

减压处理对香椿贮藏品质的影响研究

王赵改 杨 慧 朱广成

(河南省农业科学院 农副产品加工研究所 河南 郑州 450002)

摘要:为探讨减压处理对香椿贮藏品质的影响,以红油香椿芽为材料,采用2种不同的减压处理(A:20 kPa; B:20 kPa→常压→60 kPa)进行贮藏,探讨其对香椿芽呼吸强度、外观及内在品质指标的影响。结果表明,与对照(常压处理)相比,减压处理A、B均能有效抑制香椿呼吸强度,延迟香椿芽呼吸高峰的出现,且峰值分别比对照降低16.80%和51.85%;12 d的贮藏期内,减压处理A、B极显著降低了香椿的脱叶率、腐烂率及失重率,其中脱叶率分别降低8.01、11.22个百分点,腐烂率分别降低4.58、5.64个百分点,失重率分别降低4.39、4.87个百分点;12 d的贮藏期内,减压处理A、B显著降低了香椿维生素C和叶绿素的损失率,其中维生素C损失率分别降低15.63、31.25个百分点,叶绿素损失率分别降低8.42、17.72个百分点;12 d的贮藏期内,减压处理A、B平均PPO酶活分别显著降低9.43%、17.87%。总之,减压处理可有效保持香椿采后贮藏品质,减压处理B保鲜效果最好。

关键词:减压;香椿;贮藏品质

中图分类号:TS205.9 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2013)06-0181-05

Effect of Hypobaric Treatment on Storage Quality of *Toona sinensis*

WANG Zhao-gai, YANG Hui, ZHU Guang-cheng

(Institute of Agricultural Products Processing, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To study on effect of hypobaric treatments on storage quality of *Toona sinensis*, this paper analyzed the changes of respiration rate, apparent and internal quality of *Toona sinensis* sprout which treated with hypobaric treatments (A: Sealed storage under 20 kPa; B: 20 kPa→atmospheric pressure→60 kPa). The results showed that both A and B treatment delayed the appearance of respiratory peak, inhibited the respiratory intensity of *Toona sinensis* effectively by 16.80% and 51.85% than control. Both A and B treatment reduced the defoliation rate, rotting rate and weight loss rate of *Toona sinensis* significantly, defoliation rate were decreased by 8.01 and 11.22 percentage points, rotting rate were decreased by 4.58 and 5.64 percentage points, weight loss rate were decreased by 4.39 and 4.87 percentage points, respectively. Decompression treatments were significantly effective in reducing corrosion of vitamin C and chlorophyll, vitamin C loss rate of A and B treatment were decreased by 15.63 and 31.25 percentage points respectively than control, while chlorophyll loss rate were decreased by 8.4 and 17.72 percentage points. The average PPO activity of A and B were significantly decreased by 9.43% and 17.87% respectively during the whole storage period. Therefore, considering respiration rate, apparent and internal quality comprehensively, group B that hypobaric storage in stage was the best.

Key words: Hypobaric; *Toona sinensis*; Storage quality

香椿是我国重要的特产资源,其芽为香椿树上采摘的幼嫩叶芽,味道鲜美,风味独特,营养丰富,是集食用价值、营养价值、药用价值及材用一体的木本蔬菜,经济价值极高,具有很强的开发潜能,深受广大青睐^[1]。然而香椿芽采收季节性强,采收期短,

因其含水量高,生命力旺盛,呼吸强度高,采后在室温下放置1~2 d就极易出现枯萎、腐烂变质、叶片脱落等品质劣变现象,营养及风味也大大降低,失去其特有的食用品质^[2]。因此,研究有效的香椿芽贮藏保鲜技术十分重要。

收稿日期:2013-07-17

基金项目:国家自然科学基金项目(31101373)

作者简介:王赵改(1980-),女,河南驻马店人,助理研究员,博士,主要从事农产品保鲜与加工方面的研究。

减压贮藏是基于冷藏和气调贮藏而发展起来的一种特殊的气调贮藏方法,被称为保鲜技术史上的第三次革命^[3],已应用于西红柿、桃、李等的贮藏保鲜并具有良好的保鲜效果^[4-6]。目前,关于香椿保鲜的研究主要集中在化学保鲜剂对香椿采后贮藏品质的影响方面^[3,7-8],而关于减压技术对香椿采后贮藏品质影响的研究鲜有报道。特色农产品加工研究室前期试验结果表明,不同真空度对香椿采后贮藏品质的影响不尽一致,当真空压力为 20~30 kPa 时,香椿的保鲜效果较好。此外,李文香等^[9]研究表明,三阶段减压贮藏工艺明显延缓绿芦笋的衰老进程,延长贮藏期。基于此,本研究采用“20 kPa 恒压”及“20 kPa→常压→60 kPa”分阶段 2 种减压处理对红油香椿芽采后贮藏品质的影响,以期寻找最佳的香椿贮藏工艺,为合理进行香椿贮藏保鲜及生理研究提供技术支持和理论参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

香椿品种为红油香椿,于 2013 年 4 月上旬至中旬在河南省郑州市中牟县田庄村河南省农业科学院香椿示范基地采摘新鲜香椿芽。挑选新鲜、健壮、成熟度相对一致、无病虫害和机械损伤、富有香气、长度为 15~20 cm 的香椿芽进行试验。

1.2 试验处理

试验共设 3 种处理,分别为常压对照[CK,不进行任何处理,直接放入(2±1)℃下贮藏]、减压处理 A[将香椿嫩芽置于真空干燥容器中,启动真空泵使真空压力达到 20 kPa,于(2±1)℃下密封恒压贮藏]和减压处理 B[将香椿嫩芽于真空干燥容器中,启动真空泵使真空压力达到 20 kPa,保持 8 h,随后旋开真空干燥器的针阀,使其慢慢达到常压(100 kPa)后保持 10 h;再次启动真空泵使真空压力达到 60 kPa,保持 8 h 后稍稍旋开真空干燥器的针阀,严格控制气体交换速率直至试验结束,整个过程在(2±1)℃下进行],每个处理重复 3 次,贮藏 12 d,每隔 2 d 取 1 次样,共取样 6 次,取样后进行指标测定。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 呼吸强度 采用王赵改等^[10]的方法进行测定,采用德国 WITT 微量氧气和二氧化碳检测仪,取香椿芽 3 棵放入聚乙烯塑料盒中,用 PE 保鲜袋套盒封口,于(2±1)℃贮藏 8 h 后测量,每组做 3 次平行试验。

1.3.2 腐烂率、脱叶率和失重率 均采用张香美等^[11]的方法进行测定,具体计算公式如下:

$$\text{失重率} = \frac{\text{贮藏前质量} - \text{贮藏数天后质量}}{\text{贮藏前质量}} \times 100\%$$

$$\text{腐烂率} = \frac{\text{贮藏前质量} - \text{贮藏数天摘除腐烂部分后质量}}{\text{贮藏前质量}} \times 100\%$$

$$\text{脱叶率} = \frac{\text{贮藏数天后脱落的叶片总数}}{\text{叶片总数}} \times 100\%$$

1.3.3 维生素 C 含量 采用 2,6-二氯酚滴定法进行测定^[12]。

1.3.4 叶绿素含量 采用分光光度法进行测定^[11]。

1.3.5 多酚氧化酶(PPO)活性 采用邻苯二酚法,具体参照王赵改等^[10]方法,稍有改动。

1.4 数据处理

数据采用 Origin 8.6 进行处理,并用 SPSS 11.5 进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 减压处理对香椿呼吸强度的影响

香椿采摘后光合作用停止,呼吸作用是其生命活动能量代谢的主要来源^[13],呼吸强度越强,说明生物体代谢越旺盛,机体内贮藏的营养物质消耗越快,品质下降快^[11]。因此呼吸强度常作为衡量组织代谢强弱的重要指标,其对香椿采后品质变化、生理失调等方面有重要的调控作用^[14]。如图 1 所示,减压处理香椿芽呼吸强度总体低于对照,尤其是减压处理 B,低温贮藏的对照香椿芽呼吸强度总体维持在较高水平,并在贮藏第 6 天达到呼吸高峰,峰值为 385.85 mg/(kg·h),与李志巡等^[15]研究的呼吸峰出现时间不一致,这可能与香椿的贮藏条件、品种及成熟度等有关。在贮藏第 6 天,减压处理 A、B 香椿芽呼吸强度极显著低于对照($P < 0.01$),并在贮藏的第 9 天均达到呼吸高峰,峰值分别比对照降低了 16.80% 和 51.85%,大大降低了香椿芽的呼吸强度。综上所述,减压处理可抑制香椿芽的呼吸强度,延迟香椿芽呼吸高峰的出现,并且降低呼吸高峰值,这与刘新社等^[6]的研究结果一致,其中减压处理 B 贮藏效果最好。

2.2 减压处理对香椿外观品质的影响

2.2.1 脱叶率和腐烂率 新鲜的香椿含水量大,呼吸作用旺盛,采后极易发生脱叶、腐烂、变色走味,尤其在常温下放置 2~3 d 叶子失水严重,逐渐萎蔫、脱落及腐烂,不到一周其商品价值大大降低。由图 2 可知,在贮藏期间,前 4 d 对照香椿叶无脱落,第 12 天脱叶率达到 12.68%;前 6 d 减压处理 A、B 香椿叶均无脱落,第 12 天脱叶率分别为 4.67% 和 1.46%,极显著低于对照($P < 0.01$),尤其是减压处理 B,直至第 12 天才开始出现脱叶现象。由图 3 可

知,在贮藏期间,对照组在贮藏第6天香椿叶有轻微的腐烂现象,且随着贮藏时间的延长腐烂程度逐渐加重,并伴随轻微的霉味,在贮藏第12天腐烂率达到5.64%;减压处理A在前9d一直没有腐烂,在第12天腐烂率为1.06%,极显著低于对照($P < 0.01$),而减压处理B在整个贮藏期间一直未见腐烂现象。综合图2、3可知,减压处理有效降低了香椿的脱叶率和腐烂率,其中减压处理B组贮藏效果最好。

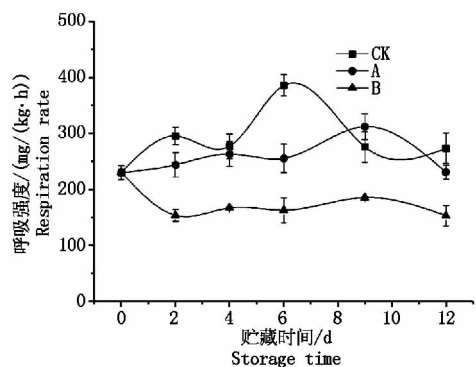


图1 减压处理对香椿呼吸强度的影响

Fig.1 Effects of hypobaric storage on respiratory rate of postharvest *Toona sinensis*

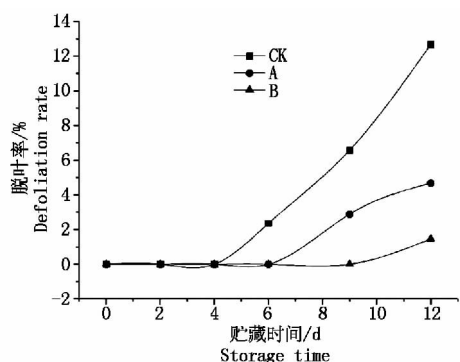


图2 减压处理对香椿脱叶率的影响

Fig.2 Effects of hypobaric storage on defoliation rate of postharvest *Toona sinensis*

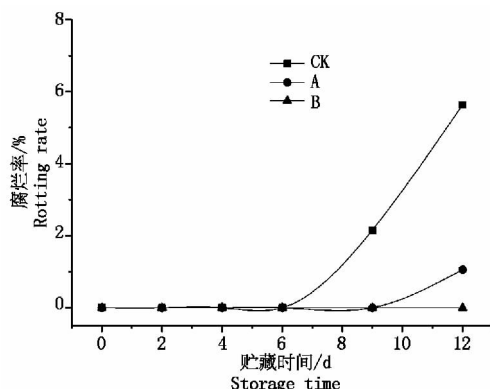


图3 减压处理对香椿腐烂率的影响

Fig.3 Effects of hypobaric storage on rotting rate of postharvest *Toona sinensis*

2.2.2 失重率 香椿芽质地鲜嫩,含水量较高,采摘后仍继续进行呼吸作用和蒸腾作用,使自身水分损失,导致香椿失鲜、失重,造成香椿商品率大大下降^[11]。因此,失重率是衡量香椿外观品质的一个重要指标。由图4可知,在贮藏期间,香椿含水量不断下降,失重率整体呈上升趋势,这种变化趋势与张香美等^[11]的研究结果一致。其中,减压处理A香椿芽在贮藏前期失水较快,在贮藏第2天失重率高达19.13%,极显著高于其他2种处理($P < 0.01$),随后进入稳定的平台期;减压处理B及对照香椿芽在贮藏前期失重率较低,随着贮藏时间的延长失重率增加,其中对照失重速度最快,第12天时失重率为24.24%,极显著高于减压处理A(19.85%)和B(19.37%)($P < 0.01$)。表明减压处理大大降低了香椿失重率,保持了香椿品质,其中减压处理B效果最好。

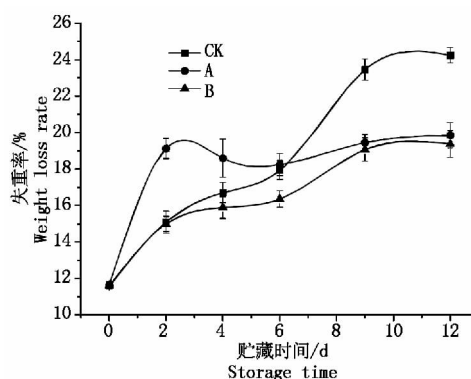


图4 减压处理对香椿失重率的影响

Fig.4 Effects of hypobaric storage on weight loss of postharvest *Toona sinensis*

2.3 减压处理对香椿内在品质的影响

2.3.1 维生素C含量 维生素C是果蔬中重要的营养成分之一,具有较强的氧化性,在果蔬保鲜贮藏加工中极易受到破坏,其含量下降的越多,食用品质越差。因此,维生素C含量的多少常被用来评价贮藏方法的优劣^[16]。从图5可知,在贮藏期间,3种处理香椿维生素C含量整体均呈下降趋势,但不同处理香椿维生素C含量下降速率明显不同。其中,对照香椿维生素C含量在12d内损失率高达84.38%;减压处理A香椿维生素C损失率为68.75%,比对照显著降低15.63个百分点($P < 0.01$);减压处理B香椿维生素C含量一直维持在较高水平,损失率为53.13%,分别比减压处理A和对照显著降低15.62、31.25个百分点($P < 0.01$)。在整个贮藏期间,减压处理可以减缓香椿维生素C的损失,利于组织中维生素C的保持,其中减压处理B效果最好,使香椿维生素C含量一直维持在较高水平。

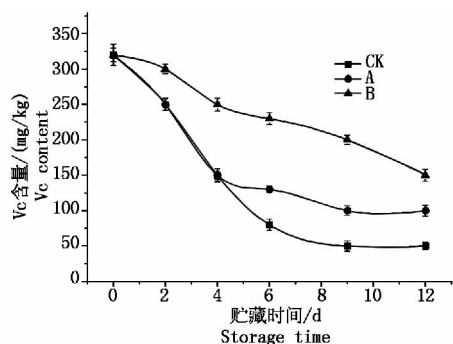


图5 减压处理对香椿维生素C含量的影响

Fig. 5 Effects of hypobaric storage on Vc content of postharvest *Toona sinensis*

2.3.2 叶绿素含量 叶绿素是蔬菜中含有的绿色色素,其含量多少可用来鉴定蔬菜的新鲜程度^[11],其变化还可作为绿色植物衰老的指标^[3]。从图6可知,3种处理香椿叶绿素含量整体上随着贮藏时间的延长而降低,在贮藏的前4 d,叶绿素含量下降幅度较大,随后叶绿素含量下降平缓,后期稍有反弹趋势,这与周娴^[17]、张香美等^[11]的研究结果基本一致。叶绿素含量回升可能与光诱导有关,香椿嫩芽从冷库避光的环境到室外进行检测的过程中,受外界均匀白光的照射从而利于叶绿素的合成^[18]。在整个贮藏期间,对照香椿芽叶绿素含量损失率高达66.72%,分别比减压处理A(58.30%)、B(49.00%)的香椿嫩芽叶绿素损失率显著提高了8.42、17.72个百分点($P < 0.05$),且减压处理B香椿叶绿素含量一直维持在较高水平。综合来看,减压处理B能更有效的保护叶绿素。

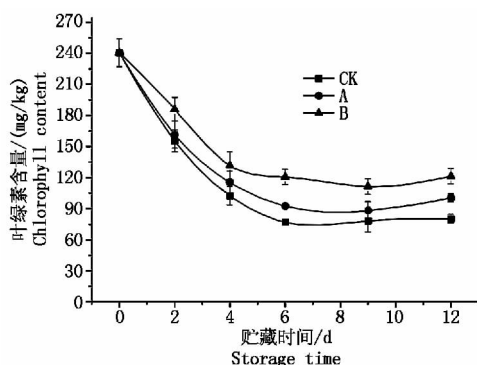


图6 减压处理对香椿叶绿素含量的影响

Fig. 6 Effects of hypobaric storage on chlorophyll content of postharvest *Toona sinensis*

2.4 减压处理对香椿PPO活性的影响

香椿褐变主要指的是酶促酚的褐变,其中PPO是参与酶促褐变的主要酶之一,可以催化酚类物质氧化生成醌类物质,PPO酶活性越高,酚类物质氧化的速度就越快,褐变的速度就越快,故而研究香椿芽贮藏过程中PPO酶活性变化趋势对研究贮藏过程中的褐变现象有重要的指导意义^[19]。

由图7可知,在整个贮藏期间,3种处理香椿芽PPO活性均呈先上升后下降再上升的“S型”变化趋势。在贮藏前期,减压处理香椿芽PPO活性与对照相比并没有显著差异,但随着贮藏时间的延长,减压处理对香椿芽PPO活性的抑制效果逐渐凸显;在整个贮藏期间,减压处理A和B的平均PPO酶活分别为81.72、74.11 U/(g·min),分别比对照(90.23 U/(g·min))显著降低了9.43%、17.87% ($P < 0.05$),且减压处理B香椿芽PPO酶活一直处于较低水平,表明减压处理B能更有效地抑制香椿PPO活性的上升。

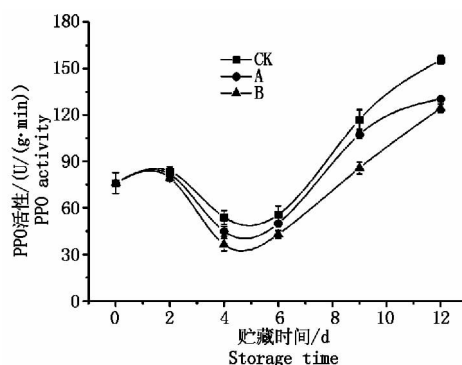


图7 减压处理对香椿PPO活性的影响

Fig. 7 Effects of hypobaric storage on PPO activity of postharvest *Toona sinensis*

3 讨论

香椿采摘后光合作用停止,呼吸作用是其采摘后最主要的生理活动之一,也是生命存在的重要标志。张香美等^[11]研究表明,呼吸作用与香椿芽采后贮藏品质变化密切相关,通过抑制香椿芽的呼吸作用可达到保持其产品品质的目的。本研究减压处理降低了香椿的呼吸强度和呼吸峰值,这有助于延缓香椿的衰老,并提高其耐贮性和贮藏品质,推测可能与减压能减少内含物的消耗有关^[3]。香椿采后因蒸腾作用和呼吸作用较易失水,严重影响了其外观品质和商品率,减压处理A在贮藏前期失水严重,这是减压本身快速降温导致失水较多的缘故^[20],而减压处理B有效地降低了香椿失重率,这与陈文烜等^[21]的研究结果一致;同时,减压处理B降低了香椿的脱叶率及腐烂率,直至贮藏结束的第12天才开始有轻微的叶子脱落现象,无任何腐烂,大大提高了香椿的商品率,延长了其货架期。此外,减压处理B还保持了维生素C含量,延缓叶绿素降解。本研究测定的维生素C平均含量为119.0 mg/kg,较许慕农^[22](649.0 mg/kg)、唐晓珍^[23](560.0 mg/kg)的测定结果低,这可能与香椿贮藏条件、品种、棚栽及测定方法等有关^[11];另外,香椿在常压贮藏第12天维

生素 C 损失率最高,达到 84.38%,远高于张香美等^[11]、张子德等^[24]的测定结果,分析原因可能与香椿品种、采收时间、贮藏条件、检测方法等有关。PPO 是导致香椿酶促褐变关键酶之一,在香椿贮藏保鲜与加工的过程中降低 PPO 活性最为关键。香椿 PPO 活性呈先上升后下降再上升的“S 型”的变化趋势,这与郁志芳等^[25]得研究结果不一致,这可能与香椿品种、贮藏环境、成熟度及栽培方式等有关。减压处理 B 香椿 PPO 活性在整个贮藏期间一直处于较低水平,在一定程度上延缓了香椿褐变的发生。

减压处理使得容器内部空气中各种气体组合分压均相应降低,含氧量也随之减少,起到类似气调贮藏的作用。单纯减压保鲜贮藏环境由于气压低,水分较易挥发,可造成果蔬严重失水,只有采取一定的加湿措施,如连续或间断地补充潮湿的新鲜气体,使容器内水分维持在果蔬的含水率允许范围内,就可以达到长期保鲜的目的^[26],这就从另一角度表明了气调在香椿贮藏方面的潜力。但香椿贮藏保鲜是一个涉及生理衰老、呼吸代谢、微生物侵染、温度、湿度等多方面的问题,研究各个因素的调控机制及综合考虑复合体系对香椿嫩芽采后品质劣变的协同调控机制将是今后研究的工作重点。

参考文献:

- [1] 周翔宇. 中国香椿属的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2005.
- [2] 唐晓珍, 李大鹏, 孙淑静, 等. 香椿的贮藏与加工技术[J]. 食品工业科技, 2002, 23(11): 94-95.
- [3] 周慧娟, 乔勇进, 张绍铃, 等. 低温减压对大团蜜露水蜜桃软化及膜伤害生理的影响[J]. 江苏农业学报, 2010, 26(4): 80-807.
- [4] Wu M T, Jadhav S J, Salunkhe D K. Effects of subatmospheric pressure storage on ripening of tomato fruit[J]. J Food Sci, 1972, 37(6): 952-956.
- [5] 陈文烜, 郝海燕, 陈杭君, 等. 减压贮藏对软溶质水蜜桃采后生理和品质的影响[J]. 农业机械学报, 2010, 41(9): 108-112.
- [6] 刘新社, 刘三军. 减压结合低温对杏李贮藏性状的影响[J]. 果树学报, 2011, 28(3): 521-525.
- [7] Salunkhe D K, Wu M T. Effects of subatmospheric pressure storage on ripening and associated chemical changes of certain deciduous fruits[J]. J Amer Soc Hort Sci, 1973, 98(1): 113-116.
- [8] Jamieson W. Use of hypobaric condition for refrigerated storage of meats, fruits and vegetables[J]. Food Technology, 1980, 77(3): 64-71.
- [9] 李文香, 仇宏伟, 孙 苹, 等. 三阶段减压贮藏对绿芦笋采后生理变化的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(2): 419-424.
- [10] 王赵改, 杨 慧, 王安建, 等. 采收期对双孢蘑菇生理特性及贮藏品质的影响[J]. 华北农学报, 2012, 27(5): 134-138.
- [11] 张香美, 赵凤存, 李慧荔, 等. 小根蒜提取物对香椿保鲜效果的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(4): 55-58.
- [12] 郭晓晖, 方国嫻, 李富华, 等. 超高压处理对草莓果浆品质的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(22): 121-126.
- [13] Wang H, Huang H, Huang X. Differential effects of abscisic acid and ethylene on the fruit maturation of *Litchi chinensis* Sonn. [J]. Plant Growth Regul, 2007, 52(3): 189-198.
- [14] Gapper N E, Coupe S A, McKenzie M J. Regulation of harvest-induced senescence in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) by cytokinin, ethylene, and sucrose[J]. J Plant Growth Regul, 2005, 24(3): 153-165.
- [15] 李志巡, 申 琳, 徐路峰, 等. 6-苄基嘌呤处理对香椿芽采后呼吸作用及品质的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(16): 282-285.
- [16] 俞益芹, 张焕新. 蜂胶复合物保鲜剂对双孢蘑菇保鲜的效果[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(6): 445-448.
- [17] 周 嫻. 红香椿嫩茎贮藏生理品质及化学物质对酚和相关酶活性影响的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- [18] 赵占娟, 李 光, 王秀生, 等. 光质对绿豆幼苗叶片超微弱发光及叶绿素含量的影响[J]. 西北植物学报, 2009, 29(7): 1465-1469.
- [19] 杨 颖, 邢志恩, 王 军, 等. 贮藏期香椿中多酚类物质含量与相关酶活变化的研究[J]. 食品科技, 2010, 35(2): 24-28.
- [20] 陶 菲, 张 慙, 余汉清, 等. 不同真空预冷终温对双孢蘑菇保鲜的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2005, 24(3): 39-43.
- [21] 陈文烜, 周拥军, 陈杭君, 等. 春笋减压贮藏保鲜技术研究[J]. 食品科技, 2005(10): 80-83.
- [22] 许慕农, 陈香玲, 李德生. 优良品种香椿芽营养成分的研究[J]. 山东农业大学学报, 1995, 26(2): 137-143.
- [23] 唐晓珍, 王明林, 乔聚林, 等. 香椿的营养与保健作用[J]. 中国食物与营养, 2003, 2(19): 19-20.
- [24] 张子德, 牟增荣, 王惠昕, 等. 香椿芽采后某些生理指标的变化[J]. 河北农业大学学报, 1996, 19(4): 48-50.
- [25] 郁志芳, 田瑞锋, 李 妍, 等. 香椿冷藏期间酚类物质及相关酶活性的变化[J]. 食品科学, 2004, 25(4): 165-167.
- [26] Chen H Y, Ling J G, Wu F H et al. Effect of hypobaric storage on flesh lignification, active oxygen metabolism and related enzyme activities in bamboo shoots[J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 51(1): 190-195.