

### 3种处理方式对冬枣货架期品质的影响

武杰<sup>1</sup>, 张引成<sup>2</sup>, 李梅玲<sup>2</sup>, 钱金<sup>2</sup>

(1.蚌埠学院生物与食品工程系, 安徽蚌埠 233030; 2.南京农业大学食品科技学院, 江苏南京 210095)

**摘要:**以冬枣为试材, 研究3种处理方式对其货架期品质的影响。通过测定冬枣的呼吸强度、硬度、总可溶性固形物、VC、乙烯释放量、乙醇积累等指标, 研究热水浸泡、1-MCP熏蒸、纳米袋包装3种处理对冬枣果实的保鲜效果。结果表明: 3种处理方法均不同程度保持了枣果货架期品质, 其中纳米袋包装保鲜效果最佳, 有效维持了冬枣果肉硬度和VC含量, 延缓其色泽由绿到红的转变和总可溶性固形物上升, 抑制了冬枣的呼吸强度及乙烯和乙醇的产生, 货架期15d后, 仍具有商品价值。

**关键词:**冬枣; 热水处理; 1-MCP; 纳米包装; 货架期; 品质

#### Effects of Different Treatments on Storage Quality of Dongzao Jujube Fruits during Shelf-life Period

WU Jie<sup>1</sup>, ZHANG Yin-cheng<sup>2</sup>, LI Mei-ling<sup>2</sup>, QIAN Jin<sup>2</sup>

(1. Department of Biology and Food Engineering, Bengbu College, Bengbu 233030, China;

2. College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract** In order to prolong the shelf life of Dongzao jujube fruits, the effects of three treatments were studied. Through the determination of respiration intensity, firmness, total soluble solids, vitamin C, ethylene release amount and ethanol production, effects of hot-water treatment, 1-MCP and nano-package on the storage quality of Dongzao jujube fruits were studied during the shelf-life period. The results showed that all treatments could keep the storage quality of Dongzao jujube in some degree during the shelf-life period. The nano-package revealed the best effect on maintaining firmness, vitamin C content and fruit color, increasing total soluble solid amount, and inhibiting respiration rate, ethylene release amount and ethanol production. Therefore, nano-package could extend the shelf life of Dongzao jujube fruits up to 15 days.

**Key words:** Dongzao jujube; hot-water treatment; 1-MCP; nano-package; shelf-life; storage quality

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)06-0278-05

冬枣(*Ziziphus jujuba* cv. *Huanghuadongzao*), 是我国枣类中的名、优、稀、特产品, 也是我国北方地区的主要特色水果之一。它富含19种人体所需的氨基酸和多种维生素, 以及微量元素和较多药用物质, 如环磷酸腺苷、环磷酸鸟苷以及黄酮类物质, 有很高的食疗价值和多种保健功效<sup>[1]</sup>。冬枣含糖量高, 组织结构特殊, 采后自然条件下极易发生软化、酒化、褐变, 并伴有VC大量损失, 导致枣果腐烂变质<sup>[2]</sup>, 常温4~5d便失去商品价值, 机械冷库也只能贮藏50~60d, 且贮后好果率低, 商品化程度不高<sup>[3]</sup>。因而保鲜期长短成为制约冬枣发展的重要因素, 采用一定的技术和方法提高冬枣贮藏品质, 提高其货架寿命与质量具有重要的意义。

1-MCP熏蒸、热处理以及纳米包装是近年来果蔬贮藏保鲜的研究热点<sup>[4]</sup>, 在常见果蔬上的保鲜研究国内外均有报道, 但在冬枣上的应用报道并不完全一致<sup>[5]</sup>, 可能是由于冬枣的品种、产地及成熟度的差异造成的。本研究选用同一品种和同一产地、相同采收期的枣果进行试验, 就1-MCP熏蒸、热水浸泡、纳米袋包装3种保鲜方法进行比较研究, 观测3种方法的保鲜效果, 选定对延长冬货架期较为有效的保鲜方法。

#### 1 材料与amp;方法

##### 1.1 材料及处理

试验用的冬枣均采自山东沾化县基地, 采后迅速运送至实验室低温冷库, 0℃预冷48h, 挑选大小均匀、

收稿日期: 2011-08-11

作者简介: 武杰(1975—), 男, 副教授, 硕士, 研究方向为农产品贮藏与保鲜。E-mail: ahbbwj@tom.com

成熟度一致、无机械损伤、无病虫害的白熟期枣果作为实验材料。

对冬枣进行以下4种处理：①对照：不做任何处理；②热水浸泡处理<sup>[6]</sup>：50℃热水，浸泡6min，室温晾干；③1-MCP熏蒸处理<sup>[7]</sup>：0.5μL/L 1-MCP熏蒸处理18h后，机械通风1h；④纳米袋包装：每袋约1kg，装袋后封口机密封袋口。各组处理完后放入20℃、相对湿度90%的恒温恒湿箱中贮藏观察。每3d测定一次经处理的冬枣的呼吸强度、乙烯释放量、硬度、色差、VC含量、可溶性固形物(soluble solids content, SSC)含量、质量损失率和乙醇积累等指标，每个指标重复测定3次。

## 1.2 试剂与仪器

纳米银PE保鲜袋(厚度50μm) 安信纳米生物科技有限公司；1-MCP粉剂(质量分数0.14%) 美国罗门哈斯公司。

FT-327型果实硬度计 意大利Breuzzi公司；WYT-4型手持糖量计 泉州光学仪器厂；CR-200型色差仪 日本Minolta公司；UV1102紫外分光光度计 上海天美科学仪器有限公司；GC-14B型气相色谱仪 日本岛津公司。

## 1.3 测定指标与方法

呼吸强度：采用静置碱液吸收法<sup>[8]</sup>；乙烯释放量：采用气相色谱法，测定条件为200mm×3mm玻璃柱、配氢火焰离子化检测器、柱温60℃、检测器温度110℃、进样量50μL、保留时间3min，结果以μL/(kg·h)表示；硬度：用刮片在果实最大横径处削去0.5cm<sup>2</sup>左右果皮，在去皮处用果实硬度计(探头0.5cm)测定，每次测定10个果实，数据取平均值，结果用N/cm<sup>2</sup>表示；可溶性固形物含量：用手持糖量计，每次随机取10个枣果进行测定，数据取平均值计算结果；VC含量：采用钼蓝比色法<sup>[9]</sup>测定，结果用mg/100g表示；色差：用色彩色差仪测定，每次取10个冬枣，每个枣上均匀地取3个点测定，以Hunter系统中色泽饱和度*a*\*表示；质量损失率(干耗率)/%=(原始质量-测量质量)/原始质量×100；乙醇含量：采用气相色谱法测定，测定条件为DB-WAX毛细管柱(30m×0.25mm)、氢火焰检测器、柱温110℃、进样口温度140℃、检测器温度150℃。

## 1.4 统计分析

应用SAS 8.02软件对数据进行方差分析(ANOVA)，利用邓肯氏多重比较法(Duncan's multiple range test)对差异显著性进行分析，*P* < 0.05表示差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 冬枣不同处理对呼吸强度的影响

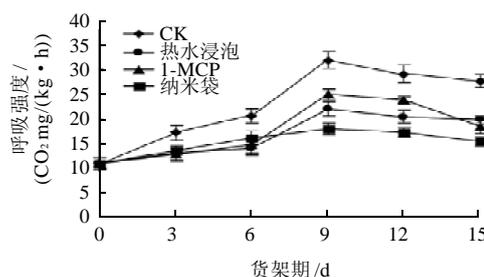


图1 3种不同处理对冬枣呼吸强度的影响  
Fig.1 Effects of three treatments on respiration rate of Dongzao jujube fruits

如图1所示，对照果和处理果呼吸强度随着货架期的延长呈现逐渐增加趋势，各组均在第9天出现呼吸高峰，说明冬枣为呼吸跃变型果实，与赵国群等<sup>[10]</sup>的研究结论一致。在整个货架期内，3个处理组呼吸强度极显著低于对照组，其中纳米包装组枣果的呼吸强度最低，到货架期末，呼吸强度为15.34mg/(kg·h)，仅为对照组枣果呼吸强度的55.2%，这可能是由于纳米包装较低的透氧率和透气率，从而抑制冬枣的呼吸作用。热水浸泡处理和1-MCP熏蒸两组枣果在出现呼吸高峰后，对枣果的呼吸强度的抑制效果不如纳米包装。

### 2.2 对乙烯释放速率的影响

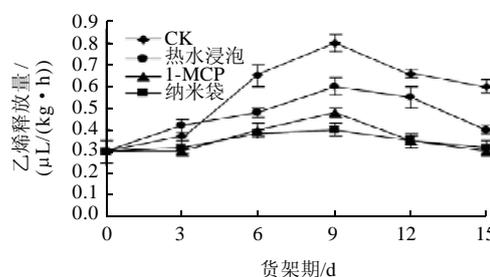


图2 3种不同处理对冬枣乙烯释放速率的影响  
Fig.2 Effects of three treatments on ethylene release amount of Dongzao jujube fruits

如果2所示，对照组和处理组枣果的乙烯释放高峰与呼吸高峰均在第9天出现，与对照组相比，3个处理均不同程度降低了冬枣乙烯释放高峰，热水浸泡降低25%，1-MCP降低40%，纳米包装降低50%；贮藏15d后，纳米袋包装组和1-MCP处理组的枣果，仍能维持较低的乙烯释放量，表明纳米包装和1-MCP处理可以有效抑制冬枣乙烯的生成，原因可能是纳米银离子吸收和分解乙烯成为水和二氧化碳<sup>[11]</sup>，1-MCP是乙烯竞争性抑制剂，可以竞争性地与乙烯受体不可逆结合，从而阻断乙烯与受体的结合<sup>[12]</sup>。

## 2.3 对硬度的影响

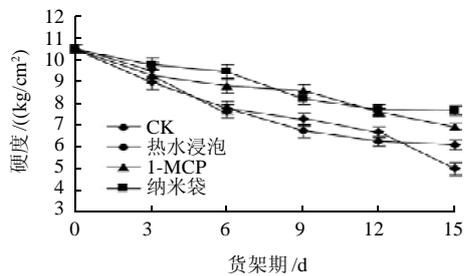


图3 3种不同处理对冬枣硬度的影响

Fig.3 Effects of three treatments on firmness of Dongzao jujube fruits

在整个货架期内处理果和对照果果肉硬度均呈现不同程度下降(图3), 其中热水浸泡处理果和对照果硬度下降最迅速。纳米袋处理和1-MCP熏蒸处理能有效抑制果肉硬度的下降, 至货架期末, 纳米袋包装组枣果果肉硬度显著高于其两组处理果, 其硬度为对照果的1.5倍, 这表明纳米袋包装可以显著延缓冬枣果肉硬度的下降。有研究表明, 冬枣采后, 其淀粉酶活性不断上升, 淀粉含量下降, 所以枣果逐渐变软<sup>[13]</sup>, 本研究发现纳米袋包装可以延缓冬枣硬度的下降, 可能是由于冬枣的淀粉酶活性代谢受到纳米包装的影响所致。

## 2.4 对SSC含量的影响

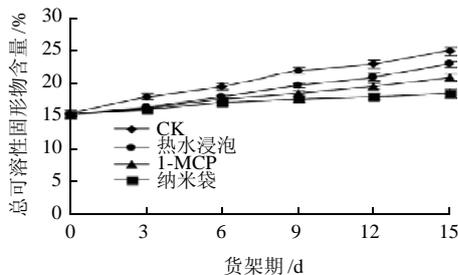


图4 3种不同处理对冬枣可溶性固形物的影响

Fig.4 Effects of three treatments on soluble solid content of Dongzao jujube fruits

SSC的变化直接影响着果实的口感和风味, 同时也反映果实的衰老过程<sup>[14]</sup>。由图4可见, 在整个货架期内, 各组的可溶性固形物含量均呈不同幅度上升趋势。在货架期前6d, 3个处理组枣果的可溶性固形物含量没有显著差异, 货架期第6天后, 各组的差异性逐渐显现, 至货架期末, 热水浸泡处理果可溶性固形物含量显著大于纳米袋包装果和1-MCP处理果。整个货架期内, 纳米袋包装组枣果可溶性固形物含量始终增加缓慢, 表明纳米袋包装处理能够显著抑制冬枣可溶性固形

物的上升, 延长冬枣保鲜期。可能是纳米包装的低透氧影响了淀粉酶的代谢, 抑制了淀粉的分解, 从而抑制了总可溶性固形物含量的上升。

## 2.5 对VC含量的影响

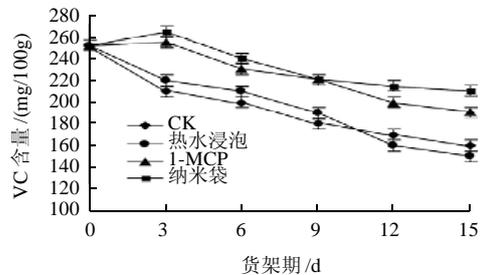


图5 3种不同处理对冬枣VC含量的影响

Fig.5 Effects of three treatments on vitamin C content of Dongzao jujube fruits

冬枣果肉中VC含量的变化是冬枣的一个非常重要指标, 它不仅标志着冬枣的营养含量高低, 而且直接反应了冬枣衰老的程度<sup>[15]</sup>。由图5可知, 在整个货架期内各组果肉中VC的含量基本上呈现逐步下降趋势。1-MCP熏蒸处理组和纳米袋处理组枣果在第3天小幅上升后逐渐下降, 这可能是由于冬枣采后进一步成熟和营养转化的原因。至货架期末, 对照组枣果VC含量为160mg/100g, 纳米袋包装组为210.87mg/100g。

## 2.6 对颜色的影响

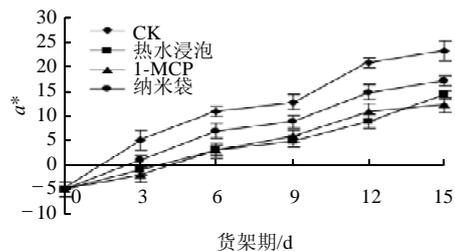


图6 3种不同处理对冬枣呼吸强度的影响

Fig.6 Effects of three treatments on Hunter a\* of Dongzao jujube fruits

$a^*$  值为正, 表示红色, 负表示绿色, 正值越大颜色越红<sup>[16]</sup>。由图6可知, 在整个货架期内, 枣果的Hunter  $a^*$  值不同程度上升, 表明枣果在由绿变红。在整个货架期内, 对照组的Hunter  $a^*$  值上升最迅速, 1-MCP熏蒸处理组和纳米袋包装组枣果转红速率最缓慢, 且两处理无显著差异, 热水浸泡处理组枣果的Hunter  $a^*$  值显著高于1-MCP熏蒸处理枣果和纳米袋包装组枣果, 这与枣果的乙烯释放速率的变化趋势相一致, 其原因可能是纳米袋包装延缓了冬枣的后熟, 从而延缓了枣果颜色由绿到红的转变进程。

2.7 对质量损失率的影响

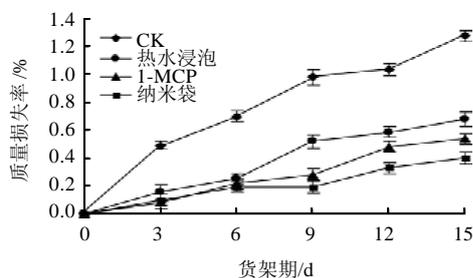


图7 3种不同处理对冬枣质量损失率的影响  
Fig.7 Effects of three treatments on weight loss rate of Dongzao jujube fruits

冬枣皮薄多汁，因而具有良好的食用品质，但在贮藏期间，极易发生失水皱皮，影响贮藏效果和感官品质。由图7可以看出，在15d的货架期内，所有处理组的枣果质量损失率均极显著低于对照组，在货架期前6d，处理组之间无显著差异；货架期第6天后，热水浸泡处理组枣果质量损失率显著高于1-MCP处理组和纳米袋包装组。纳米袋包装由于其较低的透氧和透湿率，该组枣果质量损失率最低，至货架期末，质量损失率为0.44%，仅为对照组的31.3%。

2.8 对乙醇含量的影响

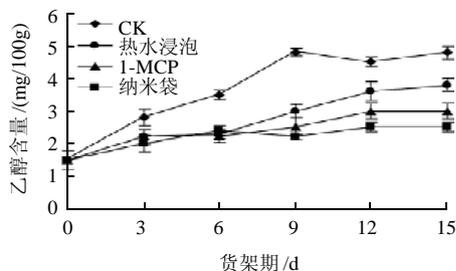


图8 3种不同处理对枣果乙醇含量的影响  
Fig.8 Effects of three treatments on ethanol production of Dongzao jujube fruits

如图8所示，在整个货架期内，对照组枣果的乙醇含量显著高于3个处理组，且对照组枣果的乙醇含量在货架期第9天达到最大值，在货架后期，乙醇含量没有显著升高。在货架期前6d，3个处理组乙醇含量无显著差别，这与质量损失率和总可溶性固形物含量的变化趋势吻合，可能是因为纳米包装所形成的低氧或超低氧的微环境，抑制了冬枣的呼吸和有机物的分解。货架期第6天后，纳米袋包装组枣果的乙醇含量显著低于1-MCP处理组和热水浸泡组，表明纳米包装可抑制枣果乙醇的释放和积累，有效控制了枣果酒化现象的发生。

3 讨论

关于冬枣的呼吸类型，研究者的结论不尽相同。陈延等<sup>[7]</sup>的研究证明冬枣属于非呼吸跃变型果实，本研究表明冬枣属于呼吸跃变型果实，这与薛梦林<sup>[2]</sup>、赵国群<sup>[11]</sup>等研究一致，其差异的原因可能与冬枣的成熟度和品种有关，刘晓军等<sup>[1]</sup>研究也证明了不同成熟度冬枣，呼吸类型不同。

许多研究证明，乙烯与呼吸之间存在着密切的联系。不同果实的乙烯释放高峰和呼吸高峰的时间有所不同，梨、鳄梨、核桃等果实呼吸跃变和乙烯释放高峰同期出现，桃和某些品种苹果的呼吸高峰先于乙烯释放高峰出现<sup>[17]</sup>。本实验发现，冬枣的乙烯释放高峰期与呼吸跃变期一致，均出现在货架期第9天。

乙醇积累是导致冬枣酒化劣变的主要原因之一。研究表明，3种不同的处理显著抑制了冬枣的乙醇积累量，各组冬枣均未出现乙醇积累量高峰，而对照组在货架期第9天变达到了乙醇积累最高峰，与呼吸高峰和乙烯释放高峰同期出现，随后的贮期内，乙醇含量没有显著增加，有研究表明<sup>[18]</sup>，这一点便是酒化阈值，经过此阈值后，枣果酒软程度加剧。

4 结论

4.1 冬枣属于呼吸跃变型果实，呼吸高峰与乙烯释放高峰同期出现。且呼吸高峰出现前，3个处理组枣果的总可溶性固形物含量、颜色、质量损失率和乙醇积累量差异不显著，呼吸跃变后，各组枣果品质出现显著差异。

4.2 比较热水浸泡、1-MCP熏蒸和纳米包装3种保鲜方法，纳米袋包装能够抑制果实的呼吸高峰和乙烯释放量，维持了枣果的硬度和VC含量，延缓了总可溶性固形物含量的上升和颜色的转变，降低了冬枣的质量损失率和乙醇积累，从而较好地延缓果实衰老，保持果实贮藏期内的品质和风味，货架期15d后仍具有商品价值。

参考文献：

- [1] 刘晓军, 王群, 张云川. 冬枣湿冷贮藏过程中生理生化变化的研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 215-217.
- [2] 薛梦琳, 张继澍, 张平, 等. 减压对冬枣采后生理生化变化的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(2): 196-200.
- [3] 张有林, 韩军岐, 张润光. 低温、减压和臭氧对冬枣保鲜的胜利效应研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38(10): 2102-2110.
- [4] ZHU Zhu, ZHANG Zhanquan, QIN Guozheng, et al. Effects of brassinosteroids on postharvest disease and senescence of jujube fruit in storage[J]. Postharvest Biol Technol, 2010, 56(1): 50-55.
- [5] ZHONG Qiuping, XIA Wengshui. Effect of 1-methylcyclopropene and/

- or chitosan coating treatments on storage life and quality maintenance of Indian jujube fruit[J]. *Food Science and Technology*, 2007, 40(3): 404-411.
- [6] 李鹏霞, 王贵禧, 樊金拴. 热水处理对冬枣货架期品质的影响[J]. *西北林学院学报*, 2004, 19(2): 119-121.
- [7] 陈延, 饶景萍, 左俊, 等. 1-MCP 处理对冬枣冷藏中生理变化及保鲜效果的研究[J]. *西北农业学报*, 2006, 15(3): 157-161.
- [8] 李鹏霞, 王贵禧, 梁丽松, 等. 高氧处理对冬枣货架期呼吸强度及品质变化的影响[J]. *农业工程学报*, 2006, 22(7): 180-183.
- [9] 王亚萍, 梁丽松, 王贵禧, 等. 不同减压强度对冬枣贮藏品质变化的影响[J]. *食品科学*, 2007, 28(2): 335-338.
- [10] 赵国群, 张桂, 李俊英. 冬枣的呼吸特性研究[J]. *落叶果树*, 2000(5): 34-34.
- [11] LI Hongmei, LI Feng, WANG Lin, et al. Effect of nano-packing on preservation quality of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. var. *inermis* Rehd)[J]. *Food Chemistry*, 2009, 114(2): 547-552.
- [12] 王敏, 屠康, 潘磊庆, 等. 1-MCP、纳米包装及二者结合对“次郎”甜柿才后品质的影响[J]. *食品科学*, 2010, 31(20): 459-463.
- [13] 李红梅. 食品纳米包装材料的制备及对食品保鲜作用的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [14] LI Jinwei, FAN Liuping, DING Shaodong, et al. Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube[J]. *Food Chemistry*, 2007, 103(2): 454-460.
- [15] ZHANG Hao, JIANG Lu, YE Shu, et al. Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill) from China[J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2010, 48(6): 1461-1465.
- [16] 高哲, 李红卫, 韩涛. 气体包装对冷藏冬枣颜色变化及品质的影响[J]. *农业工程学报*, 2008, 24(2): 302-306.
- [17] GOLDENING J B, SHEARER D, WHILLIE S G, et al. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylenendent ripening progresses in mature banana fruit[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 1998, 14(1): 87-98.
- [18] 李红卫, 冯双庆. 冬枣采后果皮成分及氧化酶活性变化与乙醇积累机理的研究[J]. *农业工程学报*, 19(3): 165-168.