

# 低温对自发气调包装鸡毛菜保鲜效果的影响

王颖荣, 谢晶\*, 陶佳佳, 张静, 叶晶鑫  
(上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

**摘要:**为研究低温对采后鸡毛菜保鲜效果的影响,将鸡毛菜进行自发气调包装,然后在0、4、8、12℃下贮藏,通过测定贮藏期间感官品质、电导率、叶绿素、V<sub>C</sub>、菌落总数等来比较不同贮藏温度的保鲜效果。结果表明:0℃下贮藏的鸡毛菜保鲜质量最好,有效地维持了鸡毛菜的感官品质,减缓了鸡毛菜维生素C的氧化分解,同时有效抑制了鸡毛菜腐败变质和叶绿素的损失。

**关键词:**鸡毛菜,自发气调,贮藏温度,保鲜效果

## Effect of storage temperature on quality of modified atmosphere package on Chinese little greens

WANG Ying-rong, XIE Jing\*, TAO Jia-jia, ZHANG Jing, YE Jing-xin

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

**Abstract:** The preservation effect of modified atmosphere package on Chinese little greens stored under 0, 4, 8 and 12 °C were studied. The sensory quality, electrical conductivity, chlorophyll, V<sub>C</sub> and total bacteria were determined to evaluate the preservation effect under different temperatures. Results indicated that Chinese little greens stored under 0 °C had the best preservation effect. It kept good sensory quality, delayed the degradation of V<sub>C</sub>. It maintained rotten and loss of chlorophyll.

**Key words:** Chinese little greens; modified package; stored temperature; reservation effect

中图分类号: TS255.36

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)20-0331-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.20.059

鸡毛菜(Chinese small cabbage, *Brassica rapa* L. *Chinensis* Group.)是十字花科植物小白菜(*Brassica chinensis*)幼苗的俗称,因其口感柔嫩、味道清香、营养丰富在江浙沪一带深受欢迎<sup>[1]</sup>。但是,由于其鲜嫩的特质也极易失水、同时易受机械损伤和病菌感染发生腐败变质。采后鸡毛菜在常温贮藏下2 d内就会显著降低商品品质和食用价值<sup>[2]</sup>,因此减缓鸡毛菜在贮藏期的品质变化是企业急需解决的问题之一。

低温贮藏是叶菜类保鲜最常用的方法之一,能有效延缓叶菜的成熟和老化。自发气调包装能有效抑制蔬菜水分的损失,并通过蔬菜的呼吸作用降低袋内氧气的含量,从而能有效保护蔬菜色泽、抑制微生物的生长繁殖<sup>[3]</sup>。鸡毛菜常规冷藏研究较多,但0℃结合自发气调包装的贮藏研究鲜有报道<sup>[2-4]</sup>。本实验通过研究低温贮藏下自发气调包装鸡毛菜的品质变化,为提高鸡毛菜品质、延长其货架期提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

鸡毛菜 购于上海市临港古棕路菜农场,挑选无虫病害、大小相近、翠绿新鲜的鸡毛菜;0.18 mm的PE气调包装袋 上海易诺包装材料有限公司;草酸(≥99.5%)、抗坏血酸(≥99.7%)、碳酸氢钠(≥99.5%)、石英砂(≥95%)、碳酸钙粉(≥99%)、丙酮(≥99.5%)、十二水磷酸氢二钠(≥99.5%)、磷酸二氢钾(≥99.5%)、氯化钠(≥99.5%) 均为分析纯(AR),国药集团化学试剂有限公司;邻苯二酚(≥98%) 化学纯(CP),国药集团化学试剂有限公司;2,6-二氯靛酚盐(≥97%) Fluka公司;平板计数培养基 青岛海博生物技术有限公司。

LHS-100CA型恒温恒湿箱、DHG-9053A型电热鼓风干燥箱、DHP-9162型电热恒温培养箱 上海一恒科学仪器有限公司;BCD-252MHV型冰箱 苏州三星电子有限公司;YXQ-LS-30SH型全自动压力蒸

收稿日期:2015-01-22

作者简介:王颖荣(1992-),男,硕士研究生,研究方向:食品保鲜,E-mail:793687388@qq.com。

\*通讯作者:谢晶(1968-),女,博士,教授,研究方向:食品物流,E-mail:jxie@shou.edu.cn。

基金项目:国家科技支撑计划项目(2013BAD19B06);上海市农委绿叶菜产业体系项目。

汽灭菌器 上海博迅实业有限公司; VS-1300L-U型超净工作台 苏净集团安泰有限公司; UV-1102型紫外可见分光光度计 上海天美仪器有限公司; H-2050R-1型高速冷冻离心机 长沙湘仪离心机有限公司; WYT-32型手持式折光仪 泉州光学仪器厂; DDS-307A电导率仪 上海仪电科学仪器股份有限公司。

## 1.2 实验方法

1.2.1 鸡毛菜前处理 鸡毛菜购买后30 min内送至实验室,立即筛选、清洗,沥干后随机分组并立即用PE气调包装袋封口包装,每袋鸡毛菜约80 g,每组包装32袋,分别在0、4、8、12 °C下贮藏。测定鸡毛菜电导率、可溶性固形物、还原型抗坏血酸、叶绿素、丙二醛、菌落总数,实验重复三次,取平均值。

1.2.2 鸡毛菜贮藏期间理化及微生物指标测定方法

1.2.2.1 感官指标的评定 根据Li等<sup>[9]</sup>制定的感官评价标准,结合叶菜的特点制定感官评价表(表1)。采用7分制(1分极端不好;2分非常不好;3分不好;4分一般;5分好;6分非常好;7分极端好),评价员对不同组别不同贮藏时间的鸡毛菜进行评分,取其平均值。3.5分为不被接受的切分点。

1.2.2.2 电导率的测定 参考Francisco Lopez-Galvez等<sup>[10]</sup>略作修改,取10 g样品浸在100 mL蒸馏水中,30 min后用电导仪测定电导率。然后样品121 °C热蒸汽处理25 min,冷却至室温后再测定总电导率,根据公式 $E(\%) = (C - C_w) \times 100 / C_t$ 计算相对电导率。其中,E:相对电导率,C:样品在蒸馏水中浸泡30 min后测得的电导率, $C_w$ :蒸馏水的电导率, $C_t$ :样品在热蒸汽处理后测得的总电导率。

1.2.2.3 可溶性固形物的测定 称取10 g鸡毛菜在组织捣碎机上捣碎出汁液,用四层纱布挤出滤液,弃去最初几滴,收集滤液于烧杯中供测试用。测量前校准糖量计。从烧杯中用玻璃棒蘸取汁液,滴2~3滴于折光计棱镜面中央(勿使玻璃棒触及镜面),合上盖板,使溶液均匀分布在棱镜面。将仪器进光窗对向光源,调节视度圈,使视场内刻度清晰可见,于视场中读取明暗分界线相应读数,即为溶液含糖浓度。

1.2.2.4 还原型抗坏血酸(Re-V<sub>c</sub>)含量测定 根据国标GB6195-1986,采用2,6-二氯酚靛酚滴定法测定维生素C含量。

1.2.2.5 叶绿素含量测定 采用分光光度法<sup>[7]</sup>。

1.2.2.6 丙二醛含量的测定 采用硫代巴比妥酸法<sup>[7]</sup>。

1.2.2.7 菌落总数 参照GB 4789.2-2010进行。

## 1.3 数据处理

使用SPSS Statistics 19软件进行差异性显著分析,利用Origin 8.5软件进行数据处理及绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 鸡毛菜感官品质

感官评分是反映蔬菜品质变化最直观的指标<sup>[9]</sup>。从图1中看出鸡毛菜感官品质在贮藏期间呈下降趋势。随着温度的升高,鸡毛菜品质下降的速率逐渐加快。其中12 °C下贮藏的鸡毛菜感官品质下降最为明显,在2 d时感官评分已显著( $p < 0.05$ )低于其余组,在6 d时其感官评分为3.12分,已超过消费者可接受程度。而0 °C下的鸡毛菜贮藏12 d后,其感官评分为3.74分,仍具有商品价值。这表明低温能够有效地延缓鸡毛菜感官品质的下降。

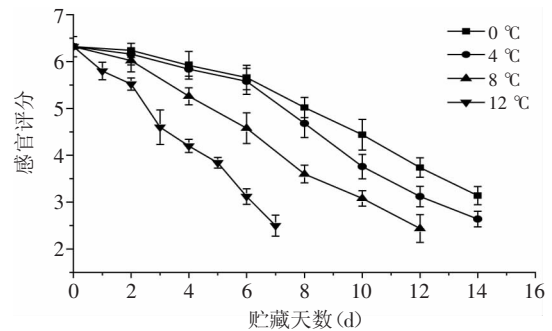


图1 不同贮藏温度对鸡毛菜感官品质的影响

Fig.1 Effect of different storage temperature on sensory quality of Chinese little greens

### 2.2 鸡毛菜电导率的变化

电导率能反映蔬菜在贮藏过程中抗逆性的强弱及其细胞膜所受到的伤害程度。从图2可知,贮藏期间各样品相对电导率均呈上升趋势,在4 d内各样品组差异性并不显著( $p > 0.05$ ),但之后8、12 °C组上升趋势相对明显,其中12 °C组样品在5 d时显著( $p < 0.05$ )高于其他组。在贮藏终点,0、4 °C组相对电导率仅7%左右,而8、12 °C组相对电导率已大于12%。表明低温能减缓鸡毛菜细胞膜的损坏。0 °C组相对电导率在10 d

表1 鸡毛菜感官评价标准

Table 1 Scale for sensory evaluation of Chinese small cabbage

级别	颜色	形态	气味	质地
I	鲜绿,明亮有光泽	叶片、茎部平整,形态饱满,水分充足	典型的新鲜鸡毛菜味	鸡毛菜叶片及叶梗硬挺,饱满
II	绿色,光泽减弱	叶片边微卷,茎部平整	典型鸡毛菜菜味减弱,没有异味	叶片及叶梗较硬挺,但是可食部分些许失水
III	绿色,小部分外层叶片泛黄	叶片边微卷,茎部微萎焉,梗与根连接完好	鸡毛菜味继续减弱,伴随异味	硬度继续下降,失水增多,部分叶片叶梗少许软化
IV	叶片黄化加重,有些叶片黄绿色黄化率 $< 1/3$	叶边卷曲增多,茎部萎焉,外层叶梗开始脱落,有些叶片出现老化	叶片稍有腐烂或发酵的味道	可食部分萎焉率 $< 1/3$
V	黄化率 $\geq 1/3$ ,无光泽	叶边卷曲增多,茎部萎焉,梗与根分离,老化腐烂比例增大	腐烂味儿加重	可食部分腐烂、萎焉率 $\geq 1/3$

开始大于4℃组,且这种趋势到后期更加明显。这可能是因为过低的温度在贮藏后期会对鸡毛菜细胞膜起胁迫作用,破坏细胞膜的完整性,增加膜透性,从而加速细胞内电解质向外渗漏。郑谊等<sup>[9]</sup>在不同温度下贮藏黄藤笋,3℃下的黄藤笋在贮藏后期电导率相对于其他温度有明显上升的趋势,也表明长期低温贮藏可能导致笋心发生冷害,对其品质产生一定消极作用。

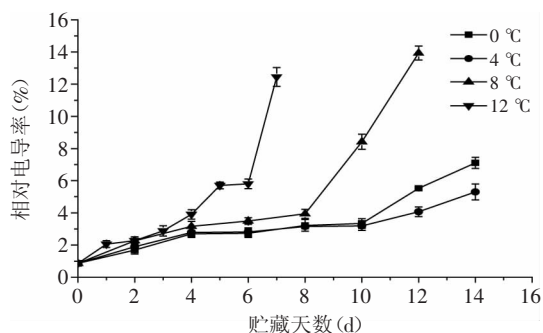


图2 不同贮藏温度对鸡毛菜电导率的影响

Fig.2 Effect of different storage temperature on conductivity of Chinese little greens

### 2.3 鸡毛菜可溶性固形物含量

蔬菜中可溶性固形物含量能有效反映蔬菜的成熟程度和品质变化。从图3可知,由于呼吸作用,可溶性固形物在贮藏初期开始下降。各组差异性并不显著( $p>0.05$ )。0、4℃组在6d时短暂上升,这可能是因为0、4℃组贮藏温度较低,呼吸作用较弱,而在贮藏前期鸡毛菜合成代谢仍在进行。在贮藏后期,各组均呈明显下降趋势。其中8、12℃组可溶性固形物含量在6d开始显著低于( $p<0.05$ )0、4℃组。到贮藏终点,0℃组可溶性固形物含量最高。结果表明低温能有效减缓鸡毛菜可溶性固形物的下降。这是由于低温能有效抑制鸡毛菜的呼吸作用,降低其生理代谢,减缓了其可溶性固形物的降解。这与王肽等<sup>[10]</sup>在不同温度下贮藏茄子的研究结果相一致。

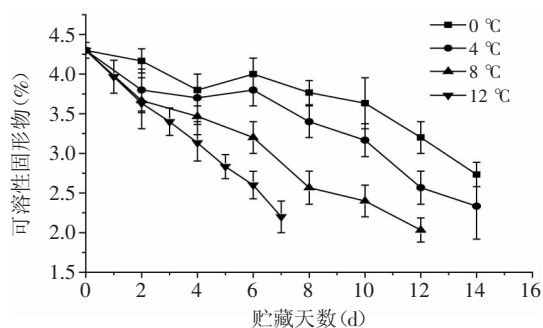


图3 不同贮藏温度对鸡毛菜可溶性固形物含量的影响

Fig.3 Effect of different storage temperature on the soluble solid content of Chinese little greens

### 2.4 鸡毛菜V<sub>C</sub>含量

维生素C是人们日常生活必不可少的营养物质。但V<sub>C</sub>不稳定、具有很强的还原性,易受pH、水分活度、酶等因素影响发生降解<sup>[11]</sup>。从图4中看出,鸡毛菜V<sub>C</sub>含量总体呈下降的趋势,12℃组样品V<sub>C</sub>含量在2d开

始显著( $p<0.05$ )低于其他组。8℃组样品V<sub>C</sub>含量在8d时显著( $p<0.05$ )低于0、4℃组。在贮藏终点8、12℃组样品的V<sub>C</sub>损失率分别为92.8%、90.3%,而0、4℃组样品V<sub>C</sub>含量仍保持在较高水平。这可能是因为低温减缓了鸡毛菜的代谢,抑制了酶的活性,从而延缓了V<sub>C</sub>的降解。朱军伟等<sup>[12]</sup>在不同温度下结合MAP贮藏芹菜和菠菜,发现4℃下的芹菜和菠菜V<sub>C</sub>分解速率明显慢于9℃下,说明低温能有效维持V<sub>C</sub>含量。

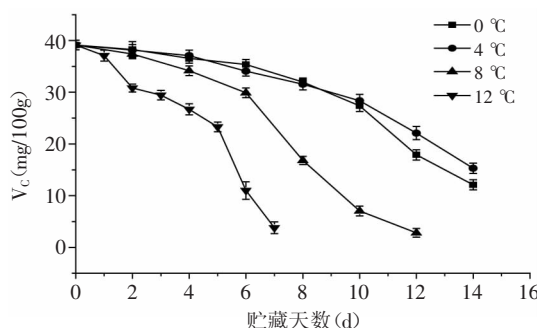


图4 不同贮藏温度对鸡毛菜V<sub>C</sub>含量的影响

Fig.4 Effect of different storage temperature on V<sub>C</sub> of Chinese little greens

### 2.5 鸡毛菜叶绿素含量

叶绿素含量是反映叶菜类蔬菜腐败衰老的一个重要指标。从图5可以看出,在鸡毛菜贮藏期间,叶绿素含量呈逐渐下降的趋势。在2d时,8、12℃组样品显著( $p<0.05$ )低于0、4℃组。在6d时,0℃组样品显著( $p<0.05$ )高于其他组。鸡毛菜中叶绿素的降解主要由于发生了脱镁反应。研究表明,低pH和高温都会加速该反应的发生,叶菜在贮藏期间因无氧呼吸释放乳酸导致pH降低,加速脱镁反应<sup>[13]</sup>。低温能有效抑制鸡毛菜的无氧呼吸,减缓pH的降低,有利于延缓鸡毛菜贮藏期间叶绿素的损失。这与谢晶等<sup>[14]</sup>对不同温度下贮藏青菜的研究结果一致。

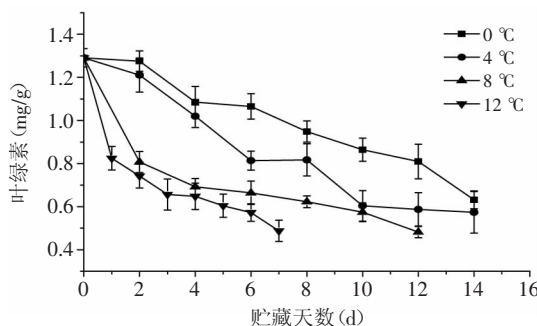


图5 不同贮藏温度对鸡毛菜叶绿素含量的影响

Fig.5 Effect of different storage temperature on chlorophyll content of Chinese little greens

### 2.6 鸡毛菜丙二醛含量

丙二醛作为膜脂过氧化作用的产物之一,能用来衡量和评价蔬菜膜系统受伤害的程度。如图6所示,鸡毛菜在贮藏期间丙二醛含量呈上升趋势,其中12℃组样品上升趋势最明显。在6d时,12℃组样品丙二醛含量显著( $p<0.05$ )高于其他组。结果表明低温能抑制鸡

鸡毛菜贮藏期间丙二醛的积累,使其含量处于一个较低的水平。这可能是因为低温能有效抑制蔬菜细胞中超氧离子自由基和羟基自由基与脂膜中的不饱和脂肪酸发生过氧化作用,减缓脂质自由基的产生,进而抑制了脂质自由基的过氧化作用,减少了丙二醛的积累。

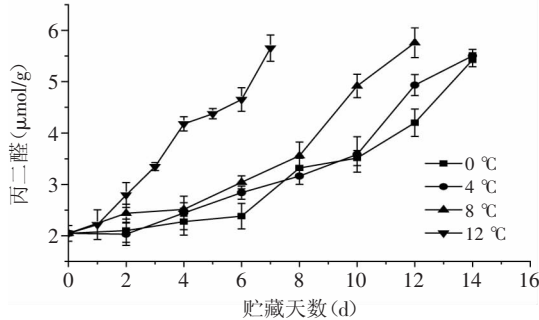


图6 不同贮藏温度对鸡毛菜丙二醛含量的影响

Fig.6 Effect of different storage temperature on MDA content of Chinese little greens

## 2.7 鸡毛菜菌落总数

从图7可知,鸡毛菜在贮藏期间菌落总数呈上升趋势,其中12 °C组上升最快。根据张立奎等<sup>[15]</sup>的研究结果,菌落总数 $\leq 6 \lg \text{cfu/g}$ ,叶菜组织不会发生腐败。12 °C组样品菌落总数在2 d时显著( $p < 0.05$ )高于其他组,且其菌落总数已大于 $6 \lg \text{cfu/g}$ 。而其他样品均未超过腐败界限。8 °C组样品在第8 d菌落总数显著( $p < 0.05$ )高于0、4 °C组,其中0 °C组样品菌落总数仍小于 $6 \lg \text{cfu/g}$ 。这表明低温能有效抑制菌落总数的生长、减缓鸡毛菜腐败变质。这与Liping等<sup>[16]</sup>用不同温度冷藏柜贮藏菠菜的研究具有相同趋势。

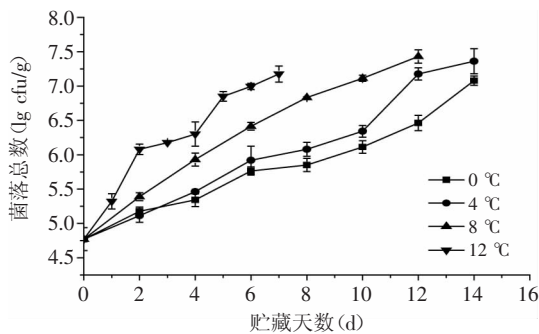


图7 不同贮藏温度对鸡毛菜菌落总数的影响

Fig.7 Effect of different storage temperature on total viable count in Chinese little greens

## 3 结论

低温贮藏结合自发气调包装能有效减缓鸡毛菜营养物质的损失、延长鸡毛菜的货架期。综合各项理化分析得出鸡毛菜在0 °C下贮藏保鲜效果最佳。鸡毛菜在0 °C下结合自发气调包装可贮藏12 d。

鸡毛菜在各个温度贮藏期间,从感官上来讲,即使鸡毛菜已经腐败但黄化现象并不明显。在0 °C贮藏鸡毛菜的菌落总数在第10 d已超过 $6 \lg \text{cfu/g}$ ,如何延缓鸡毛菜腐败是0 °C鸡毛菜保鲜的关键。

鸡毛菜在0 °C下贮藏比在4 °C下贮藏在防止叶绿素损失、 $V_c$ 降解、可溶性固形物含量的下降等方面更有效。但在贮藏后期在0 °C下贮藏的鸡毛菜电导率反而更高。这可能与长期低温对鸡毛菜细胞膜胁迫作用以及冷害有关,这有待后续进一步验证。

本实验研究了不同贮藏温度结合自发气调包装对鸡毛菜保鲜品质的影响,得到最佳贮藏温度为0 °C。如何在此基础上结合其他保鲜方式或前处理,如天然保鲜剂保鲜、真空预冷等进一步延长其货架期,还有待于进一步研究。

## 参考文献

- [1] 张松,徐昌明,郑国才.应用防虫网覆盖黄瓜、甜椒、鸡毛菜实验[J].上海蔬菜,2002,4(6):25-26.
- [2] 王璐,李保国,董庆利,等.不同真空预冷处理条件对鸡毛菜品质的影响[J].制冷学报,2011,32(2):35-57.
- [3] 梁洁玉,朱丹实,冯叙桥,等.果蔬气调贮藏保鲜技术研究现状与进展[J].食品安全质量检测学报,2013,4(6):1617-1625.
- [4] 张利平,谢晶,何蓉,等.鸡毛菜(*Brassica rapa* L. *Chinensis* Group)的颜色变化动力学及两种货架期预测方法[J].食品工业科技,2013,34(16):75-78,83.
- [5] Li W X,Zhang M,Han-qing Y. Study on hypobaric storage of green asparagus[J]. Journal of Food Engineering,2006,73(3):225-230.
- [6] Francisco Lopez-Galvez,Peter Ragaert,Ladie Anne Palermo, et al. Effect of new sanitizing formulations on quality of fresh-cut iceberg lettuce[J]. Postharvest Biology and Technology,2013(85):102-108.
- [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,2007:31.
- [8] 林永艳,谢晶,朱军伟,等.不同清洗方式对鲜切鸡毛菜保鲜效果的影响[J].食品工业科技,2012,33(20):306-308.
- [9] 郑谊.黄藤笋低温贮藏保鲜的研究[D].北京:中国林业科学研究院,2005.
- [10] 王朕,谢晶,余江涛.鲜切茄子冷藏生理及品质的研究[J].食品工业科技,2014,35(4):310-314.
- [11] Zhang L P,Xie J,Wang T,et al. Study of physicochemical properties of Chinese small cabbage (*Brassica chinensis* L.) stored at four temperatures[J]. Advanced Materials Research,2013(693):1275-1281.
- [12] 朱伟军,谢晶,林永艳.贮藏温度和包装方法对两种叶菜采后品质的影响[J].食品与机械,2012,28(4):175-178.
- [13] Martins R C, Lopes I C, Silva C L M. Accelerated life testing of frozen green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) quality loss kinetics: colour and starch[J]. Journal of Food Engineering,2005(67):339-346.
- [14] 谢晶,张利平,苏辉,等.上海青蔬菜的品质变化动力学模型及货架期预测[J].农业工程学报,2013(15):271-278.
- [15] 张立奎,陆兆新,郁志芳.臭氧水处理鲜切生菜贮藏期间的品质变化[J].食品与发酵工业,2004,30(3):128-131.
- [16] Liping Kou,Yaguang Luo,David T Ingram,et al. Open-refrigerated retail display case temperature profile and its impact on product quality and microbiota of stored baby spinach[J]. Food Control,2015(47):686-692.