

# 柿果综合保鲜技术研究

周筱玲, 廖亮, 邓辉胜, 张运敏

(九江学院 生命科学院, 江西 九江 332000)

**摘要:** 在柿果贮藏期采用乙烯抑制剂、乙烯吸收剂、涂膜剂、CO<sub>2</sub>释放剂、脱氧剂等对无核甜柿进行处理, 用不同的方式进行保鲜贮藏, 研究各种保鲜因素对柿果硬度的影响。结果表明: 影响硬度指数的因素顺序为: 贮藏方式> 乙烯抑制剂> 乙烯吸收剂> 涂膜剂> CO<sub>2</sub>释放剂> 脱氧剂。贮藏方式达极显著差异, 乙烯抑制剂、乙烯吸收剂、涂膜剂均达显著差异, CO<sub>2</sub>释放剂和脱氧剂无显著差异。说明最优柿果综合保鲜技术工艺是: 篮子贮藏; 质量百分数 0.02% 赤霉素浸果; 丙二醇、丙三醇混合涂膜; 吸附有高锰酸钾的沸石作为乙烯吸收剂; 柠檬酸、NaHCO<sub>3</sub>、活性炭为 CO<sub>2</sub>释放剂; 铁粉、CaCl<sub>2</sub>为脱氧剂。

**关键词:** 柿果; 综合保鲜技术; 贮藏; 硬度

中图分类号: S 665.209<sup>+</sup>.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2009)05-0225-03

柿果采后短期内极易软化腐烂, 给贮藏、加工、运销等带来很大的困难。近年来, 已有些关于柿果的贮藏保鲜报道<sup>[16, 12]</sup>, 低温贮藏、气调贮藏、防腐保鲜、涂膜保鲜、冷冻贮藏等技术经过近 70 多年的发展 正在成为有效的现代贮藏辅助技术, 受到越来越多的关注。目前在柿果应用的保鲜剂有赤霉素, 水杨酸, 石灰水, 乙二醇、丙三醇混合液, 丙二醇、丙三醇混合液, 乙烯吸收载体、脱氧剂、CO<sub>2</sub>释放剂, 但各种保鲜剂的处理方法不尽相同。寻找出一种经济、高效的贮藏柿果综合保鲜方法将有益于目前柿果的生产。该试验试图筛选出最优柿果综合保鲜技术工艺, 为柿果贮藏加工及运输提供技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

无核甜柿: 2007 年 10 月 12 日采于江西九江湖口无核甜柿基地。赤霉素、水杨酸为化学纯; 脱氧剂: 自制, 工艺 I 主要成分铁粉, CaCl<sub>2</sub>; 工艺 II 为 FeSO<sub>4</sub>, NaCl; CO<sub>2</sub>释放剂: 自制, 工艺 I 主要成分柠檬酸、NaHCO<sub>3</sub>, 工艺 II 为柠檬酸、NaHCO<sub>3</sub>、活性炭, 工艺 III IV 消石灰; 乙烯吸收剂: 自制, 主要成分为高锰酸钾, 高锰酸钾分别与珍珠岩、活性炭、蛭石、沸石等不同吸收载体制成; 涂膜剂: 自制, 工艺 I 主要成分乙二醇、丙三醇, 工艺 II 丙二醇, 丙三醇<sup>[9]</sup>。

第一作者简介: 周筱玲(1965-), 女, 江西黎川人, 副教授, 研究方向为植物生理学。

通讯作者: 廖亮(1958-), 男, 博士, 教授, 研究方向为植物学。

E-mail: liaol58@yahoo.com.cn.

基金项目: 江西九江市科技资助项目。

收稿日期: 2008-12-18

### 1.2 试验设计

1.2.1 采用 L<sub>16</sub>(4<sup>4</sup>×2<sup>3</sup>) 正交设计, 因素水平见表 1。

表 1 因素水平设计

因素	A 乙烯	B 乙烯	C CO <sub>2</sub>	D 贮藏	E	F
水平	抑制剂	吸收剂	释放剂	方式	涂膜剂	去氧剂
1	2%石灰水+0.002%赤霉素	珍珠岩载体	工艺 I	纸箱	工艺 I	工艺 I
2	0.02%赤霉素	活性炭载体	工艺 II	PE 袋	工艺 II	工艺 II
3	2%石灰水+0.02%赤霉素	蛭石载体	工艺 III	PE 袋减压		
4	0.2 g/L 水杨酸	沸石载体	工艺 IV	篮子		

1.2.2 保鲜处理 果实采收后, 选择大小均匀, 无机械伤果, 80%成熟的果实清洗晾干随机分成 16 组, 进行 16 个处理。乙烯抑制剂浸果 30 min 晾干; 涂膜剂涂膜后晾干; 乙烯吸收剂按每 500 g 柿果 10 g、CO<sub>2</sub>释放剂工艺 I、II 按每 500 g 柿果 2 g、工艺 II 为 15 g、工艺 IV 为 5 g, 氧吸收剂按每 500 g 柿果 3.5 g, 分别用纱布分装, 与柿果一起按试验设计分装于各种储藏容器中, 纸箱用胶布密封, PE 袋用绳子系好, 减压 PE 袋用抽滤机抽气一段时间后用绳子系好, 篮子用报纸盖住。每处理 15 个果, 约 1 500 g, 室温贮藏(最低温 17℃, 最高温 28℃)。10 月 14 日进行保鲜处理, 11 月 19 日观察统计结果。每处理重复 3 次。

### 1.3 分析方法

1.3.1 硬度测量方法 采用浙江托普仪器有限公司生产的 GY-1 型便携式果实硬度计测定柿果硬度。

1.3.2 果实硬度评定 硬度级数分级的方法参照以前的方法如下<sup>[1-3]</sup>: 0 级: 柿果软塌, 甚至拿不起表皮部分或全部能剥下; 色泽混暗, 无食用价值; 1 级: 果实未变形, 手轻用劲能捏动; 硬度≤5×10<sup>5</sup> pa; 2 级: 果实完好, 手轻用劲手感硬, 硬度在 5~10×10<sup>5</sup> pa; 3 级: 果实完好, 手用劲不能捏动, 硬度>10×10<sup>5</sup> pa; 色泽鲜亮; 硬度指数=

$(x_0 \times a_0 + x_1 \times a_1 + x_2 \times a_2 + x_3 \times a_3) / T$ 。其中:  $x_0$ 、 $x_3$  为相同硬度级别的果数;  $a_0$ 、 $a_3$  表示硬度级数;  $T$  为调查的柿果数; 感官评定由 5 人评鉴小组评定。

1.3.3 数据处理与统计 采用 DPS 2.0 数据处理软件进行数据分析<sup>[8]</sup>。

## 2 结果与分析

2.1 不同综合保鲜技术对柿果的保鲜效果(见图 1)

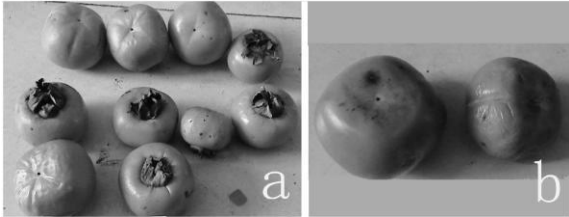


图 1 不同综合保鲜技术对柿果的保鲜效果  
注: a<sub>1</sub> 为 6 号处理(A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>D<sub>4</sub>E<sub>2</sub>F<sub>1</sub>), b<sub>1</sub> 为 3 号处理(A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>4</sub>D<sub>1</sub>E<sub>1</sub>F<sub>2</sub>), 保鲜效果达极显著差异。

2.2 不同综合保鲜技术对柿果硬度的影响

从表 2 可以看出, 6 号有较高的硬度指数, 其对应的条件是 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>D<sub>4</sub>E<sub>2</sub>F<sub>1</sub>, 计算后, 最优条件为 A<sub>2</sub>B<sub>4</sub>C<sub>2</sub>D<sub>4</sub>E<sub>2</sub>F<sub>1</sub>。由极差大小排列出影响结果的主次因素顺序为: 贮藏方式> 乙烯抑制剂> 乙烯吸收剂> 涂膜剂> CO<sub>2</sub> 释放剂> 氧吸收剂。由表 3 可以看出, 除贮藏方式达极显著外, 乙烯抑制剂、乙烯吸收剂、涂膜剂均达显著差异, 而 CO<sub>2</sub> 释放剂和氧吸收剂没有达显著差异。采用 Duncan 检验对多水平因素进行多重比较, 由表 4 可知, 乙烯剂抑制水平 2 与水平 1 达极显著差异, 与其他水平达极显著差异; 乙烯吸收剂水平 4、2、3 之间并没达显著差异, 但

与水平 1 达显著差异; 贮藏方式水平 4 与水平 1 达显著差异, 与其他水平达极显著差异。

表 2 无核甜柿综合保鲜技术处理结果

试验号	A	B	C	D	E	F	空白	硬度指数
1	1	1	1	1	1	1	1	0.12
2	1	2	2	2	1	2	2	0.10
3	1	3	3	3	2	1	2	0.03
4	1	4	4	4	2	2	1	0.88
5	2	1	2	3	2	2	1	0.40
6	2	2	1	4	2	1	2	1.37
7	2	3	4	1	1	2	2	0.81
8	2	4	3	2	1	1	1	0.59
9	3	1	3	4	1	2	2	0.62
10	3	2	4	3	1	1	1	0.07
11	3	3	1	2	2	2	1	0.19
12	3	4	2	1	2	1	2	0.89
13	4	1	4	2	2	1	2	0.01
14	4	2	3	1	2	2	1	0.60
15	4	3	2	4	1	1	1	0.89
16	4	4	1	3	1	2	2	0.15
水平 1 均值	0.2825	0.2875	0.4575	0.605	0.41875	0.49625	0.4675	
水平 2 均值	0.7925	0.535	0.57	0.2225	0.54625	0.46875	0.4975	
水平 3 均值	0.4425	0.48	0.46	0.1625				
水平 4 均值	0.4125	0.6275	0.4425	0.94				
极差	0.51	0.34	0.1275	0.7775	0.1275	0.0275	0.03	

表 3 综合保鲜技术对柿果硬度指数影响的方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平	显著性
A	0.5704	3	0.190133333	57.39874214	0.017172	*
B	0.24725	3	0.082416667	24.88050314	0.038887	*
C	0.04155	3	0.01385	4.181132075	0.199016	
D	1.57725	3	0.52575	158.7169811	0.006268	* *
E	0.065025	1	0.065025	19.63018868	0.047353	*
F	0.003025	1	0.003025			
空白	0.0036	1				
误差	0.006625	2	0.003313			

表 4 综合保鲜技术多水平因素多重比较

抑制乙烯水平	均值	5%显著水平	1%极显著水平	吸收乙烯水平	均值	5%显著水平	1%极显著水平	贮藏方式水平	均值	5%显著水平	1%极显著水平
2	0.7925	a	A	4	0.6275	a	A	4	0.9400	a	A
3	0.4425	b	AB	2	0.5350	a	A	1	0.6050	b	AB
4	0.4125	b	AB	3	0.4800	a	A	2	0.2225	c	BC
1	0.2825	b	B	1	0.2875	b	A	3	0.1625	c	C

## 3 讨论

果肉硬度是判断果实成熟衰老的一个重要指标, 也是延长柿果贮藏期要解决的最关键问题。乙烯对柿果实的成熟衰老具有促进作用, 它影响着柿果实的硬度、呼吸、PG 活性、PE 活性、膜透性、叶绿素含量等生理过程。抑制内源乙烯的生成对柿果实的贮藏保鲜具有重要的意义。植物生长调节剂调节果实内激素的平衡, 可减少其乙烯释放和呼吸强度、延缓后熟软化。常用于柿果的为赤霉素, 赤霉素对乙烯有拮抗作用, 并可抑制叶绿素的分解, 可有效地保持果蒂的绿色, 俞秀玲等<sup>[1]</sup>研究表明, 0.02% 赤霉素处理柿果有较好的保鲜效果。近

年来发现水杨酸(Salicylic acid, SA)对采后果蔬的成熟也有调节作用, 黄森等<sup>[12]</sup>用水杨酸处理磨盘柿时, 当水杨酸浓度为 0.1~0.3 g/L 时, 可以延缓果实硬度。齐志广等<sup>[3]</sup>用保鲜剂加石灰水处理柿果保鲜效果显著。该试验表明, 用质量分数 0.02% 赤霉素处理柿果的保鲜效果显著优于其他处理方式。

消除环境中的乙烯, 拟制乙烯的生成也是延长柿果实贮藏寿命的重要措施。黄森等<sup>[7]</sup>试验结果表明, 乙烯吸收剂能有效地消除贮藏环境中的乙烯, 抑制柿果乙烯释放速率的增加, 降低果实呼吸速率, 延缓果实硬度的下降。乙烯吸收剂是高锰酸钾, 一般将高锰酸钾饱和溶

液浸泡到吸水量大、微孔较多的载体(如膨胀珍珠岩、活性碳、蛭石等)上,贮藏环境中的乙烯可被附着的高锰酸钾氧化掉。该试验选择蛭石、活性炭、珍珠岩、沸石作为吸收乙烯载体,结果表明沸石、活性炭与蛭石均显著优于珍珠岩。从效果来看,沸石>活性炭>蛭石,但并未达显著差异。

果面涂膜能阻碍气体交换,抑制果实的呼吸作用,减缓营养消耗和延缓后熟衰老。该试验选择了乙二醇与丙三醇,丙二醇与丙三醇按一定比例混合后涂膜<sup>1,3</sup>,结果表明丙二醇和丙三醇效果显著优于乙二醇与丙三醇。

柿果采后仍有旺盛的呼吸作用与蒸腾作用,不同的贮藏方式直接影响贮藏小环境,有人采用减压、低乙烯处理贮藏,有较长的保鲜时间,该试验选择篮子、纸箱、PE袋、PE减压低乙烯处理4种贮藏方式,结果表明篮子贮藏显著优于纸箱贮藏,而与PE减压、PE袋储藏相比达到极显著差异水平。纸箱与PE减压、PE袋储藏相比也达到极显著差异水平。

综上所述,柿果综合保鲜技术最优方案为柿果用赤霉素水溶液质量百分数0.02%浸果30 min晾干后;用丙二醇:丙三醇为84:100涂膜,贮藏于篮子中;篮中按每500 g柿果放入10 g吸附有高锰酸钾的沸石作为乙烯吸收剂;CO<sub>2</sub>释放剂选工艺II,脱氧剂选工艺I。

参考文献

[ 1 ] 俞秀玲,孔繁伦,尚铁军,等.保鲜剂对贮藏柿果硬度的影响[J].河南林业科技,2006,26(4):13-15.  
[ 2 ] 马惠玲,弓弼,张院民,等.柿子保硬保鲜方法的综合筛选研究[J].西北林学院学报,1998,13(2):74-78.  
[ 3 ] 齐志广,王立安.几种保鲜方法对柿子的影响[J].河北师范大学学报(自然科学版),2000,24(4):533-535.  
[ 4 ] 王华瑞,冷平,赵桂芳,等.柿果贮藏保鲜研究进展[J].果树学报,2004,21(2):164-166.  
[ 5 ] 陆胜民,殷君霞.不同处理对常温贮藏柿子生理和品质的影响[J].浙江万里学院学报,2002,15(1):51-54.  
[ 6 ] 俞秀玲.柿果采后生理及贮藏保鲜技术研究进展[J].河南林业科技,2003,23(4):24-26.  
[ 7 ] 黄森,张院民,王建芳,等.乙烯吸收剂处理对柿果实采后生理效应的影响[J].西北农业学报,2006,15(6):140-143.  
[ 8 ] 唐启义,冯明光.DPS数据处理系统[M].北京:科学出版社,2006,244-249.  
[ 9 ] Beaufis E R. Diagnosis and recommendation integrated system(DRIS)[J]. Univ. Natal Soil Sci. Bull, 1973(1):32.  
[ 10 ] Alvarez A M. Postharvest Diseases of Papaya[C]. New York: Springer Press, 1987: 123-125.  
[ 11 ] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. Anal Biochem, 1976, 72: 248-254.  
[ 12 ] 黄森,张继封,张院民.水杨酸对柿果贮藏期品质的影响[J].北京农学院学报,2000,15(1):49-54.  
[ 13 ] 黄森,张继封,张院民.赤霉素处理对采后柿果实乙烯生物合成的影响[J].中国农学通报,2006(3):88-90.

Study on Synthetical Preservation Techniques of Persimmon Fruit

ZHOU Xiao-ling LIAO Liang DENG Hui-sheng ZHANG Yun-min  
(College of Life Science Jiujiang University, Jiujiang Jiangxi 332000 China)

**Abstract:** In order to screen out the optimal persimmon synthetical preservation techniques, effective ways to persimmon preservation were studied to explore the influence on the rigidity of persimmon induced by different factors, seedless sweet persimmons were treated in different storage methods during the storage period, with ethylene inhibitor, ethylene absorbent, coating agent, CO<sub>2</sub> releasing agent and deoxidizer. The experimental results showed the influencing order of hardness index was storage method> ethylene inhibitor> ethylene absorbers> coating agent> CO<sub>2</sub> releasing agent> oxygen absorbers. The influence of storage methods was most prominent, and the influence of inhibitor of ethylene inhibitor, ethylene absorbers and coating agent was significant. As for CO<sub>2</sub> releasing agent and deoxidizer, the influence was little. The optimal persimmon synthetical preservation condition was deduced: storage in basket; soaked by 0.02% GA; covered with propanediol and glycerol; ethylene absorbers using zeolite absorbing potassium permanganate; CO<sub>2</sub> releasing agent including citric acid, NaHCO<sub>3</sub> and activated carbon; deoxidizer including iron and CaCl<sub>2</sub>.

**Key words:** Persimmon; Synthetical preservation techniques; Storage; Rigidity