

# “金香”猕猴桃果实冷藏最适温度研究

张 浩, 周会玲, 张晓晓, 王向斌, 张红宾, 曹 娜

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**以“金香”猕猴桃果实为试材, 研究不同低温贮藏过程中冷害发生情况及相关生理生化变化。结果表明: 0℃条件下贮藏的“金香”猕猴桃果实冷害发生率和冷害指数明显高于1℃和2℃, 且冷害发生时间提前15 d; 但1℃下, “金香”猕猴桃果实的呼吸强度、乙烯释放速率、丙二醛含量和多酚氧化酶活性均处于较低水平, 果实硬度下降缓慢, 可溶性固形物含量相对较低; 2℃和0℃下乙烯释放高峰出现较早且峰值较高, 可滴定酸含量处于较低水平, 因此认为“金香”猕猴桃果实的贮藏最适温度为1℃。

**关键词:**“金香”; 猕猴桃; 冷害; 最适温度

**中图分类号:**S 663.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)13-0126-04

猕猴桃是多汁浆果, 采后容易变软腐烂, 在常温条件下不耐贮藏<sup>[1]</sup>。采后冷藏是保存猕猴桃果实行之有效的方法<sup>[2]</sup>。低温条件下虽然可以延长保质期, 但低温下猕猴桃果实易产生冷害<sup>[1]</sup>。尤其是出库后果实迅速软化, 品质急剧下降, 猕猴桃果实冷害的发生在出库后3~5 d才表现出冷害症状<sup>[3]</sup>, 因此不易被重视。并且猕猴桃品种间冷敏性差异较大, 在采后长期低温贮藏中易造成生理代谢失调等冷害现象<sup>[4]</sup>。“金香”猕猴桃是中熟美味猕猴桃品种, 果实长圆形, 果面有黄褐色短绒毛, 果皮黄褐色, 果顶洼陷, 果实软熟时可溶性固形物含量为14.3%~14.6%, 风味酸甜、爽口, 具有较大的市场潜力<sup>[5]</sup>。但是目前对“金香”猕猴桃果实贮藏的研究较少, 对其冷藏适宜温度的研究尚鲜见报道。为此, 该试验通过对不同冷藏温度下“金香”猕猴桃果实生理品质、冷害相关酶活性及冷害发生情况分析, 探讨“金香”猕猴桃果实冷藏最适温度, 以期“金香”猕猴桃果实贮藏提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试“金香”猕猴桃果实采自陕西省眉县猕猴桃示

范园, 2012年10月1日待果实可溶性固形物含量达到6.5%~7.0%、硬度达到13~14 kg/cm<sup>2</sup>时进行采摘, 挑选果形端正、大小均匀、无机械伤、无病虫害的果实, 当日运回实验室。

### 1.2 试验方法

将预冷后猕猴桃果实随机分成3组, 每组500个。用厚度为0.03 mm的PE保鲜袋包装后贮藏于温度分别为(0±0.5)、(1±0.5)、(2±0.5)℃的3个不同温度的冷库中, 相对湿度85%~90%, 每隔15 d取样并测定相关生理指标, 每处理重复3次。

### 1.3 项目测定

可溶性固形物(SSC)含量采用PAL-1数显糖量计测定; 硬度用GY-J型硬度计测定; 细胞膜透性采用DDS-307型电导仪测定; 冷害率测定参照高慧等<sup>[6]</sup>方法, 果实从冷库中取出并在20℃下放置5 d后测定, 冷害率(%)=冷害果数/总果数×100%; 可滴定酸采用酸碱滴定法测定; 呼吸速率测定参照董晓庆等<sup>[7]</sup>方法, 采用TEL-7001型红外线CO<sub>2</sub>分析仪测定; 乙烯释放速率测定参照董晓庆等<sup>[7]</sup>方法, 采用岛津GC-14A型气相色谱仪法测定; 失重率(%)=(初始重量-测量时重量)/初始重量×100%; 好果率(%)=(统计的好果个数/入库时的总果数)×100%; 多酚氧化酶(PPO)和丙二醛(MDA)含量测定参照曹建康等<sup>[8]</sup>方法, 所有测定重复3次, 取平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同冷藏温度下“金香”猕猴桃果实冷害率的变化

冷害率是反映果实冷害发生程度的重要指标<sup>[4]</sup>。从图1可以看出, 0℃下的“金香”猕猴桃果实冷害率高于

**第一作者简介:**张浩(1990-), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 现主要从事园艺产品采后生理及贮藏保鲜等研究工作。E-mail: 790067075@qq.com.

**责任作者:**周会玲(1969-), 女, 陕西丹凤人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事园艺产品采后生理及贮藏保鲜等研究工作。E-mail: zhouhuiling@nwsuaf.edu.cn.

**基金项目:**陕西省科技统筹创新工程计划资助项目(2012KTJD03-05)。

**收稿日期:**2014-03-13

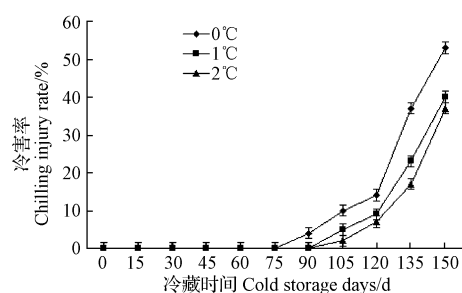


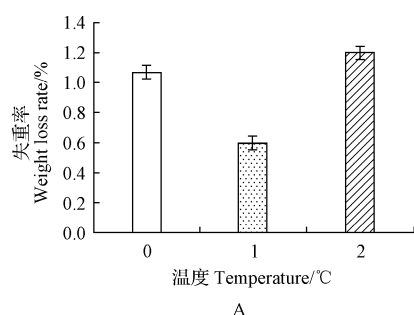
图1 不同冷藏温度下“金香”猕猴桃的冷害率变化

Fig. 1 The chilling injury rate of 'Jinxiang' kiwifruit stored at different temperatures

1°C和2°C,且冷害发生时间较1°C和2°C下提前15 d; 1°C和2°C下的冷害率在贮藏各期间差异不大。

## 2.2 不同低温贮藏150 d对“金香”猕猴桃果实失重率和好果率的影响

从图2A可以看出,低温贮藏150 d以后,1°C下“金



香”猕猴桃果实的失重率达0.6%,失重率最低,0°C和2°C下的失重率均在1%以上,高于1°C。好果率的高低直接体现了果实的贮藏效果<sup>[4]</sup>。从图2B可以看出,“金香”在3个温度下冷藏150天后,1°C和2°C下的好果率接近60%,贮藏效果较好;0°C下好果率则较低,仅达38%。

## 2.3 不同冷藏温度下“金香”猕猴桃果实呼吸速率和乙烯释放速率的变化

由图3A可知,在贮藏第15天时,不同低温下贮藏的猕猴桃果实均出现呼吸高峰,第15天以后呼吸速率迅速下降;1°C下的呼吸峰值最低,0°C和2°C下的呼吸速率整体上大于1°C,说明1°C下对猕猴桃果实的呼吸强度抑制效果最明显。图3B表明,不同温度下猕猴桃果实的乙烯释放速率变化趋势一致,并且都在冷藏第90天时出现峰值;但1°C下乙烯释放速率低于0°C和2°C,1°C下乙烯释放受到抑制更明显。

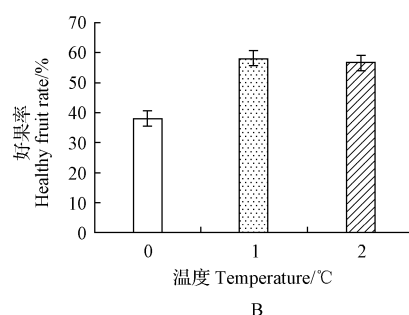


图2 不同低温贮藏150 d对“金香”猕猴桃的失重率(A)和好果率(B)的影响

Fig. 2 The effect of different temperatures on weight loss rate(A) and the healthy fruit rate(B) of 'Jinxiang' kiwifruit stored for 150 days

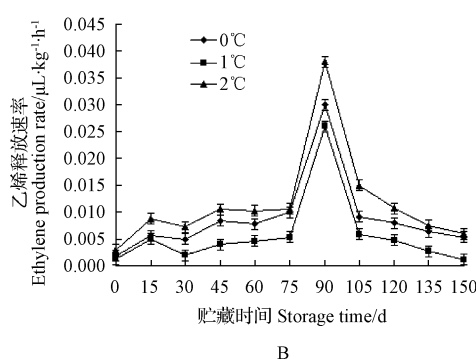
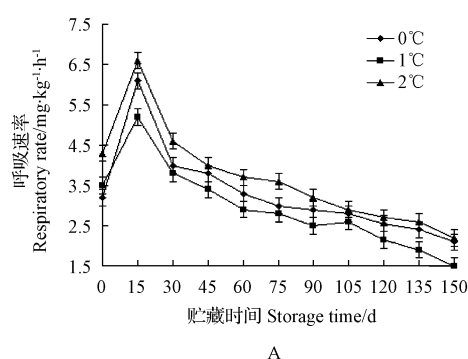


图3 不同低温贮藏期间“金香”的呼吸速率(A)和乙烯释放速率(B)的变化

Fig. 3 The change of respiratory rate (A) and the ethylene production rate(B) of 'Jinxiang' kiwifruit stored at different temperatures

## 2.4 不同冷藏温度下“金香”猕猴桃果实可溶性固形物(SSC)含量和硬度的变化

可溶性固形物含量和硬度是猕猴桃果实的2个基本的生理品质指标<sup>[9]</sup>。由图4A可知,随着冷藏时间的延长,SSC含量逐渐增加,贮藏到第150天时,2°C下SSC

含量达14.5%,0°C下14.3%,1°C下可溶性固形物含量较低,为13.1%;1°C下的SSC含量整体上低于0°C和2°C,说明1°C下的猕猴桃果实后熟程度较轻。从图4B可以看出,猕猴桃果实硬度均逐渐下降,1°C下硬度最大,说明1°C下猕猴桃果实贮藏品质保持较好。

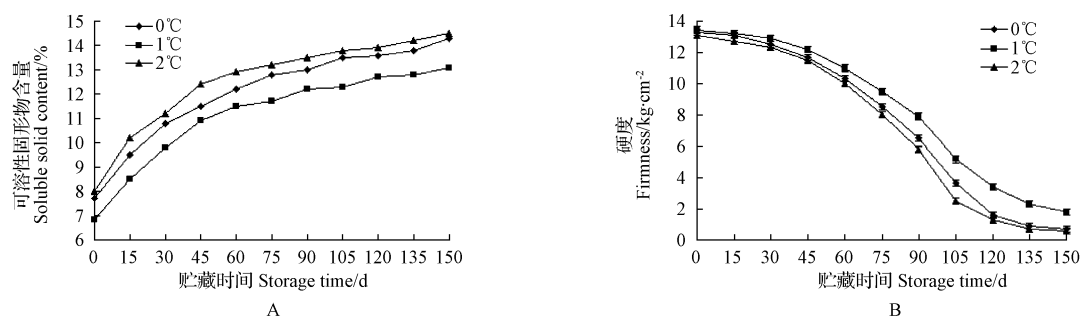


图4 不同低温贮藏期间“金香”猕猴桃可溶性固形物含量(A)和硬度(B)变化

Fig. 4 The change of soluble solid content (A) and the firmness(B) of 'Jinxiang' kiwifruit stored at different temperatures

## 2.5 不同低温贮藏下“金香”果实可滴定酸(TA)含量变化

从图5可以看出,0、1℃和2℃下的猕猴桃果实在入库时的可滴定酸含量分别为2.87%、2.89%、2.86%,在贮藏到第150天时,3个温度下猕猴桃果实的TA含量分别为2.26%、2.35%、2.25%;贮藏过程中可滴定酸含量逐渐下降,2℃和0℃下的可滴定酸含量处于较低水平,1℃下的可滴定酸含量较高,较好的保持了果实的品质和风味<sup>[10]</sup>。

## 2.6 不同低温贮藏下“金香”果实相对膜透性和丙二醛(MDA)含量的变化

相对膜透性的变化反应了果实结构受破坏的程度<sup>[11]</sup>。由图6A可知,0℃和2℃下的电导率高于1℃下,说明1℃下的“金香”猕猴桃果实结构受破坏程度较轻,0℃和2℃下果实冷害较严重。图6B表明,3个温度下

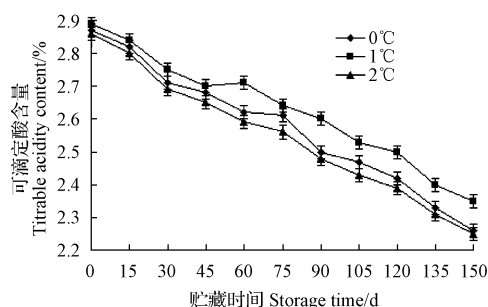


图5 不同低温贮藏期间“金香”猕猴桃可滴定酸含量的变化

Fig. 5 The change of titratable acidity content of 'Jinxiang' kiwifruit stored at different temperatures

MDA含量在50 d以后增长速度加快,2℃下MDA含量最高,贮藏各期间1℃下的MDA含量低于0℃和2℃。

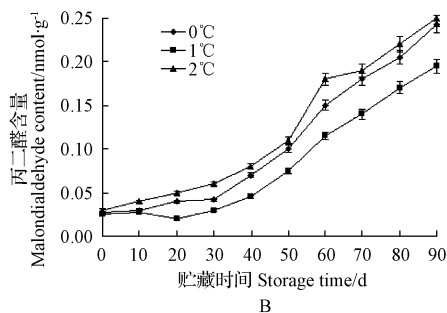
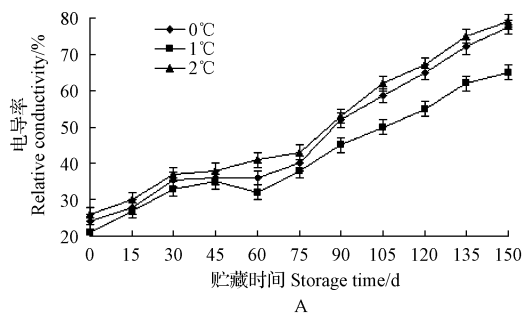


图6 不同低温贮藏期间“金香”猕猴桃相对膜透性(A)和丙二醛含量(B)的变化

Fig. 6 The change of relative conductivity (A) and the MDA content (B) of 'Jinxiang' kiwifruit stored at different temperatures

## 2.7 不同低温贮藏下“金香”果实PPO活性变化

从图7可以看出,贮藏过程中,3个温度下的PPO活性高峰均出现在第105天左右,变化趋势基本一致,2℃下果实的PPO活性峰值最高,其次为0℃处理,1℃下PPO活性峰值最低,为 $0.362 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,且1℃下的PPO活性整体处于较低水平。

## 3 结论与讨论

不同冷藏温度条件下,“金香”猕猴桃果实贮藏品质及冷害发生情况不同。该试验发现,“金香”猕猴桃果实在1℃和2℃下冷藏,冷害发生程度低于0℃。2℃下的冷害率和冷害指数最小,其次为1℃处理,0℃下“金香”猕猴桃果实的冷害率和冷害指数最高。但是1℃和2℃下的果实冷害率和冷害指数在各贮藏期间差异不大。

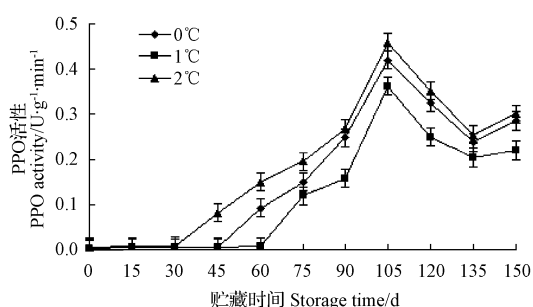


图7 不同低温贮藏期间“金香”猕猴桃 PPO 活性的变化

Fig. 7 The change of PPO activity of 'Jinxiang' kiwifruit stored at different temperatures

1°C条件下冷藏,“金香”猕猴桃果实的呼吸强度、乙烯释放率均处于较低水平,说明1°C下贮藏对“金香”猕猴桃果实后熟抑制效果较好。0°C和2°C下的果实失重率高、SSC含量高、硬度低、TA含量低,说明1°C下冷藏较好的保持了“金香”猕猴桃果实的品质。

丙二醛是膜脂过氧化的产物,会损伤大分子生命物质,从而引起一系列生理生化代谢紊乱,导致膜的损伤和冷害的发生<sup>[4]</sup>。试验表明,1°C下“金香”猕猴桃果实的丙二醛含量最低,对猕猴桃果实的结构破坏不严重,所以,1°C下果实的相对电导率低于0°C和2°C,冷害较轻。

在多酚氧化酶(PPO)的参与下,酚类物质发生氧化导致果肉褐变,是猕猴桃果实发生冷害的重要症状。在该试验中,0°C和2°C下猕猴桃果实的多酚氧化酶活性较

高,活性峰值较大,故果实褐变较1°C下严重,冷害较重。

综上所述,虽然1°C和2°C下的果实冷害率和冷害指数差异不大,但是1°C下的果实品质、贮藏生理指标以及生化指标均较0°C和2°C下好,所以认为“金香”猕猴桃果实的贮藏最适温度为1°C。

### 参考文献

- [1] 王强,董明,刘延娟,等.不同猕猴桃品种贮藏特性的研究[J].保鲜与加工,2010(2):44-47.
- [2] 尹尚军,祝渊.猕猴桃冷藏过程中成熟特性及贮藏特性的研究[J].浙江万里学院学报,2001(2):52-55,60.
- [3] 王胜男,任小林,任艳.1-MCP对猕猴桃货架期品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010(7):149-154.
- [4] 王玉萍,饶景萍,李萌,等.1-MCP对‘徐香’猕猴桃冷藏期间冷害与果实品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2013(11):93-100.
- [5] 夏源苑,饶景萍,辛付存,等.猕猴桃新品种“华优”和“金香”对1-MCP的反应[J].西北农业学报,2011,20(5):144-148.
- [6] 高慧,饶景萍.冷害对贮藏油桃膜脂脂肪酸及相关酶活性的影响[J].西北植物学报,2007,27(4):710-714.
- [7] 董晓亮,饶景萍,田改妮,等.草酸复合清洗剂对红富士苹果贮藏品质的影响[J].园艺学报,2009,36(4):577-582.
- [8] 曹建康,姜微波,赵玉梅,等.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007:101-107,154-155.
- [9] 任亚梅,唐远冒,李光辉,等.猕猴桃贮藏保鲜过程中1-MCP处理临界浓度的研究[J].中国食品学报,2013(1):107-111.
- [10] 郭叶,王亚萍,费学谦,等.不同浓度CPPU处理对“徐香”猕猴桃贮藏生理和品质的影响[J].食品工业科技,2012(20):324-327,354.
- [11] 曹彬彬,董明,赵晓佳,等.不同浓度臭氧对皖翠猕猴桃冷藏过程中品质和生理的影响[J].保鲜与加工,2012(2):5-8,13.

## The Researches of Optimum Temperature of 'Jinxiang' Kiwifruit During Cold Storage

ZHANG Hao,ZHOU Hui-ling,ZHANG Xiao-xiao,WANG Xiang-bin,ZHANG Hong-bin,CAO Na  
(College of Horticulture,Northwest Agricultural and Forestry University,Yangling,Shaanxi 712100)

**Abstract:** 'Jinxiang' kiwifruits were chosen as test material, the differences of chilling injury development, relative physiological and biochemical indexes during different temperatures cold storage were determined. The results showed that the chilling injury rate and the chilling index of 'Jinxiang' stored at 0°C were significantly higher than that of 'Jinxiang' stored at 1°C and 2°C. 'Jinxiang' stored at 0°C occurred chilling injury earlier than 'Jinxiang' stored at 1°C and 2°C. However, the respiratory rate, ethylene production rate, soluble solid content, MDA content and PPO activity of 'Jinxiang' stored at 1°C maintained in lower levels. The firmness of 'Jinxiang' stored at 1°C decreased slowly. The ethylene climax at 0°C and 2°C appeared earlier than that at 1°C. The titratable acidity content at 0°C and 2°C maintained in lower levels. Results suggested that the optimum temperature of 'Jinxiang' kiwifruit during cold storage was 1°C.

**Key words:** 'Jinxiang'; kiwifruit; chilling injury; optimum temperature