

# 贮藏温度对采后“金艳”猕猴桃 品质和后熟的影响

杨 丹, 王 琪 凯, 张 晓 琴

(四川省猕猴桃工程技术研究中心, 四川 蒲江 611630)

**摘 要:**以“金艳”猕猴桃为试材,采用不同温度贮藏的方法,研究了温度对果实品质和呼吸强度的影响。结果表明:1℃贮藏可以很好的保持果实品质,呼吸强度峰值出现晚,保持了较高的果肉硬度;5℃和10℃贮藏能够促进果实的后熟,加速呼吸强度峰值的到来、果实硬度的下降和可溶性固形物含量的上升;但35℃贮藏的果实7 d后会失去商品价值,发生腐败;16℃贮藏果实后熟品质不佳。在整个贮藏过程中,果实干物质含量在上述温度条件下贮藏变化都不明显,但在一定范围内,干物质含量会随着温度的上升而有所增加。

**关键词:**“金艳”猕猴桃;贮藏温度;果实品质;后熟

**中图分类号:**S 663.409<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0126-04

猕猴桃(*Actinidia chinensis*)属猕猴桃科(Actinidiaceae)猕猴桃属(*Actinidia*)植物,是落叶藤本果树<sup>[1]</sup>。全球约有猕猴桃66种,分布非常广泛。近年来,我国开始猕猴桃商业栽培,面积逐年扩大,培育了很多优良的品种,因其可口的风味和丰富的营养价值而在国际贸易中占有重要地位。“金艳”猕猴桃(*A. chinensis* × *A. eriantha*)是以“毛花”猕猴桃(*A. eriantha*)为母本,“中华”猕猴桃(*A. chinensis*)为父本杂交选育而成的新品种,并已在四川等省大面积推广种植。目前有关“金艳”猕猴桃的研究主要集中在生物学特性<sup>[2]</sup>和适宜采收期<sup>[3]</sup>等方面,表明“金艳”猕猴桃具有品质优良、耐储藏等特性。

猕猴桃是典型的呼吸跃变型果实,采后极易发生呼吸跃变,诱导果实成熟软化。温度是猕猴桃采后质量控制的关键因素,温度过高,猕猴桃的呼吸作用增强,后熟衰老加快,水分和养分损耗加速,后熟进程不一;在不至于冷害的前提下,贮藏温度越低,呼吸作用越弱<sup>[4-5]</sup>。研究表明呼吸跃变型果蔬低温贮藏糖度变化较小,有利于延长贮藏期<sup>[6]</sup>,高温贮藏可促进果实后熟进程,但其风味品质较差<sup>[7]</sup>。猕猴桃的品种差异性较大,迄今关于温度对采后“金艳”猕猴桃品质和后熟的影响,尚鲜见系统性的研究。该研究以“金艳”猕猴桃为试材,探讨不同贮藏

温度对果实品质和后熟的影响,以期为其商业化贮藏保鲜的应用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

“金艳”猕猴桃采自四川蒲江猕猴桃基地,于采后当天运抵实验室,以备后续试验。

### 1.2 试验方法

选取大小均匀,无病虫害,成熟度相对一致的果实,经过预冷后,装入果筐,每筐30个,用聚乙烯(PE)塑料袋覆盖,分别置于1、5、10、16、35℃恒温箱内贮藏,湿度90%~95%。每处理重复3次,每个重复为240个果实。贮藏期间每5 d随机取样测定果实呼吸强度、可溶性固形物含量、硬度和干物质含量。

### 1.3 项目测定

呼吸强度采用干燥器法<sup>[8]</sup>进行测定。可溶性固形物含量采用手持折光仪(PAL-1)测定。硬度测定时将果实用刀片去除赤道线附近相对应两侧的果皮组织,面积约1 cm<sup>2</sup>,采用GY-4型果实硬度计测定果肉硬度。干物质含量测定采取完整的样品果实(没削皮的果实),取中部厚约3 mm的切片,65℃干燥器烘16 h,测定切片烘干前后的重量,计算干物质含量。干物质含量(%) =  $W1/W0 \times 100$ ,式中,W0:切片鲜重(g),W1:切片干重(g)。

### 1.4 数据分析

所有试验数据均用Excel 2010统计分析,并计算标准误差、制图;应用SPSS 17.0软件对数据进行方差分析(ANOVA),利用邓肯氏多重比较对差异显著性进行比

**第一作者简介:**杨丹(1985-),女,四川蒲江人,硕士,研究方向为果蔬采后生理。E-mail: yangdan@joyvio.com.

**基金项目:**四川省农业科技创新产业链示范工程资助项目(2014NZ0031)。

**收稿日期:**2015-09-28

较分析,  $P < 0.05$  表示差异显著。  $P < 0.01$  表示差异极显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同贮藏温度对果实呼吸强度的影响

由图 1 可以看出,“金艳”猕猴桃是典型的呼吸跃变型果实,“金艳”猕猴桃的呼吸强度与温度呈正相关,温度越高,“金艳”猕猴桃的呼吸强度越高,其呼吸高峰出现的越早。果实贮藏 1 d 后,35℃ 贮藏的果实就出现了呼吸高峰,而 16℃ 贮藏果实的呼吸高峰出现在贮藏 4 d

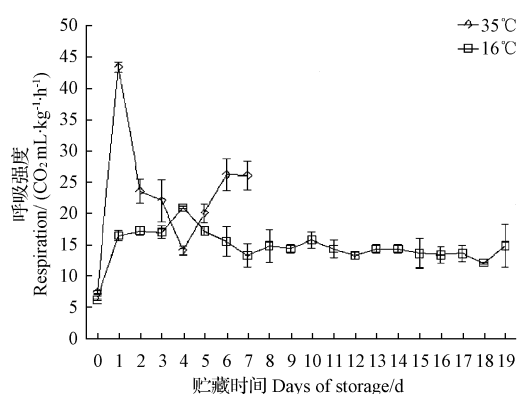


图 1 不同温度对贮藏期猕猴桃果实呼吸强度的影响

Fig. 1 Effect of temperature on respiration of kiwifruit during storage

### 2.2 不同贮藏温度对果实硬度的影响

图 2 表明,猕猴桃果实硬度随贮藏时间延长而下降,“金艳”猕猴桃在贮藏前 60 d,1、5、10℃ 贮藏果实硬度的下降与贮藏时间呈显著正相关关系,二者之间的相关系数  $r$  值分别为 0.959 4、0.914 3、0.896 2。硬度的下降速率与温度呈正相关,贮藏温度越高,果实硬度下降越快。贮藏 2 d 时,35℃ 贮藏与 16℃ 贮藏果实硬度差异极显著 ( $P < 0.01$ ),

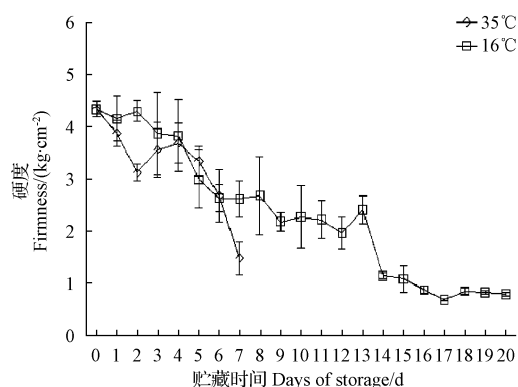


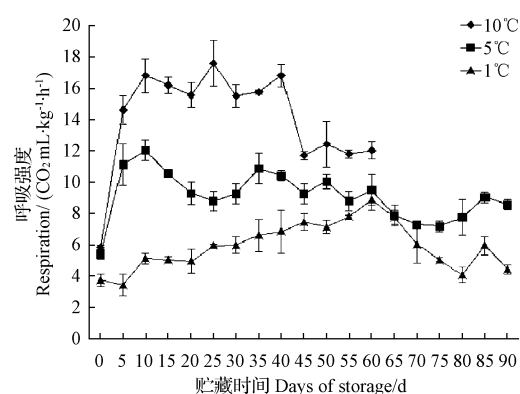
图 2 不同温度对贮藏期猕猴桃果实硬度的影响

Fig. 2 Effect of temperature on firmness of kiwifruit during storage

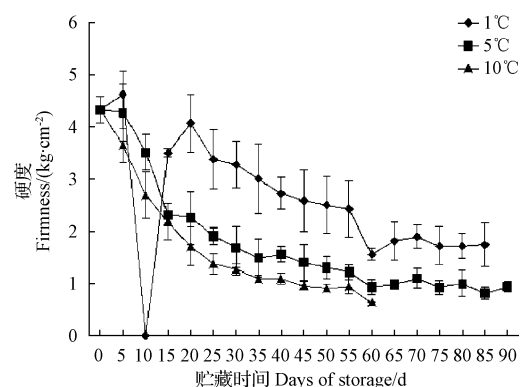
### 2.3 不同贮藏温度对果实可溶性固形物含量的影响

由图 3 可知,“金艳”猕猴桃果实在贮藏中可溶性固形物含量呈现缓慢上升趋势,且上升趋势与贮藏时间呈显著正相关关系,尤其是在果实贮藏前 60 d,1、5、10℃ 贮

后,而且在整个贮藏过程中,高温贮藏的果实呼吸强度比低温贮藏的呼吸强度大。贮藏第 10 天时,16℃ 和 5℃ 贮藏果实的呼吸强度与 1℃ 贮藏果实的呼吸强度达到显著差异水平 ( $P < 0.05$ )。贮藏 30 d 时,10℃ 贮藏果实的呼吸强度与 5℃ 和 1℃ 贮藏果实的呼吸强度差异显著 ( $P < 0.05$ ),10℃ 贮藏果实的呼吸强度是 5℃ 和 1℃ 贮藏果实的 1.68 倍和 2.59 倍。上述结果表明,5℃ 和 1℃ 贮藏可以有效的降低猕猴桃果实的呼吸作用,延缓果实后熟衰老,从而延长果实贮藏期限。



贮藏 7 d 后,35℃ 果实开始发生腐败;贮藏 20 d 时,16℃ 贮藏果实硬度已低至 0.79 kg/cm<sup>2</sup>,而 10、5、1℃ 贮藏果实硬度分别是 1.72、2.27、4.08 kg/cm<sup>2</sup>。贮藏 30 d 时,10℃ 贮藏与 5℃ 贮藏果实硬度差异不显著,但 10℃ 和 5℃ 贮藏与 1℃ 贮藏果实硬度差异极显著 ( $P < 0.01$ ),贮藏 60 d 时,1℃ 贮藏果实硬度分别是 5℃ 和 10℃ 贮藏果实硬度的 1.68 倍和 2.48 倍。



藏果实的可溶性固形物含量与贮藏时间的相关系数  $r$  值分别为 0.815 6、0.852 5、0.911 4。低温贮藏能够延缓猕猴桃果实贮藏期可溶性固形物含量的上升,但在整个贮藏过程中,16℃ 和 35℃ 贮藏果实可溶性固形物上升也

很缓慢,具体原因还有待于进一步的研究。相对于 5℃ 和 10℃ 贮藏,1℃ 贮藏对延缓“金艳”猕猴桃果实可溶性固形物含量的上升有显著的效果 ( $P < 0.05$ ),贮藏 30 d 和 60 d 时,10℃ 和 5℃ 贮藏果实的可溶性固形物含量分别比 1℃ 贮藏果实高 17.37%、8.9% 和 14.05%、5.64%。贮藏

75 d 和 90 d 时,5℃ 贮藏果实可溶性固形物含量分别比 1℃ 贮藏果实高 5.89% 和 5.38%。然而,在整个贮藏期 5℃ 和 1℃ 贮藏组之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ),因此要延缓果实可溶性固形物含量的上升,从商业角度考虑,若是短期贮藏,5℃ 贮藏也是个不错的选择。

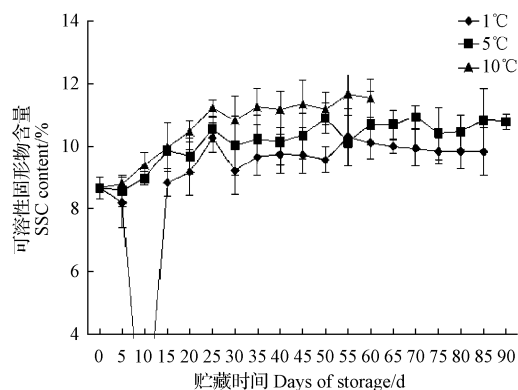
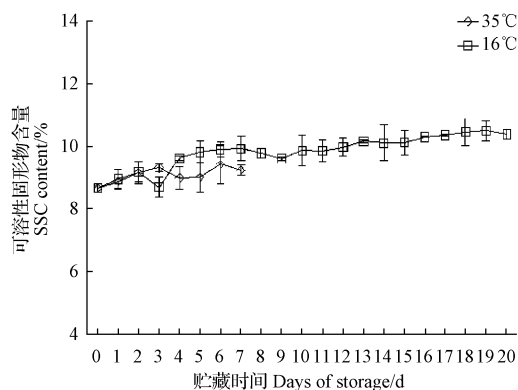


图3 不同温度对贮藏期猕猴桃果实可溶性固形物含量的影响

Fig. 3 Effect of temperature on soluble solid content of kiwifruit during storage

#### 2.4 不同贮藏温度对果实干物质含量的影响

干物质含量是衡量猕猴桃果实品质的重要指标,干物质含量高的果实口感较好。由图4可知,在整个贮藏过程中,果实干物质含量变化没有明显的规律,但 35℃ 贮藏的“金艳”猕猴桃干物质呈下降趋势,可能是由于温

度过高,导致果实发生生理紊乱,代谢消耗较大。10、5、1℃ 贮藏果实干物质含量与温度呈正相关,温度越高,干物质含量越高。结果表明,10℃ 贮藏不仅能够加速“金艳”猕猴桃的后熟软化,保证消费者品尝到美味的猕猴桃,还能很好的保持果实的品质。

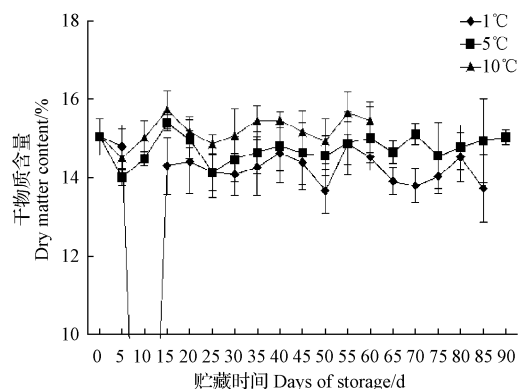
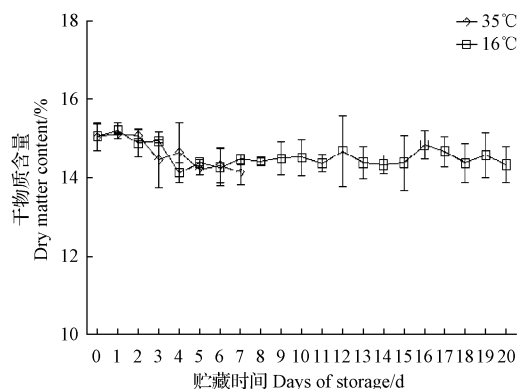


图4 不同温度对贮藏期猕猴桃果实干物质含量的影响

Fig. 4 Effect of temperature on dry matter content of kiwifruit during storage

### 3 讨论

果实采后正常的代谢是其具有耐藏性的生理基础,代谢旺盛则加速产品的衰老和营养物质的消耗,尤其是果实发生呼吸跃变后,其品质和贮藏性会迅速下降<sup>[9-10]</sup>,因此降低采后果实呼吸强度有助于延长贮藏期,而贮藏温度是影响果实贮藏品质和时间的因素<sup>[11-13]</sup>。该研究证明随着贮藏温度的上升,果实呼吸强度显著上升,导致呼吸消耗增加,果实软化衰老的速度加剧,降低果实的贮藏寿命。该试验中,35℃ 贮藏的果实在贮藏第7天时果实腐烂率已经高达50%,而16℃ 贮藏的果实可

溶性固形物在整个后熟过程中低于10℃ 贮藏的果实,导致果实口感较差,主要原因可能是贮藏温度过高,引发果实生理紊乱,从而导致果实不能正常后熟或果实后熟品质较差,甚至发生腐败,这与其他研究者在“金魁”猕猴桃<sup>[5]</sup>、李果实<sup>[14]</sup>和甜瓜<sup>[15]</sup>等方面的研究报道一致。另外,1℃ 贮藏的“金艳”猕猴桃与其它果蔬<sup>[16-17]</sup>在同等条件下贮藏的表现无异,都能够明显降低呼吸速率,推迟呼吸高峰的出现,从而表明温度是影响“金艳”猕猴桃贮藏品质的重要因子。

在整个贮藏过程中,1℃ 低温贮藏能显著延缓“金

艳”猕猴桃果实硬度的下降和可溶性固形物含量的上升。贮藏 90 d 时,1℃贮藏果实硬度高达1.34 kg/cm<sup>2</sup>,是 5℃贮藏果实的 1.43 倍,而 10℃贮藏果实在贮藏 60 d 时就已经完成后熟,到达可食用阶段;而 1℃贮藏果实在相同贮藏时间内可溶性固形物含量为 10.23%,是 5℃贮藏果实的 0.95 倍。果实硬度主要与果胶含量、果胶酶活性等关系密切<sup>[18-19]</sup>,故硬度的高低可作为评价果实成熟衰老的指标<sup>[20]</sup>,较高硬度的果实更有利于保鲜,保持果实良好的品质,延缓果实衰老,延长贮藏时间,而以 1℃贮藏效果更为显著。

然而,值得注意的是,适当的提高贮藏温度可以很好的促进“金艳”猕猴桃的后熟进程,该试验中 10℃和 5℃贮藏的果实在保证后熟品质的同时又能够减少后熟时间,这就为后期果实的销售提供了一条思路,为了消费者能够品尝到美味的即食猕猴桃,今后可以根据果实的销售时间制定不同的“金艳”猕猴桃贮藏温度。

### 参考文献

- [1] GARDENER R C. Genetic engineering of kiwifruit. Proceeding of NZ kiwifruit authority national research conference [M]. Rotorua, 1986: 27-28.
- [2] 陈绪中,李丽,王圣梅,等. 4 个猕猴桃新品种生物学特性的观察比较 [J]. 安徽农业大学学报, 2007, 34(1): 117-119.
- [3] 钱政江,王慧,刘亨,等. 采收期和贮藏温度对金艳猕猴桃品质的影响 [J]. 热带亚热带植物学报, 2011, 19(2): 127-134.
- [4] 杨德兴,邢红华,王兰菊. 猕猴桃的贮藏保鲜 [C]. 全国猕猴桃科研协作会资料, 1997.
- [5] 张计育,莫正海,黄胜男,等. 不同储藏温度对猕猴桃果实后熟过程中品质的影响 [J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 295-297.
- [6] 周林爱,吴华,胡琦. 贮藏温度对猕猴桃果实的乙烯释放及品质的影响 [J]. 上海农学院学报, 1998, 16(1): 49-53.
- [7] JHAS N, CHOPRA S, KINGSLEY A R P. Modeling of color values for non-destructive evaluation of maturity of mango [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78: 22-26.
- [8] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 46-49.
- [9] BRUNO G, ABHAYA M, ADEL A K. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple (*Malius domestica borkh*) fruits [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52: 5694-5701.
- [10] 刘兴华,饶景萍. 果品蔬菜贮藏学 [M]. 西安: 陕西科技出版社, 1998.
- [11] 张振铭,胡化广,蔡敏. 不同储藏温度对水晶梨果实品质的影响 [J]. 安徽农学通报, 2007, 13(18): 117-118.
- [12] 李学文,杨军,廖新福,等. 贮藏温度对早熟甜瓜采后生理及品质变化的影响 [J]. 中国农学通报, 2012, 28(25): 154-156.
- [13] 刘芳,王春林,张玉鑫,等. 温度对白兰瓜果贮藏效果的影响 [J]. 食品科学, 2006(6): 230-233.
- [14] 姚立平,周波王,秀峰. 李果实的高温下贮藏性及品质的变化 [J]. 1996, 13(3): 187-188.
- [15] 马文平,倪志静,任贤,等. 贮藏温度对果实品质和生理的影响 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(24): 14996-15000.
- [16] 侯田莹,宋曙辉. 不同贮藏温度条件下薄皮甜瓜品质和生理特性的变化 [J]. 中国瓜菜, 2011, 24(6): 7-10.
- [17] 高华,鲁玉妙,王雷存,等. 不同贮藏温度对秦阳苹果采后生理的影响 [J]. 华北农学报, 2010(S1): 154-156.
- [18] XUEY B, KUBO Y A. Effects of humidity on ripening and texture in banana fruit [J]. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 1995, 64(3): 657-664.
- [19] NING B, KUBO Y. Softening characteristics of Chinese pear ‘Yali’ fruit with special relation to changes in cell wall polysaccharides and their degrading enzymes [J]. Scientific Reports of the Faculty of Agriculture Okayama University, 1997, 86: 71-78.
- [20] 杨德兴. 猕猴桃衰老过程中 PG、果胶质和细胞壁超微结构的变化 [J]. 园艺学报, 1993, 20(4): 341-345.

## Effect of Different Storage Temperatures on the Quality and Postharvest Ripening of ‘Jin Yan’ Kiwifruit

YANG Dan, WANG Qikai, ZHANG Xiaojin

(Sichuan Engineering and Technology Research Center of Kiwifruit, Pujiang, Sichuan 611630)

**Abstract:** Kiwifruit of ‘Jin Yan’ was used to study the effect of different storage temperatures on postharvest qualities and respiration rate changes of fruits. The results showed that kiwifruit stored at 1℃ had good qualities with a high flesh firmness during the storage process; it also delayed the respiration peak. Storage temperatures 5℃ and 10℃ accelerated the postharvest ripening, increased the respiration rate, reduced flesh firmness and fruit soluble solid content. At 35℃, rotten of fruits occurred on the 7<sup>th</sup> day. Fruits had poor taste after ripening at 16℃. In a certain range, the dry matter contents raised along with an increase in temperature.

**Keywords:** ‘Jin Yan’ kiwifruit; storage temperature; quality; postharvest ripening