

## 壳聚糖涂膜处理对西葫芦冷害的影响

袁蒙蒙<sup>1,2</sup>, 高丽朴<sup>1</sup>, 王清<sup>1\*</sup>, 庞杰<sup>2</sup>, 杨娜<sup>1</sup>

(1. 北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 北京 100097; 2. 福建农林大学 食品科学学院, 福建 福州 350002)

**摘要:**以西葫芦为研究对象,在 5℃ 下采用不同质量浓度壳聚糖溶液对其进行涂膜处理,研究壳聚糖涂膜处理对西葫芦冷害发生、贮藏品质和生理生化指标的影响,为壳聚糖涂膜在控制果蔬冷害上的应用提供理论依据。结果表明,采用壳聚糖涂膜处理可以延缓西葫芦冷害的发生时间,减轻冷害程度,在贮藏第 8 天,水洗对照组冷害指数达到 0.42,而 10 g/L 壳聚糖处理组冷害指数只有 0.08,抑制冷害效果最佳。壳聚糖涂膜还可以降低西葫芦采后呼吸强度,抑制细胞膜透性的升高和丙二醛的积累,减缓果皮叶绿素的降解,贮藏第 16 天,10 g/L 壳聚糖处理组的细胞膜相对电导率为 15.04%,丙二醛含量为 0.806 μmol/g,叶绿素含量为 0.135 3 mg/g,而对照组的细胞膜相对电导率为 30.23%,丙二醛含量为 1.573 μmol/g,叶绿素含量已降至 0.053 8 mg/g,壳聚糖涂膜还可以抑制 CAT 和 POD 活性下降,并降低其活性高峰。用壳聚糖处理西葫芦可以减轻其冷害发生和贮藏品质下降的程度,以 10 g/L 壳聚糖处理组抑制冷害效果最佳。

**关键词:** 壳聚糖涂膜; 西葫芦; 冷害

中图分类号: S642.6 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2012)10-0114-04

## Effect of Chitosan Coating on Chilling Injury in Summer Squash

YUAN Meng-meng<sup>1,2</sup>, GAO Li-pu<sup>1</sup>, WANG Qing<sup>1\*</sup>, PANG Jie<sup>2</sup>, YANG Na<sup>1</sup>

(1. Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China;  
2. Food Science College, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** In order to supply theory to alleviate chilling injury by chitosan coating, the effects of different concentrations of chitosan on chilling injury, storage quality and main physical-chemical characteristics of summer squash stored at 5℃ were investigated. The results showed that summer squash with chitosan coating treatment could postpone the appearing time of chilling injury; the injury index of comparing group was 0.42 and the injury index of disposed group with 10 g/L chitosan was only 0.08. In addition, the respiration rate was restrained, and the raise of cell membrane permeability and MDA was inhibited. At the 16th day of storage, the cell membrane permeability with 10 g/L chitosan treatment was 15.04%, the content of MDA was 0.806 μmol/g, and the content of chlorophyll was 0.135 3 mg/g, while the cell membrane permeability of the control group was 30.23%, the content of MDA was 1.573 μmol/g, and the content of chlorophyll was dropped to 0.053 8 mg/g. Moreover, chitosan coating also inhibited the activity of CAT and POD, and reduced their activity peak. The squash with chitosan treatment could reduce the occurrence of chilling injury and the decline of storage quality. The group with 10 g/L chitosan gave the best inhibition of chilling injury.

**Key words:** chitosan coating; summer squash; chilling injury

收稿日期: 2012-03-05

基金项目: 北京市农林科学院青年基金(QNJJ201013)

作者简介: 袁蒙蒙(1987-), 女, 山东滨州人, 在读硕士研究生, 研究方向: 食品加工与贮藏。E-mail: yimeng.net@163.com

\* 通讯作者: 王清(1979-), 女, 安徽淮南人, 助理研究员, 主要从事农产品加工与贮藏研究。

E-mail: wangqing@nrcv.org

西葫芦(*Cucurbita pepo* L.),别名茭瓜、白瓜、番瓜,为葫芦科南瓜属。西葫芦是人们日常喜爱食用的蔬菜之一,具有较好的营养价值<sup>[1]</sup>。作为一种冷敏型果实,西葫芦在不合适的低温条件下贮藏会发生冷害,导致果实抗病性和耐藏性下降。北方冬天温度较低,且长期低于 10 ℃,因此,西葫芦从温室大棚采收后在短期贮藏以及流通销售过程中常处于较低温度,易发生冷害。冷害症状初期表现为表皮出现大小不一的凹陷斑或水浸状斑点,后期果皮出现黄褐色斑块并逐渐扩大,易受病菌侵染而腐烂,直接影响其商品价值。

壳聚糖(chitosan, CTS)是由甲壳素通过一定程度的脱乙酰而得到的多糖类生物大分子,利用适当的溶剂,可制成透明的具有多孔结构的薄膜,具有良好的粘附性、通透性和一定的韧性<sup>[2]</sup>。在果蔬贮藏保鲜方面,因其安全无毒、可降解,已在苹果、梨、桃、杨梅、草莓、无花果、番茄、青椒等果蔬的保鲜研究中取得良好效果<sup>[3-5]</sup>,但壳聚糖应用于果蔬冷害的研究还未见报道。鉴于此,以西葫芦为研究对象,针对冷害发生过程中不同质量浓度壳聚糖涂膜处理对西葫芦生理生化反应的影响进行系统研究,筛选出最适宜的涂膜浓度,以期壳聚糖涂膜在控制果蔬冷害上的应用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

2011 年 4 月 23 日于北京市顺义区采收西葫芦,品种为早青,果实达到商业成熟度。

壳聚糖购于青岛宏海生物技术公司,脱乙酰度 $\geq 90\%$ 。

### 1.2 方法

1.2.1 西葫芦果实处理 采收当天运回国家蔬菜研究中心采后实验室,挑选成熟度一致、大小均匀、无病虫害和机械损伤的果实,分为 4 组,每组 50 根。处理组为不同质量浓度壳聚糖溶液涂膜(分别称取 20、15、10 g 壳聚糖溶于 2 L 醋酸溶液,配制成质量浓度为 10、7.5、5 g/L 的壳聚糖溶液,调节 pH 值为 6.0)。在不同处理壳聚糖溶液中浸泡 5 min 并晾干后,将西葫芦分别用 0.02 mm 厚的聚乙烯薄膜袋包装,在相对湿度为 80%、温度为 5 ℃ 的恒温恒湿库中贮藏。贮藏期间每 2 d 取样 1 次,每次 4 根。分别取整果的 1/8,切碎,混匀后测定各生理指标。每处理设 3 次重复,以浸水处理的西葫芦作为对照组(CK)。

1.2.2 冷害指数测定方法 将西葫芦的冷害分为

4 级<sup>[6]</sup>,分级标准见表 1。冷害指数 =  $\sum(\text{冷害级别} \times \text{该级别果数}) / (4 \times \text{总果数})$ 。

表 1 西葫芦冷害分级

项目	级别			
	1 级	2 级	3 级	4 级
冷害面积/%	0~25	25~50	50~75	75~100

1.2.3 生理指标测定 呼吸强度的测定:采用红外 CO<sub>2</sub> 测定仪测定果实 0.5 h 内 CO<sub>2</sub> 的释放量;电导率采用电导率仪测定<sup>[7]</sup>;叶绿素含量的测定采用丙酮浸提比色法<sup>[8]</sup>;丙二醛(MDA)含量的测定参照硫代巴比妥酸反应比色法<sup>[7]</sup>;过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)活性的测定参照 Havir 等<sup>[9]</sup>方法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同质量浓度壳聚糖涂膜对西葫芦冷害指数的影响

在贮藏过程中,不同质量浓度壳聚糖涂膜对西葫芦冷害指数的影响如图 1 所示。随着贮藏时间延长,冷害指数呈上升趋势。水洗对照组在第 6 天出现冷害,西葫芦表皮凹陷,后期逐渐增多,表皮颜色变黄,并出现褐色斑块,之后冷害指数迅速升高。而壳聚糖处理组在第 8 天才出现冷害,此时水洗对照组冷害指数达到 0.42,而 10 g/L 壳聚糖处理组冷害指数只有 0.08,这表明壳聚糖处理可以减轻并延缓冷害症状的发生。

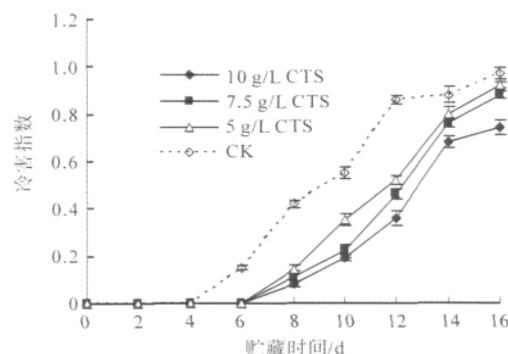


图 1 壳聚糖涂膜对西葫芦冷害指数的影响

### 2.2 不同质量浓度壳聚糖涂膜对西葫芦呼吸强度的影响

西葫芦属于呼吸跃变型蔬菜,如图 2 所示,随着贮藏时间延长,各个处理组呼吸强度趋势都是先升高再降低,在第 6 天达到呼吸高峰,此时壳聚糖处理组的西葫芦呼吸强度均低于对照,其中以 10 g/L 壳聚糖处理组呼吸强度最低,这表明壳聚糖涂膜明显降低了西葫芦果实的呼吸强度。

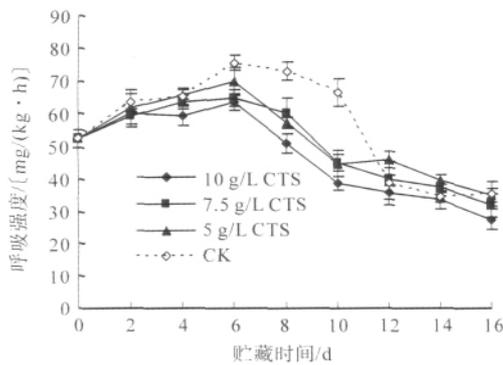


图 2 壳聚糖涂膜对西葫芦呼吸强度的影响

### 2.3 不同质量浓度壳聚糖涂膜对西葫芦细胞膜相对电导率的影响

细胞膜透性的高低反映了细胞膜的完整程度和稳定性,可以作为判断果实发生冷害的一个重要指标。由图 3 可知,在 5℃下,各处理组的细胞膜相对电导率都呈上升趋势。随着贮藏时间延长,细胞受伤害程度加深,膜通透性增加。贮藏第 6 天起,对照组细胞膜相对电导率急剧升高,壳聚糖处理组维持平缓上升的状态。贮藏第 16 天 10 g/L 壳聚糖处理组细胞膜相对电导率为 15.04%,而对照组的细胞膜相对电导率为 30.23%。

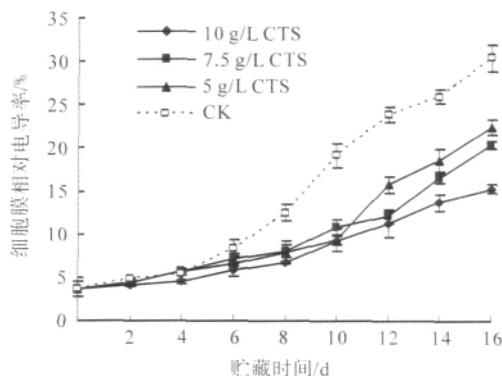


图 3 壳聚糖涂膜对西葫芦果皮细胞膜相对电导率的影响

### 2.4 不同质量浓度壳聚糖涂膜对西葫芦 MDA 含量的影响

果蔬组织遭受冷害等逆境胁迫时,发生膜脂过氧化反应,从而积累 MDA,对果蔬细胞器造成伤害。5℃下,不同质量浓度壳聚糖涂膜处理对西葫芦 MDA 含量的影响如图 4 所示。随着西葫芦果实细胞冷害加剧,MDA 含量升高,对照组呈明显上升趋势,而壳聚糖涂膜处理组有效延缓了 MDA 含量的升高,尤其以 10 g/L 处理组上升最为缓慢。贮藏第 16 天 10 g/L 壳聚糖处理组 MDA 含量为 0.806 μmol/g,而对照组的 MDA 含量为 1.573 μmol/g,表明壳聚糖处理有效抑制了西葫芦 MDA 含量的升高。

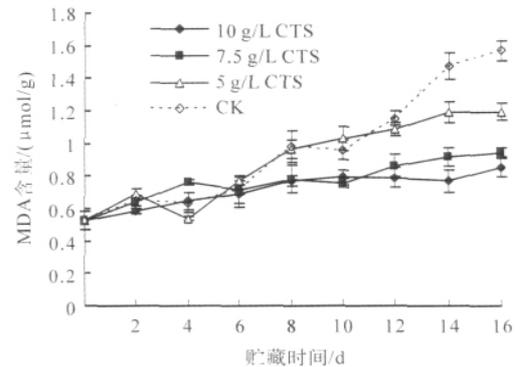


图 4 壳聚糖涂膜对西葫芦 MDA 含量的影响

### 2.5 不同质量浓度壳聚糖涂膜对西葫芦叶绿素含量的影响

叶绿素主要集中于西葫芦果皮部分,随着贮藏时间延长,叶绿素分解,果实外观品质降低。如图 5 所示,贮藏期间,西葫芦表皮叶绿素含量呈下降趋势,涂膜处理组西葫芦的叶绿素皆保持在较高水平。其中 10 g/L 壳聚糖处理组下降趋势最为平缓,贮藏第 16 天叶绿素含量为 0.135 3 mg/g,而对照组的叶绿素含量已降至 0.053 8 mg/g,表明壳聚糖处理可以显著减缓叶绿素的降解。

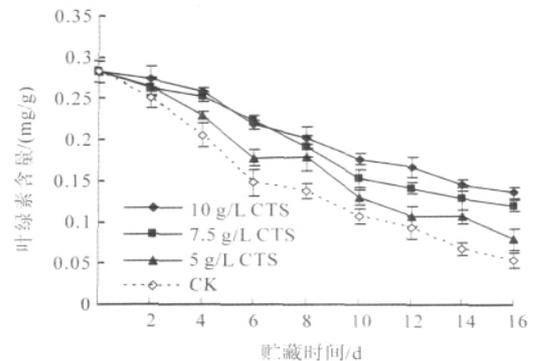


图 5 壳聚糖涂膜对西葫芦叶绿素含量的影响

### 2.6 不同质量浓度壳聚糖涂膜对西葫芦果实保护酶系统的影响

CAT、POD 是植物体内活性氧清除系统中的重要保护酶,能有效地阻止活性氧在植物体内的积累,因此,CAT、POD 活性的升降反映了植物在逆境作用下通过自身防御机制对有害物质做出的保护性应激反应<sup>[10]</sup>。5℃下,不同质量浓度壳聚糖涂膜处理对西葫芦 CAT、POD 活性的影响如图 6—7。贮藏初期,除 7.5 g/L 处理组外,其他各组 CAT 活性整体呈现升高的趋势,之后 CAT 活性持续下降,第 6 天起,各处理组都呈下降趋势,壳聚糖处理组的 CAT 活性高于对照组。

贮藏前期,对照组和壳聚糖涂膜处理组 POD 活

性都呈上升趋势,之后对照组 POD 活性急剧下降,壳聚糖处理组的 POD 活性下降趋势缓慢,一直维持在较高水平。

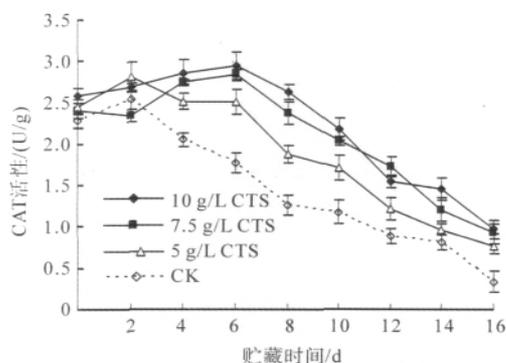


图 6 壳聚糖涂膜对西葫芦 CAT 活性的影响

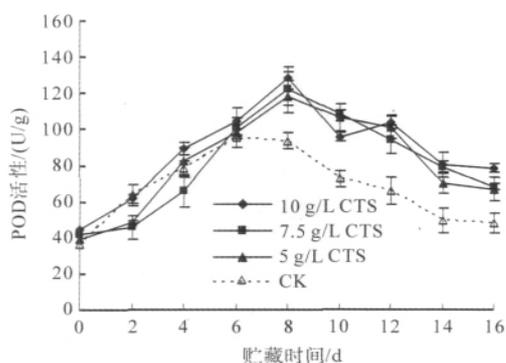


图 7 壳聚糖涂膜对西葫芦 POD 活性的影响

### 3 结论与讨论

本试验结果表明,采用壳聚糖涂膜处理可以延缓西葫芦冷害的发生时间、减轻冷害程度,在贮藏第 8 天,对照组冷害指数达到 0.42,而 10 g/L 壳聚糖涂膜处理组的冷害指数只有 0.08,可以延长西葫芦贮藏期到第 10 天。此外,壳聚糖涂膜可以降低西葫芦采后呼吸强度,抑制细胞膜透性的升高和 MDA 含量的积累,减缓果皮叶绿素的降解,抑制 CAT 活性的降低,在贮藏前期 POD 上升阶段无明显变化,后期抑制了 POD 活性的下降,使其维持在较高水平。

西葫芦喜温热,因产期气温极高,采收后需立即预冷,对温度的控制尤其重要<sup>[11]</sup>。因为西葫芦在 7℃ 以下会发生冷害现象,冷害后出现褐斑并逐渐扩大<sup>[12]</sup>,严重影响西葫芦的商品价值。因此,研究西葫芦采后的贮藏保鲜和防止冷害发生已成为不可或缺的技术环节,对新鲜蔬菜在流通过程中保持良好的商品价值意义重大。经过壳聚糖涂膜处理的西葫芦可实现这一预期,并改善果实色泽,是一种经济可行的措施。

#### 参考文献:

- [1] 刘宜生. 西葫芦史话[J]. 中国瓜菜, 2008(1): 49-50.
- [2] 袁志, 王明力. 壳聚糖在果蔬贮藏保鲜中的应用研究[J]. 贵州农业科学, 2009(7): 145-147.
- [3] 郑学勤, 宫明波, 位绍文, 等. 壳聚糖衍生物保鲜果蔬试验[J]. 天津农业科学, 1995, 1(4): 37-40.
- [4] 周春华. 壳聚糖在园艺产品贮藏保鲜中的应用[J]. 农村科技开发, 2003(1): 33.
- [5] 马肖静, 余东坡, 王兰菊, 等. 壳聚糖涂膜冷藏无花果保鲜效果[J]. 河南农业科学, 2010(12): 111-113.
- [6] 范华. 冷敏果蔬的冷害及减轻冷害的处理与多胺的相关性[D]. 北京: 中国农业大学, 1994.
- [7] 曹健康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 152-154.
- [8] 赵迎丽, 王春生, 郝利平. 青椒果实低温贮藏及冷害生理的研究[J]. 山西农业大学学报, 2003, 23(2): 129-132.
- [9] Havar E A, Mchale N A. Biochemical and developmental characterisation of multiple forms of catalase in tobacco leaves[J]. Plant Physiol, 1987, 84(2): 450-455.
- [10] 王璋. 食品酶学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1994: 51-56.
- [11] 王彩芬, 王秋涛. 秋季地膜西葫芦高产高效栽培技术[J]. 上海蔬菜, 2008(3): 36-37.
- [12] Morris S C, Mcconchie R, Ma K Q, et al. Postharvest handling of melons in Australia and China[J]. ACIAR Proceedings, 2001, 105: 44-48.