

两种新型保鲜剂对草莓的保鲜作用研究

朱金薇^{1,2}, 冯江涛¹, 王浩², 延卫¹

(1. 西安交通大学 苏州研究院, 江苏 苏州 215123; 2. 中国航天科技集团公司第四研究院 第四十四研究所, 陕西 西安 710025)

摘要:以草莓为试材,研究了新型果蔬保鲜剂 1-甲基环丙烯(1-MCP)和 1-甲基-3-(2-甲基环丙基)-1-环丙烯(1-MMCP)结合低温贮藏对草莓果实的保鲜效果,以比较 2 种不同保鲜剂的保鲜效果和最佳处理浓度,为草莓采后贮藏保鲜提供理论依据。结果表明:1-MMCP/Cu-β-环糊精(1-MMCP/Cu-β-CD)处理较好地保持了草莓果实硬度,而 1-MCP/α-CD 处理对可滴定酸含量、可溶性糖含量和维生素 C 含量的保持效果较好。但总体上讲,2 种保鲜剂之间对非呼吸跃变型水果草莓采后保鲜的效应并不显著。

关键词:草莓;环糊精;保鲜;1-甲基环丙烯;1-甲基-3-(2-甲基环丙基)-1-环丙烯

中图分类号:S 668.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)23-0149-04

草莓属蔷薇科多年生常绿草本植物,又叫红莓、洋莓、地莓等。草莓的外观呈心形,鲜美红嫩,果肉多汁,含有特殊的浓郁水果芳香^[1]。草莓营养价值高,含丰富维生素 C,有帮助消化的功效,在欧洲,草莓早就享有“水果皇后”的美称,并被作为儿童和老年人的保健食品^[2]。

草莓果实属于浆果,含水量高,皮薄,组织娇嫩,极易受损伤而腐烂变质,在常温下只能存放 1~2 d,即使在 0℃ 下加包装贮藏,保鲜寿命也只有 5~7 d,因此,草莓的保鲜技术已成为草莓生产与流通中亟待解决的问题。当前草莓的主要贮藏方式是低温法,但低温法要求的技术条件和成本都很高,难以普及。其它方法如辐射贮藏、速冻贮藏和气调贮藏也因成本高而在近期内不可能被广泛应用^[3]。

1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)是近年来发现的一种新型乙烯受体抑制剂,它通过阻断乙烯和受体蛋白的结合来抑制乙烯的生理作用,延缓乙烯诱导果实成熟的进程,从而延迟果实的成熟与衰老,延长水果的贮藏寿命^[4]。对乙烯敏感的园艺产品受 1-MCP 影响较大,保鲜效果较好,故 1-MCP 已成为园艺产品采后保鲜应用研究的一个热点。目前已有许多关于 1-MCP 对苹果^[5]、香蕉^[6]、猕猴桃^[7]和杏^[8]等水果的报道,但对于草莓这种非呼吸跃变型果实报道相对较少,

且 1-MCP 对非呼吸跃变型水果的作用效果及作用机理尚不清楚。由于 1-MCP 常温常压下为气体,不利于保存、贮藏、运输和使用。现有的解决方法都是以 α-环糊精(α-CD)对其进行包合,形成稳定的白色固体粉末状 1-MCP/α-CD 包合物,以利于 1-MCP 的应用。但是 α-CD 的市场价格较高,这就使 1-MCP 的使用成本大大增加。以 β-CD 作为包合剂,当 1-MCP 进入其空腔之后,以 Cu²⁺ 和环糊精外缘羟基形成的网状氢键结构将 1-MCP 气体“关”在 β-CD 空腔内,这时 2 个分子的 1-MCP 形成了 1-甲基-3-(2-甲基环丙基)-1-环丙烯(1-MMCP),最终形成 1-MMCP/Cu-β-CD 包合物,其使用方法和 1-MCP/α-CD 包合物相同^[9-10]。这种新型的包合物由于使用了市场价格低廉的 β-CD 作为包合剂,不但使 1-MCP 的使用成本大大降低,而且具有和 1-MCP/α-CD 包合物相同的保鲜效果。

该试验旨在通过对 2 种保鲜剂在 3 种不同浓度情况下对草莓的采后生理效应影响的研究,为草莓采后贮藏保鲜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试草莓品种为“甜查理”,于 2012 年 5 月 5 日采摘于西安市大王镇草莓园。选择大小均匀一致、无损伤、无病虫害、九成熟的草莓,置于垫放有柔软物及草莓叶的整理箱内。为防止不被挤压和碰伤,每箱装约 5 kg 草莓。采后于通风处放置 5 h 以释放田间热。试验使用的 2 种粉剂分别为 1-MCP/α-CD(有效含量为 3.5%)、1-MMCP/Cu-β-CD(有效含量为 2.36%),均为实验室自制^[9-10]。

第一作者简介:朱金薇(1987-),女,硕士,初级工程师,研究方向为食品保鲜。E-mail:zby0625@stu.xjtu.edu.cn.

责任作者:延卫(1971-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为有机合成。E-mail:yanwei@mail.xjtu.edu.cn.

基金项目:江苏省科技支撑计划资助项目(SBE201038213);苏州市应用基础研究计划资助项目(SYN201004)。

收稿日期:2013-07-24

1.2 试验方法

25℃条件下,取完整无破损的草莓均匀分为7组,每组约5 kg,置于相对湿度90%的一定体积的密闭容器内。在常温下,用气体熏蒸密封处理18 h。按照处理浓度为0(CK)、250、500、1 000 nL/L分别称取一定量实验室自制的1-MCP/ α -CD粉末和1-MMCPCP/ $\text{Cu-}\beta$ -CD粉末放入小烧杯,加入5 mL 5%的NaOH溶液后置于容器的下部,以释放的气体熏蒸处理果实。为方便起见,将浓度为250、500、1 000 nL/L的1-MCP/ α -CD粉剂处理分别标记为T1、T2、T3;将浓度为250、500、1 000 nL/L的1-MMCPCP/ $\text{Cu-}\beta$ -CD粉剂处理分别标记为C1、C2、C3。

处理后的果实和对照果实在冷藏柜中温度4℃,相对湿度90%的条件下贮藏,并以 ClO_2 消毒以防止草莓发生霉变,分别在9 d内每天随机取出15个果实测试。

1.3 项目测定

果实硬度采用GY-3型果实硬度计进行测定;可滴定酸含量采用碱液滴定法测定^[11];果实中淀粉含量以DNS法测定^[12];维生素C含量测定参照碘量法^[13]。

2 结果与分析

2.1 不同浓度1-MCP和1-MMCPCP处理对草莓硬度的影响

果实硬度与果实组织的成熟度直接相关,可以很直观地反映出果实的贮藏及运输品质。从图1可以看出,对照组(CK)和处理组草莓硬度曲线有较为一致的变化趋势。在贮藏的前5 d内,对照组(CK)及各处理组的草莓硬度在1.4 kg/cm²上下波动,其中以T1处理的草莓果实硬度保持效果最好,基本保持在1.4 kg/cm²之上;而C2处理的草莓果实硬度在1.2 kg/cm²左右,效果一般。在贮藏第5天时,草莓硬度开始上升,在第8天时已达到2.0 kg/cm²以上,课题组认为可能是由于草莓贮藏过程中失水造成的。草莓在贮藏后期已失去其食用及贮藏品质,由于失水和腐烂的原因而导致第8~9天硬度的突然下降。在贮藏后期,可看出C3处理的草莓果实保鲜效果较好,其次为C2和C1处理的。由图1还可以看出,高浓度1-MMCPCP保鲜剂对草莓果实硬度的保

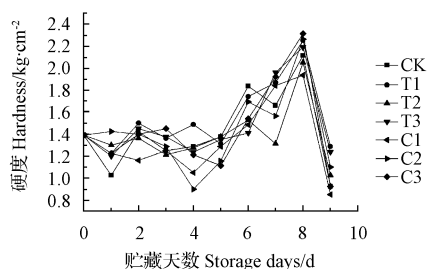


图1 不同浓度1-MCP和1-MMCPCP处理对草莓硬度的影响

持效果优于低浓度,并优于1-MCP,但其机理尚不明确。

2.2 不同浓度1-MCP和1-MMCPCP处理对草莓可滴定酸含量的影响

可滴定酸含量是影响果实风味的一项重要因素。一般在果实采收后,无论是冷藏还是常温贮藏条件下,随着贮藏时间的延长,有机酸作为呼吸代谢的底物而被不断消耗,草莓果实的可滴定酸含量持续下降,从而导致果实风味变淡^[14]。从图2可以看出,对照组(CK)和处理组整体可滴定酸含量变化趋势比较一致,贮藏前6 d为缓慢的下降趋势,第6~9天存在一个上升的过程。贮藏前期以T1、T3处理的草莓果实可滴定酸含量的保持效果最好,其变化趋势缓慢且可滴定酸含量保持在9.25 g/L以上,但也有研究表明高浓度1-MCP处理的草莓果实在贮藏期间产生浓度较高的丙二醛,将会导致草莓腐烂及病虫害的发生,故浓度为250 nL/L的1-MCP处理(T1)的效果最优。比较2种保鲜剂的效果,1-MCP处理的草莓果实对可滴定酸含量的保持效果整体上优于1-MMCPCP处理。但在贮藏后期,草莓果实已失去原有的风味及贮藏品质,2种保鲜剂之间的效果差异不明显。

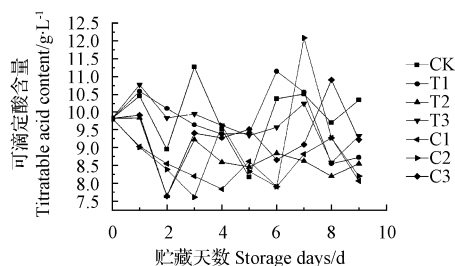


图2 不同浓度1-MCP和1-MMCPCP处理对草莓中可滴定酸含量的影响

2.3 不同浓度1-MCP和1-MMCPCP处理对草莓可溶性糖含量的影响

果实成熟过程中通常伴随着可溶性糖的降解。可溶性糖含量作为果实细胞的内含物,对细胞起着支撑作用,同时也维持着细胞的膨压。在果实成熟乃至衰老过程中,体内的可溶性糖含量会发生明显的降解。朱金薇等^[15]认为对于一些富含可溶性糖含量的水果来说,其实体内的可溶性糖含量降解是果实硬度下降的主要原因之一。这说明,可溶性糖含量的积累和水解与果实的后熟软化有相关性。从图3可以看出,整个贮藏过程中,草莓果实的可溶性糖含量在贮藏的前2 d有一个大的下降,在贮藏第2天降至1.0~1.5 mg/g,在之后的贮藏期间保持比较平稳的趋势。其中T1处理的草莓果实中可溶性糖含量处于较高的水平,均保持在1.5 mg/g左右,且发展趋势相对平稳。但在贮藏到第6天时,C1、

C2 处理的草莓果实中可溶性糖含量均有一个突增的趋势,可能是由于 Cu 络合物对草莓果实的生理机理有所影响,其原因有待进一步研究。从整体趋势看 1-MCP 处理组的保鲜效果优于 1-MMCPCP 处理组。

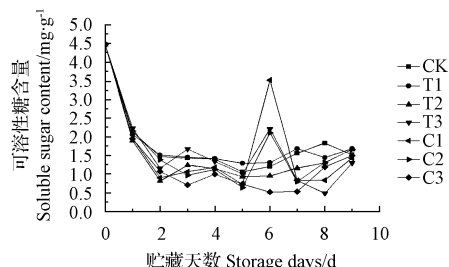


图3 不同浓度 1-MCP 和 1-MMCPCP 处理对草莓中可溶性糖含量的影响

2.4 不同浓度 1-MCP 和 1-MMCPCP 处理对草莓维生素 C 含量的影响

维生素 C 对人体的健康有着非常重要的意义。它具有保持肌肤滑润、防止衰老、抗坏血病等作用,是人体必需的维生素之一。但人体内只能合成少数维生素 C,大多数维生素 C 都只能从食物中获得。草莓中富含维生素 C,但不同时期草莓中维生素 C 含量有所不同。从图 4 可以看出,采后草莓果实中的维生素 C 含量总体呈上升趋势,与草莓采摘后的成熟过程有关,这与姚福荣等^[16]及张桂霞等^[17]的研究结果基本一致。在贮藏初期前 4 d 内,以 T1、T2 处理效果较好,其中 T1 的变化趋势比较平稳,而 C1 处理的草莓果实第 2~4 天有一个明显的升高。在第 4~5 天对照组及所有处理组的维生素 C 含量有一个明显的下降,但从贮藏的第 5~9 天的过程中,维生素 C 含量继续上升,其中 T1 处理组维生素 C 含量达到 130 mg/100g, T2 处理的草莓果实维生素 C 含量达到 110 mg/100g, 1-MCP 处理组的保鲜效果优于 1-MMCPCP 处理组的保鲜效果。在贮藏后第 9 天对照组的维生素 C 含量明显高于其它处理组。可见保鲜剂处理对非呼吸跃变型水果草莓的处理效果并不是非常明显。

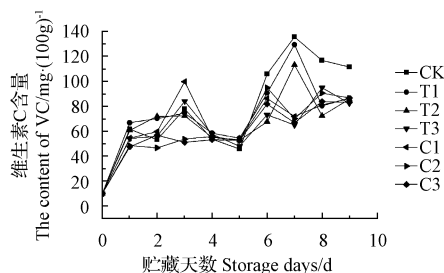


图4 不同浓度 1-MCP 和 1-MMCPCP 处理对草莓中维生素 C 含量的影响

3 结论

草莓果实营养丰富,含水量高且组织娇嫩,采后极易腐烂变质,属于典型的非呼吸跃变型果实^[18]。通常认为乙烯对此类水果的后熟过程没有或仅存在很小的影响。该研究发现,随着草莓采后时间的推延,果实品质不断发生变化。贮藏期间草莓果实的硬度、可溶性糖含量、可滴定酸含量整体呈现下降的趋势,维生素 C 含量在果实贮藏期间则处于上升趋势。

2 种保鲜剂的熏蒸处理结合低温贮藏对草莓果实的硬度有较好的保持,其中 1-MMCPCP 对草莓果实的硬度保持效果优于 1-MCP。而对于可滴定酸含量和可溶性糖含量而言,1-MCP 的保鲜效果优于 1-MMCPCP,但 2 种保鲜剂之间的保鲜效果差异并不显著。

参考文献

- [1] 张志旭,宁正祥. 草莓采后贮藏与保鲜[J]. 食品工业,1998(4): 40-42.
- [2] 草莓[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/3663.html>.
- [3] 李梦钗. 草莓保鲜技术研究进展[J]. 北方园艺,2010(12): 210-212.
- [4] Serek M, Sisler E C, Reid M S. Novel gases inhibitor of ethylene binding prevents ethylene effects in potted flowering plant[J]. J Amer Soc Hort Sci, 1994, 119: 1230-1233.
- [5] 朱金薇,冯江涛,延卫. 1-甲基环丙烯在苹果贮藏保鲜中的应用研究进展[J]. 北方园艺,2010(20): 195-198.
- [6] 李敏,胡美姣,杨凤珍. 1-甲基环丙烯对香蕉采后生理的影响[J]. 亚热带植物科学,2004,33(3): 69-72.
- [7] 唐燕,杜光源,马书尚,等. 1-甲基环丙烯对猕猴桃贮藏品质和蛋白质组分的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(9): 151-155.
- [8] 曹佳康,谈小芳,王敏,等. 1-甲基环丙烯(1-MCP)真空渗透处理对货架期杏果采后生理和品质的影响[J]. 食品工业科技,2009,29(4): 254-257.
- [9] 延卫,梁西秦,冯江涛,等. 用于果蔬花卉保鲜的 1-甲基环丙烯稳定包结物的制备: 中国,200610042683. 2[P]. 2006-09-20.
- [10] 延卫,冯江涛,朱金薇. 果蔬花卉保鲜用 1-甲基环丙烯包结物及其制备方法: 中国,201010511847. 8[P]. 2011-02-16.
- [11] 张宪政,陈凤玉,王荣富. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社,1994.
- [12] 孙群,李学俊,高俊凤. 植物组织中糖、淀粉和纤维素含量的系统测定[M]//植物生理学实验技术. 西安: 世界图书出版社西安分公司,2000: 145-148.
- [13] 库尔班江,赛丽曼. 碘量法测水果蔬菜中维生素 C 的含量[J]. 伊犁师范学院学报(自然科学版),2007(3): 28-32.
- [14] 王志华,孙希生,张志云,等. 1-MCP 处理及 MA 包装对晴朗油桃采后生理和品质的影响[J]. 落叶果树,2004(4): 4-7.
- [15] 朱金薇,冯江涛,延卫. 1-甲基环丙烯对水蜜桃的贮藏品质的影响[J]. 中国农业科技导报,2010,12(4): 73-77.
- [16] 姚福荣,任燕. 草莓不同采收期维生素 C 含量的测定[J]. 毕节学院学报,2007,25(4): 84-88.
- [17] 张桂霞,王英超,石璐. 草莓果实成熟过程中 Vc 和可溶性固形物含量的变化[J]. 安徽农业科学,2011,39(12): 6995-6996.
- [18] Seymour G B, Taylor J E, Tucker G A. Biochemistry of Fruit Ripening[M]. London: Chapman and Hall, 1993: 347-377.

不同干燥工艺对菠菜粉品质的影响

李昌文, 纵伟, 陈俊锋

(郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002)

摘 要:以新鲜菠菜为试材,研究了热风干燥、真空干燥、喷雾干燥3种干燥方式对菠菜粉感官品质、复水性、堆积密度、冲调液的分散性、色差等品质特性的影响。结果表明:喷雾干燥制备的菠菜粉的感官品质、复水性、堆积密度、分散性、色泽等都优于热风干燥和真空干燥,喷雾干燥可以较好的保持产品质量,而且节能和便于工业化生产,因此采用喷雾干燥工艺是制备菠菜粉比较好的方法。

关键词:菠菜;干燥方法;品质

中图分类号:S 636.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)23-0152-03

果蔬粉是近几年出现的一种现代果蔬加工产品,目前果蔬粉已被广泛用作配料加工其它食品,且几乎能应用到食品加工的各个领域,用于提高产品的营养成分,改善产品的色泽和风味,丰富产品品种等。果蔬粉具有以下优点:保持原有水果蔬菜的营养风味以及果蔬皮和核的营养成分,且不加任何添加剂和色素,适宜作为食品的优质配料;水分含量低,容易保藏,能大大降低贮藏、运输、包装等方面的费用;对原料的要求不高,特别是对可食性的皮、核均可利用,拓宽了果蔬原料的应用范围;具有保存和食用方便、可调性强及营养丰富等特点^[1]。

菠菜又称波斯菜、菠棱菜、赤根菜、鸚鵡菜等,研究表明,菠菜营养成分丰富,富含多种维生素、矿物质及膳食纤维。现代医学表明菠菜具有通肠导便、防治痔疮,促进生长发育、增强抗病能力,保障营养、增进健康,促进人体新陈代谢,清洁皮肤、抗衰老等保健功能^[2]。但菠菜由于水分含量高、季节性强、不耐贮藏,将菠菜的可食部分切碎后,经杀菌、调和、干燥后制成菠菜粉,其主要特点是保持菠菜原料原有的色泽、风味和纤维质,尤其是所含的纤维质具有良好的膨润性,食用时没有粗糙感。利用喷雾干燥法加工果蔬成粉,由于细小的雾滴与热空气接触迅速被干燥,颗粒在干燥室停留的时间最多为几秒钟,从而避免了营养成分与热空气接触时间过长而引起的热损失。该试验主要研究了热风干燥、真空干

第一作者简介:李昌文(1976-),男,硕士,讲师,现主要从事农产品加工与贮藏等研究工作。

基金项目:河南省教育厅自然科学研究计划资助项目(2011A550015)。

收稿日期:2013-07-25

Effects of Two Different Preservatives on the Preservation of Strawberries

ZHU Jin-wei^{1,2}, FENG Jiang-tao¹, WANG Hao², YAN Wei¹

(1. Soochow Academy, Xi'an Jiaotong University, Soochow, Jiangsu 215123; 2. Forty-fourth Institution of the Fourth Academy, China Aerospace Science and Technology Corporation, Xi'an, Shaanxi 710025)

Abstract: Strawberries were used to investigate the preservative effects of 1-methylcyclopropene/ α -cyclodextrin (1-MCP/ α -CD) and 1-methyl-3-(2-methylcyclopropyl)-1-cyclopropene/Cu- β -CD (1-MMPCP/Cu- β -CD) on postharvest physiological effect and stored fruit quality at low temperature, so as to find the optimal treated concentration of two different preservatives and provide the theoretical basis for the storage of postharvest strawberries. The results showed that 1-MMPCP/Cu- β -CD treatment had a good effect on keeping hardness of strawberries than that of 1-MCP/ α -CD, while 1-MCP/ α -CD could retain the contents of titratable acid, soluble sugar and Vitamin C better than that of 1-MMPCP/Cu- β -CD. In a word, the effect of preservatives on non-climacteric fruit strawberry was not so notable.

Key words: strawberry; cyclodextrin; preservation; 1-methylcyclopropene; 1-methyl-3-(2-methylcyclopropyl)-1-cyclopropene