

DOI:10.11937/bfyy.201621033

# 贮藏温度对菇娘品质和采后生理的影响

陈连珠, 黄小燕, 张雪彬, 杨小锋

(三亚市南繁科学技术研究院, 海南 三亚 572000)

**摘 要:**以菇娘为试验材料,采用 4、8、12 ℃及室温(均温 28 ℃)贮藏的方法,研究了不同温度对菇娘贮藏品质(维生素 C、可滴定酸、可溶性固形物含量)及采后生理(相对电导率、丙二醛含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性)的影响。结果表明:不同贮藏温度对菇娘果实品质和采后生理影响不同,在室温下品质和生理变化最快,其次是 12 ℃,变化最小的是 4 ℃。贮藏温度对菇娘维生素 C 和可滴定酸含量有显著影响,低温有利于减缓菇娘品质的下降速率;随着贮藏时间的延长,菇娘的相对电导率和丙二醛含量不断增加,SOD 活性不断降低,低温贮藏有利于抑制电导率和丙二醛含量的增加,同时保持较高的 SOD 活性。4 ℃和 8 ℃贮藏均能提高菇娘的贮藏品质和生理活性,以 4 ℃表现最佳。

**关键词:**菇娘;贮藏温度;品质;采后生理

**中图分类号:**S 641.909<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)21-0132-04

菇娘(*Physalis pubescens* L.) 属茄科酸浆属一年生草本植物,别名毛酸浆、黄菇娘、洋菇娘<sup>[1]</sup>。菇娘果实营

**第一作者简介:**陈连珠(1986-),女,硕士,实习研究员,现主要从事特色蔬菜栽培等研究工作。E-mail:344703924@qq.com.

**责任作者:**杨小锋(1977-),男,博士,研究员,现主要从事设施农业等研究工作。E-mail:hnmelon2008@163.com.

**基金项目:**海南省应用技术研发与示范推广专项资助项目(ZDXM2014045)。

**收稿日期:**2016-08-04

养丰富、风味独特、酸甜可口,是天然的食用与药用为一体的绿色食品,越来越受到人们的欢迎。目前对菇娘的研究主要集中在栽培技术方面,对于菇娘的贮藏保鲜技术的研究较少。柯用春等<sup>[2]</sup>研究认为菇娘采后保存宿萼,在 35 ℃下烘干 10 h,并于 8~10 ℃条件下避光保存,能将贮藏期延长 40 d 以上。温度是影响果蔬贮藏期长短、品质及生理的重要因子<sup>[3-5]</sup>。为研究菇娘的适宜贮藏温度,该试验将其贮藏于不同的温度条件下,探讨不同温度下菇娘品质和采后生理的变化,以期对菇娘的采

## Effects of Different Copper Reagents on the Color-keeping of Pressed Flower

BAO Wenmin

(Shanghai Vocational College of Agriculture and Forestry, Shanghai College of Agriculture, Shanghai 201600)

**Abstract:** Leaves of six species (nandina, peony, trefoil, pteridophyte, camellia sasanqua, laurel) were taken as experimental materials. The leaves were soaked in heated copper sulfate solutions with 1%, 2.5%, 5%, saturated concentrations and acetic copper solutions with 1:4 and 2:3 concentrations progressively. The leaves of trefoil and pteridophyte, which didn't appear so good in heated solutions, were treated again with cold solutions, and the leaves of camellia sasanqua and laurel, which were failed in the former treatments, were injured artificially and treated with the same solutions again. The effects of different copper reagents on the color-keeping of pressed flower were studied. The results showed that the ideal method for color-keeping of the leaves of nandina and peony was firstly soaking in heated solution of 5% CuSO<sub>4</sub> or Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> and then drying with microwave; the leaves of trefoil and pteridophyte were easily softened and shrunk in the heated solution, so soaking in cold solution and drying with thermostat oven was the best method for these leaves; the leaves of camellia sasanqua and laurel, the surfaces of which were covered with wax, were difficult to be permeated by color-preserving solution. So for these kinds of leaves, the best method was treated by the combination of rubbing the back of the leaves and soaking in heated 5% CuSO<sub>4</sub> solution.

**Keywords:** pressed flower; color-keeping; copper sulfate; leaf material

后保鲜提供一定的参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试菇娘品种为哈尔滨金龙农业有限公司选育的“大黄菇娘”。在结果期摘取成熟度一致、无病虫害、无机械损伤的果实,采后当天运回实验室备用。

### 1.2 试验方法

试验于2015年3—4月在三亚市南繁科学技术研究院进行,于35℃鼓风干燥箱中烘干宿萼的水分后,将菇娘果实置于PVC封口袋中,分别放在4、8、12℃及常温(均温28℃)下贮藏,每处理3次重复,每重复500g。每隔15d取样进行各项指标的测定与观察,共取样5次。

### 1.3 项目测定

1.3.1 品质测定 维生素C含量采用2,6-二氯酚靛酚滴定法进行测定<sup>[6]</sup>,可溶性固形物含量采用手持糖度计进行测定<sup>[7]</sup>,可滴定酸含量采用酸碱滴定法进行测定<sup>[7]</sup>。

1.3.2 生理测定 超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑(NBT)光还原法测定<sup>[6]</sup>,丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸比色法测定<sup>[6]</sup>,相对电导率(膜透性)采用电导率仪法测定<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 贮藏温度对菇娘品质的影响

维生素C是菇娘果实重要的品质指标之一,也是果实抗氧化能力的表现之一。由表1可知,贮藏温度对菇

娘维生素C含量影响显著( $P<0.05$ ,下同),随储藏时间的延长,菇娘维生素C含量总体先下降后上升,各处理维生素C含量在15d时均快速降低。15d时8℃处理的维生素C含量最高,显著大于其它处理;30d时4℃和12℃的维生素C含量较15d有所增加,且12℃处理的维生素C含量显著大于8℃和常温处理;45d时各处理维生素C含量迅速升高,4、8、12℃维生素C含量显著大于常温处理;60d时各处理维生素C含量继续升高,超过贮藏前水平(常温处理除外)。

由表1可知,菇娘的可溶性固形物含量在整个贮藏期间的变化幅度不大,且贮藏温度对其没有显著影响。在4℃条件贮藏下,菇娘的可溶性固形物含量在贮藏结束时略有增加;8、12℃和常温处理的可溶性固形物含量呈直线缓慢下降趋势,60d时分别较贮藏前下降了5.46%、10.93%、12.14%。

贮藏温度对菇娘可滴定酸含量影响显著(表1),处理前菇娘可滴定酸含量较高,达到0.59%,随着贮藏时间的延长,可滴定酸含量不断降低。15d时常温贮藏的菇娘可滴定酸含量迅速降低至0.33%,显著低于4、8、12℃处理;30d时12℃贮藏的菇娘可滴定酸含量也开始迅速下降,12℃和常温处理的可滴定酸含量显著低于4℃和8℃处理;45d时4℃和8℃贮藏的可滴定酸含量也开始下降,此时,各处理间没有显著差异;贮藏至60d时4℃贮藏的可滴定酸含量最高,为0.38%,而常温贮藏的降至0.29%。

表1 贮藏温度对菇娘品质的影响  
Table 1 Effect of different storage temperatures on quality of *P. pubescens* L.

品质 Quality	处理 Treatment	贮藏时间 Storage time/d				
		0	15	30	45	60
维生素C Vitamin C/(mg·kg <sup>-1</sup> )	4℃		61.86±3.41b	69.63±8.45ab	220.52±30.41a	280.95±33.81a
	8℃		88.33±10.12a	62.45±13.01bc	231.55±16.58a	306.92±99.26a
	12℃	177.92±10.13	72.46±8.77b	83.56±9.19a	196.76±41.71a	317.57±82.84a
	常温		60.74±0.55b	45.28±9.02c	128.43±15.96b	103.04±22.23b
可溶性固形物 Soluble solids/%	4℃		11.93±1.12	11.57±0.83	11.63±1.46	12.03±0.67
	8℃		11.03±1.44	10.40±0.87	10.73±0.32	10.90±0.70
	12℃	11.53±1.12	11.63±1.21	10.55±0.92	11.57±0.83	10.27±0.93
	常温		11.23±0.60	11.47±0.67	11.10±1.11	10.13±0.78
可滴定酸 Titration acid/%	4℃		0.51±0.02a	0.50±0.08a	0.46±0.04	0.38±0.01
	8℃		0.52±0.02a	0.54±0.02a	0.40±0.01	0.37±0.14
	12℃	0.59±0.04	0.58±0.06a	0.30±0.02b	0.35±0.06	0.35±0.05
	常温		0.33±0.03b	0.31±0.04b	0.34±0.03	0.29±0.02

注:同列数据后不同小写字母表示差异达显著水平( $P<0.05$ )。

Note: Different lowercase within the same column represent significant difference at 0.05 level.

### 2.2 贮藏温度对菇娘采后生理的影响

2.2.1 贮藏温度对菇娘相对电导率的影响 电解质的渗漏量和细胞膜的受害程度通常用相对电导率来表示。从图1可以看出,菇娘的相对电导率在贮藏至15d时快

速上升,4℃和8℃处理的电导率在整个贮藏期低于其它2个处理,且于15d后处于相对稳定状态;12℃和常温处理的电导率在处理结束时快速增加,分别增加至56.47%和55.25%,显著大于其它2个处理。说明4℃

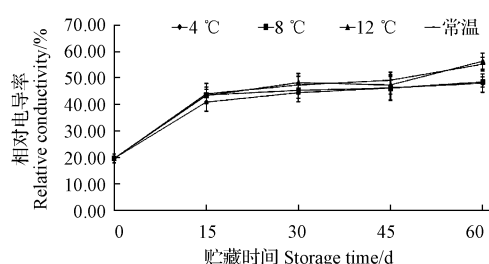


图1 贮藏温度对相对电导率的影响

Fig. 1 Effect of different storage temperatures on relative conductivity of *P. pubescens* L.

和 8 °C 贮藏均有利于抑制电导率的升高,降低细胞膜的受害程度。

2.2.2 贮藏温度对菇娘丙二醛含量的影响 丙二醛的含量反映了果实体内自由基与活性氧的水平。从图 2 可以看出,随贮藏期的延长,菇娘果实丙二醛含量不断上升。4 °C 和 12 °C 处理的丙二醛含量呈近直线上升的趋势,二者含量在 30 d 前几乎相等,45 d 后 4 °C 处理的丙二醛含量高于 12 °C 处理;8 °C 处理在 30 d 前含量低于其它 3 个处理,而后迅速上升至  $0.016 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ ;常温条件下处理的丙二醛含量在整个贮藏期均高于其它处理。低温贮藏有利于抑制菇娘丙二醛含量的上升,以 12 °C 贮藏的增加幅度最小。

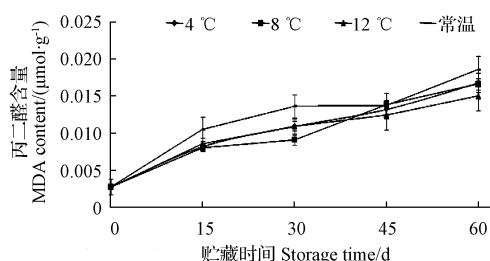


图2 贮藏温度对丙二醛含量的影响

Fig. 2 Effect of different storage temperatures on the MDA content of *P. pubescens* L.

2.2.3 贮藏温度对菇娘 SOD 活性的影响 超氧化物歧化酶(SOD) 是一种重要的植物保护酶,当植物受到逆境胁迫时,其活性就会被启动或提高。从图 3 可知,随着贮藏期的延长,SOD 活性逐渐降低,30 d 后迅速下降。4 °C 处理的 SOD 活性在贮藏期结束时活性高于其它处理,为  $97 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ ,降低了 39.4%;8 °C 处理在 30 d 前活性高于其它处理,处理结束后降至  $90 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ ,降低了 43.8%;12 °C 和常温贮藏的 SOD 活性变化趋势一致,分别降低了 45.0% 和 46.3%。因此,可以看出,低温贮藏有助于抑制 SOD 活性的降低,4 °C 和 8 °C 处理效果较理想。

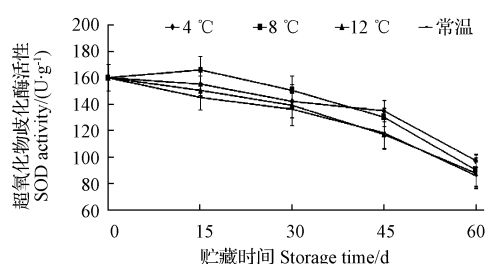


图3 贮藏温度对超氧化物歧化酶活性的影响

Fig. 3 Effect of different storage temperatures on SOD activity of *P. pubescens* L.

### 3 讨论与结论

温度是影响果蔬贮藏品质的主要因素之一,适宜的温度可以保持食品品质,同时延长贮藏期,任何果蔬都有其适宜的贮藏温度<sup>[9]</sup>。该试验研究了不同贮藏温度条件下的菇娘采后品质和生理的变化,结果表明,贮藏温度对菇娘维生素 C 和可滴定酸含量有显著影响,低温有利于减缓菇娘品质的下降速率,随着贮藏时间的延长,菇娘的相对电导率和 MDA 含量不断增加,SOD 活性不断降低。常温条件下贮藏的菇娘果实品质和生理变化最大,其次是 12 °C,变化最小的是 4 °C。同时试验过程中还发现,常温条件下(均温 28 °C)贮藏的菇娘 7 d 后宿萼开始出现霉变,15 d 后有少量果实开始腐烂,到贮藏结束时已有 90% 以上的果实腐烂,而其它温度贮藏的菇娘果实至试验结束时仍未出现霉变或腐烂的现象,说明低温贮藏还有利于保持菇娘果实的商品性状。

作为代谢底物,果蔬内可滴定酸会随着贮藏期的延长不断被消耗,而可溶性固形物含量也表现出下降的趋势,王彬等<sup>[10]</sup>的研究结论与此相同。一般情况下,呼吸作用越旺盛,代谢底物被消耗的越快,而低温有利于抑制果蔬在贮藏期间的呼吸强度,从而降低代谢底物的损耗。试验结果显示,4 °C 下可滴定酸含量和可溶性固形物含量下降速度最慢,幅度最小,而常温条件则相反,这充分验证了上述观点。植物维生素 C 的产生和变化是一个复杂的过程,它是多种酶共同作用的结果,多数研究认为维生素 C 含量会随着贮藏时间的延长不断降低<sup>[11-12]</sup>,但也有研究认为维生素 C 含量会随贮藏时间的延长不断增加<sup>[13]</sup>,该研究中菇娘维生素 C 含量在 45 d 时迅速增加,贮藏结束时含量比贮藏前更高的变化原因有待进一步研究。

当植物受逆境损害时,细胞膜透性会增加,相对电导率会相对应的提高,同时也会导致膜脂过氧化产物的积累,体现在丙二醛含量的增加,而 SOD 是植物最重要的保护酶类之一,该研究中随贮藏期的延长,相对电导率和丙二醛含量不断增加,SOD 活性不断下降,这与李

文等<sup>[14]</sup>在辣椒上的研究结论一致。该试验结果表明, 4℃和8℃下的相对电导率、丙二醛含量较低, SOD活性较高, 说明低温不仅未对姑娘产生冷害, 反而更有利于抑制其生理变化。

综上所述, 低温贮藏有效抑制了姑娘采后品质及生理变化, 姑娘维生素C、可滴定酸及可溶性固形物含量降低较慢, 幅度较小, 这主要是由于在低温条件下, 果实细胞膜透性较低, 丙二醛积累较少, 同时保持着较高的SOD活性。4℃和8℃处理均能保持姑娘的贮藏品质和生理活性, 以4℃表现最佳, 建议采用4℃对姑娘进行贮运。

### 参考文献

- [1] 丰利, 高倩倩. 酸浆和甜姑娘的营养成分分析[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(33): 16113-16114, 16142.
- [2] 柯用春, 李宏杨, 邢增通, 等. 姑娘采后保鲜技术研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(12): 5490-5491.
- [3] 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.
- [4] 刘芳, 王春林, 张玉鑫. 温度对白兰瓜贮藏效果的影响[J]. 食品科学, 2006, 27(6): 230-233.
- [5] 王毓宁, 胡花丽, 汪洋. 不同贮藏温度对黑宝石李果实品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2009, 25(6): 1365-1368.
- [6] 李合生. 生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [7] 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.
- [8] 史树德, 孙亚卿, 魏磊. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010.
- [9] 邵远志, 李雪萍, 李琴, 等. 贮藏温度对鲜切菠萝生化品质的影响[J]. 中国食品学报, 2011, 9(6): 134-139.
- [10] 王彬, 郑伟, 李胜海, 等. 不同贮藏温度对火龙果采后生理和品质的影响[J]. 西南农业学报, 2012, 25(2): 429-432.
- [11] 王兰菊, 宋尚伟, 胡青霞. 不同温度和薄膜包装对茄子冷害及果实生理变化的影响[J]. 华北农学报, 2003, 18(4): 23-25.
- [12] 方宇鹏, 汪李平. 成熟度及贮藏环境对迷你冬瓜果实品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2013(24): 22-26.
- [13] 刘莹, 刘艳, 包放民, 等. ‘河套’蜜瓜果实品质与采后生理的关系[J]. 北方园艺, 2014(20): 1-5.
- [14] 李文文, 李俊俊, 邵远志. 贮藏温度对辣椒果实品质和采后生理的影响[J]. 核农学报, 2013, 27(11): 1692-1696.

## Effects of Storage Temperature on Quality and Postharvest Physiologies of *Physalis pubescens* L.

CHEN Lianzhu, HUANG Xiaoyan, ZHANG Xuebin, YANG Xiaofeng

(Sanya Science and Technology Academy for Crop Winter Multiplication, Sanya, Hainan 572000)

**Abstract:** By storing the *Physalis pubescens* L. at 4, 8, 12℃ and indoor temperature (mean temperature was 28℃), the effects of storage temperature on quality (vitamin C content, titratable acidity content and the soluble solids content) and postharvest physiologies (relative conductivity, MDA content and SOD activity) of *P. pubescens* L. were studied. The results showed that, different storage temperatures had different effects on quality, the changes in quality and postharvest physiology were the fastest for fruits stored at indoor temperature, it was followed by 12℃, quality and postharvest physiology changed slowly at 4℃. The storage temperature had significant effect on the vitamin C content and titratable acid content, low temperature was beneficial to slow the decline rate of fruit quality. Relative conductivity and malondialdehyde content increased with the process of storage time, while the SOD activity decreased. Low storage temperature was beneficial to inhibit the increase of the relative conductivity and malondialdehyde content, and maintain high SOD activity. 4℃ and 8℃ storage temperatures could improve the storage quality and postharvest physiology of *P. pubescens* L., and the ideal storage temperature was 4℃.

**Keywords:** *Physalis pubescens* L.; storage temperature; quality; postharvest physiology