

文章编号:1673-1689(2008)01-0044-05

鲜切莲藕气调包装及其质量评价

车东¹, 卢立新^{*1,2}

(1. 江南大学机械工程学院, 江苏无锡 214122; 2. 国家轻工业包装制品质量监督检测中心, 江苏无锡 214122)

摘 要: 采用9组不同初始气份对鲜切莲藕进行气调包装, 放置在5℃、相对湿度为85%环境中贮藏, 分别在第2、5、10、15、20 d测定其感官指标、色差、失重率、硬度、VC和酸含量指标, 并与未包装产品进行比较; 采用主成分分析法对贮藏20 d后的鲜切莲藕质量变化率进行综合评价。结果表明: 总体上气调包装对鲜切莲藕有保鲜作用, 其中气调组分2%氧气+6%二氧化碳对鲜切莲藕保鲜效果最好。

关键词: 鲜切莲藕; 气调包装; 质量评价; 主成分分析

中图分类号: TS 255.3

文献标识码: A

Modified Atmosphere Packaging Technology and Quality Evaluation for Fresh-cut Lotus roots

CHE dong¹, LU Li-xin^{*1,2}

(1. School of Mechanical, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. China National Control and Test Center for Packaging Quality, Wuxi 214122, China)

Abstract: Nine groups fresh-cut lotus roots in modified atmosphere packaging (MAP) using different initial gas ratio were stored at 5℃, RH 85%. And the descriptive visual observations, L* value, weight loss, rigidity, acidity and Vc contents were detected stored for 2, 5, 10, 15, 20 d, respectively. The result showed that the modified atmosphere packaging can keep fresh-cut lotus roots fresh in general. The fresh-cut lotus roots obtained the best quality under the initial atmosphere of 2% oxygen + 6% carbon dioxide.

Key words: fruit and vegetable; modified atmosphere packaing; quality evaluation; principal component analysis

莲藕(*Nelumbo nucifera gaertn*)为睡莲科草本植物, 口感脆嫩味微甜, 营养丰富, 同时又具有清热生津, 滋补胃阴等药用价值^[1]。国际市场对其需

求量很大, 尤其是清洁、卫生、新鲜和方便的鲜切莲藕制品最为畅销。但是鲜切莲藕在加工贮藏过程中肉质极易发生变质, 直接影响莲藕的感官品质和

收稿日期: 2006-12-10.

基金项目: 国家“十五”重大科技专项项目(2001BA804A23).

作者简介: 车东(1981-), 女, 辽宁沈阳人, 包装工程专业硕士研究生. 研究方向: 食品与药品包装.

* 通讯作者: 卢立新(1966-), 男, 江苏宜兴人, 工学博士, 教授. 主要从事农产品、食品包装与贮运技术, 包装工艺与机械等研究. E-mail: Lulx@jiangnan.edu.cn

内在质量,货架寿命较短,阻碍产品销售和出口。

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^[2-3],多年来国内外一些学者对鲜切果蔬产品的气调保鲜包装进行研究。Gorris等^[4]研究认为,气调包装可抑制苹果切片的微生物污染,提高其感官质量。King^[5]研究发现在4℃时,体积分数2%O₂+体积分数6%CO₂可延迟鲜切甘蓝霉菌生长14 d,3%O₂+10%CO₂可延长鲜切莴苣的货架期。王莉等^[6]研究包装方式对鲜切生菜品质的影响时发现:在0℃下气调包装可使切割生菜保鲜21 d。迄今为止,国内外对鲜切莲藕的研究仅限于预处理和包装材料方面,尚未有鲜切莲藕气调包装的研究报道。

本文研究了气调包装对鲜切莲藕保鲜效果的影响,采用主成分分析法对贮藏20 d后九组不同初始气份下包装的鲜切莲藕的质量变化率进行评价分析,以期找出最适产品的初始气体成分。

1 材料与方法

1.1 材料

莲藕购于无锡家乐福超市,选择新鲜肉质白、组织结实、孔道较细、叶芽较长、根头粗壮、藕体无损伤的莲藕。莲藕买回后立即存放于5℃冰柜中预冷24 h。

包装采用托盘覆盖薄膜形式,其中托盘材料为PP(上海中央化学有限公司提供);覆膜采用OPP/PE复合膜,厚度为50 μm。经国家轻工业包装制品质量监督检测中心测定覆膜的氧气透过率 $7.3869 \times 10^9 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$,二氧化碳透过率 $1.6516 \times 10^9 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$ 。

1.2 方法

1.2.1 鲜切莲藕气调包装工艺流程原料→洗净→切分→预处理→包装→贮藏。

1.2.2 原料的处理方法及试验设计 取出预冷后的莲藕,用NaClO清洗表皮,风干后去蒂,按节切断并横切成3~4 mm的薄片。将切好后的藕片浸泡于1%V_c+0.5%丙酸钙+0.5%半胱氨酸的溶液中浸泡3~5 min后取出,沥干,放入包装盒中,充入预调节气份并封盒。

充入气份如下(O₂/CO₂/N₂,以体积百分比表示):MAP1(2/6/94);MAP2(4/6/90);MAP3(8/6/86);MAP4(2/8/90);MAP5(4/8/858);MAP6(2/12/86);MAP7(4/12/84);MAP8(8/12/80)。为了进行分析比较,采用空气气份包装作为对照组。

封盒后放置在5℃、相对湿度为85%环境中贮藏。

1.3 主要仪器与设备

MAP350气调包装机,6600型顶空气体测定仪,BTY材料透气率测定仪,WSC-S色差计,LL-ODY万能材料试验机,TG51型标准天平,THS恒温恒湿机等。

1.4 质量评价指标与测试

在贮藏期间,分别在第0、2、5、10、15、20 d测定鲜切莲藕的以下5个指标。

(1)切面颜色:采用WSC-S测色色差计测定表示莲藕切面色泽的L*,L*值为亮度指标,L*值越大表示越趋于白色,反之则趋于黑色;

(2)失重率:称重法,即试样包装贮藏前后的质量之差占贮藏前质量的百分比;

(3)硬度:在LL-ODY万能材料试验机上采用直径5 mm圆柱探头垂直作用于藕片上,压至6 mm深度所得的最大压力表征试样块的硬度;

(4)可滴定酸度:用0.1 mol/L NaOH滴定,以苹果酸计算^[7];

(5)V_c含量:采用2,6-二氯酚酚滴定法测量^[7]。

每个指标重复测定3次,取其平均值作为评价指标。

1.5 气调包装质量的综合评价

由于气调包装后产品质量的评价是一个多因素、多层次的复杂系统,如果只对单一指标进行评价,所得的结果相对片面,缺乏客观。采用主成分分析进行综合评价可以将原来较多的指标转化为少数几个综合指标(即主成分),并尽可能保留原始指标的信息,从而减少综合评价的工作量。

本文采用SAS V8软件,对贮藏20 d后的莲藕质量指标进行评价分析。其步骤为:首先对原始数据Z-Score标准化,求出原始5个评价指标的5个主成分,并依据相关原则如累积方差贡献率等方法选取少数几个主成分来代替原始指标,再将所选取的主成分用适当形式综合,得到一个综合评价指标,依据综合评价指标对被评价对象进行排序比较^[8],以此确定适合鲜切莲藕气调包装的最佳初始气份。

2 结果与讨论

2.1 切面感官和颜色的变化

新鲜莲藕经切分后,组织里的多酚氧化酶催化酚类物质氧化成醌,再聚合成黑色物质,从而导致组织的褐变。L*代表明亮度,L*减少,代表明亮度

降低,褐变增加。

如图1初始气份对鲜切莲藕亮度的影响所示,结果发现:对照组、MAP8对切面亮度影响大。这主要是由于,上述两组包装的初始气份氧气含量较高,从而易引发酶促褐变。第2天MAP8中莲藕的切面颜色已经轻微变暗,贮藏20 d后褐变严重,失去商用价值。对照组在20 d后有腐烂出现,已经不能食用。MAP1、MAP3对切面色泽影响小,贮藏20 d后,仅发生轻度褐变。

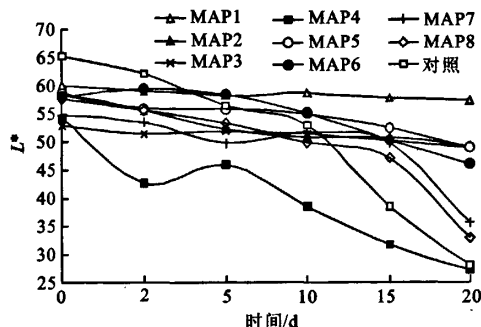


图1 初始气份对鲜切莲藕亮度 L^* 的影响

Fig.1 Effect of initial gas concentrations on the L^* of the fresh-cut lotus roots

2.2 失重率的变化

切割加工后的莲藕,细胞的蒸腾作用和呼吸作用急剧上升,造成内部水分大量流失,失重率增加。如图2所示,各个气份内产品的失重随贮藏时间的延长都有不同程度的增加。其中,第2天,MAP8和对照组的失重就明显开始高于其他组分;贮藏20 d后,MAP8内产品的失重率达4.444%,失重最为严重;其次是对照组和MAP7,这是由于不适宜的气份使产品呼吸紊乱,而增大失重率。MAP1下失重率最小为0.804%,其次是MAP2和MAP3。

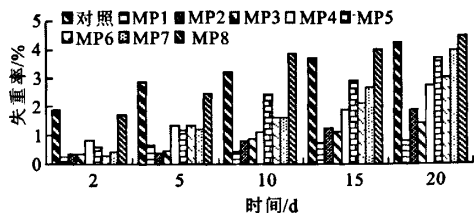


图2 初始气份对鲜切莲藕失重率的影响

Fig.2 Effect of initial gas concentrations on the weight loss of the fresh-cut lotus roots

2.3 硬度的变化

莲藕组织因切分造成机械损伤,植物组织发生崩溃,极易使鲜切产品发生软化现象。初始气份对鲜切莲藕硬度的影响如图3所示,结果表明,在贮藏期间,鲜切莲藕的硬度存在不同程度上的下降,

其中对照组和MAP7硬度下降最为明显,20 d后用手摸起来已明显变软;同时发现MAP1中切片硬度经2 d的下降后又有所上升,下降可能是由于干燥失水造成,而上升则可能是由于贮藏期间鲜切莲藕内木质素的合成。

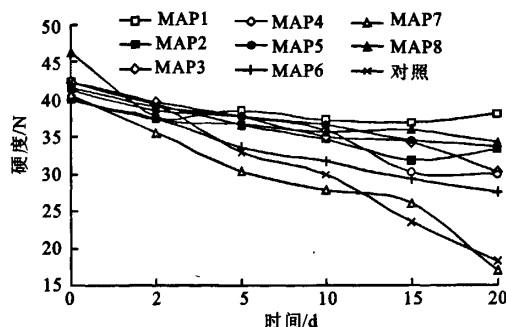


图3 初始气份对鲜切莲藕硬度的影响

Fig.3 Effect of initial gas concentrations on the rigidity of the fresh-cut lotus roots

2.4 总酸度和VC的变化

如图4所示,在贮藏期间,所有试验组的总酸度都呈下降状态,这是为了维持正常的生理代谢,其中MAP8酸度下降最大,20 d后酸度下降了53%。其次是MAP2,20 d后酸度下降38%。酸度变化最小的是对照组和MAP1,20 d后酸度损失分别为0.039和0.033。

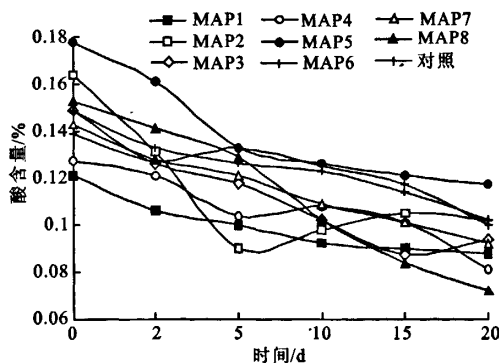


图4 初始气份对鲜切莲藕酸含量的影响

Fig.4 Effect of initial gas concentrations on the acid content of the fresh-cut lotus roots

由于莲藕储藏期间,各种生理活动并未停止,呼吸作用所消耗的营养得不到补充,因此,营养成分的损失是不可避免的。同时不适宜产品的气份导致代谢的加剧,使消耗增大。如图5初始气份对鲜切莲藕VC含量的影响所示,VC含量损失最大的是MAP4,其次是MAP8,再次是MAP3;损失最小的是MAP6,其次是MAP1和MAP5。

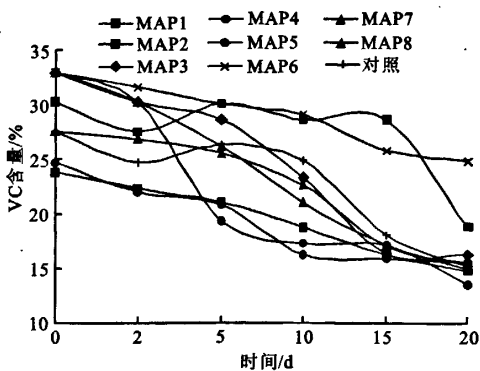


图 5 初始气份对鲜切莲藕 VC 含量的影响

Fig. 5 Effect of initial gas concentrations on the Vc of content the fresh-cut lotus roots

2.5 综合评价

由于莲藕指标的初始值有差异,故采用莲藕质量指标的下降率进行评价。表 1 为 20 d 后气调保鲜鲜切莲藕的色差、重量、硬度、VC、酸含量指标的变化率。

表 1 不同初始气份下贮藏 20 d 后鲜切莲藕的质量指标变化率(5℃)

Tab. 1 The change rate of fresh-cut lotus roots' quality at diffenret initial gas concentrations after 20d (5℃)

	色差 L* 变化率 率%	失重 率%	硬度 变化率 率%	酸含量 变化率 率%	VC 含量 变化率 率%
对照组	0.566 2	4.217	0.568 4	0.280 6	0.447 3
MAP1	0.046 7	0.804	0.049 9	0.272 7	0.381 1
MAP2	0.160 0	1.880	0.214 6	0.378 0	0.379 5
MAP3	0.072 4	1.413	0.287 7	0.369 1	0.510 0
MAP4	0.497 6	2.741	0.279 5	0.362 2	0.590 9
MAP5	0.166 9	3.662	0.186 4	0.342 7	0.370 1
MAP6	0.205 7	3.000	0.312 5	0.315 4	0.247 6
MAP7	0.347 3	3.971	0.578 8	0.356 6	0.433 1
MAP8	0.427 4	4.444	0.262 9	0.529 4	0.544 8

表 2 主成分载荷

Tab. 2 Loading vectors of the principal component

	色差 变化率/%	失重 率/%	硬度 变化率/%	酸含量 变化率/%	VC 含量 变化率/%
第一主成分 Prin1	0.565 882	0.530 711	0.451 650	0.280 598	0.339 708
第二主成分 Prin2	-0.102 745	-0.189 508	-0.471 121	0.647 838	0.558 463

表 3 9 组鲜切莲藕气调包装综合质量评价

Tab. 3 Evaluation of fresh-cut lotus roots' quality at nine different MAP groups

	Prin1	Prin2	F	排序
对照组	-1.860 51	1.655 43	-0.668 61	7
MAP1	2.700 81	-0.129 73	1.741 26	1
MAP2	1.099 96	-0.356 93	0.606 08	3
MAP3	0.969 23	-0.891 83	0.338 33	5
MAP4	-1.061 60	-0.862 33	-0.994 05	8

由于上述指标均为逆向指标,故首先对其取相反数将指标正向化^[8],然后使用 SAS 统计软件对 9 组鲜切莲藕保鲜效果进行主成分分析,得到相关系数矩阵 R。其中与第一(Prin1)、第二(Prin2)主成分相对的特征值和特征向量分别为:

$\lambda_1=2.623\ 834\ 89, \alpha_1=(0.565\ 882, 0.530\ 711, 0.451\ 650, 0.280\ 598, 0.339\ 708)^T$

$\lambda_2=1.343\ 737\ 95, \alpha_2=(-0.102\ 745, -0.189\ 508, -0.471\ 121, 0.647\ 838, 0.558\ 463)^T$

第一、第二主成分占总方差的相对贡献率为: $l=\frac{\lambda_1+\lambda_2}{\sum_{i=1}^5 \lambda_i}=79.35\%$ 故取第一、第二主成分为公共因子。

5 个指标在第一、第二主成分上的载荷见表 2, 结果发现,色差和失重率在 Prin1 上有较大的载荷因子,即 Prin1 反映 9 组气调包装下鲜切莲藕感官状况和失重情况。酸含量和 VC 含量在 Prin2 上占有较大的载荷因子,即 Prin2 反映 9 组气调包装下鲜切莲藕的酸和 VC 含量的情况。两个主成分从不同的方面反映了鲜切莲藕的保鲜效果,累积贡献率达到 79.35%,因此用 2 个主成分对不同初始气份的鲜切莲藕气调包装的保鲜效果进行排序和评价是较合理的。

为了进一步评价各组保鲜效果的差异,可对两个主成分计算因子得分,以主成分的贡献率加权平均值为权数求得综合评价值 F

$F=0.661\ Prin1+0.339\ Prin2$

计算结果见表 3,结果表明总体上气调包装对鲜切莲藕有保鲜作用,其中 MAP1(2% O₂ + 6% CO₂)气调包装的鲜切莲藕保鲜效果最好。

续表 3

	Prin1	Prin2	F	排序
MAP5	0.588 69	0.183 34	0.451 27	4
MAP6	0.909 92	1.344 61	1.057 28	2
MAP7	-1.369 55	0.950 08	-0.583 19	6
MAP8	-1.976 95	-1.892 62	-1.948 36	9

3 结 语

本文采用 9 组不同初始气份对鲜切莲藕进行气调包装,放置在 5℃、相对湿度为 85% 环境中贮藏。贮藏期间,定期测定鲜切莲藕的感官、色差、失

重率、硬度、VC、酸含量指标,并采用主成分分析法对包装 20 d 后的鲜切莲藕质量指标变化率进行评价分析,结果表明:总体上气调包装对鲜切莲藕有保鲜作用;其中体积分数组分 2% 氧气+体积分数 6% 二氧化碳对鲜切莲藕保鲜效果最好。

参考文献(References):

- [1] 张长贵,董加宝,王桢旭等.藕的营养保健功能及其开发利用[J].中国食物与营养,2006,(1):22-24.
ZHANG Chang-gui, DONG Jia-bao, WANG Zhen-xu, et al. Lotus root's nutrition and health function and its development[J]. *Food and Nutrition in China*, 2006, (1):22-24. (in Chinese)
- [2] 沈莲清,黄光荣.芦笋气调保鲜研究[J].浙江农业学报,2004,16(1):42-46.
SHEN Lian-qing, HUANG Guang-rong. Study on modified atmosphere packaging of asparagus (*Asparagus officinalis*) [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2004, 16(1):42-46. (in Chinese)
- [3] John C Beaulieu, Jeanne M Lea. Volatile and quality changes in fresh-ripe fruit, stored in clamshell containers and passive MAP[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2003, (30):15-28.
- [4] Ljajcsens F, Devlieghere, et al. Relation between microbiological quality, metabolite production and sensory quality of e-equilibrium modified atmosphere packaged fresh-cut produce [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2003, (83):263-280.
- [5] King A D J et al. Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce[J]. *J Food Sci*, 1991, 56(2):459-461.
- [6] 王莉,姜微波,冯双庆.贮藏温度与包装方式对鲜切生菜品质的影响[J].食品科学,2004,25(1):177-179.
WANG Li, JIANG Wei-bo, FENG Shuang-qing. Effects of temperature and packaging method on storing quality of shredded iceberg lettuce (*Lactuca Sativa* L.) [J]. *WTHZ Food Science*, 2004, 25(1):177-179.
- [7] 冯双庆,赵玉梅编.果蔬保鲜技术及常规测试方法[M].北京:化学工业出版社,2001.
- [8] 吴有伟.试验设计与数据处理[M].苏州大学出版社,2002.
- [9] 陶瑛,卢立新.主成分分析法在气调包装果蔬质量评价中的应用[J].包装工程,2005,26(1):8-9.
TAO Ying, LU Li-xin. The application of the method of the principal component analysis in evaluating the quality of vegetables and fruits in modified atmosphere package[J]. *Packaging Engineering*, 2005, 26(1):8-9.
- [10] 张京芳.鲜切莲藕褐变的控制方法[J].资源开发与市场,2005,21(2):91-92.
ZHANG Jing-fang. Study on inhibiting enzymatic browning in fresh-cut lotus roots[J]. *Resource Development & Market*, 2005, 21(2):91-92. (in Chinese)
- [11] 肖功年,张慊,汤坚.超市最小加工黄瓜的保鲜[J].无锡轻工大学:食品与生物技术,2002,21(5):468-471.
XIAO Gong-nian, ZHANG Min, TANG Jian. The preservation of minimally processed cucumbers in supermarkets[J]. *Journal of Wuxi University of Light Industry: Food Science and Biotechnology*, 2002, 21(5):468-471.
- [12] Lamikanra Olusola. Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology and Market [M]. Boca Raton Fla, 2002.
- [13] Arruda M C de, Jacomino A P, Spoto M H F, et al. Conservation of minimally processed net melon under active modified atmosphere[J]. *Cienciae Tecnologia de Alimentos*, 2004, 24 (1):53-58.
- [14] Hong SI, Kim DM. Influence of oxygen concentration and temperature on respiratory characteristics of fresh-cut green onion[J]. *International Journal of Food Science and Technology*, 2001, (36):283-289.
- [15] Robert c soliva-fortuny, Olga martin-belloso. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review[J]. *Trends in Food science and Technology*, 2003, (14):341-353.
- [16] Teles C S, Ramos A M, Puschman R, et al. Evaluation of chemical, physical and sensory changes in minimally processed kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) under a modified atmosphere[J]. *Alimentaria*, 2005, 363, 112-117.

(责任编辑:杨萌)