

菠菜常温气调包装研究

韩春阳^{1,2}, 王建清¹, 孙炳新^{1,2}, 杨帆¹

(1. 天津科技大学, 天津 300222; 2. 沈阳农业大学, 沈阳 110866)

摘要: 为在常温下保持菠菜的品质, 延长其货架期, 研究了气调包装对菠菜的保鲜效果。采用 4 种不同的配比的 O_2 、 CO_2 、 N_2 混合气体对菠菜进行包装, 置于常温下贮藏, 定期间隔 2 d 检测菠菜的失重率、呼吸速率、VC 含量、叶绿素含量及感官指标的变化情况。实验结果表明: 在常温下, 当混合气体体积分数配比为 10% O_2 + 10% CO_2 + 80% N_2 时, 菠菜的保鲜效果较好, 在此条件下菠菜的货架寿命可达 8 d。

关键词: 菠菜; 气调; 包装; 保鲜

中图分类号: TB487; TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)17-0049-04

Study on Modified Atmosphere Packaging of Fresh Spinach at Room Temperature

HAN Chun-yang^{1,2}, WANG Jian-qing¹, SUN Bing-xin^{1,2}, YANG Fan¹

(1. Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China; 2. Shenyang Agriculture University, Shenyang 110866, China)

Abstract: In order to preserve quality and prolong the shelf life of spinach at room temperature, the preservation effects of modified atmosphere packaging on spinach were studied. The spinach were packaged in four different gas proportions of O_2 , CO_2 , and N_2 , and stored at room temperature. The weight loss, respiration speed, Vc content, chlorophyll content and sense index of spinach were measured each 2 days. The results indicated that the modified atmosphere packaging of 10% O_2 + 10% CO_2 + 80% N_2 presented better preservation effects than the other groups at room temperature and the spinach's shelf life can reach 8 days under this condition.

Key words: spinach; modified atmosphere; packaging; preservation

菠菜茎叶柔软滑嫩、味美色鲜、营养丰富, 含有大量的 β 胡萝卜素和铁, 也是维生素 B6、叶酸、铁和钾的极佳来源, 但因其叶表面积大, 水分蒸发快, 采收后极易失水萎蔫; 加之旺盛的呼吸作用, 菠菜在贮藏中会快速消耗自身的营养成分, 产生大量的呼吸热, 造成褪绿黄化以及腐烂, 严重影响其食用品质和商品价值, 导致货架寿命缩短^[1], 在常温下不易贮藏。

气调包装被认为是当前国际上最有效、最先进的果蔬保鲜方法之一^[2-5], 但通常都是配合低温条件进行贮藏^[6-9], 然而目前我国许多中小型超市由于冷藏设备不足, 导致许多廉价蔬菜不得不在常温下 (23℃) 进行贮藏与销售, 如何能在常温下利用气调包装延长新鲜蔬菜的货架寿命已经成为摆在面前的课题。研究表明在常温和低温条件下菠菜的呼吸速率存在较大差异^[1], 使用气调包装保鲜时内部气体比例要求

自然也不同, 因此研究在常温下各种蔬菜最佳的气调包装气体混合比例具有很强的使用价值。笔者研究在常温下利用气调包装延长菠菜货架寿命, 为在常温下的菠菜保鲜提供科学依据。

1 实验

1.1 材料与仪器

新鲜菠菜购于农大菜市场, 挑选叶柄短、根小色红、叶片大小均匀、富有弹性的当天采摘的新鲜菠菜。气调包装袋购于沈阳南二小商品批发市场, 规格为 180 mm × 240 mm, 厚度为 0.14 mm, 材质为 PE/PA/PE 的复合材料。

101 型电热鼓风干燥箱: 北京市永光明医疗仪器厂; JT2002 型电子天平: 上海精密科学仪器有限公司

收稿日期: 2012-06-08

作者简介: 韩春阳 (1980—), 男, 沈阳人, 沈阳农业大学讲师, 主要研究方向为食品包装材料与技术。

生产;UNICO-2000 分光光度计:尤尼柯(上海)仪器有限公司;DZQ-F1 型气体自动混合机:张家港市德顺机械有限公司;DQB-360W 型多功能气调包装机:南通永昌机械有限公司。

1.2 方法

新鲜菠菜经挑选整理后,用电子天平称取约 100 g 装入气调包装袋,用比例为 A1(5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂), A2(10% O₂ + 10% CO₂ + 80% N₂), A3(15% O₂ + 10% CO₂ + 75% N₂), CK(空气)的混合气体在气调包装机上封装,然后在常温下放置,每隔 2 d 观察贮藏效果,并测定相关指标。

1.3 测试方法

VC 的测定采用 2,6-二氯酚酚滴定法^[10],叶绿素测定采用分光光度法^[11],呼吸速率采用静置法^[12],失重率采用称重法,感官指标评价指标见表 1。

表 1 感官评分标准^[13]

Tab. 1 Criterion of sense estimation

分值	标准
5	色泽鲜绿,叶边平整,无老化,形态好;硬挺,新鲜,无萎蔫、腐烂、疲软;可食用
4	色泽较绿,叶边较平整,叶形态较好;较新鲜,极少萎蔫、腐烂、疲软;可食用
3	黄化<10%,色泽较差,叶边卷曲,老化<10%;腐烂、萎蔫、疲软<10%;可食用
2	黄化<30%,色泽很差,叶边卷曲,老化<30%;腐烂、萎蔫、疲软<30%;不可食用
1	黄化≥30%,无光泽,叶边卷曲,老化≥30%;腐烂、萎蔫、疲软≥30%;不可食用

2 结果与分析

2.1 气调包装对菠菜 VC 含量的影响

不同的初始气体比例混合的气调包装中的菠菜 VC 含量均呈下降趋势,见图 1。贮藏前 4 d 菠菜 VC 含量下降较平稳,CK 组较其他组下降速度略快;贮藏后 4 d 各实验组中菠菜 VC 含量下降速度差异显著,说明在常温下不同初始气氛组成会影响菠菜贮藏过程中 VC 含量的变化。CK 组菠菜 VC 含量下降速度明显高于其他 3 组,其中 A2 组 VC 含量下降趋势较为平缓,对 VC 的保存效果明显优于其他各组。这是因为菠菜在采摘后仍然要进行呼吸作用,呼吸作用的能量来源主要是体内的营养物质,例如 VC 等,在包装内氧气充足的情况下,生理代谢比较旺盛,营养物

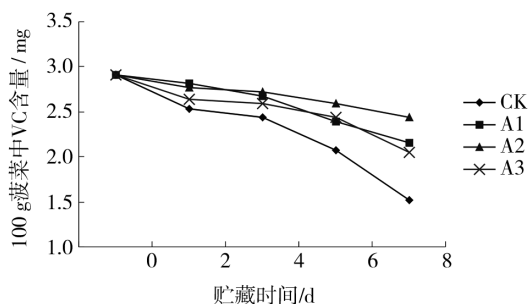


图 1 气调包装对菠菜 VC 含量的影响

Fig. 1 Effects of modified atmosphere packaging on VC content of spinach

质的消耗就会较快,CK 组和 A3 组内氧气相对 A1 和 A2 组较高,所以 VC 含量下降幅度较大;A1 组内氧气含量过低,使包装内的菠菜很快由于缺氧而进行厌氧呼吸,也加速了 VC 的消耗;A2 组内氧气含量介于 A1 组和 A3 组之间,可能比较接近菠菜有氧呼吸的临界点^[6],进而降低菠菜的生理代谢速度,所以营养物质 VC 的消耗速度最小。

2.2 气调包装对菠菜叶绿素含量的影响

随着贮藏时间的增长,菠菜中叶绿素的含量均呈下降趋势,见图 2,但 A1, A2 组叶绿素含量下降速度

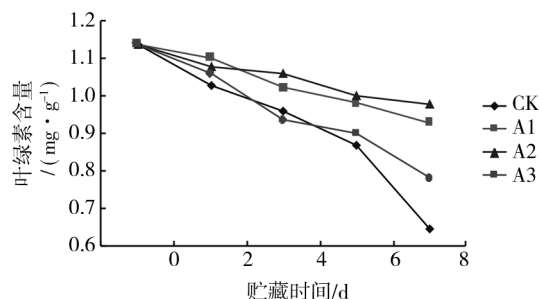


图 2 气调包装对菠菜叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effects of modified atmosphere packaging on chlorophyll content of spinach

明显低于 A3 和 CK 组。所以实验组中, A2 组下降速度最小,贮藏到第 8 d 时叶绿素含量为 0.978 mg/g;其次是 A1 组,贮藏到第 8 d 时叶绿素含量为 0.928 mg/g;下降最快的是 CK 组,CK 组贮藏到第 8 d 时叶绿素含量由最初的 1.137 mg/g 下降到 0.647 mg/g。从贮藏期间菠菜叶绿素含量的变化可知,适宜的气氛条件能够抑制菠菜叶绿素的损失。其原因是在贮藏过程中菠菜的叶绿素含量主要受其体内叶绿素酶活性的影响^[14],一定条件下低氧能够抑制叶绿素酶的

活性,但当包装内氧气含量过低产生厌氧呼吸时又会提高叶绿素酶的活性。A2 组内的气体比例相对于其他组能够更好地抑制菠菜中叶绿素酶的活性,减缓了叶绿素的降解,故叶绿素含量高于其他组。

2.3 气调包装对菠菜呼吸速率的影响

菠菜的呼吸速率随着贮藏时间的延长呈现不同的变化规律,见图 3。CK 组的呼吸速率始终高于初

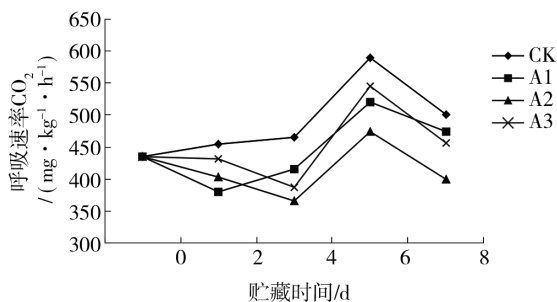


图 3 气调包装对菠菜呼吸速率的影响

Fig. 3 Effects of modified atmosphere packaging on respiration rate of spinach

始值,而 A1, A2, A3 组菠菜的呼吸速率在 4 d 之前均低于初始值,原因在于 A1, A2, A3 组相对于 CK 组初始氧气浓度较低,CO₂ 浓度较高,同时由于菠菜的呼吸作用,消耗氧气产生 CO₂,使包装内 CO₂ 浓度增高,进一步抑制了其呼吸作用,所以呼吸速率降低。在第 4~8 d 的贮藏过程中各组菠菜的呼吸速率均呈现先上升后下降的趋势,这是由于随着贮藏时间的延长,菠菜生理代谢活动加快,从而使其呼吸速率相应加快,但随着菠菜内部的营养物质不断减少,当营养物质供应不足时,呼吸作用又开始逐渐降低。

2.4 气调包装对菠菜失重率的影响

菠菜本身含水率极高,占总质量的 90% 左右。在采后贮藏期间会出现萎蔫、失水现象而失去商品价值,所以,失重率也是果蔬保鲜的一个重要指标^[3]。在贮藏期 0~2 d 期间,各组菠菜的失重率均有小幅增加,但各组间差异不显著,见图 4,从贮藏期第 4 天开始,各组菠菜的失重率均开始大幅增加,并且各组间差异显著,其中 CK 组菠菜失重率增加最为明显,由第 4 天的 0.5% 增加到第 8 天的 2.8%。A2 组菠菜的失重率最低,到贮藏 8 天时失重率仅为 1.6%,因为随着贮藏时间的延长,呼吸作用消耗营养成分的同时,产生大量的水分附着在包装膜表面,故失重率随着时间的延长而增加。由于 A2 组抑制菠菜呼吸作

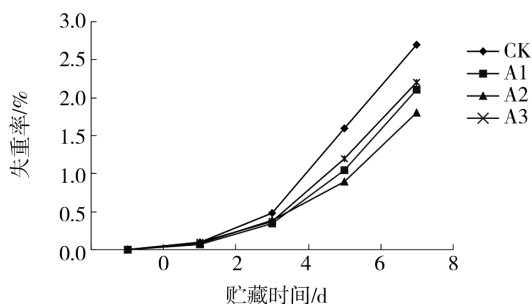


图 4 气调包装对菠菜失重率的影响

Fig. 4 Effects of modified atmosphere packaging on weight loss percent of spinach

用的效果最佳,相对其他各组呼吸作用消耗的营养成分最少,所以产生的水分也最少,即失重率最低。

2.5 气调包装对菠菜感官质量的影响

随着贮藏时间的增加,各试验组菠菜的感官品质质量均呈下降趋势,见表 2,但不同的气氛组成对菠

表 2 气调包装对菠菜感官品质的影响

Tab. 2 Effects of modified atmosphere packaging on sense estimation of spinach

组别	贮藏天数/d					总分
	0	2	4	6	8	
A1	5	4.5	4	2.5	1.5	17.5
A2	5	5	4.5	4	3.5	22
A3	5	5	4	3	2.5	19.5
CK	5	4	3	2	1	15

菜感官品质下降速度影响不同,A1, A2, A3 组感官品质的下降速度明显低于 CK 组,其中 A2 组对菠菜感官品质的保护作用最为明显,贮藏第 8 天时仍处于可食用状态,而其他各组均已不能食用。这是因为感官评价时主要的评分标准集中在菠菜的外观质量,而外观质量主要受菠菜颜色和水分含量的影响,叶绿素含量能很好反映菠菜颜色,失重率能反映菠菜水分含量,感官质量的结果与上述测试结果相符,A2 组包装内菠菜的感官质量优于其他各组。

3 结论

气调包装能够在常温下有效延长菠菜的货架寿命,实验中 A2 组(10% O₂ + 10% CO₂ + 80% N₂)对菠菜的保鲜效果最佳,能有效降低菠菜在贮藏期间 VC、叶绿素的损失,同时能降低菠菜的失重率和呼吸速

率,货架寿命可达 8 d,与 CK 组相比在常温下可延长菠菜的货架寿命 4 d。

参考文献:

- [1] 万森,李喜宏,薛婷,等. 温度对菠菜呼吸特性的影响[J]. 农业机械,2012(4):133—135.
WAN Sen, LI Xin-hong, XUE Ting, et al. Effects of The Temperature to Spinach Respiration Characteristic[J]. Farm Machinery, 2012(4):133—135.
- [2] JIANG Y M. Postharvest Browning of Litch Fruit by Water Loss and Its Control by Controlled Atmosphere Storage at High RH [J]. Food Science and Technology, 1999(32):278—283.
- [3] FERNANDE T J P. Modified Atmosphere Packaging Affects the Accidence of Cold Storage Disorders and Keeps 'flat' Peach Quality [J]. Food Research International, 1998(3):571—579.
- [4] AVELLA M, DE VLIGER J J, ERRICO M E, FISCHER S, et al. Biodegradable Starch/Clay Nanocomposite Films for Food Packaging Applications[J]. Food Chemistry, 2005(93):467—474.
- [5] VILLANUEVA M J, TENORIO M D, SAGARDOY M. Physical, Chemical, Histological and Microbiological Changes in Fresh Green Asparagus Stored in Modified Atmosphere Packaging [J]. Food Chemistry, 2005, 91: 609—619.
- [6] 刘敏,谢晶. 菠菜 MAP 保鲜及低温贮藏研究[J]. 湖北农业科学, 2008, 47(9):1073—1076.
LIU Min, XIE Jing. Study on Spinach MAP Keeping Greenness and Low Temperature Store[J]. Hu Bei Agriculture Science, 2008, 47(9):1073—1076.
- [7] ALLENDE A, LUO Y G, MCEVOY J L, et al. Microbial and Quality Changes in Minimally Processed Baby Spinach Leaves Stored Under Super Atmospheric Oxygen and Modified Atmosphere Conditions[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 33(6):51—59.
- [8] BABIC S, WATADA A E. Microbial Populations of Fresh-cut Spinach Leaves Affected by Controlled Atmospheres [J]. Postharvest Biology and Technology, 1996, 31(9): 187—193.
- [9] KIM S, AN D S, KIM J Y, et al. Effect of Gas Tightness—controlled Compartment System on Quality Keeping of Fresh Produce Stored in House-Hold Refrigerator[J]. Food Sci Biotechnol, 2010, 19(6):1587—1592.
- [10] 中国标准出版社第一编辑室. 中国农业标准汇编(果蔬卷)[M]. 北京:中国标准出版社, 2002.
The First Newsroom of China Standard Publishing Company. China Agriculture Standard Collection (Fruit and Vegetable) [M]. Beijing: China Standard Publishing Company, 2002.
- [11] 朱广廉,钟海文,张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京:北京大学出版社, 1990.
ZHU Guang-lian, ZHONG Hai-wen, ZHANG Ai-qin. Experiment of Plant Physiology[M]. Beijing: Beijing University Publishing Company, 1990.
- [12] FISHMAN S, RODOV V, BEN-YEHOSHUA S. Mathematical Model for Perforation Effect on Oxygen and Water Vapor Dynamics in Modified-atmosphere Packages. Journal Food Science, 1996, 61:956—961.
- [13] 李方,卢立新. 菠菜微孔膜气调保鲜包装的试验研究[J]. 包装工程, 2009, 30(8):22—24.
LI Fang, LU Li-xin. Experimental Research of Modified Atmosphere Packaging of Fresh Spinach with Microporous Membrane[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(8):22—24.
- [14] 贾夏,李栋,魏阿宝. 温度和水分对存储菠菜叶绿素 a, b 含量的影响[J]. 湖南农业科学, 2010(13):106—109.
JIA Xia, LI Dong, WEI A-bao. Impacts of Temperature and Moisture on Content of Chlorophyll a, b in Spinach during Storage[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2010(13):106—109.