

# N,O-羧甲基壳聚糖在上饶早梨保鲜上的应用研究

徐 芬 芬<sup>1</sup>, 叶 利 民<sup>1</sup>, 樊 生 树<sup>1</sup>, 王 晓 亮<sup>2</sup>

(1. 上饶师范学院 生命科学院, 江西 上饶 334001; 2. 抚州职业技术学院, 江西 抚州 344000)

**摘 要:**以上饶早梨为试材,采用浸果成膜的方法,研究了不同浓度 N,O-甲基壳聚糖浸果不同时间对上饶早梨的呼吸强度、维生素 C 含量、腐烂率和失重率的影响。结果表明:N,O-羧甲基壳聚糖浸果可以显著降低梨果呼吸强度,显著降低上饶早梨贮藏期间的腐烂率和保持果实含水量,较好地抑制果实维生素 C 含量的下降,从而保持上饶早梨果实贮藏品质。N,O-羧甲基壳聚糖对梨果的最佳处理方式是 2.0% N,O-羧甲基壳聚糖浸果 2 min。

**关键词:**N,O-羧甲基壳聚糖;上饶早梨;呼吸强度;维生素 C 含量

**中图分类号:**S 661.209<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)21-0137-03

上饶早梨产自上饶县,具有果大皮薄、色白光滑、肉质细嫩、汁多渣少、味甜微酸、酥脆可口的特点。含矿物质、胡萝卜素和维生素 B、维生素 C 等多种营养元素,同时还有生津润肺、清热化痰、解热消暑等功效。早熟梨成熟期早,一般在 6 月下旬至 8 月上旬成熟,而北方梨多在 9 至 10 月成熟,正好填补酷暑水果淡季的市场空白。其皮薄肉脆,汁多味甜,深受消费者青睐。但上饶早熟梨不耐贮藏,皮薄易破,病菌侵入则造成大量烂果,使早熟梨市场销售期短,基本上在当地消化,没有充分体现其经济价值。早梨的贮藏是实现早梨外销,增加梨农收入,减少损耗提高资源利用率的一条重要途径。

壳聚糖(chitosan)又称脱乙酰甲壳素、甲壳胺,它是从虾蟹的甲壳中提取出来的一种氨基类多糖,目前作为一种天然保鲜剂应用比较广泛,但由于壳聚糖不溶于水和普通溶剂,使其应用受到了很大的限制。N,O-羧甲基壳聚糖是一种天然的多糖涂膜保鲜剂,无毒无味,抑菌性强,在果实表面可形成有气体选择通透性的薄膜,能有效地降低果蔬的呼吸强度和蒸腾作用<sup>[1]</sup>。羧甲基壳聚糖已经用于油豆角<sup>[2]</sup>、桃<sup>[3]</sup>、银条<sup>[4]</sup>等果蔬的保鲜,并且取得了一定的保鲜效果。所以,该试验采用 N,O-羧甲基壳聚糖涂膜应用于上饶早梨的保鲜,以延长早梨的保质期,可实现早梨外销,增加梨农收入,减少损耗提高

资源利用率。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料取自上饶田墩,品种为“黄皮消”。果实采后当天运回实验室,剔除病果、畸形果、小果,选取成熟度一致、大小均匀、无病虫害的果用于试验。

### 1.2 试验方法

1.2.1 涂膜液的配制 取一定量的 N,O-羧甲基壳聚糖溶于去离子水中,搅拌至溶解,得到透明且几乎无色的溶液。以此方法分别配制浓度为 1.0%、1.5%、2.0%、3.0% 备用。

1.2.2 涂膜方法 将供试早梨在上述不同浓度的羧甲基壳聚糖中分别浸 1、2 min,捞出自然晾干,以蒸馏水浸果为对照(CK)。各处理和对照果实自然晾干后装于 0.04 mm 聚乙烯薄膜塑料袋中(封口),置于(0±1)℃下贮藏。每袋约 5 kg,1 袋果实为 1 次重复,每处理重复 3 次。

### 1.3 项目测定

维生素 C 含量的测定采用 2,6-二氯酚靛酚法<sup>[5]</sup>;呼吸强度采用 GXH-305 型红外线二氧化碳(CO<sub>2</sub>)分析仪测定,用 999×10<sup>-6</sup> CO<sub>2</sub> 标准气体调节跨度,气流速度 1.4 L/min,以 CO<sub>2</sub> 浓度值计算果实呼吸强度,果实出库后于常温下测定;腐烂率:每处理 30 个果实,观察果实外观并切开果实,统计腐烂果数占总果数的比例;失重率:每处理随机取 10 个果实,测定各贮藏期果实质量。失重率(%)=[(起始质量-每次称重)/起始质量]×100。

**第一作者简介:**徐芬芬(1978-),女,江西奉新人,硕士,副教授,现主要从事果蔬采后生理等研究工作。E-mail: xffylm7875@163.com.

**基金项目:**2014 年江西省大学生创新创业资助项目(201410416029)。

**收稿日期:**2015-06-10

## 1.4 数据分析

所有试验数据采用 SAS 软件 Duncan's 新复极差法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

## 2.1 羧甲基壳聚糖涂膜后梨果的呼吸强度

由表 1 可知,贮藏过程中,梨果呼吸强度先升高后降低,在入贮后的第 20 天,呼吸强度达到峰值。相比 CK,N,O-羧甲基壳聚糖处理显著降低了整个贮藏过程中梨果的呼吸强度和呼吸峰值( $P<0.05$ )。不同处理浓度间比较,2.0% N,O-羧甲基壳聚糖处理对呼吸强度的抑制效果较好,呼吸强度与处理浓度间呈现单峰曲线变化,说明 N,O-羧甲基壳聚糖浓度太高和太低均不利于梨果的贮藏。

同一处理浓度浸果时间对呼吸强度的影响差异不明显,即浸果 1 min 和浸果 2 min 间差异不显著。说明,梨果呼吸强度主要与 N,O-羧甲基壳聚糖浸果的浓度有关。

表 1 上饶早梨贮藏期间的呼吸强度

Table 1 The respiration intensity of Shangrao early pear during the storage  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 

处理 Treatment	呼吸强度 Respiration intensity			
	10 d	20 d	30 d	40 d
1.0%+1 min	20.43bB	24.66bB	22.77bcBC	18.56bB
1.0%+2 min	19.24bcdBC	24.14bB	23.13bB	18.29bBC
1.5%+1 min	18.33cdBC	23.72bBC	21.75bcdBC	17.42bcdBC
1.5%+2 min	18.23cdBC	23.67bBCD	21.58bcdBCD	17.18bcdB
2.0%+1 min	17.52dC	21.55cCD	20.45dCDD	16.43cdC
2.0%+2 min	17.22cdC	21.28cd	20.17cdBCD	16.26cdC
3.0%+1 min	19.32 bcBC	24.75bB	21.53bcdBCD	17.37bcdBC
3.0%+2 min	19.24bcdBC	24.34bB	21.17cdBCD	17.92bcdBC
CK	26.65aA	34.86aA	29.87aA	25.53aA

注:同列小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),同列大写字母表示差异极显著。下同。

Note: Different lowercase and capital letters mean significant difference in the same row, respectively. The same below.

## 2.2 羧甲基壳聚糖涂膜后梨果维生素 C 含量

维生素含量是衡量梨果贮藏效果好坏的一项重要指标。由表 2 可知,贮藏期间梨果维生素 C 含量逐渐下降,相比 CK,羧甲基壳聚糖处理可不同程度地抑制梨果维生素 C 含量的降低,其中 2.0% N,O-羧甲基壳聚糖浸果 1 min 和 2 min 处理可明显延缓贮藏期间梨果维生素

C 含量的下降。至入贮后的第 40 天,2.0% N,O-羧甲基壳聚糖处理梨果的维生素 C 含量显著高于 CK 和其它浓度处理( $P<0.01$ ),除 1.0% N,O-羧甲基壳聚糖浸果 1 min 外,其它浓度处理的维生素 C 含量也均显著高于 CK。

至贮藏结束时,1.0%、1.5%、2.0%、3.0%和清水对照维生素 C 分别平均损失 33.76%、35.3%、27.0%、34.8%、55.7%。对照损失维生素 C 最多,2.0%处理损失最少。说明,N,O-羧甲基壳聚糖处理可减缓梨果维生素 C 的损失,缓解梨果在贮藏期间营养元素的流失。

表 2 上饶早梨贮藏期间的维生素 C 含量

Table 2 The vitamin C content of Shangrao early pear during the storage  $\mu\text{g/g}$ 

处理 Treatment	维生素 C 含量 Vitamin C content			
	10 d	20 d	30 d	40 d
1.0%+1 min	11.55deCD	10.45deCD	8.43dDE	7.51fgEF
1.0%+2 min	11.58deCD	10.67cdeCD	9.26cCD	7.82efDEF
1.5%+1 min	12.72cdBC	11.75bcABC	9.42cBCD	8.33defCDE
1.5%+2 min	13.67bcAB	11.58bcdBC	9.68bcABC	8.73cdeCDE
2.0%+1 min	14.66abA	12.77abAB	10.56aA	10.53abAB
2.0%+2 min	15.14aA	13.43aA	10.29abAB	11.24 aA
3.0%+1 min	14.25abAB	11.53bcdBCD	9.37cBCD	9.32cdBC
3.0%+2 min	14.84abAB	11.77bcABC	9.92abcAB	9.64bcBC
CK	10.86eD	9.87eD	7.53eE	6.65gF

注:上述每个数据均为处理 1 min 和 2 min 的平均值。

Note: The date mean the average value of treatment in one and two minutes.

## 2.3 羧甲基壳聚糖涂膜后梨果的腐烂率和失重率

由表 3 可以看出,与 CK 相比,N,O-羧甲基壳聚糖处理显著抑制梨果的腐烂,推迟腐烂开始时间并降低腐烂率,从入贮后开始,各 N,O-羧甲基壳聚糖处理腐烂率一直极显著低于 CK( $P<0.01$ ),其中以 2.0% N,O-羧甲基壳聚糖浸果 2 min 处理梨果腐烂率最低,且显著低于其它浓度处理( $P<0.05$ ),浸果 2 min 和 1 min 间腐烂率则无显著差异。

与 2.0% N,O-羧甲基壳聚糖处理相比,其它浓度 N,O-羧甲基壳聚糖处理梨果腐烂率均有不同程度的增加,各处理浓度浸果 2 min 和 1 min 间无明显差异,这说明梨果腐烂率主要与 N,O-羧甲基壳聚糖浓度有关,与浸果时间关系不大。

表 3 壳聚糖涂膜后上饶早梨贮藏期间的腐烂率和失重率

Table 3 The respiration intensity of Shangrao early pear during the storage %

处理 Treatment	腐烂率 Decay rate				失重率 Weightlessness rate			
	10 d	20 d	30 d	40 d	10 d	20 d	30 d	40 d
1.0%+1 min	2.2cD	6.7cBC	8.8bB	12.2cB	1.6bB	3.1abABC	4.5bAB	7.8bB
1.0%+2 min	3.3bB	5.6dCD	7.8cBC	13.3bcB	1.6bB	3.2abAB	4.6bAB	7.4bB
1.5%+1 min	2.6cCD	5.8cdC	6.7dCD	8.8dC	1.2cB	2.9bcABCD	3.8cBC	6.5cC
1.5%+2 min	2.3cD	5.4dCD	6.0deDE	7.8deCD	1.2cB	2.4cdCDE	3.4cC	6.3cC
2.0%+1 min	1.5dE	3.3fE	5.6efDE	6.7efCD	1.1cB	2.2dDE	3.2cCD	4.6dD
2.0%+2 min	1.1dE	4.4eDE	5.0fE	5.6fD	1.1cB	2.1dE	2.4dD	4.3dD
3.0%+1 min	3.1bBC	5.7dCD	7.8cBC	13.3bcB	1.4bcB	2.5cdBCDE	3.8cBC	6.3cC
3.0%+2 min	3.2bBC	7.8bB	8.9bB	14.4bB	1.3bcB	2.8bcBCDE	3.5cC	6.1cC
CK	6.7 aA	20.0aA	30.0aA	42.2aA	2.0aA	3.6aA	5.3aA	8.9aA

失重是衡量水果保鲜效果的重要指标。随着时间的推移,失重率在不断上升。至贮藏结束时,相比于对照,1.0%、1.5%、2.0%、3.0% N,O-羧甲基壳聚糖涂膜处理梨果失重率极显著低于CK( $P<0.01$ )。其中,以2.0% N,O-羧甲基壳聚糖浸果2 min和1 min处理梨果失重率最低,显著低于其它处理( $P<0.01$ )。相同浓度不同处理时间梨果失重率差异不显著。

### 3 结论与讨论

呼吸作用时刻影响着果蔬的各种生理生化过程,呼吸作用越旺盛,各种生理生化过程进行的越快,贮藏寿命也越短<sup>[5]</sup>。涂膜后使果实内部形成一个高二氧化碳、低氧气的气体构成环境,有利于延长水果的货架期<sup>[6]</sup>。傅乐峰等<sup>[7]</sup>认为,壳聚糖涂膜对 $O_2/CO_2$ 有良好的选择性,在阻隔空气抑制呼吸作用时,又能允许少量氧气进入防止梨进行无氧呼吸。

该研究结果表明,N,O-羧甲基壳聚糖涂膜可以显著降低梨果呼吸强度和呼吸峰值,显著降低上饶早梨贮藏期间的腐烂率和保持果实含水量,较好地抑制果实维生素C含量的下降,从而保持上饶早梨果实贮藏品质。不同浓度间比较,以2.0% N,O-羧甲基壳聚糖处理呼吸强度低于其它处理,维生素C含量显著高于其它处理( $P<0.01$ ),腐烂率和失重率显著低于其它处理( $P<0.01$ ),2.0%羧甲基壳聚糖处理2 min贮藏效果好于1 min。所以得出N,O-羧甲基壳聚糖处理梨果的最佳处理方式是2.0% N,O-羧甲基壳聚糖浸果2 min。

该研究还发现,上饶早梨贮藏效果主要与N,O-羧

甲基壳聚糖的浓度有关,而与浸果时间关系不大。不同浓度处理贮藏效果差异显著,与2.0% N,O-羧甲基壳聚糖相比,1.0%、1.5%和3.0% N,O-羧甲基壳聚糖涂膜后梨果呼吸强度、腐烂率、失重率均较高,维生素C含量较低,可能原因是,当N,O-羧甲基壳聚糖浓度较高时,成膜较厚,使膜内氧气浓度低,无氧呼吸增大,以致乙醛、乙醇等代谢产物积累,造成细胞毒害,不利于贮藏;而浓度较低时,膜较薄,膜内外空气交换的阻力小,导致膜内氧气浓度较高, $CO_2$ 浓度降低,呼吸作用增强,保鲜效果不明显<sup>[8]</sup>。

### 参考文献

- [1] 吴伟,林宝凤. 羧甲基壳聚糖在果蔬保鲜中的应用研究进展[J]. 高分子通报,2006(4):84-88.
- [2] 连玉晶,赵海田,姚磊. 羧甲基壳聚糖可食用膜对保鲜油豆角化学成分的影响[J]. 食品科技,2005(12):77-79.
- [3] 张敏,洪伯铿,王专. HCF保鲜剂的研制及其在桃保鲜中的应用研究[J]. 食品科技,2004(1):86-88.
- [4] 易军鹏,李欣,周卫利. 羧甲基壳聚糖复合涂膜的银条保鲜效果研究[J]. 食品与药品,2005,7(12):51-53.
- [5] CHUBEY B B,DORRELL D G. Enzymatic browning of stored parsnip roots[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science,1972,97:107-109.
- [6] WANG C Y,MELLENTIN W M. Relationship of friction discoloration to phenolic compounds in 'd'Anjou' pears[J]. Hort Science,1973,8:321-323.
- [7] 傅乐峰,郑柏存,沈军. 壳聚糖涂膜保鲜香梨的研究[J]. 食品工业,2005(2):57-58.
- [8] 张亦飞. 壳聚糖果蔬保鲜剂的研究[J]. 食品工业科技,1996(4):13-15.

## Study on the Application of N,O-carboxymethyl Chitosan in the Shangrao Early Pear Storage

XU Fenfen<sup>1</sup>, YE Limin<sup>1</sup>, FAN Shengshu<sup>1</sup>, WANG Xiaoliang<sup>2</sup>

(1. Life Sciences College, Shangrao Normal University, Shangrao, Jiangxi 334000; 2. Fuzhou Vocational and Technical College, Fuzhou, Jiangxi 344000)

**Abstract:** Using Shangrao early pear as the experiment material, respiration intensity, vitamin C content and decay rate, the weightlessness rate of early pear during the storage were studied by the coating method. The results showed that N,O-carboxymethyl chitosan could significantly reduce respiration intensity, decay rate and keep the water content of pear during the storage, inhibit the decreasing of vitamin C content, thus maintain the fruit storage quality. The best treatment way of N,O-carboxymethyl chitosan was soaking in the 2.0% for 2 min.

**Keywords:** N,O-carboxymethyl chitosan; Shangrao early pear; respiration rate; vitamin C content