

低温对枣果实采后软化衰老的生理效应

吴延军^{1,2}, 张继澍¹, 王春生³, 叶爱华²

(1 西北农林科技大学 生命科学院, 陕西 杨陵 712100; 2 安徽农业大学 园艺系, 安徽 合肥 230036;

3 山西省农业科学院 农产品保鲜研究所, 山西 太原 030031)

[摘 要] 以半红期采收的赞皇大枣为试材, 研究低温(0℃)对枣软化衰老的生理效应。结果表明, 0℃低温可明显抑制大枣呼吸, 维持低水平代谢; 抑制多聚半乳糖醛酸酶(PG)活性, 并抑制其前期果胶甲酯酶(PE)活性, 但抑制效果不明显; 可使枣维持较高的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性, 减少MDA 累积。

[关键词] 枣; 贮藏保鲜; 软化衰老

[中图分类号] Q 945.6⁺5

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2001)06-047-03

温度是影响鲜枣贮藏寿命的重要因素之一^[1], 利用适当低温抑制果实新陈代谢活动是鲜枣贮藏保鲜的最基本条件。曲泽洲^[2]研究认为, 枣贮藏效果与温度关系极为密切; 陈祖钺等^[3]对朗枣的研究结果表明, 呼吸速率随试验温度(20℃, 10℃, 0℃)的降低而依次降低。阎锡海^[4]、续九姬等^[5]研究认为, 相对于涂膜、防腐保鲜处理, 温度对枣的贮藏更为重要。但对低温下枣的生理生化变化至今未见系统的报道。本研究拟揭示低温对鲜枣的生理影响, 为鲜枣贮藏技术提供依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

试材为中国枣(*Zizyphus Jujuba* Mill.), 品种为赞皇大枣, 采自山西农业科学院园艺所。试材半红期采收, 挑选大小均一、颜色一致无虫无伤果, 用0.06 mm厚打孔聚乙烯袋包装, 每袋0.5 kg, 放在常温(20±1℃)和低温(0±0.5℃)下, 定期检查。

将果实去皮去核立即制样或切块迅速投入液氮中速冻, -40℃下保存, 用于测定。

1.2 测定项目和方法

呼吸速率 用GXH-301B 红外CO₂分析仪测定, 气流为100 mL/min。

PE 活性 PG 活性 参照朱广廉等的方法测定^[6], 酶提取液分别调pH为7.0或3.5。

SOD 活性 用氮蓝四唑法^[7]测定。

POD 活性 用愈创木酚法^[8]测定, 以每分钟内470 nm下光密度值(A值)变化0.01为1个酶活单位。

MDA 含量 用硫代巴比妥酸法^[9]测定。

2 结果与分析

2.1 低温对大枣采后软化率的影响

大枣采后在20℃下第8天就已开始软化, 而在0℃贮藏到第29天后才开始软化, 图1表明0℃低温贮藏的良好效果。

2.2 低温对大枣采后呼吸速率的影响

大枣采后呼吸速率旺盛(图2), 采摘当天呼吸速率高达76.35 mg/(kg·h)(呼吸速率以每千克鲜重果实每小时释放的CO₂的毫克数表示)。在0℃条件下其呼吸速率一直保持在较低水平, 采后第7天仅为采摘当天的13.5%, 随后呼吸速率为(12±2) mg/(kg·h), 此结果说明低温对赞皇大枣呼吸速率有明显抑制作用。

2.3 低温对大枣采后PG、PE活性的影响

0℃大枣在采后1~8 d内测不出PG活性(图3)。此后PG活性上升, 到采后第15天达第1次高峰, 比20℃下峰值的出现推迟了7 d, 且峰高降低, 只有20℃的1/2强。后期PG波动较大, 但其最高峰未超出20℃下的PG活性。这表明低温对采后前期的PG活性有明显抑制作用, 但对后期的抑制效果不明显, 只是使最高峰值比常温下有所减小, 然而变化更剧烈。0℃下大枣PE活性变化与20℃时的

〔收稿日期〕 2000-11-10

〔基金项目〕 山西省科技攻关项目(961018)

〔作者简介〕 吴延军(1972-), 女, 陕西洛川人, 讲师, 在读博士生, 主要从事果树生理和果树分子生物学研究。

变化不同(图 4)。采后 43 d 前, 呈波浪式变化, 第 15 天与第 36 天出现大体相等的峰值, 采后 43 d 后与 20 ℃ 下 PE 活性变化的趋势相似, 曲线迅速上升, 至 54 d 达峰值, 以后迅速下降。表明低温使 PE 酶活性变化峰值出现推迟, 但对酶活性的抑制效应并不明显, 后期还会使峰值升高。

2.4 低温对大枣采后 SOD 和 POD 活性的影响

0 ℃ 下 SOD 活性变化进程与 20 ℃ 下的不尽相

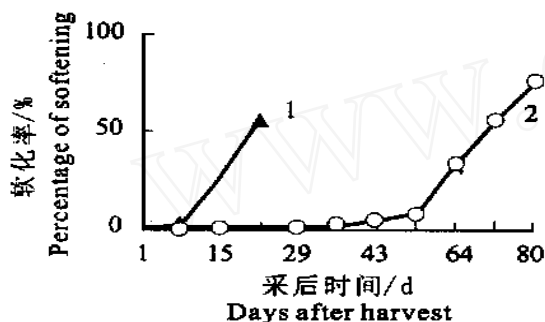


图 1 低温对软化率的影响

1 常温; 2 低温

Fig 1 Effect of low temperature on percentage of softening

1 Room temperature; 2 Low temperature

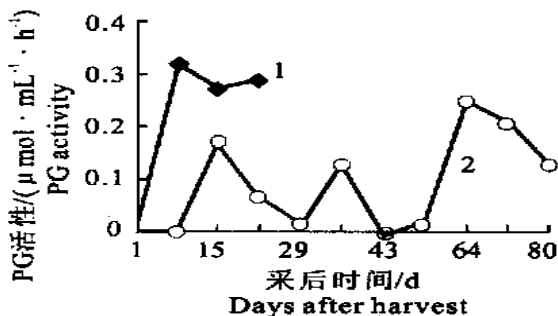


图 3 低温对 PG 活性的影响

1 常温; 2 低温

Fig 3 Effect of low temperature on PG activity

1 Room temperature; 2 Low temperature

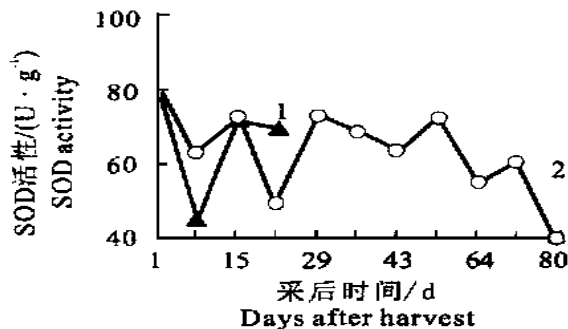


图 5 低温对 SOD 活性的影响

1 常温; 2 低温

Fig 5 Effect of low temperature on SOD activity

1 Room temperature; 2 Low temperature

同(图 5), 呈现两个相互连接的“降-升-降-升”的“W”字形波动曲线。采后第 1~29 天, 为第 1 个“W”字形变化, SOD 活性虽然在迅速下降, 但下降速率仅为常温下下降速率的 51%, 之后又出现更大幅度的降升。0 ℃ 下 POD 活性呈现下降趋势(图 6), 与常温下的 POD 活性变化相比, 下降幅度较小, 反映了低温可以维持较高的 POD 活性。

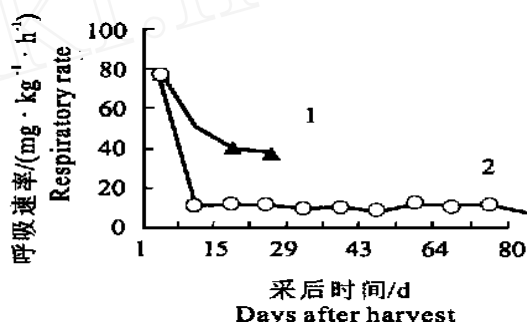


图 2 低温对呼吸的影响

1 常温; 2 低温

Fig 2 Effect of low temperature on respiratory rate

1 Room temperature; 2 Low temperature

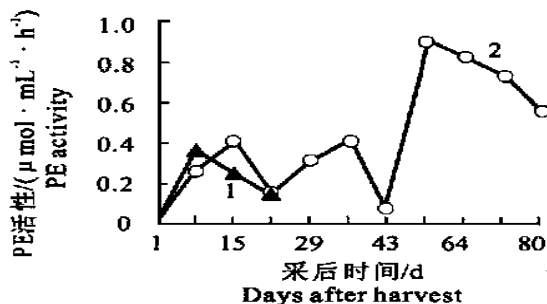


图 4 低温对 PE 活性的影响

1 常温; 2 低温

Fig 4 Effect of low temperature on PE activity

1 Room temperature; 2 Low temperature

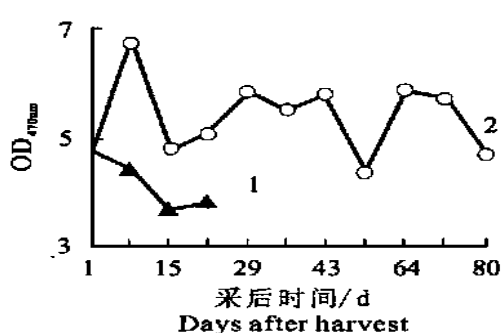


图 6 低温对 POD 活性的影响

1 常温; 2 低温

Fig 6 Effect of low temperature on POD activity

1 Room temperature; 2 Low temperature

2.5 低温对大枣采后MDA含量的影响

0 前 29 d MDA 含量变化较小(图 7), 此时软化率为 0, 采后 29 d 大枣开始软化, MDA 含量波浪式上升, 但在采后第 43 天 MDA 含量反而减少, 到采后第 73 天才开始又有所增加。相对于常温, 低温有利于减少前期 MDA 的积累。

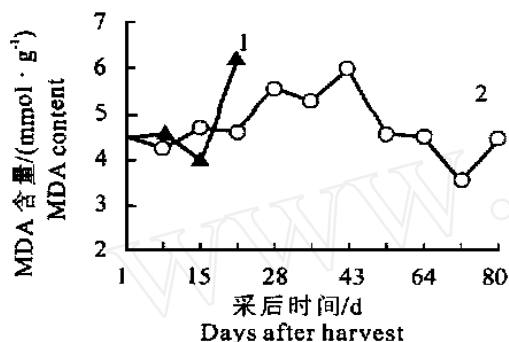


图 7 低温对 MDA 含量的影响

1 常温; 2 低温

Fig. 1 Effect of low temperature on MDA content

1. Room temperature; 2. Low temperature

3 讨论

PG、PE 活性与许多果实的软化有关, 但在不同的果实上有不同的表现和作用^[10~13]。除 PG、PE 外, 淀粉酶、纤维素酶、 β 糖苷酶等对一些果实的软化起关键作用^[14~17]。低温通过调节 PG、PE 活性延缓软化, 但作用不明显, 可能除调节 PG、PE 外还有更重要的因素参与, 这有待于进一步研究。温度对 PG 酶活性的抑制作用与方键雄等^[18]在苹果上的研究相似。

SOD、POD 参与清除自由基活性氧, 维持机体自由基活性氧代谢平衡。低温有利于大枣维持较高的 SOD、POD 活性, 对延长枣贮藏时间有一定作用。MDA 是膜脂过氧化作用的主要产物之一, 它会严重损伤生物膜。MDA 含量的增加是膜脂过氧化加剧和膜损伤而加剧衰老的表现, 其含量高低可反映细胞膜脂过氧化程度。与 20 相比, 0 贮藏下有利于减少前期 MDA 的累积。

[参考文献]

- [1] 王永惠, 王文江, 刘孟军, 等. 鲜枣贮藏研究概述[J]. 果树科学, 1992, 9(4): 234-238
- [2] 曲泽洲. 脆枣贮藏保鲜试验初报[J]. 北京农学院学报, 1985, (2): 114-118
- [3] 陈祖钺, 王如福, 祁树椿, 等. 鲜枣贮藏的初步研究[J]. 山西农业大学学报, 1984, 4(1): 72-75
- [4] 阎锡海, 白重炎. 低温涂膜对大枣贮存保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 1993, (10): 59-61
- [5] 续九姬, 李华. 枣果冷藏保鲜试验研究[J]. 河北林业科技, 1995, (3): 7-10
- [6] 朱广廉, 钟海文, 张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990: 227-301
- [7] 王爱国, 罗广华, 邵从本, 等. 大豆种子超氧化物歧化酶的研究[J]. 植物生理学报, 1983, 9(1): 77-83
- [8] 王华, 张继澍, 王飞, 等. 郁金切花瓶插期 SOD、CAT 及 POD 活性的变化[J]. 西北农学报, 1994, 3(4): 92-94
- [9] 王爱国, 邵从本, 罗广华. 丙二醛作为脂质过氧化指标的探讨[J]. 植物生理通讯, 1986, (2): 55-57
- [10] 周培根, 罗祖友, 戚晓玉, 等. 桃成熟期间果实软化与果胶及有关酶的关系[J]. 南京农业大学学报, 1991, 14(2): 33-37
- [11] 魏玉凝, 李曜东, 马庆虎, 等. 表达多聚半乳糖醛酸酶反义 RNA 的转基因番茄分析[J]. 植物学报, 1996, 38(3): 245-248
- [12] 陆春贵, 徐鹤林, 周立新, 等. PG、ACC、乙烯对番茄果实成熟的影响[J]. 园艺学报, 1995, 22(1): 57-60
- [13] 王贵禧, 韩雅珊, 于梁. 浸钙对猕猴桃果实硬度变化影响的生化机制[J]. 园艺学报, 1995, 22(1): 21-24
- [14] Abeles F B, Takeda T. Cellulase activity and ethylene in ripening strawberry and apple fruits[J]. Sci Hortic, 1990, 42: 269-275
- [15] Siddiqui S, Bangerth F. Effect of pre-harvest application of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apple-influence of fruit size[J]. J Hortic Sci, 1995, 70: 263-269
- [16] Pressy R. β galactosidase in ripening tomato[J]. Plant Physiol, 1983, 71: 132-135
- [17] 方键雄, 华雪增, 刘愚. 贮藏温度和气体状况对苹果果胶酶、PG 酶变化的影响[J]. 植物生理学报, 1991, 17(1): 99-104

Effects of post-harvest treatment with low temperature on softening and senescence of the Chinese Jujube Fruit (*Zizyphus Jujuba* Mill)

WU Yan-jun^{1,2}, ZHANG Ji-shu¹, WANG Chun-sheng², YE Ai-hua³

(1 College of Life Sciences, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230031, China; 3 Farm Product Storage and Refreshing Institute, Shanxi Agricultural Academy, Taiyuan, Shanxi 030031, China)

Abstract: The effects on softening and senescence of the Chinese Jujube Fruit after they were harvested at half-red stage with low temperature were studied. The results show that: compared with 20 °C storage, low temperature (0 °C) can remarkably inhibit respiration, slightly restrain polygalacturonase (PG) activity and pectin methylesterase (PE) activity in earlier stage; and preserve superoxide dismutase (SOD) activity and peroxidase (POD) activity, reduce the accession of MDA.

Key words: Chinese Jujube (*Zizyphus Jujuba* Mill); low temperature softening; senescence