

# 减压处理对菜花贮期生理效应的影响

刁小琴<sup>1</sup>, 关海宁<sup>1</sup>, 张润光<sup>2</sup>, 张有林<sup>2</sup>, 郭丽<sup>1</sup>, 马松艳<sup>1</sup>

(1. 绥化学院生物与食品工程系, 黑龙江 绥化 152061; 2. 陕西师范大学食品工程与营养科学学院, 陕西 西安 710062)

**摘要:** 研究不同强度减压处理对菜花贮期生理效应的影响。菜花在 $(1.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 条件下贮藏40d, 每隔24h采用不同压力处理并维持此压力。结果表明: 处理压力为60.7kPa时呼吸强度比对照降低43%, PPO和POD活性分别比对照降低了28.8%和32.7%, 而VC含量比对照高55.6%, 褐变指数仅为0.21。适宜的压力处理能延缓菜花组织褐变和衰老, 较好地保持其贮藏品质, 具有良好的保鲜效果。

**关键词:** 菜花; 减压; 贮藏; 生理效应

## Effect of Hypobaric Treatment on Physiological Properties of Cauliflower during Storage

DIAO Xiao-qin<sup>1</sup>, GUAN Hai-ning<sup>1</sup>, ZHANG Run-guang<sup>2</sup>, ZHANG You-lin<sup>2</sup>, GUO Li<sup>1</sup>, MA Song-yan<sup>1</sup>

(1. Department of Biology and Food Engineering, Suihua University, Suihua 152061, China;

2. College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** Cauliflower was stored under different levels of pressure (20.3, 40.5, 60.7, 80.1 kPa and 101.3 kPa) at  $(1.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ , and the effect of hypobaric treatment on physiological properties of cauliflower during storage was studied. Compared with the control (101.3 kPa), hypobaric treatment at 60.7 kPa decreased respiration rate by 43%, polyphenol oxidase (PPO) activity by 28.8% and peroxide dismutase (POD) activity by 32.7% and increased vitamin C content by 55.6%, and the browning index of treated cauliflower was only 0.21 after 40 days of storage. Therefore, appropriate pressure treatment can delay the browning and senescence of cauliflower tissue with good fresh-keeping effect.

**Key words:** cauliflower; hypobaric treatment; storage; physiological properties

中图分类号: TS255.3; S635.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)02-0302-03

菜花又名花椰菜、花菜, 属十字花科芸苔属植物, 是甘蓝的一个变种。其花球洁白紧密、质地柔嫩、营养丰富、风味鲜美, 很受消费者欢迎。然而菜花在贮藏过程中极易变质, 表现出花球变黄、变暗, 出现褐色斑点及腐烂现象, 贮藏期短, 影响商品价值<sup>[1]</sup>。减压贮藏是一种较新的纯物理果蔬贮藏技术, 在解决耐贮性差的果蔬保鲜问题上显示出极大的优越性, 可通过降低环境中的气压使各种气体组分的分压相应得以降低, 从而形成低氧和超低氧的环境, 抑制果蔬的呼吸作用, 并促进果蔬组织内有害气体向外扩散, 减少这些物质对组织所造成的伤害。与常规贮藏技术相比, 可显著地延缓果蔬的成熟衰老, 延长贮藏时间, 保持果蔬良好的品质<sup>[2]</sup>。关于减压贮藏保鲜, 国内外报道较多的是在香蕉、桃、杏、樱桃、荔枝、芒果、枣和葡萄等果实以及其他一些蔬菜(如番茄、蒜薹、菠菜、扁豆、春笋、蘑菇等)上的应用<sup>[3-5]</sup>, 在菜花保鲜中的应用尚未见报道。本实验在低温条件下研究不同强度减压处理对

菜花贮期生理效应的影响, 旨在为进一步探索菜花的有效贮藏方法提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

菜花, 采于绥化市肇东农家菜园, 采后于 $0\sim 1^\circ\text{C}$ 条件下预冷24h, 选取成熟度一致, 无病虫害、无机械伤的花球进行处理。

聚乙烯吡咯烷酮 汕头市西陇化工厂; 氢氧化钠 天津市百世化工有限公司; 碳酸氢钠 天津市天达净化材料精细化工厂; 草酸 天津市耀华化学试剂有限责任公司; 抗坏血酸 天津市天新精细化工开发中心; 30%过氧化氢 西安化学试剂厂; 邻苯二酚 上海国药集团化学试剂有限公司; 愈创木酚 天津市科密欧化学试剂开发中心; 2,6-二氯酚靛酚钠盐 成都科龙化工试剂厂。以上试剂均为分析纯。

T6新世纪紫外-可见分光光度计 北京普析通用仪

收稿日期: 2010-05-13

基金项目: 绥化学院杰出青年基金项目(SJ10016); 绥化学院科研创新团队资助项目(CX2008002)

作者简介: 刁小琴(1979—), 女, 讲师, 硕士, 主要从事食品营养及农产品加工与贮藏研究。E-mail: diaoxiaoqing172@163.com

器有限责任公司; GB-III B 大气采样器 上海宏宇环保应用研究所; SHB-III 循环水式多用真空泵 郑州长城科工贸有限公司; 电热恒温水槽 上海福玛实验设备有限公司。

## 1.2 方法

### 1.2.1 材料处理

将预冷 24h 的成熟度一致, 无病虫害、无机械伤的菜花分别装入 5 个真空干燥器中(内装 2%  $\text{CaCl}_2$  防冻加湿水), 每处理 1.0kg, 用真空泵抽真空使压力分别达到 20.3、40.5、60.7、80.1kPa 和 101.3kPa(CK, 即常压对照), 以后每隔 24h 敞开容器放风 1 次, 持续 2h, 再抽真空至各处理压力。每处理重复 5 次, 每隔 10d 随机取样测定各项指标, 所有操作及贮藏均在  $(1.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  冷库中进行, 整个实验过程共计持续 40d。

### 1.2.2 指标测定

呼吸强度: 采用气流法<sup>[6]</sup>; VC 含量测定: 采用 2,6-二氯酚滴定法<sup>[7]</sup>; 多酚氧化酶(PPO)活性测定: 采用邻苯二酚比色法<sup>[8]</sup>; 过氧化物酶(POD)活性测定: 采用愈创木酚比色法<sup>[9]</sup>。

褐变指数: 各级褐变面积用透明厘米方格纸测定, 褐变级别及分值评判标准为: 0 级, 新鲜完好, 无褐斑或小渍斑, 0 分; 1 级, 轻微褐变, 褐斑或小渍斑面积小于表面积的 1/3, 25 分; 2 级, 明显褐变, 褐斑或小渍斑面积占表面积的 1/3~2/3 之间, 50 分; 3 级, 严重褐变, 褐斑或小渍斑面积大于表面积的 2/3, 75 分; 4 级, 完全褐变, 失去商品价值, 100 分。

$$\text{褐变指数} = \frac{\sum(\text{各褐变级别分值} \times \text{各级褐变面积百分数})}{\text{褐变最高级别分值} \times 100\%}$$

## 2 结果与分析

### 2.1 减压处理对菜花贮期褐变指数的影响

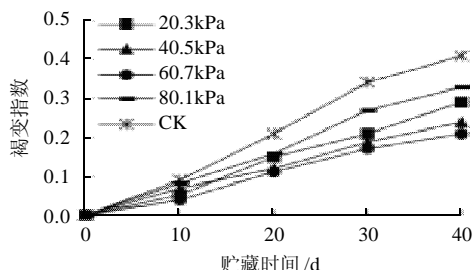


图 1 减压处理对菜花贮期褐变指数的影响

Fig.1 Effect of pressure on browning index of cauliflower during storage

果蔬褐变是果蔬品质评定的重要指标之一, 也是贮藏保鲜的主要障碍。菜花比较耐低温, 但贮期花球易失水萎蔫, 发生褐变。从图 1 可看出, 贮藏期间菜花

褐变指数呈上升趋势。在整个贮藏过程中, 减压处理菜花的褐变指数始终低于 CK 处理, 这可能是由于在减压条件下, 贮藏容器中空气的氧分压迅速降低, 为菜花提供了一个低  $\text{O}_2$  的贮藏环境, 在一定程度上防止了酶促褐变的发生, 降低了菜花的褐变指数。贮藏 40d 时经检验, 60.7kPa 压力处理的菜花褐变指数最低仅为 0.21, 并与其他压力处理差异显著( $P < 0.05$ ), 因此该压力下贮藏菜花能很好地保持花球的色泽。

### 2.2 减压处理对菜花贮期呼吸强度的影响

呼吸作用是果蔬采后主要的生理活动之一, 它与果蔬衰老密切相关。降低呼吸强度, 减少物质消耗是延长果蔬贮藏期的基本原理。从图 2 可看出, 刚采收时菜花的呼吸强度很高, 这可能是由于田间热造成的。采后贮藏期间呼吸强度迅速下降, 前 10d 下降最明显, 20d 后菜花的呼吸强度缓慢上升。在整个贮藏期间, CK 处理呼吸强度始终比其他处理高, 说明常压条件下菜花呼吸代谢旺盛, 而减压处理能明显降低菜花的呼吸强度。贮藏 40d 时, 60.7kPa 处理的菜花呼吸强度最小为  $51.6\text{mg CO}_2/(\text{kg} \cdot \text{h})$ , 与对照相比降低了 43%, 同时与其他处理差异显著( $P < 0.05$ )。综合分析, 减压贮藏可明显降低菜花的呼吸强度, 以 60.7kPa 处理效果最佳。

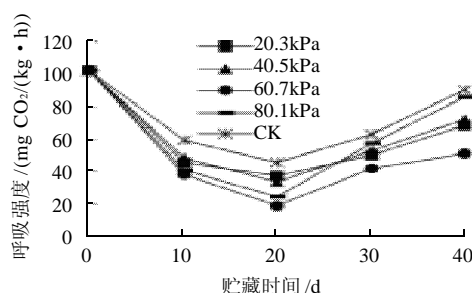


图 2 减压处理对菜花贮期呼吸强度的影响

Fig.2 Effect of pressure on respiratory rate of cauliflower during storage

### 2.3 减压处理对菜花贮期 VC 含量的影响

VC 是果蔬营养成分中一个重要的营养因子, 也是植物体内非酶类自由基的清除剂。VC 含量的高低不仅代表菜花的营养价值, 同时也反映菜花在贮藏期间的衰老程度。由图 3 可看出, 总体上各处理在贮藏过程中 VC 含量变化比较明显, 贮藏至 10d 时, VC 含量比采收时均有所增加, 这可能是菜花在贮藏前期进一步成熟和营养转化的结果。此后随着呼吸作用和其他生理代谢消耗养分, 导致菜花在贮藏 10d 后 VC 含量逐渐下降。贮藏 40d 时, 20.3、40.5kPa 和 60.7kPa 压力处理之间 VC 含量差异不显著( $P > 0.05$ ), 但它们均高于 CK 处理, 且与 CK 处理均差异显著( $P < 0.05$ ), 60.7kPa 处理的菜花 VC 含量为  $44.8\text{mg}/100\text{g}$ , 比对照高 55.6%, 说明减压贮藏对保持菜花 VC 含量效果较好。

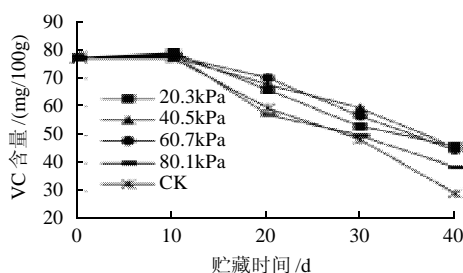


图3 减压处理对菜花贮期VC含量的影响

Fig.3 Effect of pressure on vitamin C content of cauliflower during storage

## 2.4 减压处理对菜花贮藏期多酚氧化酶(PPO)活性的影响

在有氧存在的条件下,植物中的酚类物质在PPO的作用下氧化生成醌,后者再进一步聚合成褐色素或黑色素,导致组织褐变<sup>[10]</sup>。从图4可看出,菜花组织中的PPO活性从入贮开始到贮藏结束总体逐渐增加,但波动较大。4种减压处理的菜花贮期PPO活性一直低于CK处理。贮藏40d时,CK处理的菜花PPO活性最高,达到5.87U/(g·min),而60.7kPa压力处理的菜花PPO活性仅为4.18U/(g·min),比对照降低28.8%,且两者差异极显著( $P < 0.01$ )。因此,减压处理抑制了菜花的PPO活性,有效地防止了菜花发生褐变。

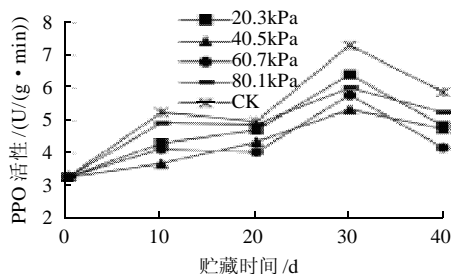


图4 减压处理对菜花贮期PPO活性的影响

Fig.4 Effect of pressure on PPO activity of cauliflower during storage

## 2.5 减压处理对菜花贮藏期过氧化物酶(POD)活性的影响

POD是与果蔬褐变相关的另一种酶,它可以利用过氧化氢进行与衰老有关的氧化反应,所以抑制POD活性可以减缓果蔬的组织褐变和成熟衰老<sup>[11]</sup>。从图5可看出,减压处理与CK处理菜花POD活性变化规律基本相同,即贮藏前10d内POD活性略有下降,之后,随着贮藏时间的延长,POD活性逐渐增大。减压处理的POD活性低于CK处理。贮藏40d时,各处理POD活性由弱到强的顺序为60.7kPa < 40.5kPa < 20.3kPa < 80.1kPa < CK,且经60.7kPa处理的菜花POD活性比对照低32.7%,同时不同处理之间POD活性差异显著( $P < 0.05$ )。说明减压处理能抑制菜花的POD活性,且以60.7kPa处理的抑制作用最明显。

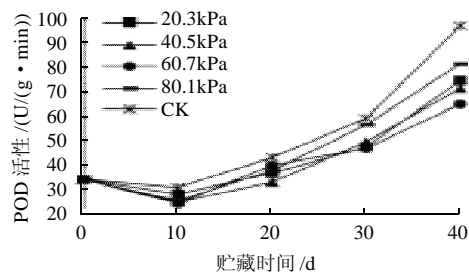


图5 减压处理对菜花贮期POD活性的影响

Fig.5 Effect of pressure on POD activity of cauliflower during storage

## 3 结论

传统经验认为减压易造成果蔬严重失水,而本实验发现将菜花放于盛水的真空干燥器中贮藏40d,失水现象并不明显,花球洁白如初,花蕾紧密,无萎蔫、松散、变黄现象。减压贮藏时菜花处于低温条件下,环境中的氧分压降低,  $O_2$  的绝对含量下降,抑制了菜花的呼吸作用,使花球代谢处于很低的水平<sup>[12]</sup>,从根本上消除了  $CO_2$  中毒的可能性,同时也抑制了一些好氧微生物的生长繁殖,再加上每隔24h敞开容器放风1次,排除了菜花产生的乙烯、乙醛、乙醇、 $\alpha$ -法尼稀等有害气体,减少了由这些物质引起的衰老和生理病害,因此能长时间保持菜花品质、延长贮藏期。

减压处理贮藏菜花可明显降低菜花的呼吸强度,这与韩军岐等<sup>[13]</sup>在蒜薹减压保鲜上的研究结果类似。同时减压处理可抑制PPO和POD活性,有效地保持花球VC含量,降低花球褐变指数,这一结果常燕平<sup>[14]</sup>和曹志敏<sup>[15]</sup>在冬枣减压保鲜上已有类似报道。本实验研究表明,不同强度的减压处理对菜花贮期生理效应的影响不同,其中以60.7kPa的减压条件贮藏菜花40d时,呼吸强度比对照降低43%,PPO和POD活性分别比对照降低了28.8%和32.7%,而VC含量比对照高55.6%,褐变指数仅为0.21,贮期花球新鲜,结构紧凑,质地不变,保鲜效果理想。

## 参考文献:

- [1] 徐爱东. 菜花的贮藏技术[J]. 中国农村科技, 2004(6): 36-37.
- [2] 谢启军, 林奇. 减压保鲜技术的研究进展[J]. 现代食品科技, 2006, 22(3): 294-296.
- [3] 李玲, 王如福. 果蔬减压贮藏研究进展[J]. 山西农业科学, 2007, 35(3): 72-75.
- [4] SALUNKHE D K, WU M T. Effects of subatmospheric pressure storage on ripening and associated chemical changes of certain delicious fruits[J]. J Amer Soc Hort Sci, 1973, 98(1): 113-116.
- [5] JAMIESON W. Use of hypobaric conditions for refrigerated storage of meats, fruits and vegetables[J]. Food Technology, 1980, 34(3): 64-71.
- [6] 张有林, 田呈瑞. 果品蔬菜贮藏运销学实验指导[M]. 西安: 陕西师范大学出版社, 2001: 42-43.
- [7] 侯曼玲. 食品分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 114-115.
- [8] PIZZOCARO F, TORREGGIANI D, GILARDI G. Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 1993, 17(1): 21-30.
- [9] 徐朗莱, 叶茂炳. 过氧化物酶活力连续记录测定法[J]. 南京农业大学学报, 1989, 12(3): 80-83.
- [10] 张有林, 张润光. 石榴贮藏期果皮褐变机理的研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(3): 573-581.
- [11] UNDERHILL S J R, CRITCHLEY C. Cellular localisation of polyphenol oxidase and peroxidase activity in *Litchi chinensis* Sonn. pericarp[J]. Australian Journal of Plant Physiology, 1995, 22(4): 627-632.
- [12] RATTI C, RABIES H R, RAGHAVAN G S V. Modelling modified atmosphere storage of fresh cauliflower using diffusion channels[J]. J Agric Engng Res, 1998, 69(4): 343-350.
- [13] 韩军岐, 张有林. 蒜薹减压贮藏技术研究[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 28(2): 222-225.
- [14] 常燕平, 王如福. 冬枣减压贮藏过程中几种生理生化指标的变化[J]. 食品科学, 2003, 24(12): 135-137.
- [15] 曹志敏, 张平, 王莉, 等. 减压对冬枣生理生化变化的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(10): 250-252.