

IAA、ABA 和乙烯利对梨枣采后某些生理指标的影响

闫师杰^{1,2} 寇晓虹^{2,*} 梁丽雅² 吴彩娥² 程永强²

¹ 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083; ² 山西农业大学食品科学与工程学院, 太谷 030801

提要 梨枣采后乙烯释放量、丙二醛(MDA)含量和脂氧合酶(LOX)活性呈上升而硬度、维生素C(VC)含量和好果率呈逐渐下降趋势。IAA、ABA、乙烯利促进枣果采后初期的乙烯生成, 提高梨枣中MDA含量和LOX活性, 加速梨枣软化, 降低梨枣的VC含量和好果率; ABA的作用更加明显。LOX活性与果肉硬度及好果率呈显著负相关, 暗示LOX与枣果的软化衰老有一定关系。

关键词 梨枣; IAA; ABA; 乙烯利; 脂氧合酶

Effects of IAA, ABA and Ethephon on Some Physiological Indexes of Postharvest Li Jujube (*Zizyphus jujuba* cv. lizao) Fruit

YAN Shi-Jie^{1,2}, KOU Xiao-Hong^{2,*}, LIANG Li-Ya², WU Cai-E², CHENG Yong-Qiang²

¹College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083; ²College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801

Abstract Ethylene production, MDA content and LOX activity of postharvest li jujube fruit increased, but firmness, VC content and sound fruit rate decreased. Treatments of li jujube with IAA, ABA and ethephon enhanced the ethylene production in the initial stages after harvest, increased the MDA content and LOX activity, accelerated the softening, decreased the VC content and sound fruit rate of li jujube; meanwhile the effect of ABA was more obvious. There were significant negative correlation between LOX activity and hardness, sound fruit rate of li jujube. The results indicated that there was the relationship between LOX and softening of li jujube fruit in a certain extent.

Key words li jujube; IAA; ABA; ethephon; LOX

梨枣是鲜食枣品种中的珍品, 因采后在常温下易失水皱缩和腐烂, 极不耐藏, 严重影响了其栽培面积的进一步扩大。如何控制梨枣衰老软化、延长其贮藏寿命, 已成为梨枣产业化中亟待解决的问题。

随着果实采后生理研究的深入, 发现外源乙烯、IAA、ABA对果实的成熟衰老有影响。乙烯是一种成熟激素, 外源乙烯处理可以诱导和加速果实成熟。吲哚乙酸(IAA)在低浓度($1 \sim 10^{-6} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)下抑制果实成熟和呼吸跃变; 高浓度($100 \sim 1000^{-6} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)下呼吸速率增大, 乙烯产生增多^[1]。脱落酸(ABA)在呼吸跃变型和非呼吸跃变型果实的成熟过程中均起作用^[2]。外源乙烯、IAA和ABA对其它果实影响的报道较多, 而在枣果中的研究报道则较少。本文检测了IAA、ABA和乙烯利对梨枣采后某些生理生化指标的影响, 以期揭示梨枣软化衰老的机制。

材料与amp;方法

梨枣(*Zizyphus jujuba* cv. lizao)于2001年9月

22日采自山西太谷北张村, 均为带果柄半红果, 采摘当日运回实验室并进行处理。IAA为天津天泰精细化学品有限公司生产; ABA为美国Sigma公司产品; 乙烯利为四川省农业科学院兰月科技开发公司生产。处理于采后当日常温下进行, 全部枣果分成4组, 分别用 $25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的IAA溶液、 $25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的ABA溶液、 $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的乙烯利溶液浸泡40 min; 对照用清水浸泡。处理后取出, 自然晾干。每组处理为650个枣, 分装在26个袋中, 每袋25个枣, 袋子厚度为0.03 mm, 每个袋上打1对直径1 cm的孔, 预冷($8 \sim 10^\circ\text{C}$)12 h后, 于 0°C 冷库中贮藏。

所有处理均每隔8 d测定1次, 随机取样, 重复3次。脂氧合酶(LOX)活性测定参照文献3的方法。果实硬度用GY-1型圆盘式硬度计测定, 每

收稿 2003-10-27 修定 2004-02-23

资助 山西省青年基金(20001040)。

* 通讯作者(E-mail: kouxiaohong@sohu.com, Tel: 0354-6589028)。

次取10个果, 每个果得2个数据, 共20个数据, 取平均值。丙二醛(MDA)含量参照文献4的硫代巴比妥酸法测定。VC含量用2,6-二氯酚靛酚法^[5]测定。乙烯释放量用SQ-204型气相色谱仪测定, 气谱条件: 检测器温度150℃, 载气N₂压力0.14 kg·cm⁻², 燃气H₂压力0.9 kg·cm⁻², 助燃气空气压力0.15 kg·cm⁻², 进样量1 mL。好果率用统计法, 按公式: 好果率=(无软烂的硬果粒/检查总果数)×100%计算。

实验结果

1 IAA、ABA和乙烯利对梨枣采后果实乙烯生成的影响

由图1可知, 梨枣采后乙烯含量较低, 最大只有2.0 nL·h⁻¹·g⁻¹左右, 属非呼吸跃变型果实。处理与否的果中内源乙烯含量均呈上升趋势, 高浓度乙烯利并不明显提高枣果中乙烯含量, 所以梨枣为非呼吸跃变型果实。外源IAA、ABA和乙烯利处理的枣果中内源乙烯含量处理后8 d时明显升高($P < 0.05$), 后又下降到较低水平。随着贮藏时间的延长, 呈逐渐上升趋势, 与未作处理的果实差异不显著。

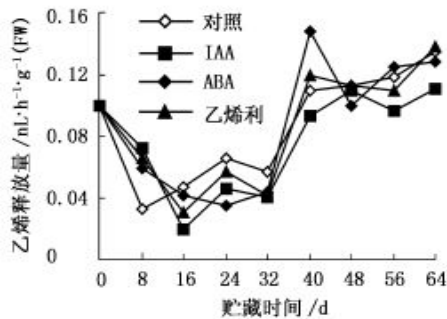


图1 生长调节剂对梨枣乙烯释放量的影响
Fig. 1 Effects of growth regulators on ethylene production of li jujube

2 IAA、ABA和乙烯利对梨枣采后果实中LOX活性的影响

如图2所示, 处理与否的梨枣果中LOX活性随着贮藏时间的延长逐渐升高, 贮藏48 d内的LOX活性变化都很小, 保持在一个低而稳定的水平, 之后则均有不同程度的升高。IAA和乙烯利处理的枣果LOX活性升高很快, ABA处理的升高更快。

3 IAA、ABA和乙烯利对梨枣采后果实中丙二醛和VC含量的影响

图3、4显示, 梨枣采后贮藏期间, 果实中

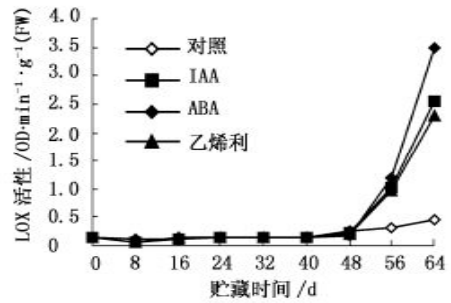


图2 生长调节剂对梨枣LOX活性的影响
Fig. 2 Effects of growth regulators on LOX activity of li jujube

丙二醛含量呈逐渐上升趋势。用IAA、ABA、乙烯利处理的枣果中丙二醛含量都有不同程度上升, ABA更加明显, 达极显著水平($P < 0.01$, 图3), 说明3种生长调节剂均可加快枣果的衰老和膜脂过氧化。处理与否的枣果贮藏于0℃条件下, VC含量呈缓慢下降趋势。未作处理的枣果下降速度相对较慢; IAA、ABA和乙烯利处理的枣果VC含量下降较快, 且在整个贮藏期间VC含量始终低于未作处理的枣果。ABA处理后梨枣VC含量后期下降更快些(图4)。

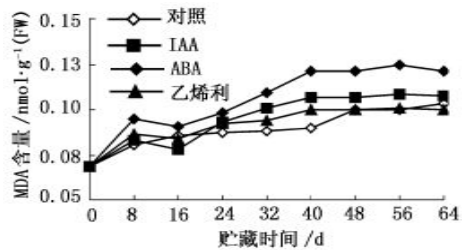


图3 生长调节剂对梨枣MDA含量的影响
Fig. 3 Effects of growth regulators on MDA content of li jujube

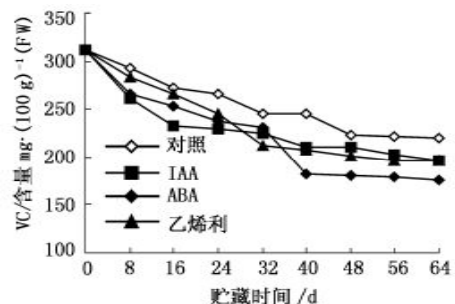


图4 生长调节剂对梨枣VC含量的影响
Fig. 4 Effects of growth regulators on VC content of li jujube

4 IAA、ABA 和乙烯利对梨枣采后果实硬度和好果率的影响

贮藏过程中, 处理与否的梨枣果肉硬度均呈逐步下降趋势, 但未处理的变化较为平缓, 始终大于3种处理的。IAA 和乙烯利处理过的枣果在贮藏的24 d内, 硬度变化较缓慢, 之后迅速加快; ABA处理过的枣果在24 d时即大幅度下降(图5)。说明3种生长调节剂加速了梨枣的软化。对照图2和图5并作相关分析发现, 处理与否枣果的LOX活性与硬度呈显著负相关, 相关系数分别为: $r_{\text{对照}} = -0.9459$ 、 $r_{\text{IAA}} = -0.8720$ 、 $r_{\text{ABA}} = -0.9064$ 、 $r_{\text{乙烯利}} = -0.8737$ 。未作处理的梨枣在贮藏到32 d时仍有100%好果, 之后品质开始下降; 而用IAA、ABA和乙烯利处理的梨枣从16 d开始好果率就有所下降; 且下降速度明显快于未作处理的。在整个贮藏期间, 3种生长调节剂处理的枣果好果率均显著低于未作处理的($P < 0.01$, 图6)。对照图2和图6并作相关分析发现, 处理与否枣果的LOX活性与好果率呈显著负相关($r_{\text{对照}} = -0.9276$ 、 $r_{\text{IAA}} = -0.8285$ 、 $r_{\text{ABA}} = -0.7284$ 、 $r_{\text{乙烯利}} = -0.8658$), 暗示LOX与枣果的软化衰老有一定关系。

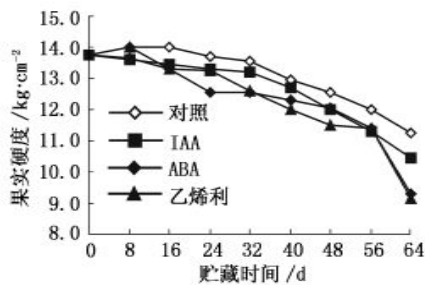


图5 生长调节剂对梨枣硬度的影响

Fig. 5 Effects of growth regulators on fruit firmness of li jujube

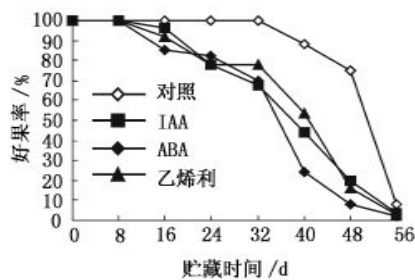


图6 生长调节剂对梨枣好果率的影响

Fig. 6 Effects of growth regulators on sound fruit rate of li jujube

讨 论

陈祖钺等^[6]认为, 鲜枣对外源乙烯反应不敏感, 用 $300 \text{ } \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙烯利采前处理, 对枣果采后保鲜没有带来不良影响, 可能与果实属于非呼吸跃变型的特点有关。从本文结果来看, $500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 乙烯利处理的枣果贮藏初期的内源乙烯浓度提高, 对贮藏后期的影响较小。IAA和ABA处理的结果与此相似, 后期未受到太大影响, 这可能与梨枣为非呼吸跃变型果实有关。

LOX活性随着枣果贮藏时间的延长显著上升, IAA、ABA和乙烯利3种生长调节剂处理后, 枣果LOX活性显著提高(图2)。众所周知, LOX是专一性催化分子中的顺, 顺-1, 4戊二烯结构的多不饱和脂肪酸, 主要底物是亚油酸和亚麻酸, 可以生成各种氢过氧化物自由基, 也可分解产生MDA等醛类及乙烯、乙烷等挥发烃类。这些有害的代谢产物可导致膜渗漏, 从而启动衰老^[7]。陈昆松等^[2]认为乙烯可提高猕猴桃果实的LOX活性, ABA处理果的LOX活性高峰提前; Philosoph-Hadas等^[8]、林河通^[9]报道乙烯和乙烯利可促进叶菜、中草药和橄榄果实中MDA的生成。本文结果表明, IAA、ABA和乙烯利3种处理的枣果中LOX活性提高, 细胞膜氧化加速, 使膜脂过氧化的产物丙二醛含量也明显增加, 果实软化, 硬度下降, VC减少。这些变化最终导致枣果的成熟衰老进程加快。

参考文献

- 1 张维一主编. 果蔬采后生理学. 北京: 农业出版社, 1993
- 2 陈昆松, 李方, 张上隆等. ABA和IAA对猕猴桃果实成熟进程的调控. 园艺学报, 1999, 26(1): 81~86
- 3 罗云波. 脂氧合酶与番茄采后成熟的关系. 园艺学报, 1994, 21(4): 357~360
- 4 林植芳, 李双顺, 张东林等. 采后荔枝果实中氧化和过氧化作用的变化. 植物学报, 1988, 30(4): 382~387
- 5 韩雅珊编. 食品化学实验指导. 北京: 中国农业出版社, 1996
- 6 陈祖钺, 王如福, 祁寿椿. 鲜枣贮藏的初步研究(I)——品种耐藏性、成熟度和温度对保鲜效果的影响. 山西农业大学学报, 1983, 3(2): 48~53
- 7 沈成国, 关军锋, 王晓云等编. 植物衰老生理与分子生物学. 北京: 中国农业出版社, 2001
- 8 Philosoph-Hadas S, Pesis E, Meir S et al. Ethylene-enhanced senescence of leafy vegetables and fresh herbs. Acta Hort, 1989, 258: 37~45
- 9 林河通. 橄榄果实采后呼吸变化和外源乙烯处理的生理效应. 福建农业大学学报, 1997, 26(4): 416~420