

充气包装对青菜冷藏品质的影响

林永艳,谢晶*,朱军伟,张利平
(上海海洋大学食品学院,上海 201306)

摘要:充气包装已成为一种有效的延长小包装蔬菜货架期的保鲜技术。目的是选择最合适的环境气调贮藏包装青菜,研究贮藏在4℃,不同的气体浓度(空气对照组、10% CO₂+20% O₂+70% N₂、10% CO₂+5% O₂+85% N₂、10% CO₂+1% O₂+89% N₂、5% CO₂+5% O₂+90% N₂、15% CO₂+10% O₂+85% N₂)对其感官品质、叶绿素、亚硝酸盐、可溶性固形物、电导率等指标的影响。结果表明:4℃下,延长青菜货架期和保持其营养品质的最佳的气体组成为10% CO₂+5% O₂+85% N₂。

关键词:青菜,充气包装,冷藏,品质

Effect of modified atmosphere packaging(MAP) on the quality of greengrocery during the cold storage

LIN Yong-yan, XIE Jing*, ZHU Jun-wei, ZHANG Li-ping

(College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Modified atmosphere(MA) storage is a useful technique to extend vegetable shelf-life. The aim of this work was to select the most suitable air condition for packaging greengrocery. Samples were stored at 4℃, under different atmospheric conditions(normal atmospheric air, 10% CO₂+20% O₂+70% N₂, 10% CO₂+5% O₂+85% N₂, 10% CO₂+1% O₂+89% N₂, 5% CO₂+5% O₂+90% N₂, 15% CO₂+10% O₂+85% N₂), and analyzed periodically for the sensory index, chlorophyll, nitrite, total soluble solids, conductivity. The result indicated that the air composition 10% CO₂+5% O₂+85% N₂ at 4℃ was selected as the best one to extend shelf-life and preserve the nutritive value of greengrocery.

Key words: greengrocery; modified atmosphere packaging; cold storage; quality

中图分类号:TS255.3

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2012)22-0360-04

充气包装(modified atmosphere packaging, MAP)是改变被包装品周围气体环境的一种贮藏方法,通过改变包装内果蔬的贮藏环境,抑制其呼吸作用,减缓果蔬黄化、腐烂的速度,从而达到延长其货架期的目的^[1]。采摘后的新鲜青菜含水量高,蒸腾作用强,代谢速度快,极易发生黄化、失水、萎焉等不良生理反应,进而影响其货架寿命及品质,严重制约着青菜的贮运和销售。充气包装是一个能够有效延长小包装蔬菜的保鲜技术,尤其对于易腐烂、变质的叶菜^[2]。控制O₂的浓度在5%以下,CO₂的浓度在10%以上能够有效抑制果蔬的呼吸速率,Groeschel等对青豆的研究表明,5% O₂能够使其呼吸速率降低20%,而低于2%的O₂能够引起其较强的无氧呼吸^[3]。Kader等研究表明,10%~20% CO₂,能够有效的抑制蔬菜的呼吸作用^[4]。充气包装在果蔬保鲜方面的应用日益广泛,因此研究有效的贮藏方法是保鲜果蔬的迫切需要解决的问题。

本实验以青菜(上海青)为原料,研究在低温下不同气体比例对青菜冷藏保鲜过程中品质的影响,为青菜的贮藏保鲜提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

新鲜的青菜 上海古棕路菜市场,要求色泽鲜绿、清洁、无明显缺陷(包括黄叶、机械伤、霉烂、冻害和病虫害);真空包装袋(A级尼龙真空塑料);CuSO₄·5H₂O、酒石酸钾钠、乙醇、酚酞、碳酸钙、石英砂、丙酮、草酸 国药集团化学试剂有限公司,均为AR级;NaOH、抗坏血酸、2,6-二氯酚钠等 上海高信化玻仪器有限公司,试剂均为AR级。

DQB-360W型气调包装机 上海;DDS-307型电导率仪 上海笛柏实验设备有限公司;TDL-40B型离心机 上海市安亭科学仪器厂;LHS-100CL型恒温恒湿箱 上海一恒科学仪器有限公司;WYT-32型手持式糖量计 泉州光学仪器厂;UV-1102型紫外可见分光光度计 上海天美科技仪器有限公司;TW-1C旋片式真空泵 上海挺威真空设备有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 原料处理 气体参数的设定:V_g:m=3:1, V_g为气体体积, m为样品质量;保鲜气体源压力为5kg/cm²;

收稿日期:2012-06-04 * 通讯联系人

作者简介:林永艳(1986-),男,硕士研究生,研究方向:食品贮藏保鲜。

基金项目:2011年上海市科委上海研发公共服务平台建设专项(11DZ2292800);2011年度上海市农业科技成果转化资金项目(113919N0700);上海市教育委员会重点学科建设项目资助(J50704)。

动力气体源动力为7kg/cm²；混合保鲜气体源动力为4.5kg/cm²。

样品处理：用真空包装袋将自然冷却后的青菜用不同比例的气体进行充气包装，迅速放入(4±1)℃冷藏条件下贮藏，每隔6d测理化及感官品质变化，实验设计如表1所示。

表1 不同实验处理方式

Table1 Different experimental treatments

实验组编号	处理方式
A	空气对照组
B	10%CO ₂ +20%O ₂ +70%N ₂
C	10%CO ₂ +5%O ₂ +85%N ₂
D	10%CO ₂ +1%O ₂ +89%N ₂
E	5%CO ₂ +5%O ₂ +90%N ₂
F	5%CO ₂ +10%O ₂ +85%N ₂

1.2.2 感官质量评定 感官质量评定采用评分法，表2所示为青菜感官评定标准，由5名经过培训的感官评定员，组成评定小组，对各实验结果进行综合评分，取其平均值。颜色、气味、质地、外形4个方面作为评价青菜感官品质的标准。总分在9(极新鲜)和1(完全腐烂)之间，5以下表明青菜已经不可食用。

1.2.3 失重率 称重法，贮藏前青菜质量为m₁，贮藏后的质量为m₂；失重率(%)=[(m₁-m₂)/m₁]×100。

1.2.4 叶绿素 分光光度法^[5]。

1.2.5 维生素C 2,6-二氯酚法^[5]。

1.2.6 亚硝酸盐 按照GB 5009.33-2010中的第二法，分光光度法^[6]。

1.2.7 电导率 细胞膜透性(电解质外渗率)测定，参照《植物生理生化实验原理和技术》植物抗逆性的测定，略有修改^[7-8]。

经不同气体浓度处理的青菜，在20℃室温下测定其电导率。用打孔器在青菜叶片上取相同大小(直径8mm)的叶片，每组20片依次置于烧杯中，用去离子水冲洗3次，然后加入20mL去离子水，用电导仪测量溶液电导率(R₀)。将烧杯放入真空干燥器中，干燥器的压力控制在0.04~0.06MP，真空渗透10min，使离子水渗入样品组织内部。将烧杯放在环境温度25℃、转速150r/min的振荡箱内振荡1h，取出静置至20℃，用电导仪测定溶液电导率(R₁)。然后盖上保鲜膜在沸水里煮沸10min，冷却至20℃室温后测定溶液电导率(R₂)，用公式计算出相对电导率：电导率I(%)=[(R₁-R₀)/(R₂-R₀)]×100。

1.3 数据处理

应用Excel软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 青菜感官品质的评定结果

表2 感官评定评分标准

Table 2 Standard of sensory evaluation

分值	9	7	5	3	1
颜色	鲜绿	绿	叶片中出现黄化	黄化较严重	出现焦边、黄化严重
气味	清香	较清香	稍有异味	异味较严重	发臭
质地	脆嫩	较脆嫩	变软、脆感消失	萎焉	萎焉严重、腐烂
外形	饱满	较饱满	稍萎缩	叶片凋落	萎缩严重

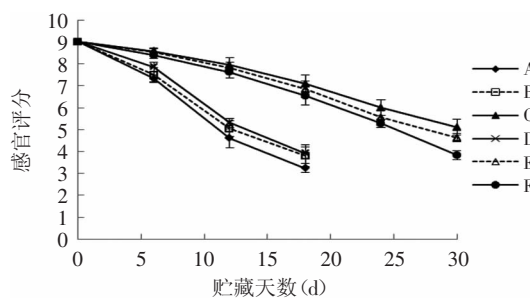


图1 处理方式对青菜感官品质影响

Fig.1 Effect of types of treatments on sensory quality of greengrocery

感官品质是评定果蔬品质好坏的一个重要指标，也是最直观的指标。由图1可知，对照组的青菜在贮藏第12d，叶片已经黄化，变软，有异味，已经不可食用，失去商业价值；处理组B和D从感官品质上评定，其贮藏期也不超过12d；而处理组C和E，贮藏至第30d后，依然保持在商业价值之内。

2.2 青菜贮藏期间失重率的变化

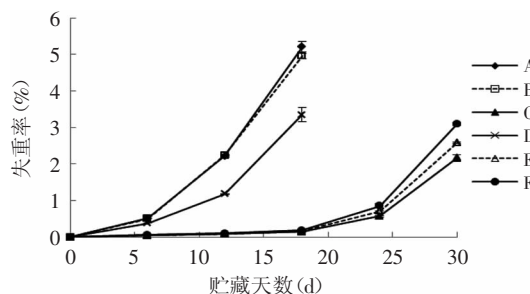


图2 处理方式对青菜失重率的影响

Fig.2 Effect of types of treatments on weight loss rate of greengrocery

失重率是果蔬保鲜的一个重要指标，因为青菜是一种含水量较高的蔬菜，采后青菜在贮藏期间的蒸腾作用和呼吸作用依然旺盛，容易脱水、萎焉而失去商品价值。

图2表明，随着贮藏时间延长，青菜的失重率呈逐渐上升的趋势，但不同气体比例对其抑制作用不同。贮藏至第18d，处理组B和对照组的失重率已达到5%左右，处理组D的失重率也已达3%左右；同一时间，而C、E、F 3个处理组的失重率仅0.1%左右。Groeschel等研究表明，低O₂可以有效降低青菜的蒸腾作用和呼吸作用，减少失重率^[9]。

2.3 青菜贮藏期间叶绿素含量的变化

叶绿素含量可以反映出叶类蔬菜贮藏保鲜的品质变化，是评判青菜黄化速度的一个良好的指标。如图3所示，在不同浓度的气体贮藏下，青菜中叶绿素

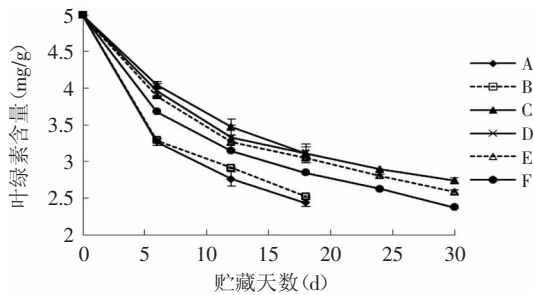


图3 处理方式对青菜叶绿素的影响

Fig.3 Effect of types of treatments on chlorophyll content of greengrocery

的含量变化很明显。对照组和处理组B的叶绿素含量变化最显著,而相同条件下的处理组C、D的叶绿素含量变化相对比较小,说明低浓度的 O_2 有利于叶绿素的保存。这可能是由于在高浓度 O_2 下,青菜呼吸作用比较旺盛,叶绿素分解快;而低浓度 O_2 下,青菜的呼吸作用被抑制,同时也抑制了乙烯、醇类和醛类等催熟成分的生成延缓了叶绿素分解。这一变化趋势与朱军伟等的研究相一致^[9]。

2.4 青菜贮藏期间可溶性固形物含量的变化

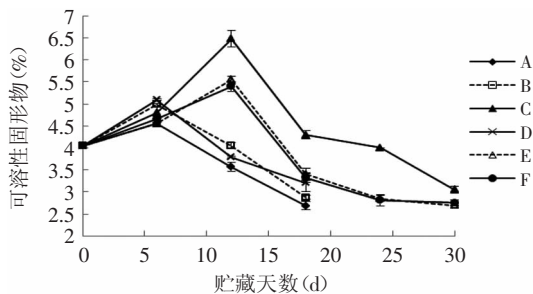


图4 处理方式对青菜可溶性固形物的影响

Fig.4 Effect of types of treatments on total soluble solids of greengrocery

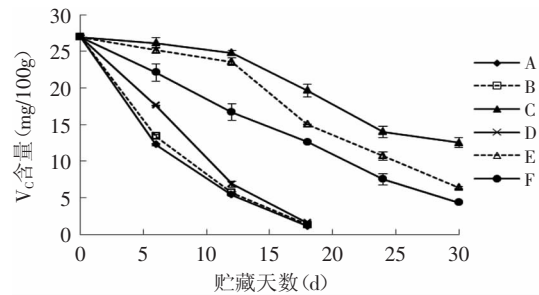
由图4可知,青菜中可溶性固形物的含量在贮藏的前期有所上升,后期呈逐渐下降。贮藏前期,青菜的合成代谢仍在进行,合成代谢大于分解代谢,使可溶性固形物含量上升。贮藏后期,可溶性小分子物质降解总量开始小于合成总量,导致总的可溶性固形物含量开始下降。这与Sanchez-Mata等对青豆的研究结果一致^[10]。

青菜在贮藏过程中,处理组的可溶性固形物含量均高于对照组,其中C、E、F组的效果较好。研究结果表明,各处理组都能够延缓青菜可溶性固形物含量的降低。

2.5 青菜贮藏期间 V_c 的变化

V_c 作为蔬菜营养成分指标之一,能够反映青菜在贮藏过程中品质的变化。图5为6种气调包装的青菜贮藏过程中 V_c 含量的变化情况。

图5表明,随着贮藏时间的延长,青菜 V_c 含量均呈下降趋势。这一变化趋势与林永艳等对生菜的研究相一致^[11]。这是因为包装后的青菜仍进行呼吸作用,其 V_c 不断被消耗而减少。贮藏过程中,处理组C的 V_c 含量始终保持在较高的水平,贮藏至第30d, V_c 的含量仍维持在15mg/100g。而处理组B、D和对照组A

图5 处理方式对 V_c 含量的影响Fig.5 Effect of types of treatments on V_c content of greengrocery

贮藏至第18d, V_c 的含量均低于3mg/100g。研究表明,在一定的浓度范围内,低浓度的 O_2 和高浓度 CO_2 有助于青菜 V_c 的维持。

2.6 青菜贮藏期间亚硝酸盐含量的变化

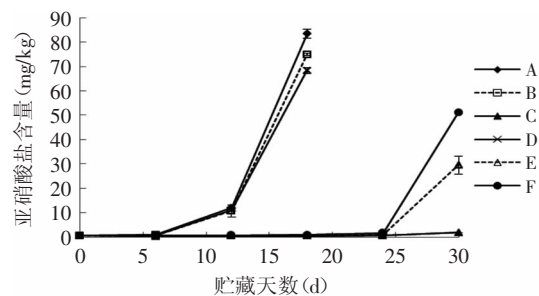


图6 处理方式对青菜亚硝酸盐的影响

Fig.6 Effect of types of treatments on nitrite content of greengrocery

蔬菜是容易富集硝酸盐和亚硝酸盐的农作物,尤其叶类蔬菜,研究表明人体通过蔬菜摄入的硝酸盐占其摄入量的90%以上^[10]。人体摄入过多的硝酸盐和亚硝酸盐,会导致血液中的血红蛋白变成高铁血红蛋白,令红细胞失去带氧功能,导致组织缺氧,出现皮肤和嘴唇青紫、头痛、头晕、恶心呕吐、心慌等中毒症状,严重的还会导致死亡。

由图6可知,贮藏前期青菜中的亚硝酸盐含量微小,随着贮藏期的延长,亚硝酸盐的含量迅速增加。随着 CO_2 浓度的升高及 O_2 浓度的降低,青菜中亚硝酸盐含量的累积速率依次降低,尤其是处理组C(10% CO_2 +5% O_2 +85% N_2),贮藏至第30d,亚硝酸盐的含量小于2mg/kg,低于国标蔬菜中亚硝酸盐限量4mg/kg,符合食品安全要求^[12]。

2.7 青菜贮藏期间电导率的变化

当植物受到不良的逆境影响时,细胞内的电解质外渗,从而引起组织浸泡液的电导率发生变化。电解质渗透率的变化能够直观反映细胞膜受损的程度,通常植物膜透性增大的程度与逆境下受到胁迫的强度可以作为研究植物抗逆性的生理指标。因此,利用电导法测定植物抗逆下的质膜透性变化,可以分析细胞电解质渗透率与冷害和腐烂程度的关系^[13]。

从图7可知,细胞膜电解质渗透率均呈上升的趋势,并且在贮藏的前几天变化趋势不明显。随着贮藏

(下转第389页)

- [34] ABBASI N A, HUSSAIN A, MAQBOOL M, et al. Encapsulated calcium carbide enhances production and post-harvest performance of potato[J]. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 2009, 37(2): 131-139.
- [35] BIBIK N D S, LENOVA V, DRUCHEK E V, et al. Effective of a soil-acting ethylene producer in obtaining sanitized seed potato[J]. *Russian Agric Sci*, 1995(5): 14-15.
- [36] 中国石油和化学工业协会. GB 10665-2004, 碳化钙(电石)[S]. 北京: 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2004.
- [37] RHAMAN A, CHOWDHURY F R, ALAM M B. Artificial ripening: What we are eating[J]. *J Med*, 2008(9): 42-44.
- [38] KJUUS H, ANDERSEN A, LANGARD S. Incidence of cancer among workers producing calcium carbide[J]. *British Journal of*

- Industrial Medicine*, 1986, 43: 237-242.
- [39] 方洁, 尉月英, 宇庆德. 吸入碳化钙粉末致IIo—I型房室传导阻滞1例[J]. *丹东医药*, 2003(4): 36-36.
- [40] SUBRAMANIAN S. How do raw mangoes and bananas become ripe when treated with chemicals (Answer1)[N]. *The Hindu - Online Edition of India's National Newspaper*, 2004-07-29.
- [41] 海清. 碳化钙催熟芒果影响印度芒果贸易[J]. *中国果业信息*, 2008, 25(7): 51-51.
- [42] MARIAPPAN P. How do raw mangoes and bananas become ripe when treated with chemicals (Answer2)[N]. *The Hindu - Online Edition of India's National Newspaper*, 2004-07-29.
- [43] 董朝菊. 印度严格控制碳化气体人工催熟水果[J]. *中国果业信息*, 2010, 27(10): 50-51.

(上接第362页)

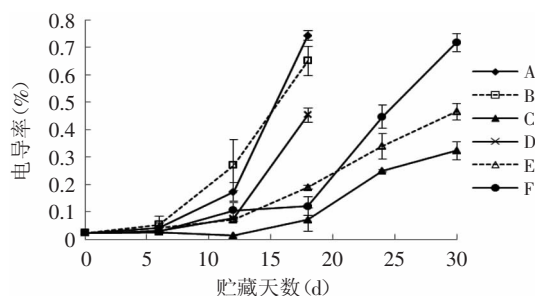


图7 处理方式对青菜电导率的影响

Fig.7 Effect of types of treatments on conductivity of greengrocery

期的延长,不同气体浓度处理的青菜的电解质渗透率差异比较大,处理组C贮藏至第30d,电导率仅0.3%左右,而对照组和处理组B贮藏至第18d,电导率已大于0.6%。所以电导率可以作为判断果蔬品质变化的一个很好指标。

3 结论

在4℃冷藏条件下,采用6种不同浓度的气体进行自发充气贮藏保鲜,研究不同比例的气体对青菜品质的影响。

3.1 改变青菜贮藏的气体环境能有效降低青菜呼吸速率,抑制黄化,减缓营养物质损失,延长其货架期。综合分析各项理化指标,对青菜贮藏效果排序: C>E>F>D>B>A。

3.2 研究表明,青菜充气包装的最佳的气体浓度配比为: 10% CO₂+5% O₂+85% N₂,采用此浓度气体对青菜低温贮藏保鲜,可取得良好的效果,结论对青菜贮藏保鲜有一定参考价值。

3.3 本实验只研究了不同气体浓度对气体青菜保鲜效果的影响,如何在最佳的气体浓度下,用不同包装材料及结合前处理工艺或其他保鲜技术,如真空

预冷等技术,还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 刘晓蓉. 气调包装对黄藤笋贮藏期间生理特性的影响[J]. *食品与机械*, 2011, 27(3): 108-111.
- [2] 祝美云, 李梅, 梁丽松, 等. 西洋梨气调贮藏不同时间后货架期品质变化[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(8): 377-382.
- [3] Groeschel E C, Nelson A I S, Steinberg M P. Changes in color and other characteristics of green bean stored in controlled refrigerated atmosphere[J]. *Journal of Food Science*, 1966, 31, 488-496.
- [4] Kader A A, Zagory D, Kerbel E L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables[J]. *Critical Reviews of Food Science and Nutrition*, 1989, 28(1): 1-30.
- [5] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [6] GB 5009.33-2010, 食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定[S].
- [7] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- [8] 牛立新, 贺普超. 电导法不同计量单位鉴定葡萄抗寒性研究[J]. *果蔬学报*, 1989, 6(3): 159-164.
- [9] 朱军伟, 谢晶, 林永艳, 等. 贮藏温度对薄膜包装菠菜品质的影响[J]. *食品与机械*, 2011, 27(6): 219-221.
- [10] Sanchez-Mata M C, Camara M, Diez-Marques C. Effects shelf-life and nutritive value of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.), by controlled atmosphere storage: macronutrients[J]. *Food Chemistry*, 2003, 80: 309-315.
- [11] 林永艳, 谢晶, 朱军伟, 等. 清洗方式对鲜切生菜保鲜效果的影响[J]. *食品与机械*, 2012, 28(1): 211-213.
- [12] GB 2762-2005, 食品中亚硝酸盐限量指标[S].
- [13] 陈健华, 张敏, 车贞花, 等. 不同贮藏温度及时间对黄瓜果实冷害发生的影响[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(9): 394-397.