

固载 ClO₂ 保鲜剂 对米良和贵长猕猴桃的保鲜效果

龙明秀¹, 孙小岚², 谭书明^{3,*}

- (1. 贵州省现代农业发展研究所, 贵州贵阳 550006;
2. 贵州省农业科技信息研究所, 贵州贵阳 550006;
3. 贵州大学生命科学学院, 贵州贵阳 550025)

摘要:为延长米良和贵长猕猴桃的保鲜期,降低其腐烂率,减少猕猴桃产后损失,本研究采用固载 ClO₂ 保鲜剂对猕猴桃进行处理,并于 2 ℃ 条件下贮藏,定期测定其生理生化指标。结果表明:固载 ClO₂ 保鲜剂能有效延长猕猴桃的贮藏期。各保鲜剂用量处理的猕猴桃保鲜效果均高于对照组,猕猴桃的软果率、可溶性固形物、霉果率、呼吸强度,以及硬度的下降速率均得到有效降低。其中米良以 22 g 固载 ClO₂ 保鲜剂处理的保鲜效果最好;贵长以 5.5 g 固载 ClO₂ 保鲜剂处理的保鲜效果最好。但对其色差影响显著,建议作为加工用果的保鲜手段。

关键词:固载二氧化氯,猕猴桃,保鲜

Effect of solid chlorine dioxide treatment on preservation of “Miliang” and “Guichang” Kiwifruits

LONG Ming-xiu¹, SUN Xiao-lan², TAN Shu-ming^{3,*}

- (1. Guizhou Institute of Integrated Agriculture Development, Guiyang 550006, China;
2. Guizhou Institute of Agricultural Science and Technology Information, Guiyang 550006, China;
3. College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: In order to prolong the preservation period, reducing rotting rate and production loss of “Miliang” and “Guichang” kiwifruits, the solid chlorine dioxide treatment were used and the kiwi fruits were stored under 2 ℃. Physiologic and biochemical index were investigated regularly. The results showed that, solid chlorine dioxide could effectively prolong the preservation time of kiwifruits. Each group of different amount of solid chlorine dioxide treatment were more effective than control group. The soft rate, soluble solids content, rotting rate and respiratory rate, decreasing rate of the hardness were reduced. The preservation effect of “Miliang” kiwifruit which treated by 22 g solid chlorine dioxide was the best and “Guichang” kiwifruit which was treated by 5.5 g solid chlorine dioxide was the best. But the colorimetric value changed significantly, so the solid chlorine dioxide treatment should be used for processing.

Key words: solid chlorine dioxide; kiwi fruit; preservation

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)21-0327-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.21.059

近几年,猕猴桃种植在我国发展迅速,2009 年我国猕猴桃种植面积和产量已超过新西兰、意大利等发达国家跃居世界第一位,种植面积达 70000 hm²,年产量 46.7 万 t^[1-2]。贵州省是我国猕猴桃主要产地之一。2009 年贵州省猕猴桃种植面积达 5600 hm²,占我国猕猴桃种植面积的 7.5%,年产量达 1.3 万 t,占我国总产量的 1.9%^[3-4]。全省主要猕猴桃栽培品

种有贵长、米良、秦美等,其中贵长猕猴桃栽培面积较大,品质和产量都属上乘。

猕猴桃种植基地正在不断扩大,产量也逐年增加,但缺乏有效的贮藏保鲜技术,猕猴桃大量腐烂,造成巨大的经济损失,也严重制约猕猴桃生产的进一步发展。因此,研究猕猴桃贮藏保鲜技术具有重

收稿日期:2014-12-15

作者简介:龙明秀(1987-),女,硕士,研究实习员,从事食品贮藏与加工的研究工作,E-mail:692825923@qq.com。

*通讯作者:谭书明(1964-),男,硕士,教授,从事农产品加工与贮藏研究,E-mail:tshuming2003@yahoo.com。

基金项目:猕猴桃专用固体保鲜剂研发及应用[黔科合 NY[(2014)3011];贵州现代农业研究创新能力建设,黔科合院所创能[2012(4002)];贵州省农产品辐照加工技术开放性研发平台建设,黔科合条 X[2014]4001 号。

要意义。

有研究表明, ClO_2 应用于果蔬保鲜领域能起到良好的作用^[5-9], 近年来气体 ClO_2 的研究及应用也取得了突破性成果, 将会为果蔬加工带来巨大的影响^[10]。据报道, 固体 ClO_2 保鲜剂能显著延缓夏黑葡萄的衰老氧化进程^[11]。1-MCP 结合不同浓度 ClO_2 处理能有效保持桃果实的质地^[12]。Warunee Chomkitichai 等^[13]的研究显示, ClO_2 熏蒸处理能减少引起膜损伤的自由基的产生, 因而可能成为有效缓解龙眼贮藏期褐变的有效手段。同时, ClO_2 处理还能减少马铃薯果实乙烯的产生, 通过某种机制降低乙烯生物合成相关基因的表达^[14]。 ClO_2 在猕猴桃保鲜上的研究也取得了一定的进展。田红炎等^[15-16]研究显示, 采前 ClO_2 处理能有效杀灭猕猴桃果实表面的有害微生物, 显著延缓硬度下降, 降低呼吸速率及乙烯生成速率, 降低腐烂率等; 此外, ClO_2 处理能明显降低机械损伤果实的呼吸速率, 显著降低了果实的腐烂率。邓雷^[17]、王亚萍^[18]将 ClO_2 分别应用于‘秦美’、‘徐香’猕猴桃上均取得良好的保鲜效果。而 ClO_2 应用于贵长及米良猕猴桃的研究较少, 为延长米良和贵长猕猴桃的保鲜期, 降低其腐烂率, 实验针对贵州主要栽种品种米良和贵长, 在 2 °C 时利用固载 ClO_2 保鲜剂对两个品种的猕猴桃贮藏特性进行了研究, 以期对猕猴桃的贮藏保鲜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

米良及贵长猕猴桃 2013 年 10 月 13 日采摘于修文县猕猴桃基地。每个品种取 20 个果测定其可溶性固形物含量, 米良猕猴桃品种可溶性固形物含量为 6% 左右成熟度适当, 贵长猕猴桃品种可溶性固形物含量为 14% 左右成熟度适当。采摘成熟度适当的新鲜猕猴桃, 当天运回实验室挑选出大小、成熟度较为一致的果实进行处理。固载 ClO_2 保鲜剂 自制, 按亚氯酸钠: 酒石酸: 氯化钙: 活性炭为 3:1:0.5:1 的比例混合均匀制成^[19]。其他试剂均为分析纯。

GXH-3010D 型红外线 CO_2 浓度测定仪 伊孚森生物技术(中国)有限公司; **TES-135 物色分析仪** 泰仕电子工业股份有限公司; **RHB32 糖度计** 石家庄泰斯特仪器设备有限公司; **HLN200 里氏硬度计** 莱州市恒仪实验仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 原料处理 因每个品种对 ClO_2 的耐受能力不同, 米良果皮较厚, 柔毛较长, 固载 ClO_2 保鲜剂用量较大; 而贵长果皮较薄, 柔毛很少, 不耐 ClO_2 , 保鲜剂用量较小。米良做 5 个用量处理, 固载 ClO_2 总质量分别为 5.5、11、16.5、22、27.5 g; 贵长做 3 个用量处理, 分别为 5.5、11、16.5 g。各处理用果 60 个, 将固载 ClO_2 保鲜剂放入装有猕猴桃的纸箱中, 并做对照(无固载 ClO_2), 2 °C 贮藏。每 20 d 测一次果实生理生化指标, 当腐烂率大于 40% 时结束实验。

1.2.2 软果率测定 采用分级法, 依照果实软化程度分为 3 级, I 级果果实未软化; II 级果果实出现轻微软化, 软化面积不超过整果三分之一; III 级果果实

软化明显, 软化面积超过整果三分之一。

软果率(%) = (III 级软果数/剩余果数) × 100

1.2.3 果实硬度测定 取 3 个猕猴桃果实, 利用 FHM-5 型果实硬度计, 每个果实沿赤道测 3 次, 取平均值。

1.2.4 可溶性固形物含量测定 利用 RHB32 手持糖度计测定, 用果 3 个, 做 3 次重复^[20]。

1.2.5 霉果率测定 统计出现发霉腐烂的果实个数。

霉果率(%) = (腐烂发霉果实个数/总果实个数) × 100^[21]

1.2.6 呼吸强度测定 取 0.5 kg 左右猕猴桃果实, 密闭于干燥器中, 用 GXH-3010D 型红外线 CO_2 浓度测定仪分别测定 30 min 前后的 CO_2 浓度起始值和终止值, 重复两次, 取平均值。计算公式如下:

$$R = \frac{44 \times \Delta A\% \times V \times 273}{22.4 \times (273 + t) \times W \times h}$$

式中, $\Delta A\%$ 为干燥器内 CO_2 的浓度增加值(%), V 为干燥器体积(L), t 为测定环境温度(°C), W 为猕猴桃质量, h 为测定呼吸强度时间。

1.2.7 色差测定 各处理取 3 个猕猴桃果实, 利用 TES-135 物色分析仪测定, 每果沿果实赤道部位测 3 次, 取平均值。计算公式如下:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

式中, ΔE_{ab}^* 为色差值, ΔL 为亮度, Δa 表示从洋红色至绿色的范围, Δb 表示从黄色至蓝色的范围。

1.3 数据分析

利用 SPSS13.0 软件进行数据统计与分析。

2 结果与分析

2.1 软果率

由图 1 可知, 不同用量固载 ClO_2 保鲜剂处理的 2 个品种在 2 °C 贮藏时的软果率均呈上升趋势, 米良比贵长耐储性低, 贮藏时间较短, 软化较快。当腐烂率 > 40% 结束实验, 贮藏期结束, 米良贮藏期为 80 d 而贵长为 100 d。米良在前 20 d 软果率上升很快, 贵长在前 20 d 的软果率上升较慢, 40 d 时上升较快。其中, 米良以 22 g 固载 ClO_2 处理的效果最好, 贵长以 5.5 g 固载 ClO_2 处理的效果最好, 在结束贮藏时, 米良和贵长的软果率分别为 35% 和 40%, 均低于对照 57% 和 65% 的软果率。说明固载 ClO_2 保鲜剂的处理能有效降低猕猴桃软果率。

2.2 硬度

如图 2 所示, 与对照相比, 固载 ClO_2 处理的两种猕猴桃硬度下降均较缓慢, 米良在前 20 d 硬度下降较快, 20~40 d 时下降较慢; 贵长在前 20 d 硬度下降较慢, 而 20~40 d 时硬度下降最快, 这与软果率的下降规律一致。结束贮藏时, 固载 ClO_2 处理的硬度均高于对照组, 米良以 27.5 g 处理的效果最好(22 g 处理的米良 60 d 时硬度最大), 贵长以 5.5 g 处理的效果最好, 结束贮藏时的硬度分别为 0.500 kg/cm² 与 0.376 kg/cm², 高于对照(0.233 kg/cm² 与 0.251 kg/cm²), 说明固载 ClO_2 保鲜剂对猕猴桃硬度的保持有一定的效果。

2.3 可溶性固形物

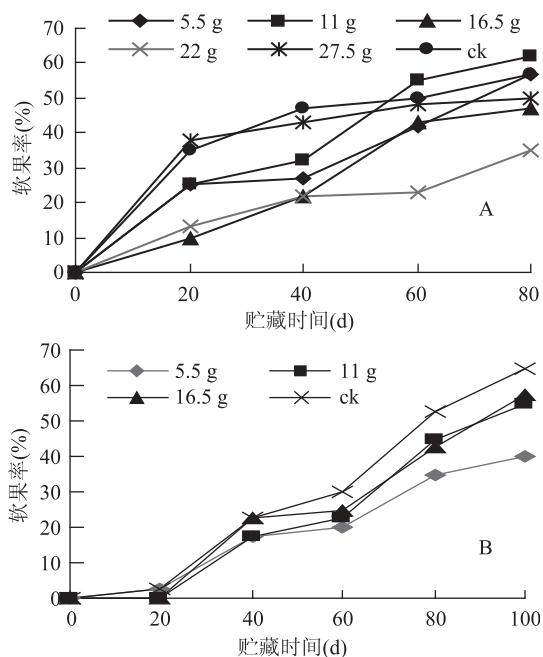


图1 固载 ClO₂ 处理的米良(A)和贵长(B)猕猴桃在 2℃ 下的软果率变化
Fig.1 The change of soft fruit rate of miliang(A) and guichang(B) kiwi fruit during storage at 2℃

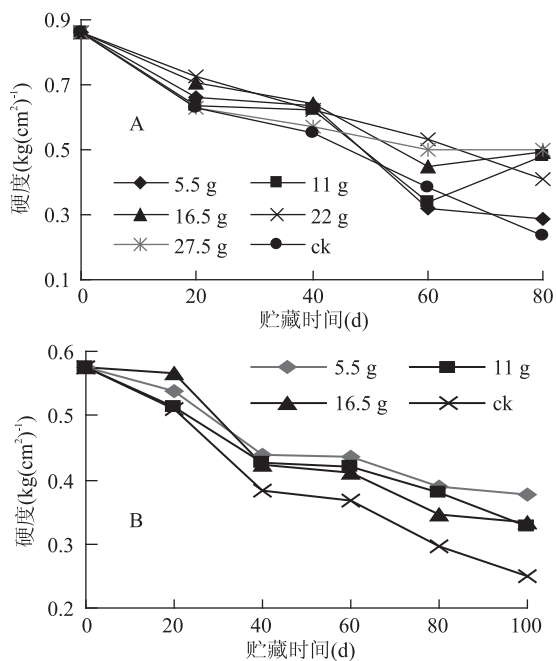


图2 固载 ClO₂ 处理的米良(A)和贵长(B)猕猴桃在 2℃ 下的果实硬度变化
Fig.2 The firmness change of miliang(A) and guichang(B) kiwi fruit during storage at 2℃

如图3所示,2个品种的猕猴桃可溶性固形物变化有明显的区别,米良采后可溶性固形物含量较低,为5.67%,而贵长采后可溶性固形物含量很高,为14%,由此可以看出,贵长口感和品质较米良要好,更受消费者喜爱。米良一般作为加工用果,贵长因其良好的品质,鲜售较多。米良采后可溶性固形物含量较低,但贮藏期间上升较快,幅度较大,贮藏80 d

时可溶性固形物含量为13%~16%;贵长采后可溶性固形物含量很高,所以贮藏期间可溶性固形物含量变化相对较小,贮藏100 d时上升为16%~18%。固载 ClO₂ 处理组别可溶性固形物含量均低于对照(15.07%和17.7%)。

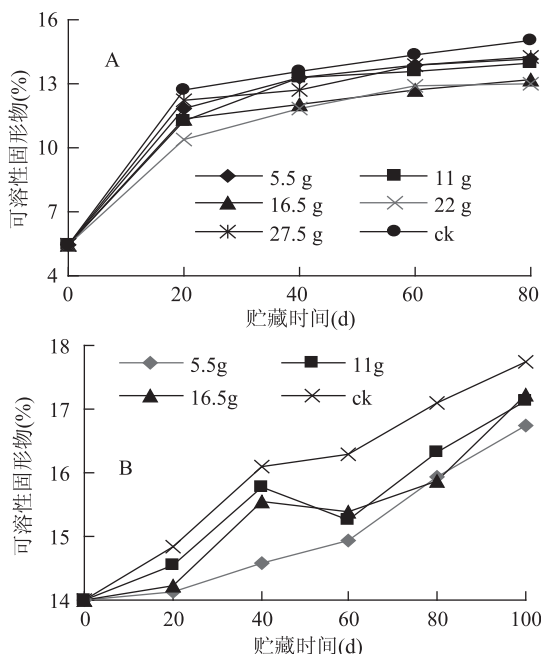


图3 固载 ClO₂ 处理的米良(A)和贵长(B)猕猴桃在 2℃ 下的可溶性固形物变化
Fig.3 The change of soluble solids content of miliang(A) and guichang(B) kiwi fruit during storage at 2℃

2.4 霉果率

2个品种猕猴桃在2℃贮藏时霉果率有极大的差别,由图4可知,对照的霉果率明显高于固载 ClO₂ 保鲜剂的处理,米良以16.5 g固载 ClO₂ 处理组的猕猴桃霉果率最低(12%),说明适宜浓度的固载 ClO₂ 保鲜剂处理对猕猴桃的发霉有一定的抑制作用;而贵长猕猴桃在贮藏期间不易发霉,对照和固载 ClO₂ 保鲜剂处理组均无长霉现象。由此可以看出,和贵长相比,米良的耐贮性较低,这与软果率结果一致。许多研究表明,二氧化氯有很强的杀菌作用,能显著降低果蔬的腐败率^[17,23-24]。

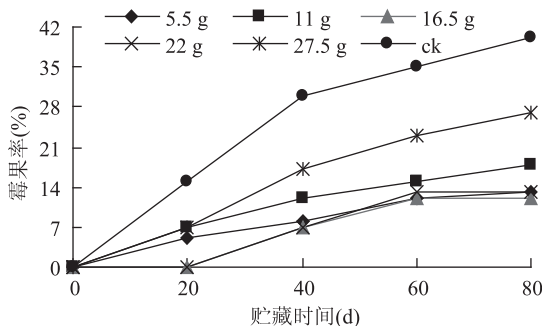


图4 固载 ClO₂ 处理的米良猕猴桃在 2℃ 下的霉果率变化
Fig.4 The change of rotting rate of miliang kiwi fruit during storage at 2℃

2.5 呼吸强度

如图5所示,米良猕猴桃呼吸强度随贮藏时间逐渐上升,上升速率平稳,与其软果率的下降速率基本一致,在60 d时为呼吸最高峰,80 d时降低。贵长呼吸强度在40 d时呼吸强度达到最高,果实的乙烯生成量达到最大,其软果率下降也达到最快,60 d时呼吸强度降低,其软果率下降速率也降低,80 d时又出现升高。固载 ClO_2 保鲜剂处理的呼吸强度均小于对照组,说明固载 ClO_2 保鲜剂处理能抑制猕猴桃的呼吸作用,这与其他报道中的研究结果一致。许萍等的实验结果也表明二氧化氯处理能降低夏黑葡萄的呼吸强度^[11]。

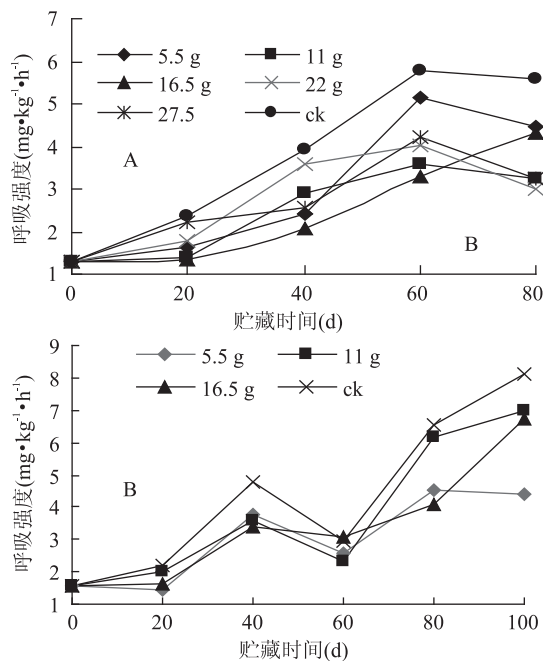


图5 固载 ClO_2 处理的米良(A)和贵长(B)猕猴桃在 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 下的呼吸强度变化

Fig.5 The change of respiratory rate of miliaryang(A) and guichang(B) kiwi fruit during storage at $2\text{ }^\circ\text{C}$

2.6 色差

由图6可知,猕猴桃 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏时色差值随时间不断下降,两个品种的对照处理色差值变化均小于固载 ClO_2 保鲜剂处理组。固载 ClO_2 保鲜剂处理可能会对猕猴桃表皮有一定的漂白作用,因为二氧化氯的强氧化作用使叶绿素氧化褪色。米良在前20 d时色差值变化还不明显,40 d后下降显著,各用量处理组随着用量的增加其色差变化逐渐增加。贵长在贮藏期间色差值均平稳下降,各用量处理组随着用量的增加其色差变化逐渐增加。总体来说,固载 ClO_2 保鲜剂对贵长猕猴桃色差的影响要低于对米良色差的影响。贵长猕猴桃色差的下降值(4.78~6.38)要稍低于米良色差的下降值(4.05~7.43)。

3 结论

$2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏时,米良及贵长2个品种的猕猴桃各生理指标变化不同,米良软果率、可溶性固形物含量上升及硬度下降较快,贵长较慢。米良比贵长的耐储性低,贮藏时间短,米良贮藏期为80 d而贵长为100 d。米良在贮藏期间的发霉现象较严重,而贵长不易长

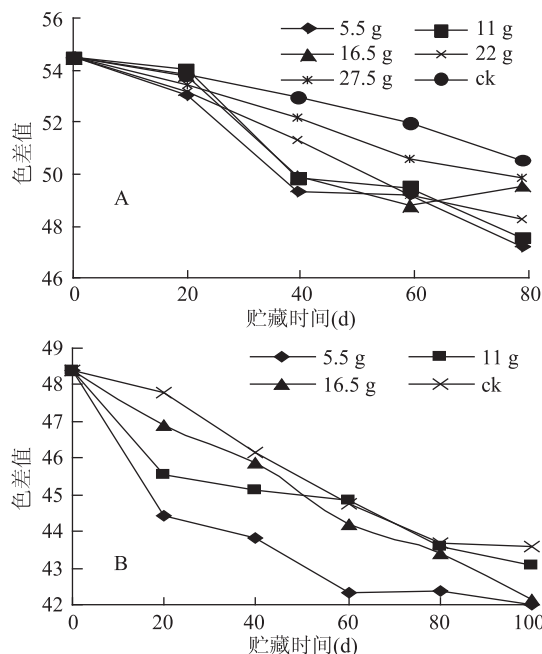


图6 固载 ClO_2 处理的米良(A)和贵长(B)猕猴桃在 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 下的果实色差变化

Fig.6 The change of colorimetric values of miliaryang(A) and guichang(B) kiwi fruit during storage at $2\text{ }^\circ\text{C}$

霉。米良在60 d时达呼吸最高峰,贵长呼吸强度在40 d时呼吸强度较高。固载 ClO_2 保鲜剂对贵长猕猴桃色差的影响要低于对米良色差的影响。

$2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏时固载 ClO_2 保鲜剂各用量处理的保鲜效果均高于对照组,均能有效降低猕猴桃的软果率、可溶性固形物、霉果率、呼吸强度,硬度下降速率,而由于贮藏时间较长对猕猴桃色差值影响也较大,因此最好将固载 ClO_2 保鲜剂用作加工用果的保鲜手段。其中米良以22 g固载 ClO_2 处理的保鲜效果最好;贵长以5.5 g固载 ClO_2 处理的保鲜效果最好。

参考文献

- [1] 韩世明,周赛霞,宋满珍等.猕猴桃产业的市场现状及发展对策[J].黑龙江农业科学,2011(2):101-106.
- [2] 李会芳,张亚军.浅析我国猕猴桃产业发展前景及对策[J].安徽农学通报,2011,17(11):100-101.
- [3] 黄伟,万明长,乔荣.贵州猕猴桃产业发展现状与对策[J].贵州省农业科学,2012,40(4):184-186.
- [4] 修文县农业局.修文县猕猴桃精品特色农业发展动向[EB/OL]. [2010-02-10]. http://2010jiuban.agri.gov.cn/dfxlb/gzxxlb/t20100210_1431353.htm.
- [5] Du J, Han Y, Linton R H. Efficacy of chlorine dioxide gas in reducing Escherichia coli O157:H7 on apple surfaces[J]. Food Microbiology, 2003, 20:583-591.
- [6] Fu M R, Du J H. The application of chlorine dioxide in food fresh-keeping[J]. Food and Fermentation Industries, 2004, 20(8):113-116.
- [7] 牛瑞雪,惠伟,李彩香等.二氧化氯对“秦美”猕猴桃保鲜及贮藏品质的影响[J].食品工业科技,2009,30(1):289-292.
- [8] 郭倩,凌霞芬,周昌艳,等.利用稳定态二氧化氯进行双孢

- 蘑菇保鲜研究[J].食用菌,1999(3):36-37.
- [9]杨玉红,陈银霞.稳定态二氧化氯在食品保鲜中的应用研究[J].食品工程,2009(8):125-127.
- [10]耿鹏飞,高贵田,薛敏,等.气体二氧化氯在果蔬杀菌保鲜方面的研究与应用[J].食品工业科技,2014,35(06):387-391.
- [11]许萍,乔勇进,周慧娟,等.固体二氧化氯保鲜剂对夏黑葡萄保鲜效果的影响[J].食品科学,2012,33(10):282-286.
- [12]李江阔,郭兴月,张鹏,等.1-MCP结合二氧化氯对桃果实质地的影响[J].食品科技,2014,39(1):31-36.
- [13]Warunee Chomkitichai W, Athiwat Chumyam A, Pornchai Rachtanapun P, et al. Reduction of reactive oxygen species production and membrane damage during storage of 'Daw' longan fruit by chlorine dioxide[J].Scientia Horticulturae,2014,170:143-149.
- [14]Qin Guo, Bin Wu, Xinyuan Peng, et al.Effects of chlorine dioxide treatment on respiration rate and ethylene synthesis of postharvest tomato fruit[J].Postharvest Biology and Technology, 2014,93:9-14.
- [15]田红炎,祝庆刚,饶景萍.采前二氧化氯处理对'海沃德'猕猴桃的防腐保鲜效果[J].植物生理学报,2011,47(12):

- 1167-1172.
- [16]田红炎,饶景萍.二氧化氯处理对机械损伤猕猴桃果实的防腐保鲜效果[J].食品科学,2012,33(18):298-302.
- [17]邓雷,韩志峰,牟文良,王庆国.二氧化氯固体缓释剂对货架期内'秦美'猕猴桃品质的影响[J].农学报,2012,2(06):68-71.
- [18]王亚萍,郭叶,费学谦.二氧化氯处理对"徐香"猕猴桃贮藏品质的影响[J].西北林学院学报,2012,29(3):151-154.
- [19]龙明秀,谭书明.固载二氧化氯猕猴桃保鲜剂的研制及其应用[J].贵州农业科学,2013,(4)41:130-133.
- [20]蔡楠,谢晶.弱光照射及保鲜剂对芦笋冷藏品质的影响[J].上海水产大学学报,2008,17(4):476-480.
- [21]曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
- [22]潘明哲,王静.固体ClO₂及其在食品工业中的应用[J].食品与发酵工业,2005,31(2):97-100.
- [23]曾柏全,邓子牛,熊兴耀,等.二氧化氯对藤稔葡萄保鲜及贮藏品质的影响[J].经济林研究,2007,25(1):49-51.
- [24]Mahovic M J, Tenney J D, Bartz J A.Applications of chlorine dioxide gas for control of bacterial soft rot in tomatoes[J].Plant Disease,2007,91(10):1316-1320.

(上接第326页)

为碳氢化合物、醇类、酯类,醇类和酯类物质一般带有特殊的花果香等特征,这些主要香气组分可能决定了绿茶香气浓郁的特点。日照球形绿茶主要香气成分是顺-己酸-3-己烯酯、脱氢芳樟醇、2-乙基-1,1-二甲基-3-亚甲基-环己烷、反-β-罗勒烯、β-芳樟醇、吡嗪、2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚、反-橙花叔醇、2-正戊基呋喃、顺-3-己烯异戊酸酯、D-柠檬烯等,大部分呈现花香或果香,吡嗪、呋喃类呈现烘炒香(如板栗香、焦糖香);日照卷曲形绿茶的主要香气成分是顺-己酸-3-己烯酯、脱氢芳樟醇、β-芳樟醇、水杨酸异丙酯、2-正戊基呋喃、2-乙基-1,1-二甲基-3-亚甲基-环己烷、二甲基戊酸甲酯、反-β-罗勒烯、D-柠檬烯、β-紫罗酮、苯乙烯等,大部分呈花香或果香,其中呋喃类呈现烘炒香(如板栗香、焦糖香)。两种绿茶在主要香气成分方面存在异同:两者均为栗香型绿茶,二者主要香气成分中有7种成分是相同的,如顺-己酸-3-己烯酯、脱氢芳樟醇、2-乙基-1,1-二甲基-3-亚甲基-环己烷、反-β-罗勒烯、β-芳樟醇、2-正戊基呋喃、D-柠檬烯等;然而,日照卷曲形绿茶中含有较高的二甲基戊酸甲酯和苯乙烯,而日照球形绿茶中未检测到,其他不同的主要成分在香气组分中均存在。可以说明两种绿茶在香气方面差异不明显,但在其他方面如外形,球形绿茶近似球形,体积小,可真空包装,大大延长商品货架期,在这方面日照球形绿茶优于日照卷曲形绿茶的。

决定某种茶叶的香型可能由一种或几种香气成分起主导作用,其余起协调支配作用,由于各种香气成分的阈值不同,含量多的成分不一定就对其香型的贡献大^[9],比如烷烃类贡献较小^[7],球形绿茶呈现栗香,栗香属于烘炒香,具有烘炒香特点的香气组分

为吡嗪、呋喃、吡咯等类型,可能这些含量不多的香气组分决定了绿茶的香气类型。板栗香属于烘焙香,而烘焙香化合物包括呋喃、吡咯、吡嗪类等^[8],本实验中两种绿茶中这两类香气含量均较高,分别为8.92%和7.45%,虽然含量不是最多,但对绿茶呈现板栗香贡献可能较大,从而使绿茶所表现出的茶叶呈现栗香型。叶国注等^[7]认为栗香型茶样的香气成分特征为含有显著高含量的β-紫罗酮、橙花叔醇、植醇、1,4-二十烷二烯、5,8,11,14-花生四烯酸乙酯、2,6-二叔丁基苯醌、2-甲基十五烷、十七烷等成分,与本研究结果不一致,可能与产地品种有关,具体原因有待进一步研究。

参考文献

- [1]陆松侯,施兆鹏.茶叶审评与检验[M].第三版.北京:中国农业出版社,2001,38.
- [2]杨贤强,沈生荣,陈席卿.炒青绿茶制造中香气组分变化的研究[J].食品科学,1989(8):1-7.
- [3]周春明,袁海波,秦志荣,等.花香绿茶的香气成分分析[J].广州食品工业科技,2004,20(2):101-104.
- [4]张越,卢燕,李翼新,等.茶叶香气成分以及香气形成的机理研究进展[J].福建茶叶,2005(3):17-19.
- [5]GB/T 23776-2009,茶叶感官审评方法[S].2009.
- [6]兰欣,汪东,张莉,等.HS-SPME法结合GC-MS分析崂山绿茶的香气成分[J].食品与机械,2012,28(5):96-99,101.
- [7]叶国注,江用文,尹军峰,等.板栗香型绿茶香气成分特征研究[J].茶叶科学,2009,29(5):385-394.
- [8]宛晓春.茶叶生物化学[M].北京:中国农业出版社,2008:40-49.
- [9]钟秋生,吕海鹏,林智,等.东方美人茶和铁观音香气成分的比较研究[J].食品科学,2009,30(8):182-186.