溶性固形物含量差异显著($P < 0.05$);贮藏结束时,2种温度处理果实的可溶性固形物含量差异不显著。

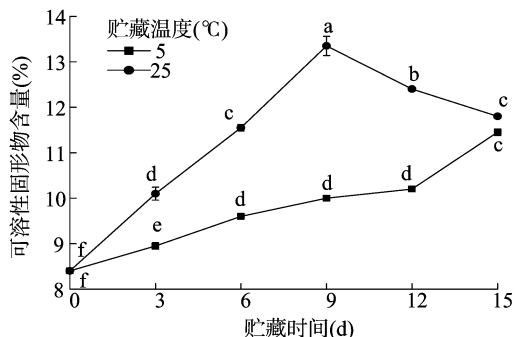


图2 不同贮藏温度对猕猴桃果实可溶性固形物含量的影响

2.3 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实乙烯释放速率变化情况

乙烯是气态植物激素,可以通过调节多个引起果实色泽、质地、香味、风味变化的基因来调控果实的成熟进程^[8]。由图3可知,采后前6 d,2种贮藏温度下猕猴桃果实乙烯释放速率几乎相等;随后25℃下贮藏的果实乙烯释放率急剧上升,贮藏12 d达到峰值;5℃下贮藏的果实采后15 d内乙烯释放速率变化不大,说明低温可抑制猕猴桃果实乙烯释放速率。从图3还可见,果实在贮藏前期(0~6 d),2种温度处理下的果实乙烯释放速率差异不显著;而从贮藏9 d开始至贮藏结束时,2种温

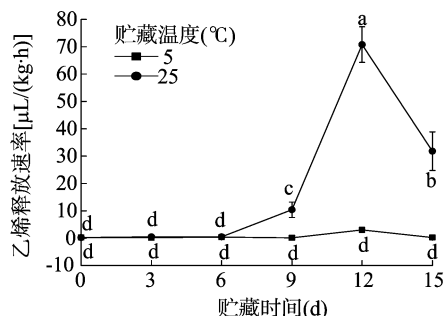


图3 不同贮藏温度对猕猴桃果实乙烯释放速率的影响

度处理的果实乙烯释放速率差异显著($P < 0.05$)。

2.4 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实呼吸速率变化情况

猕猴桃果实离开母体后仍保持旺盛的呼吸作用,呼吸作用消耗果蔬体内积累的有机养分,降低了果蔬食用品质、贮藏性。猕猴桃是典型的呼吸跃变型果实,在成熟过程中有明显的呼吸高峰,呼吸速率上升会导致猕猴桃果实急剧衰老^[9]。由图4可知,2种温度下刚采收时猕猴桃果实呼吸速率都处于最低点,说明刚采收时猕猴桃果实呼吸作用较弱;5℃下猕猴桃果实呼吸强度在整个贮藏期间变化不大,25℃下猕猴桃果实呼吸强度在整个贮藏期间呈先上升后下降再上升再下降趋势,且呈现明显的呼吸跃变,呼吸速率变化较大,贮藏12 d急剧升高达到峰值,之后一直维持在高水平,呼吸高峰值大大高于5℃下贮藏的猕猴桃果实,说明低温贮藏可抑制猕猴桃果实的呼吸作用。猕猴桃果实高温贮藏时,采后贮藏12 d均达到乙烯释放速率及呼吸作用峰值,这和李腾飞的研究结论^[10]一致;低温贮藏时,乙烯释放速率和呼吸速率均较平缓。从图4还可见,从贮藏3 d开始到贮藏结束时,2种温度处理果实的呼吸强度差异显著($P < 0.05$)。

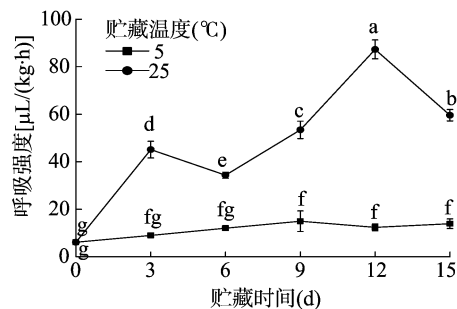


图4 不同贮藏温度对猕猴桃果实呼吸速率的影响

2.5 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实的丙二醛含量变化情况

丙二醛是具有细胞毒性的脂质过氧化物,反映细胞膜过氧化程度。由图5可知,贮藏期间,贵长猕猴桃果实丙二醛含量呈先上升后下降趋势,贮藏12 d达到峰值,细胞损伤严重。低温贮藏下猕猴桃果实丙二醛含量总体低于室温贮藏,说明低温贮藏有利于降低猕猴桃果实的丙二醛含量。从图5还可见,贮藏3 d至贮藏结束时,2种温度处理的果实丙二醛含量差异显著($P < 0.05$)。

2.6 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实色差变化情况

果蔬的色泽直接影响人们的消费心理。由图6可知,2种贮藏温度下猕猴桃果实色差整体都呈上升趋势,前3 d差异不显著,随后25℃下贮藏的猕猴桃果实色差高于5℃下贮

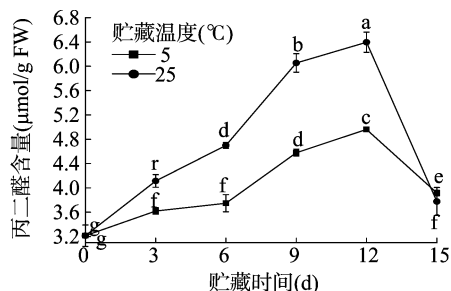


图5 不同贮藏温度对猕猴桃果实丙二醛的影响

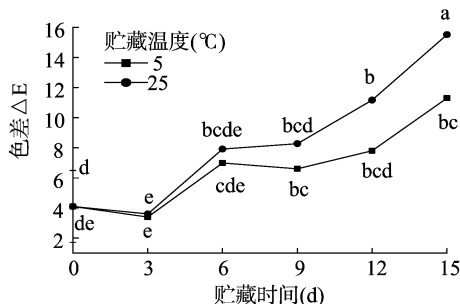


图6 不同贮藏温度对猕猴桃果实色差的影响

藏的果实,说明在 5℃ 下贮藏的果实能够更好地维持果实原有的色差。从图 6 还可见,果实贮藏 0~12 d,2 种温度处理下的果实色差差异不显著;而在果实贮藏结束时,2 种温度处理的果实色差差异显著 ($P < 0.05$)。

2.7 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实还原糖含量变化情况

果蔬贮藏中,还原糖含量受呼吸消耗的影响^[11]。由图 7 可知,贮藏过程中 2 种温度下果实还原糖含量不断增加,说明淀粉、果胶、纤维素不断被转化为还原糖。25℃ 下贮藏猕猴桃果实还原糖含量高于 5℃ 下贮藏的果实还原糖含量,说明低温可抑制猕猴桃果实还原糖的积累。从图 7 还可见,果实贮藏 9~15 d,2 种温度处理下的果实还原糖含量差异显著 ($P < 0.05$)。

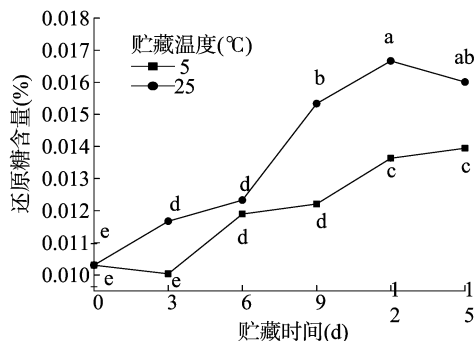


图7 不同贮藏温度对猕猴桃果实还原糖含量的影响

2.8 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实总酸含量变化情况

总酸是反映果实风味、品质的重要指标,维持一定的酸度可使果实风味更佳。由图 8 可知,猕猴桃果实总酸含量在 2 种温度下都呈下降趋势,前 6 d 下降较快;2 种温度下的猕猴桃果实总酸含量在 6~15 d 呈折线状;25℃ 下猕猴桃果实总酸含量低于 5℃ 下贮藏的总酸含量。总体来说,5℃ 贮藏的总酸变化值低于 25℃,说明低温贮藏能够抑制果实中酸含量

的下降。从图 8 还可见,果实从贮藏 3 d 至贮藏结束时,2 种温度处理的果实总酸含量差异显著 ($P < 0.05$)。

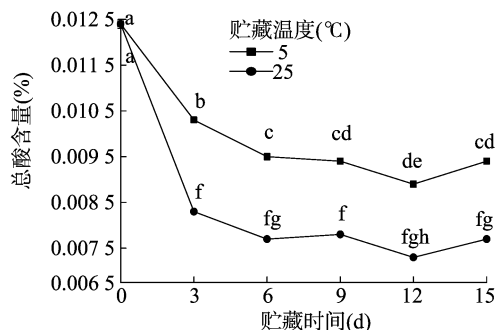


图8 不同贮藏温度对猕猴桃果实总酸含量的影响

2.9 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实维生素 C 含量变化情况

维生素 C 含量是猕猴桃果实的重要品质指标。由图 9 可知,5℃ 下贮藏的猕猴桃果实维生素 C 含量明显高于 25℃ 下贮藏的果实;25℃ 下贮藏的果实维生素 C 含量变化较大,从刚采收时的 121 mg/100 g 降到贮藏 15 d 时的 54 mg/100 g,说明低温贮藏可减缓猕猴桃果实维生素 C 含量的降低速率,从图 9 还可见,从贮藏 3 d 至贮藏结束,2 种温度处理的果实维生素 C 含量差异显著 ($P < 0.05$)。

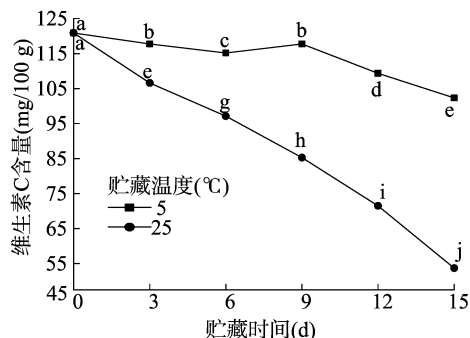


图9 不同贮藏温度对猕猴桃果实维生素C含量的影响

2.10 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实 CAT 活性变化情况

CAT 是植物体内重要的保护酶,可以清除植物体内 H_2O_2 ,减少其对果蔬的氧化伤害。由图 10 可知,2 种贮藏温度下猕猴桃果实 CAT 酶活性都呈先上升后下降趋势。25℃ 下贮藏的猕猴桃果实 CAT 酶活性先直线上升,之后逐渐下降,降到最低。5℃ 下贮藏的猕猴桃果实 CAT 酶活性分别在贮藏 3、12 d 有 1 个峰值,说明低温贮藏的猕猴桃 CAT 活性优于室温下贮藏的猕猴桃。从图 10 还可见,2 种温度处理果实在贮藏 3、12 d 的 CAT 活性差异显著 ($P < 0.05$),而其他贮藏时间内 2 种温度处理果实的 CAT 活性差异不显著。

2.11 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实 POD 活性变化情况

POD 是植物体内清除自由基的保护酶系统,一般将其视为植物成熟、衰老的指标。由图 11 可知,贮藏初期,猕猴桃果实 POD 活性较低,5℃ 下贮藏的猕猴桃果实 POD 活性 15 d 内变化不明显,只在贮藏 12 d 略微升高;25℃ 下贮藏的猕猴桃果实 POD 活性变化较大,随着贮藏时间的延长,活性增加

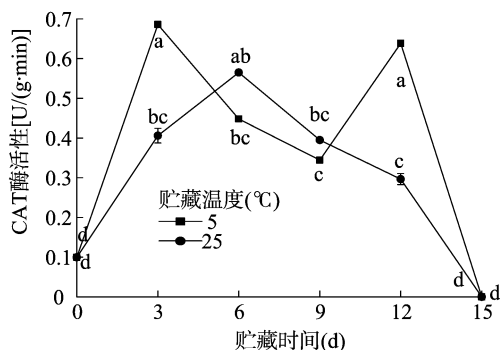


图10 不同贮藏温度对猕猴桃果实CAT酶活性的影响

后又降低,贮藏 12 d 达到最高,说明室温下贮藏猕猴桃果实 POD 活性较大,这与莫开菊等研究结论^[12]一致。从图 11 还可见,贮藏 3~12 d,2 种温度处理果实的 POD 活性差异显著 ($P < 0.05$);贮藏结束时,2 种温度处理果实的 POD 活性差异不显著。

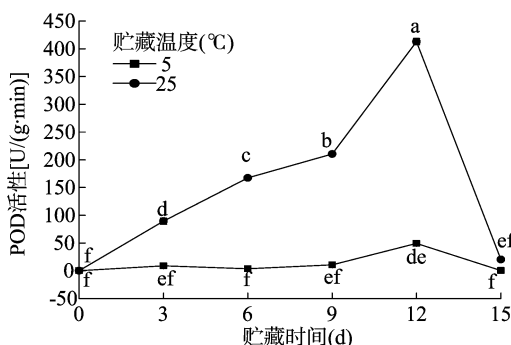


图11 不同贮藏温度对猕猴桃果实POD活性的影响

2.12 贮藏期间不同温度下贵长猕猴桃果实 SOD 活性变化情况

SOD 能清除超氧自由基,与 CAT、POD 等酶协同防御活性氧或其他过氧化物自由基对细胞膜的损伤。由图 12 可知,2 种贮藏温度下猕猴桃果实 SOD 活性均呈先上升后下降趋势,5 °C 下贮藏的果实 SOD 活性在贮藏 9 d 达峰值,25 °C 下贮藏的果实 SOD 活性在贮藏 12 d 达峰值。从图 12 还可见,贮藏 3~12 d,2 种温度处理果实的 SOD 活性差异显著 ($P < 0.05$);贮藏结束时,2 种温度处理果实的 SOD 活性差异不显著。

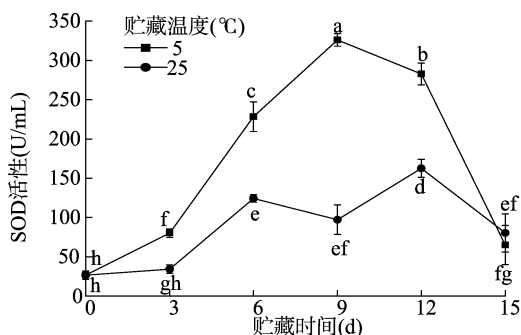


图12 不同贮藏温度对猕猴桃果实SOD活性的影响

3 结论

本研究结果表明,5、25 °C 2 种贮藏温度下,贵长猕猴桃

果实可溶性固形物含量、呼吸强度、乙烯释放速率、丙二醛含量、CAT 活性、SOD 活性、POD 活性大部分呈先升后降趋势;总酸含量、硬度、维生素 C 含量降低;色差、还原糖含量升高。贵长猕猴桃各项生理指标峰值多发生在采后 9~12 d,因此如果常温下存放贵长猕猴桃,应在采后 6~12 d 食用,此时口感最佳。如果长时间存放,应选择低温贮藏。低温贮藏可以降低猕猴桃乙烯释放率、呼吸强度、丙二醛含量,减缓其衰老进程。同时,低温贮藏还能有效延缓贵长猕猴桃果实的还原糖含量、硬度、色差、总酸、维生素 C 含量升高或下降速度。CAT、POD、SOD 共同作为植物的酶保护系统,它们的活性反映细胞衰老程度,丙二醛含量反映细胞受损伤程度。本试验中,CAT、SOD 活性都呈先上升后下降趋势,低温贮藏可以提高贵长猕猴桃果实的 CAT、SOD 活性;POD 活性也呈先上升后下降趋势,目前,对 POD 活性的认识有不同的争论^[12-13]。从细胞膜透性来看,随着贮藏时间的增加,猕猴桃果实的丙二醛含量呈先上升后下降趋势,且低温贮藏下的丙二醛含量总体低于室温贮藏,说明低温贮藏延缓了丙二醛的生成,降低细胞受损伤程度。

参考文献:

- [1] 金方伦,黎明,韩成敏,等. 贵长猕猴桃在黔北地区的生物学活性及丰产优质栽培技术[J]. 贵州农业科学,2009,37(10):175-177.
- [2] 连喜军,鲁晓翔,刘敬,等. 猕猴桃的采收保鲜与贮藏[J]. 农产品加工,2005(11):44-45.
- [3] 石泽亮,傅伟昌,麻成金,等. 贮藏条件和贮前品质对猕猴桃贮藏效果的影响[J]. 吉首大学学报:自然科学版,2000,21(4):10-12.
- [4] 曹建康,姜微波,赵玉梅,等. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007.
- [5] Zhang F H, Liu B, Wang Y J, et al. Effects of phosphine fumigation on postharvest quality of four Chinese cut flower species[J]. Postharvest Biology and Technology,2013,86(2):66-72.
- [6] 张治安,张美善,蔚荣海,等. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004:132
- [7] Wang C Y. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers[J]. Postharvest Biology and Technology,1997,10:195-200.
- [8] 张玉,陈昆松,张上隆,等. 猕猴桃果实采后成熟过程中糖代谢及其调节[J]. 植物生理与分子生物学学报,2004,30(3):317-324.
- [9] 陈金印,曾荣,李平. 猕猴桃果实冷藏过程中生理生化变化[J]. 食品科学,2003,24(2):138-141.
- [10] 李腾飞. “亚特”猕猴桃果实采后电学特性的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [11] 刘愚,吴有梅. 果蔬贮藏中的逆境效应及应用[J]. 中国农业科学,1992,25(5):1-5.
- [12] 莫开菊,张百超. 猕猴桃果实贮藏研究[J]. 西南农业大学学报,1993,15(4):350-354.
- [13] 辛广,张维华,吴琳,等. 南果梨贮藏过程中的果肉褐变机理及其控制技术的研究[J]. 鞍山师范学院学报,1997,18(2):49-51.