

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201412047

刁春英, 高秀瑞. 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽保鲜效果的研究[J]. 广西植物, 2016, 36(4):492-496

DIAO CY, GAO XR. Fresh-keeping of *Toona sinensis* sprouts with tea polyphenol combined with chitosan solution[J]. Guihaia, 2016, 36(4):492-496

茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽保鲜效果的研究

刁春英¹, 高秀瑞^{2*}

(1. 河北经贸大学 生物科学与工程学院, 石家庄 050061; 2. 河北省农林科学院 经济作物研究所, 石家庄 050051)

摘要: 为研究茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽的保鲜效果, 该研究以多年生香椿树嫩芽为材料, 采用不同浓度茶多酚(TP)与壳聚糖复配溶液处理香椿芽, (4±1)℃条件下贮藏, 测定贮藏期间香椿芽感官变化和生理生化指标以及腐烂率的变化。结果表明: 一定浓度的茶多酚与壳聚糖复配溶液可维持香椿芽的感官品质、降低生理衰老程度并减少腐烂率。其中, 0.3%茶多酚-0.5%壳聚糖复配液对香椿芽保鲜效果最显著。0.3%茶多酚-0.5%壳聚糖复配液处理的香椿芽在贮藏 12 d 时失重率仅为 1.52%、维生素 C 保持率为 63.08%、叶绿素损失率为 20.67%, 同时对降低香椿芽的腐烂率和脱叶率有明显效果, 贮藏 21 d 香椿芽的完好率接近 84%、脱叶率为 8%。1%茶多酚会加剧香椿芽的腐败脱叶, 掩盖了香椿芽原有的香味, 并导致褐变现象。因此, 0.3%茶多酚-0.5%壳聚糖复配液在香椿芽保鲜方面具有较好的应用价值。

关键词: 茶多酚, 壳聚糖, 香椿芽, 保鲜

中图分类号: Q945, TS255·3 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2016)04-0492-05

Fresh-keeping of *Toona sinensis* sprouts with tea polyphenol combined with chitosan solution

DIAO Chun-Ying¹, GAO Xiu-Rui^{2*}

(1. College of Bioscience and Engineering, Hebei Economic and Business University, Shijiazhuang 050061, China; 2. Institute of Cash Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: The fresh-keeping effects of tea polyphenols (TP) combined with chitosan solution on the sprouts of *Toona sinensis* were studied. The sprouts of *T. sinensis* were treated with TP combined with chitosan of different concentrations and stored at 4(±1)℃, the fresh-keeping effects were studied by determination of sense assess, the physiological and biochemical index, and the rot rate of the sprouts. The results showed that certain concentration of TP combined with chitosan solution could maintain the sensory quality, and reduce the biological senescence, among which 0.3% TP with 0.5% chitosan had significant effects on the fresh-keeping of *T. sinensis*. The weight loss rate of the sprouts treated with 0.3% TP-0.5% chitosan was only 1.52% on the 12th day of preservation, vitamin C retention rate was 63.08%, chlorophyll loss rate was 20.67%. The solution of 0.3% TP with 0.5% chitosan could effectively reduce the rot rate and defoliation rate, the intact rate was 84% and the defoliation rate was 8% after preservation for 21 d. However, the solution of 1% TP aggravated the corruption of the leaf, covered the original fragrance of the sprouts of *T. sinensis*, and even caused the browning. As a result, the solution of 0.3% TP with 0.5% chitosan has a good application value on the fresh-keeping of sprouts of *T. sinensis*.

Key words: tea polyphenol, chitosan, *Toona sinensis*, fresh-keeping

收稿日期: 2014-12-29 修回日期: 2015-03-20

基金项目: 国家大宗蔬菜产业技术体系石家庄综合试验站资助项目(CARS-25-G-05)[Supported by China Agriculture Research System(CARS-25-G-05)]。

作者简介: 刁春英(1973-), 女, 河北衡水市人, 硕士, 讲师, 主要从事果蔬贮藏加工学的教学与研究, (E-mail)jingmaochunying-d@126.com。

*通讯作者: 高秀瑞, 硕士, 研究员, 主要从事蔬菜育种及品质检测工作, (E-mail)xiurui-g@126.com。

香椿(*Toona sinensis*)又名椿芽、红椿、香椿头,属楝科植物,多年生落叶乔木(杨毅等,2000)。每年春季萌发的新芽,即为可食用香椿,是我国特有的木本蔬菜。香椿芽营养丰富,质嫩,香气浓郁,味美,是我国人民喜食的高档蔬菜,其色、香、味俱佳,营养丰富,含有人体所需的多种营养物质,包括蛋白质、氨基酸、可溶性糖和维生素 C 等,有利于人体健康,而且香椿在生长过程中,自身分泌驱虫物质不需施农药,属名副其实的无公害食品,日益受到人们的青睐,被誉为 21 世纪的卫生食品(赵勤,2008)。但是香椿芽的采收期集中,采收后仍处于旺盛的生理代谢状态,不利于贮藏,其食用的嫩芽部分易枯萎、腐烂,市场供应期短。因此,如何延长香椿芽的保鲜期,减少采后损失,已成为香椿芽采后工作中亟待解决的问题。目前香椿芽的防腐保鲜常用化学保鲜剂(鲍琳等,2006),这不仅增强了病原菌抗性,而且污染环境,因此开发广谱、高效、安全、环保的天然保鲜剂,已成为国内外保鲜剂开发研究的方向和热点。

茶多酚(Tea Polyphenols)是茶叶中多酚类物质的总称,是一种稠环芳香烃,包括黄烷醇类、花色苷类、黄酮类、黄酮醇类和酚酸类等。茶多酚具有清除活性氧自由基、抑制心血管疾病、抗肿瘤、抗辐射、抗菌、抗病毒作用,可用于食品中作抗氧化剂、保鲜剂等(王玉春,2008)。但是多数研究集中于茶多酚对肉类及鱼类的保鲜研究,只有少数报道关于茶多酚在果实、蔬菜及切花保鲜中的应用,如张绍珊等(2009)对蟠桃、周友亚(2003)对草莓、王绍美和赵讲芬(2000)对猕猴桃、李翠英等(2012)对杏、曲芬霞(2012)对马蹄、张颖豪等(2011)对板栗、姜绍通和李晋玲(2009)对绿叶蔬菜、刘开华和荆淑婕(2012)对香菇、张子德等(2007,2008)对月季切花的保鲜有较好的作用。而茶多酚用于香椿芽的保鲜尚未见有报道。壳聚糖具有良好的成膜性,用于果蔬的保鲜已有较多报道。本研究将茶多酚与壳聚糖复配应用于香椿芽保鲜,为茶多酚在香椿芽保鲜上的应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

茶多酚:四川康嘉生物科技有限公司,纯度为 98%。壳聚糖:脱乙酰度 $\geq 85\%$,山东奥康科技有限公司。香椿芽:2014 年 4 月中旬至下旬采自河北经

贸大学院内多年生香椿树。(选择外观整齐,大小一致,无病虫害和机械损伤)。722 分光光度计:上海菁华科技仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 实验处理 配制浓度为 0(CK)、0.3%(加 0.5%壳聚糖:T1)、0.5%(加 0.5%壳聚糖:T2)、1%(加 0.5%壳聚糖:T3)的茶多酚水溶液(W/V)(其中壳聚糖浓度通过预实验确定),将香椿芽放入浸泡 10 min,捞出后置阴凉通风处晾干,装入 0.04 mm 厚低密度聚乙烯(LDPE)保鲜袋,(4 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 放置,每 3 d 随机取样 1 次进行呼吸强度、可滴定酸及失重率等各项指标的测定。每个处理 150 g,重复 3 次,结果取平均值。

1.2.2 测定项目及方法 (1)感官评价:香椿芽菜感官评定标准参照陈德根等(2011)方法。(2)各项指标测定参照果蔬采后生理生化实验方法(曹建康等,2007)。呼吸强度采用静置法;叶绿素含量用分光光度比色法;可滴定酸含量用酸碱滴定法测定;失重率用称重法;腐烂率参照张香美等(2009)方法;维生素 C 含量的测定用 2,6-二氯酚靛酚滴定法;脱叶率的测定参照张香美(2009)的方法。

1.2.3 数据统计与分析 数据处理采用 Microsoft Excel 2003 软件进行分析,并计算标准误差($\pm\text{SE}$)。采用 SPSS 11.5 软件进行显著性差异分析。

2 结果与分析

2.1 香椿芽的感官评价

随着贮藏时间的增加,香椿芽感官品质越来越差,包括表面油质感下降,颜色由油绿色变为浅绿色,香味逐渐消失,纤维化加重。不同茶多酚处理的香椿感官评价结果见表 1。由表 1 可以看出,合适浓度的茶多酚壳聚糖复配液处理后的香椿比对照效果要好,其中 T1 处理效果明显优于其它处理。T1、T2 处理与对照相比,在第 3、6、9 天时差异达极显著水平($P<0.01$)。随着茶多酚浓度的升高,香椿的特有香味会被茶多酚的气味所掩盖,因此,T2、T3 处理在第 9、第 12 天时评分不高,尤其 T3 处理在第 12 天时出现黑点,分析可能是茶多酚浓度过高出现的药害现象,最终导致褐变的产生。

2.2 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽生理指标的影响

2.2.1 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽可滴定酸

表 1 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽感官品质的影响
Table 1 Effects of TP combined with chitosan on sense assess of *Toona sinensis* sprouts

贮藏时间 Storage time (d)	不同处理 Treatments			
	CK	T1	T2	T3
3	84.00± 2.00Bb	96.00± 2.00Aa	94.00± 2.00 Aa	87.00± 1.73Bb
6	70.00± 3.46Bb	90.00± 2.65Aa	86.00± 2.00 Aa	70.00± 2.65Bb
9	60.00± 3.00Cc	85.00± 2.65Aa	68.00± 3.61Bb	58.00± 2.00 Cc
12	38.00± 1.73Bb	57.00± 2.65Aa	40.00± 2.65Bb	25.00± 2.00Cc

注：在同一行不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P<0.01$)。
Note: Different lowercase letters in the same lines mean significant differences ($P<0.05$), different uppercase letters mean extremely significant differences ($P<0.01$).

含量的影响 果蔬中有机酸的含量对果蔬的贮藏性及加工性质具有重要的影响。有机酸可作为呼吸的底物,可滴定酸含量的变化可反映营养物质消耗的程度。从图 1 可以看出,在第 3 天,茶多酚-壳聚糖复配溶液处理过的香椿芽的可滴定酸含量明显高于空白对照组的可滴定酸含量。之后可滴定酸含量差别不是很明显,而在第 12 天时,T2 处理的香椿芽的可滴定酸的含量最高(为 0.29%),T1、T2 处理之间无显著差异。

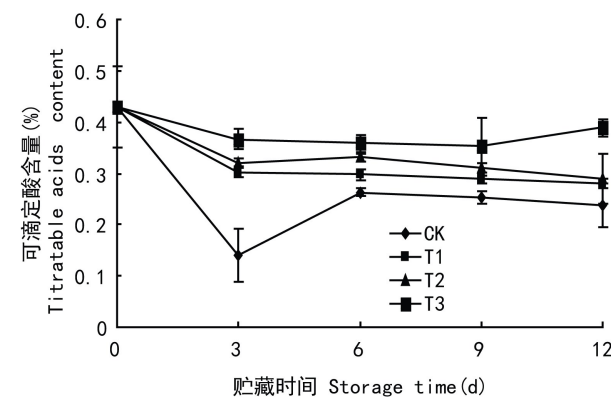


图 1 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽可滴定酸含量的影响
Fig. 1 Effects of TP combined with chitosan on the contents of titratable acids in *Toona sinensis* sprouts

2.2.2 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽维生素 C 含量的影响

从图 2 可以看出,在前 6 天,茶多酚-壳聚糖复配溶液处理能有效减少香椿芽中的维生素 C 含量的损失,与对照相比差异达显著水平 ($P<0.05$)。在

贮藏的第 12 天,T3 处理的香椿芽的维生素 C 含量在 23.5 mg/100 g,维生素 C 保持率为 45.19%,T1 处理组的香椿芽的维生素 C 含量仍维持在 32.8 mg/100 g,保持率为 63.08%,为对照组的 1.27 倍。

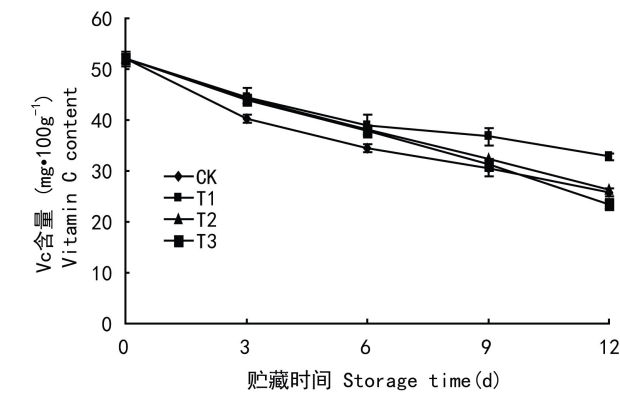


图 2 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽维生素 C 含量的影响
Fig. 2 Effects of TP combined with chitosan on the contents of Vc in *Toona sinensis* sprouts

2.2.3 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽叶绿素含量的影响 由图 3 可知,茶多酚-壳聚糖复配溶液处理的香椿芽的叶绿素含量明显高于对照组的叶绿素含量,处理和对照之间差异达显著水平 ($P<0.05$)。0.3%茶多酚处理组在贮藏 12 d 时,叶绿素仍能维持在 23.8 mg/100g,损失率为 20.67%。

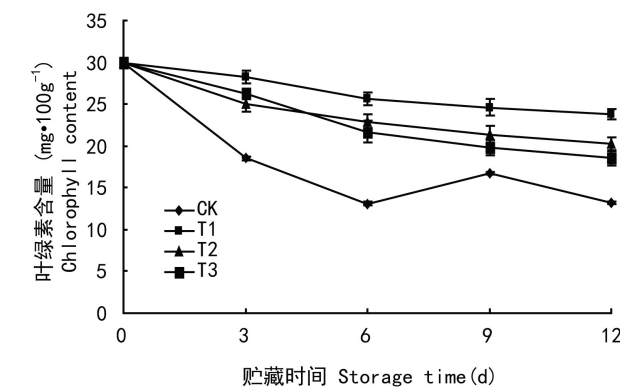


图 3 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽叶绿素含量的影响
Fig. 3 Effects of TP combined with chitosan on the contents of chlorophyll in *Toona sinensis* sprouts

2.2.4 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽呼吸强度的影响 从图 4 可以看出,T1 处理能显著降低香椿芽的呼吸强度,与对照相比差异达显著水平 ($P<0.05$)。其中,T3 处理在贮藏的后期呼吸强度反而

有上升趋势,这可能与高浓度茶多酚能够降低抗氧化酶的活性有关。

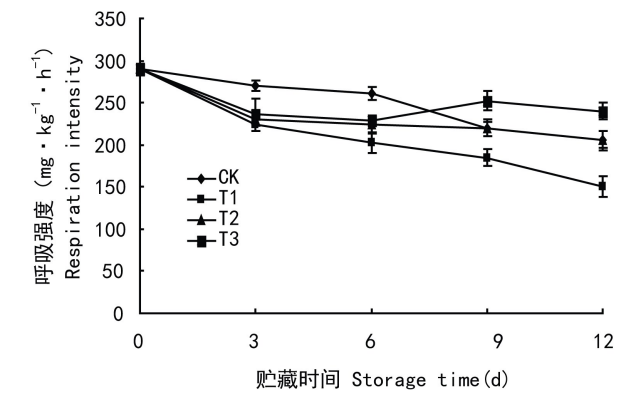


图 4 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽呼吸强度的影响

Fig. 4 Effects of TP combined with chitosan on respiration intensity of *Toona sinensis* sprouts

2.2.5 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽失重率的影响 由图 5 可知,与对照组相比,用茶多酚-壳聚糖复配溶液处理的香椿芽失重率明显低于对照组的,差异达极显著水平 ($P<0.01$)。壳聚糖是一种良好的涂膜剂,在产品表面形成的膜能够抑制产品的呼吸作用及失水,同时,茶多酚有抑制氧化的效果,减少了营养成分的氧化损失,因此可有效的降低香椿芽的失重率,保持香椿芽的新鲜饱满的感官状态。T1 处理在贮藏 12 d 的失重率仅为 1.52%,但是处理组之间无显著差异。

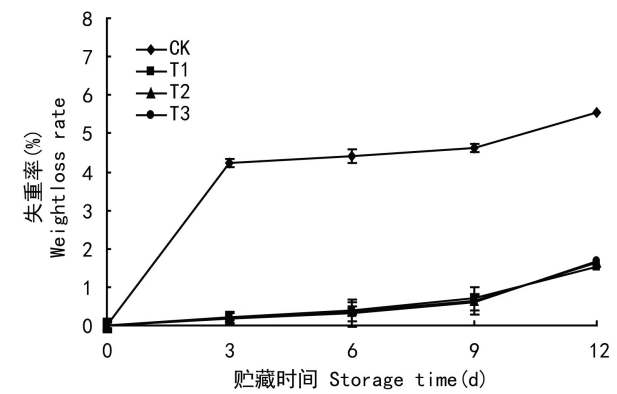


图 5 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽失重率的影响

Fig. 5 Effects of TP combined with chitosan on the rate of weightlessness of *Toona sinensis* sprouts

2.2.6 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽脱叶率与腐烂率的影响 从图 6 可以看出,T1 处理的香椿芽

脱叶率明显低于对照组和 T2、T3 处理,可以有效地防止叶子的脱落,贮藏 21 d 的脱叶率不到 10%。从图 7 可以看出,T1 处理的香椿芽的腐烂率明显低于其他组。T1 处理可以有效地防止香椿芽的腐烂,贮藏 21 d 的香椿芽的完好率维持在 84%。

综合图 6 和图 7 可知,T1 处理保鲜香椿芽,贮藏 21 d 商品率维持较好,腐烂率为对照的 58.7%,脱叶率为对照的 40.5%。

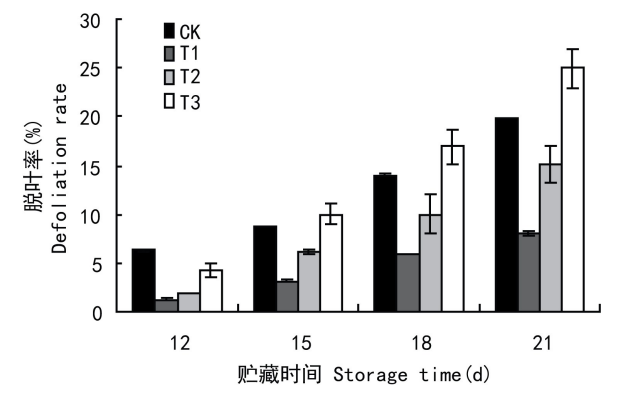


图 6 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽脱叶率的影响

Fig. 6 Effects of TP combined with chitosan on the defoliation rate of *Toona sinensis* sprouts

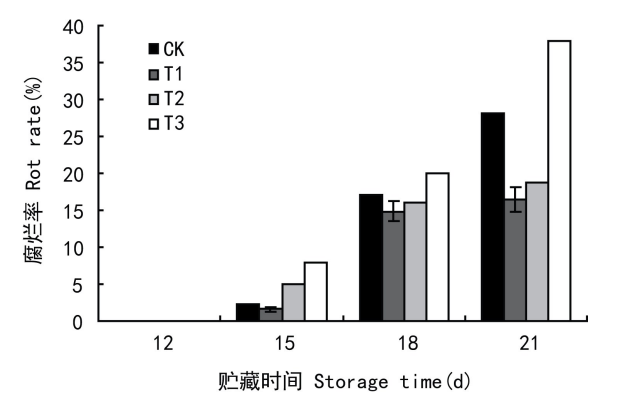


图 7 茶多酚与壳聚糖复配溶液对香椿芽腐烂率的影响

Fig. 7 Effects of TP combined with chitosan on the rot rate of *Toona sinensis* sprouts

3 讨论与结论

本研究中,T₁ 处理能显著降低香椿芽的呼吸强度,T₃ 处理在贮藏的后期呼吸强度反而有上升趋势,这可能与高浓度茶多酚能够降低抗氧化酶的活

性有关。这与李翠芬等(2012)在马蹄上的研究相一致。本研究还表明,用茶多酚—壳聚糖复配溶液处理的香椿芽失重率明显低于对照组的,差异达极显著水平($P<0.01$)。这与刘开花等(2014)在圣女果中的研究结果一致。

0.3%TP-0.5%壳聚糖溶液能有效维持香椿芽贮藏期间的感官品质、降低生理衰老程度并减少腐烂率。An et al(2004)和杜华华和许梓荣(2004)的研究指出,茶多酚具有抑制脂质过氧化反应和激活细胞内抗氧化防御系统的作用。但是,茶多酚应用于果蔬保鲜,较低浓度时对抗氧化酶系统有一定的激活作用,而较高浓度时对抗氧化酶活性降低的减缓作用不明显,反而加速了部分抗氧化酶活性的降低,从而加速果蔬的衰老(李翠英等,2012)。张颖豪等(2011)的研究指出,茶多酚溶液上升到一定浓度后,对超氧阴离子自由基的清除能力反而随浓度的增大而降低。该研究在将茶多酚应用于香椿芽的保鲜中证实了这一结果。当茶多酚浓度在1%时,会加速组织褐变,加剧脱叶和腐烂程度。

参考文献:

AN BJ, KWAK JH, SON JH, et al, 2004. Biological and anti-microbial activity of irradiated green teapolyphenols [J]. *Food Chem*, 88(3): 549–555.

BAO L, YUAN YC, MA XY, et al, 2006. Research of the different treatment method on storage result in Chinese *Toona* [J]. *Northern Hortic*, (4): 37–38. [鲍琳, 袁玉超, 马晓跃, 等, 2006. 不同处理方法对香椿贮藏效果的研究 [J]. 北方园艺, (4): 37–38.]

CHEN DG, HAO MZ, LIANG YW, et al, 2011. Analysis on sensory and nutritional dynamics among different provenances of *Toona sinensis* [J]. *Chin For Sci Technol*, 25(3): 40–43. [陈德根, 郝明灼, 梁有旺, 等, 2011. 不同种源香椿芽菜感官品质及营养成分分析 [J]. 林业科技开发, 25(3): 40–43.]

CAO JK, JIANG WB, ZHAO YM, 2007. Experiment guidance of biochemistry of fruits and vegetables [M]. Beijing: China Light Industry Press. [曹建康, 姜微波, 赵玉梅, 2007. 果蔬采后生理生化实验 [M]. 北京: 中国轻工业出版社.]

DU HH, XU ZR, 2004. Biological activity and application prospect of teapolyphenol [J]. *Chin Feed*, (16): 22–24. [杜华华, 许梓荣, 2004. 茶多酚的生物学活性及应用前景 [J]. 中国饲料, (16): 22–24.]

JIANG ST, LI JL, 2009. The effects of tea polyphenols on fresh-keeping and content of chlorophyll, and VC in green leafy vegetables in storage [J]. *J Tea Busin*, 31(2): 72–74. [姜绍通, 李晋玲, 2009. 茶多酚在绿叶蔬菜贮藏过程中的保鲜作用及对叶绿素、VC含量的影响 [J]. 茶业通报, 31(2): 72–74.]

KODAMA K, SAGESAKA Y, GOTOM, 1991. Anti-microbial activity of catechins against plant athogenic bacteria and fungi

[J]. *Ann Phytopat Soc Jpn*, 57(3): 306–311.

LIU KH, XING SJ, 2012. Effect of tea polyphenols on the storage quality of lentilula edodes [J]. *Acta Edul Fung*, 19(3): 54–58. [刘开华, 邢淑婕, 2012. 壳聚糖中添加茶多酚对香菇贮藏品质的影响 [J]. 食用菌学报, 19(3): 54–58.]

LIU KH, ZHANG YH, XING SJ, 2014. Study on the effect of tea polyphenols-incoprated chitosan antibacterial films on fresh preservation of cherry tomatoes [J]. *Food R & D*, 35(2): 109–112. [刘开华, 张宇航, 邢淑婕, 2014. 含茶多酚的壳聚糖涂膜对圣女果保鲜效果的影响 [J]. 食品研究与开发, 35(2): 109–112.]

LIU MC, ZHANG ZD, LI H, et al, 2008. Effects of tea polyphenols on vase life and related antioxidase activity in cut rose flower [J]. *J Hebei Agric Univ*, 31(2): 45–48. [刘孟纯, 张子德, 李华, 等, 2008. 茶多酚对切花月季瓶插寿命和相关抗氧化酶活性影响的研究 [J]. 河北农业大学学报, 31(2): 45–48.]

LI CY, YE XH, HUANG WL, 2012. Effects of tea polyphenol on the activities of primary antioxidant enzymes in apricot fruits during storage [J]. *J SW Univ: Nat Sci Ed*, 34(8): 25–29. [李翠英, 叶新华, 黄伟利, 2012. 茶多酚处理对杏果实贮藏期主要抗氧化酶活性的影响 [J]. 西南大学学报·自然科学版, 34(8): 25–29.]

QU FX, 2012. Effects of tea polyphenols on water Chstnut of room temperature preservation [J]. *Northern Hortic*, (5): 162–164. [曲芬霞, 2012. 茶多酚对马蹄的常温保鲜效果 [J]. 北方园艺, (5): 162–164.]

WANG YC, 2008. The extracting method of tea polyphenols and research progress of application [J]. *J Gansu Union Univ*, 22(3): 52–54. [王玉春, 2008. 茶多酚的提取方法及应用研究进展 [J]. 甘肃联合大学学报, 22(3): 52–54.]

WANG SM, ZHAO JF, 2000. Effect of tea polyphenol on the fruit physiological biochemical changes of kiwifruit [J]. *J Fruit Sci*, 17(4): 273–276. [王绍美, 赵讲芬, 2000. 茶多酚对采后猕猴桃果实生理生化变化的影响 [J]. 果树科学, 17(4): 273–276.]

YANG Y, FU YS, WANG WX, 2000. Potherb resources and processing and utilization [M]. Wuhan: Wuhan University Press. [杨毅, 傅运生, 王万贤, 2000. 野菜资源及其加工利用 [M]. 武汉: 武汉大学出版社.]

ZHAO Q, 2008. The advances in the study of storing and fresh keeping technology of woody vegetable of *Toona sinensis* roem [J]. *Guizhou For Sci Technol*, 36(3): 55–57. [赵勤, 2008. 木本蔬菜香椿芽贮藏保鲜研究进展 [J]. 贵州林业科技, 36(3): 55–57.]

ZHANG SS, YANG XP, FAN Q, et al, 2009. Effects of tea polyphenols on flat peach preservation [J]. *J Tea Sci*, 29(3): 212–218. [张绍珊, 杨晓萍, 范乔, 等, 2009. 茶多酚对蟠桃保鲜效果的初步研究 [J]. 茶叶科学, 29(3): 212–218.]

ZHANG YH, GU CQ, ZHANG Q, et al, 2011. Effects of tea polyphenol on calcification and reactive oxygen metabolism of chestnuts [J]. *Sci Agric Sin*, 44(5): 1 000–1 005. [张颖豪, 顾采琴, 张倩, 等, 2011. 茶多酚对板栗“石灰化”及活性氧代谢的影响 [J]. 中国农业科学, 44(5): 1 000–1 005.]

ZHANG ZD, LIU MC, XU LQ, et al, 2007. Research of tea poly-