

纽荷尔脐橙留树保鲜技术研究

王 雄¹, 刘善军¹, 洪小玲², 陈金印^{1*}

(1 江西农业大学 江西 南昌 330045; 2. 江西城市职业学院 建筑学院 江西 南昌 330100)

摘要:以纽荷尔脐橙为试材,研究留树保鲜对脐橙果实生理变化和贮藏效果的影响,探讨留树保鲜的效益。结果表明:留树保鲜较7℃冷藏能明显提高果实的总糖、可溶性固形物和Vc含量,提高果实的品质,其中以20 mg/L GA₃与20 mg/L 2,4-D混合处理的效果最好,且以留树保鲜60 d左右为宜。留树保鲜对翌年树体春、秋梢的粗度及数量、座果率以及翌年果实的总糖、可溶性固形物含量有一定的影响,但差异均不显著,且可以通过春季增加施肥量来恢复,其中以每株尿素1.0 kg与钙镁磷肥1.5 kg混施效果最好;而对翌年产量则基本上没有影响,且能明显提高经济效益,与正常上市鲜销相比,平均可增收约23 865元/hm²,值得在生产上推广应用。

关键词:纽荷尔脐橙; 留树保鲜; 落果率; 果实品质; 经济效益

中图分类号:S666.409 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)03-0432-08

Studies on On-Tree Storage Technology of Newhall Navel Orange

WANG Xiong¹, LIU Shan-jun¹, HONG Xiao-ling², CHEN Jin-yin^{1*}

(1. Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. College of Architecture, Jiangxi City Professional College, Nanchang 330100, China)

Abstract: An experiment was carried out with Newhall navel orange to study the influence of the postharvest physiological and biochemical changes during on-tree storage. The results showed that compared with the 7℃ cold storage, the total sugar, soluble solids and Vc content of the fruit increased and the quality of fruit was improved during on-tree storage, and in which the 20 mg/L GA₃ and 20 mg/L 2,4-D mixed treatment was the best, and it was appropriate to keep up to 60 days during on-tree storage of Newhall navel orange. On-tree storage certainly affected the diameter and number of the spring and fall shoots, fruit setting rate, the total sugar and the content of soluble solids of fruit in the following year with no significant difference, and which could be restored by increasing fertilizer in spring, and urea 1.0 kg mixed with calcium magnesium phosphate 1.5 kg a tree had relatively good effect. It has little effect on the yield in the following year and significantly increase economic efficiency. Compared with marketing fresh on normal market, it increased about ¥23 865 in average, worth popularization and application in production.

Key words: Newhall navel orange; on-tree storage; fruit shedding rate; fruit quality; economic benefits

脐橙(*Citrus sinensis* Osbeck)是目前鲜销柑橘的重要品种,众多主要柑橘产区都把发展脐橙列为当地柑橘的主要发展品种之一^[1]。赣南地区脐橙种植面积大,是全国最大的优质鲜食脐橙生产基地,其

收稿日期:2011-02-26 修回日期:2011-04-15

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAD61B07)

作者简介:王雄(1985—),男,硕士生,主要从事果实采后生理研究,E-mail: wangxiongjxau@126.com; * 通讯作者:陈金印 教授,博士生导师,E-mail: jinyinchen@126.com。

中大约有 95% 为纽荷尔脐橙。纽荷尔脐橙为中熟品种, 11 月中下旬集中上市, 由于成熟期集中, 价格变幅较大, 常出现果农增产不增收的现象。因此, 延长脐橙销售时期, 避开销售高峰期是较好的办法。澳大利亚、南非和智利等国, 在价格较高的淡季向鲜果市场提供较多的果品, 他们通过使用 2,4-D 和 GA_3 解决在采收季节晚期的落果和如何保持果品的质量问题^[2]。采前喷施赤霉素(GA_3) 可延缓果皮软化^[3]。2,4-D 作为生长素类植物生长调节剂具有较好的稳果效应^[4-5]。两者混合使用也能够降低落果和延缓果皮衰老, 这样使得柑橘留树贮藏成为可能^[4]。由于赣南地区为亚热带气候, 冬季气温基本能满足果实留树保鲜贮藏的要求, 因此在生产上的应用潜力较大。本文通过连续 2 年的留树保鲜试验及推广应用试验, 研究不同植物生长调节剂处理对纽荷尔脐橙留树保鲜过程果实品质的变化及贮藏效果的影响, 以期能够探明脐橙留树保鲜贮藏机理及由此产生的效益。

1 材料与方 法

1.1 试验材料与 设计

本试验设在江西省赣州市信丰县油山镇长安园艺场进行, 于 2008 年 10 月—2009 年 3 月进行第一步试验, 该步试验共设 16 个处理, 每处理选取 4 株树龄 10~12 年、生长势一致、无病虫害的纽荷尔脐橙果树进行挂牌, 10 月上旬增施肥料, 以每株施颗粒状有机肥 5 kg 和复合肥 1 kg 为准, 分别于 2008 年 10 月 1 日、11 月 1 日和 11 月 30 日进行 3 次全树喷施植物生长调节剂处理, 以全树喷施清水作对照, 并进行正常的栽培管理。果实成熟后, 疏除病虫果、小果和畸形果, 保持留果量为 50%。各处理使用的植物生长调节剂种类和浓度详见表 1。

表 1 喷施植物生长调节剂的试验处理设计

Tab. 1 The design of experimental treatments by spraying plant growth regulator

处理 Treatment	植物生长调节剂 Plant growth regulator	浓度/(mg · L ⁻¹) Concentration
A	GA_3	10
B	GA_3	20
C	GA_3	30
D	2,4-D	10
E	2,4-D	20
F	2,4-D	30
G	GA_3 + 2,4-D	10 + 10
H	GA_3 + 2,4-D	10 + 20
I	GA_3 + 2,4-D	10 + 30
J	GA_3 + 2,4-D	20 + 10
K	GA_3 + 2,4-D	20 + 20
L	GA_3 + 2,4-D	20 + 30
M	GA_3 + 2,4-D	30 + 10
N	GA_3 + 2,4-D	30 + 20
O	GA_3 + 2,4-D	30 + 30
CK		

2009 年 10 月—2010 年 3 月继续在试验园地进行第二步试验, 该步试验选取第一步试验处理中留树保鲜贮藏效果较好的 2 种植物生长调节剂混合处理(20 mg/L GA_3 + 20 mg/L 2,4-D 和 30 mg/L GA_3 + 20 mg/L 2,4-D), 以清水作对照, 以 7℃ 冷藏作对比。每处理选取 4 株树龄 10~12 年、生长势一致、无病虫害的纽荷尔脐橙果树作为试验材料挂牌, 分别于 2009 年 10 月 1 日、11 月 1 日和 11 月 30 日 3 次对供试材料进行处理溶液的全树喷施, 以全树喷施清水作对照。果实成熟后进行疏果, 保持留果量为 50%。本试验设留树保鲜 100 d, 12 月 1 日后每隔 20 d 统计 1 次落果率并测定留树保鲜期间果实品质各生理生化指标。

2009 年 4 月—2009 年 11 月继续在试验园地进行留树保鲜对翌年果树树势影响的研究。当年果园的正常施肥量为: 每株施尿素 0.5 kg + 钙镁磷

肥 1 kg。本研究设 5 个处理, 每处理选取 4 株进行留树保鲜试验的脐橙果树挂牌, 以未进行留树保鲜果树正常的施肥量作对照, 并进行正常的生长栽培管理。各处理施肥种类及施肥量详见表 2。

1.2 测定项目及方法

落果率(%) = 落果数/果实总数 × 100%; 总糖用蒽酮比色法测定^[6]; 可滴定酸用酸碱滴定法测定^[7]; Vc 用 2,6-二氯酚法测定^[6]; 可溶性固型物用手持折光仪(WYF-4 型)进行测定。

表 2 留树保鲜树体翌年施肥量的试验设计

Tab. 2 The trial design of fertilizer with trees on on-tree storage in the following year

处理 Treatment	施肥量 Fertilizing amount	施肥时间 Fertilizing time
A	尿素 0.5 kg + 钙镁磷 1.0 kg (未留树保鲜对照 正常施肥量)	于春梢萌动前对树体施肥,以促进其花芽分化。 纽荷尔脐橙在赣南地区春梢萌动期在 3 月初,
B	尿素 0.5 kg + 钙镁磷 1.0 kg	因此在春梢萌动前 10 d 即 2 月 20 日对树体进行施肥。
C	尿素 1.0 kg + 钙镁磷 1.5 kg	
D	尿素 0.5 kg + 复合肥 1.0 kg	
E	尿素 1.0 kg + 复合肥 1.5 kg	
F	尿素 2.0 kg	

春、秋梢的测定:于 4 月上旬和 9 月上中旬春、秋梢停止生长后,在各处理果树的东、西、南、北 4 个方位选取树冠外围中部的 4 根春、秋梢,分别测量其长度和粗度,并统计春、秋梢的数量。

座果率:4 月上旬,统计各处理果树的花蕾数;7 月 5 日第 2 次生理落果后统计座果数,计算座果率。

果实横径、纵径的测定:分别于 7 月 15 日、8 月 15 日、9 月 15 日、10 月 16 日和 11 月 16 日选取各处理果树的东、西、南、北 4 个方位树冠外围中部的 4 个果实,测量其横纵径的大小。

果实品质及单果重的测定:于 11 月 16 日选取采摘各处理果树的东、西、南、北 4 个方位树冠外围上、中、下部 12 个果实,分别称重,计算其平均单果重。并对果实进行榨汁,测定其总糖、可溶性固形物、可滴定酸、Vc 含量,比较留树保鲜处理与对照的果实品质差异。

1.3 数据分析

试验处理数据采用 DPS 软件中的 ANOVA 过程进行处理间差异显著性测定,用 LSD 法检验并进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 2008—2009 年植物生长调节剂处理对脐橙留树保鲜过程中落果率的影响

由表 3 可知,在整个留树保鲜过程中,各处理落果率的变化均是逐渐上升,前期上升较缓慢,留树保鲜 60 d 后上升的速度明显加快;植物生长调节剂处理的果实落果率均一直低于清水对照,且差异显著。不同种类的植物生长调节剂处理之间差异显著,GA₃ 与 2,4-D 混合处理的效果明显优于 GA₃ 和 2,4-D 单独处理,效果最好。留树保鲜 100 d 后最佳处理 K 的落果率仅为 2.33%,2,4-D 单独处理次之,其最佳处理 E 的落果率为 9.36%,GA₃ 单独处理效果最差,留树保鲜 100 d 后其落果率高达 30.65%,可见,在脐橙留树保鲜过程中,喷施 2,4-D 具有较好的保果效果,与 GA₃ 混合施用其效果更好。在所有的植物生长调节剂处理中,20 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合处理的效果最好,30 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合处理次之,留树保鲜 100 d 后最终的落果率分别仅为 2.33% 和 4.65%,而此时清水对照的落果率却高达 79.37%。可见,喷施植物生长调节剂能明显降低脐橙留树保鲜过程中的落果率,延长其贮藏期。

2.2 2009—2010 年植物生长调节剂处理对脐橙留树保鲜贮藏效果的影响

2.2.1 植物生长调节剂处理对控制留树保鲜脐橙果实落果率的作用 由图 1 可知,在留树保鲜过程中,各处理落果率均呈现逐渐上升趋势,前期上升缓慢,后期上升速度加快。在不同的试验处理中,20 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合处理在整个留树保鲜过程落果率均最低,效果最好,留树保鲜 100 d 后最终的落果率也仅为 3.29%,30 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合处理次之,清水对照效果最差,而这与 2008—2009 年研究结果也相一致,表明喷施植物生长调节剂对控制留树保鲜脐橙落果率具有较好的效果。

2.2.2 植物生长调节剂处理对留树保鲜脐橙果实总糖含量的影响 由图 2 可知:在整个贮藏期间,各处理果实的总糖含量均是先上升后下降。7℃ 冷藏处理在第 20 d 时达到高峰,而留树保鲜各处理则均是在第 60 d 时达到高峰,且其峰值均明显高于 7℃ 冷藏处理,其中 20 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合

表 3 脐橙留树保鲜各处理落果率的变化
Tab.3 Changes of fruit shedding rate of navel orange during on - tree storage

处理 Treatment	留树保鲜天数/d Days of on - tree storage					
	0	20	40	60	80	100
A	0 a	0 b	1.26 ab	6.96 ab	14.43 b	30.65 b
B	0 a	0 b	0.35 bc	5.54 ab	11.52 b	23.03 b
C	0 a	0 b	0.45 bc	6.07 ab	13.54 b	26.41 b
D	0 a	0.60 ab	0.60 bc	1.15 bc	4.86 bc	10.42 c
E	0 a	0.36 ab	0.36 bc	1.50 bc	2.13 cd	9.36 cd
F	0 a	0.37 ab	0.37 bc	1.57 bc	5.49 bc	12.54 c
G	0 a	0 b	0.98 b	1.96 bc	3.22 cd	6.98 cd
H	0 a	0 b	0.44 bc	1.41 bc	2.64 cd	5.65 cd
I	0 a	0 b	0.19 c	1.32 c	2.73 cd	6.70 cd
J	0 a	0.82 a	2.30 a	2.91 bc	4.12 cd	7.53 cd
K	0 a	0 b	0.16 c	1.31 c	1.51 d	2.33 d
L	0 a	0.39 ab	0.98 b	1.45 bc	2.75 cd	4.76 d
M	0 a	0 b	0.76 bc	1.65 bc	5.04 bc	8.67 cd
N	0 a	0 b	0.44 bc	1.32 c	3.25 cd	4.55 d
O	0 a	0 b	0.46 bc	1.60 bc	2.30 cd	5.48 cd
CK	0 a	0.95 a	1.92 ab	8.66 a	21.75 a	79.37 a

不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。Different letters were significantly different($P < 0.05$).

处理的果实榨汁 100 mL 总糖峰值可达 15.10 g, 而 7 °C 冷藏处理仅为 13.25 g; 在第 20 d 后, 留树保鲜各处理果实的总糖含量均高于 7 °C 冷藏处理。可见, 留树保鲜较 7 °C 冷藏能明显提高果实的总糖含量, 提高果实的品质。其中 20 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合处理的效果最好。

2.2.3 植物生长调节剂处理对留树保鲜脐橙果实可滴定酸含量的影响 由图 3 可知: 在整个贮藏期间, 留树保鲜各处理果实的可滴定酸含量均呈现逐渐下降趋势, 而 7 °C 冷藏处理在前 20 d 有个先上升的过程, 之后逐渐下降。在贮藏刚开始时, 留树

保鲜各处理果实的可滴定酸含量均高于 7 °C 冷藏处理, 且在贮藏后期含量也相对较高, 可见, 留树保鲜能延缓果实可滴定酸含量下降的速度, 从而保持相对较好的果实品质。

2.2.4 植物生长调节剂处理对留树保鲜脐橙果实可溶性固形物含量的影响 由图 4 可知: 在整个贮藏期间, 各处理果实的可溶性固形物含量变化均表现为先上升后下降, 7 °C 冷藏处理在第 20 d 时达到高峰, 而留树保鲜处理中除清水对照在第 40 d 达到高峰, 其他处理均在第 60 d 达到高峰, 且其峰值均明显高于 7 °C 冷藏处理, 其中清水对照果实的可溶性固形物峰值可达到 15.94%, 而 7 °C 冷藏处理仅为 14.71%; 在第 40 d 后, 留树保鲜各处理果实的可溶性固形物含量均高于 7 °C 冷藏处理。可见, 留树保鲜较 7 °C 冷藏能明显提高果实的可溶性固形物峰值, 并在贮藏后期保持较高的可溶性固形物含量, 提高了果实的品质。

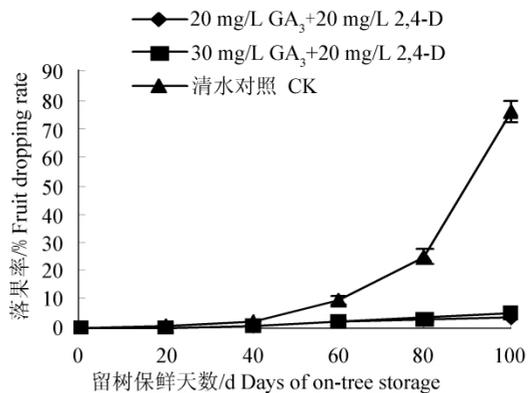


图 1 脐橙留树保鲜过程中不同处理落果率的变化
Fig.1 Changes of fruit dropping rate in different treatment during on-tree storage of navel orange

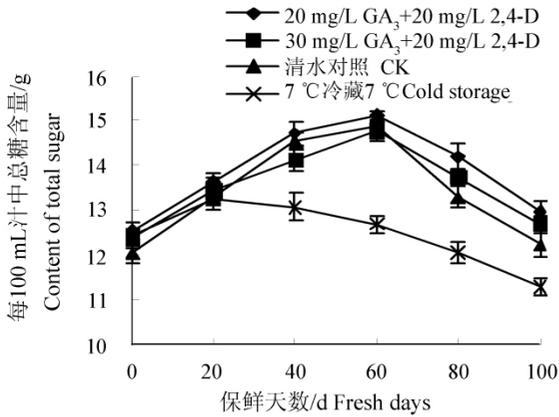


图 2 不同保鲜处理下脐橙果实总糖含量的变化
Fig. 2 Changes of total sugar content of navel orange fruits with different preservative treatment

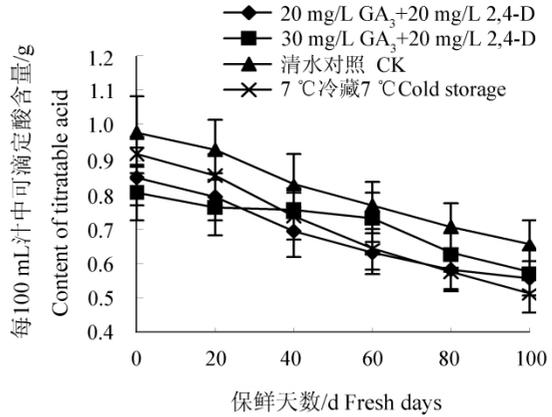


图 3 不同保鲜处理下脐橙果实可滴定酸含量的变化
Fig. 3 Changes of titratable acid content of navel orange fruits with different preservative treatment

2.2.5 植物生长调节剂处理对留树保鲜脐橙果实 Vc 含量的影响 由图 5 可知:在整个贮藏期间,各处理果实的 Vc 含量均呈现单峰变化,即先上升至高峰后逐渐下降。7 °C 冷藏处理果实的 Vc 含量在贮藏刚开始时均高于留树保鲜各处理,而后逐渐上升,在第 20 d 时达到高峰,而留树保鲜处理中除了 30 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合处理在第 40 d 达到高峰外,其他处理均在第 60 d 达到高峰;且在第 40 d 后,留树保鲜各处理果实的 Vc 含量均明显高于 7 °C 冷藏处理,可见,留树保鲜较 7 °C 冷藏能推迟 20~40 d 果实 Vc 高峰的到来,并在贮藏后期保持较高的 Vc 含量,提高了果实的品质。

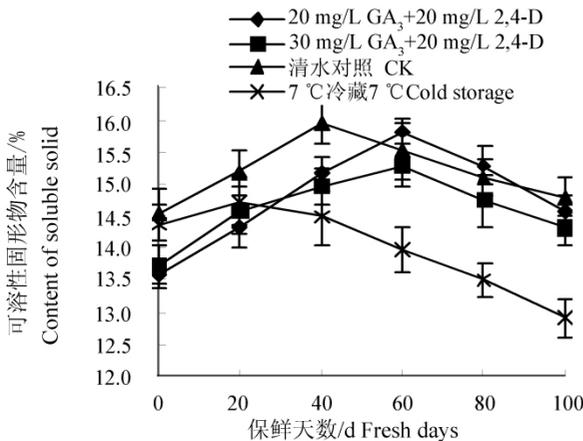


图 4 不同保鲜处理脐橙果实可溶性固形物含量的变化
Fig. 4 Changes of soluble solid content of navel orange fruits with different preservative treatment

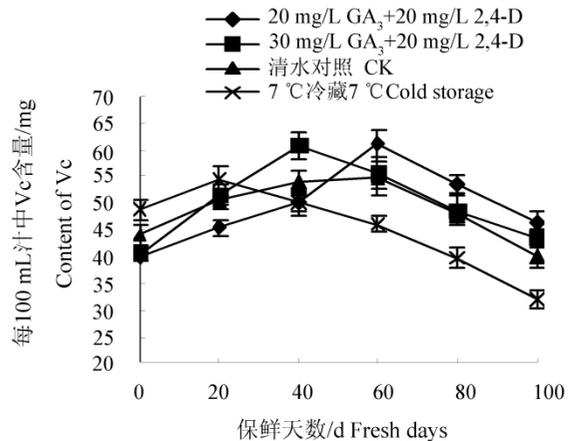


图 5 不同保鲜处理下脐橙果实 Vc 含量的变化
Fig. 5 Changes of Vc content of navel orange fruits with different preservative treatment

2.3 脐橙留树保鲜贮藏对翌年树体的影响

2.3.1 留树保鲜对翌年树体生长发育情况的影响 由表 4 可知:在正常的施肥条件下,留树保鲜会在一定程度上影响果树翌年春、秋梢的生长,具体表现为:春、秋梢数量减少,粗度变小,但差异均不显著,春、秋梢长度则基本上没受影响。增加施肥量对促进春梢生长情况表现不一,每株施尿素 1.0 kg + 钙镁磷肥 1.5 kg 明显促进了春、秋梢的生长,具体表现为春、秋梢长度、粗度及数量均有不同程度增加,效果较好;每株施尿素 1.0 kg + 复合肥 1.5 kg 处理其促进春梢的生长表现不明显,却不同程度地增加了秋梢长度、粗度及数量,而每株单独施 2.0 kg 尿素的果树其春、秋梢长度、粗度及数量整体上都较小,效果较差。

由表 4 还可知:在正常施肥条件下,留树保鲜会使翌年果树座果率降低,但两者之间差异不显著。增加施肥量能明显提高座果率,其中以每株施尿素 1.0 kg + 钙镁磷肥 1.5 kg 效果较好,而每株单独施尿素 2.0 kg 的果树座果率最低,效果最差。

表 4 脐橙留树保鲜各处理果树翌年树体生长发育的情况

Tab.4 The situation of the tree growth in the following year with the treatment of on - tree storage

处理 Treatment	春梢长度/cm Length of spring shoot	春梢粗度/cm Diameter of spring shoot	春梢数量 Number of spring shoot	秋梢长度/cm Length of fall shoot	秋梢粗度/cm Diameter of fall shoot	秋梢数量 Number of fall shoot	座果率/% Fruit setting rate
A	12.242 a	0.245 a	1 305 a	11.975 a	0.258 ab	439 a	3.26 ab
B	12.300 a	0.236 ab	1 271 a	11.980 a	0.248 b	360 a	3.11 ab
C	12.606 a	0.252 a	1 283 a	13.085 a	0.278 a	428 a	3.30 a
D	12.675 a	0.238 ab	1 061 a	12.495 a	0.239 b	337 a	3.19 ab
E	12.378 a	0.234 ab	1 346 a	13.045 a	0.256 ab	434 a	3.51 a
F	12.450 a	0.231 b	1 045 a	12.890 a	0.242 b	364 a	2.90 b

不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。Different letters were significantly different ($P < 0.05$).

2.3.2 留树保鲜对翌年果实横纵径大小的影响 由图 6、图 7 可知,各处理果树果实的横、纵径大小变化规律基本一致:前期迅速上升,后期缓慢上升。其中 7—9 月份为果实膨大期,增长趋势最明显;9 月份以后增长趋势逐渐趋于平缓。在正常的施肥条件下,留树保鲜果树果实的横、纵径大小在前期略大于未留树保鲜果树,后期两者之间差异不显著。可见,留树保鲜对翌年脐橙果实的生长没有影响。不同施肥量处理之间差异不显著,增加施肥量并不能显著增大果实横、纵径的大小。

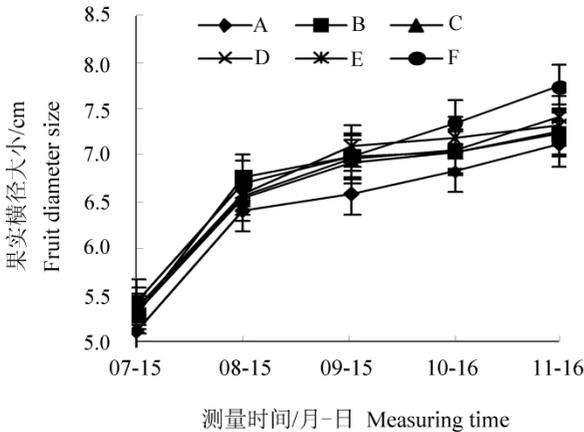


图 6 不同处理果实横径大小的变化

Fig.6 Changes of the size of fruit diameter in different treatment

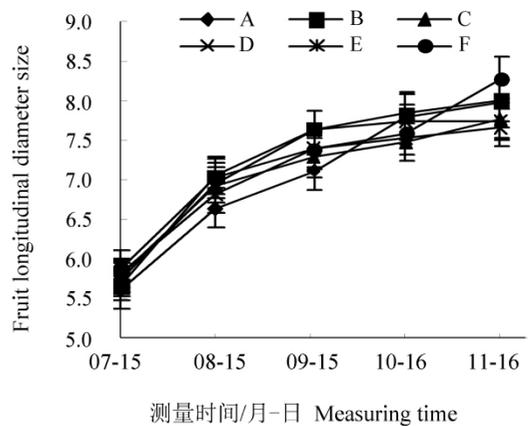


图 7 不同时期各处理果实纵径大小的变化

Fig.7 Change of the size of fruit longitudinal diameter in different treatment

2.3.3 留树保鲜对翌年果树果实品质的影响 由表 5 可知:在正常的施肥条件下,留树保鲜会对翌年果实品质有一定的影响,具体表现在:果实的可溶性固形物及总糖含量降低,但两者之间差异不显著;而可滴定酸、Vc 及单果重则基本上没有影响。增加施肥量则能提高果实的可溶性固形物、总糖和 Vc 含量,并且增大了单果重,一定程度上提高了果实的品质。综合来看,以每株施尿素 1.0 kg + 钙镁磷肥 1.5 kg 果树果实的可溶性固形物、总糖及 Vc 含量较高,可滴定酸含量较低,单果重较大,效果较好。

2.4 纽荷尔脐橙留树保鲜推广试验

于 2009 年 10 月在试验园地选取 20 hm² 树势强壮、无或少病虫害的果树进行留树保鲜推广试验,试验果实留树保鲜至 2010 年 1 月 31 日,计划 60 d 左右,以研究其在实际生产上的应用效果。10 月上旬对推广试验果园增施有机肥,以株施颗粒有机肥 5 kg 和复合肥 1 kg 为准,并配合浇水、病虫害防治等正常栽培管理措施。分别于 2009 年 10 月 1 日、11 月 1 日和 11 月 30 日对留树保鲜果树喷施 3 次植物生长调节剂,方案为 20 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合喷施。留树保鲜过程中,密切注意气温变化,冬季低温来临时及时采取园内熏烟、树体覆膜等保温措施。

截止到 2010 年 1 月 31 日,推广试验园地纽荷尔脐橙留树保鲜效果良好,未受低温冻害影响,落果

表 5 脐橙留树保鲜各处理果树翌年果实品质的变化

Tab.5 Changes of fruit quality in the following year in treatments of on - tree storage

处理 Treatment	每 100 mL 汁中 总糖含量/g Content of total sugar	每 100 mL 汁中 可滴定酸含量/g Content of titratable acid	可溶性固形物含量/% Content of soluble solid	每 100 mL 汁中 Vc 含量/mg Content of Vc	单果重/g Weight of simple fruit
A	12.10 b	0.793 a	14.80 a	35.70 a	201.78 a
B	11.88 b	0.743 ab	14.55 a	38.68 a	204.18 a
C	13.03 ab	0.752 ab	14.88 a	40.41 a	235.41 a
D	12.59 ab	0.748 ab	14.29 a	39.46 a	209.30 a
E	13.65 a	0.727 b	15.13 a	43.22 a	212.76 a
F	12.77 ab	0.799 a	15.46 a	38.62 a	243.12 a

不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

Different letters were significantly different ($P < 0.05$).

少,落果率不到 2%;且果实品质好,果实每 100 mL 汁中总糖、可溶性固形物、可滴定酸和 Vc 含量分别为: 14.48 g、15.85%、0.724 g 和 55.47 mg,而此时 7 °C 冷藏处理分别为 12.68 g、13.98%、0.611 g 和 46.13 mg。可见,留树保鲜能明显提高纽荷尔脐橙果实的品质,且贮藏效果良好,值得在生产上推广应用。

2.5 留树保鲜对翌年产量及经济效益的影响

通过统计各处理果树的总果数来估算该试验果园当年脐橙的产量,结果表明:在栽培措施相同的情况下,2008—2009 年脐橙留树保鲜前该果园单产为 37 500 kg/hm²,而留树保鲜后测定其翌年果园单产可达到 37 012.5 kg/hm²,可见,留树保鲜对翌年产量基本上没有影响。

以 2008—2009 年脐橙留树保鲜为例,2008 和 2009 年纽荷尔脐橙单产为 37 500 kg/hm²,正常上市鲜销价格分别为 1.6 元/kg 和 2.0 元/kg,收入为 60 000 元/hm² 和 75 000 元/hm²,而留树保鲜 60 d 后到 2009 年和 2010 年 1 月底,市场上脐橙价格可达 2.4 元/kg 和 3.0 元/kg,收入达 90 900 元/hm² 和 12 500 元/hm²,而且越往后,价格更高。2008—2009 年该地区气温基本上都在 0 °C 以上,最低气温为 -2 °C,且持续时间不到 4 h,基本上没受低温冻害影响,除去 2008 年和 2009 年 10 月上旬增施的有机肥、植物生长调节剂及劳动力成本约 7 500 元/hm²,保温材料费约 1 500 元/hm²,因落果造成的损失约 1 335 元/hm²,与鲜销相比,脐橙留树保鲜平均可增收 23 865 元/hm²,经济效益明显提高。

2.6 留树保鲜脐橙果实中 2,4-D 残留的测定

2010 年 2 月 1 日,纽荷尔脐橙留树保鲜 60 d 后,分别选取 3 种不同处理的试验果,即 20 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合处理、30 mg/L GA₃ 与 20 mg/L 2,4-D 混合处理和清水对照,进行 2,4-D 含量的测定,包括果皮和果肉。本次脐橙留树保鲜果实中 2,4-D 含量的测定工作委托中国广州分析测试中心进行,结果如表 6 所示。我国农业部在 2002 年颁发的《农产品农药残留限量标准汇编》^[8] 中规定,柑橘类水果中 2,4-D 的残留限量为 0.2 mg/kg。由表 6 可知:留树保鲜 60 d 后各处理果实中果皮和果肉的 2,4-D 残留均明显低于农业部规定的柑橘类水果中 2,4-D 的残留限定,属于安全食品。

表 6 纽荷尔脐橙留树保鲜 60 d 后果实中 2,4-D 的残留情况
Tab.6 The residue of 2,4-D in fruit after 60 days of on - tree storage on Newhall navel orange

处理 Treatment	测定果实的部位 Determination of the fruit parts	2,4-D 的残留/ (mg · kg ⁻¹) Residues of 2,4-D
20 mg/L GA ₃ +	果皮	0.054
20 mg/L 2,4-D	果肉	<0.03
30 mg/L GA ₃ +	果皮	0.110
20 mg/L 2,4-D	果肉	0.033
清水对照 CK	果皮	<0.03
	果肉	<0.03

3 讨论

脐橙留树保鲜贮藏时容易落果造成经济损失,因此防止落果是需解决的主要问题。留树保鲜在脐橙上得以应用是基于脐橙成熟过程中

无明显的呼吸高峰、成熟期较长的特性,因此在进行留树保鲜时,要依据脐橙的生化、生理特性及生物周期进行调控^[9]。本试验研究发现:脐橙留树保鲜期间喷施 GA_3 和 2,4-D 能明显降低纽荷尔脐橙留树保鲜过程中的落果率,这与 Coggins^[10] 和 El-Zeftawi^[11] 在甜橙和葡萄柚上的研究结果相一致。其中以 20 mg/L GA_3 与 20 mg/L 2,4-D 混合处理的效果最好,2 年试验留树保鲜 100 d 后最终的落果率分别仅为 2.33% 和 3.29%;而清水对照的落果率则分别高达 79.37% 和 75.93%。 GA_3 的作用主要是延缓果实转色和汁胞粒化,增加果皮硬度,防止果皮衰老,推迟果实成熟。 GA_3 延迟果实成熟的作用主要表现为阻碍叶绿素的降解,与促进果实成熟脱落的乙烯类和脱落酸类植物内源激素也有拮抗作用^[12]。2,4-D 作为生长素类植物生长调节剂具有较好的稳果效应,一般认为 2,4-D 通过抑制柑桔果实离区纤维素酶活性,抑制果实与果柄间离层的产生,从而控制落果,减少留树保鲜期间果实的脱落^[4-5,13]。 GA_3 与 2,4-D 混合使用能够明显减少落果,延长留树保鲜时间和采收时间^[14-15]。

纽荷尔脐橙留树保鲜较 7℃ 冷藏能明显提高果实的总糖、可溶性固形物、Vc 含量,并延缓其下降的速度,从而提高了果实的品质,这与在化州橙^[2]、锦橙^[16] 和福桔^[17] 上的研究结果一致。由于留树保鲜后期脐橙果实成熟衰老的不可避免,果实品质会逐渐下降,因此留树保鲜应选择适当的贮藏期限。本试验研究发现:在留树保鲜 60 d 时,果实的总糖、可溶性固形物、Vc 含量较高,可滴定酸含量较低,品质和风味较好,且此时 2 年留树保鲜最佳处理的落果率分别仅为 1.31% 和 1.82%,贮藏效果较好,因此应以留树保鲜 60 d 左右为宜。

纽荷尔脐橙留树保鲜推广试验效果良好,留树保鲜过程中落果率低,果实的品质明显提高,且留树保鲜 60 d 后其果皮和果肉中 2,4-D 的残留均未超标,符合食品安全标准。而留树保鲜对翌年树体春、秋梢的粗度及数量、座果率以及翌年果实的总糖、可溶性固形物含量有一定的影响,但影响不大,且可以通过春季适当地增加施肥量来恢复,其中以每株尿素 1.0 kg 与钙镁磷肥 1.5 kg 混施效果最好;而对翌年产量则基本上没有影响,这与张镜蕊^[2]、刘晓东等^[5] 的研究结果一致。纽荷尔脐橙留树保鲜能明显提高经济效益,与正常上市鲜销相比,平均可增收 23 865 元/hm²,且留树保鲜的脐橙贮藏到翌年 3—4 月,可形成“花果同树”的奇观,结合生态旅游,其潜在的经济价值更高,值得在生产上推广应用。

参考文献:

- [1] 彭良志,王成秋,何绍兰,等. 海拔高度和气象因子对脐橙果实品质的影响[J]. 中国南方果树, 2000, 29(4): 3-4.
- [2] 张镜蕊. 化州橙留树保鲜研究[J]. 园艺学报, 1987, 14(2): 103-107.
- [3] El-Omani M, Coggins C W. Fruit age and growth regulator effects on the quantity and structure of the epicuticular wax of 'washington' navel orange fruit[J]. Amer Soc Hort Sci, 1985, 110(3): 371-378.
- [4] El-Zeftawi B M. Regulating pre-harvest fruit drop and the duration of the harvest season of grape fruit with 2,4-D and GA_3 [J]. Horticulture, 1980, 55(2): 211-217.
- [5] 刘晓东,沈兆敏,王晓云. 应用生长调节剂对锦橙留树保鲜的影响[J]. 浙江农业大学学报: 农业与生命科学版, 1991, 17(1): 65-69.
- [6] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 79-81.
- [7] 冯双庆,赵玉梅. 果蔬保鲜技术及常规测试方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001: 65-66.
- [8] 农业部农药检验所. 农产品农药残留限量标准汇编[S]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 104-111.
- [9] 余江洪. 脐橙留树保鲜技术[J]. 现代农业科技, 2008, 19: 89-90.
- [10] Coggins C W. Gibberellin research on citrus rind aging problems proceedings of the first international citrus symposium [J]. Riverside CA, 1969, 3(1): 1177-1185.
- [11] El-Zeftawi B M. Some effects of GA and 2,4-D on navel oranges [J]. Aust Inst Agric Sci, 1971, 37(3): 151-153.
- [12] 王贵元,夏仁学. 外源 ABA 和 GA_3 对红肉脐橙果皮主要色素含量变化和果实着色的影响[J]. 武汉植物学研究, 2004, 22(3): 273-276.
- [13] 张晋贤. 罗伯逊脐橙果实留树保鲜贮藏技术研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2007.
- [14] El-Otmani M, Berek A A, Coggins C W. GA_3 and 2,4-D prolong on-tree storage of citrus in Morocco [J]. Scientia Horticulture, 1990, 44(5): 241-249.
- [15] El-Otmani M, Coggins C W. Growth regulator effects on retention of quality of stored citrus fruits [J]. Scientia Horticulture, 1991, 45(3): 261-272.
- [16] Almaguer G, Cruz H, Espinoza J R. The effect of growth regulators on the promotion of out-of-season harvest of orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cv 'Valencia late' in Veracruz [J]. Pro Int Soc Citriculture, 1992, 56(4): 468-470.
- [17] 陈祝三,林金铨. 福桔延期采收试验[J]. 福建农业科技, 1984(1): 51-53, 56.