

真空处理对蔬菜减压贮藏保鲜效果的影响

桑煜¹, 张慇^{*1}, 肖卫民²

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 2. 飞利浦(中国)投资有限公司研发中心, 上海 200234)

摘要: 为研究减压贮藏条件对蔬菜保鲜效果的影响, 选择鲜切西兰花、生菜、菠菜为试材, 考察了在贮藏温度(4±1)℃, 真空度为 30、50 kPa 和常压 3 种不同贮藏条件下, 蔬菜的失重率、VC 质量分数、叶绿素质量分数、色泽及感官品质随贮藏期的变化规律。结果显示: 减压贮藏的保鲜效果优于常压贮藏, 真空减压技术能更有效的降低失重率, 延缓叶绿素与 VC 的分解, 改善保鲜效果。减压处理中以 30 kPa 条件下贮藏保鲜效果最优。

关键词: 鲜切西兰花; 生菜; 菠菜; 减压贮藏; 真空度

中图分类号: TS 255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2018)01—0070—06

Effect of Hypobaric Storage on Preservaion of Three Kinds of Vegetables

SANG Yu¹, ZHANG Min^{*1}, XIAO Weiming²

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Philips Research China-Shanghai, Philips (China) Investment Co., Shanghai 200234, China)

Abstract: In order to study the effect of preservation of vegetables under hypobaric storage, we chose fresh cut broccoli, lettuce, spanish as test materials, and stored them under same temperature (4±1)℃, different vacuum conditions of 30 kPa, 50 kPa, normal pressure. Text changes of weight loss rate, VC content, chlorophyll content, color and sensory quality of the three kinds vegetables with the storage period. The results showed that the preservation effect of hypobaric storage is better than that of normal pressure. The vacuum pressure technology can effectively reduce the weight loss rate, delay the decomposition of chlorophyll and VC, improve the effect of freshness keeping. The best pressure of hypobaric storage was 30 kPa.

Keywords: cut broccoli, lettuce, spanish, hypobaric storage, vacuum pressure

西兰花俗称青花菜、花椰菜等, 含有大量的维生素及矿物质, 营养价值要远远高于一般的蔬菜, 且在癌症预防中有重要作用^[1]。但其在贮运过程中极易发生衰老、萎蔫、黄化、开花等现象, 采后保存难度极大^[2]。叶菜类中比较常见的属菠菜和生菜, 生

菜以其丰富的营养价值和生脆的口感, 成为人们越来越喜爱食用的一种蔬菜, 其水分含量高, 也极易发生失水萎蔫现象^[3]。菠菜也是一种营养价值很高的蔬菜, 其含有植酸、铁、维生素等较多。但菠菜采后呼吸代谢旺盛, 品质下降迅速, 货架期短^[4]。而贮藏

收稿日期: 2015-10-31

基金项目: 江苏省重点研发计划(现代农业)重点项目(BE2015310217)。

*通信作者: 张 慇(1962—), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事农产品加工研究。E-mail: min@jiangnan.edu.cn

引用本文: 桑煜, 张慇, 肖卫民. 真空处理对蔬菜减压贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(01): 70-75.

环境条件是影响生菜、菠菜采后保鲜的主要因素,所以通过改善贮藏环境来提高蔬菜的保鲜效果也是当务之急。

减压贮藏(hypobaric storage)是近年来新发展起来的一种果蔬保鲜技术,是将果蔬置于密闭容器内,抽出容器内部分空气,使内部气压降到一定程度,由于空气压力降低,能有效降低呼吸强度,延缓果蔬的成熟与衰老,达到保鲜的目的^[5]。作者旨在利用减压贮藏的方法,探讨减压对蔬菜品质及生理特性的影响。虽然目前很多研究人员已将真空贮藏技术用于提高蔬菜保鲜效果^[6],但未确定最适真空压力。所以通过研究西兰花、菠菜、生菜在不同真空度条件下生理生化指标的变化,确定减压贮藏时最优的条件,为蔬菜的减压保鲜提供理论依据。从试验比入手,对真空度(绝对压力)30、50 kPa、常压3种不同贮藏条件下的试样进行感官、失重率、VC质量分数、叶绿素质量分数、色泽等鲜度参数的试验研究。为避免冷害和冷冻,设置合适贮藏温度为(4±1)℃。

1 材料与方法

1.1 材料

西兰花、生菜、菠菜:购买于无锡市滨湖区蔬菜市场。

1.2 仪器与设备

低气压多室异压保鲜贮藏试验设备:上海锦立保鲜科技有限公司产品。

1.3 实验设计

试材选择大小均匀、成熟度相对一致、无虫、无机械伤的蔬菜。购买当日立即送回实验室进行处理,西兰花进行清洗、切分处理,祛除粗大径,保证切口平整均匀,小花茎直径1.5 cm左右,分装到3个200 mm×140 mm×90 mm的保鲜盒中^[7],每盒约500 g试材,分别放入到减压贮藏设备的3室中贮藏,温度控制在(4±1)℃^[8],湿度控制在85%左右。以常压(101.3 kPa)为对照(CK),设定减压处理压力为30 kPa(处理A)、50 kPa(处理B)。贮藏期间每隔2 d取样测定相关指标,共测2周,试验重复3次,结果取其平均值。生菜、菠菜与西兰花处理大致相同,只是前处理不用进行切分,只需清洗。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 失重率 采用差量法^[9]:失重率(%)=(初始质量-最终质量)/初始质量×100%。

1.4.2 叶绿素测定 采用丙酮法^[9]。

1.4.3 维生素C测定 采用2,6-二氯酚法^[9]。

1.4.4 色差测定 用CR-400色彩色差计进行测定,采用的CLELAB表色系统(亦称L、a、b表色系统)中的a*值作为色差值,记录数据a*值,取其平均值^[10]。a*值越负,颜色越接近纯绿色,a*值越正,颜色越接近纯红色^[11]。

1.4.5 感官评定 感官评价是判断试材外观品质最直观的方式。选择7个具有该专业知识的人员组成实验评定小组,对不同处理的试材依照标准进行感官评价并记录。

鲜切西兰花的感官评定标准:

表1 鲜切西兰花各项指标的评分标准

Table 1 Sensory evaluation standard of cut broccoli

感官指标	等级(评分)				
	I(10分)	II(7分)	III(5分)	IV(3分)	V(1分)
新鲜度	新鲜脆嫩	轻度失水	较萎蔫	萎蔫	严重失水
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	组织大部分变软	组织完全软烂
气味	西兰花的清香味	无清香味	轻微异味	略有腐烂的味道	有明显刺鼻的腐烂味
色泽	鲜绿	花蕾开始变黄	1/2以下面积变黄	1/2以上、2/3以下面积变黄	2/3以上面积变黄
整体接受度	完全接受	较好	一般	较差	不能接受

生菜感官评定标准:

表 2 生菜各项指标的评分标准

Table 2 Sensory evaluation standard of lettuce

感官指标	等级 (评分)				
	I (10 分)	II (7 分)	III (5 分)	IV (3 分)	V (1 分)
新鲜度	新鲜脆嫩	轻度失水	较萎蔫	萎蔫	严重失水,完全萎蔫
质地	叶片脆度大	脆度较大	脆度一般,有柔性	叶片大面积无脆性	叶片完全没脆性
气味	清香味	香气淡	无香气	略有异味	有腐烂味
褐变	无	轻微褐变	褐变	褐变较重	褐变严重
整体接受度	完全接受	较好	一般	较差	不能接受

菠菜感官评定标准^[4,12]:

表 3 菠菜各项指标的评分标准

Table 3 Sensory evaluation standard of spanish

感官指标	等级 (评分)				
	I (10 分)	II (7 分)	III (5 分)	IV (3 分)	V (1 分)
新鲜度	新鲜脆嫩	较新鲜脆嫩	较萎蔫	萎蔫,脆度小	严重失水,完全萎蔫
形态	叶边平整	叶边较平整	叶边略微卷曲,有黑边出现	叶片 1/2 以下面积卷曲、变黑	叶片 1/2 以上面积卷曲、变黑
气味	清香味	清香淡	无香气	略有异味	有腐烂味
色泽	鲜绿	较绿	黄花率<10%	10%≤黄花率<30%	黄花率≥30%
整体接受度	完全接受	较好	一般	较差	不能接受

1.4.6 数据处理 试验数据用 Origin9.1 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同减压贮藏条件对鲜切西兰花品质的影响

2.1.1 对鲜切西兰花叶绿素质量分数的影响 由图 1 显示,鲜切西兰花在贮藏过程中,对照组与处理组的叶绿素质量分数都随着贮藏时间延长呈一下降趋势。减压处理的叶绿素质量分数总是高于对照组,尤其在第 2 天至第 6 天,叶绿素质量分数下降迅速。叶绿素质量分数下降幅度由大到小的顺序为对照>处理 B>处理 A,表明真空贮藏技术明显减少叶绿素质量分数的损失,延缓鲜切西兰花的黄化速度。真空度越高,保鲜效果越明显。

2.1.2 对鲜切西兰花 VC 质量分数的影响 西兰花中含有丰富的 VC,VC 质量分数是西兰花重要的鲜度指标。由图 2 可以看出,在 3 种不同的减压贮藏条件下,西兰花 VC 质量分数随着贮藏时间延长呈一下降趋势,但贮藏条件不同,VC 质量分数下降的速度差异较大。VC 质量分数下降幅度由大到小的顺序为对照>处理 B>处理 A,表明减压明显抑制了 VC 质量分数的损失,其中 30 kPa 的真空贮藏条件

抑制效果更好。

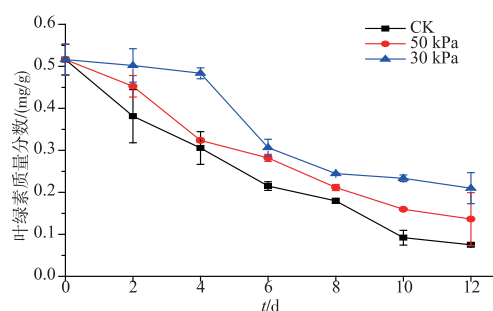


图 1 不同减压贮藏条件对鲜切西兰花叶绿素质量分数的影响

Fig. 1 Effect of hypobaric storage on the chlorophyll content of cut broccoli

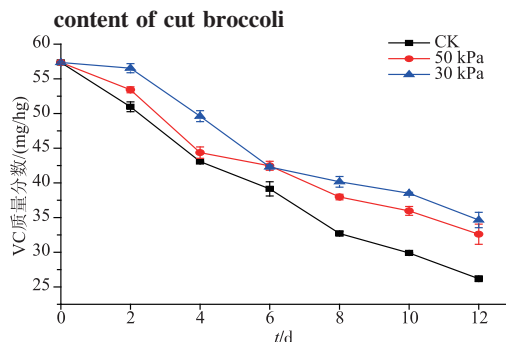


图 2 不同减压贮藏条件对鲜切西兰花 VC 质量分数的影响

Fig. 2 Effect of hypobaric storage on vitamin C content of cut broccoli

2.1.3 对鲜切西兰花色差 a^* 的影响 西兰花在贮藏过程中极易发生黄化现象,颜色是衡量西兰花新鲜度的重要指标之一。由图 3 可以看出,随着贮藏时间的延长, a^* 值大小都有一定的上升趋势,这与叶绿素的流失,发生黄化现象密不可分。 a^* 值上升幅度由大到小的顺序为对照>处理 B>处理 A,这与叶绿素下降幅度趋势是一致的。

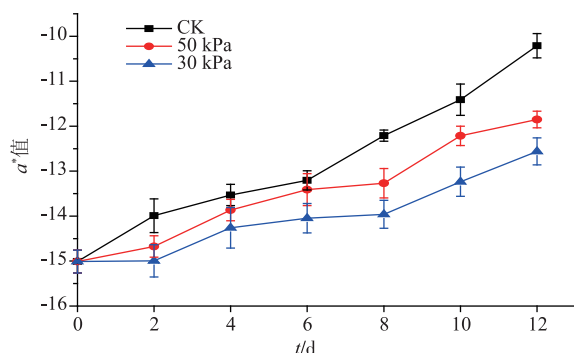


图 3 不同减压贮藏条件对鲜切西兰花色差的影响

Fig. 3 Effect of hypobaric storage on color of cut broccoli

2.1.4 对鲜切西兰花感官的影响 由图 4 可知,在常压下贮藏第 6 天出现明显黄化,感官品质急剧下降,而此时真空下贮藏的西兰花颜色较绿,褐变斑点较少,感官评价较高,直到贮藏第 8 天黄化才较明显。而且两处理组之间感官差异较小($P>0.05$)。

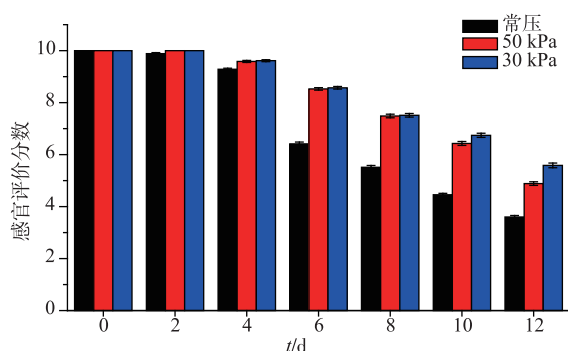


图 4 鲜切西兰花感官评定结果

Fig. 4 Result of sensory evaluation on cut broccoli

2.2 不同减压贮藏条件对生菜、菠菜叶菜类蔬菜品质的影响

2.2.1 对生菜、菠菜失重率的影响 由图 5 可知,不同减压贮藏条件下的生菜失重率均随着贮藏时间的延长而不断增加,生菜失重率呈一直线上升的趋势,证明在贮藏期间内,生菜一直在急剧失水,失水严重也是生菜易发生萎蔫的根本原因之一。对照组的失重率最高,与处理组的差异性显著($P<0.05$)。

贮藏至第 12 d,对照组失重率高达 7.0%,处理组 B 失重率达 6.5%,而处理组 A 失重率达 5.8%。

由图 6 可知,贮藏期间内,菠菜的失重率也很高,随贮藏时间呈一不断增长的趋势。对照组的失重率最高,贮藏结束时,失重率高达 8.2%,处理组 B 失重率达 6.5%,而处理组 A 失重率达 5.2%,由此证明真空贮藏有利于减少试菜质量损失。

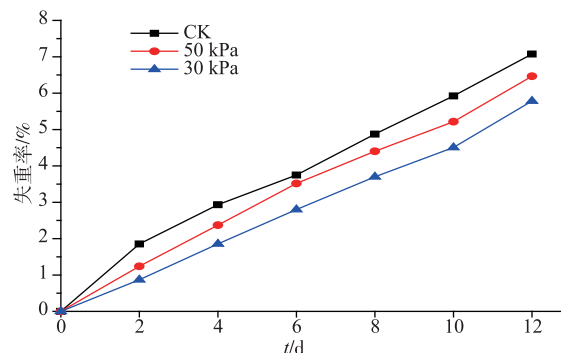


图 5 不同减压贮藏条件对生菜失重率的影响

Fig. 5 Effect of hypobaric storage on the weight loss of lettuce

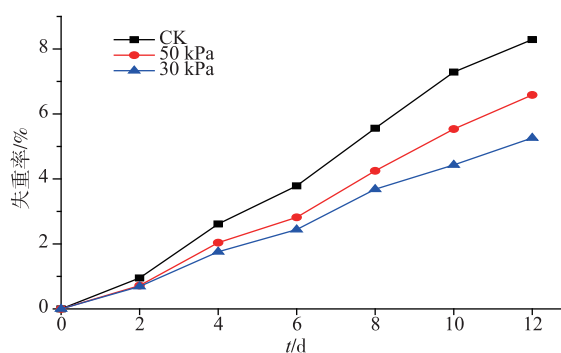


图 6 不同减压贮藏条件对菠菜失重率的影响

Fig. 6 Effect of hypobaric storage on the weight loss of spanish

2.2.2 对生菜、菠菜叶绿素质量分数的影响 生菜和菠菜中都含有大量的叶绿素,尤其是菠菜。如图 7 所示,随着贮藏时间延长,生菜叶绿素质量分数呈整体下降趋势。处理组的叶绿素质量分数一直明显高于对照组($P<0.05$),处理 B 效果优于处理 A。贮藏至第 12 d,对照组叶绿素质量分数是贮藏初始质量分数的 15.9%,而处理组 B 是初始质量分数的 35.4%,处理组 A 是初始质量分数的 43.4%,可见减压能够保持叶绿素的结构,延缓叶绿素的降解速度。菠菜叶绿素质量分数也是呈一定降解趋势,下降幅度由大到小的顺序为对照>处理 B>处理 A,贮

藏至第 12 天, 对照组叶绿素质量分数是贮藏初始质量分数的 51.0%, 而处理组 B 是初始质量分数的 56.4%, 处理组 A 是初始质量分数的 69.6%, 表明真空度越高, 越有利于叶绿素的保存。

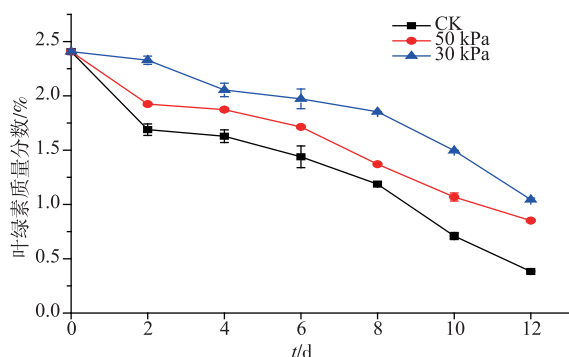


图 7 不同减压贮藏条件对生菜叶绿素质量分数的影响

Fig. 7 Effect of hypobaric storage on the chlorophyll content of lettuce

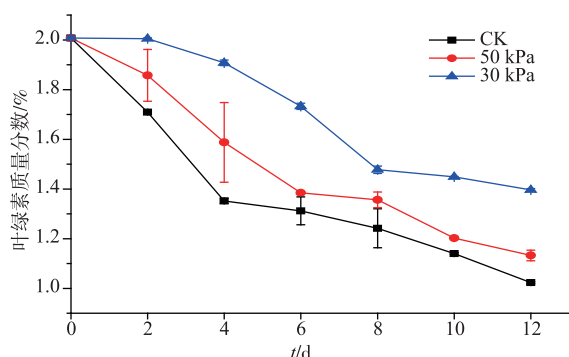


图 8 不同减压贮藏条件对菠菜叶绿素质量分数的影响

Fig. 8 Effect of hypobaric storage on the chlorophyll content of spanish

2.2.3 对生菜、菠菜 VC 质量分数的影响 生菜和菠菜中均含有丰富的 VC, 且都随贮藏时间延长呈下降趋势。生菜 VC 在贮藏前 6 天流失最为严重, 至贮藏第 12 天, 对照组 VC 质量分数为初始质量分数的 31.1%, 处理组 B 为初始质量分数的 34.1%, 处理组 A 为初始质量分数的 43.3%。菠菜与生菜变化趋势大体一致, 处理组 VC 质量分数一直大于对照组的质量分数。真空度高, 越有利于 VC 的保存。

2.2.4 对生菜、菠菜色差 a^* 值的影响 绿色程度是衡量叶菜类蔬菜鲜度的重要指标, 由图 11、图 12 可看出, 生菜、菠菜的 a^* 值都随贮藏时间延长而变大, a^* 值越大证明与纯绿色偏差越大, 这与叶绿素损失有一定关系。贮藏结束时, 处理组比对照组的

绿色都大, 处理组 A 比处理组 B 保持绿色效果好。

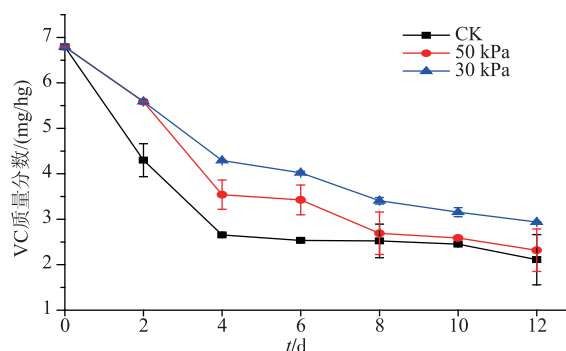


图 9 不同减压贮藏条件对生菜 VC 质量分数的影响

Fig. 9 Effect of hypobaric storage on vitamin C content of lettuce

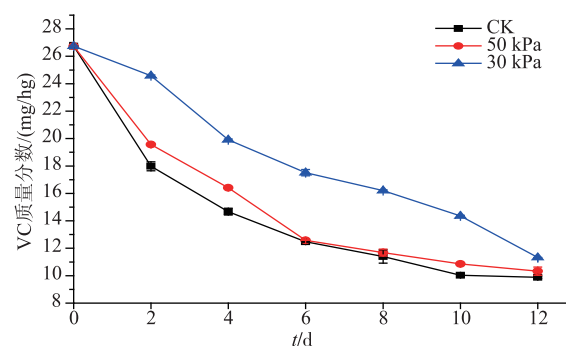


图 10 不同减压贮藏条件对菠菜 VC 质量分数的影响

Fig. 10 Effect of hypobaric storage on vitamin C content of spanish

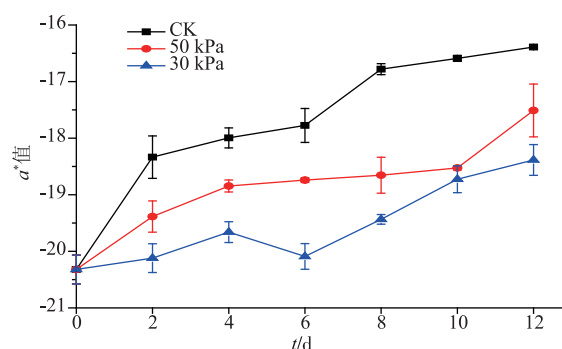


图 11 不同减压贮藏条件对生菜色差的影响

Fig. 11 Effect of hypobaric storage on color of lettuce

2.2.5 对生菜、菠菜感官品质的影响 在常压下贮藏第 6 天时, 叶片开始大面积腐烂褐变, 真空下贮藏到第 12 天少部分叶片出现腐烂褐变。常压下贮

藏的菠菜从第四天开始大面积腐烂,真空贮藏的从第 8 天才开始出现大面积腐烂现象。在整个贮藏过程中对照组感官品质的下降速度比处理组下降的快。感官评定菠菜、生菜的对照组与处理组,差异显著 ($P<0.05$),但两处理组之间无明显的差异 ($P>0.05$)。表明真空贮藏条件对生菜、菠菜保鲜效果优于常压贮藏。

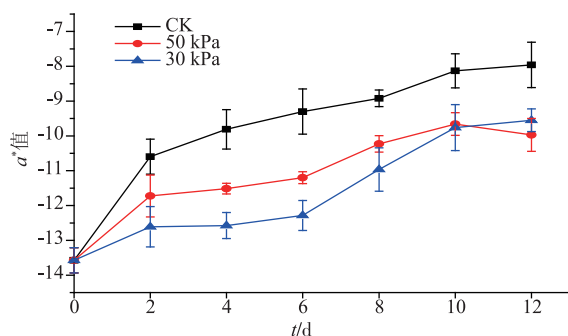


图 12 不同减压贮藏条件对菠菜色差的影响

Fig. 12 Effect of hypobaric storage on color of spanish

3 结 语

研究表明,真空贮藏条件可显著降低试材的失重率,延缓叶绿素及 VC 的降解,抑制色差值的上升,保持试材良好的感官和营养品质。这可能主要是在真空条件下,贮藏室中的 CO_2 和 O_2 都处于低浓度,从而降低了试材的呼吸强度,抑制生理代谢作用,延缓叶绿素与 VC 的分解,从而延缓果蔬的成熟和衰老,达到保鲜的目的。同时,由于试材处于低压条件下并且与外界气体交换,使试材组织中产生的有害气体,如乙烯、乙醇等迅速排出贮藏环境,防止和减少各种贮藏生理病害,如酒精中毒等。

通过对 3 种蔬菜在 3 种不同真空压力 (常压、50 kPa、30 kPa) 贮藏试验发现,在真空度较高的 30 kPa 下贮藏,保鲜效果最优。

综上所述,真空减压贮藏的保鲜效果要优于常压条件,但是贮藏的真空度也不易过高,过低氧条件也会对蔬菜产生不利的影响。

参考文献:

- [1] PATRIZIA R, CRISTIAN D B. Preventive effects of broccoli bioactives: role on oxidative stress and cancer risk[J]. *Cancer*, 2014.
- [2] YANG Pei, HOU Jun, SHI Ying. Effects of storage conditions on the quality of broccolis[J]. *Storage and Process*, 2011, 11(2): 12-16. (in Chinese)
- [3] 吕艳春. 不同处理对结球生菜和绿芦笋采后保鲜技术的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2006.
- [4] LIU Min, XIE Jing. Study on modified atmosphere packaging preservation and cold storage of spinach [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2008, 47(9). (in Chinese)
- [5] LI Jianrong, ZHU Danshi. Research progress of new postharvest technology on fruits and vegetables[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2012, 31(4): 339-340. (in Chinese)
- [6] GEETHA P, KANCHANA S, SUSHEELA T A. Increasing the shelf-life of papaya through vacuum packing[J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2014, 51(1): 163-167.
- [7] JORGEN A B M, ANNE L H. Steindal Effects of temperature and photoperiod on sensory quality and contents of glucosinolates, flavonols and vitamin C in broccoli florets[J]. *Food Chemistry*, 2015(172): 47-55.
- [8] ANNA R P, MAGNOR K H. Vitamin C in broccoli (Brassica oleracea L. var. italica) flower buds as affected by postharvest light, UV-B irradiation and temperature[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2014, 98.
- [9] 曹建康, 姜微波. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- [10] 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [11] YUE Benfang, ZHOU Shasha. Effect of micro-vacuum storage conditions on preservation quality of broccolis[J]. *Food Research and Development*, 2012, 33(10). (in Chinese)
- [12] XIE Jing, LIU Min. Effect of vacuum precooling and storage temperature on quality of spinach [J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 2010, 26(5): 1060-1063. (in Chinese)