

奉节脐橙果皮褐变的调控技术研究

高雪¹, 李正国²

(1. 韩山师范学院生物系, 广东 潮州 521041; 2. 重庆大学生物工程学院, 重庆 400044)

摘 要: 以奉园 72-1 脐橙为材料, 研究了田间喷钙、套袋处理、延迟采收、打蜡等对果实常温贮藏期间果皮褐变率和果实品质的影响。结果表明, 田间喷钙结合套袋处理可显著降低果实贮藏期间的果皮褐变率($p < 0.01$), 钙处理还显著提高了果面的红色, 改善果实商品性; 而延迟采收和打蜡均极显著地增加果皮褐变率($p < 0.01$); 说明果树缺钙、涂蜡和不适采收期都是引发脐橙果皮褐变的重要因素。

关键词: 脐橙; 果皮褐变; 调控; 技术

Controlling Technology of Peel Browning of “Fengjie” Navel Orange Fruits

GAO Xue¹, LI Zheng-guo²

(1. Department of Biology, Hanshan Normal University, Chaozhou 521041, China;

2. College of Bioengineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Effects of preharvest calcium spray, bag cover, waxing and postponed harvest on peel browning and qualities of “Fengjie” navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck) were investigated during storage. Results indicated that peel browning was significantly reduced by preharvest calcium spray and bag cover during storage ($p < 0.01$). Besides, this preharvest calcium treatment also improved skin redness of fruit as well as its quality. However, the peel browning of “Fengjie” navel orange was markedly enhanced by postharvest waxing and postponed harvest. The results suggested that calcium deficiency, waxing, and unsuitable collecting time might be important factors inducing peel browning in navel orange fruits.

Key words: navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck); peel browning; controlling; technology

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)10-0269-04

奉节脐橙(*Citrus sinensis* Osbeck)品质优良、无籽多汁、色泽鲜艳, 曾多次荣获全国名优水果称号, 深受人们喜爱, 在国内外市场享有一定声誉, 并且是重庆市柑橘出口中唯一具有较强竞争优势的品种。但奉节脐橙易发生果皮褐变, 表现为油胞破裂、下陷、果皮褐变成斑的症状。果皮褐变在田间就有发生, 而在果实采收和贮运过程中, 往往由于管理不善、操作粗放、包装条件差等原因, 造成病变进一步加重, 大大降低了果实的商品价值, 而果皮病变处, 往往容易感染微生物, 导致果实食用品质下降和贮藏期缩短^[1-2]。据调查发现, 除脐橙外, 夏橙、锦橙等其他柑橘品种也易发生类似的果皮病变。但目前对其发生原因、生理机制等尚未进行系统、深入的研究, 因而也缺乏相应的控制措施, 这已成为目前脐橙商品生产发展的关键制约因素。

本研究以奉园 72-1 脐橙为材料, 研究了田间喷钙、单果套袋处理, 采后打蜡, 以及延期采收等对果实采后常温贮藏期间果皮褐变的发生及果实品质的影响, 从而

有针对性地提出了切合实际、经济有效的控制措施, 为降低柑橘果皮褐变, 提高果实商品质量提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

实验果实采自重庆市奉节县果园, 品种为奉园 72-1。单层半透明牛皮纸袋 山东龙口凯祥有限公司; Shine402F 蜡 美国仙农公司; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 双甲眯; 螨立绝; 抑霉唑。

手持式折光测糖仪; TC-PIIG 全自动测色色差计; 日立 2-500 型原子吸收分光光度计。

1.2 材料处理

田间喷钙: 于 7 月下旬, 第二次生理落果后, 用 0.5% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 进行叶面喷钙, 然后进行套袋或不套袋处理。

单果套袋: 对供试树和对照树先除去病虫果、畸形果和挂果偏多的小果, 视病虫发生情况喷 1 次双甲眯

收稿日期: 2008-10-18

基金项目: 国家星火科技项目(2008GA780034); 重庆市科委攻关项目(03-8001); 韩山师范学院博士启动基金项目

作者简介: 高雪(1972-), 女, 副教授, 博士, 主要从事果蔬采后生理与保鲜研究。E-mail: gaoxue_1@163.com

100倍+螨立绝1500倍药剂。药液干后,对果实进行套袋。套袋时间选择天气晴朗,果面无露水时进行。牛皮纸袋规格为:17cm×21cm、20cm×24cm。然后按常规管理。

果实于12月初采收,采后第2天运回实验室,选取健康无伤果,用200mg/L抑霉唑浸果0.5min,晾干后于常温(15±1℃)贮藏。部分果实延期至2月中旬采收,之后进行常温贮藏。

打蜡处理:果实按1.2kg/1000kg用量涂蜡后常温贮藏。每处理30个果,三次重复。

1.3 测定项目和方法

总可溶性固形物:采用手持式折光测糖仪测定。

总酸:采用滴定法^[3]; VC:采用比色法^[3]; 总糖:采用斐林试剂滴定法^[3]。

果皮褐变率的统计:每周统计一次不同处理的果皮褐变率。按下列公式计算:

$$\text{褐变率}(\%) = \frac{\text{褐变果数}}{\text{每个处理的样品果数}} \times 100$$

最后结果为三次重复的平均值。

色度分析:用于色值分析的套袋处理、钙处理样品和对照果实样品分别取自同一株树,采后随机选取大小均匀,无异、畸形、伤果、腐烂等具有明显外观缺陷的果实,随机抽取5个果实进行色值分析。果皮颜色的测定:用全自动测色色差计测定果实的颜色,重复6次,工作条件:D65光源,10度视场,测色光斑直径为10mm,以标准白板为标样品。

叶片和果皮钙含量测定:取脐橙叶片或果皮,按NT/T398—2000标准规定方法,用原子吸收分光光度仪测定钙含量。

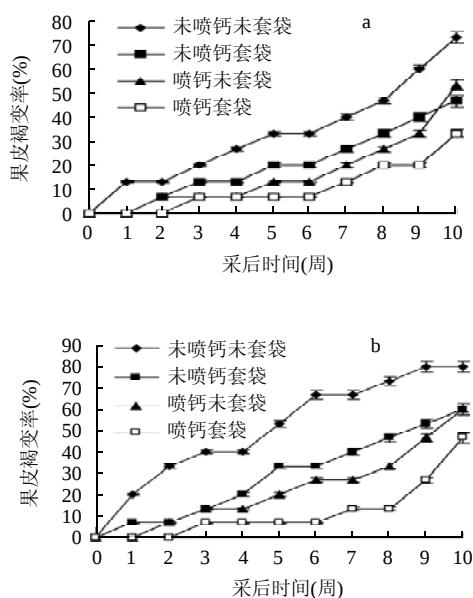
统计分析:DPS分析软件。

2 结果与分析

2.1 钙处理和套袋对贮藏过程中脐橙果皮褐变的影响

通过对奉节县袁梁村和江南村的2个成年果园的叶片进行取样分析,结果显示叶片钙含量分别为1.05%和0.95%。Embleton等推荐的甜橙叶片钙营养诊断标准为:小于1.6%为缺乏,1.6%~2.9%为偏低,3.0%~5.5%为适量,5.6%~6.9%为偏高^[4]。奉节脐橙叶片的钙含量与此标准相比,表明叶片钙含量严重缺乏,仅为正常水平的1/3~1/5,说明果树钙营养状况很差。对袁梁和江南对照和喷钙处理的果实采收后进行果皮钙含量分析结果表明,对照果的果皮钙含量分别为0.72%、0.59%,喷钙后二者分别为0.79%和0.65%,分别提高了9.7%和10.1%。说明叶面喷钙可有效提高果实果皮的钙含量。

为了研究喷钙和套袋对果实采后贮藏过程中果皮褐变的影响,将从袁梁村和江南村采收的果实,选取健康果进行贮藏实验。从图1(a)和(b)中可以看出,来自两个果园的各处理间的果皮褐变率表现出一致的趋势,即未喷钙未套袋的对照果>未喷钙套袋>喷钙未套袋>喷钙套袋果。喷钙和套袋处理表现出了较好的抑制果皮褐变的作用,且两种措施相结合的喷钙+套袋处理褐变率最低,二者表现出了较好的协同作用。江南村的未喷钙处理发病率明显高于袁梁村,这与江南村果实钙含量较低的结果相吻合。经统计分析结果表明袁梁村和江南村喷钙+套袋果的果皮褐变率与对照(未喷钙未套袋)间达极显著差异($p<0.01$)。以上结果说明喷钙结合套袋处理可显著降低脐橙果实采后贮藏过程中的果皮褐变率。



a.采自袁梁村; b.采自江南村。

图1 喷钙和套袋处理对果皮褐变率的影响

Fig.1 Effects of preharvest calcium treatment and bag cover on peel browning rate of "Fengjie" navel orange during storage

2.2 钙处理和套袋对果实品质的影响

2.2.1 钙处理和套袋对果实食用品质的影响

从表1的数据可以得出,袁梁村未套袋处理的平均总糖含量为10.35%,套袋处理的平均总糖含量为9.62%;江南村未套袋处理的平均总糖含量为9.88%,套袋处理的平均总糖含量为9.36%;说明套袋后果实糖含量略有下降。除总糖含量外,套袋果的总可溶性固形物、VC含量也略有下降,而总酸含量有所升高。而钙处理后果实的总可溶性固形物、含酸量、总糖以及VC含量与未喷钙果实相比未表现出明显差异,说明钙处理对果实食用品质无明显影响,而套袋后果实的食用

品质略有降低。

表1 套袋和钙处理对柑橘果实品质的影响

Table 1 Effects of preharvest calcium treatment and bag cover on fruit qualities of "Fengjie" navel orange

产地	处理	总可溶性 固形物(%)	含酸量(%)	VC 含量 (mg/100g)	总糖含 量(%)
袁梁村	未套袋未喷钙	11.5	0.464	46.2	10.37
	未套袋喷钙	11.35	0.497	48.6	10.34
	套袋未喷钙	10.8	0.571	39.9	9.44
	套袋喷钙	11.05	0.651	38.1	9.81
江南村	未套袋未喷钙	12.05	0.437	55.5	10.12
	未套袋喷钙	11.6	0.469	55.1	9.63
	套袋未喷钙	11.5	0.605	48.6	9.66
	套袋喷钙	11.2	0.625	51.1	9.06

2.2.2 钙处理和套袋对果皮颜色的影响

表2 钙处理对果皮颜色的影响

Table 2 Effects of preharvest calcium treatment on peel color of "Fengjie" navel orange

色值	L*	A*	B*	h	C*	YI
Ca	45.93 ± 0.99	29.41 ± 1.01 ^a	29.84 ± 2.73	0.63 ± 0.11 ^a	41.96 ± 2.42	122.43 ± 4.74 ^a
对照	47.96 ± 1.00	20.99 ± 1.23 ^b	29.22 ± 2.97	0.18 ± 0.18 ^b	36.11 ± 2.41	104.47 ± 4.63 ^b
F 值	2.068	28.017	0.024	4.559	2.932	7.361
p 值	0.2238	0.0061	0.887	0.0996	0.162	0.0534

注：表中 L*、A*、B* 表示果实颜色，L* 表示亮度，范围从黑 = 0 到白 = 100；A* 的正值表示色泽红 / 紫，负值表示浅蓝 / 绿，其值介于 -50 ~ +50；B* 的正值表示黄，负值表示蓝；YI 表示黄度；C* 表示色度， $C^* = (A^{*2} + B^{*2})^{1/2}$ ；h 表示色泽， $h = \tan^{-1} B^*/A^*$ 。上标字母不同表示差异显著。下同。

脐橙果皮色泽是果实商品性的重要标志之一，橙红色是脐橙在市场上最受欢迎的色泽。实验对经钙处理后的成熟果进行色泽分析，如表 2 所示，钙处理的果皮红色值 A* 与对照之间达到极显著差异($p < 0.01$)，果皮亮度 L*、黄色值 B*、色度 C* 与对照相比未达到显著水平。说明钙处理能有效增加果皮的红色。并且经感官分析发现钙处理比对照的果实光泽好，果皮褐变等不良性状少。这与其他文献在钙对果实采后生理的研究结果相一致，说明钙处理对促进果实着色，提高脐橙果实的外观品质和商品性具有良好的作用^[5-6]。

在果实采收后分析了同一株树上套袋处理对脐橙果皮着色的影响。表 3 的色值分析结果表明，套袋果的 L* (亮度)、B* (黄色值)、C* (色度) 比对照果要高；A* (红色值)、h (色泽) 和 YI (黄度) 比对照有所降低，但统计分析表明二者间无显著差异。上述结果说明套袋处理对果实着色无明显不良影响。而套袋果的果面光洁度明显优于对照。对照果由于受外界环境影响较大，果面有病虫害的斑点和枝叶磨擦留下的疤痕；而套袋果实着色

虽稍浅，但果面颜色均匀一致，呈橙黄色，整齐度高且果面光洁，斑点少，油胞和凹点较小，光滑度和均一性好，具有很好的商品质量。

表3 套袋对果皮颜色的影响

Table 3 Effects of bag cover on peel color of "Fengjie" navel orange

色值	L*	A*	B*	h	C*	YI
套袋	50.85 ± 2.10	25.31 ± 2.31	37.8 ± 3.27	0.07 ± 0.02	45.54 ± 3.99	121.10 ± 5.41
对照	47.83 ± 2.20	26.09 ± 2.36	34.6 ± 2.66	0.22 ± 0.24	43.62 ± 1.63	122.37 ± 2.43
F 值	0.981	0.056	0.574	0.39	0.199	0.045
p 值	0.3879	0.8265	0.4986	0.5724	0.6832	0.844

注：套袋与对照果采自同一株树。

2.3 延期采收对果皮褐变的影响

为了探讨延期采收对脐橙果皮褐变的影响，实验对部分果实延期至第二年的 2 月中、下旬采收，经分析表明果实食用品质明显改善，果实甜度增加，总可溶性固形物含量可达 15%。但田间果皮病变加重，延期采收果在常温下贮藏 1 个月，发病率可达 55.5%，明显高于适期采收的果实。因此，奉节脐橙应在 12 月初左右适期采收，不宜过晚采收，否则会进一步加重果皮褐变的发生。

2.4 打蜡处理对果皮褐变的影响

从不同果园随机采果，进行商品化涂蜡处理后贮藏 45d，比较未打蜡果与打蜡果果皮褐变的发病情况，结果见表 4。

表4 打蜡处理对果皮褐变的影响

Table 4 Effects of waxing on peel browning of "Fengjie" navel orange

产地	褐变率(%)	
	未打蜡	打蜡
新民村	47.8	77.4
江南村	35.3	70.6
长函村	45.5	72.8
对县	37.5	65.1
喷钙 + 套袋果	16.8	24.2

由表 4 可见，各产地的未打蜡果贮藏 45d 后果皮褐变率平均为 41.5%，经打蜡处理后，平均果皮褐变率增加为 71.5%；而喷钙 + 套袋处理的果实发病率明显降低，其未打蜡果降低 24.7%，打蜡果降低了 47.3%。说明果实打蜡后进行较长期的贮藏会明显加重果皮褐变。但打蜡又是提高果实外观商品价值，在销售时吸引顾客的重要采后商品化处理措施，所以我们认为生产中应在果实贮藏基本结束，上市销售之前进行打蜡处理较为恰当。而田间喷钙和套袋果在打蜡后发生的果皮褐变明显较低，值得在生产中推广应用。

3 讨论

本研究发现, 果树缺钙可能是导致果皮褐变的因素之一, 采前喷钙结合套袋处理可以显著降低采后脐橙果皮褐变的发生, 且钙处理对促进果实着色, 提高脐橙果实的外观品质和商品性具有良好作用。说明果树的矿质元素平衡对控制果皮褐变具有重要意义。套袋能有效防止机械损伤和日灼果的产生, 减少病虫对果实表面的危害以及农药、尘埃对果面的污染, 显著提高果实的外观质量。据实际市场调查, 套袋果的售价约比普通果高 0.4 元/kg。因此, 套袋对提高果实外观质量和商品性具有很好的作用。

采后涂蜡可明显增加脐橙果皮褐变的发生, 这与 Vercher 等对其他品种柑橘果皮褐变的研究结果一致^[7-8]。Petracek 等认为涂蜡引发果皮褐变的原因可能是由于打蜡导致了果实气体交换受阻, 引起果实内部 O_2 水平下降, CO_2 水平上升, 导致部分果皮组织油胞崩溃, 使柑橘果实产生褐斑^[8]。

延期采收果实在贮藏过程中果皮褐变加重, 可能是由于果实留树时间长, 果皮衰老加剧所致。此外, 在其他研究中还发现, 机械损伤也是引发柑橘果皮褐变的重要因素, 而过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)、苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性与果皮褐变间均有密切关系^[9]。

综合以上的研究结果以及在田间管理、褐变机制等其他方面的研究成果^[2-9], 提出脐橙果皮褐变的调控技术

方案为: 加强肥水管理(科学施肥)→叶面喷钙→果实套袋→适期采收→减少机械损伤→适期贮藏(常温或适温冷藏)→打蜡→包装上市。按此技术措施处理, 果实采后 5℃贮藏 3 个月后, 果皮褐变率小于 25%, 比未采用该技术的果实约低 40%~60%。目前按照此技术方案在生产实际中进行推广应用, 取得了很好的效果, 获得了良好的社会、经济效益。

参考文献:

- [1] 高雪, 李正国, 杨迎武, 等. 柑橘果皮生理性病变的发生与控制[J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2006, 29(5): 64-68.
- [2] 高雪, 李正国, 樊晶, 等. 奉节脐橙果皮褐变差减文库的构建及初步分析[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2007, 33(1): 71-76.
- [3] 李正国, 曾凯芳, 黄琼珍, 等. 农产品贮藏运销学实验教程[M]. 重庆: 西南农业大学出版社, 1997.
- [4] EMBLETON T, JONES W, LABANAUSKAS C, et al. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilisation[M]. University of California: The Citrus Industry, 1967.
- [5] 周开兵, 梁柱, 黄海林. 叶面喷施磷、钾、钙对三月红荔枝果实品质和着色的影响[J]. 亚热带植物科学, 2007, 36(1): 27-30.
- [6] 赵玉宏, 薛华. 活性钙对脐橙果实品质的影响[J]. 湖北民族学院学报: 自然科学版, 2005, 23(2): 147-149.
- [7] VERCHER R, TADEO F R, ALMELA V. Rind structure, epicuticular wax morphology and water permeability of 'Fortune' mandarine fruits affected by peel pitting[J]. Ann Bot, 1994, 74: 619-625.
- [8] PETRACEK P D, DOU H, PAO S. The influence of applied waxes on postharvest physiological behaviour and pitting of grapefruit[J]. Postharvest Biol Technol, 1998, 14: 99-106.
- [9] 李正国, 高雪, 樊晶, 等. 奉节脐橙果实苯丙氨酸解氨酶活性及其基因表达与果皮褐变的关系[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2006, 32(3): 381-386.