

# *CaCl<sub>2</sub>* 和 6-BA 处理对枣果呼吸强度 及贮藏品质的影响

吴彩娥<sup>1</sup>, 王文生<sup>2</sup>, 寇晓虹<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 山西农业大学食品科学系, 太谷 030801; <sup>2</sup> 国家农产品保鲜工程技术研究中心, 天津 300112)

**摘要:** 研究了赞皇大枣和胜利枣采后在 0℃ 条件下呼吸强度和果实品质的变化规律以及采前 CaCl<sub>2</sub> 和 6-BA 处理对采后枣果呼吸强度和果实品质的影响。结果表明, 赞皇大枣和胜利枣属于非跃变型果实; 在贮藏过程中 V-C 含量先积累后降低; 采后果肉硬度逐渐下降且与贮藏时间呈极显著负相关( $r_1 = -0.93646$ ,  $r_2 = 0.93624$ )。采前 CaCl<sub>2</sub>、6-BA 以及 CaCl<sub>2</sub>+ 6-BA 处理, 均能降低采后枣果的呼吸强度, 但作用效果不显著。1% CaCl<sub>2</sub> 和 1% CaCl<sub>2</sub>+ 15mg/L 6-BA 处理能明显降低 V-C 损失率, 抑制果肉硬度和好果率的下降。1% CaCl<sub>2</sub> 处理可使赞皇大枣和胜利枣贮藏末期的果肉硬度分别比对照增加 1.2kg/cm<sup>2</sup> 和 1.5kg/cm<sup>2</sup>, 好果率分别增加 8.2% 和 5.4%; 1% CaCl<sub>2</sub>+ 15mg/L 6-BA 处理可使赞皇大枣和胜利枣贮藏末期的果肉硬度分别增加 1.5kg/cm<sup>2</sup> 和 2.1kg/cm<sup>2</sup>, 好果率增加 17.8% 和 11.7%。15mg/L 6-BA 处理对枣果的呼吸强度及果实品质有一定影响, 但作用效果总体上不及 CaCl<sub>2</sub>。

**关键词:** 鲜枣; CaCl<sub>2</sub>; 6-BA; 呼吸强度; 贮藏品质

中图分类号: S665.1 文献标识码: A 文章编号: 0578-1752(2001)01-0066-06

## *Effect of CaCl<sub>2</sub> and 6-BA on Postharvest Respiratory Intensity and Storage Quality of Chinese Jujube*

WU Caie<sup>1</sup>, WANG Wen-sheng<sup>2</sup>, KOU Xiao-hong<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Shanxi Agriculture University, Taigu 030801; <sup>2</sup> National Research Center of Farm Product  
Freshening Engineering and Technology, Tianjin 300112)

**Abstract:** The respiratory intensity and storage quality of postharvest Zanzhuang Dazao and Shenglizao at 0℃ as well as the effect of CaCl<sub>2</sub> and 6-BA on respiratory intensity and storage quality were studied. The results showed that Zanzhuang Dazao and Shenglizao should be non-climacteric fruits; during storage periods, V-C content firstly accumulated, then decreased; the flesh firmness gradually decreased and negatively correlated with storage time significantly( $r_1 = 0.93646$ ,  $r_2 = 0.93624$ ). 1% CaCl<sub>2</sub>, 15mg/L 6-BA and 1% CaCl<sub>2</sub>+ 15mg/L 6-BA were sprayed on jujube fruits before harvest. The respiratory intensity of postharvest jujube were reduced by the treatments, but effects were not significant. With the 1% CaCl<sub>2</sub> and 1% CaCl<sub>2</sub>+ 15mg/L 6-BA treatments, loss rate of V-C, decrease of flesh firmness and fresh rate were reduced. With 1% CaCl<sub>2</sub> treatment, the flesh firmness of Zanzhuang Dazao and Shenglizao was improved 1.2 kg/cm<sup>2</sup> and 1.5 kg/cm<sup>2</sup> respectively at the last stage of storage, fresh rate was improved 8.2% and 5.4% separately; with 1% CaCl<sub>2</sub> and 1% CaCl<sub>2</sub>+ 15mg/L 6-BA treatments, the flesh firmness was increased 1.5kg/cm<sup>2</sup> and 2.1kg/cm<sup>2</sup> separately, fresh rate was improved 17.8% and 11.7% at the last stage of storage. The effect of 15 mg/L 6-BA on respiratory intensity and fruits quality was lower than that of CaCl<sub>2</sub> treatment.

**Key words:** Fresh jujube; CaCl<sub>2</sub>; 6-BA; Respiratory intensity; Storage quality

收稿日期: 2000-08-14

基金项目: 山西省科技攻关项目(961018)

作者简介: 吴彩娥(1962-), 女, 山西平陆人, 副教授, 硕士, 主要从事果品蔬菜采后生理与贮藏加工方面的教学与研究工作。Tel: 0354-6288325;

Fax: 0354-6222942; E-mail: Runsheng@public.yz.sx.cn

枣 (*Ziziphus jujuba* Mill.) 为鼠李科 (*Rhamnaceae*) 枣属 (*Ziziphus* Mill.) 植物, 原产于我国, 在我国有 3000 多年的栽培历史<sup>[1]</sup>。鲜枣果实肉脆味美, 酸甜可口, 营养丰富, 尤其是 V-C 含量丰富, 可达 400~600 mg/100gFW<sup>[2]</sup>。枣果不仅具有很高的食用价值, 而且具有重要的药用价值。但鲜枣不耐贮藏, 采后在自然条件下极易失水皱皮, 酒化变软, V-C 损失严重, 营养价值迅速降低, 因此, 对鲜枣贮藏技术和采后生理进行深入研究, 进一步延长鲜枣贮藏期限、提高鲜枣贮藏质量具有重要的理论和实际意义。

Ca 和 6-BA 对果实采后生理生化变化及果实的耐藏性和品质有重要作用。采前或采后 Ca 处理对柑桔、猕猴桃、荔枝等果实的贮藏有明显的效果, 因而在这些果实的贮藏中广泛应用<sup>[3,4]</sup>。6-BA 属于人工合成的细胞分裂素类化合物, 6-BA 处理可保持甜樱桃、柑桔等果实的色泽、新鲜度, 提高果实的品质, 可有效地保持花椰菜、石刁柏等蔬菜的新鲜状态, 延长贮藏期<sup>[5-6]</sup>。但 Ca 对枣果采后呼吸强度以及贮藏品质的影响未见资料报道, 6-BA 在枣果贮藏保鲜上还没有应用。因而本试验旨在研究采前 CaCl<sub>2</sub> 和 6-BA 处理对鲜枣采后呼吸强度和果实品质的影响, 为 CaCl<sub>2</sub> 和 6-BA 在鲜枣贮藏中的应用提供一定的理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验分两个阶段, 1998 年 8 月至 12 月进行浓度初选试验, 确定最佳浓度, 1999 年 8 月至 12 月进行正式试验。选用赞皇大枣和胜利枣两个品种, 赞皇大枣采自山西农业科学院果树研究所, 首先在枣园内随机选择 4 棵树势中庸的枣树, 分别于采前 30d (8 月 13 日)、20d (8 月 23 日)、10d (9 月 3 日) 3 次按不同处理对枣果喷施药液。胜利枣采自临猗县山东庄枣园。于采前 20d (9 月 9 日) 按不同处理对枣果喷施药液, 每个处理 5 棵树, 共 20 棵树。处理分别为① 1% CaCl<sub>2</sub>; ② 15 mg/L 6-BA; ③ 1% CaCl<sub>2</sub> + 15 mg/L 6-BA; ④ 以喷水为对照。赞皇大枣于 9 月 13 日采收, 胜利枣于 9 月 29 日采收, 采收成熟度均为半红果。

枣果于采收当日运回, 放入 8~10℃ 预冷间预冷 24h, 然后挑选装袋, 放于 0±1℃ 库中贮藏。各品种枣果均采用 30cm×20cm、厚度为 0.06mm 的聚乙烯袋包装, 袋子中下部两侧打面积为 0.2cm<sup>2</sup> 的通气孔, 每袋装果 40 个, 封口。每个品种各个处理均有

18 袋, 其中固定 3 袋测定呼吸强度, 3 袋观察好果率, 另外 12 袋供测定用。每次从供测定用的每个袋中随机取 2 个果进行测定, 各测定项目均为 3 次重复。

### 1.2 测定方法

1.2.1 呼吸强度的测定 将供试枣果置于 0±1℃ 的冷库中, 用广东佛山分析仪器厂生产的 FQW 型红外线气体分析仪测定呼吸强度, 气流量为 500 ml/min。

1.2.2 果实贮藏品质的测定 V-C 含量用 2,6-二氯酚钠盐法测定; 果肉硬度用 GY-1 型圆盘硬度计在果实去皮后测定, 每果得两个数据, 重复 3 个果取平均值, 单位 kg/cm<sup>2</sup>; 好果率用计数法计数, 每个处理重复 3 次。

$$\text{好果率} = \frac{\text{硬脆且无腐烂斑果数}}{\text{检查总果数}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 采前 CaCl<sub>2</sub> 和 6-BA 处理对枣果采后呼吸强度的影响

如图 1 所示, 各品种的对照果与处理果在 0℃ 条件下呼吸强度变化趋势相似。刚采收时呼吸强度较高, 0℃ 低温明显抑制了果实的呼吸强度。两个品种枣果贮藏过程中呼吸强度变化平缓, 虽有起伏, 但最高值最低值相差不大, 方差分析表明两个品种枣果的呼吸强度随采后时间变化差异不显著, 因此认为赞皇大枣和胜利枣属于非跃变型果实。

在整个采后贮藏过程中, 处理果的呼吸强度总的来讲低于对照果, 但 F 检验差异均未达到显著水平, 处理 1、处理 2、处理 3 之间差异也不显著。说明采前 CaCl<sub>2</sub>、6-BA 以及 CaCl<sub>2</sub>+6-BA 处理能抑制枣果采后的呼吸强度, 但作用效果不明显, CaCl<sub>2</sub> 和 6-BA 对呼吸强度的抑制作用相似。

### 2.2 CaCl<sub>2</sub> 和 6-BA 处理对枣果采后品质的影响

2.2.1 对 V-C 含量的影响 两个品种枣果采后 V-C 含量变化规律如图 2 所示, 采后一段时间内, V-C 含量有一个积累过程, 随后开始下降。赞皇大枣随果肉软化 V-C 含量迅速下降, 贮藏末期与初期 V-C 含量差异达极显著水平 ( $P < 0.01$ )。胜利枣采后在贮藏中后期, 随贮藏时间延长 V-C 含量下降缓慢, 贮藏末期与贮藏初期 V-C 含量差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。胜利枣贮藏末期的 V-C 含量显著高于赞皇大枣。

采收初期及贮藏过程中处理果的 V-C 含量均高于对照果, 在贮藏末期处理果与对照果的 V-C 含

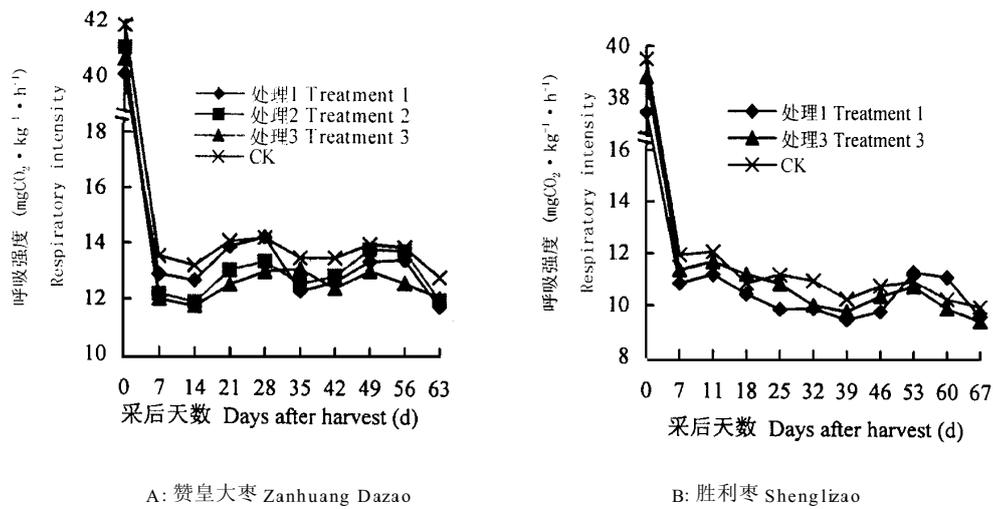


图 1  $\text{CaCl}_2$  和 6-BA 处理对枣果呼吸强度的影响

Fig. 1 Effect of  $\text{CaCl}_2$  and 6-BA on respiratory intensity of postharvest jujube ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ )

量差异达显著或极显著水平, 说明  $\text{CaCl}_2$ 、6-BA 以及  $\text{CaCl}_2 + 6\text{-BA}$  处理能抑制枣果的 V-C 损失, 较好地保持果实的营养价值。

与抗坏血酸氧化酶活性相比较, V-C 含量下降

迅速时, 抗坏血酸氧化酶活性迅速升高。相关分析表明, V-C 含量与抗坏血酸氧化酶活性呈显著负相关, 在赞皇大枣和胜利枣上, 相关系数分别为  $r_1 = -0.79638$  ( $P < 0.05$ ),  $r_2 = -0.95018$  ( $P < 0.01$ )。

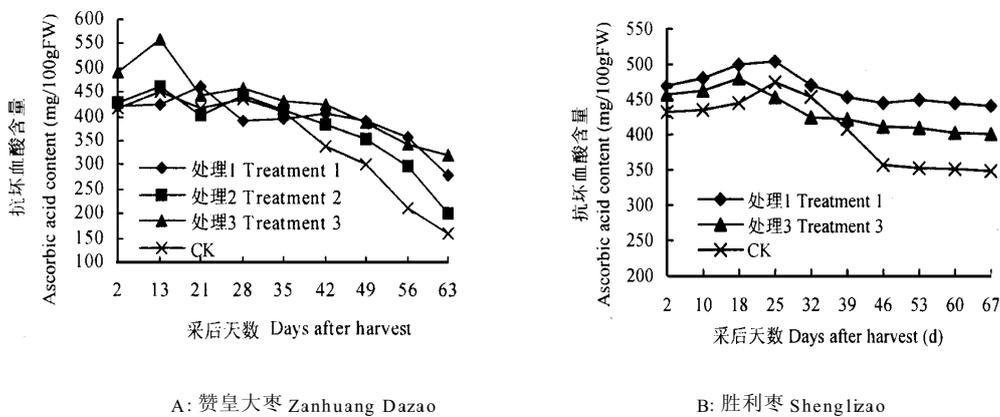


图 2  $\text{CaCl}_2$  和 6-BA 处理对枣果 V-C 含量的影响

Fig. 2 Effect of  $\text{CaCl}_2$  and 6-BA on V-C content of postharvest jujube ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ )

2.2.2 对枣果采后果肉硬度变化的影响 如图 3 所示, 两个品种枣果采后随贮藏时间延长, 果肉硬度下降。贮藏前期果肉硬度下降缓慢, 贮藏后期果肉硬度下降较快。两个品种枣果果肉硬度与贮藏时间呈极显著的负相关, 相关系数分别为  $r_1 = -0.93646$ ,  $r_2 = -0.93624$  ( $P < 0.01$ )。同时可以看出, 在采收初期胜利枣的果肉硬度较赞皇大枣大, 各处理均达到  $15\text{kg}/\text{cm}^2$  以上, 而赞皇大枣大致在  $13 \sim 14.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

在整个贮藏阶段, 两个品种处理果的果肉硬度

均高于对照果。赞皇大枣在整个贮藏期间处理果与对照果的果肉硬度差异达到极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 3 个处理之间在前期差异不明显, 贮藏末期处理 1、处理 3 果肉硬度高于处理 2。胜利枣在贮藏后期处理果与对照果的果肉硬度差异达极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 贮藏中前期差异不明显, 说明采前  $\text{CaCl}_2$ 、6-BA 以及  $\text{CaCl}_2 + 6\text{-BA}$  处理均能提高枣果的果肉硬度, Ca 处理的作用效果比 6-BA 明显。

2.2.3 对鲜枣贮藏好果率的影响 赞皇大枣和胜利枣属于中度耐藏的枣果, 在贮藏条件下, 贮藏初期

好果率变化不大,贮藏中期好果率开始缓慢下降,贮藏后期好果率下降较快(图4)。试验发现,胜利枣较赞皇大枣耐藏性好,贮藏65d时赞皇大枣对照的好

果率在42.2%,胜利枣对照的好果率在54.46%。在第75天时胜利枣对照的好果率可达34.93%,而赞皇大枣对照的好果率仅为15.25%。

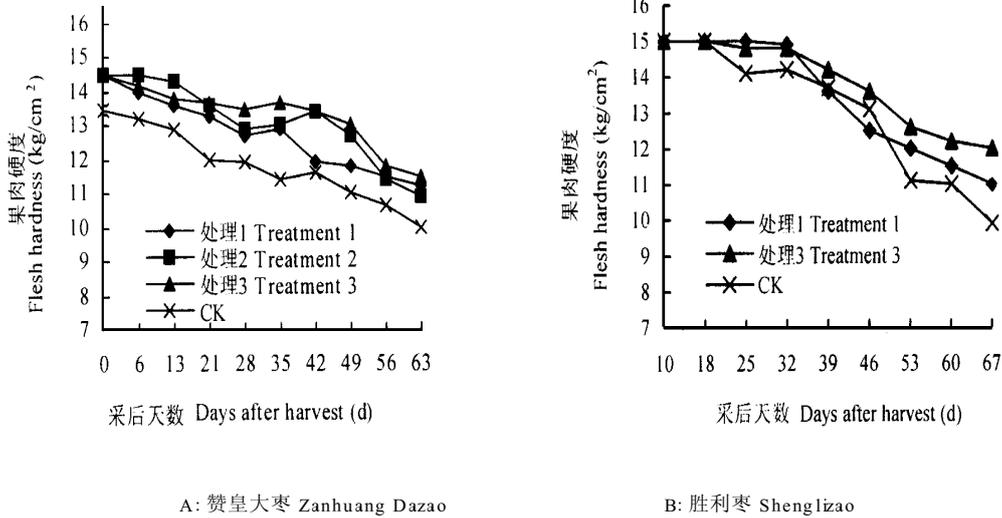


图3 CaCl<sub>2</sub>和6-BA处理对鲜枣果肉硬度的影响

Fig. 3 Effect of CaCl<sub>2</sub> and 6-BA on flesh hardness of postharvest jujube (0±1℃)

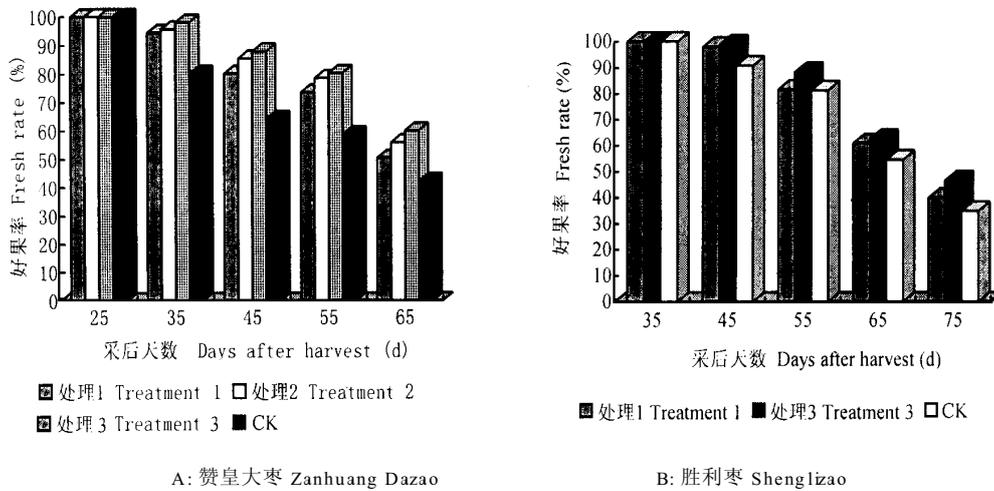


图4 CaCl<sub>2</sub>和6-BA处理对鲜枣贮藏好果率的影响

Fig. 4 Effect of CaCl<sub>2</sub> and 6-BA on fresh rate of postharvest jujube (0±1℃)

在贮藏期间处理果的好果率均高于对照果。赞皇大枣处理果与对照果的好果率差异达到极显著水平(P<0.01),3个处理之间差异不显著;胜利枣处理果与对照果的好果率在贮藏中期差异不显著,在贮藏末期差异显著。说明CaCl<sub>2</sub>、6-BA以及CaCl<sub>2</sub>+6-BA处理均能提高贮藏末期枣果的好果率。对赞皇大枣,CaCl<sub>2</sub>处理可使好果率增加8.2%,6-BA处理可使好果率增加13.6%,CaCl<sub>2</sub>+6-BA处理可使好果率增加17.8%,胜利枣CaCl<sub>2</sub>及CaCl<sub>2</sub>+6-BA

处理分别使好果率增加5.4%和11.7%。

### 3 讨论

#### 3.1 大枣采后呼吸类型的探讨

呼吸作用是果蔬采后最主要的生理活动之一,也是果实生命存在的重要标志。根据果实在成熟过程中呼吸作用有无高峰出现以及呼吸作用对外源乙烯的反应,可将果实分为跃变型和非跃变型两种。关于果实的呼吸类型在苹果、梨、葡萄、山楂、桃等果实

上有成熟的研究结论,对枣果采后呼吸类型虽有广泛的研究和报道,但结果不尽一致。Kader A 等<sup>[7]</sup>报道,白熟期枣果在 20℃ 下贮藏 15d,呼吸强度变化范围为 15~20 mgCO<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,乙烯含量在前 7d 维持在 0.10 μg·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> 以下,以后缓慢增加,但不超过 0.25 μg·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,认为中国枣在成熟过程中无明显的呼吸跃变出现,属于非跃变型果实。陈祖钺<sup>[8]</sup>、张崇浩<sup>[9]</sup>、寇晓虹<sup>[10]</sup>研究表明,郎枣、长小枣、大荔圆枣、婆婆枣、金丝小枣、大荔水枣、大白枣等无典型呼吸高峰出现,应属非跃变型果实。但张培正<sup>[11]</sup>、任小林<sup>[12]</sup>研究认为圆铃大枣、大荔圆枣、狗头枣在成熟过程中有乙烯峰和呼吸峰出现,可能属于跃变型果实。本试验研究表明,赞皇大枣和胜利枣在成熟衰老过程中呼吸强度变化平缓,虽有起伏但无明显的呼吸高峰出现,属于非跃变型果实,这与大多数人在枣果上的研究结果相一致。

### 3.2 CaCl<sub>2</sub> 处理对枣果贮藏效果的影响

Ca 在延缓果蔬采后衰老方面的作用已有很多报道<sup>[3,4]</sup>。早期的研究表明,苹果果肉 Ca 含量与呼吸速率呈负相关,并且 Ca 能影响呼吸高峰出现的早晚及呼吸峰值的大小;浸 Ca 处理可抑制苹果的呼吸作用,跃变后期苹果的呼吸速率随外源 Ca 浓度的提高而降低。近年来的研究表明,Ca 可以降低香梨、杨桃、香蕉等果实的呼吸速率,但对中华猕猴桃、甜樱桃的呼吸作用没有影响。许多研究表明采前或采后 Ca 处理能明显提高果肉组织 Ca 含量,抑制 V-C 损失;改善果实的品质,提高贮藏好果率和商品果率,延长果实的贮藏期。Ca 在枣果贮藏保鲜和采后生理方面的应用研究较少,陈祖钺<sup>[13]</sup>报道,采后 2% CaCl<sub>2</sub> 溶液浸泡郎枣可以明显提高贮藏好果率。本试验研究发现,采前 CaCl<sub>2</sub> 处理能抑制赞皇大枣和胜利枣的呼吸强度,但作用效果不明显。而采前 CaCl<sub>2</sub> 处理能明显抑制枣果 V-C 损失、抑制果肉硬度和好果率的下降。因此认为,CaCl<sub>2</sub> 处理可以抑制枣果的成熟衰老,增加耐藏性。可见 Ca 的生理生化作用很复杂,其作用可能与果实的发育阶段、果实的种类与品种以及呼吸类型等都有关系。Ca 在鲜枣采后生理中的应用还有待于进一步研究。

### 3.3 6-BA 处理对枣果贮藏效果的影响

6-BA 在果蔬保鲜中也有应用研究。采前或采后对果蔬进行 6-BA 处理,可以保持产品的新鲜状态,延长贮藏期。田建文<sup>[14]</sup>报道,6-BA 处理可以降低柿子果肉组织的呼吸强度和乙烯生成量,抑制果肉软化速度。采前或采后用 6-BA 处理荔枝果实,可

以明显降低荔枝果实的呼吸强度,减少总糖和可滴定酸的消耗,延缓果实的衰老作用。采前或贮前用一定浓度的 6-BA 处理青花菜<sup>[15]</sup>,能明显延长其贮藏期,提高保绿保鲜效果,提高商品果率。本研究表明,6-BA 对赞皇大枣和胜利枣的呼吸强度有一定影响,但效果不显著;6-BA 能降低枣果 V-C 损失率;抑制枣果果肉硬度的下降,提高贮藏好果率和果实的品质。但 6-BA 的作用效果总的来说不如 CaCl<sub>2</sub> 处理。6-BA 的作用机理可能在于促进 δ-氨基乙酰丙酸 (ALA) 的生物合成,从而影响叶绿素的合成与积累,并可能与阻抑蛋白质的迅速降解以及与 GA 和 ABA 等激素的相互作用有关。关于 6-BA 在枣果贮藏及采后生理中的作用也需进一步研究。

### References:

- [1] Chen Y J. An Introduction to Chinese Jujube Tree Science [M]. Beijing: Chinese Science Technology Press, 1991. (in Chinese)  
陈贻金. 中国枣树学概论[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.
- [2] Chen Z Y. Storage and Processing of Chinese Jujube [M]. Taiyuan: Shanxi Science and Education Press, 1986. (in Chinese)  
陈祖钺. 枣的贮藏与加工[M]. 太原: 山西科学教育出版社, 1986.
- [3] Ferguson I B, Volz R K, Harker F R, et al. Regulation of postharvest fruit physiology by calcium [J]. Acta Hort. 1995, 398: 23- 30.
- [4] Wang R C, Yan R X, Yu H Y. Effects of various calcium treatments on the storage life and quality of Kiw i fruit [J]. Journal of Fruit Science, 2000, 17(1): 45- 47. (in Chinese)  
王仁才, 阎润香, 于慧瑛. 猕猴桃幼果期钙处理对果实贮藏和品质的影响[J]. 果树科学, 2000, 17(1): 45- 47.
- [5] Li T C, Cai P L. Effect of 6- BA on the fresh keeping of cut cordate telosma [J]. Chinese Horticulture, 1992, 38(2): 91 - 99. (in Chinese)  
李堂察, 蔡平里. 苄基腺嘌呤对夜来香切花保鲜效果之研究[J]. 中国园艺, 1992, 38(2): 91- 99.
- [6] Florez Roncancio V J, Castro CEF De, Dematte MESP. Keeping quality and prolonging the postharvest longevity of spray chrysanthemum CV [J]. White Polaris. Bragantia, 1996, 55(2): 299- 307.
- [7] Kader A, Li Y, Chordas A. Postharvest respiration, ethylene production and compositional changes of Chinese jujube fruits [J]. Hort. Sci 1982, 17(4): 678- 679.
- [8] Chen Z Y, Wang R F, Qi S C, et al. Preliminary studies on the storage of Chinese jujube in fresh state (I) [J]. Journal of Shanxi Agricultural University, 1983, 3(2): 48- 52. (in Chinese)  
陈祖钺, 王如福, 祁寿椿, 等. 鲜枣贮藏的初步研究(I)[J]. 山西农业大学学报, 1983, 3(2): 48- 52.
- [9] Zhang C H, Li J F. Changes of levels of endogenous hormone during growth and ripening of Chinese jujube fruits [J]. Journal of Beijing Normal University, 1988, (1): 79- 82. (in Chinese)  
张崇浩, 李杰芬. 枣果实生长与成熟过程中内源激素水平的变化[J]. 北京师范大学学报, 1988, (1): 79- 82
- [10] Kou X H, Wang W S, Wu C E, et al. Study on the

- physiological- biochemical changes of fresh jujube during cooling storage [ J ]. *Scientia Agricultural Sinica*, 2000, 33 (6): 44- 49. ( in Chinese )  
寇晓虹, 王文生, 吴彩娥, 等. 鲜枣冷藏过程中生理生化变化的研究[ J ]. *中国农业科学*, 2000, 33 (6): 44- 49.
- [ 11 ] Zhang P Z, Wang Y, Fu J M, et al. Study on the post-harvest physiological characters of Chinese jujube[ J ]. *China Fruit Research*, 1995, (3): 9- 11. ( in Chinese )  
张培正, 王 延, 伏建民, 等. 大枣采后生理特性研究[ J ]. *中国果品研究*, 1995, (3): 9- 11.
- [ 12 ] Ren X L, Li J R, Chang J W. Study on the respiratory and ethylene metabolize of Chinese jujube[ J ]. *Journal of Fruit Science*, 1994, 11(2): 108- 110. ( in Chinese )  
任小林, 李嘉瑞, 常经武. 枣果实的呼吸和乙烯代谢[ J ]. *果树科学*, 1994, 11(2): 108- 110.
- [ 13 ] Chen Z Y, Wang R F, Qi S C, et al. Preliminary studies on the storage of Chinese jujube in fresh state( II ) [ J ]. *Journal of Shanxi Agricultural University*, 1984, 4(1): 72- 75. ( in Chinese )  
陈祖钺, 王如福, 祁寿椿, 等. 鲜枣贮藏的初步研究( II ) [ J ]. *山西农业大学学报*, 1984, 4(1): 72- 75.
- [ 14 ] Tian J W, He P C, Xu M X. The relationship between hormones and ripening of persimmon[ J ]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1994, 21(3): 217- 221. ( in Chinese )  
田建文, 贺普超, 许明究. 植物激素与柿子后熟的关系[ J ]. *园艺学报*, 1994, 21(3): 217- 221.
- [ 15 ] Ye C L, Ke Y Q, Chen W. Effects of free radical scavengers on delaying the senescence in flower buds of broccoli [ J ]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1996, 23 (3): 259 - 263. ( in Chinese )  
叶陈亮, 柯玉琴, 陈 伟. 自由基清除剂对延缓青花菜花蕾衰老的效应[ J ]. *园艺学报*, 1996, 23(3): 259- 263.