

桂青, 周立军, 袁淑娜, 潘剑, 黄坚雄, 郑定华, 陈俊明, 李娟. 疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄采后生理生化变化研究 [J]. 广东农业科学, 2019, 46(5): 128-134.

疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄采后生理生化变化研究

桂青, 周立军, 袁淑娜, 潘剑, 黄坚雄, 郑定华, 陈俊明, 李娟

(中国热带农业科学院橡胶研究所 / 中国热带农业科学院林下资源综合利用研究中心 /
农业农村部儋州热带作物科学观测试验站, 海南 儋州 571737)

摘要:【目的】为延长疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄采后保鲜期, 对疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄采后的生理生化变化进行初步研究。【方法】通过监测贮藏过程中芋柄中的水分含量、呼吸强度、糖类和粗纤维含量的变化, 探讨魔芋叶柄和芋头叶柄在不同温度及添加保鲜剂条件下品质变化规律。【结果】疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄在室温条件下储藏时间分别为 12、14 d; 4℃条件下储藏时间分别可达 25、29 d; 添加保鲜剂在室温条件下的贮藏时间均为 13 d。整个贮藏过程中, 芋柄的呼吸强度在 0.015 mg/kg·h 上下波动, 魔芋叶柄和芋头叶柄的初始含水量分别为 93.63%、93.77%, 室温条件下贮藏结束时魔芋叶柄和芋头叶柄的含水量分别为 87.19%、86.29%; 4℃条件下贮藏结束时魔芋叶柄和芋头叶柄的含水量分别为 92.15%、93.00%。4℃和室温条件对呼吸强度没有显著影响; 4℃条件能显著延缓芋柄在整个贮藏期水分的损失; 4℃和添加保鲜剂在贮藏前期对还原糖、总糖和粗纤维含量影响较大, 对贮藏后期品质变化影响较小。【结论】保鲜剂仅能在一定程度上延缓贮藏过程中疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄中营养物质的变化, 延长保鲜期的效果不明显, 而在低温环境中贮存, 水分损失和品质劣变缓慢, 能有效延长保质期, 是一种比较适宜的贮存方式。

关键词: 魔芋叶柄; 芋头叶柄; 贮藏温度; 保鲜剂; 品质

中图分类号: S632.3

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X(2019)05-0128-07

Study on Physiological and Biochemical Changes of *Amorphophallus paeoniifolius* Stalk and Taro Stalk After Harvest

GUI Qing, ZHOU Lijun, YUAN Shuna, PAN Jian, HUANG Jianxiong,
ZHENG Dinghua, CHEN Junming, LI Juan

(Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences; Research Center for Utilization of Under-forest Resources; Danzhou Investigation & Experiment Station of Tropical Crops, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Danzhou 571737, China)

Abstract: 【Objective】 In order to prolong the post-harvest preservation period of *Amorphophallus paeoniifolius* stalk and taro stalk, the physiological and biochemical changes of *Amorphophallus paeoniifolius* stalk and taro stalk were studied preliminarily. 【Methods】 In this paper, the changes of water content, respiration rate, sugar and crude fiber content in the stalks were monitored to investigate the changes of the quality of *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk under different temperatures and preservative conditions. 【Results】 The results showed that the storage time of *A. paeoniifolius* stalk and

收稿日期: 2019-01-21

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(1630022018015); 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-33-YZ4)

作者简介: 桂青(1987—), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向为林下间作物产品加工, E-mail: ysgq1027@163.com
通信作者: 周立军(1973—), 男, 博士, 副研究员, 研究方向为林下资源综合利用, E-mail: lijunzhzh@163.com

taro stalk at room temperature was 12 d and 14 d, respectively, and the storage time was 25 d and 29 d under the temperature of 4°C. The storage time of *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk with different preservatives added at room temperature was 13d. The respiratory intensity was low and fluctuated around 0.015 mg/kg.h CO₂ during the storage period. The initial water contents of *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk were 93.63% and 93.77%, respectively. and at the end of storage, the water contents at room temperature were 87.19% and 86.29%, respectively, while the water contents under the temperature of 4°C were 92.15% and 93.00%, respectively. There was no significant effect on respiratory intensity at 4°C and room temperature ($P>0.05$). The loss of water content of the stalks could be significantly delayed during the whole storage period under the temperature of 4°C ($P<0.05$). Under the conditions of 4°C and adding with preservative, there was great influence on the contents of reducing sugar, total sugar and crude fiber at pre-storage period, and little effect on the quality change at the late stage of storage. 【 Conclusion 】 The preservative could only delay the change of nutrients in *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk to a certain extent during the storage process, but it had no obvious effect on prolonging the preservation period. When the stalks were stored at low temperature, water loss and quality deterioration were slowed down, which could effectively prolong the shelf life, and was a more suitable storage method for *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk after harvest.

Key words: *Amorphophallus paeoniifolius* stalk; taro stalk; storage temperature; preservative; qualitygame; Kuhn-Tucker conditions

【研究意义】魔芋 (*Amorphophallus rivieri* Durieu) 和芋头 (*Colocasia esculenta* L. Schott) 均为天南星科植物。魔芋原为热带雨林的林下植物, 历经数千年的驯化, 种植范围逐渐扩大到亚热带地区, 在我国云南、贵州、湖北、重庆、海南等地分布广泛。据 FAO 统计, 芋头的主产区为非洲和亚洲, 而我国每年的芋头出口量占世界的 81.6%, 可见我国是芋头种植和产品出口的大国^[1]。传统上魔芋和芋头的主要利用部位是其球茎, 其中魔芋球茎主要用于提取葡甘聚糖^[2], 在食品、化工等领域应用极其广泛, 芋头球茎可直接作为蔬菜食用, 是一种良好的食品资源^[3]。由于魔芋和芋头叶柄具有刺舌、刺喉感, 常被作为废物丢弃, 造成了极大的资源浪费和环境污染。由于疣柄魔芋 (*A. paeoniifolius*) 球茎中不含葡甘聚糖^[4], 因此疣柄魔芋的利用率不高、种植面积小, 疣柄魔芋叶柄的可食用性也只被少数人所熟知。而芋头叶柄因营养丰富, 在食品、医药和纺织业等领域得到了广泛利用^[5]。因此, 研究疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄采后生理生化变化, 延长叶柄保鲜期, 对提高叶柄的利用率、提高疣柄魔芋和芋头的利用价值具有重要的意义。【前人研究进展】目前以疣柄魔芋和芋头叶柄为原料制作的产品仍较少见, 仅有少数地区的农户有以芋头叶柄制作酸菜的传统及较少的文献报道^[6-8], 果蔬受到机械伤害必将诱发一系列的生理生化异常变化, 从而使果蔬衰老加快、营养品质迅速下降、腐烂增加, 导致贮期缩短。大量研究表明, 机械损伤会使果蔬组织呼吸速率显著增加, 并随着衰老过程而进

一步加强, 甚至还会导致某些果蔬组织呼吸途径发生变更; 果蔬遭受机械损伤后, 还会产生一系列次生代谢物质, 这些物质主要集中在伤口及其邻近部位, 参与愈伤组织的形成和抵御昆虫或病菌的侵袭^[9]。顾青等的研究表明, 臭氧与气调包装相结合的方式处理能有效阻止雷竹笋粗纤维含量的增加^[10]。邓义才等^[11]对菜心营养成分的研究结果表明, 温度对菜心采后保鲜的影响极大, 与小白菜、青花菜相似, 低温是防止衰老、延长保鲜期的最关键措施; 复合保鲜剂既具有防腐作用, 又具有生理延缓作用, 可以明显减少可溶性糖的损耗和维生素 C 的氧化损失, 从而延长菜心的保鲜期。可见, 贮藏过程中的生理生化指标变化与植物的衰老、褐变、品质变化有着密切关系。【本研究切入点】目前尚未见疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄采后储藏过程与其衰老、褐变、品质等相关生理指标的报道。【拟解决的关键问题】本文以采摘后的疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄为研究对象, 观察其在不同贮藏温度及添加保鲜剂后叶柄水分含量、呼吸作用、糖含量、粗纤维含量等与品质相关指标的变化, 探讨不同贮藏因素对叶柄在贮藏期品质的影响, 为延长魔芋叶柄和芋头叶柄采后保鲜期提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄采自中国热带农业科学院橡胶研究所橡胶林下资源综合利用实验基地, 生长时间约 2 个月, 均处于成熟期。所有试

剂均为分析纯。

1.2 试验方法

试验时间：2018年5~8月，选择环境干净、通风良好的实验室为贮藏地（温度在 $32 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度75%~80%）。采用干净的冰箱作为 4°C 储藏环境（温度 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ，湿度75%）。

样品处理：新鲜采摘的疣柄魔芋（以下简称魔芋）叶柄和芋头叶柄做6个处理，每个处理的样品重量约为10 kg。处理1置于室温环境下贮存、处理2置于 4°C 冰箱贮存、处理3~6分别将芋柄有切口的一端放置在4种不同的保鲜剂溶液中，浸泡30 min后，将芋柄取出，置于室温下贮存，保鲜剂浓度分别为1.5%苯甲酸钠（以苯甲酸计）、1.5%山梨酸钾（以山梨酸计）、0.5%对羟基苯甲酸甲酯（以对羟基苯甲酸计）和0.05 g/kg 1-MCP，每2d取样1次，每次随机抽取2根为一份样品，3次重复，取样至样品失去食用价值。

含水量的测定采用GB 50093-2010；还原糖含量的测定采用DNS比色法^[12]；总糖含量的测定采用蒽酮比色法^[13]；呼吸强度的测定（气流法）参考曹健康^[14]的方法；粗纤维含量的测定采用GB/T 5009.10-2003。

2 结果与分析

2.1 不同储藏温度下疣柄魔芋和芋头叶柄呼吸强度的变化

图1显示的是魔芋叶柄和芋头叶柄在室温和 4°C 储藏条件下的呼吸作用变化曲线，结果表明，在整个储藏期间叶柄的呼吸作用强度均极弱，在 $0.015 \text{ mg/kg}\cdot\text{h}$ 上下波动，变化不明显。统计学分析表明，魔芋叶柄和芋头叶柄在 4°C 和常温下放置时的呼吸强度没有明显差异。

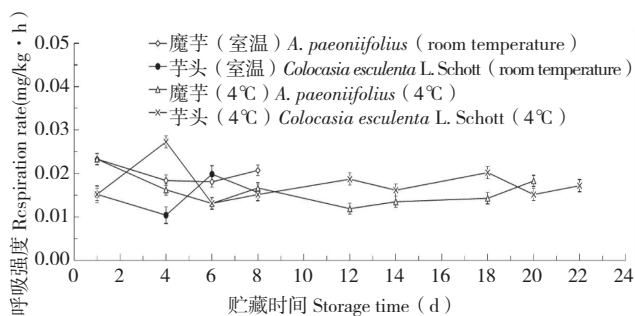


图1 不同贮藏温度下疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄呼吸强度的变化

Fig. 1 Change of respiration rate of *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk at different storage temperatures

2.2 不同储藏温度下疣柄魔芋和芋头叶柄水分含量的变化

水分含量变化是反映果蔬在贮藏过程中品质变化的重要指标。从图2可以看出，在室温下贮藏，叶柄的水分含量明显下降； 4°C 条件下贮藏，叶柄水分含量略有下降。在相同贮藏时间下，疣柄魔芋叶柄的水分含量下降比芋头叶柄的更明显。室温条件下，贮藏期结束时魔芋叶柄的含水量为87.19%，芋头叶柄的含水量为86.29%； 4°C 条件下，贮藏期结束时魔芋叶柄的含水量为92.15%，芋头叶柄含水量为93.00%，与实验观察到的结果一致：无论在室温还是 4°C 时贮藏，魔芋叶柄的贮藏期比芋头叶柄的短。统计学分析结果表明，室温和 4°C 环境下贮藏时，疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄中水分含量具有显著差异。

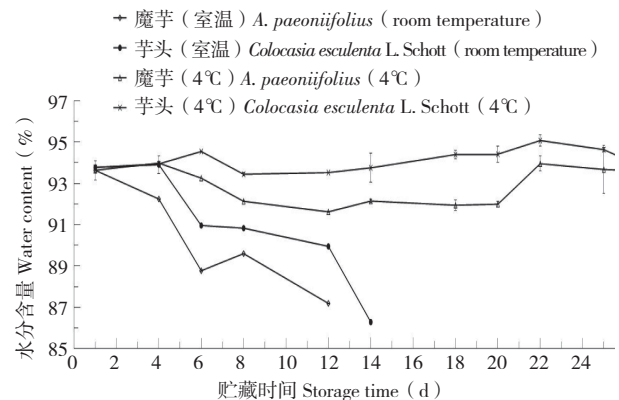


图2 不同贮藏温度时疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄水分含量的变化

Fig. 2 Change of water contents in *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk at different storage temperatures

2.3 不同贮藏温度下疣柄魔芋和芋头叶柄糖含量的变化

疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄中的还原糖含量在贮藏过程中呈现先增高后降低的趋势；贮藏期结束后，还原糖含量与初始相比略有降低，如图3所示。室温条件下，疣柄魔芋叶柄的还原糖初始含量为24.16%，贮藏6 d后升高至29.47%，贮藏12 d时降低至18.34%；贮藏4 d后，芋头叶柄的还原糖含量由32.43%升高至46.11%，然后不断降低，第14 d时为17.21%。 4°C 条件下，疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄中的还原糖含量均在第14 d时达到最高，分别为46.17%、44.32%，贮藏结束时分别降至27.69%、35.67%。可见， 4°C 条件在贮藏前期能抑制还原糖含量的升高。

由图4可知,疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄在室温下贮藏,总糖含量略有增加,分别由32.14%、32.38%升高至38.11%、36.89%;4℃条件下,疣柄魔芋叶柄的总糖含量缓慢升高,贮藏结束时为39.36%,芋头叶柄的总糖含量在贮藏20 d时达到最高、为38.65%,贮藏结束时降至23.08%。相同贮藏时间下,4℃条件下的总糖含量显著低于常温贮藏。

可溶性糖是蔬菜中的一种重要营养物质,相关研究认为蔬菜中可溶性糖含量在室温贮藏条件下先升高再降低,呈上升趋势是因为在酶的作用下,淀粉等多糖类水解,后期在微生物分解下可溶性糖含量下降^[15]。由于低温条件下酶活性和微生物的活动较弱,因此图3、图4中的糖类化合物的升高和降低的时间均有所延迟,说明低温能很好的延缓芋柄衰老,有利于延长保质期。

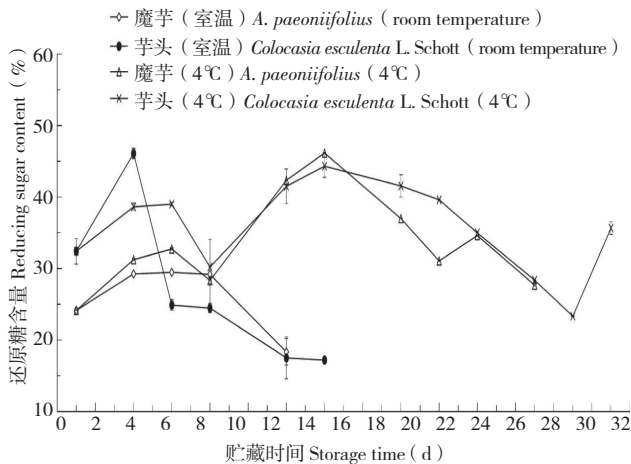


图3 不同贮藏温度时疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄还原糖含量的变化

Fig. 3 Change of reducing sugar contents in *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk at different storage temperatures

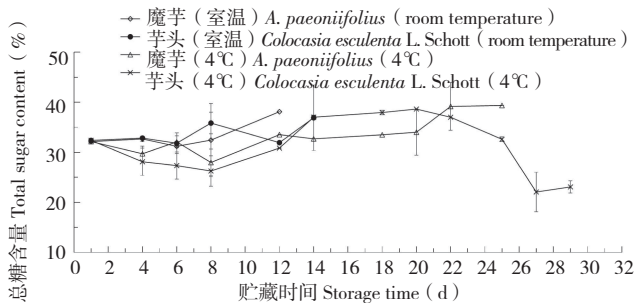


图4 不同贮藏温度时疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄总糖含量的变化

Fig. 4 Change of total sugar contents in *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk at different storage temperatures

2.4 不同贮藏温度下疣柄魔芋和芋头叶柄粗纤维含量的变化

不同温度条件贮藏的叶柄中粗纤维含量的测定结果如图5所示。新鲜采摘的疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄含有丰富的粗纤维,分别约为15.62%和10.87%。疣柄魔芋叶柄在室温下贮藏,粗纤维含量先降低至11.78%,然后升高至17.52%,而芋头叶柄的粗纤维含量在贮藏6 d时显著升高至16.87%,其他贮藏时间内粗纤维含量与初始值没有显著差异。4℃条件下贮藏,叶柄的粗纤维含量变化趋势同室温,疣柄魔芋叶柄在贮藏8 d时粗纤维含量最低为11.45%,而后缓慢升高至19.38%;芋头叶柄粗纤维含量在贮藏20 d时最高、为15.00%,然后缓慢降低至12.27%。从贮藏8 d开始,疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄在室温下的粗纤维含量显著高于4℃时的。杨光等^[16]认为纤维化速率较快可能是由于雷竹笋体内水分含量下降导致的。而本试验中,粗纤维含量的变化趋势与雷竹笋中粗纤维含量变化不一致,并不是随着贮藏时间的延长升高或降低,因此,芋柄的品质变化除与水分含量变化相关外,还与其他因素有关,需进一步探讨。

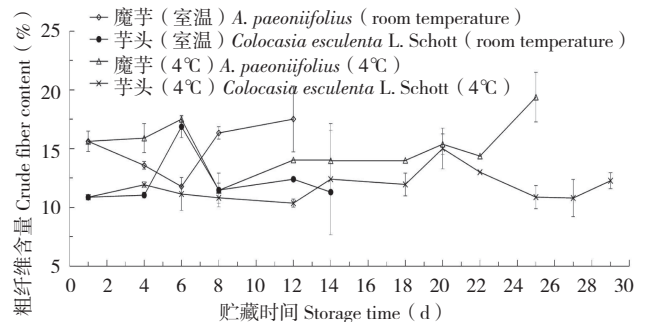


图5 不同贮藏温度时疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄粗纤维含量的变化

Fig. 5 Change of crude fiber contents in *A. paeoniifolius* stalk and taro stalk at different storage temperatures

2.5 不同保鲜剂处理后疣柄魔芋和芋头叶柄还原糖含量的变化

疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄分别经苯甲酸钠、山梨酸钾、对羟基苯甲酸甲酯和1-MCP处理后,置于室温中存放,贮藏过程中芋柄中还原糖含量的变化如图6、图7所示。未添加保鲜剂时疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄的保鲜期分别为12、14 d,添加保鲜剂的疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄的保鲜期

均为 13 d, 因此, 认为添加保鲜剂和未添加保鲜剂的叶柄保鲜期没有显著差别。

从图 6 可以看出, 添加苯甲酸钠能明显抑制疣柄魔芋叶柄中的还原糖含量升高, 而添加其他 3 种保鲜剂的样品贮藏 8 d 时还原糖分别显著升高至 37.45%、32.85% 和 39.49%, 说明苯甲酸钠对抑制疣柄魔芋品质劣变有一定效果。由图 7 可知, 添加保鲜剂后芋头叶柄的还原糖含量未出现峰值, 且整个贮藏过程中, 相同贮藏时间下, 添加保鲜剂的芋头叶柄中还原糖含量显著低于未添加保鲜剂的样品, 说明本实验中选用的 4 种保鲜剂对抑制芋头叶柄中还原糖升高有一定作用。

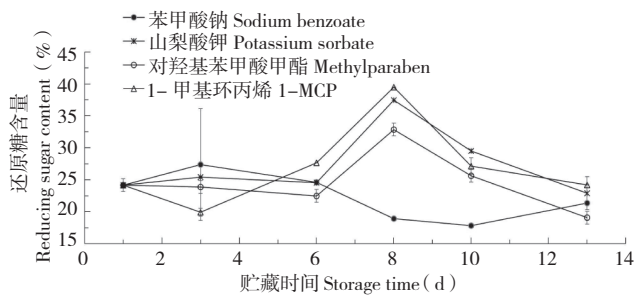


图 6 疣柄魔芋叶柄经保鲜剂处理后还原糖含量的变化
Fig. 6 Change of reducing sugar content in *A. paeoniifolius* stalk with preservatives

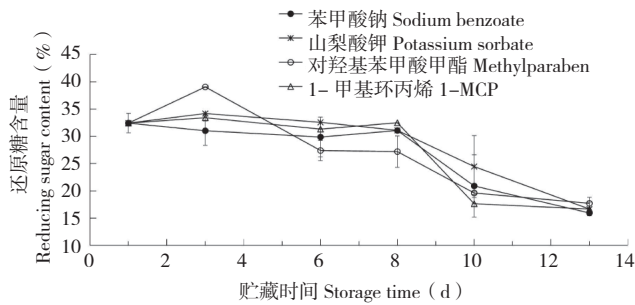


图 7 芋头叶柄经保鲜剂处理后还原糖含量的变化
Fig. 7 Change of reducing sugar content in taro stalk with preservatives

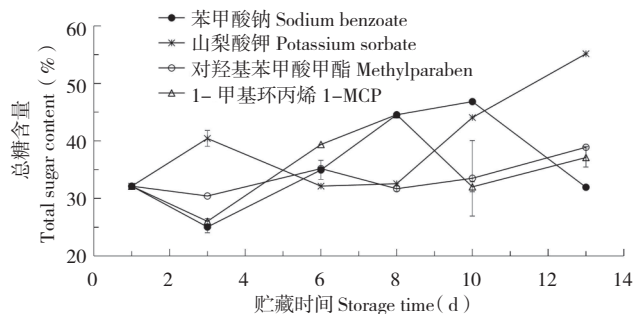


图 8 疣柄魔芋叶柄经保鲜剂处理后总糖含量的变化
Fig. 8 Change of total sugar content in *A. paeoniifolius* stalk with preservatives

2.6 不同保鲜剂处理后疣柄魔芋和芋头叶柄总糖含量的变化

室温条件下, 添加保鲜剂的疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄总糖含量变化趋势 (图 8、图 9) 与图 4 一致。疣柄魔芋叶柄添加山梨酸钾、对羟基苯甲酸甲酯和 1-MCP 后, 贮藏期结束时, 总糖显著升高, 而添加苯甲酸钠的疣柄魔芋叶柄中总糖含量变化不明显 (图 8)。与未添加保鲜剂的芋头叶柄样品相比, 添加 4 种保鲜剂均不能有效抑制总糖含量升高 (图 9)。这可能与芋柄在不同贮藏期受到的主要影响因素不同有关 [15]。

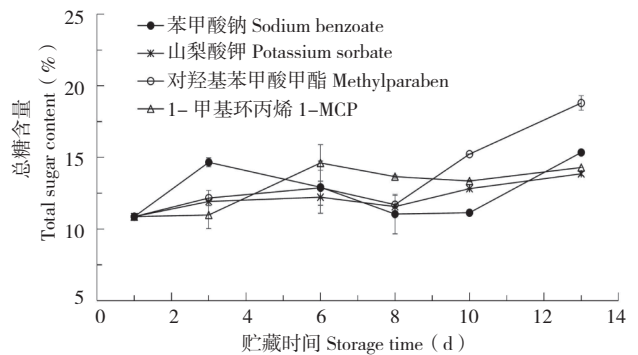


图 9 芋头叶柄经保鲜剂处理后总糖含量的变化
Fig. 9 Change of total sugar content in taro stalk with preservatives

2.7 不同保鲜剂处理后疣柄魔芋和芋头叶柄粗纤维含量的变化

添加苯甲酸钠、山梨酸钾、对羟基苯甲酸甲酯和 1-MCP 后疣柄魔芋叶柄的粗纤维含量先升高后下降, 最高时分别达 19.77%、21.15%、20.40%、21.74% (图 10)。添加保鲜剂后, 芋头叶柄的粗纤维含量呈现缓慢上升, 其中苯甲酸钠、山梨酸钾和 1-MCP 的保鲜效果较好, 贮藏

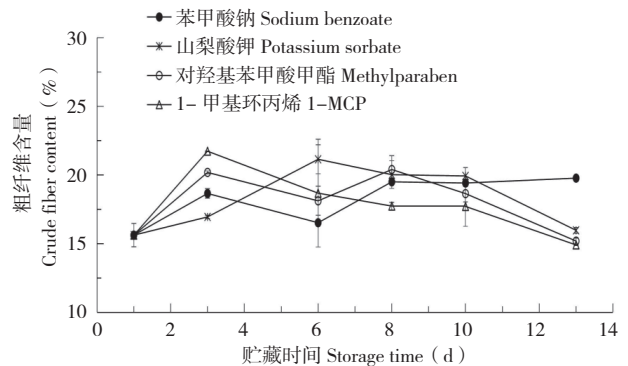


图 10 疣柄魔芋叶柄经保鲜剂处理后粗纤维含量的变化
Fig. 10 Change of crude fiber content in *A. paeoniifolius* stalk with preservatives

结束时粗纤维含量均低于未添加保鲜剂的(图11)。表明4种保鲜剂对抑制疣柄魔芋叶柄粗纤维含量升高效果不明显,除对羟基苯甲酸甲酯外,其他3种保鲜剂对抑制芋头叶柄粗纤维含量升高均有一定作用。

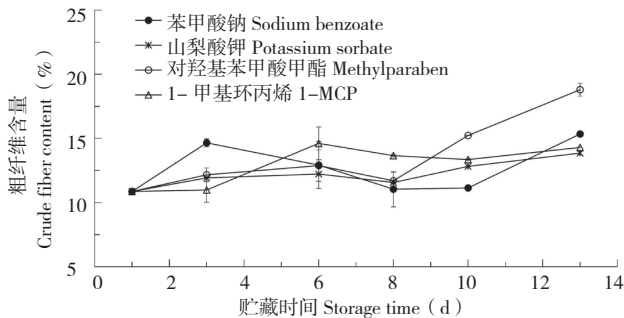


图 11 芋头叶柄经保鲜剂处理后粗纤维含量的变化
Fig. 11 Change of crude fiber content in taro stalk with preservatives

3 讨论

蔬菜的贮藏主要有物理贮藏法、化学贮藏法和生物贮藏法,其中物理贮藏中的低温冷藏法是目前食品保鲜方式中成本最低、保鲜期较长、效果较好的一种方法,与其他方法相比,低温冷藏法更能使果蔬保持鲜度、营养价值和原有风味^[17]。多项研究表明,蔬菜在0~4℃条件下贮藏,能促使生菜内酶活性下降,抑制微生物的繁殖且能避免冷害和褐变的发生^[18-20]。本试验比较了4℃和室温下贮藏过程中疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄生理生化指标的变化,表明4℃贮藏更有利于保持叶柄的新鲜度、品质更佳,与前人研究^[11]较为一致。

苯甲酸钠、对羟基苯甲酸甲酯、山梨酸钾和1-MCP均为常见的食品保鲜剂,其中苯甲酸钠、对羟基苯甲酸甲酯和山梨酸钾具有一定的抑菌作用,而1-MCP则是通过抑制果蔬的呼吸作用而延长保鲜期。本研究比较了添加和未添加保鲜剂的疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄在室温下的保鲜期,表明两个处理间没有显著性差异,原因可能为:试验过程中温度一直较高,可能水分损失比微生物的影响更大,因此,保鲜剂的效果不明显;芋柄采后多种因素导致芋柄的腐烂变质。

4 结论

本研究结果表明,低温能有效降低芋柄的水分损失,能有效延长芋柄的保质期;添加保鲜剂

虽能在一定程度上延缓芋柄中营养成分的代谢速度,但在本实验中观察到添加保鲜剂并未有效延长芋柄的保质期。

在室温贮藏条件下,疣柄魔芋叶柄和芋头叶柄仅可分别保存12、14 d;在4℃贮藏,分别可存放25、29 d。芋柄中呼吸强度在贮藏过程中均较低,在4℃条件下贮藏,芋柄水分含量损失更慢。还原糖在贮藏过程中呈现先降低后升高的趋势;总糖含量略有增加,芋头叶柄中的总糖含量在贮藏27 d时急剧降低;在贮藏过程中,疣柄魔芋叶柄中粗纤维含量先降低后升高,而芋头叶柄中的粗纤维含量呈现先升高后降低的趋势。低温贮藏芋柄可以有效延缓水分损失和品质劣变,从而达到延长贮藏期的效果。室温条件下添加保鲜剂的魔芋叶柄和芋头叶柄的保鲜期均为13 d,与未添加保鲜剂的处理相比,保鲜时间无显著性差异。芋柄添加保鲜剂处理后,在一定程度上抑制了还原糖、总糖和粗纤维含量的升高,具有延缓衰老的作用,但是,从芋柄的贮藏期上来看,室温条件下添加几种保鲜剂的作用较小。因此,可采用多种方法相结合的方式处理采后的芋柄,从而达到延长保质期的目的。

低温贮藏、室温贮藏和添加保鲜剂3种方式中,低温贮藏是较理想的方法。在实际生产过程中,若疣柄魔芋叶柄或芋头叶柄采后置于4℃冷库中保存,保鲜期约可达1个月。为进一步提高保鲜后芋柄的品质和保鲜期,需对芋柄采后生理生化机制和保鲜方法进行深入研究。

参考文献 (References):

- [1] 向华,吴曼,胡志山,宗义湘,赵邦宏.世界芋头生产布局与贸易格局分析[J].世界农业,2018(10):144-150. doi:10.13856/j.cn11-1097/s.2018.10.021.
XIANG H, WU M, HU Z S, ZONG Y X, ZHAO B H. Analysis of taro's international production layout and trade patten [J]. World Agriculture, 2018(10): 144-150. doi:10.13856/j.cn11-1097/s.2018.10.021.
- [2] 陈藏.魔芋种植利用与加工技术[D].福州:福建农林大学,2013.
CHEN W. Konjac planting and processing technology [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2013.
- [3] 韩笑,张东旭,王磊,李琪.芋头的营养成分及加工利用研究进展[J].中国果菜,2018,38(3):9-13. doi:10.19590/j.cnki.1008-1038.2018.03.003.
HAN X, ZHANG D X, WANG L, LI Q. Research progress on the nutrition components and processing and utilization of taro

- [J]. *China Fruit & Vegetable*, 2018,38(3):9-13. doi:10.19590/j.cnki.1008-1038.2018.03.003.
- [4] 孟凡冰, 蒋勇, 熊家艳, 张仁龙, 张晨曦, 钟耕. 疣柄魔芋淀粉理化及功能性质研究[J]. *中国粮油学报*, 2016, 31(4): 41-46.
MENG F B, JIANG Y, XIONG J Y, ZHANG R L, ZHANG C X, ZHONG G. The study on physicochemical and functional properties of elephant yam starch [J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2016,31(4):41-46.
- [5] 王丽, 廖腾飞, 罗兴武. 芋头叶柄研究概述[J]. *生物化工*, 2018, 4(6): 145-147, 151.
WANG L, LIAO T F, LUO X W. Research overview on the petiole of taro [J]. *Biological Chemical Engineering*, 2018,4(6):145-147,151.
- [6] 胡望资. 芋头叶柄泡制与腌制过程中主要成分的变化研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2013.
HU W Z. Study on the changes of the main components in the pickled and salted period of taro leafstalk [D]. Changsha: Hunan Agriculture University, 2013.
- [7] 何金兰. 芋头茎秆的加工利用[J]. *热带农业工程*, 2002(3):22-23.
HE J L. Processing and utilization of taro leafstalk [J]. *Tropical Agricultural Engineering*, 2002(3):22-23.
- [8] 汪敬生. 日本腌芋茎的制法[J]. *农村百事通*, 1999(16): 38. doi:10.19433/j.cnki.1006-9119.1999.16.059.
WANG J S. Production method of pickled taro leafstalk in Japan [J]. *Rural Information*, 1999(16):38. doi: 10.19433/j.cnki.1006-9119.1999.16.059.
- [9] 潘永贵, 施瑞城. 采后果蔬受机械伤害的生理生化反应[J]. *植物生理学通讯*, 2000(6): 568-572. doi: 10.13592/j.cnki.ppj.2000.06.026.
PAN Y G, SHI R C. Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables responding to mechanical stress [J]. *Plant Physiology Journal*, 2000(6): 568-572. doi: 10.13592/j.cnki.ppj.2000.06.026.
- [10] 顾青, 朱睦元, 王向阳, 潘建伟. 雷竹笋采后生理及其贮藏技术研究[J]. *浙江大学学报(农业与生命科学版)*, 2002(2): 169-174.
GU Q, ZHU M Y, WANG X Y, PAN J W. Studies on postharvest physiology and storage of bamboo shoots in *Phyllostachys praecox f. preveynalis* [J]. *Journal of Zhejiang University (Agriculture & Life Science)*, 2002, 28(2): 169-174.
- [11] 邓义才, 张衍荣, 曹健, 李桂花, 赖穗春. 不同贮藏条件对菜心营养成分和保鲜效果的影响[J]. *广东农业科学*, 2004(2): 41-43. doi: 10.16768/j.issn.1004-874X.2004.02.018.
DENG Y C, ZHANG Y R, CAO J, LI G H, LAI S X. Effect of different storage conditions on physiological nutrition component and preservation effects of *Brassica chinensis* var. Tsai-tai [J]. *Guangdong agriculture science*, 2004(2):41-43. doi: 10.16768/j.issn.1004-874X.2004.02.018.
- [12] 郑远斌, 吴锦忠. DNS 比色法测定莲子中多种糖的含量[J]. *福建中医药大学学报*, 2004(4): 32-34. doi:10.13261/j.cnki.jfutcm.001483.
ZHENG Y B, WU J B. Determination of various sugars in lotus seeds by DNS colorimetry [J]. *Journal of Fujian College of TCM*, 2004(4): 32-34. doi:10.13261/j.cnki.jfutcm.001483.
- [13] 魏永成, 罗福成, 谢吉光, 杜金兰. 蒽酮分光光度法测定海藻多糖总糖含量[J]. *天然产物研究与开发*, 1995(3): 37-40. doi: 10.16333/j.1001-6880.1995.03.009.
WEI Y C, LUO F C, XIE J G, DU J L. Determination of total sugar content in seaweed by anthrone spectrophotometry [J]. *Natural Product Research and Development*, 1995(3):37-40. doi: 10.16333/j.1001-6880.1995.03.009.
- [14] 曹健康. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
CAO J K. Physiological and biochemical experiment guidance for postharvest fruits and vegetables [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007.
- [15] 刘中笑, 张延国, 高苹, 陈娜佳, 徐东辉. 几种蔬菜在储藏过程中的主要品质指标变化研究[J]. *农产品质量与安全*, 2017(6): 72-75, 85.
LIU Z X, ZHANG Y G, GAO P, CHEN N J, XU D H. Study on the changes of main quality indexes of several vegetables during storage [J]. *Agricultural Product Quality and Safety*, 2017(6):72-75,85.
- [16] 杨光, 王丹丹, 李琴, 贺亮, 杨波, 汪奎宏. 不同贮藏温度对雷竹笋品质的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2017, 43(5): 233-239. doi: 10.13995/j.cnki.11-1802/ts.201705038.
YANG G, WANG D D, LI Q, HE L, YANG B, WANG K H. Different storage temperature on the quality of *Phyllostachys praecox* [J]. *Food and Fermentation Industries*, 2017,43(5):233-239. doi:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.201705038.
- [17] 马玉芳, 李秋荣. 三大保鲜技术在蔬菜贮藏中的应用研究进展[J]. *青海农林科技*, 2016(3): 53-57, 95.
MA Y F, LI Q R. The research progress of three fresh preservation technologies in vegetable storage [J]. *Qinghai Agricultural and Forestry Technology*, 2016(3):53-57,95.
- [18] TIAN W N, LV Y C, CAO J K, JIANG W B. Retention of iceberg lettuce quality by low temperature storage and postharvest application of 1-methylcyclopropene or gibberellic acid [J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2014,51(5):943-949. doi: 10.1007/s13197-011-0587-6.
- [19] 朱伟军, 谢晶, 林永艳. 贮藏温度和包装方法对两种叶菜采后品质的影响[J]. *食品与机械*, 2012, 28(4): 175-178.
ZHU W J, XIE J, LIN Y Y. Effect of temperature and packaging method on quality of two kinds of leaf vegetables [J]. *Food and Machinery*, 2012,28(4):175-178.
- [20] 赵秀娟, 郑义才, 张衍荣. 优质耐贮芥蓝品种筛选及低温保鲜技术研究[J]. *湖南农业大学学报*, 2004, 30(4): 340-343. doi: 10.13331/j.cnki.jhau.2004.04.012.
ZHAO X J, ZHENG Y C, ZHANG Y R. The screening of quality and long-store chinese-kale variety and study on the freshness retention technology [J]. *Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences)*, 2004,30(4):340-343. doi: 10.13331/j.cnki.jhau.2004.04.012.