

高氧气调结合化学试剂处理对鲜切梨颜色变化的影响*

梁小玲¹, 卢立新^{1,2}

1(江南大学包装工程系, 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 气调包装是提高果蔬产品保鲜质量的主要技术方法之一。而高氧贮存结合化学试剂预处理是改善鲜切果实气调包装质量的一种新技术。文中结合抗坏血酸(AA), 乳酸钙和高氧处理对鲜切梨果实进行包装, 用响应面分析研究在不同的货架期内它们的保鲜效果。结果显示: 在 7 d 后, 浓度为 90% 的 O_2 结合 45 g/L 的抗坏血酸能更好地抑制褐变的发生。而在 10 d 后, 浓度为 80% 的 O_2 结合 45 g/L 的抗坏血酸的效果更好。

关键词 鲜切梨, 高氧, 抗坏血酸, 乳酸钙, 褐变

近十多年来, 一种全新的果蔬加工和保鲜产品——鲜切果蔬开始在发达国家流行, 特别是北美占有大量的市场份额。所谓的鲜切果蔬(fresh-cut fruit and vegetables), 即新鲜果蔬原料经过清洗、去皮、修整、包装而成的即食或即用果蔬制品^[1]。与新鲜的果蔬相比, 鲜切果蔬由于去皮, 切分等工艺的实施, 破坏了果蔬的内部结构且加上失去表皮的保护, 使得鲜切果蔬的表面褐变, 软化等加速而失去商品价值。

鲜切果蔬组织的主要褐变原因是酚的酶促反应。Day 认为高氧抑制褐变发生是由于在高氧情况下, 多酚氧化后的无色奎宁抑制 PPO 基质产生^[2]。抗坏血酸能把苯醌在被氧化成色素之前还原成多酚物质, 抑制褐变。但当抗坏血酸被完全氧化后, 苯醌积累还是会发生褐变^[3]。James 等人研究化学试剂处理对“Bartlett”鲜切梨品质的影响时发现, 经过 2% 抗坏血酸和 1% 乳化钙以及 0.5% 半胱氨酸(由 NaOH 调节 pH 值到 7)处理的梨切片, 在 0℃ 下因切片表面颜色的褐变及软化速度被延缓而延长了货架寿命^[4]。Liesbeth 等人研究高氧气调对蘑菇, 块根芹和菊苣这 3 种对酶褐变敏感的鲜切蔬菜产品的感官品质的影响。说明高氧与低氧的 EMP(equilibrium modified atmosphere packaging)相比, 能有效地阻止这类蔬菜因酶而引起的褐变^[5]。目前国内关于鲜切果蔬的保鲜研究主要集中在气调包装(MAP) 如 Bartlett 梨切片在 2% O_2 + 98% N_2 条件下, 贮藏寿命明显比普通包装长。但普通的气调包装易引起产品的无氧呼吸, 加快果实的褐变^[6]。

本论文研究浓度的抗坏血酸, 乳酸钙结合不同浓度的高氧处理后对鲜切梨产品颜色的褐变的影响。

1 材料和方法

1.1 材料

实验用新鲜鸭梨果实购于无锡大型水果超市, 选取大小一致, 无病虫害和机械损伤的果实。购买后立即存放于 4℃ 冰箱中预冷 1 d。

采用包装袋形式包装, 包装材料为 ONY/LL-DPE 复合膜, 其厚度为 125 μm , O_2 透气系数为 $0.294 \times 10^{-15} \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, CO_2 透气系数为 $1.058 \times 10^{-15} \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$ 。包装袋的平铺尺寸为 32 cm × 20 cm²。

1.2 主要实验仪器与设备

WSC-S 测色色差仪(标准白板的 L^* 值为 8.28, 上海精密科学仪器有限公司), DQB-360W 多功能气调包装机(上海青葩食品包装机械有限), 6600 型顶空气体测定仪(广东标防包装设备公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 工艺流程

预冷→清洗→切分→预处理→包装→低温储存

1.3.2 操作要点

预冷后的果实用自来水清洗表面, 以减少污染。用锋利的刀具去皮、去核切分成 4 瓣, 称取一定重量的果实分别浸泡在抗坏血酸溶液中 2 min 和乳酸钙溶液中 1 min。将果实取出后用脱脂纱布吸干果实表面的水分, 装入制好的包装袋中。再充入预调好的氧气, 储存在 4℃ 冰箱中。

1.3.3 实验设计方法

应用三因素三水平的响应面实验设计方法, 实验安排如表 1 所示。颜色模型用如下二次多项式模型

第一作者: 硕士研究生(卢立新教授为通讯作者 Email: Lulx@jiangnan.edu.cn)。

*“十一五”国家科技支撑计划重点课题(2006BAD30B02)

收稿日期: 2008-01-29, 改回日期: 2008-04-23

表征^[7]。

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_1^2 + \beta_5 X_2^2 + \beta_6 X_3^2 + \beta_7 X_1 X_2 + \beta_8 X_1 X_3 + \beta_9 X_2 X_3$$

表 1 试验设计安排表

试验序号	X ₁ (抗坏血酸)	X ₂ (乳酸钙)	X ₃ (氧气)	X ₁ /%	X ₂ /%	X ₃ /%
1	-1	-1	0	0.5	1	80
2	-1	1	0	0.5	3	80
3	1	-1	0	4.5	1	80
4	1	1	0	4.5	3	80
5	0	-1	-1	2.5	1	70
6	0	-1	1	2.5	1	90
7	0	1	-1	2.5	3	70
8	0	1	1	2.5	3	90
9	-1	0	-1	0.5	2	70
10	1	0	-1	4.5	2	70
11	-1	0	1	0.5	2	90
12	1	0	1	4.5	2	90
13	0	0	0	2.5	2	80
14	0	0	0	2.5	2	80
15	0	0	0	2.5	2	80

1.3.4 颜色的测定表达方法

采用WSC-S测色色差仪测定表示梨切片明度的L*, L*值越大表示果实颜色趋于白色, 越小表示果实颜色趋于黑色。分别在第3、7和10天测定其数值。

2 结果与讨论

鲜切梨产品L*的初始值为5.06。通过分析发现, 第3天测得的各组数据之间没有显著区别。因此本论文分别分析在第7、10天各变量对颜色的作用。

利用响应面分析对第7天数据进行分析, 得到二次型各项之前的系数及其显著程度(检验显著水平为 $P \leq 0.05$), 如表2所示, 其中右边的为剔出不显著因素后得到的。从表中可以看出, 此时的影响因素有抗坏血酸, O₂的一次项, 抗坏血酸, 乳酸钙的二次项以及抗坏血酸和氧气的交互项。其中抗坏血酸, 氧气的一次项的系数为正, 且高度显著。选定O₂浓度为90%的条件, 得到抗坏血酸和乳酸钙相互作用的响应面图形如图1所示。从图1中可知, 经过2%的乳酸钙处理的试样, L*值最小。而经过1%和3%的乳酸钙处理的试样没有显著差别。选定1%乳酸钙处理组, 作抗坏血酸和氧气对L*值得响应曲面和等高线趋势图分别如图2和图3所示。从图2、图3中可以看出, 在第7天O₂浓度高的L*值比浓度低的大, 抗坏血酸浓度高的比浓度低的L*值要高, 且高氧结合

高浓度抗坏血酸处理组的L*最高。

表 2 第7天二次型中各项的回归系数及方差分析

项	理论模型			显著模型		
	系数	Std Err	Pr > t	系数	Std Err	Pr > t
X ₁	0.1653	0.0204	0.0005	0.1653	0.0277	0.0002
X ₂	-0.0328	0.0204	0.1698			
X ₃	0.2543	0.0204	0.0001	0.2543	0.0277	0.0001
X ₁ × X ₁	0.0958	0.0301	0.0244	0.0900	0.0407	0.0541
X ₁ × X ₂	0.0428	0.0289	0.1990			
X ₁ × X ₃	-0.1013	0.0289	0.0172	-0.1013	0.0392	0.0295
X ₂ × X ₂	0.1668	0.0301	0.0026	0.1610	0.0407	0.0033
X ₂ × X ₃	-0.0208	0.0289	0.5048			
X ₃ × X ₃	0.0753	0.0301	0.0542			

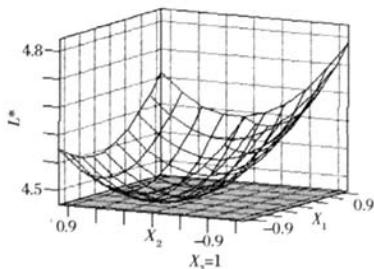


图 1 第7天时X₁和X₂对应L*的响应曲面

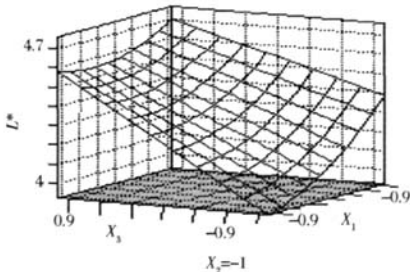


图 2 第7天X₁, X₃对应L*的响应曲面

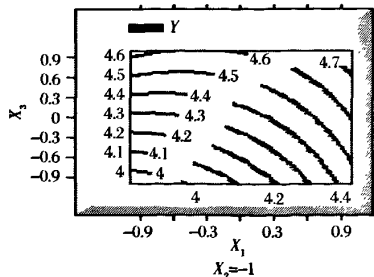


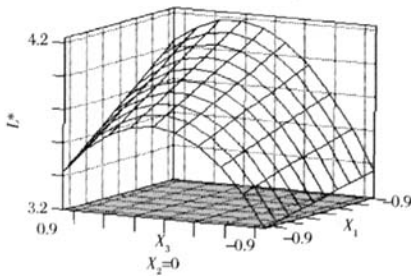
图 3 第7天时X₁, X₃对应L*的等高线趋势图

利用相应面分析对第10天数据进行分析, 得到二次型各项之前的系数及显著程度(检验显著水平为 $P \leq 0.05$), 如表3所示, 其中右边的为剔出不显著因素后得到的。从表3中可以发现, 显著的影响因素是抗坏血酸, O₂的一次项, 抗坏血酸和O₂的交互项和

O_2 因素的二次项。乳酸钙并没有起作用。选取 2% 乳酸钙处理试样组, 作抗坏血酸和 O_2 对于 L^* 值得响应曲面和等高线趋势图分别如图 4 和图 5 所示。从图 3 和图 4 可以看出, L^* 值在 O_2 压力浓度较低的时候, L^* 值是随着 O_2 压力浓度的增大而增大的, 但当 O_2 压力浓度到一定程度时, L^* 值随着 O_2 压力浓度增大而下降。这可能的解释就是在鲜切梨在较高的 O_2 压力浓度下, 比如试验条件中的 90 kPa, 促进了鲜切梨的呼吸作用, 产生了较多的 CO_2 , 而梨是一种对 CO_2 比较敏感的产品, 因此促进了褐变的发生。这也间接地说明了, 高氧处理对果蔬呼吸速率的影响随果蔬的种类、 O_2 浓度等有关^[8,9]。而使 L^* 值达到最大的 O_2 浓度为 80%, 这个浓度的氧气在第 10 天的时候, 越结合高浓度的抗坏血酸浓度抑制褐变效果越好。

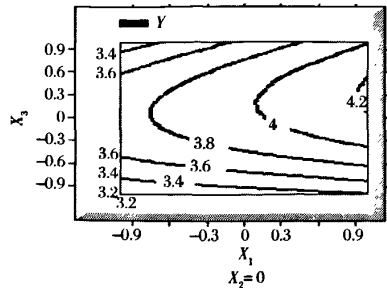
表 3 第 10 天二次型中各项的回归系数及方差分析

项	理论模型			显著模型		
	系数	Std Err	Pr> t	系数	Std Err	Pr> t
X_1	0.2178	0.0253	0.0003	0.2178	0.0276	0.0001
X_2	0.0138	0.0253	0.6099			
X_3	0.1760	0.0253	0.0009	0.1760	0.0276	0.0001
$X_1 * X_1$	-0.0610	0.0372	0.1621			
$X_1 * X_2$	-0.0025	0.0358	0.9470			
$X_1 * X_3$	0.1310	0.0358	0.0145	0.1310	0.039091	0.0074
$X_2 * X_2$	-0.0360	0.0372	0.3778			
$X_2 * X_3$	-0.0645	0.0358	0.1311			
$X_3 * X_3$	-0.5060	0.0372	0.0001	-0.4991	0.0405	0.0001

图 4 第 10 天时 X_1 和 X_3 对应 L^* 的响应曲面

3 结 论

高氧结合抗坏血酸对鲜切梨褐变的影响在不同的货架期中显示不同的效果。在第 7 天时显示 O_2 浓度为 90%, 45 g/L AA 和 1% 乳酸钙处理组最好。

图 5 第 10 天时 X_1 和 X_3 的等高线趋势图

而在第 10 天时, 结果显示 O_2 浓度为 80% 和 4.5% AA 处理组的效果最好。就延长货架期而言, 应选用氧气浓度为 80% 与 45 g/LAA 抗坏血酸结合处理鲜切梨。

参 考 文 献

- 1 张立奎, 陆兆新, 汪宏喜. 鲜切生菜在贮藏期间的微生物生长模型 [J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(2): 107~110
- 2 Adel A, Shimshon B. Effect of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruit and vegetables [J]. Postharvest Biology and Technology, 2000, 20: 1~13
- 3 李 宁, 郁志芳, 张艳芳, 等. 鲜切果蔬脱色和褐变的最新研究进展 [J]. 中国畜产与食品, 1999, 5(2): 83~85
- 4 James R, Betty H, Rodrigo A. et al. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives [J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24: 271~278
- 5 Liesbeth J, Frank D, Caroline V. et al. Effect of high oxygen modified atmosphere packaging on microbial growth and sensorial qualities of fresh-cut produce [J]. International Journal of Food Microbiology, 2001, 71: 197~210
- 6 彭丽桃, 蒋跃明. 适度加工果蔬褐变控制研究进展(综述) [J]. 亚热带植物科学, 2003, 32(4): 72~76
- 7 Limbo S, Piergiovanni L. Shelf life of minimally processed potatoes part 1. effect of high oxygen partial pressures in combination with ascorbic and citric acids on enzymatic browning [J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 39: 254~264
- 8 段学武, 蒋跃明. 高氧对果蔬采后生理影响研究进展 [J]. 热带亚热带植物学报, 2005, 13(6): 543~548
- 9 郑永华. 大气高氧与果蔬采后生理 [J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(1): 1~6

(下转第 159 页)

- 方法 [J]. 食品与发酵工业, 2008, 1(34): 93~96
- 3 Man C M D, Jones A A. Shelf life Evaluation of Foods [M]. Gaithersburg Maryland (USA): Aspen Publishers Inc, 2000. 110~139
 - 4 刘晓丹, 谢 晶. 番茄的质量因子分析及货架寿命预测 [J]. 食品科技, 2006, 9(4): 65~68
 - 5 余 信, 张永康, 麻成金. 抗氧化剂对猕猴桃籽油抗氧化性能的影响 [J]. 吉首大学学报, 2007, 3(28): 112~116
 - 6 Labuza T P, Schmidl M K. Use of sensory data in the shelf Life testing of foods: principles and graphical methods for evaluation [J]. Cereal Foods World, 1988, 3(2): 193~194, 196~198, 200~206
 - 7 卓勇贤. 炼乳褐变原因分析及控制措施 [J]. 加工技术, 2006(5): 42~43
 - 8 胡秋林. 油炸裹皮花生食品抗脂肪氧化酸败的研究 [J]. 武汉工业学院学报, 2000, (3): 4~6
 - 9 李 彭, 向 红. 军用快餐米饭货架寿命加速实验研究 [J]. 包装工程, 2007, 6(28): 33~36
 - 10 Gram L, Huss H H. Microbiological spoilage of fish and fish products [J]. Int J Food Microbiol, 1996, 33 : 121~137
 - 11 许 钟, 肖琳琳, 杨亮时. 罗非鱼特定腐败菌生长动力学模型和货架期预测 [J]. 水产学报, 2005, 8(29): 540~546
 - 12 肖 枫, 康怀彬, 辛 利. 鲫鱼在冷藏过程中的鲜度变化 [J]. 食品科学, 2007, 7(28): 508~511

Studies on the Storage Experiment and Prediction of Shelf- life of Fishbone Snack Food

Li Juan, Yang Xinhua, Guo Shidong

(School of Food Science and Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT By using the method of "Schaal thermal- resisting test" under 45℃ and 60℃, the period of the storage comparison experiment on the fishbone snack food is 25 days. The sensory evaluation, color difference, hardness value, acid & peroxide value and microbe of products are adopted as the major index of shelf-life evaluation. The laws of these index changed with the storage period is concluded and compared under different temperature. According to the national standards and the relations between temperature and the shelf-life of the fat, the shelf-life of the products stored in room-temperature is predicted.

Key words fishbone storage experiment, "Schaal thermal- resisting test", shelf-life

(上接第 154 页)

Effects of High Oxygen in Combination With Chemical Regants on Enzymatic Browning of Fresh-cut Pear

Liang Xiaoling¹, Lu Lixin²

¹(Department of Packaging Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

²(China National Light Industry Package Quality Supervising & Testing Center, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT The shelf life of fresh-cut pear is limited by enzyme-catalysed browning reaction. This phenomenon is controlled by the use of chemical regants such as ascorbic. But it seems that high oxygen pressures ($O_2 \geq 70$ KPa) are effective in inhibiting enzymatic browning of fruit and vegetable. So the aim of this work was to study the effects of high oxygen partial pressure combined with ascorbic and calcium lactate on the development of peeled and cut pear that packed in high barrier flexible pouches. The method of experiment design was Response-Surface Design. The results showed that high oxygen (90 KPa) combined with high ascorbic (4.5%) decreased the rate of browning most than others after 7 days. but after 10 days, the 80 KPa oxygen combined with high ascorbic (4.5%) seems the better one.

Key words fresh-cut pear, high oxygen, ascorbic acid, calcium lactate, browning