

doi:10.11937/bfyy.20170170

壳聚糖复合涂膜对中田大山楂的保鲜效果

何忠伟, 何彩梅, 吴桂容, 陈春岚, 秦瑞祥, 潘中田

(贺州学院 食品与生物工程学院, 广西 贺州 542899)

摘要:以中田大山楂为试材,采用9组不同配方的壳聚糖复合涂膜处理,将试材置于4℃、相对湿度为80%~90%的条件下贮藏,分别在2014年12月、2015年1月和3月测定山楂腐烂率、可溶性固形物含量、维生素C含量、原花色素含量、可滴定酸含量、游离氨基酸含量及多酚氧化酶活性,研究了不同配方壳聚糖复合涂膜对中田大山楂的保鲜效果。结果表明:在4℃贮藏条件下,壳聚糖复合涂膜处理可减少中田大山楂的腐烂率,延缓可溶性固形物、维生素C、原花色素、可滴定酸、游离氨基酸含量的下降,降低多酚氧化酶活性。其中,2%壳聚糖+1.5%CaCl₂+1.0%甘油配方处理的保鲜效果最好。因此,壳聚糖复合涂膜处理有利于中田大山楂的保鲜。

关键词:壳聚糖;复合涂膜;中田大山楂;保鲜

中图分类号:S 661.509⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)20-0135-05

我国山楂(*Crataegus pinnatifida* Bge.)资源丰富,有南山楂和北山楂之分。其中,南山楂人

第一作者简介:何忠伟(1972-),男,硕士,讲师,现主要从事生物工程专业的教学与科研等工作。E-mail:hezi4635@126.com.

责任作者:潘中田(1964-),男,硕士,教授,现主要从事果树栽培的教学与科研等工作。

基金项目:2013年贺州市科学研究与技术开发资助项目(贺科转1304009);广西壮族自治区中青年教师基础能力提升资助项目(KY2016LX377)。

收稿日期:2017-04-26

工种植的面积较少,产量低,果小,石细胞多,单宁酸多,涩味重,果硬,因此不能直接食用。中田大山楂,是广西贺州学院潘中田教授用20年时间从南方野生山楂中选育出的可以直接鲜食的非常罕见的山楂新品种^[1]。因其果实、叶片中含有的黄酮类化合物具有降压、降血脂、软化血管,增加冠状动脉流量、助消化等药理作用^[2],其开发利用已成为目前研究热点。

涂膜保鲜是根据仿生理论,通过浸渍、包裹以及涂布等方法将具有成膜性的物质覆盖在果蔬表面,风干后形成一种无色透明的保护膜,特别适用

content of three kinds of vegetables rhizosphere microbial on soil by water+Cd, but the content of radish rhizosphere microbial on soil less than cabbage and pepper. PCA showed that the treatment of three kinds of vegetables with water+Cd irrigation had the greatest effect on the microbial community structure of radish rhizosphere soil. The contents of PLFA in the rhizosphere microbial community on soil under different irrigation treatments were $G^+ > G^- > \text{actinomycetes} > \text{fungi}$. Compared with water treatment, there was no significant difference in the value of PLFA in three vegetables treated with water+Cd. Irrigation of vegetables with different irrigation methods, analysis of soil physical and chemical properties during the harvest of vegetables showed that have a greater impact of water+Cd treatment on the cabbage absorbs total nitrogen in the soil, radish and pepper absorb nitrate nitrogen in soil.

Keywords: soil; Cd; PLFA; rhizosphere soil microbes

于水分含量较高的果蔬保鲜^[3]。壳聚糖是一种具有可食用性、良好的成膜性和抑菌抗菌性能的天然涂膜剂,可使果实表面形成高 CO_2 低 O_2 气调的微环境,抑制乙烯气体的释放,延缓果实的呼吸作用,维持果蔬品质,延长了贮藏期^[4]。近年来,许多学者将壳聚糖复合涂膜应用于草莓、板栗、鲜切莲藕和杨桃等果蔬上,取得了较好的保鲜效果^[5-9]。 Ca^{2+} 是绿色环保的保鲜剂,采后 Ca^{2+} 处理可增加果实硬度,调节细胞壁酶活性,调节乙烯产生,减缓果实成熟,降低腐烂率。甘油在涂膜中主要起到增塑剂的作用。

中田大山楂鲜果含水量较高,以其作为试材进行保鲜的研究报道较少。因此,该试验选取壳聚糖添加 CaCl_2 和甘油配制而成的壳聚糖复合保鲜涂膜对中田大山楂进行处理,在低温贮藏条件下,研究不同配方壳聚糖复合涂膜对中田大山楂的腐烂率及对可溶性固形物、维生素 C、原花色素、可滴定酸、游离氨基酸含量和多酚氧化酶活性的影响,以期为中田大山楂的保鲜提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试中田大山楂采于中田大山楂基地,选取大小一致且无病虫害的果实作为供试材料。

试剂:无水乙醇、壳聚糖、无水 CaCl_2 、焦性没食子酸、氢氧化钠标准溶液、正丁醇、丙三醇、乙酸钠、草酸、乙二酸、硫酸铁铵、坑坏血酸、乙酸、盐酸、甲醇、硫酸等均为分析纯。

仪器设备:D101 大孔吸附树脂(天津市光复精细化工研究所)、HH-S 恒温水浴锅(国胜实验仪器厂)、722 型可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司)、CP512 电子天平(上海奥豪斯仪器有限公司)、C 型玻璃仪器气流干燥器(菏泽市祥龙电子科技有限公司)、Mar-80 大容量电动离心机(江苏金坛市环宇科学仪器厂)、RE52CS 旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂)、B-220 恒温水浴锅(上海亚荣生化仪器厂)、SHB-III G 循环水式多用真空泵(江苏省金坛市金祥龙电子有限公司)、WSZ-1 型阿贝折射仪(上海光学仪器厂)。

1.2 试验方法

1.2.1 壳聚糖复合涂膜保鲜大果山楂工艺设计

壳聚糖在 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 下快速、完全溶解,用无毒性

的 1% 乙酸作为助溶剂搅拌至溶解,配制成质量分数为 1.0% 、 2.0% 、 3.0% 的壳聚糖涂膜溶液,再添加 CaCl_2 和甘油作增塑剂,混合均匀,配制成复合保鲜液,静置待用。复合膜配方比例按照 $L_9(3^3)$ 进行(表 1),共配制 9 组不同配方的壳聚糖复合涂膜液。将选好的中田大山楂平均为 9 组,每组 7.5 kg ,壳聚糖复合涂膜液处理,即用壳聚糖复合涂膜液浸泡 5 min ,重复 2 次,处理后自然风干,使果实表面形成一层均匀的半透膜,分别用保鲜袋装好,并做好标记。置于 $4\text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $80\%\sim 90\%$ 的条件下贮藏,以未经壳聚糖复合涂膜处理的大果山楂为对照。

表 1 正交实验设计 $L_9(3^3)$

Table 1	$L_9(3^3)$ orthogonal test			%
试验号 No.	壳聚糖 Chitosan	氯化钙 CaCl_2	甘油 Glycerol	
1	1.0	0.5	0.5	
2	1.0	1.0	1.0	
3	1.0	0.5	1.5	
4	2.0	1.5	1.5	
5	2.0	0.5	0.5	
6	2.0	1.5	1.0	
7	3.0	0.5	1.0	
8	3.0	1.0	1.5	
9	3.0	1.5	0.5	

1.3 项目测定

取贮藏的中田大山楂,分别于 2014 年 12 月、2015 年 1 月和 3 月测定各项指标,每个指标 3 次重复。腐烂率($\%$)=测定时腐烂果实数目/贮藏前果实总数目 $\times 100$,可溶性固形物含量采用阿贝折射仪测定,维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚酚滴定法测定,原花色素含量采用盐酸-正丁醇比色法测定,可滴定酸含量采用酸碱滴定法测定,多酚氧化酶活性采用邻苯二酚法测定,游离氨基酸含量采用茚三铜比色法测定。

2 结果与分析

2.1 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂腐烂率的影响

腐烂率是衡量保鲜效果的重要依据。由图 1 可知,经过壳聚糖复合涂膜处理的大果山楂在贮藏期间腐烂率有所降低。细菌和真菌的侵染是引

起中田大山楂腐烂的主要原因,壳聚糖复合涂膜减少了致病菌的侵染,同时,壳聚糖对引起中田大山楂腐烂的细菌^[10]、真菌有抑制作用^[11]。组 6 最佳,即 2%壳聚糖+1.5%CaCl₂+1.0%甘油,腐烂率最低。

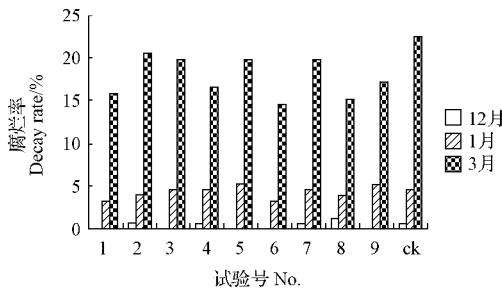


图 1 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂腐烂率的影响

Fig. 1 Effect of chitosan complex film on decay rate of Zhongtian Big hawthorn

2.2 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂可溶性固形物含量的影响

在中田大山楂采后贮藏过程中,可溶性固形物大部分被分解以满足代谢之需,因此其含量下降可作为组织衰老的一种指标。由表 2 可知,影响中田大山楂可溶性固形物含量的主要因素依次为 CaCl₂>壳聚糖>甘油,CaCl₂ 作为增塑剂,可通过封闭果蔬表皮的气孔减弱呼吸作用,减少了可溶性固形物的消耗^[12]。且壳聚糖也因形成了一个低 O₂ 高 CO₂ 的环境,抑制了大果山楂的呼吸代谢。最佳组合为组 5,即 2%壳聚糖+0.5%CaCl₂+0.5%甘油。

表 2 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂可溶性固形物含量的影响

Table 2 Effect of chitosan complex film on soluble solid content of Zhongtian Big hawthorn

试验号 No.	壳聚糖 Chitosan/%	氯化钙 CaCl ₂ /%	甘油 Glycerol/%	标准差 Standard deviation
1	1.0	0.5	0.5	3.764
2	1.0	1.0	1.0	3.276
3	1.0	0.5	1.5	2.986
4	2.0	1.5	1.5	3.721
5	2.0	0.5	0.5	2.550
6	2.0	1.5	1.0	2.955
7	3.0	0.5	1.0	3.279
8	3.0	1.0	1.5	2.926
9	3.0	1.5	0.5	3.065
极差 R	0.309	0.670	0.095	

2.3 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂维生素 C 含量的影响

维生素 C 的含量变化是果实营养品质和贮藏效果的一个重要指标,山楂中维生素 C 越少,其食用品质越差。由表 3 可知,影响中田大山楂中维生素 C 含量的主要因素依次为壳聚糖>CaCl₂>甘油。可能是由于壳聚糖降低了氧气的通透性,减少了维生素 C 的氧化。组 6 最佳,即 2%壳聚糖+1.5%CaCl₂+1.0%甘油。

表 3 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂维生素 C 含量的影响

Table 3 Effect of chitosan complex film on vitamin C content of Zhongtian Big hawthorn

试验号 No.	壳聚糖 Chitosan/%	氯化钙 CaCl ₂ /%	甘油 Glycerol/%	标准差 Standard deviation
1	1.0	0.5	0.5	5.849
2	1.0	1.0	1.0	4.739
3	1.0	0.5	1.5	4.412
4	2.0	1.5	1.5	3.412
5	2.0	0.5	0.5	4.786
6	2.0	1.5	1.0	3.202
7	3.0	0.5	1.0	5.232
8	3.0	1.0	1.5	5.643
9	3.0	1.5	0.5	4.792
极差 R	1.422	0.921	0.749	

2.4 壳聚糖涂膜对中田大山楂原花色素含量的影响

原花色素具有很强的抗氧化性,原花色素含量可评价中田大山楂保鲜效果的好坏。由表 4 可

表 4 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂原花色素含量的影响

Table 4 Effect of chitosan complex film on proanthocyanidin content of Zhongtian Big hawthorn

试验号 No.	壳聚糖 Chitosan/%	氯化钙 CaCl ₂ /%	甘油 Glycerol/%	标准差 Standard deviation
1	1.0	0.5	0.5	0.431
2	1.0	1.0	1.0	0.433
3	1.0	0.5	1.5	0.409
4	2.0	1.5	1.5	0.436
5	2.0	0.5	0.5	0.428
6	2.0	1.5	1.0	0.401
7	3.0	0.5	1.0	0.414
8	3.0	1.0	1.5	0.427
9	3.0	1.5	0.5	0.435
极差 R	0.002	0.012	0.015	

知,对中田大山楂原花色素的影响的主要因素为甘油>CaCl₂>壳聚糖。甘油作为增塑剂,与壳聚糖、CaCl₂形成整体的膜使之有效地覆盖在中田大山楂的表面,具有保持其品质的作用^[13]。组6最佳,即2%壳聚糖+1.5%CaCl₂+1.0%甘油。

2.5 壳聚糖涂膜对中田大山楂可滴定酸含量的影响

大果山楂可滴定酸含量大小可以反应水果保鲜效果的高低。由表5可知,对大果山楂可滴定酸含量的影响主要因素依次为甘油>壳聚糖>CaCl₂。可能由于甘油改变了壳聚糖晶体的结构,影响涂膜的通透性,从而影响保鲜效果^[14]。组6最佳,即2%壳聚糖+1.5%CaCl₂+1.0%甘油。

表5 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂可滴定酸含量的影响

Table 5 Effect of chitosan complex film on titratable acid content of Zhongtian Big hawthorn

试验号 No.	壳聚糖 Chitosan/%	氯化钙 CaCl ₂ /%	甘油 Glycerol/%	标准差 Standard deviation
1	1.0	0.5	0.5	0.137
2	1.0	1.0	1.0	0.118
3	1.0	0.5	1.5	0.157
4	2.0	1.5	1.5	0.108
5	2.0	0.5	0.5	0.161
6	2.0	1.5	1.0	0.083
7	3.0	0.5	1.0	0.117
8	3.0	1.0	1.5	0.114
9	3.0	1.5	0.5	0.148
极差 R	0.023	0.014	0.043	

2.6 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂多酚氧化酶活性的影响

多酚氧化酶是引起果蔬酶促褐变的主要酶类,能催化果蔬原料中的内源性多酚物质氧化生成黑色素,导致大果山楂营养、风味及外观品质下降。由表6可知,对大果山楂多酚氧化酶的影响强弱顺序依次是CaCl₂>壳聚糖>甘油。壳聚糖可有效降低多酚氧化酶活性^[15],CaCl₂作为塑化剂,可改变壳聚糖的结构和通透性,从而影响内源性多酚氧化酶的活性。组6最佳,即2%壳聚糖+1.5%CaCl₂+1.0%甘油。

2.7 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂游离氨基酸含量的影响

游离的氨基酸能够影响着水果和蔬菜的品

表6 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂多酚氧化酶活性的影响

Table 6 Effect of chitosan complex film on polyphenol oxidase activity of Zhongtian Big hawthorn

试验号 No.	壳聚糖 Chitosan/%	氯化钙 CaCl ₂ /%	甘油 Glycerol/%	标准差 Standard deviation
1	1.0	0.5	0.5	0.129
2	1.0	1.0	1.0	0.156
3	1.0	0.5	1.5	0.124
4	2.0	1.5	1.5	0.128
5	2.0	0.5	0.5	0.127
6	2.0	1.5	1.0	0.103
7	3.0	0.5	1.0	0.117
8	3.0	1.0	1.5	0.164
9	3.0	1.5	0.5	0.142
极差 R	0.023	0.032	0.013	

质,它在口感和鲜味中扮演着重要的角色。由表7可知,对大果山楂总游离氨基酸的影响强弱顺序依次为甘油>壳聚糖>CaCl₂。甘油通过影响壳聚糖的结构和通透性,影响总游离氨基酸的含量。组6最佳,即2%壳聚糖+1.5%CaCl₂+1.0%甘油。

表7 壳聚糖复合涂膜对中田大山楂游离氨基酸含量的影响

Table 7 Effect of chitosan complex film on polyphenol oxidase activity of Zhongtian Big hawthorn

试验号 No.	壳聚糖 Chitosan/%	氯化钙 CaCl ₂ /%	甘油 Glycerol/%	标准差 Standard deviation
1	1.0	0.5	0.5	0.401
2	1.0	1.0	1.0	0.385
3	1.0	0.5	1.5	0.361
4	2.0	1.5	1.5	0.417
5	2.0	0.5	0.5	0.375
6	2.0	1.5	1.0	0.321
7	3.0	0.5	1.0	0.361
8	3.0	1.0	1.5	0.392
9	3.0	1.5	0.5	0.456
极差 R	0.032	0.014	0.055	

3 结论与讨论

该研究以中田大山楂的腐烂率,可溶性固形物、维生素C、原花色素、可滴定酸、游离氨基酸含量及多酚氧化酶活性为评价指标,通过正交实验筛选中田大山楂保鲜的最佳壳聚糖复合涂膜配方。试验结果表明,壳聚糖复合涂膜最佳配方(组

6)为2%壳聚糖+1.5%CaCl₂+1.0%甘油,在该最佳配方下,中田大山楂可有效的保持果实的生理品质和外观。目前,壳聚糖复合涂膜在果蔬保鲜中的应用研究较多。以往研究^[16-18]表明,壳聚糖复合涂膜对番木瓜、草莓和杏鲍菇的保鲜效果均较为理想。该试验复合壳聚糖涂膜由壳聚糖、CaCl₂和甘油组成,与以往研究相比^[19-21],复合涂膜的组分不同,组6配方可有效保持中田大山楂的品质,具有应用推广价值,可为中田大山楂的贮藏保鲜提供技术支持。

参考文献

- [1] 潘中田. 南山楂鲜食新品种-中田大山楂的选育[J]. 果树学报, 2011(1): 186-188.
- [2] 时岩鹏, 丁杏苞. 山楂化学成分的研究[J]. 中草药, 2000, 31(3): 173-176.
- [3] 蔡路昀, 吕艳芳, 李学鹏, 等. 复合生物保鲜技术及其在生鲜食品中的应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2014(10): 380-385.
- [4] 张立华, 张元湖, 曹慧, 等. 石榴皮提取液对草莓的保鲜效果[J]. 农业工程学报, 2010, 26(2): 361-365.
- [5] 兰霜, 黎厚斌, 吴习宇, 等. 壳聚糖复合涂膜对板栗保鲜效果的影响研究[J]. 包装学报, 2017(1): 85-92.
- [6] 冯文婕, 阙斐, 陈岭, 等. 茶多酚-壳聚糖复合涂膜液对草莓保鲜效果的研究[J]. 现代农业科技, 2016(22): 260-262.
- [7] 匡银近, 张利芳, 覃彩芹, 等. 可食性壳聚糖复合涂膜包装对鲜切莲藕保鲜效果的影响[J]. 湖北工程学院学报, 2014(6): 25-28.
- [8] 黄艳仙, 曾霞, 周如金. 壳聚糖复合涂膜对荔枝保鲜效果的研究[J]. 化学与生物工程, 2013(11): 38-40.
- [9] 王颖, 范春丽, 范芳. 壳聚糖和氯化钙复合涂膜对杨桃的保鲜效果[J]. 河南农业科学, 2012(3): 125-128.
- [10] 程红, 吴习宇, 徐丹, 等. 壳聚糖涂膜处理对猪腰枣保鲜效果的影响[J]. 食品与机械, 2016(9): 113-116.
- [11] GHAOUTH E L, ARUL J, GRENIER J, et al. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits[J]. Phytopathology, 1992, 82(4): 398-402.
- [12] 李海燕, 刘桂萍, 刘蕾. 壳聚糖复合涂膜常温保鲜草莓的研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(1): 359-362.
- [13] 石磊. 壳聚糖多糖涂膜保鲜剂对山楂常温贮藏效果的影响[J]. 现代农业科技, 2012(11): 275-276.
- [14] 孙彤, 郝晗, 郝文婷, 等. 甘油对原位合成纳米 SiO_x-壳聚糖涂膜的影响[J]. 现代食品科技, 2014(9): 142-148.
- [15] 孔慧清, 刘美玲, 张晨, 等. 壳聚糖果蔬保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2006(4): 1-3.
- [16] 钟曼茜, 从心黎, 张史青, 等. 黄皮精油-壳聚糖复合涂膜对番木瓜果实常温贮藏品质及生理的影响[J]. 食品工业科技, 2017(12): 297-301.
- [17] 孔芳, 薛正莲, 杨超英. 壳聚糖复合涂膜对杏鲍菇保鲜效果的研究[J]. 中国农学通报, 2013(18): 215-220.
- [18] 曹雪慧, 杨方威, 朱丹实, 等. 壳聚糖复合涂膜对草莓保鲜的影响[J]. 食品与发酵工业, 2014(4): 205-209.
- [19] 冯文婕, 阙斐, 陈岭, 等. 茶多酚-壳聚糖复合涂膜液对草莓保鲜效果的研究[J]. 现代农业科技, 2016(22): 260-262.
- [20] 苟亚峰, 冯俊涛, 马志卿, 等. 丁香叶油及其与壳聚糖和 CaCl₂ 复配对砀山酥梨的保鲜效果[J]. 核农学报, 2008(5): 674-678, 599.
- [21] 任艳芳, 刘畅, 何俊瑜, 等. 黄连壳聚糖复合涂膜保鲜剂对夏橙保鲜效果的研究[J]. 食品科学, 2012(16): 291-296.

Preservative Effect of Chitosan Complex Film on Zhongtian Big Hawthorn

HE Zhongwei, HE Caimei, WU Guirong, CHEN Chunlan, QIN Ruixiang, PAN Zhongtian

(Department of Chemistry and Bioengineering, Hezhou University, Hezhou, Guangxi 542899)

Abstract: Taking Zhongtian big hawthorn as test material, with nine treatments of the formula design was conducted in order to understand the preservation effect of using the chitosan complex film on the Hawthorn. The properties of Hawthorn after depoting in the 4 °C, and relative humidity of 80%—90% conditions were tested in deferent time, which concluded decay rate, soluble solid content, vitamin C content, proanthocyanidin content, titratable acid content, free amino acid content and activity of polyphenol oxidase. The results showed that the properties of hawthorn fresh degree after depoting in the 4 °C were improved in the treatments of using the chitosan complex film than that not using. And the best preservation effect of the chitosan complex film the treatment which the formula design was 2% chitosan+1.5% CaCl₂+1.0% glycerol. Therefore, chitosan complex film was conducive to the preservation of fresh hawthorn.

Keywords: chitosan; complex film; Zhongtian big hawthorn; fresh-keeping