

不同品种梨果实贮藏期间抗氧化活性及品质分析

侯玉茹¹, 李文生¹, 王宝刚^{1,2,*}, 苗飞¹, 杨军军¹, 石磊¹

(1.北京市农林科学院林业果树研究所, 北京 100093;

2.果蔬农产品保鲜与加工北京市重点实验室, 北京 100097)

摘要:为探明不同品种梨果实贮藏期间抗氧化活性和品质指标的变化,以康佛伦斯、凯斯凯德、黄金、圆黄、京白和鸭梨为试材,研究了6个不同品种梨在采收时和贮藏后的总抗氧化能力、自由基清除能力、抗氧化物质含量以及品质指标。结果表明,西洋梨的抗氧化性最强,其中康佛伦斯强于凯斯凯德,日韩梨和中国梨次之。西洋梨的硬度、可溶性固形物和还原糖含量也较高。贮藏过程中,各品种梨的抗氧化活性呈现先下降后上升的趋势,抗氧化物质中维生素C的变化最明显,呈显著下降趋势($p < 0.05$)。各品种梨中康佛伦斯的抗氧化物质含量较高,尤其是总酚含量最高,其硬度和可溶性固形物含量也较高。

关键词:梨, 抗氧化性, 抗氧化物质, 品质, 贮藏

Study on antioxidant activity and quality of different pears during storage

HOU Yu-ru¹, LI Wen-sheng¹, WANG Bao-gang^{1,2,*}, MIAO Fei¹, YANG Jun-jun¹, SHI Lei¹

(1. Institute of Forestry and Pomology, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100093, China;

2. Beijing Key Laboratory of Fruits and Vegetable Storage and Processing, Beijing 100097, China)

Abstract: To study the changes of antioxidant activity and quality of different pears during storage, antioxidant activity, free radical scavenging capacity, antioxidant substances content and quality of six cultivars of pear (Conference, Cascade, Whangkeumbae, Wonhwang, Jingbai and Ya -pear) were investigated. Results indicated that antioxidant activity of European pear was higher than Asian pear, and antioxidant activity of Conference pear was higher than Cascade. And firmness, soluble solids and reducing sugar content of European pear was higher than Asian pear. Antioxidant activity of different pears showed a trend of increase after decrease during storage, and V_C content decreased significantly. The firmness, soluble solids content and antioxidant substances content of Conference pear were higher than others, especially the total phenol content.

Key words: pear; antioxidant activity; antioxidant substances; quality; storage

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)02-0335-04

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.02.064

梨在植物分类学上属于蔷薇科(*Rosaceae*)、梨亚科(*Pomaceae*)、梨属(*Pyrus L.*)，乔木落叶果树，可分为两大梨系，即东方和西方梨系^[1]。据统计，全世界梨属植物有35个种，我国梨属植物有14个种，其中作为栽培的4个种为白梨系统、秋子梨系统、砂梨系统和西洋梨系统，西洋梨系统以及砂梨系统的日韩梨品种均为引进品种^[2]。不同品种梨的营养物质含量及品质会有不同，其抗氧化活性也不尽相同。大量研究表明，水果、蔬菜的大量摄入能预防癌症、心脏病以及

中风等慢性疾病的发生，因为果蔬中富含多糖、 V_C 、多酚等天然抗氧化物质，能抑制细胞内氧化反应的发生，减轻自由基对脂、脂蛋白和DNA的氧化损伤，从而增强机体抗氧化防御体系功能^[3-4]，因此，果蔬抗氧化活性逐渐成为专家学者研究的热点。目前，对苹果^[5]、草莓^[6]、葡萄^[7]、蓝莓^[8]等的抗氧化活性研究较多，而对不同品种梨采收时及其贮藏期间抗氧化活性的研究较少。本研究选用6个品种梨，分别为康佛伦斯、凯斯凯德、黄金、圆黄、京白和鸭梨，其中康佛伦斯和凯斯凯德分别属于西洋梨系统的英国品种和美国品种，黄金和圆黄属于砂梨系统的韩国品种，京白属于秋子梨系统，鸭梨属于白梨系统，对各品种梨果实的抗氧化性、抗氧化物质及品质分别进行了分析和比较，以期对梨的加工利用提供理论依据和技术指标，同时也为消费者提供选择依据。

收稿日期: 2014-03-31

作者简介: 侯玉茹(1985-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 农产品加工及贮藏工程。

基金项目: 北京市农林科学院青年基金(QN201121); 北京市农林科学院科技创新能力建设专项(KJCX20140205)。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

康佛伦斯 (*Pyrus communis* L. cv. Conference)、凯斯凯德 (*Pyrus communis* L. cv. Cascade)、黄金 (*Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Whangkeumbae)、圆黄 (*Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Wonhwang)、京白 (*Pyrus ussuriensis* Maxim. cv. Jingbai)、鸭梨 (*Pyrus bretschneideri* Rehd. cv. Yali) 采自北京市大兴区榆垓镇;微孔膜保鲜袋 购自国家农产品保鲜工程技术研究中心。

TU-1810型紫外-可见分光光度计 北京普析通用仪器有限责任公司;FT327型硬度计 意大利Facchini公司;PAL-1型折光仪 日本ATAGO公司;794电位滴定仪 瑞士万通Metrohm公司;DK-S24型电热恒温水浴锅 上海精宏实验设备有限公司。

1.2 实验方法

果实采收后运回实验室,挑选大小和色泽相近、无机械伤、无病虫害的果实,装入内衬微孔膜保鲜袋的纸箱中,经 $(0\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 敞口预冷24h后,将保鲜袋挽口,置于 $(0\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 冷库中贮藏。定期取样,分析贮藏期间梨果实抗氧化性变化情况,并比较采收时和贮藏180d时,梨果实的品质、抗氧化物质含量的变化和抗氧化能力。

1.3 指标及测定方法

1.3.1 硬度 采用FT327型硬度计(探头直径8mm)测定。

1.3.2 可溶性固形物(SSC)含量 采用折光仪测定。

1.3.3 可滴定酸(TA)含量 采用电位滴定法测定^[9]。

1.3.4 维生素C(Vc)含量 采用2,4-二硝基苯肼比色法测定^[10]。

1.3.5 总酚含量 采用福林法测定^[11]。

1.3.6 还原糖含量 采用3,5-二硝基水杨酸法测定^[12]。

1.3.7 抗氧化能力 参考Wootton-Beard等^[13]的方法。称取5g样品,加入5mL 70%乙醇和少量石英砂,冰浴研磨,10000r/min离心10min,取上清液并定容至10mL,即为500mg/mL提取液。铁还原能力以FRAP值表示,单位为mmol/kg;DPPH自由基清除能力以50mg/mL样品对DPPH自由基清除率表示,单位为%;ABTS自由基清除能力以200mg/mL样品对ABTS自由基清除率表示,单位为%。

1.4 数据分析方法

所有实验数据采用Excel 2003处理,显著性分析

采用SPSS 17.0软件进行。

2 结果与讨论

2.1 不同品种梨果实品质比较

从表1中可以看出,采收时,硬度大于 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 的品种为康佛伦斯、凯斯凯德和京白,且三者无显著性差异($p>0.05$),而黄金、圆黄和鸭梨的硬度小于 $10\text{kg}/\text{cm}^2$,且三者无显著性差异($p>0.05$)。贮藏前后,梨果实的硬度有所下降,且康佛伦斯、凯斯凯德和京白的下降幅度较大。贮藏180d时,6个品种梨硬度均低于 $10\text{kg}/\text{cm}^2$,而康佛伦斯、凯斯凯德和京白3种梨的硬度仍然高于其他品种。

可溶性固形物是果实内部品质的重要指标之一。采收时,除了鸭梨,其他品种梨的可溶性固形物含量均高于10%,且西洋梨的可溶性固形物含量显著高于其他品种($p<0.05$)。贮藏后,部分梨果实可溶性固形物含量有所上升,这是由于刚采收时,果实内淀粉含量较高,贮藏期间由于淀粉的转化作用而使可溶性固形物有所上升,尤其是需要后熟的梨品种更加明显^[14]。贮藏180d时,凯斯凯德、康佛伦斯和京白的可溶性固形物显著高于其他品种($p<0.05$)。由此可见,贮藏前后,康佛伦斯、凯斯凯德和京白梨的硬度和可溶性固形物含量均较高,且贮藏后硬度下降明显,可溶性固形物上升显著,这是由于西洋梨系统(康佛伦斯和凯斯凯德)和秋子梨系统(京白梨)均属于典型的后熟品种^[2]。

可滴定酸是评价果实营养品质的重要指标之一。采收时,可滴定酸含量较高的品种为凯斯凯德,其次为京白,而康佛伦斯的可滴定酸含量处于较低的水平,低于0.1%。在贮藏过程中,果实中可滴定酸呈下降趋势,这是由于采后果实在进行正常的生理代谢,果实不断成熟衰老,消耗大量的有机物,有机酸作为直接的氧化底物被不断地分解^[15]。贮藏180d时,凯斯凯德仍保持了较高的可滴定酸含量,其次为京白,而其他品种的可滴定酸含量均低于0.1%。

采收时,康佛伦斯的还原糖含量较高,圆黄和鸭梨的还原糖含量较低($p<0.05$)。贮藏180d时,除了康佛伦斯,其他品种的还原糖含量均有所上升,高于10%的品种为京白。

2.2 不同品种梨果实抗氧化物质含量比较

如表2所示,采收时,凯斯凯德和鸭梨的维生素C含量显著高于其他品种($p<0.05$),而黄金的维生素C

表1 不同品种梨果实品质指标

Table 1 Quality parameters of different pears

品种	硬度(kg/cm^2)		可溶性固形物(%)		可滴定酸(%)		还原糖(%)	
	0d	180d	0d	180d	0d	180d	0d	180d
康佛伦斯	14.23 $\pm$ 1.34a	9.17 $\pm$ 1.18a	13.71 $\pm$ 0.45a	14.88 $\pm$ 0.63ab	0.0780 $\pm$ 0.0010e	0.0348 $\pm$ 0.0052e	9.99 $\pm$ 0.13a	9.04 $\pm$ 0.24b
凯斯凯德	13.67 $\pm$ 1.44a	7.88 $\pm$ 0.88ab	13.59 $\pm$ 0.26a	15.44 $\pm$ 0.69a	0.1568 $\pm$ 0.0069a	0.1428 $\pm$ 0.0001a	7.18 $\pm$ 0.08b	9.36 $\pm$ 0.11b
黄金	6.15 $\pm$ 0.53b	5.99 $\pm$ 0.63bc	11.11 $\pm$ 1.25ab	13.14 $\pm$ 0.32bc	0.1282 $\pm$ 0.0060c	0.0970 $\pm$ 0.0013c	7.00 $\pm$ 0.07b	8.42 $\pm$ 0.08c
圆黄	5.63 $\pm$ 0.66b	4.50 $\pm$ 0.65c	11.77 $\pm$ 0.92ab	11.43 $\pm$ 0.98cd	0.1043 $\pm$ 0.0023d	0.0772 $\pm$ 0.0037d	6.43 $\pm$ 0.06c	8.87 $\pm$ 0.10bc
京白	11.43 $\pm$ 1.40a	9.07 $\pm$ 0.73a	10.53 $\pm$ 0.99b	13.83 $\pm$ 0.33ab	0.1534 $\pm$ 0.0030ab	0.1150 $\pm$ 0.0028b	7.12 $\pm$ 0.04b	10.43 $\pm$ 0.14a
鸭梨	6.68 $\pm$ 0.83b	5.76 $\pm$ 0.43bc	9.93 $\pm$ 0.37b	9.99 $\pm$ 0.49d	0.1399 $\pm$ 0.0057bc	0.0765 $\pm$ 0.0004d	6.30 $\pm$ 0.06c	6.59 $\pm$ 0.23d

注:同列不同小写字母表示差异显著($p<0.05$);表2~表3同。

含量较低。贮藏期间,各品种梨果实中维生素C含量均呈下降趋势,且下降幅度较大。贮藏180d时,果实中维生素C含量均低于6mg/100g,其中,鸭梨和康佛伦斯高于其他品种($p<0.05$)。

采收时,总酚含量较高的品种为康佛伦斯,其次为京白和鸭梨,而其他品种的总酚含量均低于10mg/100g。贮藏180d时,凯斯凯德、黄金和圆黄的总酚含量略有上升,其他品种均有所下降,而康佛伦斯仍保持了较高的总酚含量,其他品种均低于10mg/100g。

表2 不同品种梨果实抗氧化物质含量

Table 2 Antioxidant substances content of different pears

品种	维生素C (mg/100g)		总酚 (mg/100g)	
	0d	180d	0d	180d
康佛伦斯	8.20±0.81b	4.74±0.08ab	14.27±0.23a	14.26±0.21a
凯斯凯德	12.08±0.34a	1.86±0.41de	8.90±0.56c	9.16±0.28bc
黄金	5.42±0.19c	1.43±0.32e	6.38±0.19d	6.44±0.06e
圆黄	8.57±0.83b	2.59±0.14c	6.89±0.17d	9.44±0.04b
京白	9.25±0.48b	3.95±0.35b	10.34±0.23b	8.77±0.17c
鸭梨	11.48±0.87a	5.28±0.12a	10.03±0.01b	7.94±0.01d

2.3 不同品种梨果实抗氧化能力比较

没有一种单独的方法可以精确的评价果实的抗氧化活性,因为不同的方法产生的结果不同^[9]。因此,需要采用多种方法评价抗氧化活性。本研究采用了3种方法测定梨果实抗氧化活性,分别是铁还原能力、DPPH自由基清除能力和ABTS⁺自由基清除能力测定。

由表3可见,各品种梨果实的抗氧化能力差异较明显。西洋梨的抗氧化能力较强,日韩梨和中国梨的抗氧化能力较弱。

从铁还原能力上分析,采收时,西洋梨中康佛伦斯的铁还原能力强于凯斯凯德;日韩梨中黄金强于圆黄;中国梨差异不明显。贮藏180d时,仅圆黄的铁还原能力略有上升,康佛伦斯的铁还原能力仍保持了较高的水平。

从DPPH自由基清除能力上分析,采收时,西洋梨中康佛伦斯的DPPH自由基清除能力强于凯斯凯德;日韩梨中黄金强于圆黄;中国梨差异不明显。贮藏180d时,日韩梨的DPPH自由基清除能力有所上升,康佛伦斯的DPPH自由基清除能力仍保持了较高的水平。

从ABTS⁺自由基清除能力上分析,采收时,西洋梨中康佛伦斯的ABTS⁺自由基清除能力强于凯斯凯德;日韩梨中黄金强于圆黄;中国梨中京白强于鸭梨。贮藏180d时,日韩梨的ABTS⁺自由基清除能力有所上升,康佛伦斯的ABTS⁺自由基清除能力仍保持了较高的水平。

综上所述,6个梨品种果实均具有一定的抗氧化活性,康佛伦斯的抗氧化活性最强,凯斯凯德次之,日韩梨和中国梨的抗氧化活性较弱。在6个梨品种中,康佛伦斯的总酚含量较高,VC含量处于中等水平,其抗氧化能力较强;而抗氧化能力次之的凯斯凯德的总酚含量低于中国梨品种,而VC含量较高。由此可见,不同品种梨的抗氧化活性是由各抗氧化物质共同起作用的结果,不同梨品种间抗氧化物质与抗氧化活性的相关性可能不尽相同,需要进一步研究。

2.4 贮藏期间不同品种梨果实抗氧化能力变化

如图1所示,在贮藏期间,各品种梨果实的铁还原能力、DPPH自由基清除能力和ABTS自由基清除能力均呈先下降再上升的趋势,但各品种间差异较明显。西洋梨品种果实的抗氧化能力较强,日韩和中国梨品种相对较弱,变化趋势也较平缓。贮藏初期,康佛伦斯和凯斯凯德的抗氧化能力较强,但下降幅度较大,而贮藏120d后,康佛伦斯的抗氧化能力有大幅度上升,并高于其他品种。

3 结论

采收时,西洋梨的抗氧化性最强,日韩梨和中国梨次之。西洋梨中,康佛伦斯总抗氧化能力强于凯斯凯德;日韩梨中,黄金强于圆黄;中国梨中,京白强于鸭梨。西洋梨的硬度、可溶性固形物和还原糖含量也较高。

贮藏过程中,各品种梨的抗氧化活性呈现先下降后上升的趋势,抗氧化物质中维生素C的变化最明显,贮藏前后各品种间维生素C含量均呈显著下降趋势($p<0.05$)。各品种总酚含量在贮藏前后变化不一致,其中,凯斯凯德、黄金和圆黄的总酚含量呈上升趋势。贮藏180d时,康佛伦斯仍然保持了较强的抗氧化能力。同时,康佛伦斯的抗氧化物质含量较高,尤其是总酚含量最高,其硬度和可溶性固形物含量也较高。

参考文献

- [1] 曹玉芬,刘凤之,王昆,等. 梨种质资源主要描述标准比较分析[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(4):460-463.

表3 不同品种梨抗氧化能力比较

Table 3 Antioxidant activity of different pears

品种	铁还原能力 (mmol/kg)		DPPH自由基清除率 (%)		ABTS ⁺ 自由基清除率 (%)	
	0d	180d	0d	180d	0d	180d
康佛伦斯	2.54±0.06a	1.93±0.01a	64.80±0.50a	41.27±1.51a	68.36±0.01a	53.41±0.05a
凯斯凯德	2.10±0.02b	1.12±0.05b	43.50±1.01b	17.92±2.51b	53.84±1.84b	30.24±2.14b
黄金	1.18±0.02c	0.86±0.05e	17.90±0.29c	18.11±0.69b	27.19±0.10d	27.24±1.14bc
圆黄	0.98±0.03d	1.07±0.01bc	12.53±0.90d	13.25±0.68bc	21.50±0.54e	30.54±2.34b
京白	1.02±0.03d	1.00±0.04cd	19.51±1.15c	16.08±1.49b	37.10±0.15c	27.45±1.30bc
鸭梨	1.01±0.01d	0.89±0.01de	18.84±0.25c	7.87±1.85c	26.34±0.46d	24.26±0.07c

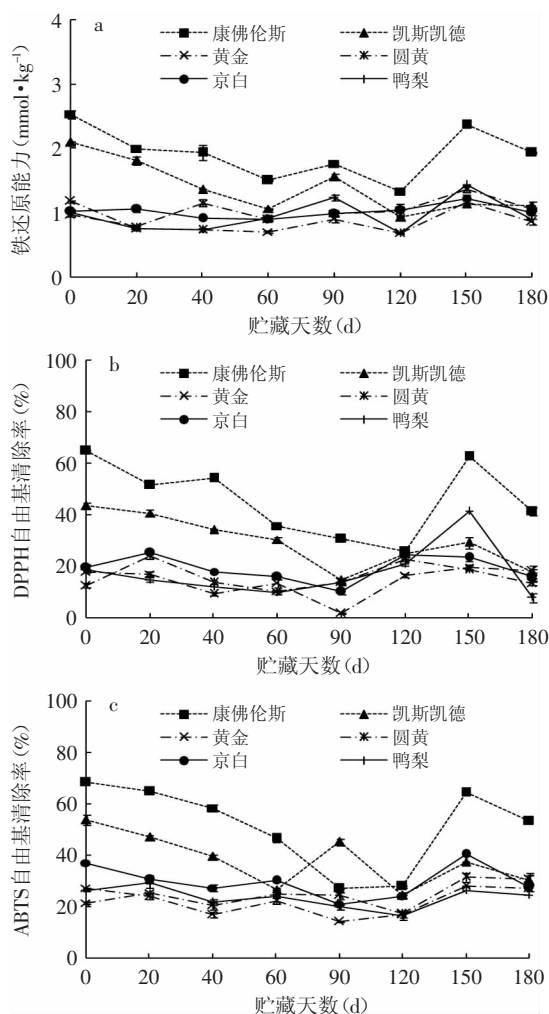


图1 贮藏期间不同品种梨抗氧化性变化

Fig.1 Changes of antioxidant activity of different pears during storage

- [2] 闪崇辉. 北京名果[M]. 北京:科学技术文献出版社,2004:88-105.
[3] Ceriallo A, Bortolotti N, Motz E, et al. Meal-induced oxidative

stress and low-density lipoprotein oxidation in diabetes: the possible role of hyperglycemia[J]. Metabolism, 1999, 48: 1503-1508.

[4] Loft S, Poulsen H E. Cancer risk and oxidative DNA damage in man[J]. Journal of Molecular Medicine, 1996, 74: 297-312.

[5] 丁秀玲, 张京芳, 韩明玉. 不同品种苹果化学成分及抗氧化活性比较[J]. 食品科学, 2011, 32(21): 41-47.

[6] 罗娅, 唐勇, 冯珊. 6个草莓品种营养品质与抗氧化能力研究[J]. 食品科学, 2011, 32(7): 52-56.

[7] 孙崇德, 徐昌杰, 李鲜. 5个葡萄品种果实生物活性物质的检测与抗氧化活性评价[J]. 果树学报, 2008, 25(5): 635-639.

[8] 姜爱丽, 孟宪军, 胡文忠, 等. 不同北高丛蓝莓品种的抗氧化成分及其抗氧化活性[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(9): 161-165.

[9] 李文生, 冯晓元, 王宝刚, 等. 应用自动电位滴定仪测定水果中的可滴定酸[J]. 食品科学, 2009, 30(4): 247-249.

[10] GB/T 5009.86-2003. 蔬菜、水果及其制品中总抗坏血酸的测定(荧光法和2,4-二硝基苯酚法)[S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2003.

[11] 徐辉艳, 孙晓东, 张佩君, 等. 红枣汁中总酚含量的福林法测定[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(3): 126-128.

[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: 60-62.

[13] Wootton-Beard P C, Moran A, Ryan L. Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after *in vitro* digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin-Ciocalteu methods[J]. Food Research International, 2011, 44: 217-224.

[14] 王宝刚, 侯玉茹, 李文生, 等. 壳聚糖处理对‘早红考密斯’梨虎皮病抑制和贮藏品质的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(16): 3424-3431.

[15] 王艳颖, 胡文忠, 李婷婷, 等. 间歇升温对香蕉李贮藏中营养成分的影响[J]. 食品工业科技, 2009, 30(6): 275-278.

[16] Tabart J, Kevers C, Pincemail J, et al. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests[J]. Food Chemistry, 2009, 113(4): 1226-1233.

(上接第334页)

329.

[2] Guerra M, Magdaleno R, Casquero P A. Effect of site and storage conditions on quality of industrial fresh capsicum[J]. Scientia Horticulturae, 2011(130): 141-145.

[3] Rao T v-ramana, Neeta B G, Khilana K S. Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet capsicum (*Capsicum annum* L.)[J]. Scientia Horticulturae, 2011(132): 18-26.

[4] 谷会. 辣椒采后软腐病拮抗细菌的分离及生防效果[J]. 热带作物学报, 2012(7): 1276-1280.

[5] 高瑞霞, 林桂荣, 王淑琴, 等. 果梗对青椒贮藏效果的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1988(4): 82-84.

[6] 高瑞霞, 林桂荣, 王淑芹, 等. 青椒剪梗处理提高贮藏及生理效应初探[J]. 辽宁农业科学, 1990(6): 15-17.

[7] 罗永兰, 张志元, 张翼. 辣椒果柄表面附生菌与贮藏期病害

的关系[J]. 湖北农业科学, 2004(5): 93-95.

[8] 肖晶, 陈维信, 刘爱媛, 等. 辣椒采后病害发生情况[J]. 中国蔬菜, 2008(6): 13-16.

[9] 石建新, 赵迎丽, 闫晓芳. 青椒的冷害症状及其统计方法[J]. 北方园艺, 1999(2): 9-10.

[10] 国家标准局. GB 6195-1986. 水果、蔬菜维生素C含量测定法(2,6-二氯酚靛滴定法)[S]. 1986.

[11] 张蜀秋. 植物生理学实验技术教程[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 201-202.

[12] DAVID L S, STOMMEL J R, RAYMOND W F, et al. Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of capsicum (*Capsicum annum* L.) fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2006(42): 243-247.

[13] 李富军, 张新华. 果蔬采后生理与衰老控制[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004: 29-31.