

# 低温对青枣果实贮藏及采后生理特性的影响

姚 昕, 涂 勇, 吴 兵, 蔡 江

(西昌学院, 四川 西昌 615013)

**摘 要:** 在 0℃、4℃和 8℃ 3 种低温条件下冷藏“高朗一号”青枣, 定期统计其好果率和失重率, 测定可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C 含量, 检测其采后呼吸强度和果皮细胞膜透性等指标的变化。结果表明, 4℃是“高朗一号”青枣果实适宜的贮藏温度, 0℃以下果实易发生冷害。在贮藏的过程中, 青枣果实出现呼吸跃变, 可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C 含量均呈递减的趋势, 细胞膜透性呈递增趋势, 4℃和 8℃低温可有效的延缓其变化的速度。

**关键词:** 青枣; 低温; 贮藏; 生理特性

**中图分类号:** S 665.109<sup>+</sup>.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)04-0262-03

青枣别名印度枣、毛叶枣, 原产于印度。我国台湾引进这一果树品种后, 近年来传入大陆, 在海南、云南、四川、广东和广西等省开始种植, 经过多年研究, 选育出适合当地气候条件且品质优良的青枣品种, 且以鲜食为主<sup>[1-4]</sup>。青枣大约每年 10 月至次年 2 月上市, 此时正值元旦和春节水果销售的旺季, 销路十分看好。目前, 国内外对青枣采后生理特性及其影响因素缺乏系统的基础研究, 从而导致其贮藏保鲜技术的开发利用滞后, 果实采后损失严重, 极大地影响了种植者的积极性, 限制了青枣产业的发展<sup>[5,6]</sup>。以四川攀西地区的“高朗一号”青枣为试验材料, 研究不同低温条件对青枣生理特性及贮藏保鲜的影响, 通过分析比较, 筛选出适宜的贮藏温度, 以期能在实际生产中得到推广应用, 达到减少采后损失、增加农民收入的目的。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

以西昌市会理县普隆乡“高朗一号”青枣为试验材料, 采收于 2006 年 11 月 13 日, 挑选无机械损伤、无病虫害、大小均匀、成熟度基本一致、果柄完好的果实为试材, 采后当天运抵西昌学院食品科学系试验室, 在 10℃下预冷 10 h。

### 1.2 试验方法

将果实用聚乙烯保鲜袋包装(微孔处理), 分别于 (0±1)℃、(4±1)℃、(8±1)℃和常温(8~15℃)不同温度条件下贮藏, 每个处理 4.0 kg 果实, 重复 3 次。每隔 6 d 采用四分法取样, 统计其贮藏效果, 测定果实的品质

和生理指标, 直至果实出库。

### 1.3 测定方法

好果率及失重率: 好果率(%)=(总果数-贮藏腐烂果数)/总果数×100%; 失重率(%)=(原始质量-测定质量)/原始质量×100%。可溶性固形物、可滴定酸含量、维生素 C 含量: 分别按照国家标准 GB/T 6195-1990、GB/T 12295-1990 和 GB/T 6195-1986 进行; 呼吸强度: 采用红外二氧化碳测定仪测定; 细胞膜透性: 采用电导仪测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温对青枣果实好果率和失重率的影响

由图 1 可以看出, 青枣入贮 12 d 后, 各低温条件下果实的好果率差别不大, 而当入贮 18 d 时, 常温贮藏的青枣果实好果率显著降低, 减小到 75.33%, 此后, 其果实腐烂变得更为严重, 24 d 时好果率仅为 56.67%, 同时, 观察到果实表面有淡褐色圆形小病斑。低温贮藏能有效地抑制青枣腐烂的发生, 4℃条件下贮藏效果一直好于 8℃, 18 d 时, 4℃和 8℃的好果率分别为 93.00%和 85.33%。0℃条件下, 青枣果实贮藏 18 d 时, 部分果实果皮有点状的浅灰色凹陷斑, 贮藏 30 d 时, 70%以上的果实出现此症状, 且果皮色泽暗淡, 将其转至常温下 3 d, 凹陷斑变得更明显, 果实很快发生腐烂, 其呼吸强度明显提高, 同时发现, 在此温度下, 果实果皮细胞膜透性显著增加, 且高于其他低温处理, 分析原因可能是 0℃低温诱发了果实冷害的发生。

由图 2 可知, 果实的失重率随着贮藏时间的延长而逐渐增加, 且贮藏温度对失重率有一定的影响, 贮藏温度越高, 果实的失重率越高。贮藏到 12 d, 果实重量变化很小, 第 18 天时, 常温贮藏果实的失重率为 2.23%, 24 d 时已经达到 5.56%, 高于 4℃低温贮藏 36 d 时的失重率(3.82%)。低温贮藏可以有效抑制果实的蒸腾作用,

第一作者简介: 姚昕(1978-), 女, 硕士, 讲师, 从事农产品加工及贮藏研究。E-mail: yaoyao3692@163.com。

基金项目: 西昌学院人才引进资金资助项目(XA0528)。

收稿日期: 2008-01-08

表 1 贮藏温度对青枣果实可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 的影响

处理温度 /℃	可溶性固形物/%			可滴定酸/ $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$			维生素 C/ $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$		
	0 d	6 d	12 d	0 d	6 d	12 d	0 d	6 d	12 d
0	9.8	9.6	10.4	6.50	6.35	6.06	42.89	38.12	36.36
4	9.8	10.0	10.6	6.50	6.16	5.89	42.89	40.14	35.19
8	9.8	10.1	10.3	6.50	5.73	5.35	42.89	37.89	28.82
常温	9.8	10.0	9.2	6.50	5.83	4.26	42.89	36.18	27.72

处理温度 /℃	可溶性固形物/%			可滴定酸/ $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$			维生素 C/ $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$		
	18 d	24 d	30 d	18 d	24 d	30 d	18 d	24 d	30 d
0	10.0	9.8	9.0	5.73	5.23	4.59	28.14	30.16	22.67
4	9.5	9.2	8.9	5.68	5.33	4.15	31.87	24.63	20.56
8	9.1	8.8	7.2	4.89	4.56	3.82	26.42	22.56	17.34
常温	8.3	7.8		4.02	3.05		24.84	19.35	

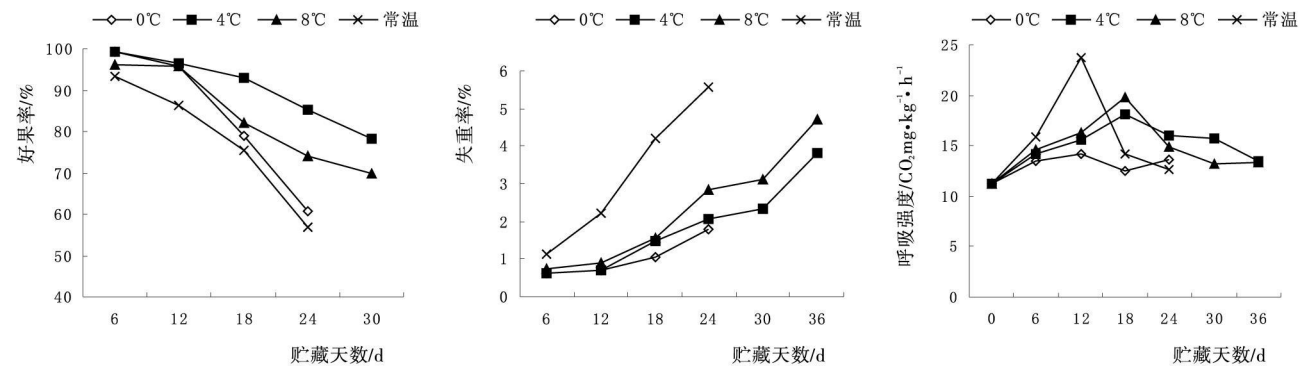


图 1 不同贮藏温度下青枣果实好果率的变化      图 2 不同贮藏温度下青枣果实失重率的变化      图 3 不同贮藏温度下青枣果实呼吸强度的变化

8℃、4℃和 0℃相比，随着温度的降低，果实失重率依次降低，贮藏到 24 d 时，其失重率分别为 2.85%、2.08%和 1.78%。

2.2 低温对青枣果实品质的影响

2.2.1 可溶性固形物 测定结果可以看出，青枣果实可溶性固形物含量总的变化趋势是随着贮藏时间的延长而递减。常温下，贮藏第 24 天时果实可溶性固形物含量从刚采收时的 9.8%递减到的 7.8%，减少了 20.41%，递减的速度较快；0℃、4℃和 8℃低温下，可溶性固形物含量贮藏初期小幅度上升，出现 1 个小的峰值（8℃和 4℃下 12 d 时达到最大值，分别为 10.6%和 10.3%，0℃峰值出现较晚），此后呈逐渐递减的趋势，这一变化说明青枣果实采收后仍会发生淀粉向可溶性糖转化，导致风味变甜，只是出现的时间早，变化时间短，对延长贮藏期的效果不明显（见表 1）。

2.2.2 可滴定酸含量 测定结果看出，果实中酸的含量趋势与可溶性固形物含量变化趋势基本一致，都是随着贮藏时间的延长呈递减趋势。与之相比，酸含量下降的速度较快，酸和糖均为呼吸作用的基质，酸首先被消耗，导致糖酸比值升高，使果实风味变淡。常温下酸含量下降的速度最快，24 d 时由最初的 6.50 mg/100g 变为 3.65 mg/100g，下降幅度达 43.85%；低温处理 8℃、4℃和 0℃随着温度的降低而递减的速度依次减慢，30 d 时，从初始时的 6.50 mg/100g 分别下降为 3.82 mg/100g、

4.15 mg/100g 和 4.59 mg/100g，下降了 41.23%、36.15%和 29.38%。

2.2.3 维生素 C 含量 测定结果看出，采收青枣果实维生素 C 含量为 42.89 mg/100g，随着贮藏时间的延长而逐渐下降，较低的温度能延缓其降低的速度，常温和 8℃下，维生素 C 含量下降的速度相对较快，尤其是常温下，12 d 时维生素 C 含量下降了 35.37%；0℃和 4℃条件下，下降的速度相对较慢，前 12 d 两个处理维生素 C 含量区别不大，其后 4℃下果实维生素 C 含量下降比 0℃略快。

2.3 低温对青枣果实呼吸强度的影响

由图 3 可以看出，在整个贮藏过程中，各种温度条件下，青枣果实呼吸强度均出现了呼吸跃变。果实预冷后的呼吸强度为 CO<sub>2</sub> 11.26 mg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>，室温下果实的呼吸跃变出现在贮藏 12 d 峰值为 CO<sub>2</sub> 23.78 mg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>；低温能推迟呼吸跃变出现的时间，降低呼吸峰值，4℃和 8℃果实呼吸跃变出现在贮藏第 18 天，峰值分别为 CO<sub>2</sub> 18.05 mg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>和 CO<sub>2</sub> 19.83 mg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>，0℃下果实呼吸强度一直处于较低的水平。

2.4 低温对青枣果皮细胞膜透性的影响

由图 4 可以看出，青枣果实不同温度下贮藏，果皮的相对电导率均递增。常温下，果实果皮的相对电导率一直相对高，24 d 时由初期的 11.08%增加至 38.91%。适宜的低温可以使果皮的相对电导率递增速度减慢，从

而延缓果实的衰老。8℃和4℃处理下,果皮相对电导率递增的速度较为缓慢,在贮藏后期,8℃时果皮的相对电导率略高于4℃的。0℃条件下,果皮的相对电导率在入贮前12d一直处于较低的水平,与其他处理区别不大,在这一时期低温尚未对果实细胞结构产生破坏作用,此后相对电导率递增的速度变快,且明显高于其他处理。贮藏24d时,0℃条件下果皮的相对电导率增加至33.40%,而4℃和8℃的相对电导率分别增加为25.28%和26.48%,这一变化趋势说明,0℃低温胁迫引起了细胞膜损失,使其透性增大,导致电解质外渗。

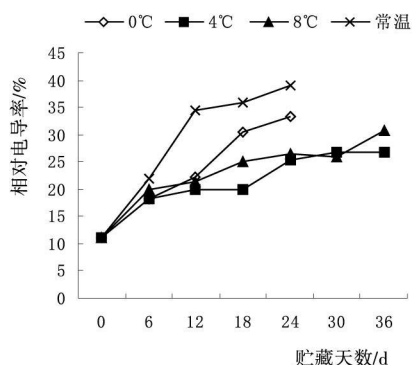


图4 不同贮藏温度下青枣果皮细胞膜透性的变化

### 3 讨论

温度是影响果蔬贮藏效果的重要因素之一,各种果蔬产品都有其适宜的贮藏温度范围。低温能显著抑制果实腐烂,延长贮藏期,但不适宜的低温会诱导冷害的发生。试验发现,“高朗一号”青枣在0℃下贮藏时,随着贮藏时间的延长,会出现果皮色泽暗淡,果皮出现点状的浅灰色凹陷斑,且其果皮的细胞膜透性明显高于其他处理,果实转到常温下呼吸强度急剧上升,这是果实发生冷害的表现。

4种温度条件下,4℃贮藏的青枣果实好果率一直相对较高,贮藏36d,好果率为78.33%,且有效地抑制其的蒸腾作用,失重率为3.82%,果实可溶性固形物、可滴定酸、维生素C含量均在4℃递减速度较慢。可以说4℃是“高朗一号”青枣较适宜的贮藏温度,贮藏期为36d左右。

结果表明,“高朗一号”青枣属于呼吸跃变型果实采收后有明显的呼吸跃变,果皮的细胞膜透性呈递增的趋势,在不发生冷害的情况下,低温能对呼吸作用和果皮细胞膜透性增加有一定的抑制作用,这与白华飞<sup>[7]</sup>、汪跃华<sup>[8,9]</sup>和张福平<sup>[10]</sup>的试验的研究结果一致。

青枣作为特色水果之一,目前国内外有关其采后生理与保鲜技术报道较少,对其采后生理特性、衰老特性、冷害生理等需要进一步系统的研究。

### 参考文献

- [1] 钟卫国,吴嫂丽,张毅俊,等.高朗1号台湾青枣的栽培技术[J].中国南方果树,2001,30(6):68.
- [2] 李林静.反季水果台湾青枣[J].中国果蔬,2001(3):33.
- [3] 王有生,余云伟.台湾青枣引种及其栽培技术[J].中国南方果树,2003,23(3):53-53.
- [4] 李琼珊,张福平,林少敏.台湾青枣的开发[J].食品研究与开发,2004,25(3):92-94.
- [5] 康效宁,吉建邦,谢辉.毛叶枣贮藏保鲜技术研究[J].中国食品学报,2006,6(1):144-150.
- [6] 吉建邦,康效宁,谢辉.毛叶枣贮藏适性的研究[J].食品工业科技,2003,24(10):135-137.
- [7] 白华飞,杨晓棠,吴锦铸,等.1-甲基环丙烯对台湾青枣采后生理效应的影响[J].热带亚热带植物学报,2004,12(4):363-366.
- [8] 汪跃华,林银凤,温玉辉,等.氯化钙结合低温处理对台湾青枣贮藏的影响[J].西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(2):195-196.
- [9] 汪跃华,林银凤,李军,等.臭氧和山梨酸钾对台湾青枣贮藏研究[J].食品科技,2006(7):258-290.
- [10] 张福平.采收成熟度对台湾青枣耐藏性及品质的影响[J].2004(2):11-13.

## The Effect of Low Temperature on the Storage and the Physiological Characteristics of Indian Jujube Fruits

YAO Xin, TU Yong, WU Bing, CAI Jiang  
(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013, China)

**Abstract:** The experiment was performed using “Gaolang I” Indian jujube fruits as sample, studied on their storage and physiology and measure some parameters, such as fresh rate, weight loss rate, TSS content, TA content, Vc content, membrane permeability, respiratory intensity and so on. The result indicated that 4℃ was the optimum temperature for Indian jujube fruits and it will appear chilling injure when fruits supposed under 0℃. It was found that the fruit was a kind of climacteric fruit. During the period of storage, the content of TSS, TA and Vc descended gradually, and membrane permeability increased gradually. Under the storage conditions of no chilling injure, the optimum low temperature could delay the changes of these parameters.

**Key words:** Indian jujube fruits; Low temperature; Storage; Physiological characteristics