

‘白玉’枇杷果实套袋对品质及抗氧化能力的影响

徐红霞¹, 陈俊伟^{1*}, 张豫超¹, 谢鸣¹, 周利明², 钱金龙², 唐庆明², 徐春明³

(¹浙江省农业科学院园艺研究所, 杭州 310021; ²上海市青浦区赵巷镇农业综合服务中心, 上海 201703; ³江苏省苏州市林业站, 江苏苏州 215128)

摘要: 以白沙枇杷品种‘白玉’为试材, 分析了白色单层、黄色单层、黄色双层和外灰内黑双层等 4 种纸袋套袋对果实品质以及抗氧化能力的影响。结果表明, 套袋能改善果实表面的光泽度。白色单层纸袋处理增加了果实的可溶性固形物和总糖含量, 而其他 3 种纸袋处理都导致果实可溶性固形物和总糖含量下降, 可滴定酸含量上升。套袋还降低了果实的总酚含量、类黄酮含量和抗氧化能力, 其中以外灰内黑双层纸袋下降最大。套袋后果实的抗氧化能力下降, 与总酚和类黄酮含量降低呈显著正相关。综合套袋对果实品质的影响, ‘白玉’枇杷宜用透光性好的白色单层纸袋。

关键词: 枇杷; 套袋; 果实; 品质; 抗氧化能力

中图分类号: S 667.3 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2008) 08-1193-06

Effects of Bagging on Fruit Quality and Antioxidant Capacity in ‘Baiyu’ Loquat

XU Hong-xia¹, CHEN Jun-wei^{1*}, ZHANG Yu-chao¹, XIE Ming¹, ZHOU Li-ming², QIAN Jin-long², TANG Qing-ming², and XU Chun-ming³

(¹Institute of Horticulture, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; ²Agricultural Comprehensive Service Center of Zhaoxiang Town, Qingpu District, Shanghai 201703, China; ³Forestry Station of Suzhou, Suzhou, Jiangsu 215128, China)

Abstract: The effects of fruit bagging on fruit quality and antioxidant capacity were studied in white flesh loquat fruit (*Eriobotrya japonica* Lindl. ‘Baiyu’) with four different types of bags (one-layer white paper bag, one-layer yellow paper bag, two-layer yellow paper bag and two-layer grey-out-dark-in paper bag). The results showed that bagging promoted the luster of loquat fruits. Compared with control, the treatment of one-layer white paper bag increased the content of total soluble solids and total sugars, while the treatment of other three types of bags decreased the content of total soluble solids, and increased the titratable acids in mature fruit of ‘Baiyu’. The contents of total phenolic and flavone and antioxidant capacity in bagging fruit were lower than those in the control. The lowest occurred in the fruit bagged with two-layer grey-out-dark-in paper bag. The decrease of total antioxidant capacity in bagging fruit was attributed to the decrease of the content of total phenolic and flavone in bagging fruit. According to above results, the one-layer white paper bag was the most suitable for bagging of ‘Baiyu’ loquat fruit.

Key words: loquat; bagging; fruit; quality; antioxidant capacity

白沙枇杷果实采前易发生裂果、日灼伤和受到鸟、虫、病为害, 影响其商品价值。果实套袋是实现白沙枇杷优质生产的一项重要措施。套袋可改善果实的外观品质 (Hofman et al., 1997; Tyas et

收稿日期: 2008-05-05; 修回日期: 2008-07-01

基金项目: 浙江省自然科学基金项目 (Y306128); 上海市青浦区科委重大项目

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: chenjunwe@tom.com)

al., 1998; Wang et al., 2000), 同时也会造成果实糖含量下降, 酸含量上升(王少敏等, 2002; 吴万兴等, 2004)。水果中富含的类黄酮、花青素、类胡萝卜素等抗氧化物质(Lako et al., 2007; Zanatta & Mercadante, 2007)在防治一些与人类自由基损伤相关的疾病以及在抗衰老过程中起着重要作用(Fukumoto & Mazza, 2000), 但光照会影响果实的抗氧化成分和抗氧化能力(Crozier et al., 1997), 因此, 套袋可能影响枇杷果实的抗氧化能力。目前有关果实套袋对品质的影响主要集中在糖酸等常规品质方面, 尚无对抗氧化成分与抗氧化能力影响方面的研究报告。

笔者以白沙枇杷品种‘白玉’为试材, 研究不同套袋处理对果实外观品质、营养成分及抗氧化能力的影响, 旨在为枇杷高品质栽培和科学套袋提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地点与材料

试验于2007年在上海市青浦区赵巷镇垂姚村枇杷园进行。供试材料为6年生‘白玉’枇杷(*Eriobotrya japonica* Lindl.)。于2007年3月下旬至4月上旬进行疏果, 每个果穗留两个果实。疏果后取长势相对一致、位于树冠南面外围的果穗分别用白色单层纸袋、黄色单层纸袋、黄色双层纸袋和外灰内黑双层纸袋将枇杷幼果套袋, 每一处理套袋100个果穗, 以不套袋作为对照。上述4种纸袋的透光率分别为 $49.9\% \pm 4.2\%$ 、 $50.9\% \pm 2.5\%$ 、 $26.6\% \pm 3.7\%$ 和 $0.10\% \pm 0.15\%$ (用照度计测定)。果实成熟采收后, 每处理分别随机取50个果实用于各项指标的分析。

1.2 测定指标和方法

可溶性固形物含量测定用手持折光仪法; 可滴定酸含量用酸碱滴定法; 果实色差的测定选用ADCI-60-C色差自动检测计(北京光学仪器厂生产)测定果实赤道部位的 a^* 值(红色饱和度), b^* 值(黄色饱和度)和 L^* 值(光泽明亮度), 单果重复4次, 共测定30个果实。

糖的测定参照陈俊伟等(2001a, 2001b)的方法, 总糖含量 = 蔗糖 + 果糖 + 葡萄糖 + 山梨醇。每个处理重复3次。

总类胡萝卜素含量的测定参照Reyes等(2007)方法; 总酚的测定根据Folin-Ciocalteu法(Singleton & Slinkard, 1977); 总黄酮的测定根据Kim等(2003)的方法。

二苯代苦味酰基(DPPH)自由基清除能力的测定参照Tadolino等(2000)的方法。总抗氧化活性(TEAC)的测定参照Re等(1999)的方法。铁离子还原力/抗氧化力(FRAP)法测定抗氧化能力参照Benzie和Strain(1999)的方法。

采用DPS软件进行数据分析, 显著水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 套袋对‘白玉’枇杷果实的单果质量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量和色差的影响

从表1可以看出, 套袋对‘白玉’枇杷果实的单果质量没有显著影响。白色单层纸袋和黄色双层纸袋套袋处理后可溶性固形物含量与对照(不套袋)无显著差异; 外灰内黑双层纸袋套袋后含量最低, 比对照降低了15%。在可滴定酸含量方面, 除了白色单层纸袋与对照无差异外, 其他各套袋处理都有不同程度升高, 其中用外灰内黑双层纸袋套袋的果实可滴定酸含量比对照增加了42%。

在色泽方面, 4种果袋中外灰内黑双层纸袋处理的 L^* 值最高, 说明其果实光亮度最好, 而白色单层纸袋处理光亮度最低, 与对照接近。其他两种纸袋的 L^* 值也都显著高于对照, 表明套袋能有效增加果实光亮度。反应红色饱和度的 a^* 值, 白色单层纸袋与对照无显著差异; 而其他3种果袋套袋都低于对照, 说明白色单层纸袋和不套袋的果实比用其他纸袋套袋的果实更偏向红色。反映黄色饱和度的 b^* 值, 黄色单层纸袋处理显著高于对照, 表明套袋后果实颜色与不套袋的相比偏向黄色。

表 1 不同果袋对 '白玉' 枇杷果实的单果质量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量和色泽的影响

Table 1 Effects of bagging on fruit mass, total soluble solid content, titratable acid content, color and luster in loquat fruit

处理 Treatment	单果质量 /g Fruit mass	可溶性固形物 含量/% Total soluble solid	可滴定酸含量 /% Titratable acid	色泽 Color and lustre		
				a*	b*	L*
对照 Control	28.1 ± 6.3 a	13.1 ± 1.1 ab	0.38 ± 0.003 bc	14.5 ± 1.9 a	44.1 ± 2.0 b	65.2 ± 1.1 c
白色单层纸袋 One-layer white paper bag	24.2 ± 5.0 a	13.3 ± 0.9 a	0.32 ± 0.039 c	15.0 ± 1.5 a	45.3 ± 1.4 ab	65.4 ± 0.9 c
黄色单层纸袋 One-layer yellow paper bag	25.0 ± 4.8 a	12.1 ± 1.1 bc	0.50 ± 0.036 ab	12.8 ± 2.4 b	45.9 ± 2.0 a	69.1 ± 1.1 b
黄色双层纸袋 Two-layer yellow paper bag	24.7 ± 5.6 a	13.0 ± 1.7 ab	0.52 ± 0.035 ab	11.6 ± 2.4 bc	45.1 ± 2.0 ab	68.9 ± 1.3 b
外灰内黑双层纸袋 Two-layer grey-out-dark-in paper bag	24.1 ± 6.2 a	11.1 ± 1.6 c	0.55 ± 0.097 a	10.3 ± 1.9 c	44.7 ± 1.8 ab	71.0 ± 1.8 a

注: 同列数字不同的小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

Note: The different small letters in the same column represent significant difference at $P < 0.05$ level. The same below.

2.2 套袋对 '白玉' 枇杷果实各种糖含量的影响

套袋后枇杷果肉中各种糖含量的变化有很大的差异。其中白色单层纸袋套袋处理后的枇杷果肉中蔗糖、葡萄糖有明显增加。经黄色单层纸袋套袋后, 枇杷果肉中各种糖含量与对照相比均无显著差异。用黄色双层纸袋进行套袋导致葡萄糖含量显著降低。外灰内黑双层纸袋对枇杷果实中蔗糖和果糖含量影响并不显著, 但葡萄糖和山梨醇含量显著下降。从总糖含量上看, 除了白色单层纸袋能显著增加枇杷果实中总糖含量以外, 其它各种材料的纸袋对枇杷果实总糖含量并无显著影响。

表 2 不同果袋对 '白玉' 枇杷果实糖含量的影响

Table 2 Effects of bagging on sugar content in loquat fruit

/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ FM)

处理 Treatment	蔗糖 Sucrose	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose	山梨醇 Sorbitol	总糖 Total sugar
对照 Control	2.43 ± 0.04 b	29.0 ± 1.47 b	42.1 ± 2.14 ab	2.26 ± 0.09 ab	75.8 ± 3.71 b
白色单层纸袋 One-layer white paper bag	3.00 ± 0.04 a	36.7 ± 0.10 a	47.6 ± 0.40 a	2.59 ± 0.24 a	89.9 ± 0.53 a
黄色单层纸袋 One-layer yellow paper bag	2.42 ± 0.12 b	27.9 ± 0.88 bc	40.4 ± 2.43 ab	2.35 ± 0.04 ab	73.1 ± 3.4 b
黄色双层纸袋 Two-layer yellow paper bag	2.21 ± 0.16 b	23.6 ± 1.28 d	37.7 ± 4.51 b	2.03 ± 0.11 bc	65.6 ± 5.88 b
外灰内黑双层纸袋 Two-layer grey-out-dark-in paper bag	2.27 ± 0.10 b	25.4 ± 1.34 cd	42.3 ± 2.42 ab	1.77 ± 0.10 c	71.8 ± 3.90 b

2.3 套袋对 '白玉' 枇杷果实总酚含量、类黄酮含量和总类胡萝卜素含量的影响

从表 3 可以看出, 白色单层纸袋处理后枇杷果肉中总酚含量与对照无显著差异, 其他 3 种纸袋处

表 3 不同果袋对 '白玉' 枇杷果实总酚含量、类黄酮含量和总类胡萝卜素含量的影响

Table 3 Effects of different bags on total phenolic, flavone and total carotenoids content in loquat fruit

/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ FM)

处理 Treatment	总酚含量 Total phenolic content	类黄酮含量 Flavone content	总类胡萝卜素含量 Total carotenoid content
对照 Control	220.0 ± 26.9 a	28.2 ± 4.4 a	35.7 ± 4.1 c
白色单层纸袋 One-layer white paper bag	199.2 ± 30.0 a	21.6 ± 2.7 b	48.3 ± 3.1 a
黄色单层纸袋 One-layer yellow paper bag	164.0 ± 19.6 b	20.6 ± 2.6 b	41.8 ± 3.7 b
黄色双层纸袋 Two-layer yellow paper bag	138.3 ± 33.4 bc	16.6 ± 1.9 c	33.4 ± 1.6 c
外灰内黑双层纸袋 Two-layer grey-out-dark-in paper bag	119.7 ± 17.5 c	16.9 ± 2.3 c	27.4 ± 0.7 d

理都导致总酚含量显著下降, 其中外灰内黑双层纸袋处理下降程度最大, 与对照相比减少了 46%。套袋导致果实中类黄酮含量显著下降, 其中黄色双层纸袋和外灰内黑双层纸袋下降较多。套袋对总类胡萝卜素含量的影响有一定的差异, 透光性较强的白色单层纸袋和黄色单层纸袋处理后, 总类胡萝卜素含量显著增加; 而透光性最差的外灰内黑双层纸袋处理后, 总类胡萝卜素含量显著下降。

2.4 套袋对‘白玉’枇杷果实抗氧化能力的影响

从表 4 可以看出, ‘白玉’枇杷果实套袋后, 果实的 DPPH 自由基清除能力都明显低于不套袋的果实的清除能力。透光性较强的白色单层纸袋和黄色单层纸袋处理后清除自由基能力较高, 而透光能力最差的外灰内黑双层纸袋最低。套袋果实的 TEAC 值都小于对照, 其中白色单层纸袋最高, 黄色双层纸袋最低, 前者是后者的 1.87 倍。套袋果实的 FRAP 值也都显著低于对照, 白色单层纸袋、黄色单层纸袋、黄色双层纸袋和外灰内黑双层纸袋分别比对照降低 11%、15%、16% 和 25%。

表 4 不同果袋对‘白玉’枇杷抗氧化能力的影响

Table 4 Effects of different bags on antioxidant capacity in loquat fruit / ($\mu\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{FM}$)

处理 Treatment	DPPH	TEAC	FRAP
对照 Control	1 850.4 ± 102.4 a	1 611.2 ± 151.3 a	2 207.3 ± 93 a
白色单层纸袋 One-layer white paper bag	1 535.3 ± 97.5 b	1 527.2 ± 116.9 a	1 958.5 ± 38.5 b
黄色单层纸袋 One-layer yellow paper bag	1 547.5 ± 90.6 b	1 190.9 ± 90.3 b	1 875.8 ± 106.6 b
黄色双层纸袋 Two-layer yellow paper bag	1 390.8 ± 80.9 c	817.3 ± 51.6 d	1 847.4 ± 125.3 b
外灰内黑双层纸袋 Two-layer grey-out-dark-in paper bag	1 220.0 ± 57.1 d	982.3 ± 35.3 c	1 651.4 ± 92.3 c

2.5 ‘白玉’枇杷果实抗氧化物质含量与抗氧化活性的相关性

对抗氧化活性 (DPPH 值、TEAC 值和 FRAP 值) 与总类胡萝卜素、总酚和类黄酮含量的相关性做了分析 (表 5)。总类胡萝卜素含量与 DPPH 值、TEAC 值和 FRAP 值的相关性未达到显著水平。而类黄酮含量和抗氧化活性之间呈现很强的线性关系, 与 DPPH 值、TEAC 值和 FRAP 值的相关系数分

表 5 ‘白玉’枇杷果实抗氧化活性与总类胡萝卜素、类黄酮和总酚含量的相关性分析

Table 5 Correlation analysis between the total antioxidant capacity and the contents of total carotenoids, flavone and phenolic in loquat fruit

抗氧化物 Antioxidant	总抗氧化能力 Total antioxidant capacity					
	DPPH	R^2	TEAC	R^2	FRAP	R^2
总酚含量 Total phenolic content	$y = 5.1958x + 634.74$	0.8626 *	$y = 7.7389x - 76.096$	0.8864 *	$y = 4.5556x + 1141.7$	0.8812 *
类黄酮含量 Flavone content	$y = 47.138x + 528.37$	0.9071 *	$y = 65.321x - 132.87$	0.8069 *	$y = 39.795x + 1080.3$	0.8591 *
总类胡萝卜素含量 Total carotenoid content	$y = 12.553x + 1040.2$	0.1875	$y = 25.444x + 275.97$	0.3569	$y = 10.503x + 1516$	0.1745

* 表示相关性达到显著水平。

* represent correlation at significant level ($P < 0.05$).

别为 0.9071、0.8069 和 0.8591。总酚含量和抗氧化活性之间也呈现很强的线性正相关, 与 DPPH 值、TEAC 值和 FRAP 值的相关系数分别为 0.8626、0.8864 和 0.8812, 达到显著水平。因此, 在枇杷果肉中起到抗氧化作用的物质主要是类黄酮类和多酚化合物, 而不是类胡萝卜素。不同套袋处理后, 抗氧化活性呈现的差异主要是由于类黄酮类和多酚化合物的含量差异所造成的。

3 讨论

研究表明, 光在植物类胡萝卜素代谢中起重要作用 (Lopez et al., 1986)。陶俊等 (2003) 研究发现柑橘果实套袋遮光后类胡萝卜素含量显著降低, 颜色变浅。在本试验中, 除白色单层纸袋外, 其

他 3 种不同遮光能力的纸袋套袋后果面光泽度都有不同程度提高, 但着色也有所下降。因此, 选用透光性好的果袋可以减轻套袋对枇杷色泽的影响。

套袋不仅影响果实的外观品质, 也影响果实的内在品质。王武等 (2007) 的研究表明, 果袋的遮光性越强, 对柑橘果实的可溶性固形物含量影响也越大。本试验也表明遮光性最强的外灰内黑双层纸袋套袋使果实可溶性固形物含量下降幅度最大。而对于可滴定酸, 除了白色单层纸袋, 其他各种纸袋套袋处理均使枇杷果实中可滴定酸含量显著上升, 黄色单层纸袋、黄色双层纸袋和外灰内黑双层纸袋套袋果实的固酸比 (分别为 24、25 和 20) 显著低于对照 (35)。果实内在品质的变化可能与果袋的遮光性有关。Smart (1987) 研究发现在低光照下葡萄果实的钾、pH、苹果酸增加, 着色度降低, 风味差, 认为果实内含物成分变化归于光敏素对酶的影响。套袋微环境形成的弱光 (光质、光强) 因素导致果实叶绿素含量减少, 果皮光合作用能力显著减弱, 使果皮所需的光合产物基本由叶片供应, 加剧了果实不同部位对叶片光合产物的竞争, 导致分配到果肉的光合产物减少 (陈俊伟 等, 2001a, 2001b; 陶俊 等, 2003)。枇杷运输态光合产物主要为山梨醇。本试验中也发现遮光性最强的外灰内黑双层纸袋套袋后的枇杷果实中山梨醇含量低于其他套袋处理。从总糖上看, 除了白色单层纸袋处理导致总糖含量显著上升以外, 其他各种套袋处理都有下降的趋势, 但不显著。值得注意的是, 白色单层纸袋的透光率只有 $49.9\% \pm 4.2\%$, 其果实中各种糖含量均显著高于对照, 也高于与透光率相当的单层黄色纸袋 (透光率为 $50.9\% \pm 2.5\%$), 这可能与不同材料的果袋能透过的光质不同有关, 其原因需要进一步研究。

许多研究结果表明蔬菜和水果中含有的酚类物质与其抗氧化能力有较高的正相关 (Gil et al., 2000)。本试验的结果也显示, 枇杷果肉中起到抗氧化作用的物质主要是类黄酮和多酚化合物。黄色双层纸袋和外灰内黑双层纸袋套袋后总酚含量和类黄酮含量低于白色单层纸袋和黄色单层纸袋。这也可能与不同果袋的透光性有关。Hanson 和 Havir (1981) 研究表明苯丙氨酸解氨酶 (PAL) 是酚类物质合成的关键酶, 也是一种光诱导酶, 光可以通过光敏色素诱导此酶的活性。而 PAL 活性的提高又促进了类黄酮物质的代谢。本试验中枇杷果实套袋后总酚含量和类黄酮含量有了不同程度降低, 可能与套袋遮光抑制酚类物质的合成有关。

综合考虑不同透光能力的纸袋对 '白玉' 枇杷果实品质和抗氧化能力的影响, 以白色单层纸袋效果最好, 外灰内黑双层纸袋效果最差。

References

- Benzie I F, Strain J J. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299: 15 - 27.
- Chen Jun-wei, Zhang Shang-long, Zhang Liang-cheng, Xu Chang-jie, Chen Kun-song. 2001a. Characteristics of photosynthate translocation and partitioning and sugar accumulation in developing Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit. *Acta Phytophysiologica Sinica*, 27 (2): 186 - 192. (in Chinese)
- 陈俊伟, 张上隆, 张良诚, 徐昌杰, 陈昆松. 2001a. 温州蜜柑果实发育进程中光合产物运输、分配及糖积累特性. *植物生理学报*, 27 (2): 186 - 192.
- Chen Jun-wei, Zhang Shang-long, Zhang Liang-cheng, Xu Chang-jie, Chen Kun-song. 2001b. Effects of fruit shading on photosynthate partitioning, sugar metabolism and accumulation in developing Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit. *Acta Phytophysiologica Sinica*, 27 (6): 499 - 504. (in Chinese)
- 陈俊伟, 张上隆, 张良诚, 徐昌杰, 陈昆松. 2001b. 柑橘果实遮光处理对发育中的果实光合产物分配、糖代谢与积累的影响. *植物生理学报*, 27 (6): 499 - 504.
- Crozier A, Lean M E J, Mcdonald M S, Black C. 1997. Quantitative analysis of the flavonoids content of commercial tomatoes, onions, lettuces and celery. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5: 590 - 595.
- Fukumoto L R, Mazza G. 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities and phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemis-*

- try, 48: 3597 – 3604.
- Gil M I, Tomas-Barberan F A, Hess-Pierce B, Holcroft D M, Kader A A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48: 4581 – 4589.
- Hanson K R, Havir E A. 1981. Phenylalanine ammonia lyase//Conn E E. *The biochemistry of plant*. Vol 7. Second plant products. New York: Academic Press: 577 – 626.
- Hofman P J, Smith L G, Joyce D C, Johnson G I, Meiburg G F. 1997. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. 'Kiatt') fruit influences fruit quality and mineral composition. *Postharvest Biol Technol*, 12: 83 – 91
- Kim D O, Jeong S W, Lee C Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81: 321 – 326.
- Lako J, Trenerry V C, Wahlqvist M, Wattanapenpaiboon N, Sotheeswaran S, Premier R. 2007. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chemistry*, 101: 1727 – 1741.
- Lopez M, Candela ME, Sabarer F. 1986. Carotenoids from *Capsicum annuum* fruits; Influence of spectral quality of radiation. *Biologia Plantarum*, 28: 100 – 104.
- Re R, Pellegrini N, Anna P A. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26: 1231 – 1237.
- Reyes L F, Villarreal J E, Cisneros-Zevallos L. 2007. The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. *Food Chemistry*, 101: 1254 – 1262.
- Singleton V L, Slinkard K. 1977. Total phenol analysis; Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28: 49 – 55.
- Smart R E. 1987. Influence of light on composition and quality of grapes. *Acta Horticulturae*, 206: 37 – 47.
- Tadolino B, Juliano C, Piu L. 2000. Resveratrol inhibition of lipid peroxidation. *Free Radical Research*, 33: 105 – 114.
- Tao Jun, Zhang Shang-long, An Xin-min, Zhao Zhi-zhong. 2003. Effects of light on carotenoid biosynthesis and color formation of fruit peel. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 14 (11): 1833 – 1836. (in Chinese)
- 陶俊, 张上隆, 安新民, 赵智中. 2003. 光照对柑橘果皮类胡萝卜素和色泽形成的影响. *应用生态学报*, 14 (11): 1833 – 1836.
- Tyas J A, Hofman P J, Underhill S J R, Bell K L. 1998. Fruit canopy position and panicle bagging affects yield and quality of 'Tai So' lychee. *Sci Hortic*, 72: 203 – 213.
- Wang H Q, Arakawa O, Motomura Y. 2000. Influence of maturity and bagging on the relationship between anthocyanin accumulation and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity in 'Jonathan' apples. *Postharvest Biol Technol*, 19: 123 – 128.
- Wang Shao-min, Gao Hua-jun, Zhang Xiao-bing. 2002. Effects of bagging on pigment, sugar and acid development in 'Red Fuji' apple fruits. *Acta Horticulturae Sinica*, 29 (3): 263 – 265. (in Chinese)
- 王少敏, 高华君, 张骁兵. 2002. 套袋对红富士苹果色素及糖、酸含量的影响. *园艺学报*, 29 (3): 263 – 265.
- Wang Wu, Deng Lie, He Shao-lan, Yi Shi-lai, Cheng Chang-feng. 2007. Effects of bagging on the interior quality of the fruit of three citrus varieties. *Journal of Southwest China Normal University: Natural Science*, 32 (3): 111 – 116. (in Chinese)
- 王武, 邓烈, 何绍兰, 易时来, 程昌凤. 2007. 套袋对三类柑橘果实内在品质的影响. *西南师范大学学报: 自然科学版*, 32 (3): 111 – 116.
- Wu Wan-xing, Lu Zhou-min, Li Wen-hua, Zhang Zhong-liang, Li Man-xing, Cao Xi-yi, Cao Zhong-gen. 2004. Effects of eliminating partial flowers and young fruits and bagging on growth and quality of loquat fruit. *Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forest: Natural Science*, 32 (11): 73 – 75. (in Chinese)
- 吴万兴, 鲁周民, 李文华, 张忠良, 李满兴, 曹席秩, 曹仲根. 2004. 疏花疏果与套袋对枇杷果实生长与品质的影响. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 32 (11): 73 – 75.
- Zanatta C F, Mercadante A Z. 2007. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry*, 101: 1526 – 1532.