

护色方式对枇杷果肉品质的影响

陈贤爽, 王锦涛, 鲁周民

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以“大五星”枇杷果为试材,分别采用 20%柠檬汁+1%食盐溶液浸泡、蒸汽加热和 85℃水浴加热处理枇杷果肉,测定在室内自然光条件下放置过程中样品的水分、可溶性糖、可滴定酸含量、色值、多酚氧化酶(PPO)活性、维生素 C 含量及对 ABTS 自由基($ABTS^+ \cdot$)的清除率,研究不同护色工艺对枇杷果肉品质的影响。结果表明:浸泡、蒸汽和水浴处理的最佳护色时间分别为 10 min、40 s、20 s。在放置过程中,浸泡护色的枇杷果肉水分和维生素 C 含量、PPO 活性均处于最高水平,而总色差值低于其它 2 种护色方式处理的枇杷果肉。0 h 时浸泡护色的枇杷果肉可溶性糖、可滴定酸含量以及对 $ABTS^+ \cdot$ 的清除率均处于最大值。放置 6 h 时,三者差异不显著($P>0.05$)。3 种护色方式的护色效果以护色剂浸泡最优。

关键词:枇杷果肉;护色;浸泡;枇杷品质

中图分类号:S 667.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0122-05

枇杷[Eriobotrya japonica (Thunb.) Link.]属蔷薇科枇杷属,又名芦橘、金丸、芦枝等,“具秋萌、冬花、春实、夏熟,备四时之气”^[1-2]。枇杷作为经济树种广泛栽植于中国南部、日本、印度北部以及以色列等国家^[3]。枇杷果肉柔软多汁,酸甜适口,营养丰富,深受广大消费者喜爱^[4]。但枇杷果采后损失率高、供应期短,在室温下贮存 5~10 d 常发生严重腐烂和变质。因此,鲜果的保鲜和加工成为枇杷果实的研究热点^[5]。

枇杷果肉在加工过程中极易褐变,严重影响外观品质。传统的护色法是采用亚硫酸盐溶液进行浸泡或熏蒸来达到较理想的色泽效果,但亚硫酸盐处理会使产品中残留二氧化硫,因其不具备公认的食品安全性,许多国家已限制使用^[6]。目前,常用的护色方法有热烫和护色剂浸泡。何志刚等^[7]在护色工艺研究中发现,在枇杷破碎打浆时加入 0.3~0.5 g/kg 的抗坏血酸,再对破碎后的果浆进行 85℃、3 min 加热处理,可有效防止枇杷果酱褐变。林晶晶等^[8]在纯果肉型枇杷饮料的研究中认为,将枇杷果肉放入 85~90℃的含 0.1%抗坏血酸的溶

液中热烫 5 min,可以抑制多酚氧化酶的活性,防止果肉变色。曾婷婷等^[9]对枇杷果脯护色条件研究表明,0.4%柠檬酸+0.2%维生素 C 复配使用可以达到较好的护色效果。刘晓莉等^[10]在枇杷果冻的生产研究中,对枇杷果肉采用 1%食盐和 20%柠檬汁配制的护色液处理 10 min 后,榨成的果汁以 85℃、90 s 灭酶,其颜色仍保持鲜亮的橘黄色。在这些研究中,多以感官评分来判定最佳护色方案,对护色工艺中枇杷果肉品质的具体变化未进行较系统的研究。

该试验以“大五星”枇杷果为原料,对其分别进行护色剂浸泡、蒸汽和水浴护色处理,测定 3 种护色方式处理后的枇杷果肉在不同放置时间(0~6 h)下水分、可溶性糖、可滴定酸、色泽、多酚氧化酶(PPO)活性、维生素 C 含量及 ABTS 自由基清除率等指标的变化,比较不同护色方式的护色效果,旨在为枇杷产品加工生产提供技术指导 and 理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“大五星”枇杷果于 2014 年 6 月 10 日采摘于西北农林科技大学安康北亚热带果树试验站清泉枇杷示范园,采摘后运回西北农林科技大学林学院实验室,5℃下保存备用。

2,2-连氮-双(3-乙基苯并噻唑-6-磺酸)ABT 自由基,美国 Sigma 公司;过硫酸钾、氢氧化钠、无水乙醇、草酸、2,6-二氯酚靛酚、蒽酮、98%浓硫酸、葡萄糖、磷酸、儿茶酚,以上试剂均为国产分析纯。

第一作者简介:陈贤爽(1990-),女,硕士研究生,研究方向为枇杷加工利用。E-mail:331325254@qq.com

责任作者:鲁周民(1966-),男,研究员,博士生导师,现主要从事经济林栽培与果品加工利用等研究工作。E-mail:lzm@nwsuaf.edu.cn

基金项目:杨凌示范区农业科技示范推广能力提升资助项目(2014-TS-19);财政部“以大学为依托的农业科技推广模式建设”资助项目(XTG2015014)。

收稿日期:2015-05-20

UV-1240 型紫外-可见分光光度计(日本岛津公司); CR-10 型色差计(日本 Konica Minolta 公司); DGG-9140A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海森信实验仪器有限公司); R200D 型电子分析天平(精度 1/10 000, 德国 Sartorius 公司); UHH-S4 型恒温水浴锅(北京科伟永兴仪器有限公司); A1330011 型 Beckman 离心机(中国上海)。

1.2 试验方法

挑选成熟度一致, 色泽鲜亮, 无病虫害和机械损伤的枇杷果, 清洗干净, 摘除果蒂, 用去核器去果核, 手工去皮后, 分别采取以下 3 种方式护色: 20% 柠檬汁和 1% 食盐浸泡^[10] 10、20、30、40 min; 蒸汽加热 20、40、60、80、100 s; 85℃ 水浴加热 20、40、60、80、100 s。共 3 组 14 个处理, 每处理 10 个枇杷果。护色处理后根据色泽参数值分别在每一组中选取较优的护色时间。试验重复 3 次。

再将枇杷果分为 3 组, 分别按照上述 3 组试验中选出的最优护色方式处理后, 取出放置于室内自然光条件下, 分别于 0、2、4、6 h 时取样, 测定其水分、可溶性糖、可

滴定酸含量, 色泽, PPO 活性, 维生素 C 含量及 ABTS 自由基清除率。每处理重复 3 次。

1.3 项目测定

水分含量烘干恒重法测定。

色值: 取果肉 5 g 置于干净案板上, 用厚度 1.5 mm 玻璃片压平, 保持室内光线亮度一致, 用色差计测定果肉色差^[11-12], 得 L, a, b 值, 其中 L 值表示亮暗值, a 值表示红绿值, b 值表示黄蓝值。以鲜果色值(L_0, a_0, b_0)为初始值, 按公式 $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 计算总色差。其中: $\Delta L = L_0 - L$; $\Delta a = a_0 - a$; $\Delta b = b_0 - b$ 。

可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定。可滴定酸含量采用酸碱滴定法(0.1 mol/L NaOH)测定。多酚氧化酶(PPO)活性采用邻苯二酚比色法^[13]测定。维生素 C (vitamin C, VC) 含量采用 2, 6-二氯酚靛酚滴定法测定。

总抗氧化能力: 用 ABTS 法测定总抗氧化能力^[14]。其具体方法见图 1^[15]。

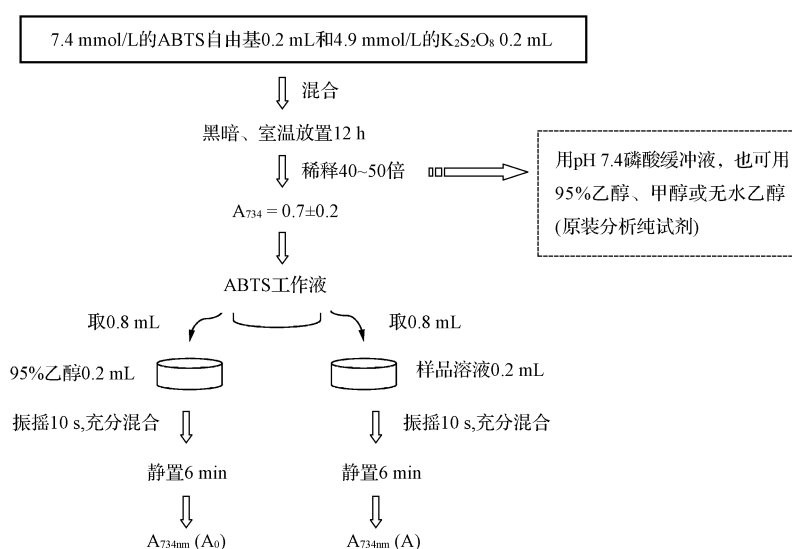


图 1 ABTS 法测定自由基清除率试验步骤

Fig. 1 Steps of measuring scavenging ability on ABTS⁺ · free radical

自由基清除率的计算公式: 清除率(%) = $(A_0 - A) / A_0 \times 100$ 。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 和 IBM SPSS statistics 软件进行数据处理和统计分析, LSD 法进行多重比较, 判断差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同护色处理枇杷果肉色泽参数值的变化

果蔬的色泽可以直接影响人们的消费心理。由表 1、2、3 可知, 枇杷果肉的色泽参数值(L, a, b)均随护色时间的延长总体上呈现下降的趋势, 总色差值逐渐变大, 表明枇杷果肉颜色逐渐变深变暗。由表 1 可知, 浸泡护

色时间为 10 min 时总色差值为 2.20 ± 0.76 , 与护色 20、30 min 之间的总色差差异不显著, 与护色 40 min 时的总色差差异显著。由于护色剂中添加了 1% 的食盐, 为防止浸泡时间过长导致果肉咸味过重, 故选择浸泡护色时间为 10 min 即可。由表 2 可知, 蒸汽护色 20 s 和 40 s 的总色差值差异不显著, 而二者与护色 60、80、100 s 的总色差存在显著差异, 为保证枇杷果肉护色充分, 选择蒸汽护色时间为 40 s。由表 3 可知, 水浴护色时间为 20 s 时, 其总色差值与护色 40、60、80、100 s 的总色差值差异显著, 而护色 40 s 以后枇杷果肉的总色差差异变化不大。由于水浴时间过长会使果内可溶性成分溶解流失, 使得果实风味变淡, 故选择 20 s 水浴护色较为理想。

表 1 不同浸泡时间下色泽参数值的变化

Table 1 The change of average color parameters of different soaking time

护色时间 Color retention time/min	浸泡护色 Soaking color retention			
	L	a	b	ΔE
0	54.20±0.60	16.53±0.40	35.95±0.64	
10	53.40±0.56	17.90±0.17	34.60±0.98	2.20 ^a
20	52.70±0.52	17.50±0.10	34.17±0.21	2.54 ^{ab}
30	52.57±0.29	17.20±0.35	34.60±0.42	2.84 ^{ab}
40	51.83±0.55	16.83±0.70	33.07±0.49	3.41 ^b

表 2 不同蒸汽时间下色泽参数值的变化

Table 2 The change of average color parameters of different steaming time

护色时间 Color retention time/s	蒸汽护色 Steaming color retention			
	L	a	b	ΔE
0	54.77±0.84	16.63±0.76	31.43±0.72	
20	53.87±0.83	13.90±0.36	31.60±0.23	3.24 ^a
40	53.15±0.07	13.00±0.17	30.27±0.87	4.39 ^a
60	52.20±0.66	13.33±0.76	29.77±0.57	5.76 ^b
80	52.33±0.45	11.93±0.84	27.73±0.46	7.77 ^c
100	49.43±0.06	10.97±0.78	25.93±0.95	7.81 ^c

表 3 不同水浴时间下色泽参数值的变化

Table 3 The change of average color parameters of different water bath time

护色时间 Color retention time/s	水浴护色 Water bath color retention			
	L	a	b	ΔE
0	54.23±0.76	19.53±0.47	35.00±0.53	
20	52.80±0.96	18.33±0.64	34.17±0.59	2.15 ^a
40	52.83±0.85	16.30±0.26	33.73±0.64	3.80 ^b
60	48.90±0.78	15.47±0.64	33.10±0.40	7.01 ^c
80	48.90±0.60	15.67±0.58	32.13±0.67	7.07 ^c
100	48.53±0.67	15.37±0.40	31.67±0.81	7.82 ^c

注:表中不同字母表明差异显著($P<0.05$)。

2.2 不同放置时间下枇杷果肉水分、可溶性糖和可滴定酸含量的变化

枇杷果肉经 3 种护色方式处理后,浸泡护色的水分、可溶性糖和可滴定酸含量均处于最高值,分别为 $(92.73\pm 0.13)\%$ 、 $(0.15\pm 0.01)\text{g/g}$ 和 $(8.67\pm 0.61)\text{mg/g}$,如图 2 所示,枇杷果肉水分和可滴定酸含量总体上均呈下降趋势,可溶性糖含量总体上呈现升高的趋势,护色 4 h 后变化缓慢。

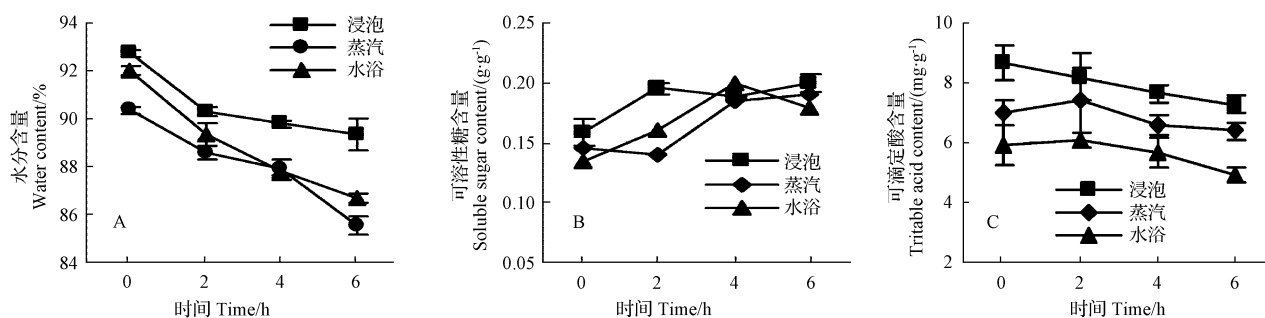


图 2 不同放置时间水分(A)、可溶性糖(B)、可滴定酸(C)含量的变化

Fig. 2 The change of contents of water(A), soluble sugar(B) and triable acid(C) of different time

由图 2 可知,浸泡护色后枇杷果肉的水分损失速率较水浴护色和蒸汽护色更为平缓,空气中放置 6 h 后,浸泡护色的枇杷果肉水分含量仍处于最大值,其次是水浴护色,蒸汽护色最低,且三者存在极显著差异($P<0.01$)。在放置过程中,3 种护色方式处理枇杷果肉的可溶性糖含量总体上呈缓慢升高趋势,这是由于果肉在放置过程中由于失水总质量下降而导致可溶性糖相对含量升高。放置 6 h 时三者的可溶性糖含量差异不显著($P>0.05$)。3 种护色方式处理后枇杷果肉的可滴定酸含量存在显著差异($P<0.05$),其大小顺序为浸泡处理>蒸汽处理>水浴处理。这可能由于护色剂中含有维生素 C 和柠檬酸等酸性物质,这些成分渗透到枇杷果内的缘故。而水浴护色时,由于果内外的浓度差会使果内的可溶性成分外渗,使得果实风味变淡,可滴定酸含量明显低于其它二者。在整个放置时间内,三者的可滴定酸含量略有下降。

2.3 不同放置时间下枇杷果肉色值和 PPO 活性的变化

由图 3 可见,随着放置时间的延长,不同护色方式处理后的枇杷果肉总色差值均呈现明显的上升趋势,说明枇杷果肉的颜色均迅速变深变暗。但在整个放置期间,浸泡护色的枇杷果肉总色差值极显著低于蒸汽护色和水浴护色的枇杷果肉。PPO 是影响产品质量的氧化酶之一,它能使儿茶酚氧化产生黑色素导致果实褐变。由图 4 可知,3 组枇杷果肉 PPO 活性变化较缓慢且蒸汽护色和水浴护色的果肉 PPO 活性始终处于较低水平,极显著低于浸泡护色($P<0.01$)。这主要是因为枇杷果肉经热烫处理后,酶蛋白受热凝固变性,使酶的活性钝化或丧失。但在浸泡护色时护色剂中大量的柠檬酸可以通过螯合多酚氧化酶的辅基铜离子来抑制果肉褐变,且较低的 pH 值也可以使 PPO 偏离其最适作用范围,故最终浸泡护色的色泽仍优于其它 2 种护色方式。

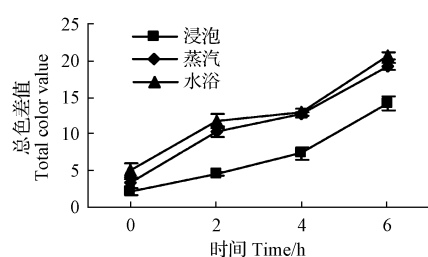


图3 不同放置时间总色差值的变化

Fig. 3 The change of total color value of different time

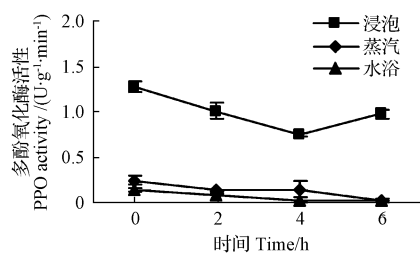


图4 不同放置时间多酚氧化酶活性的变化

Fig. 4 The change of PPO activity of different time

2.4 不同放置时间下枇杷果肉维生素C含量和对ABTS自由基清除率的变化

维生素C具有较强的氧化性,因此可以和酚类物质争夺氧气,阻止氧气与酚类物质的酶促反应。具有供氢能力的抗氧化剂与 $ABTS^+$ 反应,使之变成没有颜色的ABTS,所以,对 $ABTS^+$ 清除率反映了枇杷抗氧化的能力,清除率的值越高表明抗氧化能力越强,反之越弱。如图5和图6所示,浸泡护色后的枇杷果肉维生素C含量和对自由基清除率均显著高于蒸汽护色和水浴护色的枇杷果肉($P < 0.05$),其值分别为 $(4.31 \pm 0.01) \text{ mg/kg}$, $(0.86 \pm 0.01) \%$,且随着放置时间的延长,三者维生素C含量和对自由基清除率均呈现下降趋势。维生素C含量在放置初期下降较快,4 h后处于较为稳定的状态,且放置6 h时各个处理的维生素C含量、对自由基清除率均不存在显著差异($P > 0.05$)。这是由于维生素C在空气中会不断氧化分解,对 $ABTS^+$ 的清除率在枇杷果肉与空气接触过程中也会随着果肉中抗氧化成分的不断氧化分解而逐渐降低。

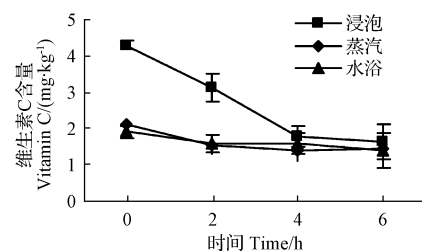


图5 不同放置时间维生素C含量的变化

Fig. 5 The change of content of vitamin C of different time

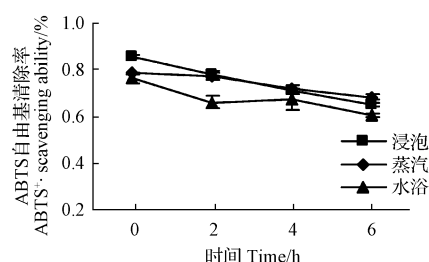


图6 不同放置时间ABTS自由基清除率的变化

Fig. 6 The change of scavenging ability on $ABTS^+$ free radical of different time

3 结论与讨论

试验结果表明,在采用护色剂浸泡、蒸汽和水浴处理对枇杷果肉护色时间分别以10 min、40 s和20 s时护色效果较好,且保持了良好的果实质地和果实风味。

分别经护色剂浸泡、蒸汽和水浴处理护色后的枇杷果肉在室温放置过程中品质变化存在差异。3组枇杷果肉的水分和可滴定酸含量均呈下降趋势;可溶性糖含量逐渐升高,放置4 h后趋于稳定;总色差值呈上升的趋势;PPO活性波动不大;维生素C含量和对ABTS自由基清除率先呈下降趋势,放置4 h后达到稳定状态。在放置过程中,浸泡护色的枇杷果肉水分和维生素C含量、PPO活性一直处于最高水平,而总色差值一直低于其它2种护色方式处理的枇杷果肉。在可溶性糖、可滴定酸含量以及总抗氧化能力方面,0 h时浸泡护色的枇杷果肉均处于最大值。放置6 h时,各处理间指标值差异不显著($P > 0.05$)。综合上述结果可得出,3种护色方式的护色效果以护色剂浸泡最优。

浸泡护色剂中的柠檬酸和维生素C不仅可以抑制果实褐变,还可以增加果实风味;热烫处理可以通过高温钝化酶的活性从而达到抑制褐变的目的。但采用护色剂浸泡处理后果肉PPO活性依然保持较高水平,而蒸汽和水浴热烫易使果实质地变软,特别是水浴护色严重影响果实风味。

在该试验中所涉及的护色方式均为单一处理,而采用护色剂浸泡与蒸汽热烫处理相结合的方式可能会达到更好的护色效果,还需要进一步深入系统研究。

参考文献

- [1] HASEGAWA P N, FARIA A F, MERCADANTE A Z, et al. Chemical composition of five loquat cultivars planted in Brazil [J]. Cienciae Tecnologia de Alimentos, 2010, 30(2): 552-559.
- [2] XU H X, CHEN J W. Commercial quality, major bioactive compound content and antioxidant capacity of 12 cultivars of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruits[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2011, 1(6): 1057-1063.
- [3] BESADA C A. Combination of physiological and chemometrics analyses

reveals the main associations between quality and ripening traits and volatiles in two loquat cultivars[J]. *Metabolomics*, 2013, 9(2):324-336.

[4] SHAO X F, TU K. Hot air treatment improved the chilling resistance of loquat fruit under cold storage[J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2014, 38(2):694-703.

[5] 宋虎卫, 杨立明, 郑永华, 等. 过氧乙酸对枇杷采后品质的保鲜作用[J]. *食品科技*, 2014(3):236-241.

[6] 王琼波, 郭明月, 李国因, 等. 雪莲、脐橙复合果汁的护色及感官评价[J]. *食品工业科技*, 2012(16):296-298, 301.

[7] 何志刚, 林晓姿, 李维新, 等. 枇杷的营养保健与川贝枇杷低糖果酱的研制[J]. *食品科学*, 2006, 26(9):258-260.

[8] 林晶晶, 李娟, 林向阳, 等. 纯果肉型枇杷饮料的研制[J]. *农产品加工(学刊)*, 2009(12):35-37, 41.

[9] 曾婷婷, 张立彦. 低糖枇杷果脯护色条件的研究[J]. *食品工业科技*, 2012(7):287-291.

[10] 刘晓莉, 黄维. 枇杷果冻生产工艺研究[J]. *食品科技*, 2013(10):140-144.

[11] 韩燕, 吴厚玖, 窦华亭. 中国甜橙果汁色泽的定量评价[J]. *食品科学*, 2010(9):16-18.

[12] 刘树兴, 魏送送, 常大伟. 超高压处理对酥梨浊汁多酚氧化酶活性和色差的影响[J]. *陕西科技大学学报(自然科学版)*, 2014(3):93-96.

[13] 蒋益虹. 百合褐变与多酚氧化酶和过氧化物酶活性关系的研究[J]. *浙江大学学报(农业与生命科学版)*, 2003(5):50-54.

[14] 芦艳, 鲁国民, 樊美丽. 枇杷花不同花期醇提物抗氧化活性的比较[J]. *现代食品科技*, 2013(9):2141-2146.

[15] LI X C, LIN J, GAO Y X, et al. Antioxidant activity and mechanism of rhizoma clematidis[J]. *Chemistry Central Journal*, 2012, 6(1):140.

Effect of Color Retention Technique on the Quality of Loquat Fruit Flesh

CHEN Xianshuang, WANG Jintao, LU Zhoumin

(College of Forestry, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: The fruit of 'Dawuxing' loquat was used as experiment materials, the effect of different color retention on quality of loquat were studied, the color parameter, contents of soluble sugar, vitamin C, PPO activity and scavenging ability on ABTS⁺ of Loquat were measured after three color retention methods: 20% lemon juice and 1% salt soaking, steam heating, 85°C water bath and deposition under the indoor natural light. The results showed that the best color retention time of these three methods were 10 min, 40 s, 20 s respectively. The contents of water, vitamin C and PPO activity of soaking loquat was always at the high level while the color was the lowest. It showed the highest contents of soluble sugar and the antioxidant capacity at 0 h and tended to be no significant difference with the other at 6 h ($P > 0.05$). Soaking was the optimal of three color retention technique.

Keywords: loquat flesh; color retention; soak; loquat quality

欢迎订阅 2016 年《中国稻米》杂志

《中国稻米》是由农业部主管, 中国水稻研究所主办, 全国农业技术推广服务中心等单位协办的全国性水稻科学技术期刊。设有“专论与研究”、“品种与技术”、“各地稻米”、“综合信息”等栏目, 兼具学术性、技术性、知识性、信息性等特点。2014 年被国家新闻出版广电总局认定为首批学术类期刊。还荣获全国农业期刊金犁奖技术类一等奖、浙江省优秀科技期刊二等奖等奖项。据《中国科技期刊引证报告》(核心版)统计, 《中国稻米》2013 年的影响因子为 0.553。2008 年度还有一篇文章被评为中国百篇最具影响国内文章。适合我国水稻产区各级技术人员及农业与粮食行政管理人员、科研教学人员和稻农阅读。本刊为双月刊, 标准大 16 开本, 单月 20 日出版。每期定价 10.00 元, 全年 60.00 元, 公开发售, 邮发代码: 32-31, 国内刊号: CN33-1201/S, 国际统一刊号: ISSN 1006-8082。欢迎新老读者到当地邮局订阅, 也可直接汇款到本刊编辑部订阅。

E-mail: zgdm@163.com

网 址: www.zgdm.net

地 址: 浙江省杭州市富阳区新桥水稻所路 28 号

邮政编码: 311400

电话(传真): 0571-63370271, 63370368