

1-甲基环丙烯结合不同保鲜袋对叶用甘薯茎尖 冷藏保鲜效果的影响

圣晓婷¹, 张引引², 罗运君¹, 王继栋³, 袁起⁴, 闫师杰^{1,5*}

(1. 天津农学院食品科学与生物工程学院, 天津 300384; 2. 天津农学院园艺园林学院, 天津 300384;
3. 北京首都机场商贸有限公司, 北京 100621; 4. 徐州徐薯薯业科技有限公司, 徐州 221161;
5. 天津市农副产品深加工技术工程中心, 天津 300384)

摘要: **目的** 探究 1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropylene, 1-MCP)结合不同保鲜袋对叶用甘薯茎尖贮藏品质的影响, 筛选最适的保鲜方式。 **方法** 以叶用甘薯茎尖为材料, 经 0.91 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理 24 h 后结合聚乙烯(PE)或微孔膜(WK)保鲜袋包装, 在 5 $^{\circ}\text{C}$ 下进行贮藏, 分别于 0、3、6、9、12 d 时对其失重率、色差、黄化率、呼吸强度、乙烯释放量、多酚氧化酶活性等指标进行测定。 **结果** 贮藏 12 d 后, 1-MCP+PE, 1-MCP+WK 处理组的失重率分别为 3.43%, 2.72%, 显著低于未经 1-MCP 处理组($P < 0.05$), 说明 1-MCP 处理能够有效抑制叶用甘薯茎尖失水; 1-MCP+WK 处理下的 L 值为 33.9, 高于其余 3 种处理, 表明该处理能够更好的保持叶用甘薯茎尖的亮度和新鲜感。此外, 1-MCP 结合保鲜袋处理能够减弱呼吸作用, 降低乙烯释放量及多酚氧化酶活性。 **结论** 1-MCP 处理并结合 PE 膜或者微孔膜包装对叶用甘薯茎尖具有良好的保鲜效果, 可以有效延长其贮藏期。

关键词: 1-甲基环丙烯; 叶用甘薯茎尖; PE 膜; 微孔膜; 生理指标

Effect of 1-methylcyclopropylene combined with different fresh-keeping bags on the cold preservation effect of the stalk eatable sweet potato tips

SHENG Xiao-Ting¹, ZHANG Yin-Yin², LUO Yun-Jun¹, WANG Ji-Dong³, YUAN Qi⁴, YAN Shi-Jie^{1,5*}

(1. College of Food Science and Biological Engineering, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;
2. College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 3. Beijing Capital Airport Commercial & Trading Company Limited, Beijing 100621, China; 4. Xuzhou Xushu Shuye Technology Co., Ltd., Xuzhou 221161, China; 5. Tianjin Engineering and Technology Research Center of Agricultural Products Processing, Tianjin 300384, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the effect of 1-methylcyclopropylene (1-MCP) combined with different fresh-keeping bags on the storage quality of the stalk eatable sweet potato tips, and select the best preservation method. **Methods** The sweet potato tips was used as the material, and it were treated with 0.91 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP and packaged in PE or microporous membrane (WK) preservation bags, then stored at 5 $^{\circ}\text{C}$. The weight loss, color difference, yellowing rate, respiratory intensity, ethylene release and polyphenol oxidase (PPO) activity of sweet potato tips at 0, 3, 6, 9 and 12 d were determined respectively. **Results** After 12 d of storage, the weight loss rates

基金项目: 国家级大学生创新训练计划项目(201710061033)、天津市高校创新团队项目、天津市林果产业技术体系项目(2018006)

Fund: Supported by National Innovation Training Program for College Students (201710061033), Tianjin University Innovation Team, Technology System of Forest and Fruit Industry in Tianjin (2018006)

***通讯作者:** 闫师杰, 博士, 教授, 主要研究方向为果蔬贮藏保鲜、食品质量与安全。E-mail: yanshijie@126.com

***Corresponding author:** YAN Shi-Jie, Ph.D, Professor, Tianjin Agricultural University, Tianjin Engineering and Technology Research Center of Agricultural Products Processing, Tianjin 300384, China. E-mail: yanshijie@126.com

of 1-MCP+PE and 1-MCP+WK treatment groups were 3.43% and 2.72%, respectively, which were significantly lower than those without 1-MCP treatment ($P < 0.05$), indicating that 1-MCP treatment could effectively inhibit the water loss of sweet potato tips. The L value of 1-MCP+WK treatment was 33.9, which was higher than the other 3 treatments, indicating that the treatment could better maintain the brightness of the sweet potato tips and maintain freshness. In addition, 1-MCP combined with plastic wrap treatment could reduce respiration, reduce ethylene release and polyphenol oxidase activity. **Conclusion** 1-MCP treatment combined with PE film or microporous membrane packaging has a good fresh-keeping effect on the sweet potato tips, which can effectively prolong its storage period.

KEY WORDS: 1-methylcyclopropylene; sweet potato tip; PE film; micro-porous film; physical activity

1 引言

叶用型甘薯是指以甘薯嫩梢或叶柄等作为食用部位的一种蔬菜专用型甘薯新品种。叶用甘薯茎尖营养丰富,在鲜重下检测其总糖含量为 2.19 g/100 g,蛋白质含量为 1.69 g/100 g,维生素 C 含量较丰富,达到 78.03 mg/100 g^[1]。叶用甘薯茎尖与菠菜、芹菜、白菜、油菜、韭菜等 14 种蔬菜相比,其蛋白质、脂肪、碳水化合物、热量、纤维、钙、磷、铁、胡萝卜素、VC、VB₂、烟酸等 12 项营养成分均居首位^[2]。且其黄酮和多酚含量也较为丰富。叶用甘薯茎尖还具有增强血小板,抗癌、抗氧化,降血糖、降血脂、降胆固醇,促进骨骼形成、预防骨骼疾病、增强免疫力等多种保健功能,因此被誉为“蔬菜皇后”“长寿菜”。

由于叶用甘薯茎尖食用幼嫩茎叶,保鲜期短,在高温高湿季节采收后呼吸作用旺盛,极易快速变褐腐烂,因此,选择合适的贮藏保鲜方式对其贮运、销售尤为重要。在不同贮藏温度下蔬菜的各营养品质变化情况不同,研究发现叶菜类产品对温度较敏感,通常温度每增加 10 °C,败坏速率增加 2~3 倍^[3]。杜传来等^[4]研究表明,4 °C 贮藏温度下包心菜、生菜、青菜等贮藏期可延长 6~8 d,并且黄化率和失水率下降都较缓慢。任立华等^[5]发现,叶用甘薯茎尖采收后生理代谢旺盛,消耗本身基质多,营养损失较大,其适宜贮藏温度为(4±1) °C。目前,保鲜袋已广泛应用于各种果蔬的贮藏保鲜。保鲜袋包装可保持果蔬产品的呼吸作用与薄膜透气性之间的平衡,在包装内形成一种高 CO₂、低 O₂ 浓度的微环境,抑制果蔬产品的代谢作用,从而达到延长其贮藏寿命的目的^[6]。

1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)是一种新型乙烯抑制剂,具有无毒、低量、高效等优点,在酥梨^[6]、油菜^[7]、桃^[8]等的研究报道中证明合理使用会有良好的保鲜效果。傅茂润等^[9]研究发现 0.4 μL/L 1-MCP 处理可较好地保持桂河芹菜常温运输及货架期间的感官品质,抑制芹菜失水,保绿及抑制褐变效果较好。叶强等^[10]发现 1-MCP 处理通过抑制养心菜的呼吸作用可将养心菜的贮藏期延长至原来的 1.67 倍,并且能更好地保持养心菜的品质,其中 1.5 μg/m³ 1-MCP 处理的保鲜效果最好。但目前有关 1-MCP

对叶用甘薯茎尖保鲜效果的影响研究较少。

本研究旨在探讨在(5±1) °C 贮藏温度下,1-MCP 处理并结合不同保鲜袋包装对叶用甘薯茎尖保鲜贮藏效果的影响,以便寻求最适的保鲜方式,为其贮藏保鲜提供理论依据,从而扩大其食用、销售等方面的范围,并且将其营养、经济价值发挥到最大。

2 材料与方法

2.1 材料与设备

2.1.1 材料与试剂

材料为叶用甘薯茎尖,产地在徐州徐薯薯业科技有限公司。采收后放入泡沫箱,带冰瓶当天耗时 5 h 带回天津农学院,挑选出无病虫害、尖片无损的茎尖置于温度为 10 °C,相对湿度为 40% 的环境中摊开 2 h 晾干去除田间热后,作为最终的试验样品。

微孔膜(WK, 85 cm×70 cm, 厚度(0.05~0.06) mm, 孔径(15~20) μm)、PE 膜均由国家农产品保鲜工程技术研究中心提供(天津)。

试剂:聚乙烯吡咯烷酮(分析纯,天津市光复精细化工研究所);邻苯二酚、聚乙二醇 6000、无水醋酸钠(分析纯,天津市风船化学试剂科技有限公司);冰醋酸(分析纯,天津市北方天医化学试剂厂);Triton X-100(分析纯,北京索莱宝科技有限公司)。

2.1.2 仪器与设备

CP114 电子分析天平(上海奥豪斯有限公司);HERMLE Z323K 高速冷冻离心机(德国 HERMLE 公司);BCD-206TASJ X 冰箱(青岛海尔股份有限公司);A11 BS25 分析研磨机(德国 IKA 公司);UV-1800 分光光度计(北京瑞利分析仪器公司);CS-10 色差仪(昆山恒港电子科技有限公司);CA-10CO₂ 呼吸代谢测定仪(美国 Sable Systems 仪器公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 处理方法

挑选新鲜、无黄化叶片、无腐烂、大小长度均一的叶用甘薯茎尖扎成 300 g 左右的小捆,标上序号,分别放于衬有 PE 膜、微孔膜的塑料筐中掩口包装标记,每个处理各 4 筐,16 筐共计约 17 kg。

将内衬有PE膜,微孔膜的各4筐叶用甘薯茎尖放于搭好的1 m³的帐子中,用0.91 μL/L 1-MCP处理24 h,并将其与未经1-MCP处理的叶用甘薯茎尖掩口包装标记,统一放置到(5±1)℃的冷藏库中,分别于0、3、6、9、12 d对其失重率、色差、黄化率、呼吸强度、乙烯释放量、多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)活性等相关生理指标进行测定。

2.2.2 测定项目与方法

1) 失重率

计算公式为:

$$\text{失重率} = \frac{\text{初始质量} - \text{测定时质量}}{\text{初始质量}} \times 100\%$$

2) 色差

在0、3、6、9、12 d时从冷库中分别取出经1-MCP处理和不经处理的PE膜、微孔膜包装的叶用甘薯茎尖,每种处理共3小捆,每一捆随机标记5片新鲜叶片用于测定色差。用色差仪测定其色泽(L, a, b 值)。

L : 表示亮度; $+a$: 表示红色; $-a$: 表示绿色; $+b$: 表示黄色, $-b$: 表示蓝色。

以 L 的平均值代表该材料包装的甘薯茎尖的亮度; a 的平均值代表甘薯茎尖颜色的红绿; b 的平均值代表甘薯茎尖颜色的黄蓝。

3) 黄化率

叶片出现黄化斑点即认定为黄化叶片。将黄化、腐烂叶片检出并称重,计算黄化率。

计算公式:

$$\text{黄化率} = \frac{\text{黄化菜总重量}}{\text{试样菜总重量}} \times 100\%$$

4) 呼吸强度和乙烯释放量

参考韩云云等^[11]方法,并略加修改。每种处理组中选取3小捆(300 g)作为呼吸固定的测定茎尖,做好标记。将每一组的茎尖,依次放入保鲜盒内,其中保鲜盒的体积为4.5 L,在5℃冷藏环境下密闭1 h,取样采用1 mL注射器抽取1 mL气体用CO₂呼吸代谢测定仪和GC7890气相色谱(色谱条件:GDX-502填充柱和氢火焰离子化检测器(flame ionization detector, FID)和载气N₂,入口温度250℃:120℃柱温:300℃温度探测器)分别进行呼吸强度和乙烯释放量的测定。每组重复至少3次。分别以mgCO₂/(kg·h)和μL/(kg·h)表示。

计算公式:

$$\text{呼吸强度} = \frac{9.821428 \times [984.14 \times (I - I_0) + 0.0118] \times (4500 - G)}{G}$$

式中: I —样品气体中二氧化碳的含量; G —样品质量, g

$$\text{乙烯释放量} = \frac{4500 \times 2.74944 \times I}{G}$$

式中: I —样品气体中二氧化碳的含量; G —样品质量, g

5) 多酚氧化酶活性

参考曹建康^[12]方法,并略加修改。称取5.0 g叶用甘

薯茎尖冻样置于研钵器中,加入5 mL提取缓冲液,在冰浴条件下研磨成匀浆,于4℃、12000 ×g离心30 min,收集上清液即为酶提取液,低温保存备用。

取一支试管,加入4.0 mL 50 mmol/L、pH 5.5的醋酸缓冲液和1.0 mL 50 mmol/L邻苯二酚溶液,最后加入100 μL酶提取液,同时立即开始计时。将反应混合液倒入比色杯中,置于分光光度计样品室中。以蒸馏水为参比,在反应15 s时开始记录反应体系在波长420 nm处吸光度作为初始值,然后每隔1 min记录一次,连续测定,至少获取6个点的数据。重复三次。以μ/min·g表示。

计算公式:

$$\text{多酚氧化酶活性 (U)} = \frac{\Delta OD_{420} \times V}{\Delta t \times V_S \times W}$$

式中: ΔOD_{420} —反应混合液的吸光度变化值; Δt —酶促反应时间, min; V —样品提取液总体积, mL; V_S —测定时所取样品提取液体积, mL; W —样品质量, g。

2.2.3 数据处理

数据采用Excel 2007软件进行作图和统计分析。

3 结果与分析

3.1 1-MCP结合不同保鲜袋对叶用甘薯茎尖失重率的影响

由图1可见,随着贮藏时间的延长,叶用甘薯茎尖的失重率均呈上升趋势,冷藏3 d后急速上升。不同处理间以PE膜包装叶用甘薯茎尖的失重率最高,12 d时,PE膜包装和1-MCP+PE膜包装处理的失重率分别为4.85%和3.43%,是1-MCP+微孔膜包装失重率的1.78倍和1.26倍。1-MCP可抑制失重发生,12 d时,微孔膜包装处理的失重率为4.02%,是1-MCP+微孔膜包装失重率的1.48倍。1-MCP+微孔膜包装失重率为2.72%,统计分析表明,其数值显著低于其他3种处理($P < 0.05$),表明1-MCP+微孔膜能有效抑制叶用甘薯茎尖失水,更好的保持了其新鲜度。

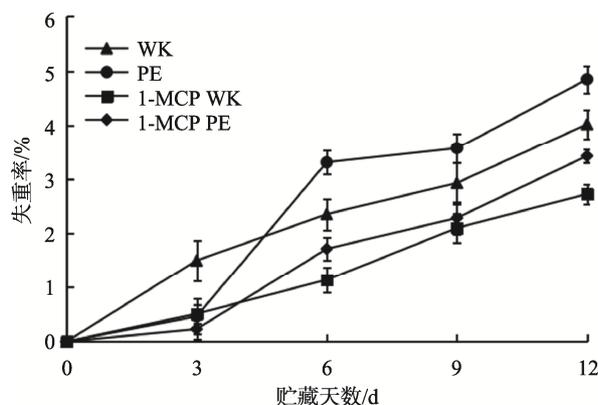


图1 1-MCP结合不同保鲜膜对叶用甘薯茎尖失重率的影响($n=3$)
Fig.1 Effects of 1-MCP combined with different preservation bags on the weightlessness rate of the stalk eatable sweet potato tips ($n=3$)

3.2 1-MCP 结合不同保鲜袋对叶用甘薯茎尖色差的影响

由图 2 可见,随着贮藏时间的延长,不同处理间叶用甘薯茎尖亮度均呈下降趋势。贮藏 3 d 后 4 种不同处理间的 L 值相差不大;但随着贮藏期的延长,微孔膜处理组的叶用甘薯茎尖 L 值急剧下降,在贮藏第 12 d 时,显著低于其他 3 个处理组($P<0.05$)。12 d 时,PE 膜处理组的 L 值为 32.4,与 1-MCP+PE 膜处理组的 L 值(32.6)差异不大,说明 1-MCP 处理对于 PE 膜包装下的叶用甘薯茎尖亮度影响较小。12 d 时,1-MCP+微孔膜处理组 L 值为 33.9,是微孔膜处理组的 1.1 倍,且显著高于其他 3 个处理组。统计分析表明:在贮藏期间,1-MCP+微孔膜处理组 L 值相对较高,表明 1-MCP 处理结合微孔膜包装能够更好的保持叶用甘薯茎尖的亮度,维持其新鲜感。

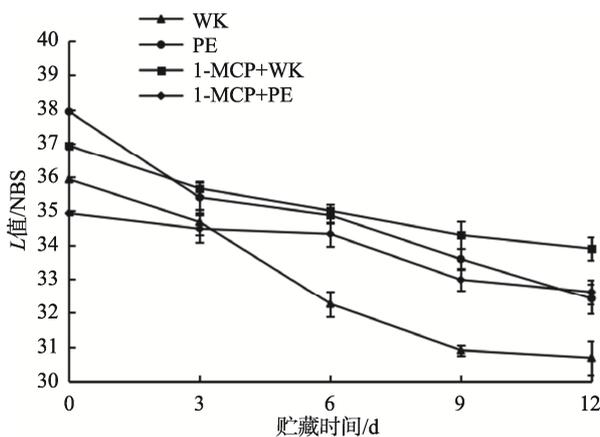


图 2 1-MCP 结合不同包装对叶用甘薯茎尖 L 值的影响($n=3$)
Fig.2 Effects of 1-MCP combined with different preservation bags on the L value rate of the stalk eatable sweet potato tips($n=3$)

在 CLELAB 表色立体中,-a 方向表示绿色,+a 方向表示红色。 $|a|$ 值的大小反映了绿色的深浅,体现了蔬菜的叶绿素含量。由图 3 可见,在整个贮藏期内,4 种处理组的 a 值都呈现出增加的趋势,说明随着贮藏时间的延长,叶用甘薯茎尖绿色变浅,逐渐变黄。贮藏 12 d 后,发现 1-MCP+微孔膜包装下的叶用甘薯茎叶 $|a|$ 值显著高于其他 3 个处理组,表明该处理具有较好的保绿性。

3.3 1-MCP 结合不同保鲜袋对叶用甘薯茎尖黄化率的影响

叶片转黄是叶用甘薯茎尖贮藏过程中影响其品质和商品性的主要因素之一。由图 4 可见,在 12 d 贮藏期内,通过 1-MCP+PE 膜、1-MCP+微孔膜、PE 膜 3 个处理组的叶用甘薯茎尖的黄化率差异不大,而微孔膜包装下的叶用甘薯茎尖黄化率最小,仅为 28%,显著低于其余 3 种处理($P<0.05$),统计分析表明:微孔膜包装可以有效地抑制叶用甘薯茎尖的黄化。

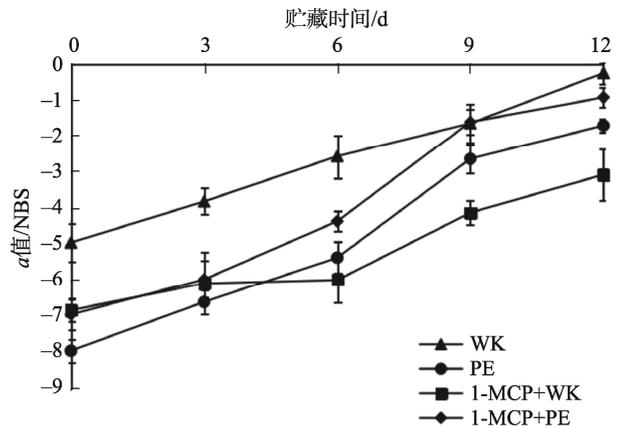


图 3 1-MCP 结合不同包装对叶用甘薯茎尖 a 值的影响($n=3$)
Fig.3 Effects of 1-MCP combined with different preservation bags on the a value rate of the stalk eatable sweet potato tips($n=3$)

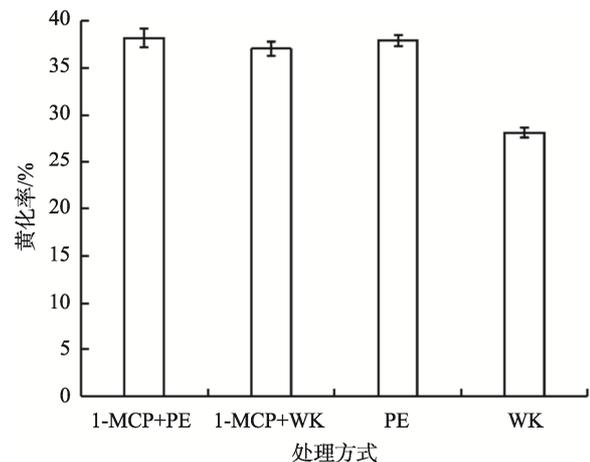


图 4 1-MCP 结合不同包装对叶用甘薯茎尖黄化率的影响($n=3$)
Fig.4 Effects of 1-MCP combined with different preservation bags on the etiolation rate of the stalk eatable sweet potato tips($n=3$)

3.4 1-MCP 结合不同保鲜袋对叶用甘薯茎尖呼吸强度的影响

由图 5 可见,叶用甘薯茎尖采后当天呼吸强度较高,随着贮藏期的延长,不同处理间叶用甘薯茎尖的呼吸强度均呈现先下降后上升再下降又上升的趋势,其中 1-MCP 处理结合微孔膜或 PE 膜包装下的呼吸强度变化幅度较大。贮藏 3 d 时,1-MCP+微孔膜和 1-MCP+PE 膜处理组呼吸强度分别为 $8.2 \text{ mgCO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$, $8.9 \text{ mgCO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$,显著低于未经 1-MCP 处理组($P<0.05$),说明在贮藏期间,1-MCP 处理能够有效地抑制叶用甘薯茎尖的呼吸作用。12 d 时,1-MCP+微孔膜,1-MCP+PE 膜处理组呼吸强度分别为 $16.0 \text{ mgCO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$, $15.2 \text{ mgCO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$,1-MCP 处理下,使用 PE 膜包装降低了叶用甘薯茎尖的呼吸强度。统计分析表明:1-MCP 处理能够显著降低贮藏期间叶用甘薯茎尖的呼吸强度,且 PE 膜比微孔膜效果好,更能延缓其衰老进程,延长其保鲜期。

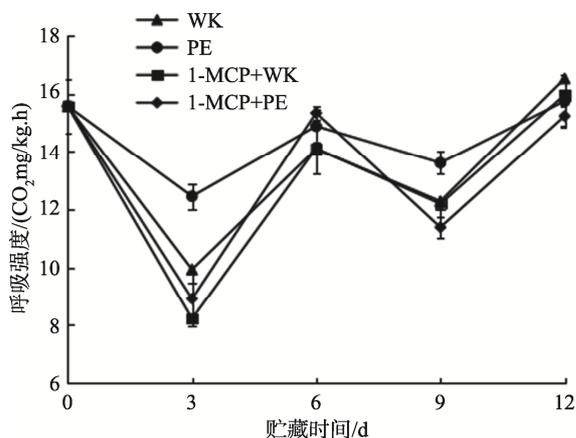


图5 1-MCP结合不同包装对叶用甘薯茎尖呼吸强度的影响($n=3$)
Fig.5 Effects of 1-MCP combined with different preservation bags on the respiration rate of the stalk eatable sweet potato tips($n=3$)

3.5 1-MCP结合不同保鲜袋对叶用甘薯茎尖乙烯释放量的影响

由图6可见,叶用甘薯茎尖采后乙烯释放量较低,为 $10.4 \mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$,经1-MCP处理后出现短暂降低,3 d后4种处理组乙烯释放量均随贮藏时间延长而增加,9 d后出现急剧增长并在贮藏末期达最大值。12 d时,1-MCP+PE膜、1-MCP+微孔膜处理组乙烯释放量分别为 $117 \mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$ 、 $123 \mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$,显著低于未经1-MCP处理组($P<0.05$)。统计分析表明:1-MCP能够显著降低叶用甘薯茎尖贮藏期内乙烯释放量,对延缓其衰老具有显著意义。

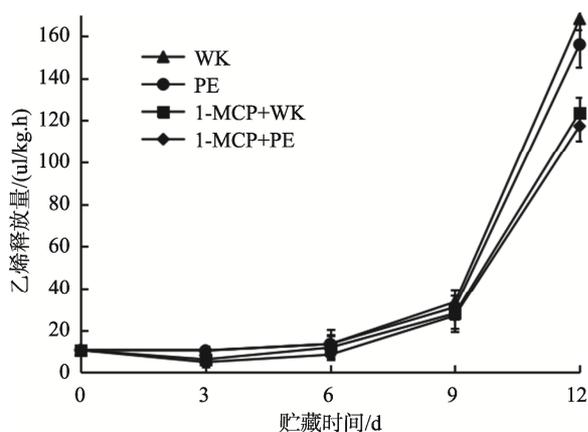


图6 1-MCP结合不同包装对叶用甘薯茎尖乙烯释放量的影响($n=3$)
Fig.6 Effects of 1-MCP combined with different preservation bags on the Ethylene release of the stalk eatable sweet potato tips($n=3$)

3.6 1-MCP结合不同保鲜袋对叶用甘薯茎尖多酚氧化酶的影响

从图7可以看出,在贮藏期间,叶用甘薯茎尖的PPO酶活性总体呈下降趋势;在贮藏3 d,叶用甘薯茎尖PPO

酶活达到峰值,随后除1-MCP+WK膜处理组出现波动外其余3组均逐渐下降。12 d时,1-MCP+PE膜处理组PPO酶活为 $0.145 \text{ U}/\text{min}\cdot\text{g}$,显著低于其他处理组($P<0.05$);且叶用甘薯茎尖未经过1-MCP处理的PPO酶活性显著高于经过1-MCP处理的。统计分析表明:1-MCP处理可以有效地抑制PPO酶活性,抑制叶用甘薯茎尖发生褐变,延长其贮藏期。

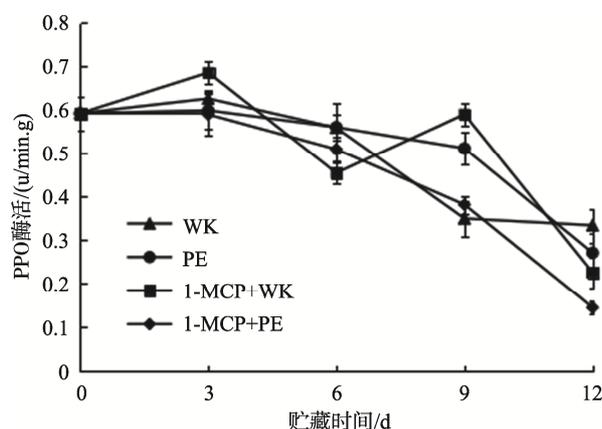


图7 1-MCP结合不同包装对叶用甘薯茎尖多酚氧化酶的影响($n=3$)

Fig.7 Effects of 1-MCP combined with different preservation bags on the PPO of the stalk eatable sweet potato tips($n=3$)

4 结论与讨论

叶用甘薯茎尖富含蛋白质、矿物质、黄酮类和多酚类等物质,营养丰富,具有保健功效,深受人们喜爱。但是,该类蔬菜具有叶表面积大、含水量高、组织脆嫩等特点,收获后水分蒸发快,易受机械伤,呼吸作用旺盛,呼吸热产生量大,故常发生黄化、腐烂而难于保鲜贮藏^[12,13]。一般常温下2~3 d就枯黄变质,关于叶用甘薯茎尖的贮藏保鲜的资料国内外非常有限。近年来,叶用甘薯茎尖在我国许多省份发展较快,全国各地对开发生产叶用甘薯茎尖都有浓厚兴趣。目前该产品在香港、广东、福建等沿海经济发达城市销售供不应求,市场前景十分看好。

乙烯在植物体内的作用十分重要,它能够让果蔬更快的成熟,加速组织衰老^[13]。近年来,一些新型乙烯抑制剂被发现,这为果蔬保鲜提供了新的突破口。1-MCP是一种生物保鲜剂,目前在国内外果蔬保鲜上被广泛使用。它可以特异性地和乙烯受体结合,阻断乙烯与其受体的正常结合,从而延长其贮藏期。目前1-MCP被证明可以有效保持生菜、青菜、包菜中较高的叶绿素和VC含量,减少MDA的积累,延缓其衰老进程。PE、微孔保鲜膜是现阶段较常用的食品保鲜膜,已广泛应用于各种生鲜果蔬的贮藏保鲜,该实验通过1-MCP处理结合PE和微孔膜包装,旨在筛选一种较好的叶用甘薯茎尖采

后贮藏保鲜和包装方式,更好地指导生产。

本研究表明:(5±1)℃贮藏温度下,1-MCP处理可较好地保持叶用甘薯茎尖的色泽、抑制叶用甘薯茎尖失水,降低其贮藏期间的呼吸速率,减少乙烯释放量、延缓其衰老进程,减小多酚氧化酶活性,使其更好的保持鲜嫩,维持品质。因此,1-MCP处理可以有效延长叶用甘薯茎尖的贮藏期,对其具有良好的保鲜效果。1-MCP+微孔膜包装能有效抑制叶用甘薯茎尖失水,更好保持其色泽,1-MCP+PE膜包装能较好降低其贮藏期间的呼吸强度、乙烯释放量以及多酚氧化酶活性,2种包装对延缓叶用甘薯茎尖衰老,延长保鲜期有较好效果。

参考文献

- [1] 宋吉轩,雷尊国,李云,等.甘薯茎尖主要营养成分含量初报[J].贵州农业科学,2010,38(1):45-48.
Song JX, Lei ZG, Li Y, et al. Contents of main nutrient compositions of sweet potato shoot tips [J]. Guizhou Agric Sci, 2010, 38(1): 45-48.
- [2] 方明春,钟雄发.菜叶型甘薯苗栽培技术[J].现代农村科技,2014,(22):16.
Fang MC, Zhong XF. Cultivation technology of vegetable-leaf sweet potato seedlings [J]. Mod Rural Sci Technol, 2014, (22): 16.
- [3] 刘才宇,朱培雷,赵贵云,等.叶菜类蔬菜贮藏保鲜技术研究进展[J].安徽农业大学学报,2011,38(5):797-801.
Liu CY, Zhu PL, Zhao GY, et al. Research advances of storage technology of leaf vegetable [J]. J Anhui Agric Univ, 2011, 38(5): 797-801.
- [4] 杜传来,许天亮.不同贮藏条件和包装方式对几种叶菜保鲜效果的影响[J].保鲜与加工,2009,9(2):30-34.
Du CL, Xu TL. Effects of different storage conditions and packaging model on preservation of several kinds of vegetables [J]. Stor Process, 2009, 9(2): 30-34.
- [5] 任立华,余华.不同贮藏温度对甘薯营养品质的影响[J].福建农业科技,2011,(6):97-99.
Ren LH, Yu H. Effects of different storage temperatures on nutritional quality of vegetable sweet potato [J]. Fujian Agric Sci Technol, 2011, (6): 97-99.
- [6] 张四普,牛佳佳,郭超峰,等.1-MCP结合不同保鲜袋对半地下通风库贮藏酥梨品质的影响[J].果树学报,2017,34(5):611-619.
Zhang SJ, Niu JJ, Guo CF, et al. Effect of 1-MCP combined with bagging with different film materials on quality of 'Suli' pear (*Pyrus bretschneideri*) in semi-underground ventilated storeroom [J]. J Fruit Sci, 2017, 34(5): 611-619.
- [7] 史君彦,王清.1-MCP处理对油菜贮藏品质影响的研究[J].食品研究与开发,2017,23(38):189-192.

Shi JY, Wang Q. Effect of 1-MCP treatment on storage quality of pak choy [J]. Food Res Dev, 2017, 23(38): 189-192.

- [8] 韩帅,蔡洪芳,马瑞娟,等.1-MCP处理对采后桃果实糖代谢的影响[J].食品工业科技,2018,39(18):264-269.
Han S, Cai HF, Ma RJ, et al. Effect of 1-MCP on sugar metabolism of postharvest peach fruit [J]. Sci Technol Food Ind, 2018, 39(18): 264-269.
- [9] 傅茂润,张占全,田世平.1-MCP处理对桂河芹菜常温物流后货架品质的影响[J].保鲜与加工,2018,18(5):26-31.
Fu MR, Zhang ZQ, Tian SP. Effect of 1-MCP treatment on the shelf-life quality of guihe celery after normal temperature logistics distribution [J]. Stor Process, 2018, 18(5): 26-31.
- [10] 叶强,翟桂兰.1-甲基环丙烯对养心菜贮藏期品质影响的研究[J].新疆农业科学,2013,50(8):1442-1449.
Ye Q, Zhai GL. Research on the influence of the storage period and the quality of aizoon stonecrop herb with 1-MCP [J]. Xinjiang Agric Sci, 2013, 50(8): 1442-1449.
- [11] 韩云云,宋方圆,韩艳文,等.不同采收贮藏条件下鸭梨果实 LOX 基因表达及其与果心褐变的关系[J].食品科学,2016,37(18):216-222.
Han YY, Song FY, Han YW, et al. LOX gene expression and its relationship with core browning of yali pear under different harvest and storage conditions [J]. Food Sci, 2016, 37(18): 216-222.
- [12] 曹健康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2013.
Cao JK, Jiang WB, Zhao YM. Physiological and biochemical experiment of fruits and vegetables [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2013.
- [13] 杜传来,高会.1-MCP对几种叶菜保鲜效果的影响[J].食品与机械,2010,26(3):57-61.
Du CL, Gao H. Effect on fresh-keeping of leaf vegetables by 1-MCP [J]. Food Mach, 2010, 26(3): 57-61.

(责任编辑:韩晓红)

作者简介



圣晓婷,主要研究方向为食品质量与安全。

E-mail: 1115802034@qq.com



闫师杰,博士,教授,主要研究方向为果蔬贮藏保鲜、食品质量与安全。

E-mail: yanshijie@126.com