

郭峰, 古荣鑫, 胡花丽, 等. 不同薄膜包装对鲜切芹菜货架期品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(11): 297–300.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.11.106

不同薄膜包装对鲜切芹菜货架期品质的影响

郭峰^{1,2}, 古荣鑫², 胡花丽², 张璇², 王亚楠², 李鹏霞², 吴朝霞¹

(1. 沈阳农业大学食品学院, 辽宁沈阳 110866; 2. 江苏省农业科学院农产品加工研究所, 江苏南京 210014)

摘要:以新鲜香芹(*Apium graveolens* L.)为材料,研究了不同厚度薄膜对鲜切芹菜贮藏效果的影响。结果表明,薄膜包装可延缓鲜切芹菜的失重、黄化等,其中 P3 薄膜效果最为理想。P3 薄膜[32.7 μm 聚乙烯袋,CO₂ 渗透系数 31 616.57 mL/(m²·d),O₂ 渗透系数 4 329 mL/(m²·d)]包装可在包装袋内形成高浓度 CO₂、低浓度 O₂ 环境,提高芹菜贮藏品质。P3 薄膜包装对鲜切芹菜保鲜效果最佳。

关键词:鲜切芹菜;薄膜包装;贮藏品质

中图分类号: TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)11-0297-03

芹菜(*Apium graveolens* L.)属伞形科植物,是一种柱状叶类蔬菜,世界各地均有种植^[1]。芹菜营养丰富,每 100 g 食用部分含蛋白质 2.2 g、碳水化合物 1.9 g、粗纤维 0.6 g、钙 160 mg、磷 61 mg、铁 8.5 mg,此外,芹菜还含有芹菜素、芹菜苷、佛手苷内酯、挥发油等成分,对于降低血压、血脂有显著功效^[2]。芹菜采后呼吸作用旺盛,产生大量呼吸热,极易失水萎蔫、脱绿黄化,致使芹菜贮藏寿命缩短^[3]。Gómez 等^[4]以及 Zhang 等^[5]分别对鲜切芹菜的气调保鲜、臭氧水处理保鲜技术进行了研究。朱军伟等研究了不同贮藏温度下芹菜的品质变化^[6]。薄膜包装具有简单方便、无毒无害等特点,在多种果蔬保鲜过程中被广泛应用^[7]。薄膜包装通过薄膜的渗透作用与果蔬的呼吸作用,在包装袋内形成高浓度 CO₂、低浓度 O₂ 的气体微环境,同时将果蔬与外界隔离,消除环境对果蔬的污染,达到延长果蔬贮藏寿命的目的^[8-9]。不同种类果实对薄膜包装的贮藏适应性不同,需针对不同产品找出相应薄膜种类^[10]。本研究以芹菜为材料,探讨不同薄膜包装对鲜切芹菜贮藏品质的影响,旨在为鲜切芹菜贮藏提供技术支持。

1 材料与方 法

1.1 材料

芹菜于 2013 年 10 月采自江苏省农业科学院六合动物科学基地,采后装于泡沫盒中 1 h 内运回江苏省农业科学院。挑选色泽相似、成熟度一致、无机械伤、无病害的芹菜作为材料,切去茎基部及叶柄,保留茎长度 20~25 cm,分别采用 CK:带孔 12.75 μm 聚乙烯袋(polyethylene, PE); P1:12.75 μm 聚乙烯袋[CO₂ 渗透系数 553 525.26 mL/(m²·d),O₂ 渗透系数 440 129.22 mL/(m²·d)]; P2:15.55 μm 聚乙

烯袋[CO₂ 渗透系数 92 684.12 mL/(m²·d),O₂ 渗透系数 34 438.62 mL/(m²·d)]; P3:32.7 μm 聚乙烯袋[CO₂ 渗透系数为 31 616.57 mL/(m²·d),O₂ 渗透系数为 4 329 mL/(m²·d)]对芹菜进行包装处理,每袋装芹菜(800±50)g,每处理装 5 袋,置于(7±1)℃、湿度为 80%~90%的冷库中进行自发气调贮藏。每处理重复 3 次,贮藏期间每 5 d 取样 1 次,测定包装袋内 CO₂ 及 O₂ 浓度,并进行冻样,用于相关指标的测定。

1.2 主要仪器

TU-1810 紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限公司); Agilent Technologies 7280A 气相测谱仪(安捷伦科技公司); CYES-II 氧/二氧化碳气体测定仪(苏州市天威仪器公司)。

1.3 方法

1.3.1 失重率 称量贮藏前后芹菜的质量,计算失重率^[11]。

1.3.2 感官品质 感官品质评价标准见表 1^[2]。

1.3.3 聚乙烯包装袋内 CO₂、O₂ 浓度 用 CYES-II 氧/二氧化碳气体测定仪测定 PE 包装袋内 O₂、CO₂ 含量。

1.3.4 叶绿素含量测定 参考李合生的方法^[12],采用乙醇浸提法测定叶绿素含量。称取样品 5 g,加入 15 mL 丙酮充分打浆,浸提至组织变成白色。定容过滤后,于 649、665 nm 波长处测定吸光度,计算叶绿素含量。

1.3.5 总酚含量测定 参考 Ghasemnezhad 等的方法^[13]略有改动,称取 5 g 样品,加 20 mL 80% 乙醇充分打浆,4℃12 000 r/min 离心 20 min,上清液用于测定总酚含量。取 0.5 mL 上清液,加 1.5 mL 蒸馏水、0.4 mL Folin 试剂,25℃反应 3 min,再加入 1 mL 饱和 Na₂CO₃ 溶液,25℃反应 1 h,于 760 nm 波长处测定吸光度,以没食子酸作为标准物质,计算总酚含量。

1.3.6 可滴定酸 参考 Marsh 等的方法^[14]略有改动,称取 5 g 样品,研磨匀浆后用蒸馏水定容至 100 mL。过滤后取滤液 20 mL,用 0.001 mol/L NaOH 溶液进行滴定,记录 NaOH 用量,重复 3 次,计算可滴定酸含量。

1.4 数据处理

用平均值±标准差表示数据,采用 SPSS 20.0 软件进行

收稿日期:2014-01-20

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划(编号:2011BAD24B03-5-1);江苏省苏北科技支撑计划(编号:BN2013030)。

作者简介:郭峰(1988—),男,河北唐山人,硕士研究生,主要从事果蔬保鲜研究。E-mail:guofengoscar@126.com。

通信作者:吴朝霞,副教授,主要从事食品营养与安全研究。

E-mail:wuzxsau@163.com。

表 1 鲜切芹菜感官评价标准

感官等级	外观	质地	气味	评分
1	鲜绿,有光泽	脆嫩	芹香味浓	90 ~ 100
2	绿,少许茎变黄变暗,无腐烂茎	较脆嫩	芹香味较浓	80 ~ 89
3	少部分腐烂,绝大部分完好	较脆嫩	芹香味较浓	60 ~ 79
4	少部分腐烂,茎颜色偏淡	较萎蔫	芹香味淡,有腐烂味	30 ~ 59
5	茎严重水浸状腐烂,颜色基本变暗	萎蔫	基本无芹香味,腐烂味严重	0 ~ 29

显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同薄膜包装对鲜切芹菜贮藏过程中失重率的影响

由表 2 可知,随着贮藏时间的延长,对照处理芹菜的失重率迅速上升,20 d 达 6.45%。整个贮藏过程中,P1、P2、P3 处理芹菜的失重率大体呈缓慢上升,均显著低于 CK ($P < 0.05$)。P3 薄膜包装芹菜的失重率低于其他 2 种薄膜包装,贮藏期间失重率仅为 0.13% ~ 0.26%。3 种薄膜包装均能有效控制芹菜在贮藏过程中的水分流失,其中 P3 薄膜包装对芹菜的保水性能较高。

表 2 不同薄膜包装对鲜切芹菜贮藏过程中失重率的影响

处理	失重率 (%)				
	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d
CK	2.34	1.72	3.21	6.45	6.16
P1	0.45	0.64	0.94	1.04	1.29
P2	0.27	0.27	0.52	0.39	0.73
P3	0.19	0.13	0.26	0.25	0.20

2.2 不同薄膜包装对鲜切芹菜贮藏过程中感官品质的影响

由图 1 可知,随着贮藏时间的延长,鲜切芹菜贮藏过程中感官品质评分呈显著下降趋势。贮藏前期,各处理无显著差异,贮藏 15 d 后,P1、P2、P3 鲜切芹菜感官品质评分均高于 CK,P3 薄膜包装的芹菜感官品质评分显著高于 P1、P2 ($P < 0.05$)。由此可知,鲜切芹菜贮藏过程中,薄膜包装可有效保持芹菜的感官品质。

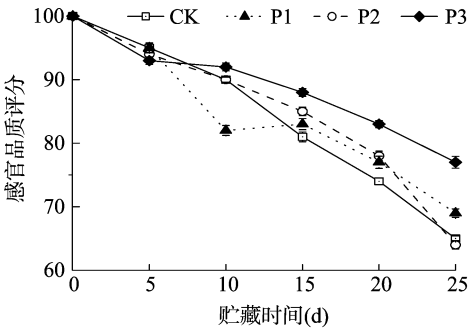


图 1 不同薄膜包装对鲜切芹菜贮藏过程中感官品质的影响

2.3 不同薄膜包装袋内的 CO₂、O₂ 浓度

由图 2 可以看出,芹菜贮藏过程中,P1、P2、P3 3 种包装袋内的 CO₂ 浓度分别维持在 0 ~ 0.37%、0.37% ~ 0.83%、1.10% ~ 1.97%;其中 P3 处理 CO₂ 浓度较高,显著高于 P1、P2 处理 ($P < 0.05$)。芹菜贮藏过程中,P1、P2、P3 3 种包装袋

内的 O₂ 浓度有差别,分别维持在 20.83% ~ 21.00%、17.67% ~ 19.53%、12.53% ~ 17.63%。其中 P3 的 O₂ 浓度显著低于 P1、P2 ($P < 0.05$)。由此可知,P3 处理下包装袋内 O₂ 浓度较低,CO₂ 浓度较高。

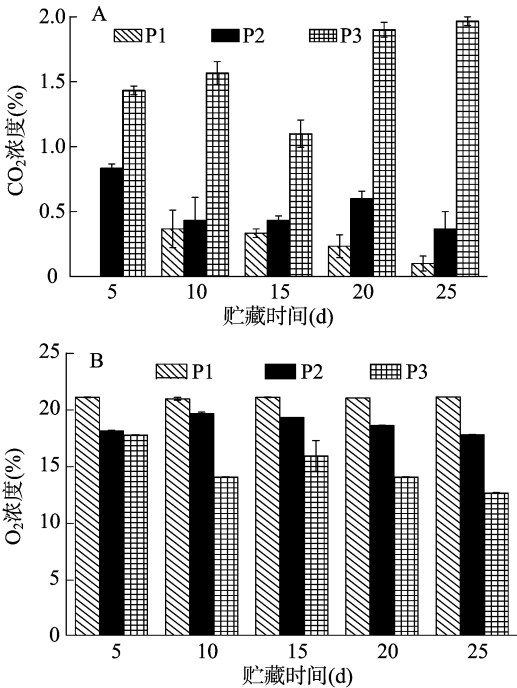


图 2 不同薄膜包装袋内的 CO₂、O₂ 浓度

2.4 不同薄膜包装对鲜切芹菜叶绿素含量的影响

由图 3 可以看出,P1、P2、P3 3 种处理下,芹菜在贮藏过程中,其叶绿素含量整体呈下降趋势。P1 处理下芹菜叶绿素含量与 CK 无显著性差异;贮藏 15 d 和 20 d,P2 处理下芹菜的叶绿素含量显著低于 CK ($P < 0.05$)。综上所述,P3 薄膜包装能够有效延缓芹菜叶绿素含量下降。

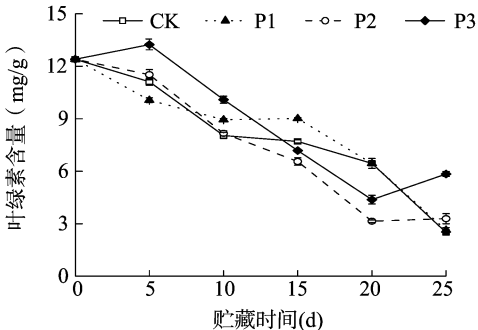


图 3 不同薄膜包装袋内鲜切芹菜贮藏过程中叶绿素含量的变化

2.5 不同薄膜包装对鲜切芹菜总酚含量的影响

图 4 表明,贮藏过程中不同处理下芹菜的总酚含量总体呈先上升后下降趋势。在整个贮藏过程中,P1、P3 处理的芹菜总酚含量均显著高于 CK ($P < 0.05$);P2 处理下芹菜总酚含量低于 CK。由此可知,P1、P3 薄膜处理对维持芹菜总酚含量效果较好,且 P1 效果优于 P3。

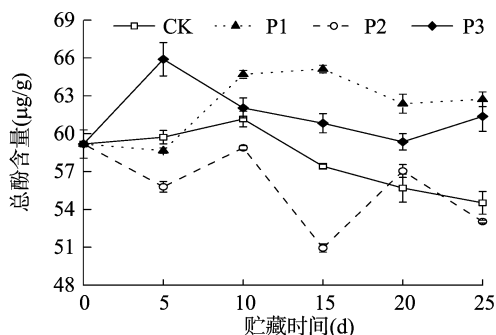


图4 不同薄膜包装下鲜切芹菜总酚含量的变化

2.6 不同薄膜包装对鲜切芹菜可滴定酸含量的影响

由图 5 可知,整个贮藏过程中,鲜切芹菜可滴定酸含量整体呈下降趋势;P3 处理下芹菜可滴定酸含量显著高于 CK ($P < 0.05$),P1 与 CK 无显著性差异。贮藏前 15 d CK、P1、P3 处理下芹菜可滴定酸含量变化均不显著;15 d 后 CK、P1、P2 处理可滴定酸含量均显著下降。由此可知,P3 处理能有效促进芹菜可滴定酸的积累。

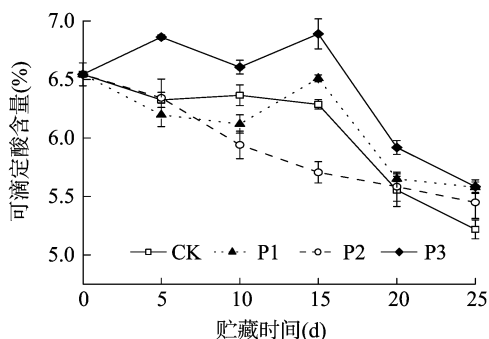


图5 不同薄膜包装下鲜切芹菜可滴定酸含量的变化

3 结论与讨论

3.1 薄膜包装对鲜切芹菜品质的影响

研究表明,薄膜包装利用果蔬呼吸与包装袋透气性之间的动态平衡,可在包装袋内形成高 CO_2 浓度、低 O_2 浓度的微环境,抑制果蔬生理活动,提高果蔬贮藏保鲜效果^[15]。本研究表明,P3 处理下包装袋内 O_2 浓度较低, CO_2 浓度较高,这与 P3 薄膜包装气体渗透性更低有关。P3 薄膜包装能有效降低鲜切芹菜的呼吸强度,延长贮藏时间。随贮藏时间的延长,鲜切芹菜感官品质评分迅速下降,其中 P3 处理下鲜切芹菜感官品质评分下降最慢,这与其包装袋内所形成的高 CO_2 浓度、低 O_2 浓度微环境有关。采后芹菜大量脱水,是芹菜采后品质变劣的重要原因之一。薄膜包装能够显著降低芹菜在贮藏过程中的水分流失,极大地延缓鲜切芹菜萎蔫现象。P3 薄膜包装对芹菜的保水效果最好,这可能与其包装袋内更低的新陈代谢强度(呼吸强度)有关。

3.2 薄膜包装对鲜切芹菜叶绿素、总酚、可滴定酸含量的影响

叶绿素含量是植物生理活动的最重要指标之一^[16]。叶绿素含量不仅影响植物光合作用,而且对绿叶菜保鲜效果及生产销售具有重大意义^[17-18]。本研究表明,随着贮藏时间的延长,芹菜叶绿素含量下降明显,P3 薄膜包装能有效延缓芹菜叶绿素分解,降低芹菜叶绿素分解速率,显著提高芹菜贮藏品质,这可能和 P3 薄膜内形成的高 CO_2 浓度、低 O_2 浓度环境有关。总酚具备较强的清除自由基的能力^[19]。本研究表明,P1、P3 薄膜包装内鲜切芹菜总酚含量较高,极大地缓解了芹菜贮藏过程中的氧化胁迫现象,对于延缓芹菜衰老、提高芹菜品质具有重大意义。可滴定酸含量是果蔬贮藏过程中品质评价的主要指标,同时也是表征果蔬生命活力的重要标准^[20]。本研究表明,芹菜贮藏过程中,可滴定酸含量先基本不变后显著下降,表明贮藏初期芹菜新陈代谢良好,可滴定酸维持在正常水平;贮藏后期芹菜迅速衰老,可滴定酸分解迅速。P3 薄膜包装内鲜切芹菜可滴定酸含量显著高于 CK,证明 P3 薄膜可有效保鲜芹菜。综上所述,薄膜包装可延缓鲜切芹菜的失重、黄化等,其中 P3 薄膜效果最为理想。P3 薄膜包装可在 PE 包装袋内形成高浓度 CO_2 、低浓度 O_2 环境,提高芹菜可滴定酸含量,故 P3 薄膜包装对鲜切芹菜保鲜效果最佳,可有效延长芹菜贮藏期,提升其食用价值、商品价值。

参考文献:

- [1] 沈火林,朱鑫,冯锡刚,等. 芹菜耐寒性的初步鉴定[J]. 中国农学通报,2006,22(2):316-319.
- [2] 杨月欣,王光亚,潘兴昌. 中国食物成分表:第一册[M]. 2版. 北京:北京大学医学出版社,2009.
- [3] 侯建设,李中华,江杰,等. 芹菜的薄膜包装冷藏研究[J]. 食品科学,2002,23(6):143-145.
- [4] Gómez P A, Artés F. Improved keeping quality of minimally fresh processed celery sticks by modified atmosphere packaging[J]. LWT - Food Science and Technology, 2005, 38(4):323-329.
- [5] Zhang L K, Lu Z X, Yu Z F, et al. Preservation of fresh-cut celery by treatment of ozonated water[J]. Food Control, 2005, 16(3):279-283.
- [6] 朱军伟,谢晶,章佳君,等. 薄膜包装芹菜品质分析及货架寿命研究[J]. 食品科学,2013,34(4):272-276.
- [7] Sothornvit R, Kiatchanapaibul P. Quality and shelf-life of washed fresh-cut asparagus in modified atmosphere packaging[J]. LWT - Food Science and Technology, 2009, 42(9):1484-1490.
- [8] Guynot M E, Marín S, Sanchis V, et al. An attempt to minimize potassium sorbate concentration in sponge cakes by modified atmosphere packaging combination to prevent fungal spoilage[J]. Food Microbiology, 2004, 21(4):449-457.
- [9] 王宝刚,侯玉茹,李文生,等. 自动发气调箱贮藏对甜樱桃品质及抗氧化酶的影响[J]. 农业机械学报,2013,44(1):137-141.
- [10] 李宁,阎瑞香,王步江. 不同包装方式对白灵菇低温保鲜效果的影响[J]. 农业工程学报,2011,27(7):377-382.
- [11] 魏宝东,赵帅,程顺昌,等. 不同浓度 CO_2 对油菜常温下贮藏品质的影响[J]. 食品与发酵工业,2013,39(8):212-215.
- [12] 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.

胡华宇, 石 剑, 杨 梅, 等. 机械活化法制备辛烯基琥珀酸淀粉酯工艺[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(11): 300–302.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.11.107

机械活化法制备辛烯基琥珀酸淀粉酯工艺

胡华宇¹, 石 剑¹, 杨 梅¹, 张燕娟², 沈 芳¹, 黄爱民¹, 洗学权¹, 黄祖强¹

(1. 广西大学化学化工学院, 广西南宁 530004; 2. 广西化工研究院, 广西南宁 530001)

摘要:以木薯淀粉为原料, 辛烯基琥珀酸酐为酯化剂, 采用机械活化法制备辛烯基琥珀酸淀粉酯, 研究辛烯基琥珀酸酐用量、反应时间、反应温度、添加剂(碳酸钠)用量等因素对产物取代度的影响, 并采用红外光谱对酯化淀粉进行表征。结果表明, 机械活化法制备辛烯基琥珀酸淀粉酯的工艺条件为: 辛烯基琥珀酸酐用量 6% (淀粉干基), 球磨反应时间 1 h, 反应温度 50 ℃, 碳酸钠用量 1% (淀粉干基), 所制备产品取代度为 0.026 3; 产物红外光谱出现酯化特征吸收峰, 表明淀粉成功实现酯化。

关键词:机械活化法; 木薯淀粉; 辛烯基琥珀酸酐; 淀粉酯; 工艺条件

中图分类号: TQ321 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)11-0300-03

辛烯基琥珀酸淀粉酯(octenyl succinic anhydride-modified starch, OSAS)是在碱性条件下由淀粉与辛烯基琥珀酸酐(octenyl succinic anhydride, OSA)进行酯化反应制得的淀粉衍生物, 通常以淀粉酯钠盐的形式出现^[1]。OSAS 除在食品工业上被用于饮料乳浊液、乳化香精、调味色拉油等制品外, 在制药业、化妆品工业、纺织工业、造纸工业中也有广泛用途^[2-4]。目前 OSAS 仍主要依靠进口, 市场前景看好^[5-6]。制备 OSAS 的方法主要有水相法、有机相法、干法等^[1]。水相法由于酸酐水解以及反应控制存在难度而难以工业应用; 有机相法则由于使用有毒的有机试剂而在食品工业应用上受到限制。目前研究者将研究重点放在干法反应, 如微波法、烘箱干燥法等。但一般干法反应均匀性差, 温度较高, 产品质量不稳定^[7-8]。淀粉的干法反应均匀性差的主要原因是由于淀粉的结晶结构特点, 使反应试剂难以渗入结晶区并发生反应, 从而导致反应效率低和均匀性差。因此, 寻求有效的预处理方法

以破坏淀粉结晶结构, 并能在低热条件下使反应物获得反应和加速扩散所需要的能量, 实现酯化剂与淀粉大分子充分接触及反应活性, 是实现淀粉干法酯化的关键问题。机械活化是通过机械力的作用, 使物料达到充分混合粉碎, 淀粉本身产生晶格缺陷, 结晶结构被破坏, 使试剂更易进入分子内部进行反应, 从而缩短反应时间, 提高反应效率^[9-11]。笔者课题组已对机械活化固相反应进行了一定研究^[12-13]。本研究以机械活化为强化手段, 以取代度为评价指标, 采用单因素试验探究机械活化法制备 OSAS 的工艺条件, 并采用红外光谱对产物进行表征分析, 以期对辛烯基琥珀酸淀粉酯的制备提供新方法。

1 材料与方法

1.1 主要材料及试剂

木薯淀粉(食品级, 广西明阳生化集团股份有限公司); OSA(分析纯, 深圳市思利凯贸易有限公司); 无水乙醇(分析纯, 广东光华化学厂有限公司); 碳酸钠(分析纯, 天津市北方天医化学试剂厂); 浓盐酸(分析纯, 成都市科龙化工试剂厂); 氢氧化钠(天津市北方天医化学试剂厂)。

1.2 仪器与设备

机械活化装置^[14](介质为 φ 6 mm ZrO₂ 球), 数字显示电热恒温干燥箱(101-1A 型, 绍兴市沪越科学实验仪器厂), 集热式恒温磁力搅拌器(DF-101S 型, 巩义市予华仪器有限

收稿日期: 2014-01-21

基金项目: 广西自然科学基金(编号: 2013GXNSFAA019025); 广西科学研究与技术开发项目(编号: 桂科能 1346006-3); “广西特聘专家”专项经费资助项目。

作者简介: 胡华宇(1972—), 男, 广西南宁人, 硕士, 副教授, 主要从事淀粉改性及深加工研究。E-mail: yuhuahu@163.com。

通信作者: 黄祖强, 博士, 教授。E-mail: huangzq@gxu.edu.cn。

[13] Ghasemnezhad M, Sherafati M, Payvast G A. Variation in phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity of five coloured bell pepper (*Capsicum annum*) fruits at two different harvest times [J]. Journal of Functional Foods, 2011, 3(1): 44–49.

[14] Marsh K, Attanayake S, Walker S, et al. Acidity and taste in kiwifruit [J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 32(2): 159–168.

[15] Escalona V H, Verlinden B E, Geysen S, et al. Changes in respiration of fresh-cut butterhead lettuce under controlled atmospheres using low and superatmospheric oxygen conditions with different carbon dioxide levels [J]. Postharvest Biology and Technology, 2006,

39(1): 48–55.

[16] 隋媛媛, 于海业, 张 蕾, 等. 温室黄瓜病虫害的叶绿素荧光光谱分析[J]. 光谱学与光谱分析, 2012, 32(5): 1292–1295.

[17] 冯 伟, 王晓宇, 宋 晓, 等. 白粉病胁迫下小麦冠层叶绿素密度的高光谱估测[J]. 农业工程学报, 2013, 29(13): 114–123.

[18] 胡云峰, 陈君然, 肖 娟, 等. 臭氧处理对切分青椒贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(16): 259–263.

[19] 刘文旭, 黄午阳, 曾晓雄, 等. 草莓、黑莓、蓝莓中多酚类物质及其抗氧化活性研究[J]. 食品科学, 2011, 32(23): 130–133.

[20] 贾晓辉, 佟 伟, 王文辉, 等. 1-MCP, MAP 对苹果冷藏期间品质及保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(8): 305–308.