

微真空贮藏条件对鲜切西兰花保鲜效果的影响

牟其云¹, 李文香², 寇兴凯², 樊铭聪²

(1. 青岛农业大学生命科学院, 山东青岛 266109) (2. 青岛农业大学食品学院, 山东青岛 266109)

摘要: 为探讨微真空贮藏条件对鲜切西兰花保鲜效果的影响, 本研究以西兰花为试材, 将西兰花用有效氯质量浓度为 100 mg/L 次氯酸钠溶液消毒处理后, 用清水漂洗干净, 切分成直径约 3~4 cm 的小花球, 随机装入规格为 30 cm×20 cm×8 cm 的塑料小筐, 放入真空压力为 66.65~79.98 KPa、贮藏温度为 4±1 °C 的微真空贮藏设施进行贮藏实验, 以相同温度下的常压冷藏库贮藏为对照实验, 探讨不同贮藏条件对鲜切西兰花感官品质、呼吸强度、失重率、可滴定酸、Vc 及叶绿素含量的影响。结果表明: 与相同温度下的常压贮藏相比, 微真空贮藏可明显提高鲜切西兰花的感官品质, 显著降低鲜切西兰花贮藏期间的呼吸强度和失重率, 减缓可滴定酸、Vc 及叶绿素含量的下降 (P<0.05)。表明微真空贮藏条件能明显提高鲜切西兰花的采后保鲜效果。

关键词: 鲜切西兰花; 微真空贮藏; 保鲜; 生理生化变化

文章编号: 1673-9078(2013)10-2469-2473

Effect of Micro-vacuum Storage Conditions on The Preservation of Fresh-cut Broccolis

MU Qi-yun¹, LI Wen-xiang², KOU Xing-kai², FAN Ming-cong²

(1. College of Life, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

(2. College of Food Science, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: In order to study the preservation effect of micro-vacuum storage conditions on the fresh-cut broccoli, the broccoli was disinfected with 100 mg/L sodium hypochlorite, rinsed clean with water, cut into flower ball about 3~4 cm in diameter, loaded into the 30 cm×20 cm×8 cm plastic baskets, placed in vacuum pressure of 66.65~79.98 KPa, storage temperature of 4±1 °C micro vacuum storage facilities, atmospheric freezer storage was as the control experiment under the same temperature and the effect of different storage conditions on the sensory quality, respiratory intensity, weight loss, titratable acid, Vc and chlorophyll contents was investigated. The results showed that compared with the same temperature atmosphere storage, micro-vacuum storage could obviously improve the sensory quality, significantly inhibit the respiratory intensity, reduce weight loss, delay the decrease of titratable acid, Vc and chlorophyll contents (P<0.05) of fresh-cut broccoli. It indicated that the micro-vacuum storage conditions could visibly heighten the preservation effects of fresh-cut broccoli.

Key words: fresh-cut broccoli; micro-vacuum storage; preservation; physiologic and biochemical changes

西兰花 (broccoli) 又名青花菜 (*Brassica oleracea* L. Var. Italica)、绿菜花、嫩茎花椰菜, 属十字花科芸苔属甘蓝变种, 富含对人体有益的物质, 像是硫代葡萄糖苷, 黄酮类及多种维生素^[1], 能增强肝脏的解毒能力, 提高机体的免疫力, 并具有防癌抗癌之功效^[2-4]。

西兰花采后容易腐烂和衰老, 表现为黄化和品质下降^[5], 整个西兰花花球在常温下放置 2~3 d 即开始变黄^[6-7], 鲜切后因大量切口会刺激呼吸代谢加剧, 易失水和黄花变质。低温 (4 °C) 冷藏可显著抑制西

兰花花球的褪绿黄化, 延缓其组织的衰老和品质劣变; 而低温结合气调贮藏, 可减少西兰花水分的散失, 保持西兰花良好的营养品质和鲜嫩外观^[8]。但由于气调贮藏不能及时排出代谢产生的有害气体, 限制了气调保鲜潜能的发挥^[9]。真空贮藏可快速降压、降氧、降温, 及时排除代谢有害气体, 被国际上称为 21 世纪的贮藏技术^[10]。然而实践中发现, 由于受高性能、低造价耐压材料的限制, 减压贮藏设施的建造成本偏高, 且减压贮藏易造成果蔬失水萎蔫, 从而限制了减压贮藏技术的推广应用^[11]。

“微真空贮藏设施”是在专利技术 (CN 1530290A)^[12]的基础上, 为克服减压贮藏设施造价高和易造成果蔬失水这两大经典缺陷, 研制的一种具有自主知识产权的真空贮藏设施。该设施通过在贮藏容

基金项目: 山东省自然科学基金项目 (ZR2011GL009)

作者简介: 牟其云 (1958-), 女, 高级实验师, 研究方向: 生物化学与食品化学

通信作者: 李文香 (1963-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 农产品贮藏加工

器内增加低成本的柔性气囊,抽气时气囊自动充气膨胀填补设施内空气量的减少空间,使设施壁承受的压力和制造成本大幅度下降,同时,气囊充气时又能对果蔬起到良好的包装作用,从而解决了真空条件下果蔬易失水的问题^[1]。因此,微真空贮藏设施的研制与开发,对于实现真空贮藏技术由实验室阶段向大规模商业化应用,必将起到重要的推动作用。本试验旨在通过利用“微真空贮藏设施”对鲜切西兰花的贮藏试验,探讨微真空贮藏对鲜切西兰花保鲜效果的影响,以期微真空保鲜机理的研究奠定良好的基础。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

(1) 西兰花: 购买于城阳蔬菜批发市场,选取新鲜、花球大小均匀、无小花开放、无病虫害、无机械损伤的西兰花。

(2) 低密度聚乙烯(LDPE) 保鲜膜: 规格为 0.02 mm×30 cm×300 cm, 购买于青岛市城阳区大润发超市。

(3) 塑料小筐: 规格为 30 cm×20 cm×8 cm。

1.2 贮藏设施

(1) 常压冷藏库: 由青岛农业大学食品科学与工程学院教学实习试验基地提供。

(2) 微真空贮藏设施: 微真空贮藏设施主要由真空贮藏室、气囊、水循环真空泵及自动控制系统构成。其结构简图见图 1。

1.3 试验设计

将购买的西兰花修整、去掉主茎上的叶片、切去老化的花茎,用自来水清洗后沥净水分,再放入有效氯质量浓度为 100 mg/L 的次氯酸钠溶液浸泡 3 min 进行消毒杀菌处理,然后用清水漂洗 2~3 次,沥干水分

后用锋利的刀具将其切分成直径约 3~4 cm 的小花球。将切分好的小花球随机装入规格为 30 cm×20 cm×8 cm 的塑料小筐,每小筐装鲜切西兰花 1 kg,用厚度为 0.02 mm 的 LDPE 保鲜膜包裹塑料小筐,并在小筐四周膜上用牙签各打 15 个孔,贴上标签后放入温度为 4±1 °C、真空压力为 66.65~79.98 KPa 的“微真空贮藏设施”内,进行微真空贮藏试验;以相同温度(4±1 °C)、RH 控制在 85~90% 条件下的常压冷库贮藏作为对照试验。试验重复 3 次,每隔 3 d 取一次样进行各指标测定,结果取平均值。

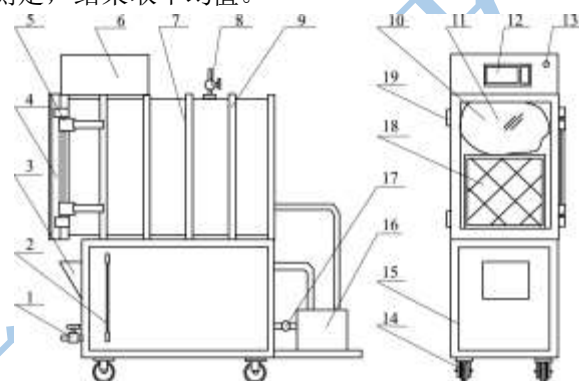


图 1 微真空贮藏设施结构简图

Fig.1 The simplified structure diagram of micro-vacuum storage facilities

注: 1 排污阀, 2 水位计, 3 注水口, 4 密封门, 5 铰链, 6 控制箱, 7 真空贮藏室体, 8 进出气阀, 9 加强筋, 10 气囊, 11 通透玻璃, 12 PLC 显示屏, 13 指示灯, 14 底轮, 15 水箱, 16 真空泵, 17 电磁阀, 18 周转箱, 19 扣紧拉手。

1.4 测定方法

(1) 感官评定: 采用 10 分制评分法^[2]。挑选 6 名本研究领域具有一定经验的专业人员,通过对鲜切西兰花的新鲜度、色泽、组织状态、气味及腐烂状况共 5 项指标,按 4 级标准打分,各级分值依次为 2.0 分、1.5 分、1.0 分、0 分,其评定结果取平均值。具体评分标准按表 1 进行。

表 1 各项指标的评分标准

Table 1 Evaluation standard of every indicators

指标	分级与评分/分			
	I (2.0)	II (1.5)	III (1.0)	IV (0)
新鲜度	新鲜脆嫩	轻度失水	萎焉	严重失水萎焉
色泽	整个切块鲜绿	≤10%的小花色泽变黄	≤30%的小花色泽变黄	整切块明显变黄
组织状态	花球组织致密	花球中心组织致密硬挺	花球外沿稍软,中心组织疏松	整切块明显软烂
风味	特有清香味	无清香味	轻度异味	明显腐臭味
腐烂	新鲜无腐烂	≤5%的小花出现腐烂斑点	5~20%的小花出现腐烂斑点	≥20%的小花腐烂

- (2) 质量损失率测定
采用称重法^[2]测定。
- (3) 呼吸强度测定
室温下, 采用静置法^[2]测定。
- (4) 可滴定酸含量测定
酸碱滴定法^[2]测定。
- (5) Vc 含量测定
2, 6-二氯靛酚盐滴定法^[2]测定。
- (6) 叶绿素含量的测定
分光光度法^[2]测定。

1.5 数据分析

采用 Excel 及 DPS 数据处理系统进行统计分析。

2 结果与分析

表2 感官评定结果(分)

Table 2 The result of sensory evaluation (score)

贮藏方式	贮藏时间/d 及感官评价总分值/s						差异显著性	
	0/d	4/d	8/d	12/d	16/d	20/d	5%	1%
常压冷藏 (CK)	10	9±0.02	8±0.04	7±0.06	5±0.06	2±0.10	a	A
微真空贮藏	10	10	9±0.02	8±0.04	7±0.06	5±0.08	b	B

注：“%”表示显著水平，同列小写字母不同者表示差异显著性为0.05水平，同列大写字母不同者表示差异显著性为，0.01水平。

贮藏至第 20 d, 常压冷藏条件下鲜切西兰花小花球基本完全退绿变黄, 且有明显的腐臭味, 近半数的小花出现霉烂斑点; 而微真空贮藏条件下, 鲜切西兰花贮藏至第 20 d 小花球仍然呈淡绿色, 只有小花球外缘的少数小花变黄退绿, 没有腐臭味, 出现霉烂斑点的小花<10%。表明微真空贮藏条件可明显延缓鲜切西兰花的退绿衰老进程, 降低小花的腐烂率, 提高鲜切西兰花的感官品质。

2.2 不同贮藏条件对鲜切西兰花质量损失率的影响

西兰花因组织比较幼嫩, 表皮保护组织欠发达, 保水能力较差; 且西兰花鲜切后除造成大量切口外, 其比表面积也大幅度增大。因此, 鲜切西兰花极易失水萎蔫、质地变得松软。不同贮藏条件下鲜切西兰花质量损失率的变化见图2。

从图 2 可看出, 2 种贮藏条件下, 鲜切西兰花质量损失率均随着贮藏时间的延长而逐渐上升, 与对照 (CK) 相比, 微真空贮藏条件可显著降低鲜切西兰花质量损失率的上升速率 (P<0.05)。贮藏至第 20 d 时, 常压冷藏条件下, 鲜切西兰花的质量损失率达 5.1%, 小花球外观表现明显的萎蔫、松软状态; 而微真空条

2.1 不同贮藏条件对鲜切西兰花感官品质的影响

感官品质是西兰花商品价值的重要体现, 其感官品质保持的程度与西兰花保鲜品质的优劣密切相关, 感官品质直接影响西兰花的商品价值和消费者的购买欲望。不同贮藏条件下鲜切西兰花感官品质的变化见表 2。

从表2可以看出, 2种贮藏条件下, 鲜切西兰花的感官评价得分均随着贮藏时间的延长而逐渐降低。但2种贮藏条件下鲜切西兰花感官评价得分下降的速度并不相同, 常压冷藏 (CK) 条件下, 鲜切西兰花感官评价分值下降速度明显比微真空贮藏条件下下降速度快。

件下, 鲜切西兰花的质量损失率只有 3.3%, 小花球外观仍呈现比较鲜嫩、坚挺的状态。表明微真空贮藏条件能显著抑制鲜切西兰花的质量损失率, 保持其新鲜的外观品质。

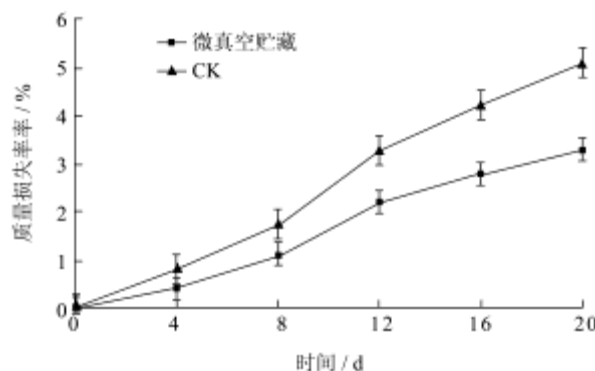


图 2 不同贮藏条件下鲜切西兰花质量损失率的变化

Fig.2 Changes of weight loss rate under different storage conditions

2.3 不同贮藏条件对鲜切西兰花呼吸强度的影响

呼吸作用是西兰花采后重要的生理活动。采后西兰花呼吸代谢强度越高, 呼吸消耗量就越大, 西兰花品质变化的速率就越快, 其耐贮性也越差。因此, 在

西兰花贮藏过程中应尽可能降低呼吸代谢。不同贮藏条件下鲜切西兰花呼吸强度的变化见图3。

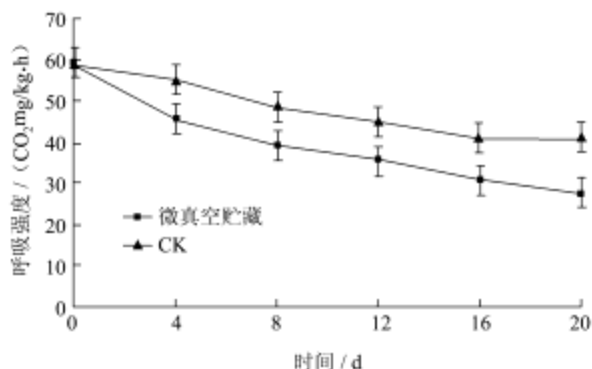


图3 不同贮藏条件下鲜切西兰花呼吸强度的变化

Fig.3 Changes of respiratory intensity under different storage conditions

从图3可看出,2种贮藏条件下,鲜切西兰花的呼吸强度均随着贮藏时间的延长而呈逐渐下降的变化趋势,与对照(CK)相比,微真空条件可显著抑制鲜切西兰花的呼吸代谢强度($P<0.05$)。在整个贮藏过程中,微真空贮藏条件下鲜切西兰花的呼吸强度始终低于常压冷藏条件,尤其在贮藏的前4d,微真空贮藏条件下鲜切西兰花的呼吸强度比贮藏当天下降了22.7%,而常压冷藏条件下只下降了6.8%;至贮藏试验结束时,微真空贮藏条件下鲜切西兰花的呼吸代谢强度仅为常压冷藏条件下的68%。表明微真空贮藏条件能显著抑制鲜切西兰花呼吸强度,减少鲜切西兰花的呼吸消耗,延缓鲜切西兰花的品质变化。

2.4 不同贮藏条件对西兰花可滴定酸含量的影响

西兰花中的可滴定酸主要包括一些有机酸,虽然含量较低,但对调节西兰花组织的pH值、改善西兰花的口感风味有重要影响,同时有机酸还是西兰花采后呼吸代谢的重要基质之一。不同贮藏条件下鲜切西兰花可滴定酸含量的变化如图4所示。

从图4可看出,2种贮藏条件下,鲜切西兰花可滴定酸的含量均随着贮藏时间的延长而逐渐下降。与对照(CK)相比,微真空贮藏条件可显著抑制鲜切西兰花可滴定酸含量的下降($P<0.05$)。至贮藏的第20d,常压冷藏条件下鲜切西兰花可滴定酸含量与贮藏当天相比下降了73.3%,而微真空贮藏条件下只下降了55.8%,这可能与微真空贮藏条件能明显抑制鲜切西兰花的呼吸代谢强度直接相关。表明微真空贮藏条件对抑制鲜切西兰花可滴定酸含量下降的效果明显。

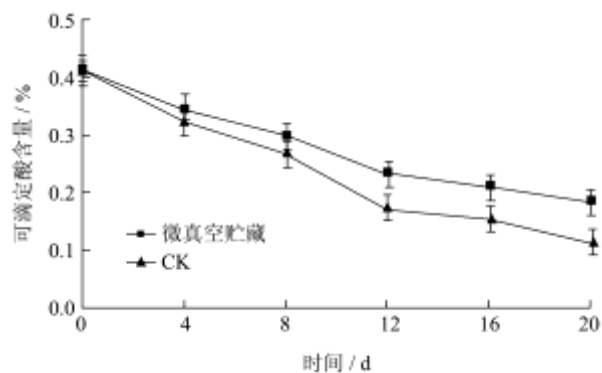


图4 不同贮藏条件下鲜切西兰花可滴定酸含量的变化

Fig.4 Changes of total acid content under different storage conditions

2.5 不同贮藏条件对鲜切西兰花Vc含量的影响

西兰花Vc含量丰富。Vc具有良好的抗氧化活性,采后Vc含量的变化,是反映西兰花贮藏品质变化的重要指标。不同贮藏条件下鲜切西兰花Vc含量的变化见图5。

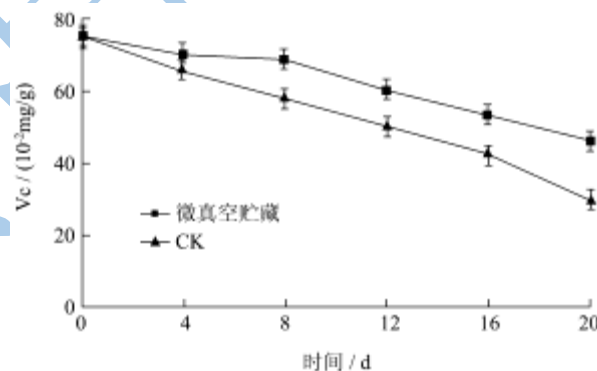


图5 不同贮藏条件下鲜切西兰花Vc含量的变化

Fig.5 Changes of Vc content under different storage conditions

从图5可以看出,2种贮藏条件下,Vc含量均随着贮藏时间的延长呈下降趋势,但贮藏条件不同,Vc降解的快慢差异较大。至贮藏的第20d,微真空贮藏条件下Vc保持率可达61.2%,而常压冷藏条件下Vc保持率仅为40.0%,微真空贮藏条件下Vc降解的速率只有常压冷藏条件下的64.7%,二者差异显著($P<0.05$)。说明微真空贮藏能显著抑制Vc的降解,提高鲜切西兰花的保鲜品质。

2.6 不同贮藏条件对西兰花叶绿素含量的影响

在西兰花贮藏过程中,绿色花球失绿变黄一直是困扰西兰花保鲜的关键技术问题,造成这一现象的原

因主要是叶绿素的降解。不同贮藏条件下鲜切西兰花叶绿素含量的变化见图6。

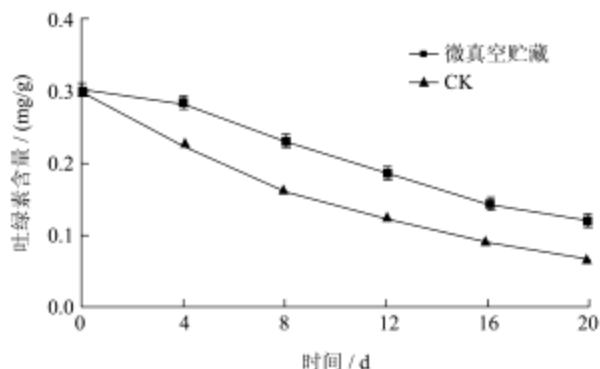


图6 不同贮藏条件下鲜切西兰花叶绿素含量的变化

Fig.6 Changes of chlorophyll content under different storage conditions

从图6可以看出,2种贮藏条件下,鲜切西兰花叶绿素含量均随着贮藏时间的延长呈逐渐下降的变化趋势。但不同贮藏条件下,叶绿素降解的速度不同,微真空贮藏条件下,鲜切西兰花叶绿素含量在整个贮藏期内一直高于常压冷藏条件(CK),至贮藏的第20d,叶绿素降解率为59.8%;而常压冷藏条件下,叶绿素降解率高达77.4%,两种贮藏条件下叶绿素降解的速率差异显著($P<0.05$)。表明微真空贮藏条件能显著降低叶绿素的降解速率。

3 结论

3.1 微真空贮藏条件可显著抑制鲜切西兰花的呼吸代谢强度、降低质量损失率、减缓可滴定酸、Vc及叶绿素含量的下降速度($P<0.05$),延迟鲜切西兰花的成熟衰老、黄化进程,减少其营养物质的损失,保持鲜切西兰花良好的感官品质,提高鲜切西兰花的保鲜效果。这可能主要是微真空条件下,随着真空泵的运转,贮藏环境的压力和 O_2 的分压均有一定程度的降低,使鲜切西兰花组织中产生的促衰老激素-乙烯及其它挥发性代谢有害产物如乙醛、乙醇等,加快向外扩散,并及时从贮藏环境中排除,从而避免乙烯对呼吸代谢的刺激,降低了鲜切西兰花的生理代谢,这对延缓鲜切西兰花品质的下降及其组织的衰老都是极其有利的^[9];同时,在微真空贮藏设施内通过气囊的引入,使气囊膨胀后对鲜切西兰花起到良好的包装作用,从而显著降低了鲜切西兰花的水分散失,达到优良的保鲜效果。

3.2 西兰花中Vc含量虽然较高,但其性质不稳定,在贮藏过程中易被氧化,低温、低氧条件下可减少Vc的损失^[9]。微真空贮藏条件下,因鲜切西兰花始终处在一定的真空条件下,氧的分压及氧的总含量均比较

低,因而有利于Vc的保存。

3.3 绿色色泽是评价鲜切西兰花外观品质最重要的指标之一。鲜切西兰花在贮藏过程叶绿素不断降解,使其绿色色泽变淡乃至变黄。郁志芳等通过对鲜切芦蒿贮藏的研究,认为芦蒿总叶绿素含量的下降主要是由叶绿素a的降解所致。对鲜切西兰花中叶绿素a、叶绿素b在总叶绿素含量中所占的比例以及在叶绿素降解过程中的作用,尚需做进一步的探讨。

参考文献

- [1] Moreira María del R, Ponce Alejandra, Ansorena R, et al. Effectiveness of Edible Coatings Combined with Mild Heat Shocks on Microbial Spoilage and Sensory Quality of Fresh Cut Broccoli [J]. Journal of Food Science, 2011, 76(6): 367-374
- [2] 孙树杰,王士奎,李文香,等.中草药提取液对鲜切西兰花保鲜效果的影响[J].食品科学,2012,33(6):283-247
SUN Shu-jie, WANG Shi-kui, LI Wen-xiang, et al. Effect of Chinese Herbal Extract on Fresh-keeping of Broccoli [J]. Food science, 2013, 33(6): 283-247
- [3] Feifei Qin, Cheng-rong Wang, Ran Wang, et al. Regulation of endogenous hormones on post-harvest senescence in transgenic broccoli carrying an antisense or a sense BO-ACO₂ gene [J]. Journal of Food, Agriculture and Environment. 2009, 7(2): 594-59
- [4] 孙树杰,谢小雷,李文香,等.山豆根、肉豆蔻及其复合提取液对西兰花保鲜效果的影响[J].现代食品科技,2013,29(2): 256-260
SUN Shu-jie, XIE Xiao-lei, LI Wen-xiang, et al. Effects of Radix Sophorae Subprostratae, Myristica Fragrans and its Complex Extract on the Fresh-keeping of Broccoli [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(2): 256-260
- [5] ZHAN L-ijuan, HU Jin-qiang, LI Yu. Combination of light exposure and low temperature in preserving quality and extending shelf-life of fresh-cut broccoli (Brassica oleracea L.) [J]. Postharvest Biology and Technology, 2012, 72: 76-81
- [6] Das B, Kim J G. Microbial quality and safety of fresh-cut broccoli with different sanitizers and contact times [J]. J Microbiol Biotechnol, 2010, 20(2): 36-39
- [7] Ma G, Wang R, Wang C R, et al. Effect of 1-methylcyclopropene on the antioxidant enzymes of broccoli flower buds senescencing during storage [J]. Japan Crop Sci. 2007, 224: 274-275

- [8] 叶保华,赵继承,朱胜龙.鲜切西兰花贮藏保鲜技术研究[J].包装与食品机械,2009,27(3):18-21
YE Bao-hua, ZHAO Ji-cheng, ZHU Sheng-long. Studies on Storing Technology of Fresh Brassicae Leraceav Uitalca [J]. Packaging and Food Machinery, 2009, 27(3):18-21
- [9] LI Wen-xiang, ZHANG Min, YU Han-qing. Study on hypobaric storage of green asparagus [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 73: 225-230
- [10] LI Wen-xiang, ZHANG Min. Effect of three-stage hypobaric storage on cell wall components, texture and cell structure of green asparagus [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 77: 112-118
- [11] 周莎莎,吴爱现,李文香,等.“微真空”贮藏设施研制及莱阳梨保鲜试验初探[J].制冷学报,2011,32(3):65-69
ZHOU Sha-sha, WU Ai-xian, LI Wen-xiang, et al. Study on “Micro-vacuum”Storage Facility and Fresh keeping of Laiyang Pear [J]. Journal of Refrigeration, 2011, 32(3):65-69
- [12] 王世清.微真空贮藏设施[P].中国专利:CN1530290A, 2004-09-22
WANG Shi-qing. Micro Vacuum storage facilities[P]. Chinese patent:CN 1530290A, 2004-09-22