

DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2012.05.020

不同浓度 1-MCP 处理对采后油柞果实的保鲜效应*

李辉¹ 林河通¹ 袁芳¹ 林艺芬¹ 陈艺晖²

(1. 福建农林大学食品科学学院, 福州 350002; 2. 福建农林大学农产品产后技术研究所, 福州 350002)

【摘要】 探讨了不同浓度 1-MCP 处理对采后油柞果实保鲜效应的影响。采后油柞果实分别用 0、0.3、0.6、0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理 12 h 后, 在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下贮藏。贮藏期间测定果实呼吸强度、细胞膜相对渗透率、果实表面色调角 h° 和果皮叶绿素含量、果实硬度、可溶性固形物和可滴定酸含量、果实好果率、失重率及感官品质等指标的变化。结果表明: 与对照果实相比, 1-MCP 处理都可降低油柞果实呼吸强度和呼吸峰值, 延缓果实细胞膜相对渗透率升高, 抑制果实表面色调角 h° 下降, 保持较高的果实硬度、可滴定酸和果皮叶绿素含量, 延迟果实外观颜色转变, 减少果实失重和腐烂; 其中 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理 12 h 的保鲜效果最佳, 在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下贮藏 20 d 时, 果实好果率达 87%, 果实仍保持鲜绿色、果肉质地脆硬、果实酸甜适口、香气浓郁。

关键词: 油柞 果实 1-MCP 保鲜

中图分类号: TS255.4; S662.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2012)05-0114-08

Effects of Different Concentrations of 1-MCP Treatments on Freshness of Harvested Younai Fruits

Li Hui¹ Lin Hetong¹ Yuan Fang¹ Lin Yifen¹ Chen Yihui²

(1. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China

2. Institute of Postharvest Technology of Agricultural Products, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract

Effects of different concentrations of 1-MCP on freshness of harvested Younai (*Prunus salicina* Lindl. cv. Younai) fruits were investigated. The harvested fruits were treated with 0, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP for 12 h, respectively, and then stored at $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$. During storage, the changes of respiration rate and cell membrane relative leakage rate of fruits, hue angle (h°) value of fruit surface, content of pericarp chlorophyll, fruit firmness, contents of total soluble solids and titratable acid of fruit, healthy fruit percentage, weight loss and organoleptic evaluation of quality of fruit were determined. The results showed that compared with the control fruits, the treatments with 1-MCP lowered respiration rate and respiratory peak, delayed the increase of cell membrane relative leakage rate, inhibited the decrease of hue angle (h°) value of fruit surface, kept higher fruit firmness, and kept higher contents of titratable acid in fruit and chlorophyll in pericarp, retarded the change of apparent color of fruit, and decreased fruit weight loss and fruit decay. Among the 1-MCP treated ones, the fruits treated with 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP could keep best fruit quality. After storage at $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ for 20 d, the fruits still maintained fresh green with 87% as healthy fruit percentage, crisp and hard flesh, properly sour-sweet taste and rich aroma. It can be concluded that treatment with 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP for 12 h can be used as the optimum condition for maintaining fruit quality and prolonging storage life of Younai fruits during storage at $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Key words Younai (*Prunus salicina* Lindl. cv. Younai), Fruits, 1-MCP, Preservation

收稿日期: 2012-02-17 修回日期: 2012-02-21

* “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2007BAD07B06)和福建省高等学校新世纪优秀人才支持计划资助项目(闽教科[2007]20号)

作者简介: 李辉, 博士生, 主要从事农产品加工及贮藏工程研究, E-mail: lihui32782752@163.com

通讯作者: 林河通, 教授, 博士生导师, 主要从事农产品加工及贮藏工程研究, E-mail: hetonglin@163.com

引言

1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene,简称1-MCP)是一种新型乙烯受体抑制剂^[1],目前被广泛应用于果蔬的商业化保鲜^[2]。1-MCP处理能延缓采后苹果、梨、柿、葡萄、李等果实衰老,提高果实贮藏品质,延长果实保鲜期^[2-7]。

棕(nài)(*Prunus salicina* Lindl.)又称桃形李、柰李,属蔷薇科(*Rosaceae*)李属(*Prunus*)^[8]。棕属于呼吸跃变型果实,其果实成熟于7~8月份,采后生理代谢旺盛,加之皮薄、汁多,果实不耐贮运,通常果实采后10d左右会后熟软化和腐烂。近年来,随着棕果种植面积的扩大、投产面积的增加和总产量的提高,棕果采后保鲜贮运成为生产上亟待解决的问题。前人有采用低温^[8]、钙处理^[9]等方法延长棕果实保鲜期的报道,但有关新型乙烯受体抑制剂1-MCP对采后棕果实保鲜效应的影响未见报道。本文以福建省主栽品种油棕(*Prunus salicina* Lindl. cv. Younai)果实为材料,研究不同浓度1-MCP处理对采后油棕果实生理和保鲜效果的影响,旨在研究保持油棕果实采后品质、延长其保鲜期的适宜1-MCP处理条件,为生产上应用1-MCP处理延长油棕果实保鲜期提供适用技术和科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

以大约九成熟的油棕果实为材料,供试材料于2010年7月15日采自福建省古田县科技示范果园,采收当天运至福建农林大学农产品产后技术研究所食品保鲜实验室(福州),选择大小均匀、色泽一致、无病虫、无损伤的健康果实进行试验。果实用60 mg/L的二氧化氯溶液浸泡5 min,取出晾干后进行以下处理:①1-MCP处理:本试验用的1-MCP为纸片型AnsiP-S(商品名:安喜布),即纸片型1-MCP缓释剂,有效成分为1-MCP,由台湾利统股份有限公司提供。本试验1-MCP的处理浓度(体积比)分别为0.3、0.6、0.9和1.2 μL/L。果实装在泡沫箱后,根据1-MCP处理浓度要求裁取不同大小的纸片型AnsiP-S,在裁取的纸片型AnsiP-S上喷少量水后平铺在泡沫箱的果实上,之后密封泡沫箱在(25±1)℃下处理12 h,使1-MCP气体释放到整个密闭的泡沫箱内作用于果实。②对照(CK):果实在(25±1)℃下、没有1-MCP处理的泡沫箱内密闭12 h。经上述处理的果实用0.015 mm厚的聚乙烯薄膜袋密封包装,每袋装果10个,每一处理50袋,

果实包装后在(25±1)℃下贮藏。贮藏期间定期取样观察果实贮藏保鲜效果和测定果实采后呼吸强度、细胞膜透性和品质变化指标。

1.2 测定方法

1.2.1 果实呼吸强度

按照孔祥佳等^[10]介绍的方法,在(25±1)℃下用GXH-3010D型红外CO₂分析仪测定果实呼吸强度,结果以CO₂计,单位为mg/(kg·h)。

1.2.2 果实细胞膜透性

参照林河通等^[11]的方法,从5个果实中取果肉圆片(直径8 mm、厚度2 mm)2.0 g,加蒸馏水25 mL,于25℃下放置3 h,搅拌均匀后用电导率仪测定浸出液的电导度C₁(单位为μS/cm)。随后再将果肉圆片及浸出液回流煮沸30 min,冷却后加蒸馏水至25 mL,搅拌均匀后测定果肉圆片全渗电导度C₂(单位为μS/cm)。用细胞膜相对渗透率(C₁/C₂×100%)表示果实细胞膜透性大小。

1.2.3 果实表面颜色

取5个果实,用ADCI-60-C型全自动测色色差计测定每个果实赤道线上相对4个部位的果实表面a值和b值,取其平均值。根据公式 $h^\circ = 180^\circ + \arctan(b/a)$ 计算色调角h°。

1.2.4 果皮叶绿素含量

从5个果实中取果皮1.0 g,按照孔祥佳等^[10]的方法测定果皮叶绿素质量比,结果以mg/g(鲜质量)表示。

1.2.5 果实硬度

参照Luo等^[12]的方法,取5个果实,用TA-XT2i型质构仪测定每个果实赤道线上相对4个部位的去皮果肉硬度。探头直径为15 mm,下压距离为10 mm,贯入速度1 mm/s,读取最大值,取平均值,结果以N/cm²表示。

1.2.6 果实可溶性固形物和可滴定酸含量(质量分数)

参照林河通等^[13]的方法,采用WYT-1型手持折光仪测定果实可溶性固形物含量、采用NaOH溶液滴定法测定果实可滴定酸含量(以苹果酸计)。

1.2.7 果实好果率和失重率

参照林河通等^[13]的方法,贮藏期间定期随机取样3袋,观察和测定果实的腐烂、失重情况。好果率计算公式为

$$\varphi = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

式中 n——好果数 N——被检查总果数

失重率计算公式为

$$\alpha = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中 W_0 ——贮前果实质量, g

W_1 ——不同贮藏期的果实质量, g

1.2.8 果实感官品质

参照林河通等^[13]的方法,在果实贮藏 20 d 时(贮藏结束时间),由 10 人组成的感官品质评价小组从果实腐烂情况、果实外观颜色、果肉色泽、果实质地和风味等方面评价不同浓度 1-MCP 和对照处理的果实感官品质。

以上各指标测定除了果实可溶性固形物重复 10 次外,其余均重复 3 次,取其平均值,数据采用 SPSS 11.5 数据分析软件进行方差分析(ANOVA)和 Duncan 多重比较法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 果实呼吸强度

图 1 表明,油棕果实采后呼吸强度变化具有典型的呼吸跃变型果实特点,其呼吸跃变峰为双峰,分别在采后第 8 天和第 16 天出现,而且前峰低、后峰高。与对照果实相比,1-MCP 处理可降低果实呼吸强度和呼吸峰值,但没有延缓呼吸高峰的出现(图 1)。虽然 1-MCP 处理在整个贮藏期间都可以降低果实呼吸强度和呼吸峰值,但在果实不同贮藏时期,不同浓度 1-MCP 降低果实呼吸作用的效应不同。如贮藏到第 8 天时,与对照果实相比,不同浓度 1-MCP 处理都可显著($P < 0.05$)降低果实呼吸峰值。贮藏到第 16 天时,0.3、0.6、0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理的果实呼吸强度分别比对照果实低 7.9%、11.5%、26.8%、31.0%;统计分析发现,0.6 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理果实呼吸强度显著($P < 0.05$)低于对照果实,0.9 $\mu\text{L/L}$ 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实呼吸强度极显著($P < 0.01$)低于对照果实,而 0.3 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实呼吸强度与对照差异不显著($P > 0.05$)(图 1)。上述结果表明,1-MCP 处理可降低油棕果实呼吸强度和呼吸峰值,而且 1-MCP 处理浓度越高,效果越明显,其中 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的效果最好。

2.2 果实细胞膜透性

在果实衰老过程中,细胞内膜结构的破坏导致细胞膜透性增加,表现为组织相对渗透率增大,因此,细胞膜完整性可用细胞膜相对渗透率大小表示^[11]。由图 2 可知,油棕果实细胞膜相对渗透率随采后贮藏时间的延长而增加。其中在贮藏 0~8 d 内,果实细胞膜相对渗透率快速增加;而在贮藏 8 d 之后,果实细胞膜相对渗透率则缓慢增加。

与对照果实相比,1-MCP 处理可降低油棕果实细胞膜相对渗透率,延缓相对渗透率的升高。但不

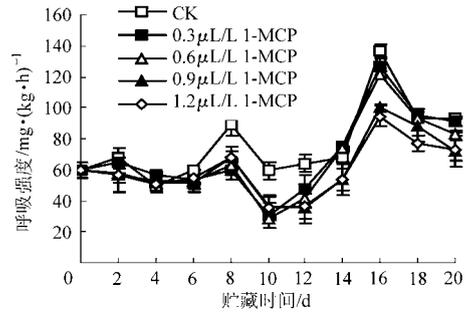


图 1 1-MCP 处理对采后油棕果实呼吸强度的影响

Fig. 1 Effects of 1-MCP treatment on respiration rate of harvested Younai fruits

同浓度 1-MCP 处理延缓果实细胞膜相对渗透率升高的效应不同。0.6、0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理都能明显延缓果实细胞膜相对渗透率的升高。其中 0.6 和 0.9 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实细胞膜相对渗透率显著($P < 0.05$)低于对照果实,1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实细胞膜相对渗透率极显著($P < 0.01$)低于对照果实。0.3 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实细胞膜相对渗透率与对照果实差异不显著($P > 0.05$)(图 2)。

上述结果表明,1-MCP 处理能延缓油棕果实衰老,较好维持果实细胞膜结构的完整性,其中 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的效果最好。

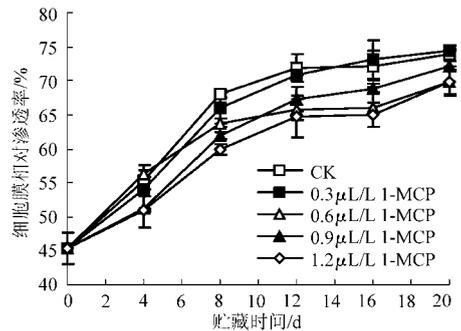


图 2 1-MCP 处理对采后油棕果实细胞膜相对渗透率的影响

Fig. 2 Effects of 1-MCP treatment on cell membrane relative leakage rate of harvested Younai fruits

2.3 果实表面色调角 h°

色调角 h° 为色差综合评定指标, h° 越小表示色差越大、颜色变化越明显。由图 3 可知,油棕果实表面色调角 h° 随采后贮藏时间的延长而下降。但在果实采后不同贮藏时期,果实表面色调角 h° 的变化幅度不同。其中贮藏 0~4 d 内,0.3、0.6、0.9 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理和对照果实表面色调角 h° 缓慢下降;贮藏 4 d 之后,果实表面色调角 h° 则迅速下降。而 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实表面色调角 h° 在采后 0~16 d 内缓慢下降,之后迅速下降。

与对照果实相比,1-MCP 处理可抑制油棕果实

表面色调角 h° 的下降,在整个贮藏期的同一贮藏时间,不同浓度 1-MCP 处理的果实表面色调角 h° 均高于对照。如贮藏至 20 d 时,0、0.3、0.6、0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实表面色调角 h° 分别为 96.47°、100.55°、101.35°、104.82°、108.00°,与贮藏 0 d 时相比,果实表面色调角 h° 分别下降了 19.7°、15.6°、14.8°、11.3°和 8.14°。进一步的统计分析发现,与对照果实相比,0.3 $\mu\text{L/L}$ 和 0.6 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理可显著 ($P < 0.05$) 抑制果实表面色调角 h° 的下降,0.9 $\mu\text{L/L}$ 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理可极显著 ($P < 0.01$) 抑制果实表面色调角 h° 的下降,其中以 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实表面色调角 h° 保持最高(图 3)。

上述结果表明,1-MCP 处理能抑制油棕果实表面色调角 h° 的下降,较好延缓果实色泽转变,其中 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的效果最好。

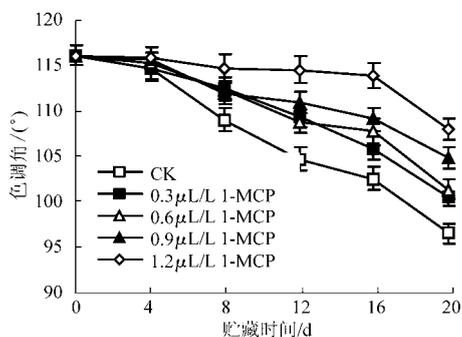


图3 1-MCP处理对采后油棕果实表面色调角的影响

Fig.3 Effects of 1-MCP treatment on hue angle (h°) value of surface of harvested Younai fruits

2.4 果皮叶绿素含量

果实外观颜色是评价果实外观品质和商品价值的重要指标^[10]。新鲜油棕果实果皮外观为绿色,富含叶绿素。由图 4 可知,随采后贮藏时间的延长,油棕果实果皮叶绿素含量下降,果皮颜色逐渐由绿色向黄色转变。但在果实采后不同贮藏时期,果皮叶绿素含量下降的幅度不同。其中在贮藏 0~4 d 内,果皮叶绿素含量快速下降;在贮藏 4~8 d 内,果皮叶绿素含量缓慢下降。但在贮藏 8 d 之后,不同处理的果皮叶绿素含量变化幅度不同。其中 0.3 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理和对照果实的果皮叶绿素含量快速下降;而 0.6、0.9、1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实果皮叶绿素含量在贮藏 8~16 d 内缓慢下降,贮藏 16 d 之后则快速下降。

与对照果实相比,1-MCP 处理在贮藏中后期(12~20 d 内)能有效抑制油棕果实果皮叶绿素含量的下降,而且 1-MCP 处理浓度越高,效果越明显。如贮藏至 12 d 时,不同浓度 1-MCP (0.3、0.6、0.9

和 1.2 $\mu\text{L/L}$) 处理的果实果皮叶绿素含量都极显著 ($P < 0.01$) 高于对照果实;贮藏至 16 d 时,0.3 $\mu\text{L/L}$ 处理的果实果皮叶绿素含量显著 ($P < 0.05$) 高于对照果实,0.6、0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 处理的果实果皮叶绿素含量都极显著 ($P < 0.01$) 高于对照果实。贮藏至 20 d 时,0.3 $\mu\text{L/L}$ 处理的果实果皮叶绿素含量虽然高于对照果实,但与对照果实差异不显著 ($P > 0.05$);而 0.6、0.9、1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实果皮叶绿素含量显著 ($P < 0.05$) 高于对照果实,其中以 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实果皮叶绿素含量最高,与对照果实差异极显著 ($P < 0.01$) (图 4)。

上述结果表明,1-MCP 处理能减缓油棕果实果皮叶绿素含量下降,较好延缓果实色泽转变,这种作用在贮藏的中后期尤为明显,其中 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的效果最好。

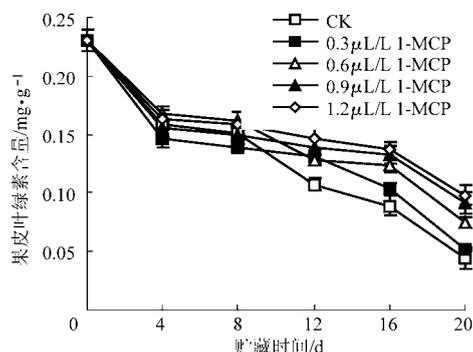


图4 1-MCP处理对采后油棕果实果皮叶绿素含量的影响

Fig.4 Effects of 1-MCP treatment on chlorophyll content in pericarp of harvested Younai fruits

2.5 果实硬度

由图 5 可知,油棕果实硬度随采后贮藏时间的延长而快速下降,其中对照果实的硬度下降最快。与对照果实相比,1-MCP 处理可抑制油棕果实硬度的下降,在整个贮藏期的同一贮藏时间,不同浓度 1-MCP 处理的果实硬度均高于对照果实。如贮藏至 20 d 时,0、0.3、0.6、0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实硬度为 22.7、32.1、35.7、36.1 和 39.3 N/cm^2 ;统计分析发现,不同浓度 1-MCP 处理的果实硬度都极显著 ($P < 0.01$) 高于对照果实。上述结果表明,1-MCP 处理可延缓油棕果实软化、较好保持果实硬度,其中 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的效果最好。

2.6 可溶性固形物和可滴定酸含量

由图 6a 可知,采后贮藏期间的油棕果实可溶性固形物含量总体呈先上升后下降的趋势。贮藏至第 8 天时,油棕果实可溶性固形物含量达到峰值,其中 0.3 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实可溶性固形物含量最高;贮藏 8 d 之后,果实可溶性固形物含量下降,贮藏至第 20 天时,虽然不同浓度 1-MCP 处理的果实

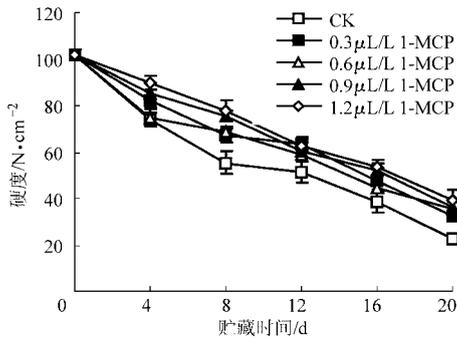


图5 1-MCP处理对采后油棕果实硬度的影响
Fig.5 Effects of 1-MCP treatment on firmness of harvested Younai fruits

可溶性固形物含量都低于对照果实,但与对照果实差异不显著($P > 0.05$),而且不同浓度1-MCP处理间的差异也不显著($P > 0.05$)。

由图6b可知,油棕果实可滴定酸含量随采后贮藏时间的延长而下降。但在果实采后不同贮藏时期,果实可滴定酸含量下降的幅度不同。在贮藏0~4 d内,果实可滴定酸含量快速下降。贮藏4 d之后,不同处理的果实可滴定酸含量变化幅度不同,其中0.3 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理和对照果实的可滴定酸含

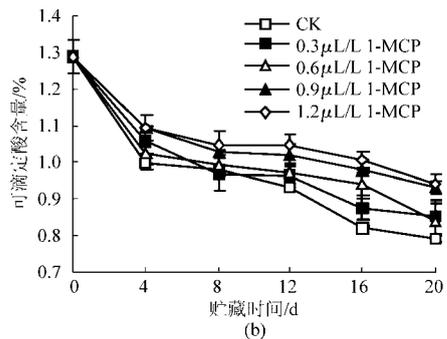
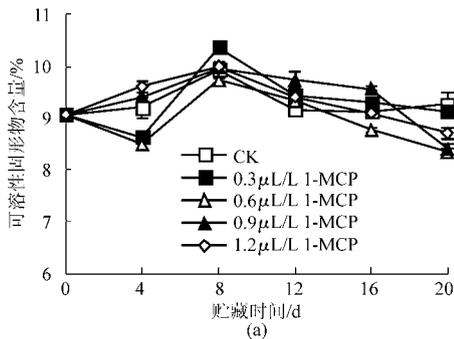


图6 1-MCP处理对采后油棕果实可溶性固形物和可滴定酸含量的影响

Fig.6 Effects of 1-MCP treatment on contents of total soluble solids and titratable acid of harvested Younai fruits
(a)可溶性固形物 (b)可滴定酸

2.7 好果率和失重率

由图7可知,油棕果实好果率随采后贮藏时间的延长而下降,1-MCP处理可抑制油棕果实好果率的下降,在整个贮藏期的同一贮藏时间,不同浓度1-MCP处理的果实好果率均高于对照果实。如贮藏至20 d时,对照、0.3、0.6、0.9和1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理的果实好果率分别为58%、82%、78%、84%、87%,进一步统计分析发现,不同浓度1-MCP处理的果实好果率都极显著($P < 0.01$)高于对照果实。上述结果表明,1-MCP处理有利于减少采后油棕果实贮藏期的腐烂,从而保持较高的好果率,其中1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理的效果最好。

由图8可知,油棕果实失重率随采后贮藏时间的延长而增加。不同处理的果实失重程度不同,其

量快速下降;0.6 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理的果实可滴定酸含量在贮藏4~16 d内缓慢下降,贮藏16 d之后则快速下降;而0.9 $\mu\text{L/L}$ 和1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理的果实可滴定酸含量在贮藏4~20 d内缓慢下降。

与对照果实相比,1-MCP处理可延缓油棕果实可滴定酸含量的下降。如贮藏至16 d时,0.3 $\mu\text{L/L}$ 处理的果实可滴定酸含量虽然高于对照果实,但与对照果实差异不显著($P > 0.05$);0.6 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理的果实可滴定酸含量显著($P < 0.05$)高于对照果实,而0.9 $\mu\text{L/L}$ 和1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理的果实可滴定酸含量极显著($P < 0.01$)高于对照果实。贮藏至20 d时,0.3 $\mu\text{L/L}$ 和0.6 $\mu\text{L/L}$ 处理的果实可滴定酸含量高于对照果实,但与对照果实差异不显著($P > 0.05$);而0.9 $\mu\text{L/L}$ 和1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理的果实可滴定酸含量极显著($P < 0.01$)高于对照果实,其中以1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理的果实可滴定酸含量最高(图6b)。

上述结果表明,1-MCP处理能减缓油棕可滴定酸含量下降,较好保持果实风味,其中1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP处理的效果最好。

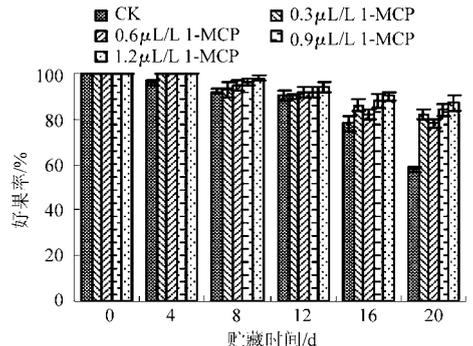


图7 1-MCP处理对采后油棕果实好果率的影响
Fig.7 Effects of 1-MCP treatment on healthy fruit percentage of harvested Younai fruits

中对对照果实的失重率最高,而1-MCP处理可降低贮藏期间果实的失重率。与对照果实相比,不同浓度1-MCP处理降低果实失重程度在果实不同贮藏期存

在明显差异。其中 0.3、0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实在整个贮藏期其果实失重率都低于对照果实,如贮藏至 20 d 时,0.3、0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实失重率分别为 5.35%、5.22% 和 5.35%,都极显著 ($P < 0.01$) 低于对照果实的失重率(6.12%)。而 0.6 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实在贮藏 4~16 d 内,其果实失重率显著 ($P < 0.05$) 低于对照果实;但在贮藏至 20 d 时,其果实失重率(6.03%)虽然低于对照果实的失重率(6.12%),但差异不显著 ($P > 0.05$)。进一步比较发现,不同浓度 1-MCP 处理的果实在贮藏 0~16 d 内,其失重率没有显著 ($P > 0.05$) 差异;但当果实贮藏至 20 d 时,0.6 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实失重率极显著 ($P < 0.01$) 高于其他 3 个浓度处理的果实失重率,而 0.3、0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实失重率差异不显著 ($P > 0.05$)。上述结果表明,1-MCP 处理能减少油棕采后贮藏期间果实的失重,其中 0.9 和 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的效果较佳。

2.8 果实感官品质

没有 1-MCP 处理的对照油棕果实采后极易发

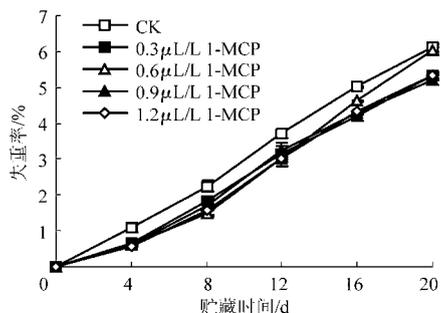


图 8 1-MCP 处理对采后油棕果实失重率的影响
Fig. 8 Effects of 1-MCP treatment on weight loss of harvested Younai fruits

生色泽、质地、风味等品质变化。贮藏至 20 d 时,对照果实的果皮橙红色、果肉橙黄色,果实柔软多汁且汁液易流失,食用时果实风味极淡,已丧失油棕果实的原有风味和品质(表 1)。而 1-MCP 处理能有效控制采后油棕果实色泽、质地、风味等品质变化,降低果实腐烂率,其中以 1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的保鲜效果最佳,在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下贮藏 20 d 时,其果实鲜绿色、果肉质地脆硬,食用时果实酸甜适口、香气浓郁,能较好保持油棕果实的原有风味和品质(表 1)。

表 1 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下贮藏 20 d 的油棕果实感官品质评价

Tab. 1 Organoleptic evaluation of quality of Younai fruits stored at $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ for 20 d

处理组	评价指标		
	色泽	质地	果实腐烂情况和风味
CK	果皮橙红色,果肉橙黄色	果实柔软易碎、汁液很容易流出	果实腐烂率高、部分果实有腐烂味、长霉味等异味;食用时果实风味极淡,已丧失油棕果实的原有风味
0.3 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP	果皮黄色,果肉橙黄色	果实质地柔软、汁液较易流出	果实腐烂率较低、果实无异味;果实尚可食用,但风味较淡
0.6 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP	果皮呈淡黄色,果肉淡黄色	果实质地柔软、汁液较易流出	果实腐烂率较低、果实无异味;果实可以食用,果实微酸、微甜,尚有油棕果实的风味
0.9 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP	果皮黄绿色,果肉淡黄色	果实质地较硬、汁液不会流出	果实腐烂率较低、果实无异味;果实可以食用,果实较酸、微甜,香气较浓,有油棕果实的风味
1.2 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP	果皮绿色,果肉黄绿色	果实质地脆硬、汁液不会流出	果实腐烂率最低、果实无异味;果实酸甜适口,香气浓郁,能较好保持油棕果实的原有风味

3 讨论

乙烯是一种衰老植物激素,又称催熟激素,它能促进采后果实成熟衰老、提高果实呼吸强度、加快叶绿素降解而使果实褪绿、促进果实软化等采后品质下降,从而缩短采后果实保鲜期。因此,控制采后果实乙烯的生成和催熟作用是延缓果实采后成熟衰老和延长果实保鲜期的关键。1-甲基环丙烯(1-MCP)是一种新型的乙烯受体抑制剂,它能够不可逆地作用于乙烯受体,阻断乙烯与受体的正常结合,使果蔬组织对乙烯的敏感性减小或消除,能抑制与果蔬衰

老有关的生理反应,从而延缓果蔬衰老,提高果蔬的耐贮性^[1]。如 1-MCP 处理能降低‘Anna’苹果、磨盘柿、‘Pedro Sato’番石榴、猕猴桃等果实的呼吸强度和呼吸峰值^[3,5,14-15],延缓猕猴桃、翠冠梨、砀山酥梨等果实细胞膜透性的上升^[15-17],抑制食茱萸豆、青花菜、西印度酸橙等果蔬的褪绿或黄化并保持较高的叶绿素含量^[18-20],抑制磨盘柿、葡萄、翠冠梨等果实软化而保持较高的果实硬度^[5,6,16]。因此,1-MCP 处理能提高果蔬采后贮藏品质和延长果蔬保鲜期。本试验结果表明,不同浓度 1-MCP 处理都可降低油棕果实的呼吸强度和呼吸峰值,延缓果实细

胞膜相对渗透率升高,抑制果实表面色调角 h° 和果皮叶绿素含量的下降,保持果实较高的硬度,减少果实可滴定酸含量下降,较好保持果实色泽、风味和品质。其中以 $1.2 \mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的保鲜效果最佳,在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下贮藏 20 d 时,果实好果率达 87%,果实仍保持鲜绿色、果肉质地脆硬、果实酸甜适口、香气浓郁,能较好保持油棕果实的原有风味和品质。

4 结束语

不同浓度 1-MCP (0.3 、 0.6 、 0.9 和 $1.2 \mu\text{L/L}$) 处理都可降低 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下贮藏的油棕果实呼吸强度

和呼吸峰值,延缓果实细胞膜相对渗透率升高,抑制果实表面色调角 h° 下降,保持较高的果实硬度、可滴定酸和果皮叶绿素含量,延迟果实外观颜色转变,减少果实失重和腐烂;其中浓度为 $1.2 \mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理的保鲜效果最佳,在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下贮藏 20 d 时,果实好果率达 87%,果实仍保持鲜绿色、果肉质地脆硬、果实酸甜适口、香气浓郁,能较好保持油棕果实的原有风味和品质。因此,浓度为 $1.2 \mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理 12 h 可以作为油棕果实在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下贮藏保持其果实品质、延长保鲜期的适宜处理条件。

参 考 文 献

- Blankenship S M, Dole J M. 1-Methylcyclopropene: a review [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2003, 28 (1): 1 ~ 25.
- Watkins C B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables [J]. *Biotechnology Advances*, 2006, 24(4): 389 ~ 409.
- Pre-Aymard C, Weksler A, Lurie S. Responses of 'Anna', a rapidly ripening summer apple, to 1-methylcyclopropene [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2003, 27(2): 163 ~ 170.
- Mahajan B V C, Singh K, Dhillon W S. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on storage life and quality of pear fruits [J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2010, 47(3): 351 ~ 354.
- 张鹏, 李江阔, 孟宪军, 等. 1-MCP 和薄膜包装对磨盘柿采后生理及品质的影响 [J]. *农业机械学报*, 2011, 42(2): 130 ~ 133, 143.
Zhang Peng, Li Jiangkuo, Meng Xianjun, et al. Effects of 1-MCP and film packaging treatments on postharvest physiology and quality of Mopan persimmon [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2011, 42(2): 130 ~ 133, 143. (in Chinese)
- 李志文, 张平, 张昆明, 等. 1-MCP 结合冰温贮藏对葡萄果实品质的影响 [J]. *农业机械学报*, 2011, 42(7): 176 ~ 181.
Li Zhiwen, Zhang Ping, Zhang Kunming, et al. Effect of 1-methylcyclopropene combined with controlled freezing-point storage on texture of grape fruit [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2011, 42(7): 176 ~ 181. (in Chinese)
- 邵毅, 罗云波, 陈安均, 等. 1-MCP 处理和贮藏温度对黑宝石李果肉褐变的影响 [J]. *农业机械学报*, 2010, 41(3): 128 ~ 133.
Shao Yi, Luo Yunbo, Chen Anjun, et al. Effect of 1-MCP treatment and storage temperature on pulp browning of friar plum (*Prunus salicina* Lindell. cv. Friar) [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2010, 41(3): 128 ~ 133. (in Chinese)
- 吴朝晖, 林河通. 油棕果实冷藏保鲜及包装技术研究 [J]. *食品科学*, 1997, 18(2): 60 ~ 63.
Wu Zhaohui, Lin Hetong. Technology of cold storage and package in Oil Nane [J]. *Food Science*, 1997, 18(2): 60 ~ 63. (in Chinese)
- 罗自生, 席琦芳, 程度, 等. 钙处理对桃形李采后生理的影响 [J]. *厦门大学学报: 自然科学版*, 2001, 40(增刊 2): 78 ~ 81.
Luo Zisheng, Xi Yufang, Cheng Du, et al. Effect of calcium treatment on postharvest physiology of Nane fruit [J]. *Journal of Xiamen University: Natural Science*, 2001, 40(Supp. 2): 78 ~ 81. (in Chinese)
- 孔祥佳, 林河通, 郑俊峰, 等. 诱导冷藏橄榄果实抗冷性的适宜热空气处理条件优化 [J]. *农业工程学报*, 2011, 27(8): 371 ~ 376.
Kong Xiangjia, Lin Hetong, Zheng Junfeng, et al. Optimum conditions of hot air treatment for inducing chilling tolerance of Chinese olive fruits during cold storage [J]. *Transactions of the CSAE*, 2011, 27(8): 371 ~ 376. (in Chinese)
- 林河通, 席琦芳, 陈绍军. 龙眼果实采后失水果皮褐变与活性氧及酚类代谢的关系 [J]. *植物生理与分子生物学学报*, 2005, 31(3): 287 ~ 297.
Lin Hetong, Xi Yufang, Chen Shaojun. The relationship between the desiccation-induced browning and the metabolism of active oxygen and phenolics in pericarp of postharvest longan fruit [J]. *Journal of Plant Physiology and Molecular Biology*,

- 2005, 31(3): 287 ~ 297. (in Chinese)
- 12 Luo Z S, Xie J, Xu T Q, et al. Delay ripening of 'Qingnai' plum (*Prunus salicina* Lindl.) with 1-methylcyclopropene [J]. *Plant Science*, 2009, 177(6): 705 ~ 709.
- 13 林河通, 陈绍军, 席玛芳. 采收期对龙眼果实品质和耐贮性的影响[J]. *农业工程学报*, 2003, 19(6): 179 ~ 184.
Lin Hetong, Chen Shaojun, Xi Yufang. Effects of harvesting date on quality and storability of longan fruit [J]. *Transactions of the CSAE*, 2003, 19(6): 179 ~ 184. (in Chinese)
- 14 Bassetto E, Jacomino A P, Pinheiro A L, et al. Delay of ripening of 'Pedro Sato' guava with 1-methylcyclopropene [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2005, 35(3): 303 ~ 308.
- 15 余文琴, 赵晓玲, 林河通. 安喜布处理对冷藏猕猴桃果实衰老生理的影响[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(9): 333 ~ 338.
She Wenqin, Zhao Xiaoling, Lin Hetong. Effects of AnsiP-S (1-MCP) treatment on physiology of postharvest senescence in kiwifruit during cold storage [J]. *Transactions of the CSAE*, 2009, 25(9): 333 ~ 338. (in Chinese)
- 16 程春梅, 郑永华, 郜海燕, 等. 翠冠梨冷藏后用1-MCP处理对货架品质的影响[J]. *农业机械学报*, 2007, 38(12): 100 ~ 104.
Cheng Chunmei, Zheng Yonghua, Gao Haiyan, et al. Effects of 1-MCP treatment after cold storage on fruit quality in Cuiguan pears during shelf life [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2007, 38(12): 100 ~ 104. (in Chinese)
- 17 惠伟, 牛瑞雪, 宋要强, 等. 1-MCP和DPA对砀山酥梨黑皮病的抑制效果[J]. *中国农业科学*, 2010, 43(6): 1 212 ~ 1 219.
Hui Wei, Niu Ruixue, Song Yaoqiang, et al. Inhibitory effects of 1-MCP and DPA on superficial scald of 'Dangshansuli' pear [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(6): 1 212 ~ 1 219. (in Chinese)
- 18 汪峰, 郑永华, 张兰, 等. 1-MCP对冷藏食荚豌豆衰老及品质的影响[J]. *植物生理与分子生物学学报*, 2004, 30(2): 167 ~ 172.
Wang Feng, Zheng Yonghua, Zhang Lan, et al. Effect of 1-MCP on senescence and quality in cold-stored edible podded pea [J]. *Journal of Plant Physiology and Molecular Biology*, 2004, 30(2): 167 ~ 172. (in Chinese)
- 19 Yuan G F, Sun B, Yuan J, et al. Effect of 1-methylcyclopropene on shelf life, visual quality, antioxidant enzymes and health-promoting compounds in broccoli florets [J]. *Food Chemistry*, 2010, 118(3): 774 ~ 781.
- 20 Win T O, Srilaong V, Heyes J, et al. Effects of different concentrations of 1-MCP on the yellowing of West Indian lime (*Citrus aurantifolia*, Swingle) fruit [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006, 42(1): 23 ~ 30.