

冰温和自发性调袋贮藏对冬枣质构及生理特性的影响

路贵龙, 杨绍兰, 张新富, 郑博文, 何文杰

(青岛农业大学园艺学院, 山东青岛 266109)

摘要: 本文以成熟冬枣为试材, 选取冰温贮藏和自发性调袋贮藏两种方式, 测定贮藏过程中的硬度、弹性、粘性、内聚性和咀嚼性等质构特性, 并进行贮藏相关生理指标的测定。结果表明, 冰温贮藏可以延缓冬枣果实的硬度、粘性和弹性的下降, 延缓冬枣质构的衰变, 同时降低可溶性果胶含量, 从而抑制冬枣果实的软化。自发性调袋处理的果实其质构特性明显优于对照果实, 且冬枣果实贮藏过程中失重率明显低于对照和冰温贮藏的冬枣果实。对照果实, 冰温处理和自发性调袋处理的冬枣果实贮藏至 20 d 时, 失重率分别为 12.02%, 10.25% 和 1.17%。自发性调袋处理可以延缓冬枣果实的 Vc 含量下降, 保持果实较高的营养品质。冰温贮藏能够延缓果皮花青素的形成, 贮藏 20 d 后红色果皮部分不到 1/3, 而自发性调袋处理的果实花青素会正常合成。自发性调袋处理的效果优于冰温贮藏。

关键词: 冬枣; 冰温; 气调; 质构; 贮藏; 生理特性

文章编号: 1673-9078(2014)8-219-224

Effect of Ice-temperature Storage and Modified Atmosphere Packaging on the Texture and Physiological Characteristics of Winter Jujube

LU Gui-long, YANG Shao-lan, ZHANG Xin-fu, ZHENG Bo-wen, HE Wen-jie

(College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: The fruit texture properties such as firmness, adhesiveness, springiness, cohesiveness, and chewiness, as well as storage-related physiological indicators were measured in this study. The results showed that ice-temperature storage delayed the reduction in firmness, adhesiveness, and springiness, postponed fruit senescence, and lowered the soluble pectin content, thereby preventing softening of the winter jujube. Fruit packaged in modified atmosphere showed better texture than the control, and the rate of weight loss during storage was significantly lower than that with control as well as that with ice-temperature storage. After 20 days storage, the rate of weight loss in the control, fruits treated with ice-temperature storage, and fruits packaged in modified atmosphere were 12.02%, 10.25%, and 1.17%, respectively. Modified atmosphere packaging delayed the decrease in Vc content and maintained higher nutritional quality of the winter jujube fruit. Ice-temperature storage delayed anthocyanin synthesis in the fruit peel, which showed less than one-third red coloration after 20-day storage, whereas anthocyanin synthesis occurred normally in the fruits packaged in modified atmosphere. In summary, modified atmosphere packaging was more effective for fruit storage than ice-temperature storage.

Key words: winter jujube; ice-temperature; modified atmosphere; fruit texture; storage; physiological characters

冬枣 (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Chinese Winter Jujube) 是山东鲁北地区的一个优质晚熟鲜食品种。其果皮薄而脆, 果肉甜, 细嫩多汁, 品质上等, 果实成熟期由绿色转呈赭红色。但冬枣在采收之后其贮藏期短, 极易出现失水、皱缩、品质下降和腐烂变质等问题。李鹏霞等^[1]采取高氧处理冬枣果实, 发现 70%

收稿日期: 2014-03-20

基金项目: 山东省现代产业技术体系贮藏加工创新团队 (SDSXDCGYJSTX)

作者简介: 路贵龙 (1988-), 男, 研究生, 研究方向为果实采后生理与分子生物学

通讯作者: 杨绍兰 (1978-), 女, 博士, 副教授, 研究方向为果实采后生理与分子生物学

O₂ 处理 7 d 和 15 d, 或 100% O₂ 处理 15 d 有利于冬枣果实货架期硬度的保持, 但是高氧处理对果实的腐烂率一致效果不理想。许牡丹^[2]等人采用硅窗气调保鲜冬枣, 发现硅窗袋自发性调达不到冬枣贮藏保鲜的效果, 而且硅窗面积设置越大, 冬枣的失水也越严重。这可能与硅窗气调易形成低 O₂ 高 CO₂ 环境有关。刘艳等^[3]采用硅窗和打孔包装对冬枣进行常温贮藏, 发现打孔包装袋处理的效果明显优于硅窗组, 其可以较好的保持冬枣的硬度, 有效抑制鲜枣在贮藏过程中转红, 减少腐烂率和软化率, 而硅窗气调的效果不明显, 这与其内部的气体浓度和保湿性差有关。因此, 如何采取最佳的贮藏方式进行冬枣贮藏是我们亟待解决的

问题。

近年来冰温贮藏成为人们研究的热点,即在 0℃ 以下,果蔬结冰点以上的温度范围内进行贮藏保鲜的技术。如梨,樱桃,香蕉等果实的冰温贮藏研究都取得了成功^[4]。冰温贮藏明显抑制了红富士苹果的呼吸作用及乙烯的释放速率,贮藏 8 个月后的果实仍保持了良好的质地、风味与品质^[5-6]。自发气调(modified atmosphere, MA)是采用对氧气和二氧化碳具有不同透性的薄膜密封包装来调节果实微环境气体条件以增强保鲜效果的方法^[7]。Dharini 等^[8]通过研究两种不同的气调贮藏条件对荔枝果实品质参数和生理变化以及荔枝果皮褐变的影响发现 CA-1 能够保持果实维持较好品质达 21 d。Rocculi 等^[9]结果表明,鲜切菠萝用 1-MCP 和 MAP 处理,对呼吸作用和乙烯释放有抑制作用,同时能够延缓果实的软化。

本文选取近冰温和自发气调保鲜袋两种贮藏方式,对冬枣果实贮藏过程中的质构特性和生理特性进行研究,以期对改善冬枣贮藏特性提供一定理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

成熟冬枣(Ziziphus jujuba Mill. cv. Chinese Winter Jujube)果实采自山东滨州沾化,平均单果重为 4~8 g。采后当天运抵实验室,挑选大小均匀、无病虫害和成熟度相对一致的果实供试验用。贮藏至 0℃ 20 d 后设置三个处理,分别为 0℃ 贮藏、冰温贮藏和气调保鲜袋结合 0℃ 贮藏。定期随机取果实检测相关指标,并取样置于 -70℃ 低温冰箱中备用。冬枣自发气调袋购自国家保鲜工程中心,厚度为 0.012~0.015 mm。

1.2 试验方法

1.2.1 冬枣冰点的确定

参照乔勇进等^[10]方法进行冰点测定。选取 60 个冬枣果实,剔除病果和机械伤果,去除枣仁,将果肉切碎,放于研钵中研碎,研碎果肉再经过 2 层纱布过滤后备用。将滤液倒入 25 mL 小烧杯中 3~5 cm 深,后将小烧杯放入盛有冰盐混合物(冰:氯化钠=5:1)的 1000 mL 的大烧杯的中央,将 -10~30℃、精度为 0.1℃ 的水银温度计插入小烧杯的枣汁中间,要求温度计水银球,位于枣汁的正中位置,用玻璃棒轻轻搅拌,从 2℃ 开始每隔 30 s 记录温度下降情况,直至温度反弹上升趋于稳定为止。

1.2.2 试验处理

冬枣果实分为三组:冬枣冰点确定为 -3.9℃,冰温贮藏温度设为 -3±0.5℃;对照果实和自发气调保鲜袋处理组的冬枣果实置于 0℃ 的冷库中进行贮藏。

1.2.3 TPA 质构分析

参照杨绍兰等^[11]方法,采用 CT3-4500 质构仪(Brookfield, 美国)检测相对应赤道两面的果肉硬度、弹性、粘性、内聚性和咀嚼性等质构特性(测头直径为 2.0 mm),测试速度 0.5 mm/s,返回速度 0.5 mm/s,触发点负载 4 g,测试深度为 4 mm,循环 2 次。单果重复 10 次。

1.2.4 失重率

失重率(%)=[(采收时重量-贮后重量)/采收时重量]×100

1.2.5 Vc 含量测定

采用 2,6-二氯酚酚钠盐法测定。维生素 C 总含量 [mg/(100g×FW)]= $(C \times V_t) / (V_s \times F_w \times FW)$ 。

注: C: 标准曲线上查得的样品中 Vc 含量(mg); V_t: 样液提取总体积(mL); V_s: 测定用样液总体积(mL); F_w: 样品质量(g)。

1.2.6 可溶性果胶

采用 Fishman 等^[12]的方法。还原糖洗去过程采取 20 mL 95%乙醇水浴煮沸 10 min 的方法。计算: 0.1 mL 0.05 N NaOH 相当于 1.0358 mg 果胶酸甲酯, 0.9707 mg 果胶酸。

1.2.7 花青苷含量测定

参照 Niu 等^[13]的方法。取带皮冬枣果肉 2 g 左右,研磨,并加入 1 mL 1%盐酸甲醇提取液,离心后取上清液稀释分别在 530 nm、620 nm、650 nm 下测定吸光值。

花青苷含量=[(A₅₃₀-A₆₂₀)-0.1×(A₆₅₀-A₆₂₀)]×稀释倍数/(1000×0.0462×样品鲜重)。

1.2.8 结果统计方法

采用 Excel 和 origin 软件进行数据分析和作图。

2 结果与讨论

2.1 冬枣冰点测定

由图 1 可以看出,在冰盐混合物(冰:氯化钠=5:1)的测定条件下,由开始温度平缓下降,测定到第 48 min 时,温度下降到达最低点,最低温度为 -5.7℃。枣汁凝结热释放后,温度迅速回升到 -3.9℃,并趋于稳定,所以测得的冬枣冰点温度为 -3.9℃。

2.2 冬枣质地参数分析

冬枣质地共测定了 9 个参数,分别为第一循环硬

度、硬度形变量、粘力、粘性、弹力、第二循环硬度、内聚性、弹性、咀嚼性等。选取冬枣 TPA 分析中的硬度、弹性、粘性和咀嚼性进行分析。

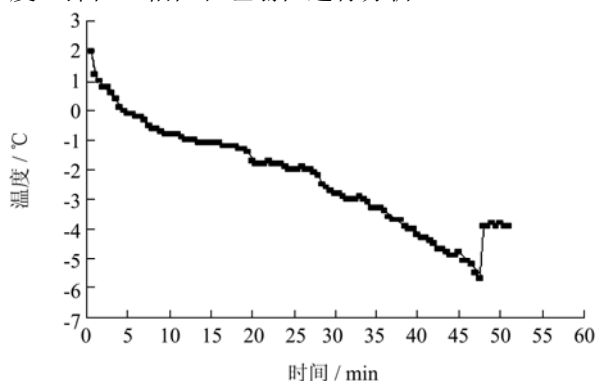


图1 冬枣冰点测定

Fig.1 The ice point measurement of winter jujube

由图 2a 可以看出,冬枣在贮藏过程中的硬度呈现下降趋势。贮藏 6 d 后,冰温贮藏和自发气调保鲜袋贮藏的冬枣果实其硬度高于对照果实。贮藏至 20 d, 0 °C 贮藏,冰温贮藏和气调保鲜袋贮藏的冬枣果实硬度分别为 11.67 kg/cm², 12.30 kg/cm² 和 12.00 kg/cm²。从而表明冰温贮藏和自发气调保鲜袋贮藏均能延缓冬枣果实的硬度下降,抑制果实的软化进程。

弹性反映的是冬枣果肉经第一次压缩变形后,在去除变形力的条件下所能恢复的程度。如图 2b 所示,在整个贮藏期间,对照果实弹性呈下降趋势,冰温贮藏和自发气调保鲜袋贮藏的冬枣果实其弹性高于对照果实,在贮藏期间维持在较高水平。

对照和冰温贮藏的冬枣果实在贮藏期间的粘性呈下降趋势,冰温处理的效果不明显(图 2c)。贮藏 0 d,冬枣果实的粘性为 0.93 mJ,贮藏至 20 d, 0 °C 贮藏,冰温贮藏和气调保鲜袋贮藏的冬枣果实的粘性分别为 0.47 mJ、0.43 mJ 和 0.89 mJ。其中自发气调保鲜袋处理的冬枣果实粘性明显高于 0 °C 和冰温贮藏的果实。

咀嚼性模拟的是牙齿将固体样品咀嚼成吞咽稳定状态时所需要的能量,它综合反映了果肉在牙齿咀嚼过程中对外力的持续抵抗作用。如图 2d 所示,0 °C 贮藏的冬枣果实咀嚼性随贮藏时间的延长呈现下降的趋势。冰温和自发气调保鲜袋处理的果实咀嚼性高于对照果实,且自发气调保鲜袋处理的效果尤为明显。表明自发气调保鲜袋贮藏可以延缓果实咀嚼性的下降,维持果实的口感。

2.3 冬枣在贮藏过程中的失重率变化

由图 3 可知,贮藏过程中的冬枣失重率呈上升趋势,0 °C 贮藏果实,冰温处理和自发气调保鲜袋处理的冬枣果实贮藏至 20 d 时,失重率分别为 12.02%,

10.25% 和 1.17%。冰温处理和自发气调保鲜袋处理能够减少果实的失重率,其中自发气调保鲜袋处理的冬枣果实重量减少最为缓慢。这与自发气调保鲜袋可以使冬枣维持高湿度的环境,减少组织内部水分的蒸腾,延长其正常的生理活动,降低其干耗有关。

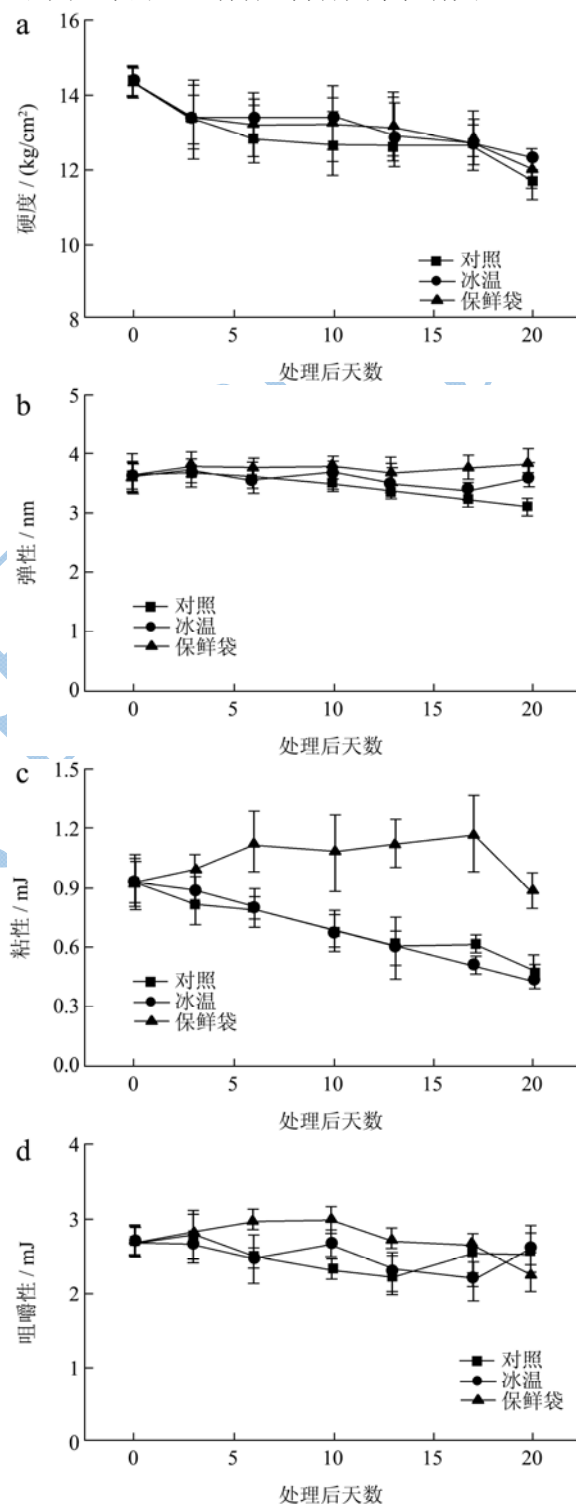


图2 冰温和保鲜袋贮藏对冬枣质构特性的影响

Fig.2 The effect of ice-temperature storage and modified atmosphere packaging treatment on the winter jujube fruit texture

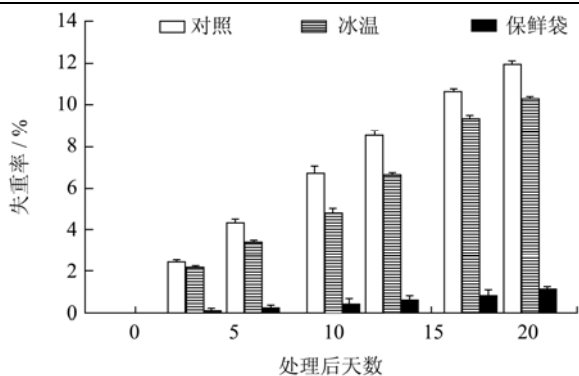


图3 冰温和保鲜袋贮藏对冬枣失重率的影响

Fig.3 The effect of ice-temperature storage and modified atmosphere packaging treatment on the weight loss rate of winter jujube

2.4 冬枣在贮藏过程中的Vc含量变化

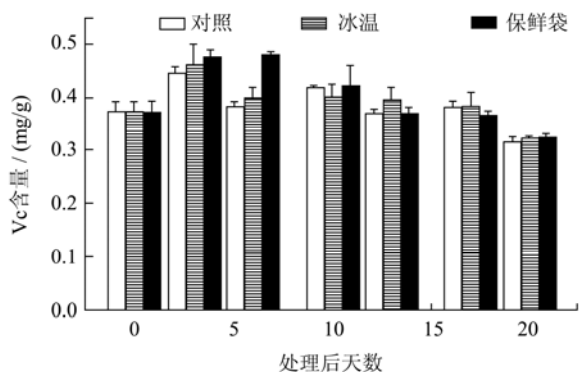


图4 冰温和保鲜袋贮藏对冬枣Vc含量的影响

Fig.4 The effect of ice-temperature storage and modified atmosphere packaging treatment on the Vc content of winter jujube

由图4可知,冬枣果实在贮藏过程中的Vc含量呈现先上升后下降的趋势,表明冬枣果实的Vc在贮藏过程中逐渐合成,随着果实的成熟衰老进程,Vc分解,果实的营养品质下降。冰温处理和自发气调保鲜袋处理的冬枣果实中Vc含量明显高于0℃贮藏的果实。0℃贮藏和冰温处理的冬枣果实在贮藏3d后果实Vc含量即呈下降趋势,自发气调保鲜袋处理的冬枣果实在贮藏6d达到峰值,此时0℃贮藏、冰温处理和自发气调保鲜袋处理的冬枣果实的Vc含量分别为0.38 mg/g, 0.40 mg/g和0.48 mg/g。因此,自发气调保鲜袋处理可以延缓冬枣果实的Vc含量下降,保持果实较高的营养品质。

2.5 冬枣在贮藏过程中的可溶性果胶含量变化

可溶性果胶含量与果实的成熟软化进程一致。冬枣果实的可溶性果胶含量呈现先上升后下降的趋势,0℃贮

藏果实于10d达到峰值,为2.95 mg/g。随后下降,保持在较高水平。冰温处理和自发气调保鲜袋处理的果实中可溶性果胶含量明显低于对照果实,贮藏10d的可溶性果胶含量分别为1.60 mg/g和2.70 mg/g。贮藏至20d时,0℃贮藏,冰温处理和自发气调保鲜袋处理的冬枣果实可溶性果胶含量分别为2.39 mg/g, 1.68 mg/g和2.33 mg/g。冰温贮藏和自发气调保鲜袋处理均可以延缓可溶性果胶含量的上升(图5),抑制果实的软化进程。张顺和等^[14]的研究发现,在冬枣贮藏期间可溶性果胶含量与冬枣果实硬度及PG酶活性呈负相关,冬枣果实硬度与PG酶活性成正相关,从而表明PG酶促进了果实可溶性果胶含量的上升,加速了果实的软化进程。

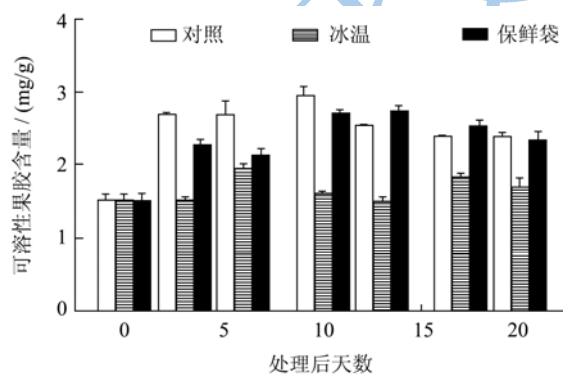


图5 冰温和保鲜袋贮藏对冬枣可溶性果胶含量的影响

Fig.5 The effect of ice-temperature storage and modified atmosphere packaging treatment on the soluble pectin content of winter jujube

2.6 冬枣在贮藏过程中的花青苷含量变化

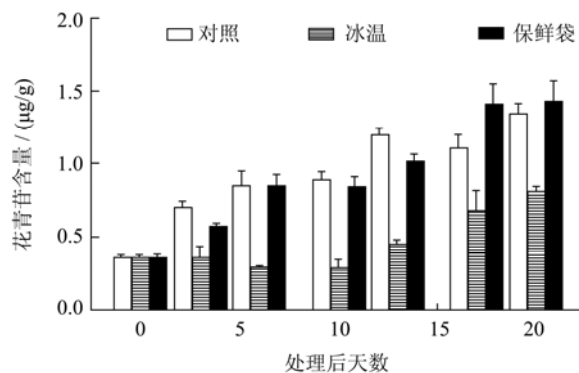


图6 冰温和保鲜袋贮藏对冬枣花青苷含量的影响

Fig.6 The effect of ice-temperature storage and modified atmosphere packaging treatment on the anthocyanin content of winter jujube

冬枣果实在采收初期,果皮呈现绿色,随着贮藏时间的延长,果皮颜色逐渐呈现红色。图5显示了冬枣贮藏期间的花青苷含量变化。冬枣在贮藏期间,其花青苷的含量逐渐上升,0℃贮藏和自发气调保鲜袋处理的果实上升较快,而冰温处理的冬枣果实花青苷含

量上升较慢。这与冬枣果实的外观品质变化一致。贮藏20 d后, 0 °C贮藏的冬枣果实果皮大部分呈现红色, 且有失水皱缩现象, 花青苷含量为1.34 $\mu\text{g/g}$; 冰温处理的冬枣果实大部分呈现绿色, 红色果皮部分不到1/3, 花青苷含量为0.81 $\mu\text{g/g}$; 自发气调保鲜袋处理的冬枣果实果皮大部分呈现红色, 果皮光泽度高, 花青苷含量为1.42 $\mu\text{g/g}$ 。因此, 在贮藏过程中, 冰温贮藏能够抑制冬枣果皮花青苷的形成, 而0 °C贮藏和自发气调保鲜袋处理的果实花青苷会正常合成。

3 结论

3.1 目前在冬枣的采后贮藏方式中, 主要为低温冷藏和气调贮藏。0 °C以上的贮藏研究发现, 白熟期和半红期的冬枣, 在0~2 °C的呼吸强度明显低于8~10 °C, 随着贮藏温度的下降, 冬枣的呼吸强度相应降低^[15]。近年来, 冰温贮藏技术逐渐引起人们的重视。付坦等^[16]选取冬枣贮藏于-0.2~-0.5 °C的环境中进行冰温贮藏, 并选取了纳他霉素与氯化钙处理, 发现可以明显提高冬枣的好果率。本文选取的冰温贮藏温度为-3 \pm 0.5 °C, 结果显示, 冰温贮藏可以延缓冬枣果实的硬度、粘性和弹性的下降, 可溶性果胶含量明显低于对照果实, 从而抑制冬枣果实的软化。在贮藏20 d之内冬枣的果实品质维持在较高水平。因此, 冬枣的冰温贮藏温度可以在前人的-0.2~-0.5 °C的基础之上降为-3 \pm 0.5 °C。

3.2 本文选取的另外一种采后处理方式为自发气调保鲜袋贮藏, 冬枣果皮薄, 在贮藏过程中不耐CO₂^[17], 因此保持冬枣贮藏环境中适宜的CO₂和O₂显得尤为为重要。王亮等^[18]研究了不同O₂和CO₂比例的气体成分对冬枣果实贮藏品质的影响, 发现适当的低O₂可以降低冬枣果实的呼吸强度、延迟果皮转红, 其中2% O₂+0%CO₂气体配比条件下贮藏的冬枣果实贮藏效果较好。韩冰^[19]采用了2~3% O₂, 0~0.5% CO₂; 5~6% O₂, 0~0.5% CO₂; 8~9% O₂, 0~0.5%CO₂的气体成分进行冬枣贮藏试验, 发现5~6% O₂, 0~0.5%CO₂的气体成分, 能够好的延缓Vc含量的下降, 减少乙醇和乙醛在果肉的积累。本试验中, 我们采用冬枣专用PE微孔袋, 其内部可以维持冬枣贮藏较为适宜的CO₂和O₂浓度。结果显示自发气调袋处理的果实其质构特性(硬度、粘性、弹性和咀嚼性)明显优于0 °C贮藏果实, 且其处理的冬枣果实贮藏过程中失水较少, 失重率明显低于0 °C贮藏和冰温贮藏的冬枣果实。而在营养品质方面, 自发气调袋处理的冬枣果实能够维持果实较高Vc水平。

3.3 本文初步研究了冬枣的两种贮藏方式对其果实

外观品质和内在品质的影响, 其中, 自发气调保鲜袋贮藏的效果较为突出。本文确定了冬枣的冰点温度, 但关于冰温结合自发气调贮藏对冬枣果实品质的影响还未见报道, 因此, 我们将继续开展关于冬枣贮藏方式的研究, 以期获得最佳的贮藏方式。

参考文献

- [1] 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
LI Peng-xia, WANG Gui-xi, LIANG Li-song, et al. Effects of high-oxygen treatments on respiration intensity and quality of 'Dong zao' Jujube during Shelf-life [J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(7): 180-183
- [2] 许牡丹,刘艳,刘青,等.硅窗袋保鲜冬枣的研究[J].陕西科技大学学报,2010,28(6):52-55
XU Mu-dan, LIU Yan, LIU Qing, et al. Study on storage of dongzao jujube with Si-rubberbag [J]. Journal of Shanxi University of Science and Technology, 2010, 28(6): 52-55
- [3] 刘艳,许牡丹,刘青,等.不同包装方式对冬枣贮藏效果的影响[J].食品科技,2010,35(11):74-77
LIU Yan, XU Mu-dan, LIU Qing, et al. Effects of different packing methods on storage quality of winter jujube [J]. Food Science and Technology, 2010, 35(11): 74-77
- [4] 冷平.冰温贮藏水果、蔬菜等农产品保鲜的新途径[J].中国农业大学学报,1997,2(3):79-83
LENG Ping. Controlled freezing-point storage-A new approach for fresh-keeping fruits and vegetables [J]. Journal of China Agricultural University, 1997, 2(3): 79-83
- [5] 赵猛,冯志宏,李建华,等.红富士苹果冰温贮藏的研究[J].保鲜与加工,2010,10(5):26-29
ZHAO Meng, FENG Zhi-hong, LI Jiang-hua, et al, et al. Study on ice temperature storage of Fuji apple [J]. Storage and Process, 2010, 10(5): 26-29
- [6] KIM Jong-Ju, PARK Youn-Moon. Respiratory metabolic changes in 'Fuji' apples during prestorage exposure to freezing temperature and subsequent refrigerated storage as related to the incidence of flesh browning [J]. Horticulture, Environment and Biotechnology, 2008, 49: 232-238
- [7] 崔立华,黄俊彦.气调保鲜包装技术在食品包装中的应用[J].食品发酵与工程,2007,33(6):100-103
CUI Li-hua, HUANG Yan-jun. Application of modified atmosphere packaging in food [J]. Food and Fermentation Industries, 2007, 33(6): 100-103
- [8] Dharini S, Lise K. Fruit quality and physiological responses of litchi cultivar McLean's Red to 1-methylcyclopropene pre-

- treatment and controlled atmosphere storage conditions [J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43(6): 942-948
- [9] Rocculi P, Cocci E, Romani S, et al. Effect of 1-MCP treatment and N₂O MAP on physiological and quality changes of fresh-cut pineapple [J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 51(3): 371-377
- [10] 乔勇进, 孙蕾, 吴兴梅, 等. 不同成熟度沾化冬枣冰点测定及适宜贮藏温度的研究[J]. 经济林研究, 2005, 23(1): 10-12
QIAO Yong-jin, SUN Lei, WU Xing-mei, et al. Determination of Freezing Point and Optimal Storage Temperature for Jujube 'Zhanhua Dongzao' in Different Degrees of Maturity [J]. Nonwood Forest Research, 2005, 23(1): 10-12
- [11] 杨绍兰, 杨玉群, 张新富, 等. 1-甲基环丙烯和乙酰水杨酸处理对荏梨果实质构性能的影响[J]. 北方园艺, 2012, 5: 1-4
YANG Shao-lan, YANG Yu-qun, ZHANG Xin-fu, et al. Effect of 1-MCP and ASA treatments on the fruit texture profile of Chili pear [J]. Northern Horticulture, 2012, 5: 1-4
- [12] Fishman ML, Leva JB, Gillespie D, et al. Changes in the physico-chemical properties of peach fruit pectin during ontree ripening and storage [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1993, 118: 343-349
- [13] Niu SS, Xu CJ, Zhang WS, et al. Coordinated regulation of anthocyanin biosynthesis in Chinese bayberry (*Myrica rubra*) fruit by a R2R3 MYB transcription factor [J]. Planta, 2010, 231: 887-899
- [14] 张顺和, 张超. ClO₂对冬枣贮藏品质的影响[J]. 现代食品科技, 2006, 22(3): 84-86
ZHANG Shun-he, ZHANG Chao. The effects of chlorine dioxide (ClO₂) on quality of winter jujube [J]. Modern Food Science and Technology, 2006, 22 (3): 84-86
- [15] 张桂, 李俊英, 魏娣, 等. 冬枣保鲜技术的研究[J]. 北方园艺, 2002, 1: 53-55
ZHANG Gui, LI Jun-ying, WEI Di, et al. Research on jujube fruit fresh-keeping [J]. Northern Horticulture, 2002, 1: 53-55
- [16] 付坦, 鲁晓翔, 陈绍慧, 等. 保鲜剂处理对冬枣冰温贮藏中品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33: 343-347
FU Tan, LU Xiao-xiang, CHEN Shao-hui, et al. The influence of antistaling agent treatment on winter-jujube during ice-temperature storage [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33: 343-347
- [17] 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, 2003, 5: 165-168
LI Hong-wei, FENG Shuang-qing. Changes of composition and activity of oxidative enzymes in the pericarp and mechanism of ethanol accumulation in 'brumal' jujube [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2003, 5: 165-168
- [18] 王亮, 王慧芳, 王春生. 气调指标对冬枣果实呼吸、相对电导率、叶绿素含量及果皮色泽的影响[J]. 果树学报, 2007, 24(4): 487-491
WANG Liang, WANG Hui-fang, WANG Chun-sheng. Effect of O₂ and CO₂ concentration on respiration, relative electrical conductivity, contents of chlorophyll and skin color of Dongzao jujube fruit [J]. Journal of Fruit Science, 2007, 24(4): 487-491
- [19] 韩冰, 王文生, 石志平. 气调贮藏对冬枣采后生理生化变化的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(11): 2379-2383
HAN Bing, WANG Wen-sheng, SHI Zhi-ping. Effect of control atmosphere storage on physiological and biochemical change of Dong Jujube [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2006, 39(11): 2379-2383